УДК 631.331.1.024.2/.3

Соловей В. І.
здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
кафедра землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *victor023@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-3099-4056*

Рудь А. В.
доктор філософії в галузі технічних наук,
завідувач кафедри агроінженерії і системотехніки
імені Михайла Самокиша,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *anatoliyrudj@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-7206-7103*

Грушецький С. М.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри агроінженерії і системотехніки
імені Михайла Самокиша,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *g.sergiy.1969@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-0487-6152*

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДОЗАТОРА ДЛЯ ВИСІВУ НАСІННЯ СОЇ

Анотація

Висів насіння є одним із найважливіших етапів у процесі вирощування сільськогосподарських культур, включаючи сою, яка є ключовою культурою для виробництва олії, кормів та інших продуктів. Точність висіву відіграє критичну роль у забезпеченні оптимального росту і розвитку рослин. Неправильний або нерегулярний висів може призвести до низької врожайності, нерівномірного розвитку рослин та збільшення витрат на обробку поля. Важливість точного висіву: оптимальне розподіл насіння, запобігання конкурентному зростанню, підвищення ефективності використання ресурсів, покращення стійкості до хвороб і шкідників, зменшення витрат на роботу. Дослідження сприятиме розвитку нових технологій у сільському господарстві та підвищить ефективність використання насіння. Відповідно, метою теоретичних досліджень робочого процесу дозатора для висіву насіння сої є аналіз і моделювання механізмів дозування з метою підвищення точності і ефективності процесу висіву. Оцінка конструктивних особливостей і робочих параметрів дозатора дозволить виявити оптимальні рішення для покращення якості висіву та забезпечення стабільного і високого врожаю.

У статті представлені результати теоретичних досліджень робочого процесу дозатора для висіву насіння сої. Визначено основні проблеми, пов'язані з точністю дозування та рівномірністю висіву, а також проаналізовано вплив конструктивних і технологічних параметрів дозатора на ефективність процесу. В рамках дослідження розглянуто різні моделі та механізми дозування, а також їх вплив на якість висіву і кінцевий врожай. Теоретичне моделювання дозволило виявити оптимальні умови роботи дозатора, що забезпечують точність висіву та раціональне використання ресурсів. Визначені основні параметри дозатора, що висіває, необхідні для його виготовлення: розміри і форма комірок, швидкість обертання диска і крильчатки, а також різницю швидкостей їх обертання. Результати дослідження сприяють удосконаленню технологій висіву насіння сої та підвищенню ефективності агрономічних процесів.

Основні положення та результати теоретичного дослідження робочого процесу дозатора насіння принципово нової конструкції можуть використовуватися під час обґрунтування інтервалів та рівнів варіювання конструктивних, технологічних і режимних параметрів дозатора під час його дослідження за допомогою методів теорії планування експериментів.

Ключові слова: *дозатор, висів, насіння сої, робочий процес, теоретичні дослідження, точність дозування, конструктивні особливості.*

Вступ. Висів насіння є одним із найважливіших етапів у процесі вирощування сільськогосподарських культур, включаючи сою, яка є ключовою культурою для виробництва олії, кормів та інших продуктів. Точність висіву відіграє критичну роль у забезпеченні оптимального росту і розвитку рослин. Неправильний або нерегулярний

© Соловей В. І., Рудь А. В., Грушецький С. М., 2024
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3.16

висів може призвести до низької врожайності, нерівномірного розвитку рослин та збільшення витрат на обробку поля [1–10].

Важливість точного висіву [11–14]:

– оптимальне розподіл насіння. Рівномірний висів забезпечує однакову густоту посівів, що дозволяє кожній рослині отримувати достатню кількість світла, води та поживних речовин. Це сприяє формуванню здорового і продуктивного врожаю;

– запобігання конкурентному зростанню. Точний висів допомагає уникнути ситуацій, коли рослини конкурують за ресурси, що може негативно вплинути на їхній ріст і розвиток. Це також допомагає зменшити витрати на додаткову обробку та догляд;

– підвищення ефективності використання ресурсів. Рівномірний висів сприяє раціональному використанню насіння, води, добрив та інших агрономічних ресурсів. Це допомагає знизити витрати і підвищити економічну ефективність вирощування;

– покращення стійкості до хвороб і шкідників. Рівномірний висів дозволяє створити однорідне середовище для рослин, що зменшує ризик розвитку епідемій хвороб і шкідників;

– зменшення витрат на роботу. Автоматизовані та точні системи висіву можуть зменшити потребу в ручній праці та забезпечити високий рівень точності, що є важливим аспектом для великих агрокомпаній.

Таким чином, точний висів є невід'ємною частиною успішного сільськогосподарського виробництва, і розробка ефективних дозаторів для висіву насіння сої має важливе значення для підвищення продуктивності та економічності аграрного сектору. Дослідження сприятиме розвитку нових технологій у сільському господарстві та підвищить ефективність використання насіння.

Мета. Метою теоретичних досліджень робочого процесу дозатора для висіву насіння сої є аналіз і моделювання механізмів дозування з метою підвищення точності і ефективності процесу висіву. Оцінка конструктивних особливостей і робочих параметрів дозатора дозволить виявити оптимальні рішення для покращення якості висіву та забезпечення стабільного і високого врожаю.

Виклад основного матеріалу дослідження. У конструкціях вітчизняних та зарубіжних однозернових висівних апаратів процес западання насіння в комірки здійснюється під дією сили тяжіння, що зумовлює порівняно низьку продуктивність апаратів. Підвищення швидкості руху комірок під шаром насіння обмежується погіршенням заповнюваності комірок у зв'язку із зменшення часу контакту між насінням та коміркою [15; 16; 17; 18].

В дозаторах для висіву насіння просапних культур і зокрема сої, у яких горизонтальна вісь обертання диска, із збільшенням частоти обертання диска різко збільшується відцентрова сила, яка протидії руху насіння в комірку. Тому в цих дозаторах комірки висівного диска заповнюється насінням лише на швидкостях обертання диска, що не перевищують 0,2–0,3 м/с [16].

У таких дозаторах висівний диск є і вибираючим і висівним органом, що перешкоджає підвищенню якості розподілу насіння в борозні, оскільки швидкість $V_н$ виходу насіння з комірок має бути близькою до швидкості $V_а$ посівного агрегату, тобто насіння до точки вивантаження на дно борозни має підводитися зі швидкістю, що рівна по модулю і протилежна за напрямком швидкості руху насіння. В результаті насіння подається в борозну з нульовою швидкістю відносно поверхні ґрунту. При цьому покращується стабільність траєкторії польоту насіння в борозну. Ці умови висіву забезпечуються в дозаторах насіння вертикально-дискового типу шляхом застосування внутрішнього заповнення комірок, коли насіння подається у внутрішню порожнину диска. Саме така принципова нова конструкція дозатора насіння сої захищена патентом № 156591 [7] (рис. 1).

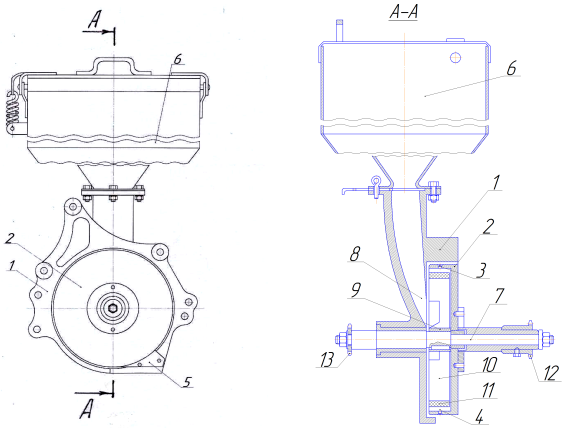

Рис. 1. Дозатор насіння сої з внутрішнім заповненням комірок висівного диска насінням: 1 – корпус; 2 – висівний диск; 3 – комірка; 4 – кільцева проточка; 5 – клиновий виштовхувач; 6 – насіннєвий бункер; 7 – вісь; 8 – вхідний отвір; 9 – крильчатка; 10 – лопаті; 11 – еластичні накладки; 12, 13 – приводні зірочки

У дозаторах такої конструкції заповнення комірків диска насінням здійснюється під дією відцентрової сили $F_в$ і сили тяжкості G. Насіння в порожнині диска, що висіває, рухаються до внутрішньої комірчастої поверхні диска по лопатях крильчатки. При цьому колова швидкість забезпечується незалежним приводом диска і крильчатки.

Технологічний процес роботи дозатора відцентрової дії проходить у такій послідовності. Насіння з бункера під дією сили тяжіння надходить в порожнину висівного диска через круглий отвір М (рис. 2) в корпусі дозатора.

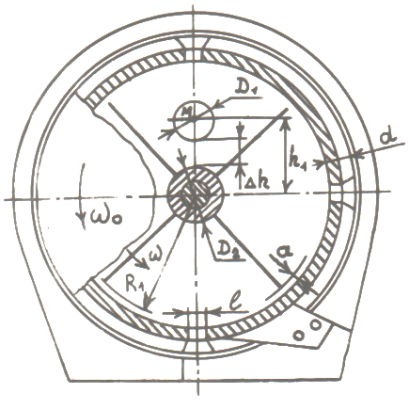

Рис. 2. Технологічна схема роботи дозатора насіння сої

Діаметр D_1 отвору насіннєвого каналу прийнятий рівним 35 мм з умови, що обґрунтована Семеновим Л. І., з якої випливає, що проходження насіння відбувається без особливих затримок, якщо

$$\frac{r_1}{4\sqrt{BC}} \geq 1, \quad (1)$$

або

$$\frac{r_1}{4\sqrt{2D}} \geq 1, \quad (2)$$

де r_1 – половина радіуса отвору, мм;

BC – відповідно ширина і товщина насінини (рис. 3);

D – діаметр насінини (рис. 3).

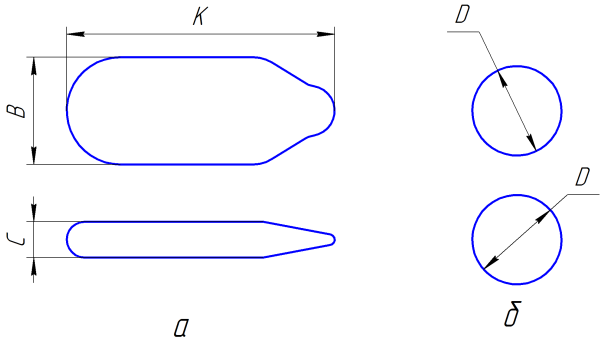

Рис. 3. Параметри насіння:
а) насіння кукурудзи; б) насіння сої; В – довжина; С – ширина; К – товщина; D – діаметр

За таких умов переріз отвору повинен знаходитись у межах 624–1134 мм^2. В дозаторі площа поперечного перерізу насіннєвого каналу дорівнює 961,6 мм^2, що забезпечує вільне проходження насіння. Крім того, насіння має властивість переміщатися поздовжньою віссю у напрямку руху і має при цьому можливість займати більш вигідне положення для проходу через вузький отвір.

Зовнішній діаметр D_2 втулки крильчатки 35 мм; висота h_1 розташована центру вхідного отвору насіннєвого каналу прийнята такою, що величина $\Delta h = 0$. Колова швидкість V крильчатки менша за колову швидкість V_0 висівного диска на $\Delta V = V_0 – V = 0{,}2$ м/с, що забезпечує ковзання насіння по внутрішній комірковій поверхні диска. Зовнішній радіус R_1 крильчатки прийнятий рівним 85 мм (без урахування контактного зазору а = 1 між кінцями лопаті та внутрішньою поверхнею диска). Товщина d висівного диска прийнята рівною 6 мм; довжина l комірки – 10 мм [7].

У таблиці 1 представлені параметри швидкісного режиму роботи дозатора насіння принципово нової конструкції.

Таблиця 1. Швидкісний режим роботи дозатора насіння принципово нової конструкції

Параметри	Числове значення				
n_0, хв$^{-1}$	176	224	280	328	379
ω_0, рад/с	18,42	23,44	29,30	34,33	39,67
V_0, м/с	1,75	2,22	2,78	3,26	3,76
n, хв$^{-1}$	156	203	259	308	358
ω, рад/с	16,33	21,25	27,12	32,24	37,47
V, м/с	1,55	2,02	2,58	3,06	3,56

У таблиці 1 позначено:

n_0, ω_0, V_0 – відповідно частота, кутова швидкість та колова швидкість обертання висівного диска;

n, ω, V – те ж саме для крильчатки.

Після виходу з насіннєвого каналу насіння потрапляє під вплив лопатей крильчатки, яка обертається і виконує дві функції: надає насінню відцентрову силу і відносну швидкість ΔV ковзання по комірковій поверхні диска, величину якої можна регулювати. Обидва ці фактори створюють сприятливі умови для надійного западання насіння в комірки висівного диска.

Теоретичні дослідження роботи дозатора насіння та їх аналіз вимагають розгляду руху насіння по лопаті крильчатки, що дасть можливість визначити основні параметри його роботи.

Насіння після западання в комірку висівного диска транспортується останнім до висівного вікна, притискається при цьому відцентровою силою $F_в$ до внутрішньої поверхні корпусу дозатора.

Після виходу з комірки диска, що висіває, насіння проходить у висівне вікно (рис. 4) корпусу дозатора.

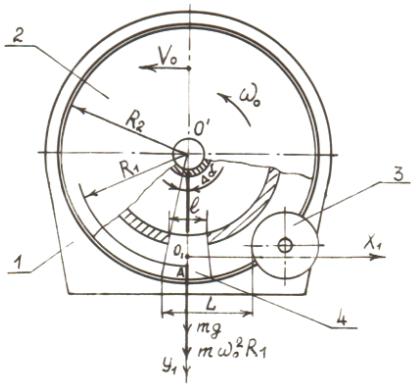

Рис. 4. Схеми сил, що діють на насіння під час руху та виходу його з комірки висівного диска: 1 – корпус; 2 – висівний диск; 3 – відбивний ролик; 4 – комірка

Для визначення довжини L висівного вікна складаємо диференціальне рівняння руху насіння в комірці, спроектувавши діючі сили на вісь y_1 (див. рис. 4).

$$m\ddot{y}_1 = m(g + \omega_0^2 R_1). \tag{3}$$

Скоротивши ліву і праву частину рівняння (3) на m, отримано

$$\ddot{y}_1 = g + \omega_0^2 R_1. \tag{4}$$

Інтегруємо рівняння (4) двічі по t

$$\dot{y}_1 = k_1 t_1 + C_3, \tag{5}$$

$$y_1 = 0{,}5 k_1 t_1^2 + C_3 t_1 + C_4. \tag{6}$$

де $k_1 = g + \omega_0^2 R_1$..

Постійні C_3 та C_4 визначаємо за початковими умовами: при $t_1 = 0$, $y_1 = 0$ та $\dot{y}_1 = 0$. З урахуванням початкових умов величини C_3 та C_4 дорівнюватимуть $C_3 = 0$, $C_4 = 0$. Тоді (5) і (6) запишуться:

$$\dot{y}_1 = k_1 t_1, \tag{7}$$

$$y_1 = 0{,}5 k_1 t_1^2. \tag{8}$$

Зважаючи на величину O_1A, нехтуємо зміною відцентрової сили, обчислюючи її за виразом

$$F_ц = m\omega_0^2 R_1, \tag{9}$$

де $R_1 = O'O_1 + 0{,}5 O_1 A = 102{,}18 + 0{,}5 \times 2{,}82 = 103{,}59$ мм (точка O_1 – початок координат – розташована посередині глибини комірки).

Насіння вийде з комірки, за умови, що опуститься вниз на половину її глибини, тобто

$$y_1 = O_1A = 0{,}5C, \tag{10}$$

де С – розмір насіння (товщина насіння). С = 4,65 мм.

Визначаємо швидкість $\dot{y}_1$ та час t виходу насіння з комірки (7) і (8). Горизонтальна швидкість по модулю дорівнюватиме

$$\ddot{x}_1 = \omega_0 R_2, \tag{11}$$

де $R_2 = O'A$ – радіус висівного диска.

Швидкість $\dot{x}_1$ перпендикулярна до O'A; кут $\Delta l = \omega_0 t_1$

Допускаємо, що $y_1 = C$, тоді отримуємо

$$t_1 = \sqrt{\frac{C}{0.5k_1}}. \tag{12}$$

Отже, скориставшись формулою (12) визначаємо час виходу насіння з комірки.

Висновки:

1. З теоретичних досліджень підвищення заповнюваності комірок висівного диска та рівномірності розподілу насіння вздовж рядка випливає, що в існуючих конструкціях однозернових висівних апаратів процес западання насіння в комірки диска здійснюється, в основному, під дією сили тяжіння, що зумовлює порівняно низьку їх продуктивність.

2. Висів насіння просапних культур (кукурудзи, сої та ін.) на високих робочих швидкостях з рівномірним розподілом насіння можливий шляхом застосування внутрішнього заповнення комірок, при якому насіння подається у внутрішню порожнину вертикального диска, а тому насіння западає в комірки не тільки під дією сили тяжіння, але й відцентрової сили $F_в$.

3. Лопатева крильчатка забезпечує ковзання насіння по внутрішній поверхні висівного диска з певною швидкістю, що забезпечує найкраще западання їх в комірки і створює відцентрову силу, яка сприяє швидкому руху насіння в комірку.

На підставі цих закономірностей розроблено конструкцію швидкісного відцентрового однозернового дозатора, принципова новизна якою підтверджена патентом № 156591.

4. У результаті теоретичного дослідження визначені основні параметри дозатора насіння, що висіває, необхідні для його виготовлення: розмір і форма комірок, швидкість обертання диска і крильчатки, а також різницю швидкостей їх обертання.

Основні положення та результати теоретичного дослідження робочого процесу дозатора насіння принципово нової конструкції можуть використовуватися під час обґрунтування інтервалів та рівнів варіювання конструктивних, технологічних і режимних параметрів дозатора при його дослідженні за допомогою методів теорії планування експериментів.

Список використаних джерел

1. Амосов В. В. Обґрунтування параметрів універсального висівного апарата для просапних культур : дис. … канд. техн. наук: 05.05.11. КНТУ. Кіровоград, 2007. 131 с.

2. Бабич А. О., Бахмат М. І., Бахмат О. М. Соя : агроекологічні основи вирощування, переробки і використання : навч. посіб. Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2013. 268 с.

3. Бахмат О. М. Агробіологічні основи формування врожаю насіння сої в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 122–128.

4. Вплив способів посіву і норм висіву на врожайні властивості насіння сої / А. П. Маркевич та ін. : Матеріали III Всеукр. конференції *«Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі»*. Вінниця, 2000. С. 39–40.

5. Гевко Б. М. Математична модель руху зерна по рухомим поверхням висівних апаратів. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету.* 2012. № 11. С. 113–118.

6. Грушецький С. М., Омельянов О. М. Аналіз та перспективи технологічних і конструктивних особливостей посівних машин. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* Вінниця, 2022. № 2 (117)/2022. С. 25–33. https://doi.org/10.37128/2520-6168-2022-2-3.

7. Дозатор насіння сої : пат. 156591 Україна : МПК (2024.01) A01C7/04. № u202300998; заявл. 13.03.2023; опубл. 17.07.2024, Бюл. № 29/2024. 5 с. URL: https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1808972/.

8. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієць Д. В. Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 74–78.

9. Котов Б. І., Степаненко С. П., Калініченко Р. А., Рудь А. В., Грушецький С. М. Визначення характеристик руху зерна за наявності сил сухого тертя й опору середовища. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : загальнодержавний збірник / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2022. Вип. № 15 (114). С. 81–87. https://doi.org/10.37204/0131-2189-2022-15-9.

10. Математичне моделювання руху зернового матеріалу на поверхні віброживильника за умови введення його в аспіраційний канал сепаратора / Степаненко С. П., Котов Б. І., Рудь А. В., Грушецький С. М. *Журнал «Вібрації в техніці та технологіях»* № 2 (101) Вінниця, 2021. С. 143–155. https://doi.org/10.37128/2306-8744-2021-2.

11. Мигаль І. Б. Формування продуктивності сої залежно від біологічних особливостей сорту, норм висіву насіння та рівня мінерального живлення в умовах Лісостепу західного : автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09. Вінниця, 2011. 20 с.

12. Панасюк Р. Вплив способів сівби на урожайність і якість зерна сої в умовах достатнього зволоження. *Вісник Львівського НАУ* : [Агрономія]. 2009. № 13. С. 348–352.

13. Пересенчук Г. В. Урожайність насіння сої залежно від елементів технології вирощування у північному Лісостепу. *Розвиток систем сталого землеробства* : матеріали наук.-практ. конф. молодих учених і спеціалістів, (Чабани, 6–8 груд. 2010 р.) / ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ : ВД «ЕКМО», 2010. С. 53–54.

14. Рудь А. В. Огляд новітніх посівних агрегатів та їх вплив на збільшення врожаю. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки* / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 130. С. 207–213. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.30.

15. Рудь А. В. Швидкісний висівний апарат. *Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика.* Присвячена 125-річчю кафедри рослинництва НУБІП України матеріали V міжнародної науково-практичної онлайн конференції (м. Київ, 25–27 жовтня 2023 р.) / НУБІП України, 2023. С. 312–313.

16. Свірень М. О., Анісімов О. В., Солових Є. К. Дослідження параметрів та режимів роботи пневмомеханічного висівного апарату надлишкового тиску з рециркулюючим потоком насіння. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. пр.* Кіровоград: КНТУ. 2015. Вип. 28. С. 223–229.

17. Січкар В. І. Шляхи підвищення урожаю сої в зоні Степу. *Генетика і селекція в Україні на межі століть.* Т. 3. Київ : Логос, 2001. С. 121–125.

18. Черенков А. В., Ільєнко О. В. Вплив способів сівби та норм висіву насіння на продуктивність рослин сортів сої різних груп стиглості. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН України.* Дніпропетровськ, 2010. № 39. С. 50–53.

Solovei V. I.
Postgraduate Student at the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection,
Higher educational institution "Podillia State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *victor023@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-3099-4056*

Rud A. V.
Doctor of Philosophy in the field of Technical Sciences,
Head of the Department of Agricultural Engineering and System Engineering named after Mykhailo Samokysh,
Higher educational institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *anatoliyrudj@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-7206-7103*

Hrushetskyi S. M.
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Agricultural Engineering and System Engineering named after Mykhailo Samokysh,
Higher educational institution "Podillia State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *g.sergiy.1969@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-0487-6152*

THEORETICAL STUDIES OF THE WORKING PROCESS OF THE DISPENSER FOR SOWING SOYBEAN SEEDS

Abstract

Sowing seeds is one of the most important steps in the process of growing agricultural crops, including soybeans, which are a key crop for the production of oil, feed and other products. Seeding accuracy plays a critical role in ensuring optimal plant growth and development. Improper or irregular sowing can lead to low yields, uneven plant development and increased costs for field cultivation. The importance of precision seeding: optimal seed distribution, prevention of competitive growth, increased resource efficiency, improved disease and pest resistance, reduced labor costs. The research will contribute to the development of new technologies in agriculture and increase the efficiency of the use of seeds. Accordingly, the goal of theoretical studies of the working process of the dispenser for sowing soybean seeds is the analysis and modeling of dosing mechanisms in order to increase the accuracy and efficiency of the sowing process. Evaluation of the design features and operating parameters of the dispenser will allow us to identify optimal solutions for improving the quality of sowing and ensuring a stable and high yield.

The article presents the results of theoretical studies of the working process of the dispenser for sowing soybean seeds. The main problems related to dosing accuracy and seeding uniformity were identified, and the influence of the design and technological parameters of the dispenser on the efficiency of the process was analyzed. Within the framework of the study, various models and dosing mechanisms were considered, as well as their influence on the quality of sowing and the final harvest. Theoretical modeling made it possible to identify the optimal operating conditions of the dispenser, which ensure accuracy of sowing and rational use of resources.

The main parameters of the seeding dispenser, necessary for its manufacture, are determined: the size and shape of the cells, the speed of rotation of the disk and the impeller, the length of the sowing window and the dimensions of the coulter. The results of the research contribute to the improvement of technologies for sowing soybean seeds and increase the efficiency of agronomic processes.

The main provisions and results of the theoretical study of the working process of the seed dispenser of a fundamentally new design can be used when justifying the intervals and levels of variation of the design, technological and mode parameters of the dispenser during its study using the methods of the theory of planning experiments.

Key words: *dispenser, sowing, soybean seeds, work process, theoretical studies, dosing accuracy, design features.*

References

1. Amosov, V.V. (2007). Obgruntuvannia parametriv universalnoho vysivnoho aparata dlia prosapnykh kultur [Substantiation of parameters of the universal sowing device for row crops]. *Candidate's thesis.* KNTU. Kirovohrad [in Ukrainian].

2. Babych, A.O., Bakhmat, M.I., & Bakhmat, O.M. (2013). Soia : ahroekolohichni osnovy vyroshchuvannia, pererobky i vykorystannia *[Soy: agro-ecological basics of growing, processing and use]*. Kamianets-Podilskyi : PP «Medobory-2006» [in Ukrainian].

3. Bakhmat, O.M. (2011). Ahrobiolohichni osnovy formuvannia vrozhaiu nasinnia soi v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Agrobiological bases of soybean seed yield formation in the conditions of the western forest-steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo: mizhvid. temat. nauk. zb.* Vinnytsia, 69, 122–128 [in Ukrainian].

4. Markevych, A.P. (2000). Vplyv sposobiv posivu i norm vysivu na vrozhaini vlastyvosti nasinnia soi [Influence of sowing methods and sowing rates on yield properties of soybean seeds]. *Materialy III Vseukr. konferentsii «Vyrobnytstvo, pererobka i vykorystannia soi na kormovi ta kharchovi tsili»*. Vinnytsia, 39–40 [in Ukrainian].

5. Hevko, B.M. (2012). Matematychna model rukhu zerna po rukhomym poverkhniam vysivnykh aparativ [Mathematical model of grain movement on moving surfaces of sowing machines]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 11, 113–118 [in Ukrainian].

6. Hrushetskyi, S.M., & Omelianov, O.M. (2022). Analiz ta perspektyvy tekhnolohichnykh i konstruktyvnykh osoblyvostei posivnykh mashyn [Analysis and perspectives of technological and design features of sowing machines]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*. Vinnytsia, 2, 25–33. https://doi.org/10.37128/2520-6168-2022-2-3 [in Ukrainian].

7. Dozator nasinnia soi [Soybean seed dispenser] : pat. 156591 Ukraina : MPK (2024.01) A01C7/04. u202300998; zaiavl. 13.03.2023; opubl. 17.07.2024, Biul. 29/2024. 5. Retrieved from: https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1808972/ [in Ukrainian].

8. Kalenska, S.M., Novytska, N.V., & Andriiets, D.V. (2011). Produktyvnist yak intehralnyi pokaznyk zastosuvannia tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia soi na chornozemakh typovykh [Productivity as an integral indicator of the application of technological methods of soybean cultivation on typical chernozems]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. Vinnytsia, 69, 74–78 [in Ukrainian].

9. Kotov, B.I., Stepanenko, S.P., Kalinichenko, R.A., Rud, A.V., & Hrushetskyi, S.M. (2022). Vyznachennia kharakterystyk rukhu zerna za naiavnosti syl sukhoho tertia y oporu seredovyshcha [Determination of grain movement characteristics in the presence of dry friction forces and medium resistance]. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva* : zahalnoderzhavnyi zbirnyk / NNTs «IMESH». Hlevakha, 15 (114), 81–87. https://doi.org/10.37204/0131-2189-2022-15-9 [in Ukrainian].

10. Stepanenko, S.P., Kotov, B.I., Rud, A.V., & Hrushetskyi, S.M. (2021). Matematychne modeliuvannia rukhu zernovoho materialu na poverkhni vibrozhyvylnyka za umovy vvedennia yoho v aspiratsii nyi kanal separatora [Mathematical modeling of the movement of grain material on the surface of the vibratory feeder under the condition that it is introduced into the aspiration channel of the separator]. *Zhurnal «Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh»*. Vinnytsia, 2 (101), 143–155. https://doi.org/10.37128/2306-8744-2021-2 [in Ukrainian].

11. Myhal, I.B. (2011). Formuvannia produktyvnosti soi zalezhno vid biolohichnykh osoblyvostei sortu, norm vysivu nasinnia ta rivnia mineralnoho zhyvlennia v umovakh Lisostepu zakhidnoho [The formation of soybean productivity depending on the biological characteristics of the variety, seed sowing rates and the level of mineral nutrition in the conditions of the Western Forest Steppe]. Vinnytsia [in Ukrainian].

12. Panasiuk, R. (2009). Vplyv sposobiv sivby na urozhainist i yakist zerna soi v umovakh dostatnoho zvolozhennia [The influence of sowing methods on yield and quality of soybean grain under conditions of sufficient moisture]. *Visnyk Lvivskoho NAU* : *Ahronomiia*, 348–352 [in Ukrainian].

13. Peresenchuk, H.V. (2010). Urozhainist nasinnia soi zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia u pivnichnomu Lisostepu [Soybean seed yield depending on the elements of cultivation technology in the northern Forest Steppe]. *Rozvytok system staloho zemlerobstva* : materialy nauk.-prakt. konf. molodykh uchenykh i spetsialistiv, NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN». Kyiv : VD «EKMO», 53–54 [in Ukrainian].

14. Rud, A.V. (2023). Ohliad novitnikh posivnykh ahrehativ ta yikh vplyv na zbilshennia vrozhaiu [An overview of the latest sowing units and their impact on increasing the yield]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Silskohospodarski nauky* / Khersonskyi derzhavnyi ahrarno-ekonomichnyi universytet. Odesa : Vydavnychyi dim «Helvetyka», 130, 207–213. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.30 [in Ukrainian].

15. Rud, A.V. (2023). Shvydkisnyi vysivnyi aparat [High-speed sowing device]. Tendentsii ta vyklyky suchasnoi ahrarnoi nauky: teoriia i praktyka. Prysviachena 125-richchiu kafedry roslynnytstva NUBIP Ukrainy materialy V mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain konferentsii. Kyiv : NUBIP Ukrainy, 312–313 [in Ukrainian].

16. Sviren, M.O., Anisimov, O.V., & Solovykh, Ye.K. (2015). Doslidzhennia parametriv ta rezhymiv roboty pnevmomekhanichnoho vysivnoho aparatu nadlyshkovoho tysku z retsyrkuliuiuchym potokom nasinnia Study of the parameters and modes of operation of the pneumomechanical seeding device of excess pressure with a recirculating flow of seeds]. *Zbirnyk naukovykh prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia: zb. nauk. pr*. Kirovohrad : KNTU, 28, 223–229 [in Ukrainian].

17. Sichkar, V.I. (2001). Shliakhy pidvyshchennia urozhaiu soi v zoni Stepu [Ways to increase soybean yield in the Steppe zone]. *Henetyka i selektsiia v Ukrainy na mezhi stolit*. T.3. Kyiv : Lohos, 121–125 [in Ukrainian].

18. Cherenkov, A.V., & Ilienko, O.V. (2010). Vplyv sposobiv sivby ta norm vysivu nasinnia na produktyvnist roslyn sortiv soi riznykh hrup styhlosti [The influence of sowing methods and seed sowing rates on plant productivity of soybean varieties of different maturity groups]. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva NAAN Ukrainy*. Dnipropetrovsk, 39, 50–53 [in Ukrainian].

ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

УДК 636.087.7-048.24

Кучерук М. Д.
доктор ветеринарних наук, доцент,
професор кафедри гігієни тварин та ветеринарного забезпечення кінологічної служби
Національної поліції України,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *kucheruk.md@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-8048-533X*

Токарчук Т. С.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
асистент кафедри гігієни тварин та ветеринарного забезпечення кінологічної служби
Національної поліції України,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *ttocarchuk@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-6030-0572*

Трач В. В.
кандидат ветеринарних наук,
асистент кафедри гігієни тварин та ветеринарного забезпечення кінологічної служби
Національної поліції України,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *slavko2205@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-1040-3327*

ДОКЛІНІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРЕПАРАТУ ПОСТБІОТИКУ

Анотація

У статті наведено проведені лабораторні та доклінічні дослідження розробленого нами мікробіологічного препарату. Визначено його антибактеріальні властивості за різних концентрацій бактеріоцину нізину. У якості тест-культур в лабораторних дослідженнях антимікробної активності використовували різні концентрації таких штамів мікроорганізмів як Escherichia coli, Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Listeria ivanovii, Yersinia enterocolitica.

Механізм біологічної дії бактеріоцинів пов'язаний, насамперед, із порушенням цитоплазматичних мембран чутливих до них мікроорганізмів. Бактеріоцини на відміну від антибіотиків, що діють досить вибірково, впливають і на резистентні до антибіотиків штами мікроорганізмів, повністю розщеплюються і виводяться з організму. Бактеріоцин нізин продукується штамом мікроорганізмів Lactococcus lactis, володіє антибактеріальними властивостями проти широкого спектру патогенних мікроорганізмів, використовується у якості консерванту в харчовій промисловості. Молочна кислота за застосування всередину володіє протибродильною, антисептичною, подразнюючою дією. Пригнічує ріст і розвиток умовно патогенної і гнильної мікрофлори шлунково-кишкового тракту, стимулює процес відновлення кишкових ворсинок, що збільшує поверхню всмоктування поживних речовин. Випробування другого дослідного зразку на мишах оказало, що препарат не спричиняв місцево-подразнюючої, шкірно-резорбтивної та сенсибілізуючої дії, не викликав клінічних змін та порушень в роботі систем органів мишей. Розроблений і випробуваний препарат є перспективним для здійснення корекції ендомікрофлори травного каналу тварин, в тому числі за органічного вирощування, найбільш перспективними, на нашу думку, є саме препарати мікробіологічного походження.

Ключові слова: *антибактеріальна дія, доклінічні випробування, нешкідливість, пробіотик, постбіотик, профілактичний препарат, тест штами мікроорганізмів.*

© Кучерук М. Д., Токарчук Т. С, Трач В. В., 2024
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3.17