

УДК 631.331

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІДДІЛЕННЯ ДОМІШОК
ВАЖКОВІДІЛЮВАНИХ БУР'ЯНІВ ІЗ НАСІННЄВИХ
СУМІШЕЙ ЗЛАКОВИХ ТРАВ**

*С. Ковалишин, к. т. н., В. Дадак, к. т. н.
Львівський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Проблема підготовки посівного матеріалу дрібнонасіневих культур, злакових трав, полягає в тому, що в багатьох випадках технічні засоби не забезпечують їх якісної очистки. Внаслідок цього в одних випадках під час сепарування велика кількість кондиційних насінин культури потрапляє у відходи, а в інших – із них неможливо відділити домішки бур'янів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У структурі сільськогосподарських угідь України близько 5 млн. га, або 20 %, займають площі під сільськогосподарськими культурами, які належать до дрібнонасіневих, тобто тими, маса тисячі насінин яких є меншою за 5 г [8]. Це, в основному, овочеві, олійні та переважна більшість бобових і злакових трав.

Отримання високих урожаїв цих культур неможливе без наявності достатньої кількості високоякісного насіння [10]. Його отримують у процесі післязбиральної обробки, яка потребує суттєвого покращання [2; 7; 9].

Основною причиною такої ситуації є те, що здебільшого очисні машини здійснюють сепарацію насінневих сумішей на повітряно-решітно-трієрних чи фрикційних робочих органах. Проте насінини багаторічних трав, особливо райграсу пасовищного і його важковідділюваних домішок пирію чи медунки, не мають домінуючої ознаки подільності, оскільки мало чим відрізняються між собою за розмірами, формою, коефіцієнтом тертя. Відсутність достатньо ефективних засобів для їх розділення призводить до втрати в процесі післязбиральної обробки кондиційних (повноцінних) насінин, які досягають 20...30 % [3]. Збільшення виходу очищених насінин, наприклад, багаторічних трав лише на 1 % у масштабі країни рівнозначне розширенню посівів на понад 20 тис. га [11].

Тому існує необхідність розробляти машини, які б враховували не тільки фізико-механічні властивості насінин, а й біологічні. Вирішити ці проблеми під час сепарування посівного матеріалу злакових трав можна використанням у насінноочисних машинах як

додаткового робочого органа електричного поля [5; 12; 15]. За даними [1], однією з таких машин може слугувати пневмоелектросепаратор [13; 14], в якому розділення компонентів насінневих сумішей здійснюється за сукупністю їх електричних та аеродинамічних властивостей [4].

Постановка завдання. Метою роботи є підвищення якості посівного матеріалу багаторічних злакових завдяки дослідженню процесу пневмоелектросепарування та обґрунтуванню його оптимальних параметрів.

Виклад основного матеріалу. Дослідження процесу пневмоелектросепарування посівного матеріалу багаторічних злакових трав здійснювали проведенням багатофакторного експерименту. Було встановлено вплив регульованих параметрів – подачі насіння Q (кг/год), швидкості руху повітря у вертикальному сепарувальному каналі V_n (м/с), напруженості електричного поля E (кВ/см) у зоні сепарування – на якісні показники отриманого посівного матеріалу, які виражались відсотковим вмістом K (%) у ньому якісних насінин основної культури.

Експерименти проводили з використанням насінневої суміші райграсу пасовищного сорту Осип II репродукції вологістю 10 % на пневмоелектросепараторі з вертикальним повітряним каналом [16].

Під час проведення експериментів насінневу суміш подавали безпосередньо в сепарувальний канал за допомогою вібраційного дозатора, що забезпечував рівномірну початкову швидкість руху окремих насінин.

У процесі пневмоелектросепарування отримано фракції відсепарованого насіння. З них відбирали проби по 1000 насінин, підраховували кількість насінин важковідділюваних бур'янів та визначали їх відсотковий вміст. Повторність досліджень – триразова. Кожному досліді відповідали конкретні значення подачі посівного матеріалу в канал сепаратора, швидкості руху повітря в ньому та напруженості електричного поля.

Проаналізувавши попередньо проведені теоретичні й експериментальні дослідження [6], встановили нульові рівні досліджуваних параметрів пневмоелектросепарування: подача насіння $X_{10} = 3$ кг/год; швидкість руху повітряного потоку $X_{20} = 6$ м/с; напруженість електричного поля $X_{30} = 1$ кВ/см. Результати їх кодування подано в табл. 1.

Таблиця 1

Результати кодування досліджуваних чинників

Чинник та одиниця виміру	Натуральне позначення	Кодоване позначення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				натуральні			кодовані		
				верхній (+1)	нульовий (0)	нижній (-1)	верхній (+1)	нульовий (0)	нижній (-1)
Подача насіння Q , кг/год	X_1	x_1	1	4	3	2	+1	0	-1
Швидкість руху повітряного потoku V_n , м/с	X_2	x_2	0,5	6,5	6	5,5	+1	0	-1
Напруженість електричного поля E , кВ/см	X_3	x_3	0,15	1,15	1	0,85	+1	0	-1

Під час проведення багатofакторного експерименту контрольованим параметром був вміст якісних насінин основної культури в досліджуваному матеріалі. Для знаходження коефіцієнтів полінома було використано трирівневий план другого порядку Бокса – Бенкіна. План-матрицю та результати багатofакторного експерименту наведено в табл. 2.

Таблиця 2

План-матриця та результати проведення багатofакторного експерименту

№	Значення кодованих чинників			Результати визначення вмісту основної культури у відсепарованих пробах, %			Середнє значення
	x_1	x_2	x_3	проба 1	проба 2	проба 3	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	-1	-1	0	90	89	88	89
2	1	-1	0	86	88	90	88
3	-1	1	0	96	95	94	95
4	1	1	0	80	82	84	82

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
5	-1	0	-1	86	87	88	87
6	1	0	-1	88	90	92	90
7	-1	0	1	96	96	96	96
8	1	0	1	89	88	90	89
9	0	-1	-1	90	91	89	91
10	0	1	-1	93	92	92	92
11	0	-1	1	94	88	88	90
12	0	1	1	95	92	92	93
13	0	0	0	88	89	90	89
14	0	0	0	91	93	89	91
15	0	0	0	90	89	91	90

У результаті опрацювання отриманих даних багатофакторного експерименту й використання програмного забезпечення *Statistica* 8.0 отримано рівняння регресії для вмісту насінин основної культури в посівному матеріалі райграсу пасовищного:

- у кодованих позначеннях:

$$K = 97,45 + 0,0412x_1 - 0,0425x_2 - 0,5838x_3 + 0,4175x_1x_2 + 0x_1x_3 + 0,1675x_2x_3 - 0,596x_1^2 + 0,0717x_2^2 - 0,0171x_3^2; (1)$$

- у натуральних значеннях:

$$K = 91,54 + 4,21Q + 3,72V - 18,85E + 0,417Q^2 - 0V^2 + 7,444E^2 - 1,192QV + 0,478QE - 0,228VE. (2)$$

Відтворюваність результатів експерименту перевіряли за критерієм Кохрена. Гіпотеза відтворюваності дослідів приймалась, якщо розрахункове значення G_p критерію було менше від його табличного значення. У нашому випадку розрахункове значення $G_p = 0,173$, що менше від табличного значення ($G_T = 0,3346$). Це свідчить про відтворюваність експерименту.

Для рівняння (1) побудовано поверхні відгуку (рис. 1–3), за якими визначено оптимальні параметри процесу пневмоелектросепарування. Функція $K = f(E, Q)$ залежності вмісту у відсепарованому матеріалі насінин основної культури від напруженості електростатичного поля в каналі сепаратора та подачі насінневої суміші (див. рис. 1) набуває максимального значення при $0,4 > Q > -0,4$ та $E = -1$, що в натуральних величинах становить $3,4 > Q > 2,6$ кг/год та $E = 0,85$ кВ/см.

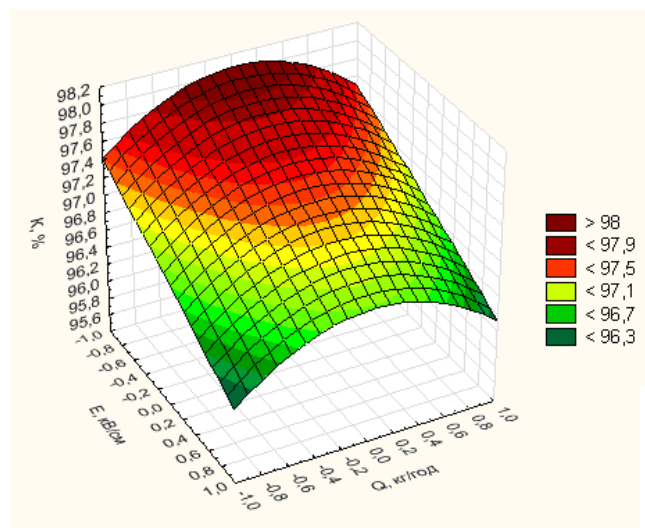


Рис. 1. Поверхня відгуку $K = f(E, Q)$.

За такого режиму роботи сепаратора вміст насінин основної культури досягав $K = 97...98,2\%$.

Функція $K = f(Q, V)$ залежності вмісту насінин основної культури від швидкості повітряного потоку в каналі сепаратора та подачі насінневої суміші (див. рис. 2) набуває максимального значення при $0,2 > Q > -0,2$ та $V = 0,8 \dots 1$, що в натуральних величинах становить $3,2 > Q > 2,8$ кг/год та $V = 6,2...6,5$ м/с. За таких параметрів роботи сепаратора вміст насінин основної культури сягає $K = 97,6\%$.

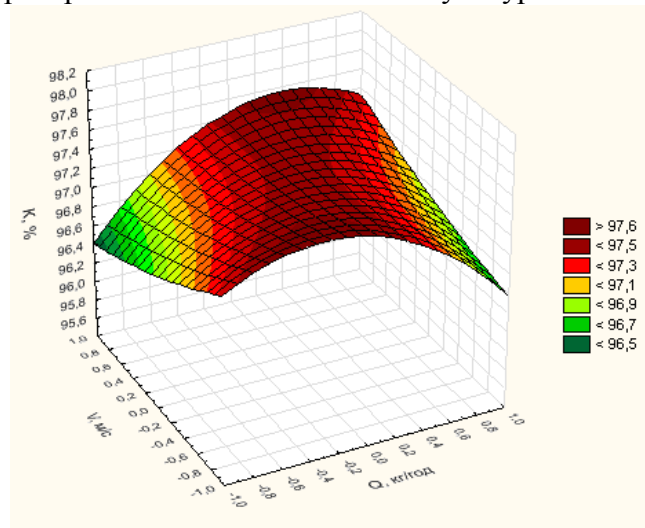


Рис. 2. Поверхня відгуку $K = f(Q, V)$.

Функція $K = f(E, V)$ залежності вмісту насінин основної культури від напруженості електростатичного поля та швидкості повітряного потоку в каналі сепаратора (див. рис. 3) набуває максимального значення при $E = -1$ та $V = -1$, що в натуральних величинах становить $E = 0,85$ кВ/см та $V = 5,5$ м/с.

За такого режиму роботи сепаратора вміст насінин основної культури сягав $K = 98$ %.

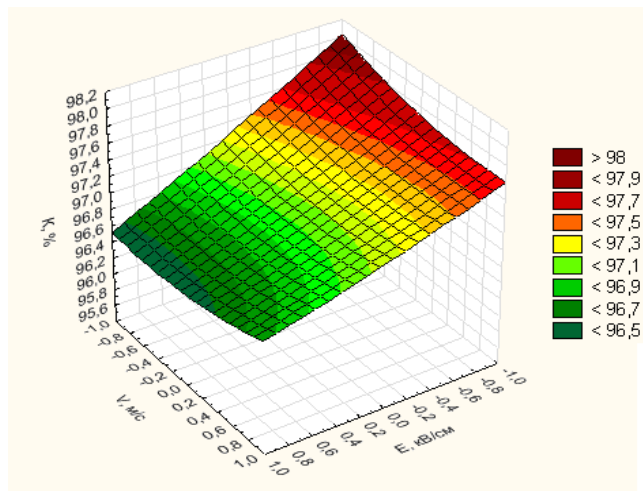


Рис. 3. Поверхня відгуку $K = f(E, V)$.

Перевірку адекватності отриманих результатів виконано за критерієм Фішера, розрахункове значення якого $F = 0,877$. Його табличне значення для даного випадку становитиме $F_T = 2,12$. Оскільки розрахункове значення критерію Фішера є меншим від табличного, то можна стверджувати, що модель є адекватною.

Аналіз отриманих результатів дав змогу визначити оптимальні значення регульованих параметрів роботи пневмоелектричного сепаратора, за яких отримують найякісніший посівний матеріал. Для забезпечення максимальної ефективності відділення від райграсу пасовищного важковідділюваних домішок необхідно забезпечити швидкість повітряного потоку $V_{п} = 5,5 \dots 6,2$ м/с, напруженість електростатичного поля в сепарувальному каналі $E = 0,85 \dots 0,92$ кВ/см, подачу насінневої суміші $Q = 2 \dots 3,2$ кг/год.

За наведених параметрів роботи сепаратора вміст насінин основної культури складав $K = 97 \dots 98,2$ % і відповідав вимогам ДСТУ 7160:2010 «Насіння овочевих, баштанних, кормових і пряно-ароматичних культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови», згідно з яким цей показник повинен становити 90...95 %.

Висновки. 1. На якість процесу пневмоелектросепарування насінневих сумішей райграсу пасовищного значний вплив мають досліджувані регульовані параметри: швидкість повітряного потоку, подача насінневої суміші та напруженість електростатичного поля.

2. Проведенням багатофакторного експерименту визначені оптимальні режими роботи сепаратора, за яких досягають максимального відділення важковідділюваних домішок від досліджуваної насінневої суміші: швидкість повітряного потоку $V_{\text{п}} = 5,5 \dots 6,2 \text{ м/с}$; напруженість електростатичного поля в сепарувальному каналі $E = 0,85 \dots 0,92 \text{ кВ/см}$; подача насінневої суміші $Q = 2 \dots 3,2 \text{ кг/год}$.

3. Використання запропонованого пневмоелектросепаратора в технологічній лінії підготовки насіння багаторічних злакових трав, зокрема райграсу пасовищного, дозволяє суттєво підвищити якість отриманого посівного матеріалу та довести вміст у ньому важковідділюваних домішок бур'янів до вимог ДСТУ 7160:2010 «Насіння овочевих, баштанних, кормових і пряно-ароматичних культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови».

Бібліографічний список

1. Дадак В. О. Удосконалення пневмосепаратора дрібнонасінневих культур / В. О. Дадак // Механізація та електрифікація сільського господарства : міжвідом. темат. наук. зб. – Глеваха, 2013. – Вип. 97, т. 2. – С. 495-501.

2. Єрмак В. П. Класифікація засобів сепарації та конструкцій машин для відбору насіння з високими посівними властивостями / В. П. Єрмак, Є. В. Богданов, А. А. Ільченко // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ: ЛНАУ, 2012. – С. 127-132. – (Серія “Технічні науки.”).

3. Заика П. М. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств / П. М. Заика. – М. : Колос, 1978. – 280 с.

4. Ковалишин С. Й. Електропневматичний сепаратор насіння / С. Й. Ковалишин, В. О. Паранюк, В. О. Дадак // Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок. – Львів, 2013. – Вип. 13. С. 48.

5. Ковалишин С. Й. Обґрунтування технологічних параметрів обробки насіння багаторічних трав на електровіброфрикційному сепараторі : дис. канд. техн. наук : 05.20.01/ С.Й.Ковалишин. – Львів, 1999. – 178 с.

6. Ковалишин С. Й. Оцінка та виявлення нових ознак подільності дрібнонасінневих сумішей сільськогосподарських культур /

С. Й. Ковалишин, В. О. Паранюк, В. О. Дадак // Motrol: Motorization and power industry in agriculture. – Lublin : Commision of motorization and power industry in agriculture, 2012. – Vol. 14D. – P. 95-103.

7. Ковалишин С. Й. Підвищення ефективності пневмосепарування насіння кормових трав / С. Й. Ковалишин, В. О. Дадак // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка : Технічні системи і технології тваринництва. – 2014. – Вип. 144. – С. 225-232.

8. Ковалишин С. Й. Розрахунок параметрів віброелектросепарування насіння кормових трав / С.Й. Ковалишин // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 10. – С. 71-74.

9. Ковалишин С. Й. Сепарування насінневих сумішей трав на рухомій в електричному полі похилій коливальній площині / С. Й. Ковалишин // Сільськогосподарські машини : зб. наук. статей. – Луцьк, 1998. – Вип. 4. – С. 69-73.

10. Насіння овочевих, баштанних, кормових і пряно-ароматичних культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови : ДСТУ 7160:2010. – [Чинний від 2010-07-01]. – К. :Нац. стандарт України, 2010. –19 с.

11. Паранюк В. О. Разделение семенных смесей в электрическом поле на движущейся с постоянной скоростью наклонной плоскости : дис. канд. техн. наук : 05.20.02/ В.О. Паранюк. – Челябинск, 1983. – 152 с.

12. Паранюк В. О. Фізичні основи технології сепарування насіння сільськогосподарських культур / В. О. Паранюк, С. Й. Ковалишин, В.І. Мельничук // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України : зб. наук. прац., УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке, 2007. – Вип. 10 (24). – С. 77-86.

13. Туров А. К. Моделирование поля скоростей воздушного потока в пневмовинтовом канале / А. К. Туров, А. А. Мезенов, Е. А. Пшенов // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 2. – С. 21-27.

14. Хамуев В. Г. Сравнительная оценка качества разделения зернового материала пневмосепарирующими устройствами / В. Г. Хамуев // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 5. – С. 23-26.

15. Швець О. П. Обґрунтування параметрів та режимів роботи сепаратора насіння озимого ріпаку : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / О.П. Швець. – Львів, 2012. – 20 с.

16. Шмигель В. В. Ориентация семян в электрическом поле : В. В. Шмигель // Механизация и электрификация сельского хозяйства / электроснабжение, электропривод и электротехнология. – 1978. – № 2. С. 37-38.

Ковалишин С., Дадак В. Дослідження процесу відділення домішок важковідділюваних бур'янів із насінневих сумішей злакових трав

Робота присвячена дослідженню процесу сепарування насіння багаторічних злакових трав на пневмоелектричному сепараторі. У ній висвітлено основні проблеми їх післязбиральної обробки. Проведенням багатофакторного експерименту визначено вплив регульованих параметрів – подачі насіння в канал пневмоелектросепаратора, швидкості в ньому повітряного потоку та напруженості електричного поля – на якість відсепарованого насінневого матеріалу райграсу пасовищного.

Обґрунтовано оптимальні значення регульованих параметрів пневмоелектросепарування, за яких вміст важковідділюваних домішок бур'янів у насінневій суміші райграсу пасовищного є найменшим.

Доведено, що використання в технологічній лінії підготовки насіння багаторічних злакових трав пневмоелектросепаратора дозволяє забезпечити якість насінневого матеріалу райграсу пасовищного, який відповідатиме вимогам існуючих стандартів.

Ключові слова: райграс пасовищний, багаторічні злакові трави, насіннева суміш, пневмоелектросепаратор, якість посівного матеріалу.

Kovalyshyn S., Dadak V. Study of separation of impurities hard to separate weed seed grasses mixes

The work deals with the separation of seeds of perennial grasses in pnevmoelektric separator. It highlights the main problems of post-harvest processing. Conducting multivariate experiment the influence of controlled parameters - size coulter channel pnevmoelektric separator, rate it air flow and electric field separated from the quality of perennial ryegrass seed.

Grounded optimal values of adjustable parameters separating in which hard to separate weed seed impurities content in weed seed mixtures perennial ryegrass is the smallest.

It is proved that the use of a production line preparation of seeds of perennial grasses pnevmoelektric separator ensures quality perennial ryegrass seed accordance with existing standards.

Key words: perennial ryegrass, perennial grasses, seed mixture, pnevmoelektric separator, quality seed.

Ковалишин С., Дадак В. Исследование процесса отделения примесей трудноотделимых сорняков из семенных смесей злаковых трав

Работа посвящена исследованию процесса сепарирования семян многолетних злаковых трав на пневмоэлектрических сепараторах. В ней раскрыты основные проблемы их послеуборочной обработки. Проведением многофакторного эксперимента определено влияние регулируемых параметров – величины подачи семян в канал пневмоэлектросепаратора, скорости в нем воздушного потока и напряженности электрического поля на качество отсепарированного семенного материала райграса пастбищного.

Обоснованы оптимальные значения регулируемых параметров пневмоэлектросепарирования, при которых содержание трудноотделимых примесей сорняков в семенной смеси райграса пастбищного является наименьшим.

Доказано, что использование в технологической линии подготовки семян многолетних злаковых трав пневмоэлектросепаратора позволяет обеспечить качество семенного материала райграса пастбищного, соответствующее требованиям существующих стандартов.

Ключевые слова: райграс пастбищный, многолетние злаковые травы, семенная смесь, пневмоэлектросепаратор, качество посевного материала.