

УДК 631.171 : 635.132

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАТОРА ДЛЯ МОРКВИ

А.І. Ящук, канд. техн. наук,

Г.І. Яровий, канд. с.-г. наук

Інститут овочівництва і баштанництва НААН

В результаті проведених досліджень встановлена можливість оптимізації параметрів сепаратора для моркви з мінімальним травмуванням і втратами коренеплодів – $W=f(n)$ при $k_{\text{втраг}} \rightarrow \min$ при максимальній точності їх розділення.

Ключові слова: морква, коренеплоди, сепарація, сортувальна поверхня, точність.

Вступ. Дослідженню технологічного процесу сепарації моркви по діаметру з послідовно груповим чергуванням швидкостей нескінчених пасів, дисками для орієнтації і кулачковими струшувачами присвячено достатньо робіт [1,2,3]. Але досягти необхідного рівня розподілу коренеплодів на фракції, що потребує стандарт, ще не вдається. Для покращення якості роботи сепаратора і підвищення продуктивності в інституті овочівництва і баштанництва виготовили експериментальний зразок сепаратора.

Мета досліджень – забезпечити високу продуктивність сепаратора при максимальній точності розділення коренеплодів з мінімальним їх травмуванням і втратами $W=f(n)$ при $k_{\text{втраг}} \rightarrow \min$.

Матеріали та методика досліджень. У якості критерію оптимізації вибрали точність сепарування τ (відсотковий вихід коренеплодів), який відповідає ДСТУ. При дослідженні процесу сепарації, крім критерію точності τ , визначали швидкість транспортування вороха, час орієнтації, якість сепарації і продуктивність експериментальної установки.

Для розділення вороха на фракції після механізованого збирання виготовлено лабораторну установку на базі сортувального блока лінії ПСК – 6 [3]. Замість сортувальної поверхні з нескінчених пасів на нього було встановлено вібраційний грохот, у зазорах якого встановлено

нескінчені паси круглого перетину. Установка (сепаратор) складається з вібраційного грохота, нескінчених пасів, чотирьох ресор, ексцентрика з шатуном, який з'єднано з вібраційним грохотом через пружний зв'язок, електродвигуна, електродвигуна приводу нескінчених пасів та рами (рисунок).

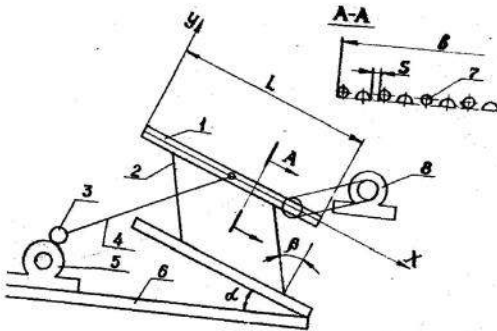


Рис. Схема експериментальної установки для дослідження процесу сепарації коренеплодів: 1 – вібросито; 2 – ресора; 3 – кулачковий вал; 4 – пружний зв'язок; 5, 8 – електродвигун; 6 – рама; 7 – нескінчені паси S – робочий зазор; B , L – ширина та довжина робочої поверхні; α – кут нахилу до горизонту; β – кут нахилу коливань

Результати досліджень та їх обговорення. Вібраційний грохот і нескінчені паси встановлено під кутом α до горизонту, грохот коливається за законом синусоїди під кутом β . Конструкція лабораторної установки давала можливість змінювати кути α і β , зазор сепаратора S , а також радіус ексцентриситету r і частоту коливань W .

Фактори, які здатні впливати на процес сепарування, розділили на три групи: до першої групи віднесли установочні параметри – кут нахилу лотка до горизонту; кут між направленням вібрації і робочою поверхнею. Кінематичні параметри: A , W – амплітуда та частота коливань робочого органу.

До другої групи віднесли фактори: Q – швидкість подачі матеріалу (вороху) для обробки на робочу поверхню, якість вихідного вороху.

До третьої групи віднесли: форму, розміри робочої поверхні (L – довжина, B – ширина).

З метою скорочення кількості факторів і, провели дослідження окремих груп факторів, зокрема при фіксованих значеннях швидкості подачі вороху Q , складу вороху, геометричних розмірах робочої поверхні сепарування L і B , робочого зазору S . Встановили набір досліджуваних параметрів α , β , A , W , які призводять до отримання максимального значення коефіцієнта сепарації r . Зв'язок між подачею

вороху, швидкістю транспортування (орієнтації) та якістю сепарації очевидний, тому для отримання найбільшого значення коефіцієнта точності сепарування γ , подача вороху повинна бути мінімальна, а час транспортування максимальним. При зменшенні часу орієнтації можливо збільшення подачі вороху, але при цьому погіршується якість сепарації (збільшується кількість грудок у відсортованому воросі). На підставі цього провели пошук оптимальних параметрів подачі при фіксованих параметрах орієнтації (таблиця 1).

Для визначення оптимальних параметрів вібрації встановили зв'язок між часом орієнтації та продуктивністю, а потім дослідили вплив швидкості подачі і складу вороху на точність сепарації.

Вибір оптимального значення α проводили на підставі експерименту, фіксували мінімальний час орієнтації при $\alpha = 3^\circ$, в подальшому кут змінювали в межах 3° . При знайдених значеннях кута α проводили оцінку якості сортування при змінних Q і β .

Таблиця 1. Позначення факторів* і рівні їх варіювання

Позначення факторів	Назва факторів	Рівні варіювання	
		-1	+1
X1	α – кут нахилу сита до горизонту, град	3	4
X2	β -кут нахилу коливальних, град	4	5
X3	W- частота коливальних робочого органу, С-1	98	125
X4	A- амплітуда коливальних робочого органу, мм	5	6
X5	Q- подача матеріалу на робочу поверхню, т/га	1,96	2,5

* фактори: вміст ґрунту і рослинних решток у воросі, довжина та ширина робочого органу, робочий зазор сортувальної поверхні були константними.

В результаті цього експерименту було встановлено, що при значеннях $\beta = 1-2^\circ$ та при швидкості подачі 1,96 т/год зазначені параметри забезпечували високу якість сепарації при фіксованих розмірах робочої поверхні. При збільшенні подачі до 2,3 т/год якість сепарації погіршувалась (таблиця 2).

Для оцінки впливу факторів на якість сепарації провели відсівний експеримент у відповідності з методикою [4]. При проведенні експе-

рименту визначали вплив п'яти факторів, див. (табл.1). Матриця відсівного експерименту була складена методом випадкового балансу (таблиця 3).

Таблиця 2. Визначення масової долі по сходах

Подача вороху, т/год	Сход 1 %	Сход 2 %	Сход 3 %	Сход 4 %	Точність сепарації, %
1,96	20,2	-	75	4,8	95
2,3	25,5	-	69	5,5	92
1,92	22,3	0,2	71	6,5	95

*Сход 1 – ґрунт; сход 2- нестандартні коренеплоди; сход 3- стандартні коренеплоди; сход 4- травмовані та інші.

В результаті проведеного відсівного експерименту було оцінено ступінь впливу кожного фактора окремо на верхньому і нижньому рівнях варіювання. Виділилися ефекти факторів X2 і X5 (кут нахилу коливальних робочого органу і подача вороху), фактори X1; X4 (кут нахилу сепаратора, амплітуда коливальних сепаратора) та їх парні взаємодії X1-X4; X2-X4; X2-X5.

Таблиця 3. Матриці планування експерименту

	X1	X2	X3	X4	X5	Y _{ср}	Y _p	(Y _{ср} -Y _p) ²
Дослід 1	-	-	-	-	+	84	77,63	40,62
Дослід 2	+	-	-	+	-	92	90,50	2,25
Дослід 3	-	+	-	+	-	92	85,5	30,24
Дослід 4	+	+	-	-	+	63	65,68	8,37
Дослід 5	-	-	+	+	+	77	74,88	4,52
Дослід 6	+	-	+	-	-	86	91,0	25,01
Дослід 7	-	+	+	-	-	85	87,00	4,00
Дослід 8	+	+	+	+		60	63,12	9,75
Дослід 9	+	+	+	+	+	90	81,60	72,27
Дослід 10	-	+	+	-	+	67	68,63	2,64
Дослід 11	+	-	+	-	+	80	72,63	54,39
Дослід 12	-	-	+	+	-	87	93,25	39,08
Дослід 13	+	+	-	-	-	83	84,25	1,57
Дослід 14	-	+	-	+	+	65	68,13	9,77
Дослід 15	+	-	-	+	+	67	72,13	26,27
Дослід 16	-	-	-	-	-	95	96,00	1,01

Для визначення кількісної оцінки ефектів, виділених факторів X2 і X5, використовували таблицю з двома входами (таблиця 4). Величину ефектів факторів знаходили по формулі:

$$X_i = (Y_1 + Y_3 + Y_5 + \dots + Y_{n/2}) / n_i - (Y_2 + Y_4 + Y_6 + \dots + Y_{n/2+1}), \quad (1)$$

де $Y_1, Y_3, Y_5, Y_{n/2}$ – середні значення критерію оптимізації для верхнього рівня фактора;

$Y_2, Y_4, Y_6, Y_{n/2+1}$ – середні значення критерію оптимізації для нижнього рівня фактора.

В результаті розрахунку X_i отримали кількісні значення ефектів факторів X2 і X5. Вони відповідно дорівнюють : $X_2 = - 15,125$; $X_5 = - 6,45$.

Оцінку значимості ефектів факторів проводили по t – критерію, згідно формули

$$t = (Y_1 + Y_3 + Y_5 + \dots + Y_n) - (Y_2 + Y_4 + Y_6 + \dots + Y_{n+1}) / Sr \sqrt{\sum 1/n_i} \quad (2)$$

Таблиця 4. Таблиця з двома входами для визначення ефектів від факторів X2 і X5

Фактори, які оцінювали	+X5	-X5
+X2	63+60+67+65 $\sum Y_1=255$ $Y_1=63,7$	84+77+80+67 $\sum Y_2=308$ $Y_2=77$
-X2	92+85+90+83 $\sum Y_3=350$ $Y_3=87,5$	92+86+87+95 $\sum Y_4=360$ $Y_4=90$

Розсіювання відносно середніх у таблиці 4 із двома входами визначали за формулою:

$$Sr = \sqrt{(\sum Y_i^2 / p_i - 1) - \{(\sum Y_i)^2 / p_i (p_i - 1)\}} \quad (3)$$

де p_i – кількість спостережень в i – клітині таблиці з кількома входами.

Обраховані значення t – критерію для факторів X2 і X5 становлять $t_{x_2} = -0,63$; $t_{x_5} = -1,48$, де $P < 0,05$

Результати розрахунку t критерію відсівного експерименту наведені у таблиці 5.

Табличні значення t критерію вибирали з додатку №3 [4] в залежності від заданого рівня значимості i , числа ступенів свободи f , зв'язане з S , визначали по формулі

$$f = \sum n_i - k = 16 - 4 = 12, \quad (4)$$

де k – число клітинок допоміжної таблиці.

Таблиця 5. Розрахунок t – критерію*

№ чарунку	$\sum Y_i$	$(\sum Y_i)^2$	$\sum Y_i^2$	n_i	Sr^2	Sr^2 / n_i
1	255	65025	16283	4	8,25	2,06
2	308	94864	23874	4	46,3	11,5
3	350	122500	30678	4	18	4,5
4	360	129600	32481	4	27	6,75

$$* Sr^2 = (\sum Y_i^2 / n_i - 1) - \{(\sum Y_i)^2 / n_i(n_i - 1)\}$$

Для нашого експерименту $t_{\text{табл}} = 2,179$. На 10 відсотковому -1,746. На підставі порівняння t_{x_2} ; t_{x_5} та t табл можна стверджувати, що найбільше значення критерію оптимізації отримано $Y = 96$ на нижньому рівні факторів : частота коливань W дорівнює 98 с-1 , кут нахилу робочої поверхні до горизонту $\alpha = 3^\circ$, амплітуда коливань $A = 0,5$ см, кут вібрації $\beta = 4^\circ$, коефіцієнт тертя ковзання $f = 0,5$, коефіцієнт спокою $f_n = 1$.

Висновки. Встановлено, що оптимальними параметрами сепаратора для моркви є:

- кут установки нахилу сепаруючої поверхні - 3° ;
- кут коливань сепаруючої поверхні - 4° ;
- амплітуда коливань - 5 мм;
- частота коливань - 98 с^{-1} .

Саме при такому поєднанні параметрів повністю виключається вплив неоднорідності вороху на процес сепарації і підвищується точність розділення вороху до 96%.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Тютрин В.В.* Оптимизация параметров отделителя почвенных примесей и растительных остатков от корнеклубнеплодов при уборке и послеуборочной обработке /В.В. Тютрин// Совершенствование рабочих органов уборочных машин в растениеводстве. – Саратов. 1989. - С.115-122.
2. *Исследование технологических процессов и рабочих органов машин для послеуборочной обработки урожая сельскохозяйственных культур.* [Сб. статей /под ред. Колчина Н.Н.].- М: ВИСХОМ,

1980.- 131 с.

3. Руденко Н.И., Землянов Л.С. Справочник по индустриальным технологиям производства овощей/ [Н.И. Руденко, Л.С. Землянов]; под общ. ред. Н.И. Руденко –М.: Агропромиздат, 1986. - 288 с.
4. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов/ Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. - Л.: Колос, 1972.- 200 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕПАРАТОРА ДЛЯ МОРКОВИ

В статье приведены основные теоретические предпосылки оптимизации процесса сепарации вороха корнеплодов, которые позволяют обосновать и выбрать рациональную конструкцию сепаратора при $W=f(n)$ при $\kappa_{\text{потерь}} \rightarrow \min$ при максимальной точности их разделения.

Ключевые слова: морковь, корнеплоды, сепарация, сортировальная поверхность, точность.

OPTIMIZATION OF THE CARROT SEPARATOR PARAMETERS

In the article there are given main theoretical prerequisites for the separation process of a roots heap optimization, which allow to substantiate and choose a rational design of the separator $W=f(n)$ $\kappa \rightarrow \min$.

Keywords: carrot, separator, separation process

УДК 631.354:633.1

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА І НАСІННЯ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ НА ВІБРОСЕПАРАТОРІ

Д.О. Дерев'янку, канд. с-г. наук
Житомирський НАЕУ

В статті розглядаються результати досліджень якості насіння озимої пшениці за післязбиральної обробки та сівбі. Аналізуються показник якості насіння на різних стадіях технологічного процесу її очищення та сівбі.

Ключові слова: післязбиральна обробка, сепаратор, травмування, якість насіння.