

УДК 631.361

Дубчак Н.*(Бережанський агротехнічний інститут)***Онищенко В.****Барановський В.***(Національний університет біоресурсів і природокористування України)*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПВУДАРУ КОРЕНЕПЛОДІВ З ГВИНТОВИМ КОНВЕЄРОМ

Приведена методика проведення и результати експериментальних досліджень пошкодження коренеплодів во время их взаємодії з витком гвинта в залежності від його параметрів з використанням маятникового копра.

The method of leadthrough and results of experimental researches of damage of root crops is resulted during their co-operating with the coil of screw depending on his parameters with the use of pendulum pile-driver.

Вступ

Для визначення параметрів та режимів роботи технологічних процесів і робочих органів сільськогосподарських машин використовують фізико-механічні властивості рослин. Вихідними даними для оптимізації конструктивно-технологічних параметрів очисників вороху коренеплодів є агробіологічні характеристики цієї культури.

Виробниче застосування очисних робочих органів машин для збирання кормових буряків показало, що показники якості їх роботи не завжди відповідають агротехнічним вимогам (загальні пошкодження коренеплодів можуть становити до 40 %) і у них неповністю розкриті переваги ефекту косої співудару коренеплодів з робочими поверхнями, який забезпечує мінімальні пошкодження коренеплодів при задовільних показниках сепарації вороху [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Наукові дослідження, які наведено у працях [2, 3, 4], відносяться до встановлення теоретичного аналізу процесу взаємодії коренеплодів з робочими поверхнями гвинтового конвеєра. Експериментальні дослідження пошкодження коренеплодів, які виникають у результаті їх взаємодії з витками гвинта у літературі відсутні, тому виникла необхідність подальшого проведення аналізу роботи очисника.

Мета досліджень

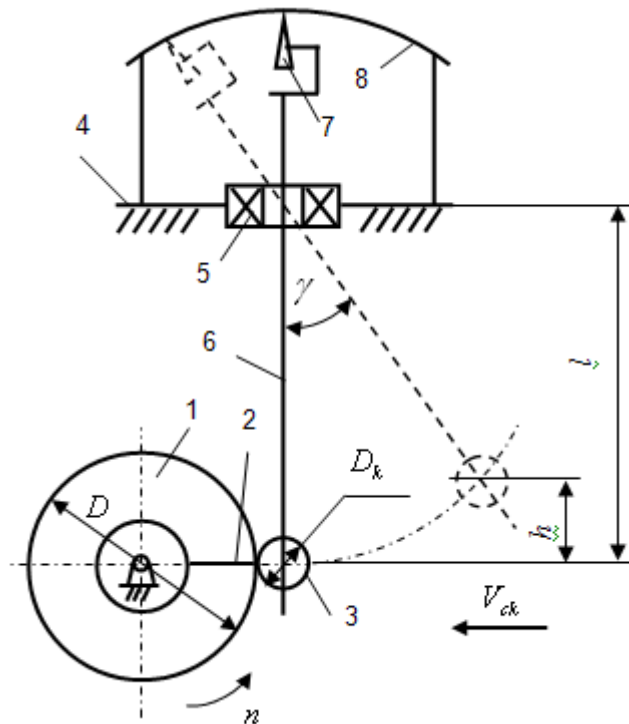
Метою досліджень є оптимізація конструктивно-кінематичних параметрів комбінованого очисника вороху коренеплодів на основі експериментальних досліджень процесу співудару коренеплодів із витком гвинтового конвеєра очисника.

Результати досліджень

Підвищенням основних показників якості роботи машин для збирання кормових буряків, або зниження загальних пошкоджень коренеплодів досягається шляхом застосування комбінованої очисної системи [5]. У процесі роботи очисника відбувається ударна взаємодія коренеплоду з витком гвинтового конвеєра. Для встановлення закономірності зміни пошкодження коренеплодів залежно від параметрів системи було проведено експериментальні дослідження процесу співудару коренеплодів з витком 2 гвинтового конвеєра 1 з використанням сферичного маятникового копра (рис. 1).

Загальну будову та принцип роботи сферичного маятниково-копра наведено у [6]. На внутрішній частині пів-кульової поверхні 8 нанесено протаровану шкалу, яка показує на який кут від вертикального положення відхилено і відхиляється вісь маятника 6 під час коливань.

Маятниковий копер встановлювали біля гвинта 1 таким чином, щоб коренеплід 3 в стані спокою (вертикальне положення маятника) дотикався до витка 2 гвинта 1 в точці, яка знаходиться в горизонтальній площині, розташованій на осі обертання гвинта.



1 – гвинтовий конвеєр; 2 – виток; 3 – коренеплід; 4 – кронштейн; 5 – кульова опора з сферичним підшипником; 6 – вісь маятника; 7 – корпус з підпружиненим олівцем; 8 – півкульова поверхня

Рис. 1. - Схема лабораторної установки

У момент проходження коренеплоду 3 діаметром D_k нижньої точки, при відхиленні маятника від вертикалі на кут γ або на висоту h , відбувається удар коренеплоду 3 з поверхнею витка 2 гвинта 1 діаметром D , який обертається назустріч руху коренеплоду 3 з частотою обертання n . Після взаємодії з витком гвинта з швидкістю співудару V_{ck} коренеплід відлітає від нього з результуючою швидкістю V_p .

Експериментальні дослідження пошкодження коренеплодів провели на основі реалізації трифакторного експерименту типу ПФЕ 3^3 (рис.2). Вхідними факторами ПФЕ 3^3 приймали: частоту обертання гвинта n , яку кодували індексом x_1 ; діаметр гвинта D , який кодували індексом x_2 ; масу коренеплодів m_k , яку кодували індексом x_3 . Характеристику факторів та їх рівні варіювання наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика факторів та їх рівні варіювання

Позначення фактора	Найменування фактора	Рівні фактора
x_1	Частота обертання гвинта n , об/хв.	50,0-100,0-150,0
x_2	Діаметр гвинта D , м	0,4-0,6-0,8
x_3	Маса коренеплоду, m_k , кг	1,0-1,5-2,0

Проведені теоретичні дослідження [2, 3] показали, що швидкість руху подавального транспортера або швидкість співудару коренеплоду V_{ck} з витком гвинта в межах її раціональних значень 1,4...1,8 м/с та крок гвинта суттєво не впливають на результуючу швидкість співудару V_p , тобто на пошкодження коренеплодів. Тому експериментальні дослідження провели при швидкості руху коренеплоду в момент його співудару з витком гвинта рівній $V_{ck} = 1,6$ м/с.

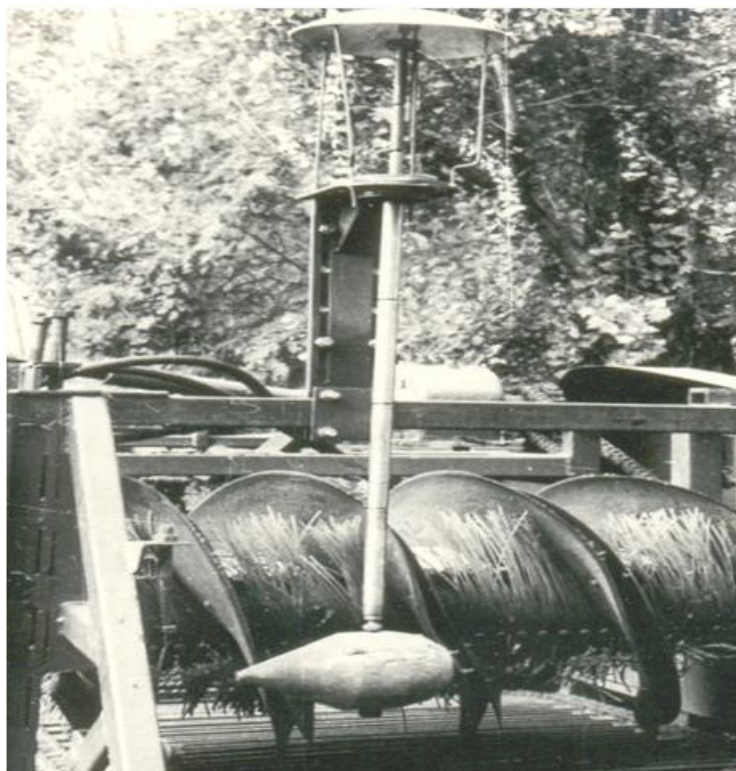


Рис. 2. - Загальний вигляд лабораторної установки

Параметр оптимізації, тобто зміну пошкоджень коренеплодів залежно від трьох факторів, визначених експериментальним шляхом, знаходили у вигляді математичної моделі логарифмічної функції

$$h = b_0 + b_1 \ln x_1 + b_2 \ln x_2 + b_3 \ln x_3, \quad (1)$$

де h - глибина пошкодження на тілі коренеплоду, мм.

Після обробки експериментальних даних і оцінки статистичної значущості одержаних коефіцієнтів рівняння (1) та перевірки адекватності теоретичного розподілу випадкових величин математичної моделі реальному процесу за відповідними критеріями Фішера і Стюдента одержали емпіричне рівняння регресії, яке характеризує залежність пошкодження коренеплодів кормових буряків сорту “Екендорфський” від одночасної зміни трьох факторів та безпосередній рівень впливу кожного фактора на зміну величини параметра оптимізації

$$h = -45,51 + 12,45 \ln x_1 + 12,61 \ln x_2 + 11,32 \ln x_3, \quad (2)$$

Крім того, з напрацьованого масиву даних у результаті їх обробки, було одержано емпіричні залежності у вигляді математичної моделі повного полінома другої степені, які конкретизовано характеризують зміну параметра оптимізації, або пошкодження коренеплодів постійної маси m_k залежно від двох факторів – частоти обертання гвинтового конвеєра n (x_1) та діаметра гвинта D (x_2)

$$h_{m_k} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2, \quad (3)$$

або

$$\left. \begin{aligned} h_{2,0} &= 3,38 - 0,08x_1 - 30,83x_2 + 0,33x_1x_2 + 0,0004x_1^2 + 25,0x_2^2; \\ h_{1,5} &= -5,06 + 0,008x_1 + 0,28x_2 + 1,67x_1x_2 - 0,0003x_1^2 - 4,17x_2^2; \\ h_{1,0} &= 12,39 - 0,18x_1 - 32,5x_2 + 0,28x_1x_2 + 0,0005x_1^2 + 16,67x_2^2 \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

де $h_{2,0}$, $h_{1,5}$, $h_{1,0}$ - відповідно глибина пошкодження фракції коренеплодів масою 2,0; 1,5; 1,0 кг, мм.

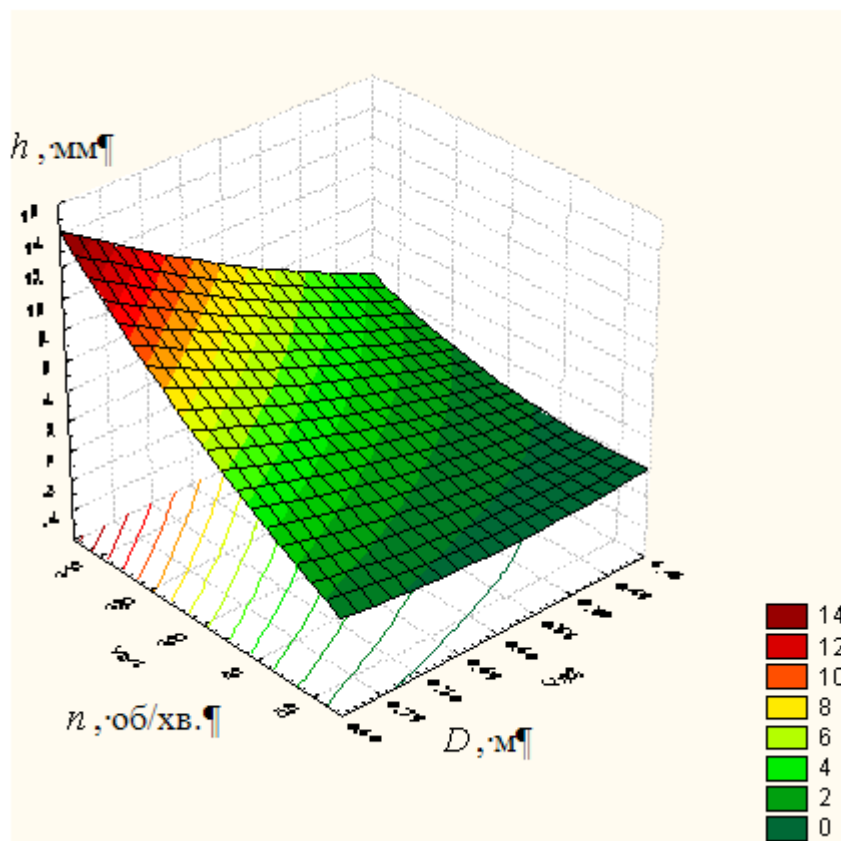


Рис. 3. - Поверхня відгуку пошкодження коренеплодів $h = f(n, D)$

Після визначення нульового рівня, інтервалу варіювання та кодованого значення кожного діючого фактора, або відповідно 100,0 об/хв., 50,0 об/хв., $x_1 = (n - 100,0) / 50,0$; 0,6 м, 0,2 м, $x_2 = (D - 0,6) / 0,2$; 1,0 кг, 0,5 кг, $x_3 = (m_k - 1,0) / 0,5$ рівняння регресії (2), (4) в натуральних величинах (координатах) приймають вигляд:

$$h = -94,21 + 12,45 \ln(n - 100) + 12,61 \ln(5D - 3) + 11,32 \ln[2(m_k - 1)]; \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} h_{2,0} &= 323,01 - 10^{-2} n(2,14 - 3,3D) - D(907,45 - 625,0D); \\ h_{1,5} &= -40,93 - 10^{-2} n(1,67 - 2,8D) + D(123,3 - 104,5D); \\ h_{1,0} &= 261,96 - 10^{-2} n(2,04 - 2,8D) - D(665,4 - 416,75D) \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Одержані рівняння регресії (2, 4, 5, 6) можуть бути використані для визначення пошкодження кормових буряків залежно від зміни частоти обертання n і діаметра D гвинта та маси коренеплодів m_k у межах зміни факторів: $50,0 \leq n \leq 150,0$ (об/хв.); $0,6 \leq D \leq 0,8$ (м); $1,0 \leq m_k \leq 2,0$ кг.

Згідно з рівнянням регресії (6) побудовано поверхню відгуку та її двомірний переріз зміни глибини пошкодження $h_{1,0}$ коренеплодів фракції масою $m_k = 1,0$ кг залежно від частоти обертання n та діаметра D гвинта, яку наведено на рис. 3.

На рис. 4 наведено залежність глибини пошкодження h коренеплодів залежно від частоти обертання n .

Аналіз поверхні відгуку та її двомірного перерізу (рис. 3) показує, що з збільшенням частоти обертання n і діаметра D гвинта глибина пошкодження коренеплодів масою $m_k =$

1,0 кг монотонно зростає, але не перевищує межу сильнопошкоджених коренеплодів, коли $h > 30$ мм і знаходиться у межах $0 \leq h_{1,0} \leq 14$ (мм), при цьому межа початку слабопошкоджених коренеплодів, коли $h \geq 10$ мм настає при наступних співвідношеннях факторів: $n \geq 110$ об/хв., $D = 0,4$ м, крива $h1(n)$; $n \geq 70$ об/хв., $D = 0,6$ м, крива $h2(n)$; $n \geq 60$ об/хв., $D = 0,8$ м, крива $h3(n)$, рис. 4.

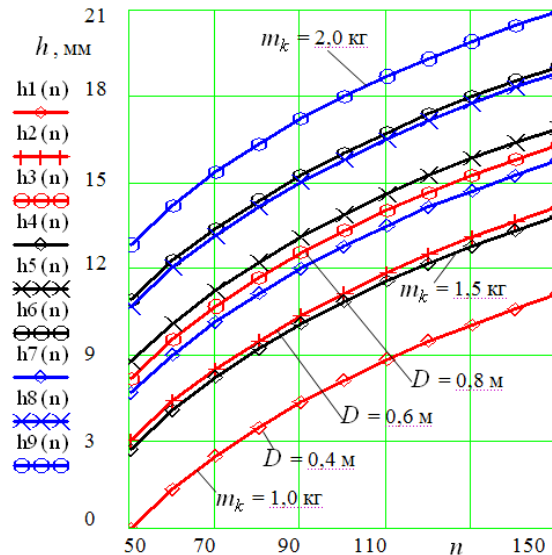


Рис. 4. - Залежність пошкодження коренеплодів $h = f(n)$

Зростання h пояснюється тим, що з збільшенням n і D збільшується скалярне значення вектора результуючої швидкості співудару коренеплоду \bar{V}_p з витком гвинта, тобто h змінюється адекватно зміні \bar{V}_p при $m_k = const$ і обмежується допустимою швидкістю співудару коренеплоду $[V_{max}]$ з робочою поверхнею його контакту, яку визначено експериментальним шляхом.

Крім того, поріг початку ступеня сильнопошкоджених коренеплодів, коли $h > 30$ мм у даних межах зміни факторів не відбувається, що є підтвердженням значної переваги принципу косоного співудару коренеплодів із робочими поверхнями гвинта відносно прямого центрального удару.

Висновки

Ступінь пошкодження h коренеплодів кормових буряків знаходяться в позитивній кореляційній залежності з результуючою сумарною швидкістю співудару коренеплодів із робочими поверхнями гвинтового конвеєра V_p і описується залежностями (2, 4, 5, 6).

Література

1. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорельий, М.В. Татьяна. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
2. Барановський В.М., Соломка В.О., Онищенко В.Б. До питання пошкодження коренеплодів очисними робочими органами // Науковий журнал. Вісник ТДТУ, Тернопіль, 2002. Том 7, № 4. – С. 68-72.
3. Барановський В.М., Соломка В.О., Онищенко В.Б. Вибір параметрів при конструюванні гвинтового конвеєра // Вісник ХДТУСГ - Вип. 8. "Підвищення надійності відновлюємих деталей машин". Том 2. -Харків, 2001. - С. 209-215.
4. Барановський В.М., Соломка В.О., Онищенко В.Б., Кропивко С.В., Виговський А.Ю. Напрямки вдосконалення сепаруючих робочих органів коренезбиральних машин // Зб. наук. праць НАУ „Механізація сільськогосподарського виробництва”. Том XII. - Київ: НАУ, 2002. -С. 31-42.
5. Патент № 28465, Україна, МПК А 01D 33/08. Очисна система вороху коренеплодів. Паньків М.Р., Барановський В.М., Дубчак Н.А., Олійник О.Ф. - Опубл. 10.12.07. Бюл. № 20.
6. Барановський В.М., Паньків М.Р., Соломка В.О., Онищенко В.Б., Дубчак Н.А. Результати дослідження імпульсу сили удару та кута відбивання коренеплодів // Вісник ХНТУСГ. – Вип. 39. “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні”. – Харків, 2005. – С. 299-307.