

ВПЛИВ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРОФРИКЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА НА ВИХІД ТА ЯКІСТЬ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ КОРМОВИХ БУРЯКІВ

**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.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Наведено результати експериментальних досліджень визначення і впливу раціональних параметрів віброфрикційного сепаратора на вихід та якість сепарації насіння кормових буряків.

Постановка проблеми. Застосування ресурсозберігаючих та енергозберігаючих технологій, сучасних технічних засобів та використання посівного матеріалу з високими посівними якостями дає можливість отримати сталі та високі врожаї кормових буряків.

Ефективність виробництва кормових буряків залежить від культуру землеробства, комплексного застосування усіх агротехнічних прийомів при високій якості проведення механізованих робіт, внесення необхідного за видом і достатнього за кількістю добрив, повного матеріально-технічного забезпечення засобами механізації, у тому числі сучасними комплексами машин та обладнанням для післязбиральної обробки насіння кормових буряків [1].

Одним із шляхів, що забезпечує збільшення врожайності кормових буряків, є використання для сівби висококондиційного насіння.

У зв'язку з цим, пошук нових ознак сепарації, удосконалення та розробка нових конструкцій робочих органів зерноочисних машин для сепарації насіння кормових буряків має важливе значення і є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При конструюванні, розробки, виробництві та підготовки до роботи зерноочисних машин та іншого технологічного обладнання для отримання насіння кормових буряків з високими посівними якостями необхідно враховувати ряд особливостей посівного матеріалу (фізико-механічні властивості, вміст насіння основної культури, наявність насіння бур'янів та домішок, їх види, вологість та ін.).

Значна кількість насінневих господарств не мають технологічних ліній заводського виробництва для сепарації насіння кормових буряків, тому на місцях створювалися спрощені потокові лінії з розрізненого обладнання повітряно-решітних машин типу ОВП-20А, ЗАВ-10.3000А, ЗВС-10, ЗВС-20, СВУ-5, СВУ-5А, СВУ-10 та інших зерноочисних машин. Об'єднання в агрегати цих машин за допомогою транспортуючих пристроїв дає можливість деякою мірою механізувати післязбиральну обробку насіння кормових буряків.

Концентрація виробництва посівного матеріалу кормових буряків у

спеціалізованих господарствах викликає певні труднощі при післязбиральній обробці. У короткий термін надходить велика кількість вологого, несипучого вороху, який необхідно швидко висушити або розмісити на тимчасове збереження на площадці активного вентилявання. Необхідність швидкої обробки такого матеріалу і мала продуктивність зерноочисних машин основного очищення і спеціальних зерноочисних машин для доочищення та сортування, а також залежність від забезпеченості очищувально-сушильною технікою і стану вороху (вологість, вміст насіння основної культури та ін.), визначає доцільність застосування потокової технології післязбиральної обробки насіння кормових буряків.

Цю технологію застосовують на зерноочисних агрегатах типу ЗАВ-50 при вмісту насіння основної культури близько 80,0% і вологості меншої 15,0%; на зерноочисно-сушильних комплексах типу КЗС-50Б при вмісту насіння понад 80,0% і вологості більшої 15,0%. [1].

Після обробки насінневих сумішей кормових буряків на серійних зерноочисних машинах загального призначення у посівних фракціях залишається значна кількість важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок, дрібного, щуплого, травмованого насіння основної культури, що погіршує якість посівного матеріалу і знижує його врожайні властивості. Це визначає необхідність введення в технологію підготовки посівного матеріалу спеціальних зерноочисних машин. Але це не завжди призводить до позитивного результату.

Останнім часом усе більш широке застосування для післязбиральної обробки насіння кормових буряків знаходять віброфрикційного сепаратори з неперфорованими фрикційними робочими поверхнями, які сепарують насіння за комплексом фізико-механічних властивостей (фрикційними властивостями, пружністю і формою насіння) [2 - 4].

Мета досліджень. Визначити та дослідити вплив раціональних параметрів віброфрикційного сепаратора на якість сепарації насіння кормових буряків і отримання максимальної кількості насіння основної культури.

Результати досліджень. Попередні результати проведених експериментальних досліджень доочищення та сортування насіння кормових буряків при обробці на віброфрикційному сепараторі при випадковому наборі параметрів (амплітуди та частоти коливань, кута спрямованості, поздовжнього та поперечного кутів нахилу робочого органу) наведено у таблиці 1.

У відповідності до Державного стандарту Насіння сільськогосподарських культур, сортові та посівні якості (ДСТУ 2240-93) [9] насіння кормових буряків повинно відповідати наступним посівним показникам: сортова чистота мінімум 95,0%; вміст насіння основної культури мінімум 97,0%; вміст насіння інших рослин максимум: культурних 0,3%; бур'янів 0,3%; схожість мінімум 70,0%; вологість максимум 14,0%.

Вихідне насіння кормових буряків не відповідала стандарту [9] і мала наступні посівні якості: вміст насіння основної культури 86,0%; схожість 61,0%; одноростковість 82,0%; вирівняність 81,0%; масу 1000 насінин 12,8г.

Результати доочищення та сортування насіння кормових буряків на

віброфрикційному сепараторі показують, що у першу фракцію надходить насіння, у якого одноросткового насіння, у порівнянні з вихідним насінням кормових буряків, значно менше (на 19,0%). Якщо у першу фракцію потрапило значна кількість багаторосткового насіння буряків, в інших фракціях збільшується кількість одноросткового насіння. Схожість даної фракції, у порівнянні з вихідною, збільшилася на 14,0%, вміст насіння основної культури зменшилося на 11,0%. За рахунок того, що у цю фракцію потрапило багаторосткове насіння маса 1000 штук насінин основної культури збільшилась на 1,9г, у порівнянні з вихідним насінням.

Вміст насіння основної культури та схожість другої фракції, у порівнянні з вихідної, збільшились на 12,0%. Одноростковість підвищилась на 14,0%, маса 1000 штук насінин на 1,5г, у порівнянні з контролем.

При об'єднанні другої-четвертої фракцій, що складає 85,5%, вміст насіння основної культури збільшився на 11,5%, схожість та одноростковість насіння підвищились, відповідно, на 9,5% і 13,5%, маса 1000 штук насінин також збільшилась на 1,3г, у порівнянні з вихідною сумішшю.

У п'ятий приймальник потрапило некондиційне насіння кормових буряків як за вмістом насіння основної культури, так і за схожістю, одноростковістю та іншими посівними показниками.

Таким чином, сепарація насіння кормових буряків на віброфрикційному сепараторі дозволяє одночасно з доочищенням виконувати і сортування насіння основної культури, що дозволяє значно підвищити його посівні властивості, зменшити норму висіву та збільшити врожайність кормових буряків

Таблиця 1 - Результати доочищення та сортування насіння кормових буряків на віброфрикційному сепараторі

Найменування показників	Вих. сум.	Номер фракцій (приймальників)				
		I	II	III	IV	V
Розподілення насіння по фракціях, %	100,0	5,9	39,2	32,8	13,5	8,6
Розподілення насіння зростаючим підсумком, %	100,0	5,9	45,7	77,9	91,4	100,0
Схожість, %	64,0	78,0	76,0	74,0	73,0	39,0
Енергія проростання, %	52,0	61,0	58,0	57,0	55,0	24,0
Одноростковість, %	82,0	63,0	96,0	97,0	96,0	89,0
Вирівняність, %	81,0	74,0	95,0	96,0	92,0	82,0
Маса 1000 насінин, г	12,8	14,7	14,3	13,6	13,1	8,5
Вміст насіння, %	86,0	75,0	98,0	98,0	97,0	48,0
Якість насіння	Нек.	Нек.	Конд.	Конд.	Конд.	Нек.

Для отримання насіння кормових буряків з максимальним його виходом та високою якістю були проведені дослідження по визначенню раціональних параметрів процесу доочищення та сортування насіння на віброфрикційному сепараторі.

На підставі попередніх досліджень встановлено, що на процес сепарації насіння кормових буряків впливає: амплітуда- A , частота- ω , кут спрямованості коливань робочого органу- ε , поздовжній кут- α і поперечний кут- β нахилу віброуючої площини до горизонту [2].

При проведенні експериментів задавалися такі початкові рівні варійованих факторів: $A=1,2\text{мм}$, $\omega=185,0\text{с}^{-1}$, $\varepsilon=28,0^\circ$, $\alpha=5,3^\circ$, $\beta=3,2^\circ$.

Були обрані наступні інтервали варіювання досліджуваних факторів : $\Delta A=0,1\text{мм}$, $\Delta\omega=25,0\text{с}^{-1}$, $\Delta\varepsilon=1,0^\circ$, $\Delta\alpha=1,5^\circ$, $\Delta\beta=1,0^\circ$.

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 [5 - 8].

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

При визначенні оптимізації по схожості насіння критерієм оптимізації було прийнято середньоквадратичне відхилення маси 1000 штук насінин по приймальникам продуктів розділення. Вважали, що чим вище значення критерію, тим вище якість сортування насіння. Тому що прямим критерієм оптимальності процесу сортування є схожість насіння, то визначався зв'язок схожості і маси 1000 штук насінин кормових буряків.

Крім зазначених параметрів на процес сепарації впливає і подача насінневої суміші на робочий орган сепаратора. При проведенні експериментів подача насінневої суміші на робочий орган віброфрикційного сепаратора не змінювалася. Для цього проводилися дослідження з впливу подачі на якість доочищення і сортування насіння. Досліджувалася подача на рівнях: 370,0-480,0кг/год. Отримані дані показують, що зі збільшенням подачі насіння на робочий орган сепаратора якість доочищення і сортування насіння кормових буряків знижується. В результаті проведених досліджень встановлений найбільш прийнятний інтервал зміни подачі насінневої суміші на робочий орган сепаратора: 380,0-460,0кг/год., при якому можливе одержання максимальної кількості насіння кормових буряків з високими посівними якостями (рис. 1). Для проведення оптимізації параметрів була прийнята подача, рівна 380,0кг/год.

Для проведення досліджень використовувалися насіння кормових буряків, що пройшло обробку на технологічних лініях. Після доочищення і сортування насінневих сумішей кормових буряків на віброфрикційному сепараторі, для одержання порівняльної оцінки, проводилося визначення посівних якостей фракцій насіння (вміст насіння основної культури, схожість, енергія проростання, маса 1000 штук насінин) при установці на сепараторі значень випадкових і раціональних параметрів. Оптимізація проводилася як для доочищення насіння кормових буряків, так і для його сортування за схожістю.

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

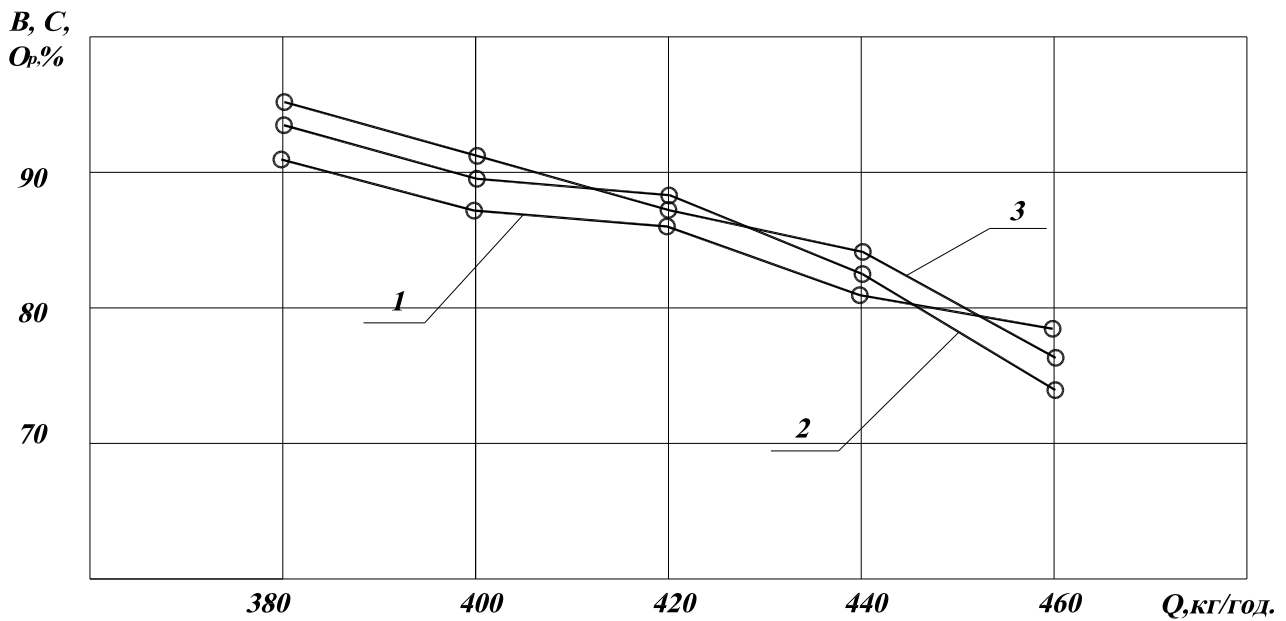


Рисунок 1 - Вплив подачі на посівні показники насіння кормових буряків:

1 - одноростковість, 2 - схожість, 3 - вміст насіння основної культури

Рівняння регресії має наступний вигляд:

$$W_{\text{ч}} = 93,256 - 1,548X_1 - 1,021X_2 - 0,951X_3 + 1,326X_4 - 1,715X_5 + 1,654X_1X_2 - 1,803X_1X_3 - 1,897X_1X_4 - 0,320X_1X_5 + 1,065X_2X_3 - 1,753X_2X_4 + 1,812X_2X_5 - 1,159X_3X_4 + 1,812X_3X_5 - 1,651X_4X_5 + 2,782X_1^2 - 1,313X_2^2 - 1,962X_3^2 + 1,058X_4^2 - 1,852X_5^2.$$

Таблиця 2 - Інтервали варіювання незалежних змінних

Змінні	A	ω	ε	α	β
Розмірність	мм	с-1	град.	град.	град.
Умовні позначення	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Основний рівень(0)	1,2	185,0	28,0	5,3	3,2
Верхній рівень(+)	1,3	210,0	29,0	6,8	4,2
Нижній рівень(-)	1,1	160,0	27,0	3,8	2,2

Після проведення експериментальних досліджень та обробки рівняння регресії на ЕОМ отримали раціональний набір параметрів роботи віброфрикційного сепаратора. Ці набори параметрів наведено у таблиці 3.

З таблиці видно, що при знайдених параметрах роботи сепаратора значення параметра оптимізації $W_{\text{ч}}$ більше на 0,42%, у порівнянні з випадковим набором параметрів, при яких параметр оптимізації отриманий максимальним.

Після цього була проведена порівняльна оцінка якості доочищення насіння кормових буряків на віброфрикційному сепараторі при установці випадкових параметрів, при яких отримане максимальне значення параметра оптимізації і раціональних параметрів при обчисленнях на ЕОМ. Результати наведено у таблиці 4. Аналіз даних показує, що вихідна суміш за вмістом насіння основної культури (88,0%) є некондиційною [9]. Після доочищення насіння при випадковому наборі параметрів отримано 71,7% насіння кормових

буряків, що відповідає посівним якостям. При установці на сепараторі раціональних параметрів отримано 83,8% насіння, яке відповідає висококондиційному насінню [9].

Критерієм оптимізації сортування насіння за схожістю було прийнято середньоквадратичне відхилення маси 1000 штук насінин по приймальниках.

Для обґрунтування прийняття цього критерію була досліджена залежність маси 1000 штук насінин кормових буряків 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.

Таблиця 3 - Раціональний набір параметрів віброфрикційного сепаратора для доочищення насіння кормових буряків

Параметр оптимізації	Значення параметра оптимізації	Значення параметрів									
		кодові значення					натуральні значення				
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	A, мм	ω, с ⁻¹	ε, град	α, град	β, град
Q ₀	94,983	0,365	0,852	-0,654	0,159	-0,753	1,2	190,0	27,0	5,9	3,7

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

Розраховували характеристику за наступною формулою [2]:

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

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

$$g = \sum_{i=1}^n g_i, \quad (3)$$

де m_i - маса 1000 штук насінин у i - му приймальнику;
 g_i - маса насіння i - го приймальника.

Рівняння регресії має наступний вигляд:

$$W_c = 3,872 - 1,652X_1 - 0,019X_2 + 0,148X_3 + 1,852X_4 - 1,098X_5 - 1,432X_1X_2 + 0,624X_1X_3 + 1,983X_1X_4 + 1,123X_1X_5 - 1,411X_2X_3 + 1,714X_2X_4 - 1,732X_2X_5 - 1,730X_3X_4 - 1,464X_3X_5 - 1,511X_4X_5 + 1,308X_1^2 - 1,523X_2^2 + 1,542X_3^2 + 1,203X_4^2 - 1,627X_5^2.$$

Таблиця 4 - Результати порівнювальної оцінки сепарації насіння кормових буряків на віброфрикційному сепараторі

Найменування показників	Вих. суміш	Фракції насіння									
		випадкові параметри					раціональні параметри				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Розподілення насіння по фракціях, %	100,0	18,7	25,9	28,6	17,2	9,6	21,1	29,3	33,4	10,8	5,4
Схожість, %	63,0	77,0	81,0	79,0	64,0	49,0	85,0	83,0	81,0	76,0	42,0
Одноростковість, %	79,0	56,0	92,0	90,0	90,0	58,0	86,0	97,0	95,0	93,0	44,0
Енергія проростання, %	59,0	73,0	77,0	72,0	59,0	43,0	83,0	79,0	78,0	71,0	38,0
Маса 1000 насінин, г	13,1	14,2	14,1	14,0	13,7	10,1	15,6	14,8	14,4	11,3	9,7
Вміст насіння, %	88,0	89,0	98,0	98,0	97,0	54,0	97,0	99,0	98,0	93,0	41,0

Таблиця 5 - Залежність схожості і маси 1000 штук насінин кормових буряків

Найменування показників	Фракції насіння					Коефіцієнт кореляції
	1	2	3	4	5	
C, %	83,0	81,0	76,0	72,0	42,0	0,97
M ₁₀₀₀ , г	13,9	13,2	12,5	11,2	9,8	

Після проведення оптимізації рівняння регресії отримали раціональний набір параметрів роботи віброфрикційного сепаратора (таблиця 6).

Аналіз даних таблиці показує, що при знайдених параметрах роботи сепаратора значення параметра оптимізації $\sigma_{м.б.}$ більше на 0,43г, у порівнянні з випадковим набором параметрів, при яких параметр оптимізації отриманий максимальним.

Після сортування насіння кормових буряків при випадковому наборі параметрів (таблиця 4) отримано 73,2% насіння, що відповідає посівним кондиціям.

При установці на сепараторі раціональних параметрів, отримано 94,6% насіння кормових буряків з високими посівними показниками [9].

Таблиця 6 - Раціональний набір параметрів віброфрикційного сепаратора для сортування насіння кормових буряків

Параметр оптимізації	Значення параметра оптимізації	Значення параметрів									
		кодові значення					натуральні значення				
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	A, мм	ω , с ⁻¹	ϵ , град	α , град	β , град
Q _c	3,564	0,549	0,498	-0,861	0,912	-0,352	1,1	175,0	29,0	6,2	3,3

Висновки.

1. Результати отриманих експериментальних досліджень підтвердили можливість доочищення з одночасним сортуванням насіння кормових буряків на віброфрикційному сепараторі.

2. Запропонована ознака сепарації, на відміну від існуючих технологій виділення з насіння кормових буряків важковідокремлюваного насіння бур'янів та домішок, дає можливість одержати понад 83,0-95,0% висококондиційного посівного матеріалу.

3. Отримані експериментальним шляхом раціональні значення параметрів роботи віброфрикційного сепаратора лежать у діапазонах значень, встановлених на підставі чисельних розрахунків. Варто рекомендувати наступний набір раціональних параметрів, відповідно, для доочищення та сортування насіння: A=1,2;1,1мм; ω =190,0;175,0с⁻¹; ϵ =27,0;29,0°; α =5,9;6,2°; β =3,7;3,3°.

4. Після доочищення насіння при випадковому наборі параметрів отримано 71,7% насіння кормових буряків, що відповідає посівним якостям. При установці на сепараторі раціональних параметрів отримано 83,8% насіння, яке відповідає висококондиційному насінню.

5. Після сортування насіння кормових буряків при випадковому наборі параметрів отримано 73,2% насіння, що відповідає посівним кондиціям.

При установці на сепараторі раціональних параметрів, отримано 94,6% насіння кормових буряків з високими посівними показниками

6. Для одержання насіння кормових буряків з високими посівними якостями необхідно використовувати, при раціональних наборах параметрів, подачу насіння на робочий орган сепаратора 380,0кг/год.

Список використаних джерел

1. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські та меліоративні машини. - К.: Вища освіта, 2004. - 554 с.

2. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико - механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287 с.
3. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том.3, розділ 7. Очистка і сортування насіння. - Харків: Око, 2006. - 407 с.
4. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.
5. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. - Л.: Колос, 1980. - 168 с.
6. Пилипчик М.І. Основи наукових досліджень. Підручник. - К.: Знання, 2007. - 270 с.
7. Нечасев В.П. Теорія планування експерименту. Навч. посібник - К.: Кондор, 2005. - 232 с.
8. Боровиков В.П. Программа STATISTICA для студентов и инженеров. - М.: Компьютерный Пресс, 2001. - 301 с.
9. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73 с.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОФРИКЦИОННОГО СЕПАРАТОРА НА ВЫХОД И КАЧЕСТВО СЕПАРАЦИИ СЕМЯН КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ

Бакум Н., Михайлов А., Козий А., Никитин С.

Приведены результаты экспериментальных исследований определения и влияния рациональных параметров виброфрикционного сепаратора на выход и качество сепарации семян кормовой свеклы.

Abstract

INFLUENCE RATIONAL PARAMETERS VIBROFRIKTSIONNOGO SEPARATOR AT VIHOD TA QUALITY SEPARATION OF SEEDS OF FODDER BEET

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

The results of experimental studies of the influence of parameters ratsiionalnih vibrofriktsionnogo separator on the yield and quality of separation of seeds of fodder beet.