

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ

М.В. Смаль, інженер

Луцький національний технічний університет

Наведено результати експериментальних досліджень технологічного процесу збирання гички коренеплодів удосконаленою гичкозбиральною машиною. Одержано рівняння регресії показників якості роботи.

Коренеплоди, гичка, роторний гичкоріз, багатофакторний експеримент, вибиті коренеплоди, пошкодження коренеплодів.

Постановка проблеми. Коренеплоди цукрових буряків є одними з важливих технічних культур з яких виробляють стратегічний харчовий продукт України – цукор, а також отримують соковиті корми для тваринництва та інші побічні продукти.

За обсягами виробництва цукру Україна займає одне з провідних місць у світі, але за виробництвом цукру з 1 га відстає від розвинутих країн ЄС.

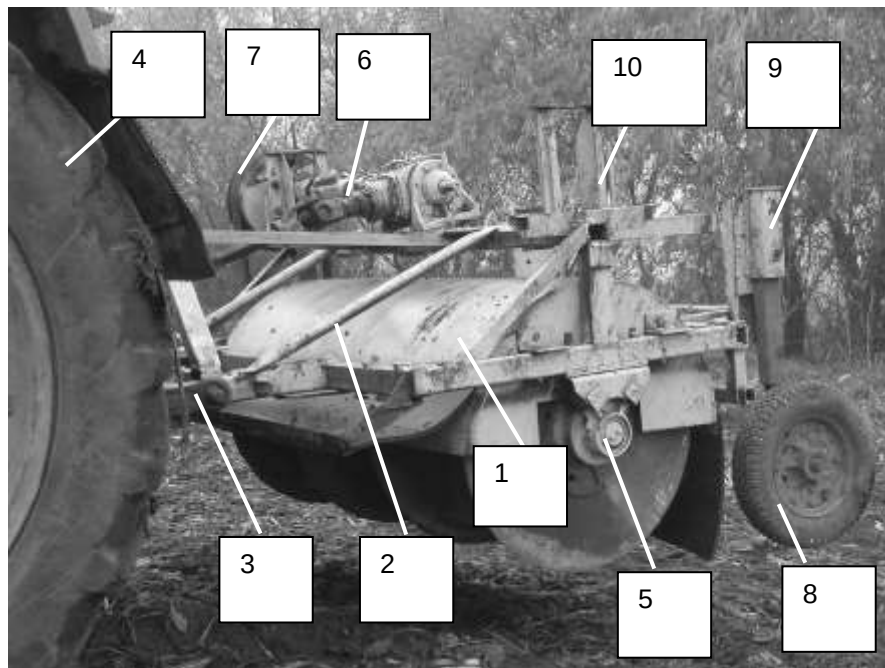
Зменшення цукроносної маси під час збирання коренеплодів обумовлені їх втратами під час збирання гички за рахунок значної кількості вибитих з ґрунту (до 1,5...2,0 %) та пошкоджених (до 15...20 %) коренеплодів, із них за рахунок сколів поверхні зрізування головки – до 10 %. При цьому відходи маси обрізаних головок коренеплодів із гичкою до їх загальної маси знаходяться в межах 5...8 % [1]. Одержані незадовільні показники якості роботи гичкозбиральних машин (ГМ) не відповідають показникам агротехнічних вимог за ознаками недосконалості конструктивно-технічних рішень робочих органів збиральних агрегатів.

Підвищення технологічного рівня ГМ, або показників якості збирання гички коренеплодів є актуальним завданням в плані подальшого удосконалення технічних рішень, які застосовують для збирання гички.

Аналіз останніх досліджень. Для підвищення показників якості збирання гички коренеплодів запропоновано удосконалені конструкції робочих органів ГМ, які виконують послідовні операції зрізування загального масиву гички роторним гичкорізом з наступним видаленням залишків гички з головок коренеплодів дообрізчиком типу «пасивний копір-рухомий ніж» [2, 3].

© М.В. Смаль, 2014

Результати досліджень. Для встановлення основних закономірностей зміни параметрів оптимізації (кількості вибитих коренеплодів роторним гичкорізом K_{Br} і ГМ загалом K_B , пошкодження коренеплодів роторним гичкорізом $K_{I\phi}$ і ГМ загалом K_{II} , із них сильнопошкоджених коренеплодів ГМ загалом K_{CII}) було проведено польові експериментальні дослідження удосконаленої ГМ на основі побудови та реалізації експерименту типу ПФЕ 3². Загальний вигляд агрегату для збирання гички коренеплодів удосконаленою ГМ наведено на рис. 1.



Для отримання регресійної моделі, яка характеризує зміну кількості вибитих коренеплодів роторним гичкорізом K_{Bp} і ГМ загалом K_B , пошкодження коренеплодів роторним гичкорізом $K_{Гр}$ і ГМ загалом $K_{Г}$, кількості сильнопошкоджених коренеплодів ГМ загалом

$K_{СП}$ від параметрів робочих органів ГМ, вибирали відповідний композиційний план трифакторного експерименту, при цьому незалежними змінними факторами приймали: швидкість руху ГМ V_k , яку кодували індексом x_1 ; частота обертання ротора гичкоріза n_x , яку кодували індексом x_2 ; діаметр ротора гичкоріза D_p , який кодували індексом x_3 . Експерименти провели згідно з стандартною методикою, при цьому аналіз функції відгуку проводили згідно з агротехнічними вимогами до ГМ: кількість пошкоджених коренеплодів – не більше 10 %, у тому числі сильнопошкоджених – до 5 %; вибитих коренеплодів із ґрунту робочими органами ГМ – не більше 1,5 % [4].

Результати кодування змінних факторів і рівні їх варіювання наведено у табл.

Результати кодування факторів та їх рівні варіювання під час проведення ПФЕ 3².

Фактори	Позначення		Інтервал варіювання	Рівні варіювання, натуральні/кодовані		
	Код.	Нат.				
Швидкість руху ГМ, м/с	x_1	V_k	0,4	1,4/-1	1,8/0	2,2/+1
Частота обертання ротора гичкоріза, об/хв	x_2	n_x	200	400/-1	600/0	800/+1
Діаметр ротора гичкоріза, м	x_3	D_p	0,1	0,55/-1	0,65/0	0,75/+1

Апроксимуючу функцію параметрів оптимізації $K_{Бр}$, K_B , $K_{Гр}$, $K_{П}$, $K_{СП}$, адекватність якої перевіряли згідно з F -критерієм Фішера знаходили у вигляді математичної моделі логарифмічної залежності, при цьому після визначення коефіцієнтів і оцінки статистичної значущості коефіцієнтів апроксимуючої функції згідно з критерієм Стьюдента [5] було одержано кінцевий вигляд рівнянь регресії зміни кількості вибитих коренеплодів роторним гичкорізом $K_{Бр}$ і ГМ загалом K_B , пошкодження коренеплодів роторним гичкорізом $K_{Гр}$ і ГМ загалом $K_{П}$, кількості сильнопошкоджених коренеплодів ГМ загалом $K_{СП}$ залежно від швидкості руху ГМ V_k , частоти обертання ротора гичкоріза n_x , діаметра ротора гичкоріза D_p у натуральних величинах як функціонала $K_{Бр}; K_B; K_{Гр}; K_{П}; K_{СП} = f(V_k; n_x; D_p;)$, тобто (1).

Аналіз наведених рівнянь регресії (1) показує, що кількість вибитих коренеплодів роторним гичкорізом $K_{Бр}$ і ГМ загалом K_B ,

пошкоджень коренеплодів роторним гичкорізом $K_{Гр}$ і ГМ загалом $K_{П}$, кількість сильнопошкоджених коренеплодів ГМ загалом $K_{СП}$ змінюється прямо пропорційно зміні факторів – зі збільшенням робочої швидкості руху ГМ у межах $1,4 \leq V_k \leq 2,2$ (м/с), частоти обертання ротора гичкоріза $500 \leq n_x \leq 900$ (об/хв), діаметра ротора гичкоріза $0,55 \leq D_p \leq 0,75$ (м) значення величин параметрів оптимізації також збільшуються.

$$\left. \begin{aligned} K_{Бр} &= -5,24 + 0,95 \ln(V_k) + 1,02 \ln(n_x) + 2,1 \ln(D_p); \\ K_B &= -5,4 + 1,42 \ln(V_k) + 1,02 \ln(n_x) + 2,03 \ln(D_p); \\ K_{Гр} &= -24,34 + 7,05 \ln(V_k) + 6,53 \ln(n_x) + 29,52 \ln(D_p); \\ K_{П} &= -26,25 + 9,24 \ln(V_k) + 6,72 \ln(n_x) + 28,89 \ln(D_p); \\ K_{СП} &= -40,93 + 3,62 \ln(V_k) + 6,78 \ln(n_x) + 7,8 \ln(D_p) \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

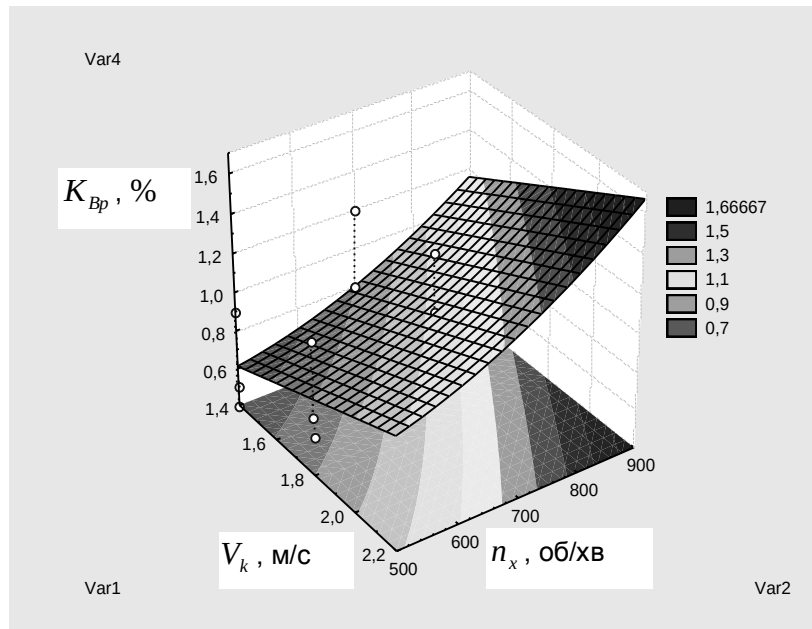


Рис. 2. Поверхня відгуку залежності зміни кількості вибитих коренеплодів роторним гичкорізом $K_{Бр}$ як функціонала $K_{Бр} = f(V_k; n_x)$.

Цей висновок адекватно підтверджується характером зміни побудованих згідно з рівняннями регресії (1) поверхонь відгуку у вигляді залежностей: $K_{Бр}; K_B = f(V_k; n_x)$, рис. 2, рис. 3; $K_{Гр}; K_{П} = f(V_k; D_p)$, рис. 4, рис. 5; двовимірного перерізу поверхні відгуку $K_{СП} = f(n_x; D_p)$, рис. 6. При значеннях вхідних факторів $V_k \geq 1,8$ м/с і $n_x \geq 750$ об/хв кількість вибитих коренеплодів із ґрунту робочими органами роторного гичкоріза $K_{Бр}$, або гичкозрізувальними ножами, перевищує встановлений нормативний показник згідно з агротехнічними вимогами до ГМ у 1,5 % від загальної кількості коренеплодів облікової ділянки, рис. 2. Зі збільшенням швидкості

руху ГМ до 1,6 м/с збільшення K_B не спостерігається, а подальше збільшення V_k до 2,2 м/с призводить до збільшення кількості вибитих коренеплодів ГМ загалом K_B робочими органами дообрізчика залишків гички у середньому на 0,1...0,2 %, рис. 3.

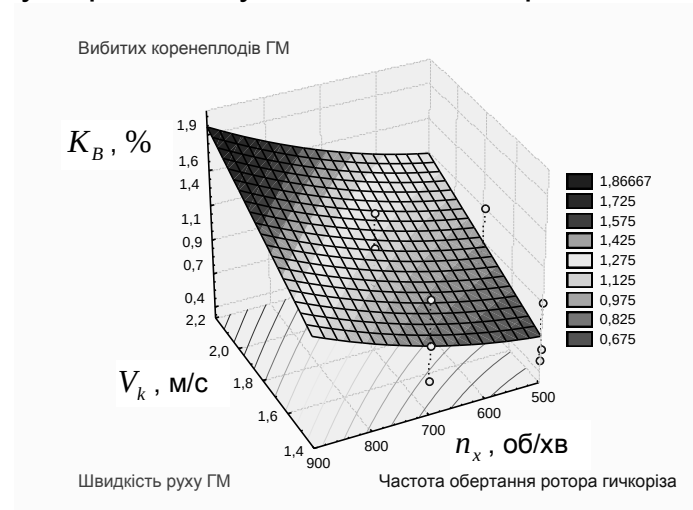


Рис. 3. Поверхня відгуку залежності зміни кількості вибитих коренеплодів ГМ загалом K_B як функціонала $K_B = f(V_k; n_x)$.

Аналіз рис. 4 показує, що згідно з умови узгодження робочої швидкості $V_k \leq 1,7$ м/с (умови забезпечення кількості вибитих коренеплодів ГМ загалом згідно з агротехнічними вимогами $K_B \leq 1,5$ %, рис. 3) умова забезпечення загальної кількості пошкоджень коренеплодів робочими органами ГМ $K_{Гр} \leq 10$ % забезпечується для діаметра ротора $D_p \leq 0,7$ м.

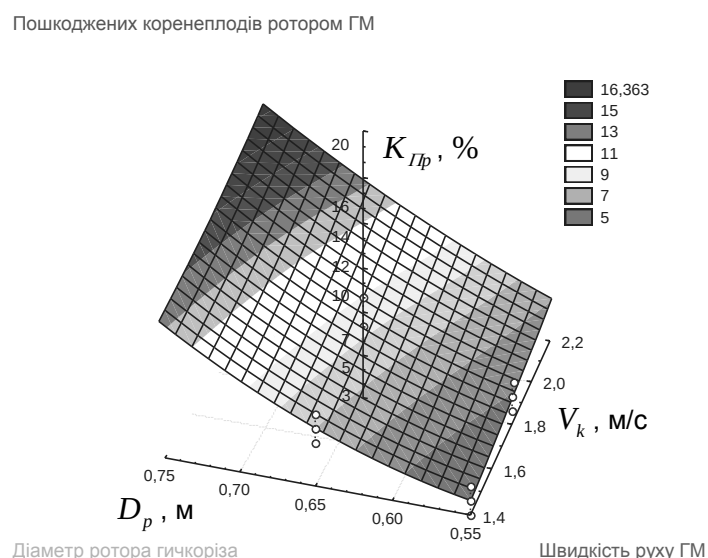


Рис. 4. Поверхня відгуку залежності зміни пошкодження коренеплодів роторним гичкорізом $K_{Гр}$ як функціонала $K_{Гр} = f(V_k; D_p)$.

Зі збільшенням швидкості руху ГМ до 1,6 м/с збільшення K_{II} не спостерігається, а подальше збільшення V_k до 2,2 м/с призводить до збільшення пошкоджень коренеплодів ГМ загалом K_{II} робочими органами дообрізчика залишків гички в середньому на 0,5...1,0% (рис. 5).

Пошкодження коренеплодів ГМ

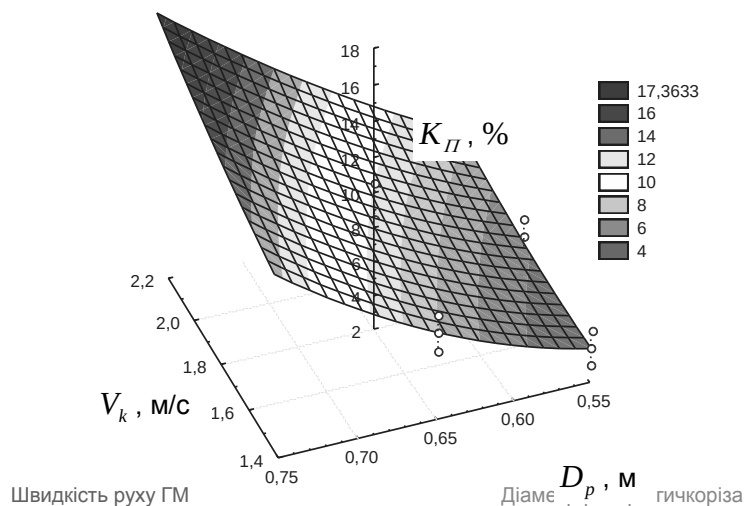


Рис. 5. Поверхня відгуку залежності зміни пошкодження коренеплодів ГМ загалом K_{II} як функціонала $K_{II} = f(V_k; D_p)$.

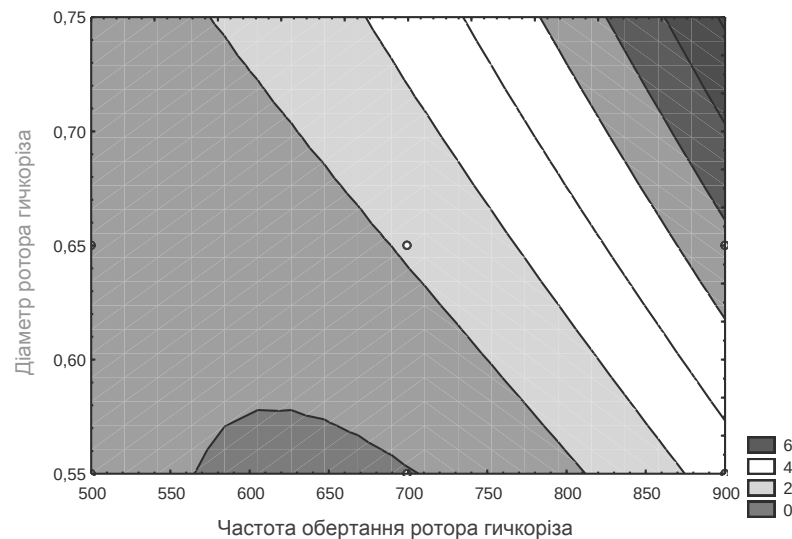


Рис. 6. Двомірний переріз поверхні відгуку залежності зміни сильнопошкоджених коренеплодів ГМ загалом $K_{СП}$ як функціонала $K_{СП} = f(n_x; D_p)$.

Для діаметра шнека $D_p \geq 0,7$ м та частоти обертання ротора гичкоріза $n_x \geq 800$ об/хв (рис. 6) кількість сильно пошкоджених коренеплодів робочими органами ГМ знаходиться у межах 5,3...7,2

(%), що перевищує встановлене значення (до 5 %) згідно з агротехнічними вимогами до ГМ.

Висновок. Таким чином на основі проведеного аналізу рівнянь регресії (1) можна констатувати, що раціональні параметри робочих органів ГМ за яких значення показників якості роботи не виходять за межі агротехнічних вимог будуть: частота обертання ротора гичкоріза – 600...700 (об/хв); діаметр ротора гичкоріза – 0,6...0,7 (м) для робочої швидкості руху ГМ до 1,8 м/с.

Список літератури

1. Свеклоуборочные машины. Конструирование и расчет / [Погорелый Л.В., Татьяна Н.В., Брей В.В. и др.] ; под ред. Л.В. Погорелого. – К.: Техніка, 1983. – 168 с.
2. Патент 81255 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 23/02. Гичкозбиральна машина / Смаль М.В., Герасимчук О.О., Барановський В.М., Паньків В.Р. ; заявник і патентовласник Луцький національний технічний університет. – № у 201213815; заявл. 03.12.2012; опубл. 25.07.2013. Бюл. № 14/2013.
3. Патент 82972 Україна, МКИ⁷ А 01 Д 23/02. Машина гичкозбиральна / Барановський В.М., Смаль М.В., Паньків М.Р., Дубчак Н.А., Паньків В.Р.; заявник і патентовласник Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – № у 201301438; заявл. 07.02.2013; опубл. 27.08.2013. Бюл. № 16/2013.
4. Булгаков В.М. Теория свеклоуборочных машин : монография / В.М. Булгаков, М.И. Черновол, Н.А. Свирень. – Кировоград: КОД, 2009. – 256 с.

Наведено результати експериментальних досліджень технологічного процесу уборки ботви корнеплодов усовершенствованной ботвоуборочной машиной. Получено уравнения регрессии показателей качества работы.

Корнеплоды, ботва, роторный ботворез, многофакторный эксперимент, выбитые корнеплоды, повреждения корнеплодов.

The results of experimental researches of technological process of cleaning up of tops of root crops are pointed by improved haulm gatherer. Equalizations of regression of indexes of quality of work are got systems of adapted root-harvesting machine is pointed.

Root crops, tops, rotor toppe, multivariable experiment, knocked out root crops, damages of root crops.