

ensuring a year-round supply of vegetables to the market, and, more broadly, ensuring the country's food security.

The aim of this study is to select the optimal parameters for a portable hydroponic system using intermittent flooding and the corresponding plant cultivation technology, which will increase plant productivity through the use of phytomatrices with varying ratios of red to blue light components, different densities of photosynthetic photon flux, and the use of a nutrient solution based on biological preparations.

To optimize the efficiency of growing vegetable and berry crops, the design of the experimental portable flood-and-drain system was improved with an enhanced integrated artificial lighting system based on specialized phytomatrices. The proposed technological solutions in the modernized portable hydroponic system for periodic flooding make it possible, when growing basil, to optimize the initial conditions for vegetation and increase seed germination energy and the accumulation of plant green mass, reduce the duration of plant maturation, and intensify leaf mass growth. The selection of optimal lighting contributes to more stable photosynthesis under the established microclimate conditions inside the system.

Thus, after analyzing the statistical data from the experimental studies, it can be concluded that when growing basil plants in a modernized portable intermittent-flooding hydroponic system to achieve stable photosynthesis without leaf scorch and acceptable microclimate conditions inside the system, the optimal ratio of red to blue light sources ranges from 1:6 to 1:8 units in phytomatrices. Furthermore, the optimal range for photosynthetic photon flux density (light intensity) is between 250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ and 270 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, which is the most effective.

hydroponic system, intermittent flooding, growing media, light intensity, productivity

Одержано (Received) 16.06.2026

Прорецензовано (Reviewed) 23.06.2026

Прийнято до друку (Approved) 26.06.2026

УДК 631.362.36

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2026.56.60-69>

М. В. Кришко

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: misha.kryshko@gmail.com*

Експериментальні дослідження роботи струнного решета

Робота присвячена експериментальному визначенню раціональної робочої довжини струнного решета зерноочисної машини. Струнне решета є перспективними сепарувальними робочими органами завдяки самоочищенню робочої поверхні, низькій металомісткості та зниженій схильності до забивання порівняно з пробивними решетами, проте їхні раціональні розміри суттєво залежать від умов роботи.

Метою дослідження було встановлення впливу подачі зернового матеріалу, кута нахилу решета та вологості зерна на робочу довжину струнного решета, потрібну для завершення процесу сепарування. Дослідження виконано методом повного факторного експерименту типу ПФЕ 2³. Відтворюваність результатів підтверджено за критерієм Кохрена, статистичну значущість коефіцієнтів – за критерієм Стюдента, адекватність моделі – за критерієм Фішера.

Отримано адекватне рівняння регресії, яке описує залежність потрібної робочої довжини решета від змінних факторів. Установлено, що найбільший вплив має подача матеріалу, при цьому вологість зерна і кут нахилу решета є менш впливовими. Виявлено, що збільшення всіх факторів погіршує процес просіювання зерна, збільшуючи потрібну робочу довжину решета. Результати можуть бути використані для обґрунтування конструктивних параметрів струнних решіт зерноочисних машин.

струнне решето, робоча довжина, сепарування зерна, вологість зерна, повний факторний експеримент, рівняння регресії, поверхня відгуку

Постановка проблеми. Якість і енергоефективність зерноочисних машин значною мірою визначаються конструкцією та режимами роботи сепарувальних робочих органів. Поряд із традиційними пробивними та зварними решетами все частіше увага дослідників зосереджується на струнних решетах, робоча поверхня яких утворена системою паралельно натягнутих струн, або таких, що розширюються в бік руху зернового матеріалу [1, 10-12, 16-19, 24]. Такі решета мають ряд переваг: вони самоочищаються під час коливань, мають меншу металомісткість, краще пропускають дрібну фракцію і менш схильні до забивання вологим і засміченим матеріалом, а крім того, їх потенціал ефективності, з позиції забезпечення площі живого перерізу, має найвищі значення [3, 7, 10, 12].

Найбільш важливі параметри решіт, які визначають питому продуктивність – їх ширина і довжина. Причому робоча довжина, на якій завершується відокремлення зерна від домішок, істотно залежить від подачі матеріалу, кута нахилу решета та фізико-механічних властивостей зерна, насамперед його вологості. Завищена робоча довжина призводить до зростання габаритів і матеріаломісткості машини, занижена – до неповного сепарування та втрат. Тому обґрунтування раціональної робочої довжини струнного решета з урахуванням умов його роботи є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням сепарування зерна на решетах різних типів та плануванню відповідних експериментальних досліджень присвячено значну кількість праць [2, 4-6, 13-15, 21-24]. Класичні методики планування багатofакторного експерименту й статистичного оброблення результатів дають змогу за мінімальної кількості дослідів отримувати адекватні математичні моделі процесу та оцінювати ступінь впливу окремих чинників [8, 20]. Разом із тим, вплив вологості зерна на робочу довжину саме струнних решіт у наявних джерелах висвітлено недостатньо: більшість досліджень виконано для сухого матеріалу або без виокремлення вологості як самостійного фактора. Оскільки підвищення вологості суттєво погіршує плинність і просіюваність зернового матеріалу, його врахування при обґрунтуванні параметрів струнного решета є необхідним.

Постановка завдання. Метою роботи є експериментальне встановлення впливу подачі зернового матеріалу, кута нахилу решета та вологості зерна на робочу довжину струнного нерухомого (безпривідного) решета, потрібну для завершення сепарування, а також отримання адекватної регресійної моделі процесу розділення для обґрунтування раціональних параметрів робочого органу.

Виклад основного матеріалу. Для проведення експериментів нами було розроблено і виготовлено лабораторну установку (рис. 1), основою якої є оригінальне решето, оснащене струнами з полімеру Dyneema, діаметром 0,13 мм. Робочі отвори (канали) мають початковий розмір 2 мм і розширюються в бік руху матеріалу, забезпечуючи умову самоочищення від забивання.

Регулювання подачі здійснювали заслінкою, положення якої було попередньо відтаровано. Кут нахилу решета змінювали підняттям опори бункера. Вологість матеріалу (пшениці) на нижньому рівні була природньою і становила 12,3%. Збільшували вологість шляхом штучного зволоження і витримували 4 години перед проведенням дослідів.

Вимірювання вологості здійснювали експрес-методом за допомогою лабораторного вологоміру WILE 55 (рис.2).

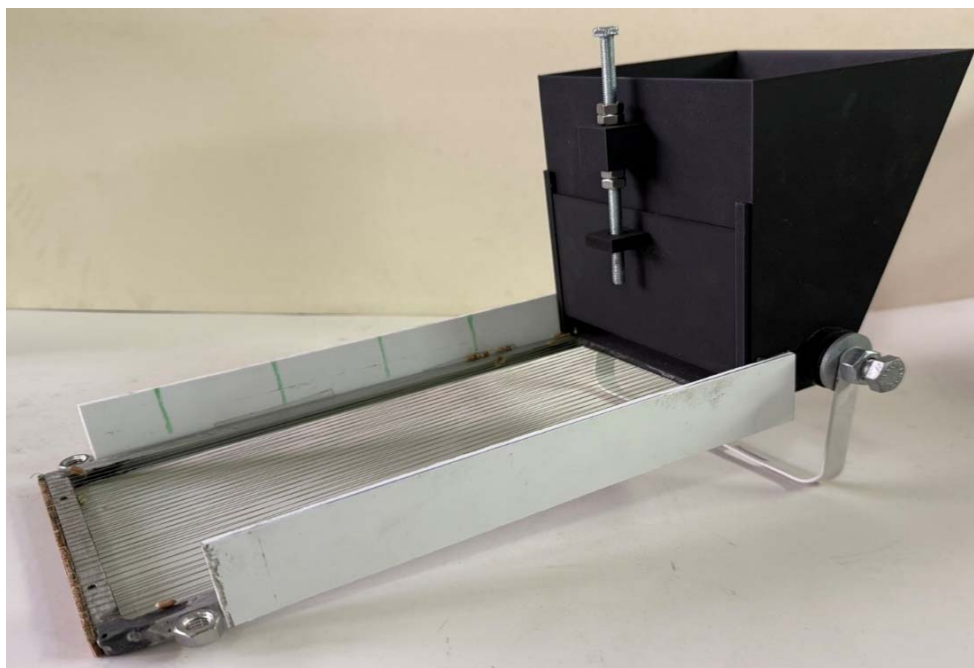


Рисунок 1 – Лабораторний безпривідний струнний сепаратор зерна

Джерело: розроблено автором

Під час проведення дослідів критерієм оцінки процесу було прийнято робочу довжину струнного решета L , мм – довжину ділянки, на якій досягається повне просіювання зерна. Дослідження проводили методом повного факторного експерименту типу ПФЕ 2^3 . Нами розширено попередній експеримент [17] і проведено вивчення процесу під впливом трьох факторів: подачі зернового матеріалу Q , кута нахилу решета α та вологості зерна W . Кожен дослід повторювали тричі у рандомізованому порядку для підвищення достовірності результатів і зменшення величин діючих похибок.

Рівні та інтервали варіювання факторів наведено в табл. 1.



Рисунок 2 – Лабораторний вологомір зерна

Джерело: розроблено автором

Таблиця 1 – Рівні та інтервали варіювання факторів

Фактор	Натур. позн.	Кодове позн.	Нижній рівень	Нульовий рівень	Верхній рівень	Інтервал
Подача, кг/год	Q	x_1	360	530	700	175
Кут нахилу решета, град	α	x_2	25	27,5	30	3
Вологість зерна, %	W	x_3	12,3	14,2	16,1	1,9

Залежність функції відгуку від кодованих факторів описували неповним поліномом першого порядку з ефектами взаємодії:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3, \quad (1)$$

де b_0 – вільний член; b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти, що характеризують вплив відповідних факторів; $b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$ – коефіцієнти ефектів взаємодії; x_1, x_2, x_3 – кодовані значення факторів.

План-матрицю повного факторного експерименту (ПФЕ 2^3) наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – План-матриця ПФЕ 2^3

№	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
7	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Результати дослідів за повторностями та обчислені середні значення й вибіркві дисперсії наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Результати експериментальних досліджень

№	Дослідні значення $\bar{y}_i$, мм за повторностями			Середнє $\bar{y}_i$, мм	Дисперсії $S^2_{y_i}$
	I	II	III		
1	94	98	102	98	0,16
2	145	148	151	148	0,09
3	118	121	124	121	0,09
4	172	176	180	176	0,16
5	116	119	122	119	0,09
6	170	174	178	174	0,16
7	142	145	148	145	0,09
8	201	205	209	205	0,16

Однорідність дисперсій (відтворюваність дослідів) перевіряли за критерієм Кохрена і встановили, що досліді є відтворюваними, оскільки виконується умова:

$$G = 0,16 < G(0,05; 8; 2) = 0,5157. \quad (2)$$

Після проведення розрахунків коефіцієнтів, нами отримано рівняння регресії

$$Y = 149,4 + 26,4 x_1 + 12,4 x_2 + 13,6 x_3 + 2,4 x_1 x_2 + 0,1 x_1 x_3 - 0,4 x_2 x_3. \quad (3)$$

Перевіривши значущість коефіцієнтів за критерієм Стюдента, виявили, що попарна взаємодія факторів не впливає на процес, тому скоротили отримане рівняння до вигляду

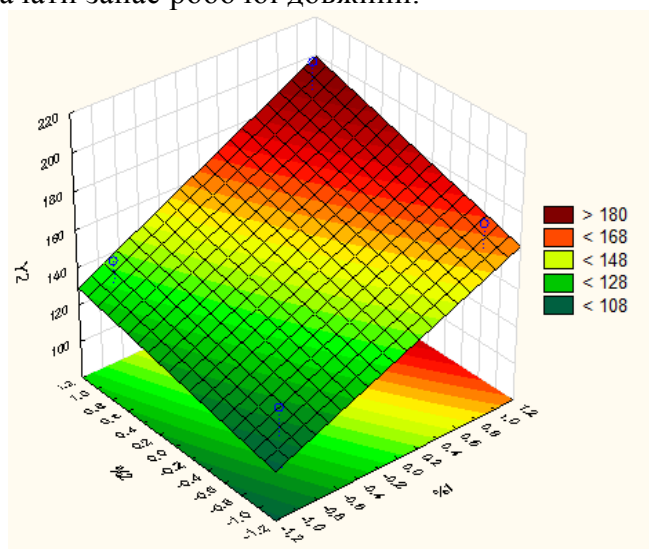
$$Y = 149,4 + 26,4 x_1 + 12,4 x_2 + 13,6 x_3. \quad (4)$$

Адекватність моделі перевіряли за критерієм Фішера і встановили, що побудована модель адекватно описує досліджуваний процес, оскільки виконується умова:

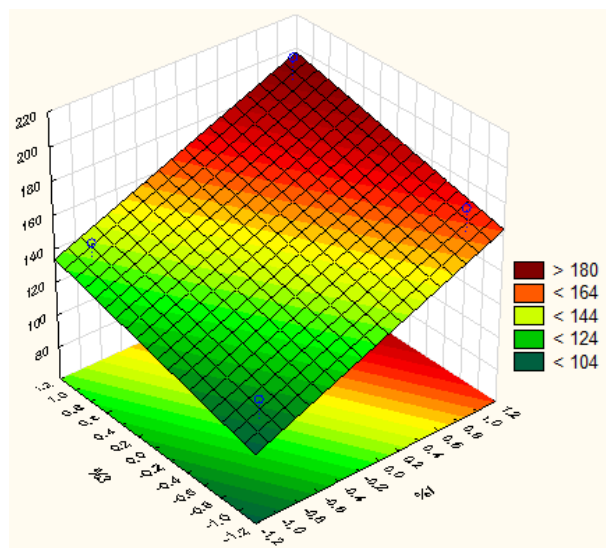
$$F = 1,77 < F(0,05; 4; 16) = 3,01. \quad (5)$$

Аналіз рівняння (4) показує, що всі три фактори збільшують потрібну робочу довжину решета. Найбільший вплив справляє подача зернового матеріалу, що пояснюється зростанням товщини шару, в результаті чого нижні зерна довше досягають робочої поверхні, що подовжує зону сепарування. Вплив кута нахилу пояснюється збільшенням швидкості і скороченням часу контакту зерна з решетом за більших кутів. Підвищення вологості передбачувано погіршує плинність і просіюваність зерна, внаслідок чого для завершення сепарування потрібна більша довжина решета.

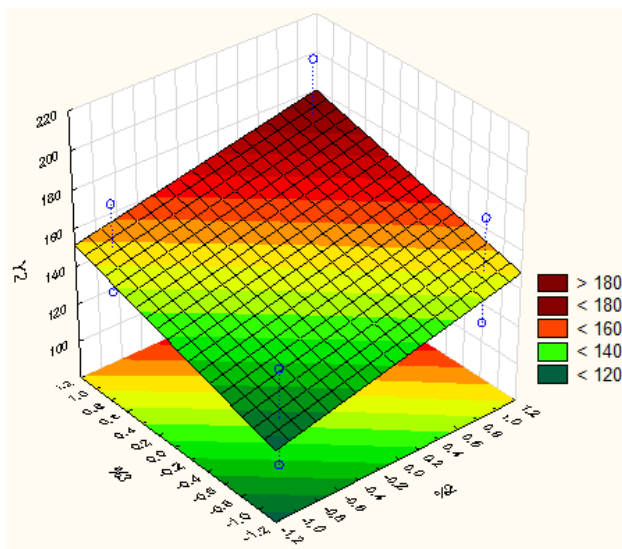
Побудовані поверхні відгуку (рис.3) дозволяють наочно спостерігати отримані закономірності і підтверджують монотонне зростання робочої довжини решета з підвищенням усіх трьох факторів. Найменша робоча довжина – близько 100 мм досягається за мінімальних значень подачі, кута нахилу та вологості, найбільша – понад 200 мм – за їх максимальних значень. З огляду на це раціональні параметри струнного решета доцільно обирати в зоні нижніх рівнів факторів за умови забезпечення потрібної продуктивності машини, а для роботи з вологим зерном слід передбачати запас робочої довжини.



a)



б)



в)

Рисунок 3 – Поверхні відгуку довжини решета від діючих факторів:
 а – від подачі x_1 і кута нахилу x_2 ; б – від подачі x_1 і вологості x_3 ; в – кута нахилу x_2
 вологості x_3

Джерело: розроблено автором

Висновки.

1. Методом повного факторного експерименту ПФЕ 2^3 експериментально встановлено вплив подачі зернового матеріалу, кута нахилу решета та вологості зерна на робочу довжину струнного решета й отримано адекватне рівняння регресії.

2. Усі три фактори збільшують потрібну робочу довжину решета; найбільший вплив справляє подача матеріалу, тоді як вплив вологості зерна сумірний із впливом кута нахилу. Підвищення вологості з 12 до 16 % збільшує робочу довжину приблизно на 10%, що необхідно враховувати під час проектування решіт для роботи з вологим зерном.

3. У дослідженій області робоча довжина струнного решета змінюється в межах 9,8–20,5 см; раціональні параметри доцільно обирати в зоні нижніх рівнів факторів за збереження потрібної продуктивності машини.

Список літератури

1. Koban Y., Vasylykovskiy O., Luzan P., Petrenko D. Ensuring grain cleaning in blackout conditions: substitution and minimization of energy consumption of air and sieve separation of grain materials. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2026. Вип. 1 (132). С. 67–72. DOI: <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2026-1-6>
2. Stepanenko, S., & Kotov, B. Theoretical research of separation process grain mixtures. *Machinery & Energetics*. 2019. 10(4), 137–143. DOI: 10.31548/machenergy.2019.04.147-153.
3. Vasylykovskiy O., Vasylykovska K., Luzan P., Korol S. (2025). Analysis of the energy performance of a centrifugal pneumatic sieve separator. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 77(3). 1414–1422. (DOI: <https://doi.org/10.35633/inmateh-77-113>)
4. Аналіз конструкцій плоских решіт зерноочисних машин / Бажан І. М., Олексієнко Д. С., Васильковський О. М., Лещенко С. М. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції»*. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С. 57–59.
5. Бажан І.М., Васильковський О.М., Лещенко С.М. Підвищення ефективності решітної сепарації зерна. *The 9th International scientific and practical conference “Modern science: trends, challenges, solutions”*. Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom. 2026. P. 113–120. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2026/04/MODERN-SCIENCE-TRENDS-CHALLENGES-SOLUTIONS-9-11.04.26.pdf#page=113>
6. Васильковський О. М. Розробка конструкції та обґрунтування параметрів відцентрового решітного сепаратора зерна: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. Кіровоград, 2001. 18 с.
7. Васильковський О. М., Васильковський М. І., Осипов І.М. Обґрунтування ширини робочого каналу решета інерційного прямоточного сепаратора. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. збірник*. Кіровоград : КДТУ. 2002. Вип. 32. С. 121–124.
8. Васильковський О. М., Лещенко С. М., Мороз С. М., Петренко Д. І., Нестеренко О. В. Попередні дослідження струнного решета. *Modern science: innovations and prospects. Proceedings of the 14th International scientific and practical conference. SSPG Publish, Stockholm, Sweden*. 2022. pp. 276–284. URL: <https://sci-conf.com.ua/xiv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-science-innovations-and-prospects-16-18-10-2022-stokholm-shvetsiya-arhiv/>
9. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Підручник дослідника: навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Харків : Мачулін, 2016. 204 с.
10. Васильковський О.М., Васильковський М.І., Осипов І.М. Обґрунтування принципової схеми високопродуктивного сепаратора зерна. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. збірник*. 2002. Вип. 32. С. 135–140.
11. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Петренко Д.І., Мороз С.М., Нестеренко О.В. Попередні дослідження пасивного струнного решета. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб*. Вип. 52. 2022. С. 73-80. (DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.73-80>)
12. Волик Д., Гур'євська О., Васильковський О. Результати експериментального дослідження пасивного струнного решета. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції»*. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. С. 58-61.
13. До створення концепції «ідеального» решета зернового сепаратора / Васильковський О. М., Лещенко С. М., Мороз С. М., Нестеренко О. В. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб*. Вип. 50. 2020. С. 52–58. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.52-58>.
14. Завгородній О.І. Наукові основи процесів очищення отворів решіт зерноочисних машин: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. Харків, 2001. 37 с.
15. Інтенсифікація процесу сепарації зерна на плоскому колиальному решеті із зигзаговидним розташуванням отворів / Бажан І.М., Васильковський О.М., Лещенко С.М., Амосов В.В. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб*. Вип. 54. 2024. С. 192–202. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2024.54.192-202>.
16. Котов Б. І., Степаненко С. П., Пастушенко М. Г. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерно матеріалів. *Конструювання, виробництво та*

- експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. 2003. Вип. 33. С.53–59.
17. Кришко М.В., Васильковський О.М. Аналіз переваг і недоліків струнних решіт зерноочисних машин. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції»*. Кропивницький: ЦНТУ. 2025. С. 11–13. URL: <https://kntu.kr.ua/file/content/19401/zbirnyk-tez.pdf#page=11>
 18. Кришко М., Олексієнко Д., Васильковський О. Визначення необхідної довжини пасивного струнного решета. *Матеріали VI міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Інновації: теорія і практика»*. Кропивницький : АПН, 2025. С. 16–19. URL: <https://apn.biz.ua/edition>
 19. Мороз С. М., Васильковський М. І., Васильковський О. М. Обґрунтування діаметрів стержнів пруткового решета. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. 2004. Вип. 14. С. 72–78.
 20. Мороз С. М., Васильковський М.І., Васильковський О.М. До визначення довжини пруткового решета. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб.* 2003. Вип. 33. С. 121–124.
 21. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки : навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. Харків : Мачулін, 2019. 164 с.
 22. Переверзев А.В., Бажан І.М., Васильковський О.М. Визначення довжини плоского решета. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції»*. Кропивницький : ЦНТУ, 2025. С. 18–21. URL: <https://kntu.kr.ua/file/content/19401/zbirnyk-tez.pdf#page=18>
 23. Підвищення ефективності попереднього очищення зернових сумішей / С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, М.І. Васильковський, В.В. Гончаров . *Сільськогосподарські машини*: зб. наук. ст. Вип. 18. Луцьк: ред. вид. відділ ЛНТУ, 2009. С. 230–234.
 24. Підвищення ефективності роботи зерноочисних машин загального призначення / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, М.М. Косінов та ін. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб.* 2001. Вип. 30. С. 71–74.
 25. Розробка нової конструкції пневморешітної зерноочисної машини. Том 1. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора / В.М. Сало та ін. Кіровоград : СПД ФО Лисенко В.Ф., 2014. 108 с.

References

1. Koban, Y., Vasylovskiy, O., Luzan, P., & Petrenko, D. (2026). Ensuring grain cleaning in blackout conditions: substitution and minimization of energy consumption of air and sieve separation of grain materials. *Tekhnika, Enerhetyka, Transport APK*, Issue 1 (132), 67–72. DOI: <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2026-1-6>
2. Stepanenko, S., & Kotov, B. (2019). Theoretical research of separation process grain mixtures. *Machinery & Energetics*, 10 (4), 137–143. DOI: 10.31548/machenergy.2019.04.147-153
3. Vasylovskiy, O., Vasylovskaya, K., Luzan, P., Korol, S. (2025). Analysis of the energy performance of a centrifugal pneumatic sieve separator. *INMATEH – Agricultural Engineering*. Vol. 77, No. 3. P. 1414–1422. DOI: <https://doi.org/10.35633/inmateh-77-113>
4. Bazhan, I. M., Oleksiienko, D. S., Vasylovskiy, O. M., & Leshchenko, S. M. (2023). Analysis of flat sieve designs of grain-cleaning machines. *Materialy Vseukrainskoi naukovopraktychnoi konferentsii "Dosiahnennia ta perspektyvy haluzi vyrobnytstva, pererobky i zberihannia silskohospodarskoi produktsii"*. Kropyvnytskyi: TsNTU, P. 57–59. [in Ukrainian].
5. Bazhan, I. M., Vasylovskiy, O. M., & Leshchenko, S. M. (2026). Improving the efficiency of sieve separation of grain. *The 9th International scientific and practical conference "Modern science: trends, challenges, solutions"*. Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom, P. 113–120. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2026/04/MODERN-SCIENCE-TRENDS-CHALLENGES-SOLUTIONS-9-11.04.26.pdf#page=113> [in Ukrainian].
6. Vasylovskiy, O. M. (2001). *Development of the design and substantiation of parameters of a centrifugal sieve grain separator*. Extended abstract of candidate's thesis. Kirovohrad [in Ukrainian].
7. Vasylovskiy, O. M., Vasylovskiy, M. I., & Osypov, I. M. (2002). Substantiation of the working channel width of the sieve of an inertial straight-flow separator. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn: Zahalnodержavnyi mizhvidomchyi naukovotekhnichniy zbirnyk*, 32, 121–124. [in Ukrainian].
8. Vasylovskiy, O. M., Leshchenko, S. M., Moroz, S. M., Petrenko, D. I., & Nesterenko, O. V. (2022). Preliminary studies of a string sieve. *Modern science: innovations and prospects. Proceedings of the 14th*

- International scientific and practical conference*. SSPG Publish, Stockholm, Sweden, P. 276–284. URL: <https://sci-conf.com.ua/xiv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-science-innovations-and-prospects-16-18-10-2022-stokgolm-shvetsiya-arhiv/> [in Ukrainian].
9. Vasylovskiy, O., Leshchenko, S., Vasylovskaya, K., & Petrenko, D. (2016). *Researcher's handbook: a study guide for students of agrotechnical specialties*. Kharkiv : Machulin [in Ukrainian].
 10. Vasylovskiy, O. M., Vasylovskiy, M. I., & Osypov, I. M. (2002). Substantiation of the schematic diagram of a high-performance grain separator. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn: Zahalnodierzhavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, 32, 135–140. [in Ukrainian].
 11. Vasylovskiy, O. M., Leshchenko, S. M., Petrenko, D. I., Moroz, S. M., Nesterenko, O. V. (2022). Preliminary studies of a passive string sieve. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn. Zahalnodierzhavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, 52, 73–80. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.73-80> [in Ukrainian].
 12. Volyk, D., Hurievska, O., & Vasylovskiy, O. (2022). Results of an experimental study of a passive string sieve]. *Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Dosiahnennia ta perspektyvy haluzi vyrobnytstva, pererobky i zberihannia silskohospodarskoi produktsii"*. Kropyvnytskyi : TsNTU, P. 58–61. [in Ukrainian].
 13. Vasylovskiy, O. M., Leshchenko, S. M., Moroz, S. M., & Nesterenko, O. V. (2020). Towards the concept of an "ideal" sieve of a grain separator. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn: Zahalnodierzhavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, 50, 52–58. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.52-58> [in Ukrainian].
 14. Zavhorodnii, O. I. (2001). *Scientific foundations of the processes of cleaning the openings of grain-cleaning machine sieves*. Extended abstract of doctor's thesis. Kharkiv [in Ukrainian].
 15. Bazhan, I. M., Vasylovskiy, O. M., Leshchenko, S. M., & Amosov, V. V. (2024). Intensification of the grain separation process on a flat oscillating sieve with a zigzag arrangement of openings. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn: Zahalnodierzhavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, 54, 192–202. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2024.54.192-202> [in Ukrainian].
 16. Kotov, B. I., Stepanenko, S. P., Pastushenko, M. H. (2003). Trends in the development of machine and equipment designs for cleaning and sorting grain materials. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn: Zahalnodierzhavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, 33, 53–59. [in Ukrainian].
 17. Kryshko, M. V., & Vasylovskiy, O. M. (2025). Analysis of advantages and disadvantages of string sieves of grain-cleaning machines. *Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Dosiahnennia ta perspektyvy haluzi vyrobnytstva, pererobky i zberihannia silskohospodarskoi produktsii"*. Kropyvnytskyi : TsNTU, P. 11–13. URL: <https://kntu.kr.ua/file/content/19401/zbirnyk-tez.pdf#page=11> [in Ukrainian].
 18. Kryshko, M., Oleksiienko, D., & Vasylovskiy, O. (2025). Determination of the required length of a passive string sieve. *Materialy VI mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii "Innovatsii: teoriia i praktyka"*. Kropyvnytskyi : APN, P. 16–19. URL: <https://apn.biz.ua/edition> [in Ukrainian].
 19. Moroz, S. M., Vasylovskiy, M. I., & Vasylovskiy, O. M. (2004). Substantiation of the rod diameters of a bar sieve. *Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia*, 14, 72–78. [in Ukrainian].
 20. Moroz, S. M., Vasylovskiy, M. I., & Vasylovskiy, O. M. (2003). On determining the length of a bar sieve. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn: Zahalnodierzhavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, 33, 121–124. [in Ukrainian].
 21. Vasylovskiy, O. M., Leshchenko, S. M., Vasylovskaya, K. V., & Petrenko, D. I. (2019). *Fundamentals of scientific research. First scientific steps*. Kharkiv : Machulin [in Ukrainian].
 22. Pereverziev, A. V., Bazhan, I. M., & Vasylovskiy, O. M. (2025). Determination of the length of a flat sieve. *Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Dosiahnennia ta perspektyvy haluzi vyrobnytstva, pererobky i zberihannia silskohospodarskoi produktsii"*. Kropyvnytskyi : TsNTU, P. 18–21. URL: <https://kntu.kr.ua/file/content/19401/zbirnyk-tez.pdf#page=18> [in Ukrainian].
 23. Leshchenko, S. M., Vasylovskiy, O. M., Vasylovskiy, M. I., & Honcharov, V. V. (2009). Improving the efficiency of preliminary cleaning of grain mixtures. *Silskohospodarski mashyny: zb. nauk. st.*, 18, 230–234. [in Ukrainian].
 24. Vasylovskiy, M. I., Vasylovskiy, O. M., Kosinov, M. M. et al. (2001). Improving the performance of general-purpose grain-cleaning machines. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn: Zahalnodierzhavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, 30, 71–74. [in Ukrainian].

25. Salo, V. M. et al. (2014). Development of a new pneumatic-sieve grain-cleaning machine design. Vol. 1. Substantiation of the conveyor-separator parameters. Kirovohrad : SPD FO Lysenko V. F. [in Ukrainian]

Mykhailo Kryshko

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Experimental Studies of the Operation of a String Sieve

This paper is devoted to the experimental determination of the optimal working length of the string screen in a grain cleaning machine. String screens are promising separation elements due to the self-cleaning nature of their working surface, low metal content and reduced susceptibility to clogging compared to perforated screens; however, their optimal dimensions depend significantly on operating conditions.

The aim of the study was to determine the influence of grain feed rate, screen inclination angle and grain moisture content on the working length of the string screen required to complete the separation process. The study was carried out using a full factorial experiment of the PFE 2³ type. The reproducibility of the results was confirmed using the Cochran criterion, the statistical significance of the coefficients using the Student's t-test, and the adequacy of the model using the Fisher criterion.

An adequate regression equation was obtained, describing the dependence of the required working length of the sieve on the variable factors. It was established that material feed rate has the greatest influence, whilst grain moisture content and the angle of inclination of the sieve have a lesser influence. It was found that an increase in all factors impairs the grain sieving process, increasing the required working length of the sieve. The results can be used to justify the design parameters of string screens in grain cleaning machines.

string screen, working length, grain separation, grain moisture content, full factorial experiment, regression equation, response surface

Одержано (Received) 18.06.2026

Прорецензовано (Reviewed) 25.06.2026

Прийнято до друку (Approved) 26.06.2026

УДК 631.816.3

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2026.56.69-77>

О. М. Кобець, доц., канд. техн. наук, Є. І. Лепеть

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

e-mail: sadjem1990@gmail.com

Результати порівняльних досліджень пристрою для внесення РМД

Якість поверхневого розподілу агрохімікатів є визначальним чинником ресурсозбереження та екологічної безпеки в рослинництві. Роботу присвячено вирішенню науково-технічної суперечності між необхідністю підтримання регламентованої дисперсності розпилу та деструктивним впливом вітрового навантаження на штангу обприскувача. Представлено результати порівняльних досліджень функціонування базових розпилювачів (РД-4,0, RD.05.SD5-b) та розробленого комбінованого пристрою для внесення рідких мінеральних добрив. На основі розробленого алгоритму бінаризації та сегментації відбитків часток у середовищі Fiji (ImageJ) оцінено фундаментальні параметри осадження: кількість активних плям, інтегральний відсоток покриття, середню площу відбитка та діаметр за Фере. Встановлено, що запропоновані технічні рішення демонструють високу експлуатаційну адаптивність. Визначено, що комбінований дефлекторний пристрій мінімізує падіння коефіцієнта покриття поверхні до 3% при переході у відкрите поле, а комбінований струменевий пристрій зменшує процеси коагуляції та деструктивного гідродару часток. Результати досліджень підтверджують працездатність розробленого пристрою під час стендових та виробничих випробувань.

рідкі мінеральні добрива, комбінований пристрій, розпилювач, водочутливий папір, ImageJ, щільність покриття, штанговий обприскувач, факел розпилу, коагуляція краплин