

УДК.631.356.42

В. Ковбаса¹, докт. техн. наук; Я. Замора², канд. техн. наук;
А. Ліннік²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України
²ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДООЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ РОТОРНОГО ТИПУ

Резюме. Встановлено регресійні зв'язки у натуральних величинах, які характеризують зміну якісних показників роботи доочисника головок коренеплодів цукрових буряків роторного типу залежно від поступальної швидкості руху доочисного агрегату, кутової швидкості обертання очисного вала та кількості встановлених доочисних елементів. Аналіз отриманих залежностей показує, що основними складовими величинами, які впливають на параметри оптимізації доочищення головок коренеплодів, є кутова швидкість обертання робочого органа та поступальна швидкість руху машини.

Ключові слова: коренеплід, доочисник, гичка, кутова швидкість, рівняння регресії.

V. Kovbasa, Ya. Zamora, A. Linnik

EXPERIMENTAL RESEARCH OF ROOT'S HEAD CLEANER OF ROTARY TYPE

The summary. The professional relation which characterize the changing of qualitative work indicators of rotary-type root head cleaner of sugar beets depending on forward motion of the cleaner, rotary motion of the cleaning shaft and the quantity of setup cleaning details were set up. Analysis of done dependencies show that the basic parameters which influence the optimization parameters of root head cleaning process are the rotary motion of the cleaner and the forward speed of operation machine.

Key words: root, root head cleaner, tops, angular velocity, equation of regression.

Постановка проблеми. В технологічному процесі збирання цукрових буряків важливою операцією є очистка головок коренеплодів від гички. Від якісного проведення такої операції залежатиме продуктивність наступних операцій з викопування й очищення вороху коренеплодів. Для проведення такої операції використовується ряд машин з пасивними й активними робочими органами. Для підтвердження адекватності теоретичних досліджень і врахування впливу можливих факторів, що не були враховані в цих дослідженнях, на якість роботи нового типу доочисника головок коренеплодів [1] існує необхідність проведення польових експериментальних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням доочищення головок коренеплодів цукрових буряків присвячені праці Мартиненка В.Я. [2], Погорілого М.Л. [3], Булгакова В.М [4]. Проте дослідження якості процесу доочищення головок коренеплодів висвітлені недостатньо. В цих та інших працях відсутні регресійні залежності взаємозв'язків факторів, які впливають на визначення якісних показників доочищення головок коренеплодів цукрових буряків.

Мета досліджень. Встановити адекватність попередніх теоретичних досліджень доочисника головок коренеплодів та визначити вплив основних параметрів і режимів роботи доочисника на показники якості виконання процесу доочищення головок коренеплодів.

Реалізація роботи. Для досягнення поставленої мети вирішували такі завдання. Визначали вплив зміни основних факторів: поступальна швидкість руху доочисника,

кутова швидкість ротора, число очисних елементів на одному барабані на показники якості виконання процесу – залишки гички, пошкодження головок коренеплодів, вибиті коренеплоди з рядка. Експериментальне польове дослідження проводили за складеною програмі повнофакторного експерименту.

Відповідно до розробленої програми експериментальних досліджень та з урахуванням умов і режимів роботи експериментальної установки досліджували загальні залишки гички на головках коренеплодів Z_2 (%), сильнопошкоджені коренеплоди $P_{k\infty}$ (%) і кількість вибитих коренеплодів із рядка B_k (%) від зміни кутової швидкості обертання очисних елементів ω_o , поступальної швидкості руху очисної машини V_i і кількості очисних елементів на одному барабані ротора n_o , тобто відповідно $C_{\bar{a}} = f(\omega_o; V_i; n_o)$, $\check{I}_k = f(\omega_o; V_i; n_o)$ і $B_k = f(\omega_o; V_i; n_o)$, які є визначальними при роботі очисників головок коренеплодів від залишків гички.

При проведенні експериментів постійними були наступні конструктивно-технологічні параметри очисника: ширина лопаті $b = 0,08$ м., а висота встановлення нижнього торця очисної лопаті відносно поверхні ґрунту змінювалася від $h_o = 0 \dots 0,04$ м залежно від домінуючої висоти розташування головок коренеплодів відносно рівня залікової ділянки поля з умови не безвідривного контакту лопаті з головою.

Дослідження проводили при одночасній зміні трьох факторів згідно з рандомізованою план-матрицею повнофакторного експерименту типу ПФЕ 3^3 .

Функцію відгуку (параметр оптимізації показників якості очищення) знаходили у вигляді математичної моделі повного квадратного полінома.

Перед проведенням експериментів при дослідженні залишків гички на головках коренеплодів Z_2 , сильнопошкоджених коренеплодів \check{I}_k і кількості вибитих коренеплодів із рядка B_k проводили кодування факторів і складання план-матриці, в яку заносили позначені рівні факторів кожного експерименту.

Визначали основний (нульовий) рівень для кожного фактора:

- для кутової швидкості обертання очисних лопатей ω_o

$$X_{1_0} = \frac{83,7 + 41,9}{2,0} = 62,8 \text{ (рад/с);} \quad (1)$$

- для швидкості руху очисника головок V_m

$$X_{2_0} = \frac{2,0 + 1,4}{2,0} = 1,7 \text{ (м/с);} \quad (2)$$

- для кількості очисних елементів на одному барабані ротора n_o

$$X_{3_0} = \frac{8,0 + 4,0}{2,0} = 6,0 \text{ (шт.);} \quad (3)$$

Інтервали варіювання та кодовані значення кожного фактора

$$\Delta X_1 = \frac{83,7 - 41,9}{2,0} = 20,9 \text{ (рад/с);} \quad x_1 = \frac{\omega_o - 62,8}{20,9}; \quad (4)$$

$$\Delta X_2 = \frac{2,0 - 1,4}{2,0} = 0,3 \text{ (м/с);} \quad x_2 = \frac{V_i - 1,7}{0,3}; \quad (5)$$

$$\Delta X_3 = \frac{8,0 - 4,0}{2,0} = 2,0 \text{ (шт.);} \quad x_3 = \frac{n_o - 6,0}{2,0}. \quad (4.6)$$

Характеристика факторів та значення їх рівнів варіювання наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Характеристика факторів та значення їх рівнів варіювання

| Найменування фактора | | Межі зміни рівнів фактора |
|----------------------|---|---------------------------|
| x_1 | Кутова швидкість обертання очисних елементів, ω_o , рад/с | 83,7-62,8-41,9 |
| x_2 | Поступальна швидкість руху очисника головок, V_i , м/с | 2,0-1,7-1,4 |
| x_3 | Кількість очисних елементів на одному барабані ротора n_o , шт. | 8,0-6,0-4,0 |

Отримані дані параметрів оптимізації кожного експерименту, тобто числові значення залишків гички на головках коренеплодів Z_e , сильнопошкоджених коренеплодів \dot{I}_k і кількості вибитих коренеплодів із рядка B_k залежно від зміни факторів – кутової швидкості обертання очисних лопатей, поступальної швидкості руху очисника головок V_m і кількості очисних елементів на одному барабані ротора n_o записували у таблицю.

Опрацювання отриманих експериментальних даних при дослідженні залежності залишків гички на головках коренеплодів Z_e (%), сильнопошкоджених коренеплодів \dot{I}_k (%) і кількості вибитих коренеплодів із рядка B_k (%) від зміни кутової швидкості обертання очисних елементів ω_o , поступальної швидкості руху очисної машини V_m і кількості очисних елементів на одному барабані ротора n_o , тобто відповідно $Z_e = f(\omega_o; V_m; n_o)$, $\dot{I}_k = f(\omega_o; V_i; n_o)$ і $B_k = f(\omega_o; V_i; n_o)$ провели за загальновідомою методикою [5], при цьому кількісні значення параметрів оптимізації визначали відносно маси коренеплодів кожної однієї проби.

Функцію відгуку (параметр оптимізації), тобто залежності $Z_e = f(x_1; x_2; x_3)$, $\dot{I}_k = f(x_1; x_2; x_3)$, $B_k = f(x_1; x_2; x_3)$, визначені експериментальним шляхом, знаходили у вигляді апроксимуючої математичної моделі повного квадратного полінома

$$\begin{aligned} \hat{O}_i = & b_{0_i} + b_{1_i}x_1 + b_{2_i}x_2 + b_{3_i}x_3 + b_{12_i}x_1x_2 + b_{13_i}x_1x_3 + \\ & b_{23_i}x_2x_3 + b_{11_i}x_1^2 + b_{22_i}x_2^2 + b_{33_i}x_3^2, \end{aligned} \quad (7)$$

де V_i – експериментальне значення відповідного i -го параметра, %;

$b_{0_i}, b_{1_i}, b_{2_i}, b_{3_i}, b_{12_i}, b_{13_i}, b_{23_i}, b_{11_i}, b_{22_i}, b_{33_i}$ – відповідні значення коефіцієнтів регресії i -их регресійних моделей;

x_1, x_2, x_3 – вхідні кодовані фактори.

Визначали невідомі коефіцієнти регресії повного квадратичного полінома, при цьому отримані значення коефіцієнтів регресії записали у табл. 2.

Таблиця 2. Значення коефіцієнтів рівнянь регресії

| | Залишки гички на головках коренеплодів $Z_e = f(\omega_o; V_m; n_o)$ | Сильнопошкодженні коренеплоди $P_k = f(\omega_o; V_m; n_o)$ | Кількість вибитих коренеплодів із рядка $B_k = f(\omega_o; V_m; n_o)$ |
|--|---|--|--|
| | | | |

| | | | |
|----------|--------|---------|----------|
| b_0 | 12,9 | 7,54 | 2,46 |
| b_1 | -0,16 | 0,15 | -0,003 |
| b_2 | 5,14 | -10,51 | -2,08 |
| b_3 | -2,53 | 0,21 | -0,08 |
| b_{12} | -0,001 | -0,03 | 0,008 |
| b_{13} | 0,004 | -0,006 | 0,001 |
| b_{23} | -0,042 | -0,12 | 0,01 |
| b_{11} | 0,0008 | -0,0004 | -0,00008 |
| b_{22} | -1,31 | 3,51 | 0,31 |
| b_{33} | 0,17 | 0,07 | 0,003 |

Тоді загальний вигляд рівнянь регресії залежностей параметрів оптимізації від зміни кутової швидкості обертання очисних елементів ω_o , поступальної швидкості руху очисної машини V_m і кількості очисних елементів на одному барабані ротора n_o за результатами ПФЕ 3^3 у кодованих величинах буде:

- залишки гички на головках коренеплодів $Z_z = f(x_1; x_2; x_3)$

$$Z_z = 12,19 - 0,16x_1 + 5,14x_2 - 2,53x_3 - 0,001x_1x_2 + 0,004x_1x_3 - 0,042x_2x_3 + 0,0008x_1^2 - 1,31x_2^2 + 0,17x_3^2, \quad (8)$$

- сильнопошкоджені коренеплоди $I_k = f(x_1; x_2; x_3)$

$$I_k = 7,54 + 0,15x_1 - 10,51x_2 + 0,21x_3 - 0,03x_1x_2 + 0,006x_1x_3 - 0,12x_2x_3 - 0,0004x_1^2 + 3,51x_2^2 + 0,07x_3^2, \quad (9)$$

- кількість вибитих коренеплодів із рядка $B_k = f(x_1; x_2; x_3)$

$$B_k = 2,46 - 0,003x_1 - 2,08x_2 - 0,08x_3 + 0,008x_1x_2 - 0,001x_1x_3 + 0,01x_2x_3 - 0,00008x_1^2 + 0,31x_2^2 + 0,003x_3^2, \quad (10)$$

де x_1 – кутова швидкість обертання очисних елементів, рад/с;

x_2 – поступальна швидкість руху очисника головок, м/с;

x_3 – кількості очисних елементів на одному барабані ротора, шт.

Статистичну значущість коефіцієнтів b_i рівнянь регресій (8-10) проводили за t -критерієм Стьюдента. Згідно з проведеною перевіркою коефіцієнти $b_1 = -0,003$; $b_{12} = 0,008$; $b_{11} = 0,0008$; $b_{11} = -0,0004$; $b_{11} = -0,00008$ є незначними, тобто остаточні рівняння регресії (8-10) за результатами проведених ПФЕ 3^3 у кодованих величинах мають такий вигляд:

- залишки гички на головках коренеплодів $Z_z = f(x_1; x_2; x_3)$

$$Z_z = 12,19 - 0,16x_1 + 5,14x_2 - 2,53x_3 - 0,001x_1x_2 + 0,004x_1x_3 - 0,042x_2x_3 - 1,31x_2^2 + 0,17x_3^2, \quad (11)$$

- сильнопошкоджені коренеплоди $I_k = f(x_1; x_2; x_3)$

$$P_k = 7,54 + 0,15x_1 - 10,51x_2 + 0,21x_3 - 0,03x_1x_2 + , \quad (12)$$

$$+ 0,006x_1x_3 - 0,12x_2x_3 + 3,51x_2^2 + 0,07x_3^2$$

- кількість вибитих коренеплодів із рядка $B_k = f(x_1; x_2; x_3)$

$$B_k = 2,46 - 0,003x_1 - 2,08x_2 - 0,08x_3 + 0,008x_1x_2 + , \quad (13)$$

$$+ 0,001x_1x_3 + 0,01x_2x_3 + 0,31x_2^2 + 0,003x_3^2$$

де ω_o – кутова швидкість обертання очисних елементів, рад/с;

V_i – поступальна швидкість руху очисника головок коренеплодів, м/с;

n_o – кількість очисних елементів на одному барабані ротора, шт.

Перевірку адекватності вибраної моделі, тобто відповідності отриманого теоретичного розподілу випадкових величин рівнянь регресії (11-13) реальному експериментальному процесу проводиться за F - критерієм Фішера, табличне значення якого позначено $F_T(0,05; f_{ag}; f_u)$, де 0,05 означає 5 % рівень значущості (дорівнює $1 - \alpha$, де α – довірча ймовірність).

Висновки. Для підтвердження адекватності теоретичних досліджень й урахування впливу можливих факторів, що не були враховані в теоретичних дослідженнях, на якість роботи доочисника проведено експериментальні польові дослідження при одночасній зміні трьох факторів згідно з рандомізованою план-матрицею повнофакторного експерименту. Визначено основний (нульовий) рівень для кожного фактора, невідомі коефіцієнти регресії повного квадратичного полінома, значущі й незначущі коефіцієнти, отримано кінцеві рівняння регресії.

Література

1. Ліннік, А. Кінематика ротаційного очисника головок коренеплодів [Текст] / А. Ліннік, В. Ковбаса, В. Соломка // Вісник Львівського національного аграрного університету. Напрямок «Агроінженерні дослідження». – 2007. – № 12. – Т. 2. – С. 201–207.
2. Мартиненко, В.Я. Механіко-технологічні основи підвищення ефективності робочих органів гичкозбиральних машин [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / В.Я. Мартиненко. — Тернопіль, 1997. — 33 с.
3. Погорілий, М.Л. Підвищення технологічної ефективності бурякозбиральних машин [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / М.Л. Погорілий. – Київ, 2001. – 24 с.
4. Булгаков, В.М. Теорія бурякозбиральних машин: монографія [Текст] / В.М. Булгаков. – К.: Видавничий центр НАУ, 2005. – 245 с.
5. Завалишин, Ф.С. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства [Текст] / Ф.С. Завалишин, Н.Г. Манцев. – М.: Колос, 1982. – 228 с.

Отримано 11.05.2011