

## Abstract

### FUTURE DIRECTIONS MODERNIZATION GRAIN DRILLS

V. Pastukhov, N. Bakum, S. Nikitin, A. Mikhailov, M. Abduyev,  
R. Kirichenko, D. Yashchuk

*Identified shortcomings of existing methods and devices for planting crops. Provides a method for improving the uniformity of sowing crops and new construction of two disk opener for uniform seeding.*

УДК 631.362

### ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОЇ НАСІННООЧИСНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ ТА СОРТУВАННЯ НАСІННЯ КАПУСТИ

**Бакум М.В., к.т.н., проф., Михайлов А.Д., к.т.н., доц.,  
Козій О.Б., к.т.н., доц., Нікітін С.П., к.т.н., доц., Шептур О.А., к.т.н., доц.**

*Харківський національний технічний університет  
сільського господарства імені Петра Василенка*

*Наведені результати експериментальних досліджень сепарації насіння капусти на вібраційній насінноочисній машині та визначені раціональні параметри при встановленні яких на машині можливо отримати насіння з високими посівними якостями при максимальному його виході.*

**Постановка проблеми.** Однією з задач сільського господарства було і залишається збільшення та підвищення якості виробництва врожаю овочевих культур, у тому числі капусти.

В системі заходів щодо забезпечення високих та сталих врожаїв важливе значення має очищення, сортування та відбір для посіву біологічно найбільш повноцінного насіння.

Велика кількість різновидів дрібнонасінневих сумішей овочевих культур та недосконалість технологічного процесу зерноочисних машин загального призначення викликає необхідність розподілення за фракціями матеріалу із зміною технологічних ліній для наступної обробки насіння з використанням спеціальних зерноочисних машин. Але використання цих машин для сепарації насіння овочевих культур, у тому числі насіння капусти, не завжди призводить до отримання висококондиційного насіння [1].

До посівного матеріалу, від якості якого залежать сталі та високі врожаї, висуваються усе більш високі вимоги. Тому виникає задача по удосконаленню конструкцій існуючих зерноочисних машин, визначенню нових ознак розділення компонентів насінневих сумішей, розробки і використання нових високоефективних та високопродуктивних засобів механізації для сепарації насінневих сумішей капусти.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Підвищення врожайності овочів, у тому числі капусти, може забезпечити правильно поставлене виробництво насіння.

Тому особливу увагу надається розробці прогресивних технологій збирання, післязбиральної обробки насіння та створенню для цього сучасних машин.

Збільшення виробництва насіння капусти, очищення від важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок, підвищення посівних і врожайних властивостей (вмісту насіння основної культури, схожості, енергії проростання, маси 1000 штук насінин та ін.) багато в чому визначається досконалістю технологічного процесу післязбиральної його обробки.

Значні площі під насінниками у спеціалізованих господарствах, недостатня кількість людських ресурсів, відсутність ефективних хімічних засобів у боротьбі з бур'янами, комбайнове збирання насінників (як роздільне, так і пряме) ускладнюють задачу очищення та сортування насіння капусти, доведення його якості до високих посівних кондицій.

Будівництво зерноочисних пунктів у господарствах недоцільне, тому що це призводить до розпилення засобів, неефективному використанню дорогого устаткування, недостатньому його завантаженню та ін. Навпаки - на зерноочисних заводах можна організувати роботу за прикладом промислових підприємств, застосувавши дороге устаткування, ефективно його використовуючи (у дві зміни), залучити висококваліфікованих фахівців, створити нормальні умови праці.

В сучасному технологічному процесі післязбиральної обробки насіння передбачається два етапи. Перший - попереднє очищення та сушіння вороху насіння до кондиційної вологості, другий - остаточне його очищення та сортування [1].

Технологічна схема сепарації насіння капусти заснована на використанні в певній послідовності багатьох ознак розділення: аеродинамічних властивостей, розмірних характеристик, щільності, коефіцієнта тертя та ін.

Розв'язання проблеми підвищення якості насіння пов'язано із створенням нових високоефективних засобів по очищенню та сортуванню насінневих сумішей капусти. До таких засобів слід віднести вібраційні насіннеочисні машини, застосування яких відкриває можливості удосконалення процесу сепарації насіння капусти [2-7].

Дослідженнями встановлено, що вібраційні насіннеочисні машини, які розділяють насінневі суміші за комплексом фізико-механічних властивостей, зарекомендували себе з позитивної сторони при підготовці насінневого матеріалу технічних, круп'яних, масляних, лікарських, трав та інших культур.

**Мета досліджень.** Дослідити можливість доочищення та сортування насіння капусти на вібраційній насіннеочисній машині та визначити її раціональні параметри для отримання максимальної кількості насіння основної культури з високими посівними показниками.

**Результати досліджень.** Для доведення насіння капусти до високих посівних кондицій після очищення та сортування його на існуючих

технологічних лініях на підставі проведених експериментальних досліджень, рекомендується застосовувати вібраційну насіннеочисну машину з неперфорованими фрикційними поверхнями, що розділяє компоненти насінневих сумішей за комплексом фізико-механічних властивостей (фрикційними властивостями, пружністю і формою насіння) [2-7]..

Дослідження варіаційних кривих розподілення значень граничних кутів підйому насіння капусти, насіння бур'янів та домішок, що входять у вихідну суміш, показали на можливість їх розділення на вібраційній насіннеочисній машині.

Попередні експериментальні дослідження можливості доочищення насіння капусти від важковідокремлюваного насіння бур'янів (гречишки розлогої, марі білої, щетинника сизого, проса курячого) та домішок з одночасним сортуванням насіння основної культури проводилися на вібраційній насіннеочисній машині.

Конструктивно-кінематичні параметри вібраційної насіннеочисної машини були наступними: поздовжній кут нахилу робочої поверхні - 5,1°; поперечний - 2,3°; амплітуда коливань робочого органу - 1,1 мм; частота коливань - 1750,0 кол/хв.; кут спрямованості коливань - 29,0°.

Продуктивність машини при установці однієї робочої поверхні, облицьованою брезентом, склала 4,3кг/год.

Вихідна насіннева суміш капусти була некондиційною [13, 14], тому що в вихідній насінневій суміші містилося насіння бур'янів: щетинника сизого 1,9%, гречишки розлогої 1,7%, проса курячого 2,1%, марі білої 2,1%, домішок містилося 2,9% (таблиця 1).

За один пропуск через вібраційну насіннеочисну машину (друга - п'ята фракції) отримано 89,7% кондиційного насіння.

Вміст насіння бур'янів та домішок першої фракції, відповідно, складає 7,8% та 2,9%, що не відповідає посівним кондиціям у відповідності до ДСТУ [13, 14].

В шостий - восьмий приймальники потрапило неповноцінне насіння капусти з великим вмістом насіння бур'янів, відповідно: 10,1%, 16,1%, 21,6% і значним вмістом домішок: 22,6%, 24,5%, 27,3%.

Втрати насіння основної культури склали при цьому близько 6,0% від загальної маси насінневої суміші.

Необхідно відзначити, що при такому способі доочищення насіння капусти, відбувається одночасно відбір у відхід (шостий - восьмий приймальники) неповноцінного насіння, з низькою масою 1000 штук насінин, зниженою енергією проростання та схожістю, яке дає низький врожай капусти (на 25,0 - 30,0% нижче врожаю насіння другої - п'ятої фракції).

Схожість та енергія проростання другої - п'ятої фракцій, у порівнянні з показниками вихідного насіння, відповідно, підвищились на 14,0%; 11,0%; 10,0%; 9,0% та 13,0%; 10,0%; 9,0%; 7,0%.

Маса 1000 штук насінин капусти у перших п'яти приймальниках, збільшилась, у порівнянні з масою 1000 штук насінин вихідної суміші, на 0,2 - 1,7г.

В наступних трьох приймальниках (шостий - восьмий) спостерігалось зменшення маси 1000 штук насінин на 0,5 - 1,1г порівняно з масою 1000 штук насінин вихідної суміші.

Для отримання насіння капусти з максимальним його виходом та високою якістю були проведені дослідження по визначенню раціональних параметрів процесу доочищення та сортування насіння на вібраційній насіннеочисній машині.

На підставі попередніх досліджень встановлено, що на процес сепарації насіння капусти суттєво впливає: амплітуда коливань -  $A$ , частота коливань -  $\omega$ , кут спрямованості коливань робочого органу -  $\varepsilon$ ; поздовжній кут -  $\alpha$  і поперечний кут -  $\beta$  нахилу фрикційної поверхні до горизонту.

При проведенні експериментів задавалися такі початкові рівні варіювання факторів:  $A=1,0\text{мм}$ ,  $\omega=165,0\text{с}^{-1}$ ,  $\varepsilon=26,0^\circ$ ,  $\alpha=4,7^\circ$ ,  $\beta=2,1^\circ$ .

Були обрані наступні інтервали варіювання досліджуваних факторів:  $\Delta A=0,1\text{мм}$ ,  $\Delta\omega=15,0\text{с}^{-1}$ ,  $\Delta\varepsilon=1,0^\circ$ ,  $\Delta\alpha=1,0^\circ$ ,  $\Delta\beta=0,5^\circ$ .

Фактори позначалися у такий спосіб:  $A - X_1$ ,  $\omega - X_2$ ,  $\varepsilon - X_3$ ,  $\alpha - X_4$ ,  $\beta - X_5$ .

При проведенні досліджень використовувалося центральне композиційне планування [8 - 12].

Крім зазначених параметрів на процес сепарації впливає і подача насінневої суміші на робочий орган машини. При проведенні експериментів подача насінневої суміші на робочий орган вібраційної насіннеочисної машини не змінювалася. Для проведення оптимізації параметрів подача була прийнята 115,0кг/год.

Для проведення досліджень використовувалось насіння капусти, що пройшло обробку на технологічних лініях насінневих заводів. Після доочищення і сортування насінневих сумішей капусти на вібраційній насіннеочисній машині, для одержання порівняльної оцінки, проводилося визначення посівних якостей фракцій насіння (вмісту насіння основної культури, схожості, енергії проростання, маси 1000 штук насінин) при установці на машині значень випадкових і раціональних параметрів. Оптимізація проводилася як для доочищення насіння капусти, так і для його сортування по схожості.

Як критерій оптимізації при доочищенні насіння капусти був прийнятий максимально можливий вихід основної фракції відповідний висококондиційному насінню.

Умови кодування незалежних змінних і прийняті величини інтервалів варіювання наведено у таблиці 2.

Після проведення оптимізації рівняння регресії (1) отриманий раціональний набір параметрів роботи вібраційної насіннеочисної машини. Ці набори параметрів наведено у таблиці 3.

Аналіз даних таблиці показує, що при знайдених параметрах роботи машини значення параметра оптимізації  $Q_0$  більше на 0,42%, у порівнянні з випадковим набором параметрів, при яких параметр оптимізації отриманий максимальним.

Таблиця 1 – Результати доочищення та сортування насіння капусти на вібраційній насіннеочисній машині

Найменування показників	Вихідне насіння	Приймальники насіння (фракцій)							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Розподілення насінневої суміші по приймальниках, %	100,0	4,1	7,9	21,6	32,9	27,3	3,8	1,5	0,9
Розподілення насіння зростаючим підсумком, %	100,0	4,1	12,0	33,6	66,5	93,8	97,6	99,1	100,0
Маса 1000 штук насінин, г	3,9	5,8	5,1	4,8	4,3	4,1	3,4	3,1	2,8
Схожість, %	73,0	88,0	87,0	84,0	82,0	81,0	62,0	57,0	49,0
Енергія проростання, %	69,0	84,0	82,0	79,0	78,0	76,0	58,0	51,0	42,0
Вміст насіння основної культури, %	89,3	76,2	98,7	99,1	98,9	98,6	67,3	59,4	51,1
Вміст домішок, %	2,9	9,7	0,4	0,2	0,4	0,9	22,6	24,5	27,3
Вміст насіння бур'янів, %, у тому числі:	7,8	14,1	0,9	0,7	0,7	0,5	10,1	16,1	21,6
проса курячого	2,1	-	-	-	-	-	1,6	4,2	7,8
щегиника сизого	1,9	5,2	-	-	0,1	0,1	2,9	3,6	5,4
гречишки розлогої	1,7	3,4	0,2	0,3	0,4	0,2	3,1	4,0	4,4
марі білої	2,1	5,5	0,7	0,4	0,2	0,2	2,5	4,3	4,0
Якість насіння	Неконд.	Неконд.	Конд.	Конд.	Конд.	Конд.	Неконд.	Неконд.	Неконд.

Таблиця 2 - Інтервали варіювання незалежних змінних

Змінні	A, мм	$\omega$ , $c^{-1}$	$\epsilon$ , град	$\alpha$ , град	$\beta$ , град
Умовні позначення	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
Основний рівень (0)	1,0	165,0	26,0	4,7	2,1
Верхній рівень (+)	1,1	180,0	27,0	5,7	2,6
Нижній рівень (-)	0,9	150,0	25,0	3,7	1,6

Рівняння регресії має наступний вигляд:

$$\begin{aligned}
 Q_0 = & 93,146 - 1,547X_1 + 1,411X_2 + 0,856X_3 - 1,023X_4 + 1,950X_5 - \\
 & - 1,653X_1X_2 + 1,789X_1X_3 - 0,357X_1X_4 - 1,346X_1X_5 + 1,147X_2X_3 - \\
 & - 0,266X_2X_4 + 1,152X_2X_5 + 1,622X_3X_4 + 1,853X_3X_5 - 1,455X_4X_5 - \\
 & - 1,808X_1^2 + 1,097X_2^2 - 2,203X_3^2 + 1,258X_4^2 - 1,394X_5^2.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Результати проведеної порівняльної оцінки якості доочищення насіння капусти на вібраційній насіннеочисній машині при установці випадкових параметрів, при яких отримане максимальне значення параметра оптимізації і раціональних параметрів (таблиця 4) показують, що вихідна суміш за вмістом насіння основної культури (89,0%) не відповідала посівним кондиціям.

Після доочищення насіння при випадковому наборі параметрів отримано 24,9% насіння капусти яке за посівними показниками відповідає першій репродукції і 62,1% насіння, що відповідає кондиціям насіння другої репродукції. При установці на машині раціональних параметрів отримано 69,1% насіння капусти, що відповідає кондиціям насіння першої репродукції і 25,8% насіння другої репродукції [13, 14].

Таблиця 3 – Раціональний набір параметрів вібраційної насіннеочисної машини при доочищенні насіння капусти

Параметр оптимізації	Значення параметра оптимізації	Значення параметрів									
		кодові значення					натуральні значення				
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	A, мм	ω, с <sup>-1</sup>	ε, град	α, град	β, град
Q <sub>0</sub>	94,7	0,352	-0,953	0,658	0,471	-0,198	1,0	170,0	27,0	4,9	2,2

Критерієм оптимізації сортування насіння капусти по схожості було прийнято середньоквадратичне відхилення маси 1000 штук насінин по приймальниках.

Для обґрунтування прийняття цього критерію була досліджена залежність маси 1000 штук насінин та схожості. Результати наведено у таблиці 5.

Аналіз даних таблиці показує, що між схожістю і масою 1000 штук насінин є кореляційна залежність. При використанні прийнятого критерію, раціональними вважали параметри, що відповідають максимальному значенню середньоквадратичного відхилення маси 1000 штук насінин, отриманих після сортування.

Умови кодування незалежних змінних і прийняті величини інтервалів варіювання факторів наведено у таблиці 2.

Розраховували характеристику за формулою [2]:

$$\delta_m = \sqrt{\sum_{i=1}^n (m_i - m_{cp})^2 \frac{g_i}{g}}; \quad (2)$$

$$m_{cp} = \sum_{i=1}^n m_i - \frac{g_i}{g}; \quad (3)$$

$$g = \sum_{i=1}^n g_i, \quad (4)$$

де:  $m_i$  - маса 1000 штук насінин у  $i$ -му приймальному;  $g_i$  - маса насіння  $i$ -го приймальному.

Рівняння регресії має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \sigma_{m.к.} = & 2,156 - 1,357X_1 + 1,384X_2 - 0,852X_3 + 1,456X_4 - 1,252X_5 - \\ & - 1,755X_1X_2 + 0,094X_1X_3 + 1,128X_1X_4 + 0,458X_1X_5 - 1,934X_2X_3 + \\ & + 0,651X_2X_4 - 1,712X_2X_5 - 1,152X_3X_4 - 1,809X_3X_5 - \\ & - 1,877X_4X_5 + 1,837X_1^2 + 1,074X_2^2 - 2,216X_3^2 - 2,134X_4^2 + 1,434X_5^2. \end{aligned} \quad (5)$$

Після проведення оптимізації рівняння регресії (5) отримали раціональний набір параметрів роботи вібраційної насіннеочисної машини при сортуванні насіння капусти (таблиця 6).

Аналіз даних таблиці показує, що при знайдених параметрах роботи машини значення параметра оптимізації  $\sigma_{m.к.}$  більше на 0,27г, у порівнянні з випадковим набором параметрів, при яких параметр оптимізації отриманий максимальним.

Після сортування насіння при випадковому наборі параметрів отримано 87,0% висококондиційного насіння капусти.

При установці на машині раціональних параметрів, отримано 94,9% насіння капусти з високими посівними якостями [13, 14].

Таблиця 4 – Порівнювальна оцінка результатів доочищення та сортування насіння капусти на вібраційній насіннеочисній машині

Найменування показників	Вихідна суміш	Фракції насіння									
		випадкові параметри					раціональні параметри				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Розподілення насіння по фракціях, %	100,0	5,8	24,9	32,7	29,4	7,2	6,2	35,1	27,8	25,8	5,1
Схожість, %	72,0	51,0	86,0	87,0	81,0	41,0	88,0	89,0	88,0	84,0	32,0
Енергія проростання, %	67,0	48,0	83,0	84,0	77,0	36,0	84,0	85,0	83,0	80,0	26,0
Маса 1000 насінин, г	4,1	5,3	5,7	5,2	4,2	3,7	5,8	5,6	5,4	4,5	3,1
Вміст насіння основної культури, %	89,0	64,0	98,0	97,0	97,0	70,0	99,0	98,0	98,0	97,0	47,0

Таблиця 5 – Залежність схожості та маси 1000 штук насіння капусти

Найменування показників	Фракції насіння					Коефіцієнт кореляції
	1	2	3	4	5	
C, %	89,0	82,0	81,0	74,0	63,0	0,97
M <sub>1000</sub> , г	5,4	4,7	4,2	3,6	3,1	

Таблиця 6 – Раціональний набір параметрів вібраційної насіннеочисної машини при сортуванні насіння капусти

Параметр оптимізації	Значення параметра оптимізації	Значення параметрів									
		кодові значення					натуральні значення				
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	A, мм	$\omega$ , с <sup>-1</sup>	$\epsilon$ , град	$\alpha$ , град	$\beta$ , град
Q <sub>0</sub>	2,74	-0,857	0,564	-0,658	0,471	0,232	1,1	175,0	26,0	4,2	1,8

## Висновки

1. Проведений аналіз результатів експериментальних досліджень підтвердив можливість доочищення та сортування насіння капусти на вібраційній насіннеочисній машині.

2. Запропонований спосіб сепарації дає можливість одержати 87,0 - 95,0% кондиційного посівного матеріалу, значно підвищити такі важливі посівні якості насіння як схожість на 6,0 - 8,0%, енергію проростання на 5,0 - 7,0%, масу 1000 штук насіння на 0,2 - 0,7г.

3. Раціональні значення параметрів режиму роботи вібраційної насіннеочисної машини лежать у діапазонах значень встановлених на підставі чисельних розрахунків. Варто рекомендувати наступний набір раціональних параметрів при доочищенні та сортуванні насіння капусти, відповідно: A=1,0; 1,1мм;  $\omega=170,0$ ; 175,0с<sup>-1</sup>;  $\epsilon=27,0$ ; 26,0°;  $\alpha=4,9$ ; 4,2°;  $\beta=2,2$ ; 1,8°.

Для одержання насіння капусти високої якості необхідно використовувати, при раціональних наборах параметрів, подачу насіння на робочий орган вібраційної насіннеочисної машини 115,0кг/год.

## Список використаних джерел

1. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські та меліоративні машини. - К.: Вища освіта, 2004. - 554 с.
2. Заїка П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико - механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287 с.
3. Заїка П.М. Вибрационные сеяочистительные машины и устройства. Учебное пособие. - МИИСП, 1981. - 141 с.
4. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том.3, розділ 7. Очистка і сортування насіння. - Харків: Око, 2006. - 407 с.
5. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал



- Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.
6. Заика П.М. Очистка семян от трудноотделимых семян сорных растений и примесей. - М: МИИСП, 1986. - 19 с.
  7. Заика П.М. Технологический процесс работы вибрационных машин. - М: МИИСП, 1985. - 57 с.
  8. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. - Л.: Колос, 1980. - 168 с.
  9. Налимов В.В. Теория эксперимента. - М.: Наука, 1976. - 208 с.
  10. Пилипчик М.І. Основи наукових досліджень. Підручник. - К.: Знання, 2007. - 270 с.
  11. Нечаєв В.П. Теорія планування експерименту. Навч. посібник - К.: Кондор, 2005. - 232 с.
  12. Боровиков В.П. Программа STATISTICA для студентов и инженеров. - М.: Компьютерный Пресс, 2001. - 301 с.
  13. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73 с.
  14. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138-2002 - К.: 2003. - 173 с.

#### **Аннотация**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОЙ СЕМЯОЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ДООЧИСТКИ И СОРТИРОВАНИЯ СЕМЯН КАПУСТЫ**

Бакум Н., Михайлов А., Козій А., Нікітін С., Шептур А.

*Приведены результаты экспериментальных исследований сепарации семян капусты на вибрационной семяочистительной машине и определены рациональные параметры при установке которых на машине можно получить семена с высокими посевными качествами при максимальном их выходе.*

#### **Abstract**

### **DETERMINATION RATIONAL PARAMETERS OSCILLATION SEMYAOCHISTITEL'NOY MACHINE FOR DOOCHISCHENNYA AND SORTING OF SEED CABBAGE**

N. Bakum, A. Mikhaylov, A. Koziy, C. Nikitin, A. Sheptur

*The results of experimental researches of separacii of seed of cabbage are resulted on an oscillation semyaochistitel'noy machine and rational parameters are certain during setting of which on a machine it is possible to get seed with high sowing qualities on their maximal leaving.*