

## **ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРОФРИКЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТА СОРТУВАННЯ НАСІННЯ КОРМОВОГО ТРИТИКАЛЕ**

**Заїка П.М. акад. НААНУ, д.т.н., проф., Бакум М.В. к.т.н., проф., Михайлов А.Д. к.т.н., доц., Козій О.Б. к.т.н., доц., Козій Д.О. маг.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Визначені раціональні параметри віброфрикційного сепаратора для очищення та сортування насіння кормового тритикале.*

Постановка задачі. Насінневий матеріал, отриманий після збирання врожаю сільськогосподарських культур, у тому числі насіння тритикале, завжди містить в собі певну кількість насіння бур'янів, насіння інших культурних рослин та різноманітних домішок. До їхнього складу відносяться: залишки насіння, що втратило половину або більше свого розміру; насіння культурних рослин без насінневої оболонки; порожні колоски, колоскова та квіткова луска, плівки, уламки стебел, листя тощо; гниле, проросле насіння (корінці або ростки, яких становить половину і більше довжини насіння, а у насіння округлої форми – половину і більше діаметра); грибкові утворення (сажкові мішечки, грудочки, колоски, ріжки, склероції та їхні частинки), гали нематоди; домішки мінерального та органічного походження (грудочки ґрунту, камінці, пісок, екскременти, комахи тощо).

Однією з основних задач процесу післязбиральної обробки є доведення зібраного врожаю насінневого матеріалу до стану передбаченого державними стандартами. При цьому задачею очищення насіння є забезпечення належної (кондиційної) його чистоти, тобто якомога більш повне виділення насіння бур'янів та домішок з вихідного матеріалу, а задачею сортування – отримання найбільшої кількості повноцінного, в біологічному відношенні, насіння основної культури. Якщо для зазначених способів сепарування насінневих сумішей верхня межа якості виділення насіння не обумовлюється, то нижня межа – має бути не менше допустимого стандартом значення.

У відповідності з призначенням насіння встановлені стандартом відповідні вимоги. Сортові та посівні якості насінневого матеріалу нормуються у відповідності до ДСТУ 2240-93 в залежності від показників: вологість, схожість, енергія проростання, вміст насіння основної культури, засміченість, наявність хвороб і шкідників, домішки, вміст неповноцінного насіння, тощо. За посівними якостями насіння сільськогосподарських культур поділяють на категорії, що обумовлюється їхньою сортністю та репродукцією: основне (супер елітне) насіння – ОН; елітне – ЕН; а також насіння першої (РН-1), другої (РН-2) та третьої (РН-3) репродукцій.

Більшість показників, які наведені вище, розкривають якість насіння і

мають безпосереднє відношення до продуктивності. Чим вони вище, тим більша врожайність.

Тому пошук нових ознак сепарації компонентів насінневих сумішей, удосконалення та розробка робочих органів зерноочисних машин для післязбиральної обробки насіннєвого матеріалу кормового тритикале має важливе значення і є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Сепарація насіння зернових культур, у тому числі насіння кормового тритикале, здійснюється на зерноочисних машинах загального призначення, а його доочищення від важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок на спеціальних зерноочисних машинах.

Насіння кормового тритикале, насіння бур'янів та домішки мають широкий діапазон зміни аеродинамічних властивостей, розмірних характеристик, форми, стану поверхні, щільності та інших ознак розділення, що викликає певні труднощі при їх очищенні на існуючих зерноочисних машинах. Для доведення посівного матеріалу до високих посівних кондицій на практиці найчастіше змушені багаторазово пропускати насіннєвий матеріал через робочі органи зерноочисних машин, що, у свою чергу, призводить до травмування насіння, зниження його посівних якостей та втрат насіння основної культури у відхід. Крім того, це не дозволяє одержати якісне насіння, тобто виділити важковідокремлюване насіння бур'янів та інші домішки. Використання при посіві такого матеріалу призводить до збільшення засміченості ланів.

Тому одним із головних напрямків у системі боротьби з засміченістю посівних площ бур'янистими рослинами є додаткове очищення насіннєвого матеріалу від насіння бур'янів та домішок з одночасним сортуванням і тим самим одержання насіння кормового тритикале з високими посівними показниками.

У зв'язку з цим, є доцільним використовувати на очищенні та сортуванні насіння кормового тритикале машин, які розділяють компоненти насінневих сумішей за іншими ознаками розділення. Аналіз досліджень фізико - механічних властивостей насіння кормового тритикале, насіння бур'янів та домішок показав, що вони мають відмінності у формі насіння, фрикційних та пружних властивостях. Тому необхідно дослідити можливість розділення цих насінневих сумішей за розробленим у Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка способом розділення насіння по комплексу фізико-механічних властивостей (фрикційних властивостей, пружності і формі насіння) [1 - 3]. Для реалізації цього способу на кафедрі сільськогосподарських машин розроблені різні конструкції віброфрикційних сепараторів.

Мета досліджень. Визначити раціональні параметри віброфрикційного сепаратора для очищення та сортування насіння кормового тритикале.

Результати досліджень. Для встановлення ефективності очищення насіння кормового тритикале від важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок з одночасним сортуванням насіння основної культури були проведені експериментальні дослідження з використанням для цього віброфрикційного сепаратора.

На підставі попередніх досліджень встановлено, що на процес очищення і сортування насіння кормового тритикале впливає: амплітуда коливань -  $A$ , частота коливань -  $\omega$ , кут спрямованості коливань -  $\varepsilon$ , поздовжній кут -  $\alpha$ , поперечний кут -  $\beta$  нахилу робочого органу до горизонту. При проведенні експериментів задавалися такі рівні варіювання факторів:  $A=1,2\text{мм}$ ,  $\omega=195\text{с}^{-1}$ ,  $\varepsilon=31^\circ$ ,  $\alpha=6,7^\circ$ ,  $\beta=3,1^\circ$  (таблиця 1).

Були обрані наступні інтервали варіювання факторів, які досліджуються: амплітуда -  $0,1\text{мм}$ , частота коливань -  $15\text{с}^{-1}$ , кут спрямованості коливань -  $1,0^\circ$ , поздовжній кут -  $1,0^\circ$ , поперечний кут -  $0,5^\circ$ . Фактори позначались таким чином:  $A=X_1$ ,  $\omega=X_2$ ,  $\varepsilon=X_3$ ,  $\alpha=X_4$ ,  $\beta=X_5$ .

При проведенні досліджень було використано центральне композиційне планування [ 4 - 6 ].

Після проведення експериментальних досліджень процесу очищення і сортування були визначені посівні якості насіння кормового тритикале при установці на сепараторі значень випадкових і раціональних параметрів.

В якості критерію оптимізації при очищенні насіння кормового тритикале був прийнятий максимально можливий вихід основної фракції, який відповідає високоякісному посівному матеріалу.

Умови кодування незалежних змінних і прийняті величини інтервалів варіювання наведені у таблиці 1. Рівняння регресії отримали у наступному вигляді:

$$Q_{II} = 94,127 + 1,365X_1 - 1,951X_2 - 0,987X_3 + 0,253X_4 - 1,124X_5 - 1,546X_1X_2 - 1,029X_1X_3 + 0,874X_1X_4 + 1,654X_1X_5 + 1,258X_2X_3 - 2,753X_2X_4 + 1,150X_2X_5 - 1,321X_3X_4 - 1,147X_3X_5 - 1,844X_4X_5 + 1,644X_1^2 - 1,871X_2^2 - 2,007X_3^2 + 0,825X_4^2 - 1,548X_5^2. \quad (1)$$

Після проведення оптимізації рівняння регресії отримали раціональний набір параметрів роботи віброфрикційного сепаратора (таблиця 2).

Таблиця 1 – Інтервали варіювання незалежних змінних

Змінні	A	$\omega$	$\varepsilon$	$\alpha$	$\beta$
	мм	$\text{с}^{-1}$	град	град	град
Умовні позначення	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
Основний рівень (0)	1,2	195,0	31,0	6,7	3,1
Верхній рівень (+)	1,3	210,0	32,0	7,7	3,6
Нижній рівень (-)	1,1	180,0	30,0	5,7	2,6

Таблиця 2 – Раціональний набір параметрів віброфрикційного сепаратора для очищення насіння кормового тритикале

Параметр оптимізації	Значення параметра оптимізації	Значення параметрів									
		у кодованих значеннях					у натуральних значеннях				
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	A, мм	$\omega$ , $\text{с}^{-1}$	$\varepsilon$ , град	$\alpha$ , град	$\beta$ , град
$Q_T$	94,1	0,359	-0,637	0,874	-0,126	0,547	1,1	180,0	30,0	6,9	2,8

Після цього була проведена порівняльна оцінка якості очищення насіння кормового тритикале на віброфрикційному сепараторі при встановленні випадкових параметрів, при яких отримано максимальне значення параметрів оптимізації і раціональних параметрів при обчислюванні на ЕОМ. Результати наведені у таблиці 4. Аналіз даних таблиці показує, вихідне насіння кормового тритикале за вмістом насіння основної культури (90,0%) є некондиційним. Після очищення насіння кормового тритикале при випадковому наборі параметрів отримано 85,2% насіння основної культури, яке відповідає вимогам ДСТУ. При встановленні на сепараторі раціональних параметрів отримано 93,9% висококондиційного насіння кормового тритикале.

При проведенні оптимізації по схожості насіння кормового тритикале критерієм було прийнято середньоквадратичне відхилення маси 1000 штук насінин по приймальниках продуктів розділення. Приймали, що чим вище значення критерію, тим вища якість сортування насіння. Так як прямим критерієм оптимальності процесу сортування є схожість насіння, визначався зв'язок схожості і маси 1000 штук насінин кормового тритикале.

Для обґрунтування цього критерію була досліджена залежність маси 1000 штук насінин і схожості. Результати наведені у таблиці 4.

Таблиця 3 – Результати порівняльної оцінки якості очищення і сортування насіння кормового тритикале

Найменування показників	Вихідна суміш	Фракції насіння									
		випадкові параметри					раціональні параметри				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Розподіл насіння по фракціях, %	100,0	8,7	23,9	34,7	26,3	6,4	9,8	38,1	35,7	10,3	6,1
Схожість, %	80,0	81,0	93,0	91,0	88,0	69,0	94,0	92,0	90,0	89,0	52,0
Енергія проростання, %	76,0	77,0	88,0	85,0	82,0	61,0	90,0	87,0	85,0	85,0	48,0
Маса 1000 штук насінин, г	41,1	43,9	42,8	42,2	41,7	35,4	44,1	43,8	42,6	41,9	35,7
Чистота насіння, %	90,0	81,0	98,0	98,0	97,0	85,0	99,0	98,0	98,0	97,0	77,0

Таблиця 4 – Залежність схожості і маси 1000 штук насінин

Насіння	Найменування показників	Фракції насіння					Коефіцієнт кореляції
		1	2	3	4	5	
Кормове тритикале	V, %	93,0	91,0	87,0	81,0	63,0	0,97
	M <sub>1000</sub> , г	43,4	42,8	40,1	39,3	32,4	

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

Розраховували характеристику за формулою [ 1 ]:

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

де:

$$m_{cp} = \sum_{i=4}^n m_i \frac{g_i}{g}; \quad (3)$$

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

де: маса 1000 штук насінин в  $i$  - приймальнику,  $g_i$  - маса насіння  $i$  - го приймальника.

Умови кодування незалежних змінних і прийняті величини інтервалів варіювання факторів наведені у таблиці 1. Рівняння регресії отримали у наступному вигляді:

$$\begin{aligned} \sigma_{m.я.} = & 3,259 - 1,457X_1 + 1,898X_2 + 0,454X_3 - 1,196X_4 + 1,644X_5 - \\ & - 1,258X_1X_2 + 1,012X_1X_3 - 0,652X_1X_4 + 1,490X_1X_5 - 1,709X_2X_3 + \\ & + 1,364X_2X_4 - 1,527X_2X_5 - 1,125X_3X_4 - 0,477X_3X_5 - \\ & - 1,750X_4X_5 + 2,447X_1^2 + 1,018X_2^2 - 1,493X_3^2 + 1,836X_4^2 - 1,435X_5^2. \end{aligned} \quad (5)$$

Після проведення оптимізації рівняння регресії отримали раціональний набір параметрів роботи віброфрикційного сепаратора (таблиця 5).

Таблиця 5 – Раціональний набір параметрів віброфрикційного сепаратора для сортування насіння кормового тритикале

Параметр оптимізації	Значення параметра оптимізації	Значення параметрів									
		в кодованих значеннях					в натуральних значеннях				
		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
σ <sub>m</sub>	3,47	0,987	-0,545	-0,698	0,783	-0,258	1,2	190,0	31,0	7,1	3,4

Після цього була проведена порівняльна оцінка якості сортування насіння кормового тритикале на віброфрикційному сепараторі при встановленні випадкових параметрів, за яких отримано максимальне значення параметра оптимізації і раціональних параметрів при обчислюванні на ЕОМ. Результати наведені у таблиці 3. Аналіз даних таблиці показує, вихідне насіння кормового тритикале по схожості (80,0%) є некондиційним. Після сортування насіння кормового тритикале при випадковому наборі параметрів отримано 84,9% насіння кормового тритикале, яке відповідає посівним якостям. При встановленні на віброфрикційному сепараторі раціональних параметрів отримано 93,9% насіння кормового тритикале з високими посівними якостями [7,8].

**Висновки.** 1. На відміну від існуючих технологій, методів та способів

виділення із насіння кормового тритикале важковідокремлюване насіння бур'янів та домішки запропонований спосіб сепарації дає можливість отримати 82,0 - 94,0% посівного матеріалу з високими посівними показниками.

2. Отримані експериментальним шляхом раціональні значення параметрів роботи віброфрикційного сепаратора знаходяться у діапазонах значень, встановлених на підставі чисельних розрахунків. Слід рекомендувати наступний набір параметрів при очищенні і сортуванні насіння кормового тритикале, відповідно:  $A=1,1; 1,2\text{мм}$ ;  $\omega=180,0; 190,0\text{с}^{-1}$ ;  $\varepsilon=30,0; 31,0^\circ$ ;  $\alpha=6,9; 7,1^\circ$ ;  $\beta=2,8; 3,4^\circ$ .

### Список використаних джерел

1. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико - механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287 с.
2. Заика П.М. Вибрационные семяочистительные машины и устройства. - МИИСП, 1981. - 141 с.
3. Заїка П.М Теорія сільськогосподарських машин. Том.3, розділ 7. Очищення і сортування насіння. - Харків: Око, 2006. - 407 с.
4. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. - Л.: Колос, 1980. - 168 с.
5. Налимов В.В. Теория эксперимента. - М.: Наука, 1976. - 208 с.
6. Нечаев В.П. Теория планирования эксперименту. Навч. посібник. - К.: Кондор, 2005. - 232 с.
7. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73 с.
8. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138-2002 - К.: 2003. - 173с.

### Аннотація

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОФРИКЦИОННОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ОЧИСТКИ И СОРТИРОВАНИЯ СЕМЯН КОРМОВОГО ТРИТИКАЛЕ**

Заика П.М., Бакум Н.В., Михайлов А.Д., Козий А.Б., Козий Д.А.

*Определены рациональные параметры виброфрикционного сепаратора для очистки и сортирования семян кормового тритикале.*

### Abstract

#### **DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF VIBROFRICTION SEPARATOR FOR CLEANING AND SORTING OF SEED FEED TRITIKALE**

Zaika P., Bakum N., Mikhaylov A., Koziy A., Koziy D.

*Certain rational parameters of vibrofriction separator for cleaning and sorting of seed of feed tritikale.*