

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОГО РОЗПОДІЛЬНИКА НАСІННЯ СОШНИКА ДЛЯ ПІДГРУНТОВО-РОЗКИДНОЇ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Заєць М., канд. техн. наук, доц.

e-mail: mzaec81@gmail.com,

<http://orcid.org/0000-0002-2290-1892>

Житомирський національний агроекологічний університет

Анотація

Мета роботи. Дослідити вплив зміни конструкційних параметрів розподільника сошника для підгрунтового-розкидної сівби на рівномірність розподілу насіння за шириною захвату.

Методи досліджень: аналітичні, експериментальні – побудова математичної моделі якості підгрунтового-розкидної сівби. Для проведення досліджень скомплектовано експериментальну установку, яка складалася із трактора Т-25А та сівалки СТН-16 для смугової сівби.

Результати. Проведено експериментальні дослідження зміни конструкційно-технологічних параметрів розподільника сошника для підгрунтового-розкидної сівби з визначенням якісного показника – рівномірності розподілу насіння. Значення для дослідження основних параметрів прийнято в таких межах: відстань від нижнього зрізу напрямляча до вершини розподільника $h=2,9$ мм; ексцентриситет установки розподільника відносно осі насіннепроводу $\varepsilon=0,8$ мм; довжина похилої ділянки $L_{\text{п}}=58,8$ мм; кут встановлення похилої ділянки до горизонталі $\alpha=23,6^\circ$. Діаметр твірного кола обох розподільників – постійна величина, яка складає 20 мм.

За результатами побудовано графіки залежності рівномірності розподілу насіння по ширині захвату сошника V від довжини похилої ділянки – $L_{\text{п}}$ і ексцентриситету установки ділянки – ε розподільника як тіла обертання. Оцінка однорідності дисперсії експериментальних даних оцінювалася за критерієм Кохрена, а адекватність отриманого рівняння регресії – за критерієм Фішера. Зі збільшенням довжини похилої ділянки нерівномірність розподілу насіння за шириною захвату сошника знижується як для 1-го експерименту з розподільником, виконаним як тіло обертання з криволінійною твірною, так і для 2-го експерименту з розподільником, виконаним як двостороння криволінійна призма. Коефіцієнт варіації знижується в першій моделі зі зменшенням ексцентриситету установки розподільника щодо осі насіннепроводу, для другої – зі збільшенням ексцентриситету установки.

Висновки. Значення довжини похилої ділянки вибране на підставі дальності і рівномірності розподілу насіння і складає 60 мм. Комбінований розподільник може розподіляти насіння зернових культур по ширині 95-100 мм. Під час проведення двофакторних експериментів встановлено, що кращими показниками розподілу насіння вирізняється комбінований розподільник у формі двосторонньої криволінійної призми.

На основі аналізу рівняння лінійної регресії рівнянь визначені раціональні конструкційні параметри комбінованих розподільників 1-го і 2-го варіантів. Відстань від нижнього зрізу напрямляча до вершини розподільника $h=2,9$ мм; ексцентриситет установки розподільника відносно осі насіннепроводу $\varepsilon=0,8$ мм; довжина похилої ділянки $L_{\text{п}}=58,8$ мм; кут встановлення похилої ділянки до горизонталі $\alpha=23,6^\circ$. Встановлено, що кращу рівномірність розподілу насіння має сошник з розподільником у формі двосторонньої криволінійної призми (варіант 2).

Ключові слова: швидкість, сівба, розподільник, твірна, рівномірність.

Постановка проблеми. Одержання високих і стабільних врожаїв залишається актуальною задачею сільськогосподарського виробництва. Вирощуючи сільськогосподарські культури, зокрема і зернові, особливу увагу необхідно звертати на сівбу, тому що допущені огріхи неможливо виправити, а однією з основних характеристик сівби є рівномірність розподілу рослин за площею живлення.

В ідеальному випадку площа живлення рослини має форму кола, однак у більшості способів сівби форма площі живлення представлена умовним витягнутим прямокутником. Така форма площі живлення призводить до недовикористання частини родючого ґрунту і загушення рослин, що знижує врожайність зернових культур. Найбільш раціональну площу живлення рослини одержують підґрунтово-розкидним способом сівби.

Одним з основних недоліків наявних сошників для підґрунтово-розкидної сівби є недостатня дальність розсіву насіння по ширині захвату сошника, що призводить до збільшення ширини міжрядь, а отже, і незасіяної площі поля, що знижує рівномірність розподілу рослин. Через це підвищення врожайності зернових культур завдяки удосконаленню технологічного процесу підґрунтового розподілу насіння є актуальною науково-технічною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями [1,2,3,4] доведена перевага розподільників із криволінійними твірними, на робочій поверхні яких насіння плавно змінює напрямок свого руху і з мінімальними втратами кінетичної енергії надходять у підсошниковий простір і висівається на дно борозни. Для того, щоб швидкість руху насіння досягла максимальних значень у точці сходу з кривої, крива повинна задовольняти умови найшвидшого переміщення часток за деякий проміжок часу. Такою кривою є брахистохрона.

Теоретичним і експеримен-

тальним дослідженням руху насіння по криволінійній твірній присвячена робота Кірова А. А. Він розглядає брахистохрону як сукупність прямолінійної ділянки й кола постійного радіуса r , а рух насіння по криволінійній твірній – як рух насіння по такому колу.

Мета досліджень. Дослідити вплив зміни конструкційних параметрів розподільника сошника для підґрунтово-розкидної сівби на рівномірність розподілу насіння за шириною захвату.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до розробленої методики експериментальних досліджень був реалізований пошуковий багатофакторний експеримент 2^4 і два двофакторних експерименти. Повторність дослідів – триразова. Для експериментів використовувалися насіння пшениці. У всіх експериментах над розподільником встановлювався циліндричний напрямляч насіння із внутрішнім діаметром 20 мм.

Під час проведення пошукового багатофакторного експерименту розглядалися такі фактори: h – відстань від нижнього зрізу напрямляча до вершини розподільника, ε – ексцентриситет установки розподільника щодо осі насіннепроводу, L_H – довжина похилої ділянки, α – кут встановлення похилої ділянки до горизонту. Інтервали і рівні варіювання факторів пошукового експерименту 2^4 представлені в таблиці 1.

План пошукового експерименту в кодовому масштабі представлений у таблиці 2.

Для кожного дослідів розрахована по-

Таблиця 1 – Інтервали і рівні варіювання факторів пошукового експерименту 2^4

Показники	Кодовані значення	Фактори			
		h , мм	ε , мм	L_H , мм	α , °
Верхній рівень	+1	12	10	70	25
Основний рівень	0	6	5	50	22,5
Нижній рівень	-1	0	0	30	20
Інтервал варіювання	ΔX_i	6	5	20	2,5

Таблиця 2 – Матриця планування пошукового багатофакторного експерименту 2⁴

№ досліду п/п	Кодові позначення				у
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	
1	+1	+1	+1	+1	-
2	-1	+1	+1	+1	-
3	+1	-1	+1	+1	-
4	-1	-1	+1	+1	-
5	+1	+1	-1	+1	-
6	-1	+1	-1	+1	-
7	+1	-1	-1	+1	-
8	-1	-1	-1	+1	-
9	+1	+1	+1	-1	-
10	-1	+1	+1	-1	-
11	+1	-1	+1	-1	-
12	-1	-1	+1	-1	-
13	+1	+1	-1	-1	-
14	-1	+1	-1	-1	-
15	+1	-1	-1	-1	-
16	-1	-1	-1	-1	-

Таблиця 3 – Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії

Номер досліду	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₁ x ₄	x ₂ x ₃	x ₂ x ₄	x ₃ x ₄	x ₁ x ₂ x ₃	x ₁ x ₂ x ₄	x ₁ x ₃ x ₄	x ₂ x ₃ x ₄	x ₁ x ₂ x ₃ x ₄	у
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	68,1
2	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	79,2
3	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	44,2
4	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	43,7
5	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	95,5
6	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	83,6
7	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	44,9
8	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	44,3
9	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	44,1
10	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	56,7
11	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	45,5
12	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	58,6
13	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	80,6
14	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	78,8
15	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	45,5
16	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	47,2

рядкова дисперсія $S^2_{y_i}$. Розрахункова величина критерію Кохрена склала $G_{\text{розрах.}} = 0,17$. Табличне значення критерію $G_{\text{табл.}} = 0,32$ [5].

Оскільки виконується умова $G_{\text{розрах.}} < G_{\text{табл.}}$, ряди дисперсій експерименту можна вважати однорідними. Дисперсія досліду пошукового експерименту $S^2_y = 8,54$.

За результатами експериментів модель вирається таким рівнянням:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{124}x_1x_2x_4 + b_{134}x_1x_3x_4 + b_{234}x_2x_3x_4 + b_{1234}x_1x_2x_3x_4$$

де x_1 - кодоване значення відстані від нижнього зрізу напрямляча до вершини розподільника h ;

x_2 - кодоване значення ексцентриситету установки розподільника відносно осі насіннепроводу ε ;

x_3 - кодоване значення довжини похилої ділянки L_H ;

x_4 - кодоване значення кута постановки похилої ділянки до горизонту α .

Для розрахунку коефіцієнтів моделі в таблиці 3. наведена розширена матриця планування і результати дослідів (середнє з трьох).

Чисельні значення коефіцієнтів регресії вийшли рівними:

$$B_0 = 66,18; \quad b_1 = 3,90; \\ b_2 = 19,44; \quad b_3 = -11,17; \\ b_4 = 1,38; \quad b_{12} = -2,17; \\ b_{13} = -0,64; \quad b_{14} = -0,48; \\ b_{23} = -12,43; \quad b_{24} = 3,81; \\ b_{34} = 2,43; \quad b_{123} = 0,78; \\ b_{124} = -2,47; \quad b_{134} = 2,36; \\ b_{234} = 3,99; \quad b_{1234} = 0,95.$$

Дисперсія оцінок коефіцієнтів і середньоквадратична помилка відповідно рівні: $S^2_{b_i} = 0,18$; $S_{b_i} = 0,42$.

Довірчий інтервал коефіцієнтів регресії дорівнює $\Delta b_i = 0,86$

Після порівняння абсолютних значень коефіцієнтів регресії з абсолютною величиною їхнього довірчого інтервалу незначущі коефіцієнти регресії далі в розрахунках виключаємо.

За результатами пошукового багатofакторного експерименту модель вирається таким рівнянням:

$$y = 66,18 - 3,9x_1 + 19,44x_2 - 11,17x_3 + 1,38x_4 - 2,17x_1x_2 - 12,43x_2x_3 + 3,81x_2x_4 + 2,43x_3x_4 - 2,47x_1x_2x_4 + 2,36x_1x_2x_3 + 0,95x_1x_2x_3x_4 \quad (1)$$

Для перевірки адекватності отриманої моделі отриманими рівняннями регресії визначали розрахункові значення відгуку (табл. 3). Далі визначали дисперсію неадекватності і розрахункове значення F - критерію Фішера. Гіпотеза адекватності приймається, тому що розрахункове значення критерію $F=0,55$ менше значення $F_{\text{таб.}}=2,1$ за 5%-го рівня значимості, і, отже, отримане аналітичне вираження з точністю 95% описує характер впливу обраних факторів на параметр оптимізації.

Вплив факторів визначимо за даними діаграми (рис. 1).

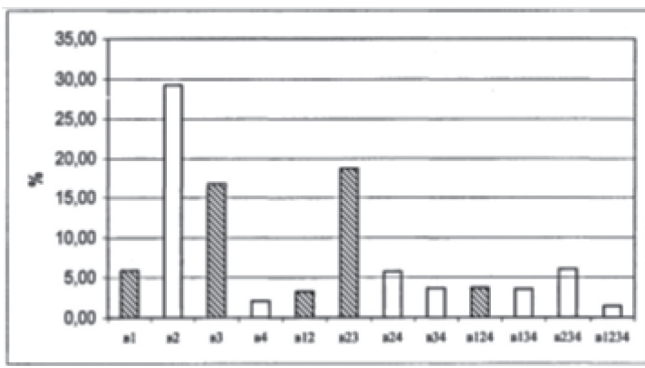


Рисунок 1 – Відносна сила впливу факторів і їхніх взаємодій (заштриховано для негативних коефіцієнтів, не заштриховано – для позитивних)

Аналізуючи діаграму, можна відзначити, що найбільше коефіцієнт варіації залежить від ексцентриситету установки розподільника відносно осі насіннепроводу (x_2) і довжини похилої ділянки (x_3). Помітний вплив співвідношення ексцентриситету установки розподільника і дов-

жини похилої ділянки (x_2 , x_3).

Таблиця 4 – Зіставлення експериментальних і розрахункових даних

Номер досліду	$y_{\text{і експер.}}$	$y_{\text{і розр.}}$	$ \Delta y $	Δy^2
1	68,06	68,40	-0,34	0,11
2	79,20	78,86	0,35	0,12
3	44,23	46,15	-1,91	3,67
4	43,75	41,84	1,90	3,62
5	95,53	96,14	-0,61	0,38
6	120,44	119,82	0,63	0,39
7	44,89	43,95	0,94	0,89
8	44,33	45,28	-0,95	0,91
9	44,12	43,50	0,62	0,38
10	56,67	57,30	-0,63	0,39
11	45,45	46,39	-0,94	0,89
12	58,56	57,61	0,95	0,91
13	110,51	110,18	0,34	0,11
14	110,40	110,75	-0,35	0,12
15	45,47	43,56	1,91	3,66
16	47,23	49,14	-1,90	3,63

Вплив інших факторів на параметр оптимізації слабкий. Тому для подальшого вивчення доцільно відібрати два найбільш значимі фактори – ексцентриситет установки розподільника відносно осі насіннепроводу і довжину похилої ділянки.

Для визначення значення факторів, що забезпечують оптимальне значення коефіцієнта варіації, вирішували систему рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -3,9 - 2,17x_2 - 2,47x_2x_4 + 2,36x_3x_4 + 0,95x_2x_3x_4 \\ \frac{dy}{dx_2} = 19,44 - 2,166x_1 - 12,43x_3 + 3,81x_4 - 2,47x_1x_4 + 0,95x_1x_3x_4 \\ \frac{dy}{dx_3} = -11,17 - 12,43x_2 + 2,43x_4 + 2,36x_1x_4 + 0,95x_1x_2x_4 \\ \frac{dy}{dx_4} = 1,38 + 3,81x_2 + 2,43x_3 - 2,47x_1x_2 + 2,36x_1x_3 + 0,95x_1x_2x_3 \end{cases} \quad (2)$$

Вирішуючи систему рівнянь, визначили, що оптимальні значення параметрів після розкодування рівні: відстань від нижнього зрізу напрямляча до вершини розподільника $h=2,9$ мм; ексцентриситет установки розподільника відносно осі насіннепроводу $\varepsilon=0,8$ мм; довжина похилої ділянки $L_H=58,8$ мм; кут встановлення похилої ділянки до горизонталі $\alpha=23,6^\circ$.

Далі для досліджень на підставі по-

передніх дослідів і пошукового багатофакторного експерименту методом ранжування відібрали найбільш значимі фактори. Ними виявилися: форма розподільника насіння; ε - ексцентриситет установки розподільника відносно осі насіннепроводу, L_H - довжина похилої ділянки. Через те, що форма розподільника насіння – якісний фактор, проводили два двофакторних експерименти. У першому експерименті (варіант 1) – розподільник як тіло обертання з твірною як брахистохрона. У другому експерименті (варіант 2) – розподільник як двостороння криволінійна призма. Діаметр твірного кола обох розподільників – постійна величина, яка складає 20 мм. Інтервали і рівні варіювання факторів представлені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Інтервали і рівні варіювання

Показники	Кодоване значення	фактори	
		Довжина похилої ділянки розподільника, L_H , мм	Ексцентриситет установки розподільника відносно осі насіннепроводу, ε , мм
Верхній рівень	+1	60	10
Основний рівень	0	50	5
Нижній рівень	-1	40	0
Інтервал варіювання	Δx_i	10	5

Для кожного дослідів розрахована порядкова дисперсія S_{yi}^2 .

Розрахована величина критерію Кохрена для першого експерименту склала $G_{розр.1} = 0,6481$, для другого – $G_{розр.2} = 0,4667$. Табличне значення критерію $G_{табл.} = 0,768$ [7].

Дисперсія оцінок коефіцієнтів і середньоквадратична помилка відповідно рівні: для першого експерименту $S_{bi}^2 = 0,011$; $S_{bi} = 0,106$;

для другого експерименту $S_{bi}^2 = 0,845$; $S_{bi} = 0,919$

Довірчий інтервал коефіцієнтів регресії для першого експерименту $\Delta b_i = 0,244$; для другого експерименту $\Delta b_i = 2,123$.

Після порівняння абсолютних значень коефіцієнтів регресії з абсолютною величиною їхнього довірчого інтервалу незначущі коефіцієнти регресії надалі в розрахунках виключаємо.

Таблиця 6 – Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії

Номер дослідів	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	y
Експеримент 1					
1	+	+	+	+	78,94
2	+	-	+	-	83,57
3	+	+	-	-	49,89
4	+	-	-	+	50,49
Експеримент 2					
1	+	+	+	+	40,42
2	+	-	+	-	52,42
3	+	+	-	-	58,70
4	+	-	-	+	67,75

Отже, одержали рівняння регресії, яке описує залежність коефіцієнта варіації від параметрів розподільника заковано:

для експерименту з розподільником як тілом обертання (1-ий експеримент):

$$y = 72,66 - 8,24x_1 + 22,46x_2 - 7,94x_1x_2; \quad (3)$$

для експерименту з розподільником як двостороння криволінійна призма (2-й експеримент):

$$y = 54,82 - 5,26x_1 - 8,40x_2. \quad (4)$$

Для перевірки адекватності отриманої моделі отриманими рівняннями регресії визначали розрахункові значення відгуку. Для першої моделі дисперсія неадекватності практично дорівнює нулю, модель адекватно описує характер впливу обраних факторів на параметр оптимізації. Гіпотеза адекватності для другої моделі також приймається, тому що розрахункове значення критерію $F = 0,64$ менше від значення $F_{табл.} = 5,32$ за 5 %-го рівня значимості, і, отже, отримане аналітичне вираження з точністю 95 % описує характер впливу обраних факторів на параметр оптимізації.

Рівняння регресії (3) і (4) вводили в ПЕОМ і програмою MathCAD визнача-

ли значення факторів, які забезпечують оптимальне значення коефіцієнта варіації.

Мінімальне значення коефіцієнта варіації для першої моделі буде в тому випадку, коли фактори будуть мати значення $x_1=+1$, $x_2=-1$; розкодовані – $x_1=60$ мм, $x_2=0$ мм. Значення коефіцієнта варіації за цих значень факторів дорівнює 41,19 %.

Таблиця 7 – Зіставлення експериментальних і розрахованих даних

Номер досліду	$y_{\text{і експ.}}$	$y_{\text{і розр.}}$	$ \Delta y $	Δy^2
Експеримент 1				
1	78,94	78,943	0,003	0,000009
2	111,3	111,305	0,005	0,000025
3	49,89	49,891	0,001	0,000001
4	50,49	50,498	0,008	0,000064
Експеримент 2				
1	40,42	41,161	0,741	0,549
2	52,42	51,684	0,766	0,587
3	58,7	57,966	0,734	0,539
4	67,75	68,490	0,740	0,548

Мінімальному значенню параметра оптимізації другої моделі відповідають значення факторів рівні $x_1=+1$, $x_2=+1$; розкодовані – $x_1=60$ мм, $x_2=10$ мм. Значення коефіцієнта варіації в цьому випадку дорівнює 41,16%.

Для використання рівнянь (3; 4) в інженерних розрахунках, представимо їх розкодованими:

$$V = 51,7 - 0,03 \cdot L_H + 12,432 \cdot \varepsilon - 0,159 \cdot L_H \cdot \varepsilon, \quad (5)$$

$$V = 89,52 - 0,526 \cdot L_H - 1,68 \cdot \varepsilon. \quad (6)$$

Графічні залежності рівномірності розподілу насіння по ширині захвату сошника від довжини похилої ділянки й ексцентриситету установки представлені на рисунках 2 і 3.

Для аналізу отриманих моделей представимо графічні залежності проєкціями поверхні на площину (рис. 4, 5).

Провівши аналіз отриманих графічних залежностей, можна зробити такі висновки.

Зі збільшенням довжини похилої ділянки нерівномірність розподілу насіння по ширині захвату сошника знижується як для 1-го експерименту з розподільни-

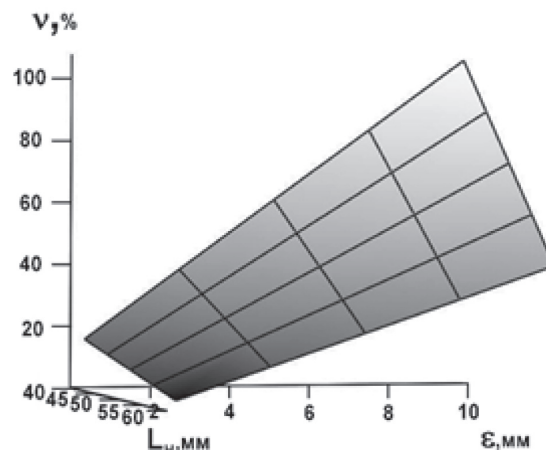


Рисунок 2 – Залежність рівномірності розподілу насіння по ширині захвату сошника V від довжини похилої ділянки – L_H і ексцентриситету установки дільника – ε розподільник як тіло обертання (варіант1)

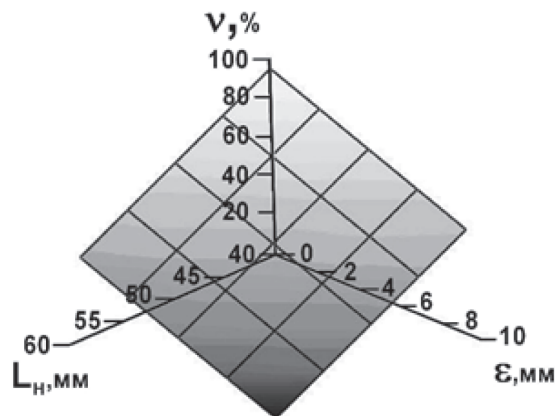


Рисунок 3 – Залежність рівномірності розподілу (варіант2)

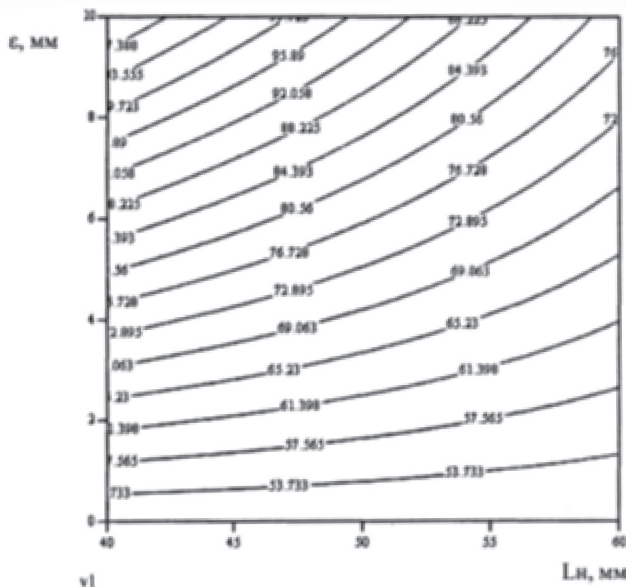


Рисунок 4 – Контурний графік 1-ої моделі

ком, як тіло обертання з криволінійною твірною, так і для 2-го експерименту з розподільником, як двостороння криволінійна призма.

Коефіцієнт варіації знижується в першій моделі зі зменшенням ексцентриситету установки розподільника щодо осі насіннєпроводу, для другої – зі збільшенням ексцентриситету установки.

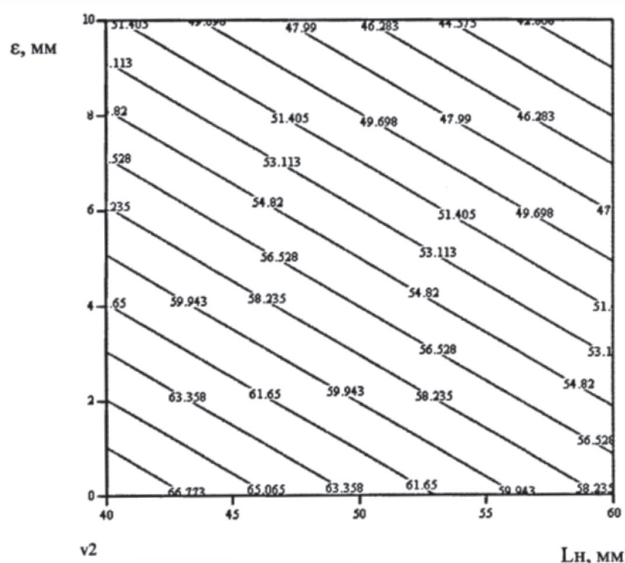


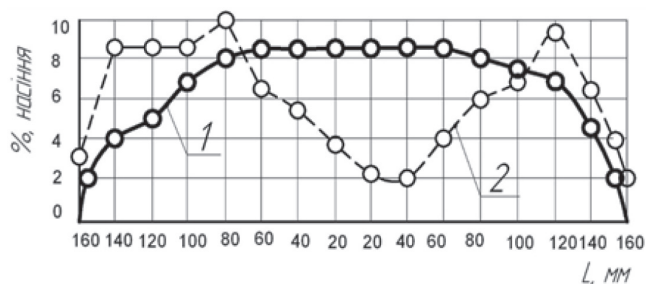
Рисунок 5 – Контурний графік 2-ої моделі

Порівнюючи значення коефіцієнта варіації в точках мінімуму, отриманих аналітичних виразів, можна відзначити, що більш рівномірно насіння розподіляє розподільник як двостороння криволінійна призма. Оптимальні значення досліджуваних факторів для другого експерименту перебувають в інтервалах: $L=58\ldots60$ мм, $\varepsilon=9\ldots10$ мм, при цьому параметр оптимізації (V) буде складати (41...42) %.

Розподіл насіння по ширині захвату сошника за обґрунтованого ексцентриситету і без ексцентриситету представлений на (рис. 6), з якого видно, що дійсно в середині смуги забезпечується рівномірний висів насіння з розподільником, установленим зі зсувом вперед у напрямку руху сошника відносно осі напрямляча.

Лабораторні дослідження показали, що за ширини засівання сошником смуги (95...100) мм коефіцієнт варіації дорівнює:
- для насіння пшениці $V=31,88$

Гістограми розподілу насіння зернових культур представлені на (рис. 8). Отже,



1- з ексцентриситетом; 2- без ексцентриситету

Рисунок 6 – Розподіл насіння експериментальним розподільником, встановленим з ексцентриситетом і без ексцентриситету



Рисунок 7 – Експериментальний сошник

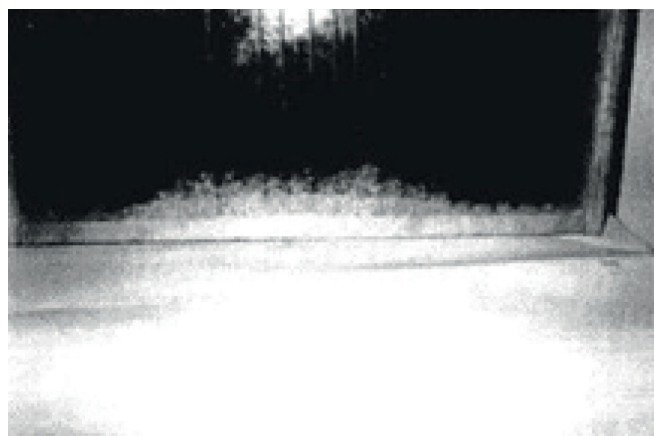


Рисунок 8 – Гістограма розподілу насіння пшениці експериментальним розподільником

для польових досліджень вибираємо описаний вище сошник з комбінованим розподільником насіння і роздільником як двостороння криволінійна призма.

Польові випробування. Для підтвердження і перевірки правильності теоретичних міркувань і результатів експериментальних досліджень були проведені

випробування сівалки у виробничих умовах на полях СТОВ «Старокотельнянське» Андрушівського району Житомирської області. Культура, яка висівається — яра пшениця сорту «Миронівська 95», попередник — картопля. Норма висіву 200 кг/га або 3,5 млн. насінин/га.

Висновки. Значення довжини похилої ділянки вибране на підставі дальності і рівномірності розподілу насіння і складає 60 мм. Комбінований розподільник може розподіляти насіння зернових культур по ширині (95..100) мм. Під час проведення двофакторних експериментів, встановлено, що кращі показники розподілу насіння має комбінований розподільник як двостороння криволінійна призма. Розроблена конструкція сошника для підґрунтового-розкидної сівби насіння зернових культур з комбінованим розподільником насіння. У ході попередніх дослідів і пошукового багатофакторного експерименту уточнено рівняння лінійної регресії і визначені найбільш значимі фактори, які впливають на параметр оптимізації. Під час проведення двофакторних експериментів отримані рівняння лінійної регресії параметра оптимізації комбінованих розподільників від довжини похилої ділянки і величини ексцентриситету установки розподільника. На основі аналізу рівняння лінійної регресії рівнянь визначені раціональні конструктивні параметри комбінованих розподільників 1-го і 2-го варіантів: відстань від нижнього зрізу напрямляча до вершини розподільника $h=2,9$ мм; ексцентриситет установки розподільника відносно осі насіннепроводу $\varepsilon=0,8$ мм; довжина похилої ділянки $L_H=58,8$ мм; кут встановлення похилої ділянки до горизонталі $\alpha=23,6^\circ$. Встановлено, що кращу рівномірність розподілу насіння має сошник з розподільником як двостороння криволінійна призма (варіант 2).

Література

1. Василенко П. М., Теорія перемі-

щення матеріальних елементів на шорсткій поверхні сільськогосподарських машин. Укр. акад. сільськогосподарська наука, Київ (1960) с.282.

2. Heege H. J., (1993) Sowing methods performance for cereals, rape, and beans. Transactions of the ASAE, Vol. 36(3). pp. 653–661;

3. Шустік Л., Громадська В., Нілова Н. Добові безперервні випробування сівалки Tempo TPL 16/Л. Шустік В., Громадська, Н. Нілова // Техніка і технології АПК. — 2018. — Вип. 5 (104). — С. 32–38.

4. Заєць М. Л. Обґрунтування оптимальної величини ексцентриситету установки розподільника сошника для розкидного способу сівби сільськогосподарських культур / М. Л. Заєць // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин Кіровоградського нац. тех. ун-ту. — 2008. — Вип. 38. — С. 87–91.

5. Zayets M. L. and others, (2014), Technological bases of sowing machines designing and manufacturing (Технологічні основи проектування та виготовлення посівних машин), Ternopil Nat. Tech. University of I. Puluj., p. 238, Ternopil/Ukraine;

6. Заєць М. Л. Визначення швидкості руху насіння по розподільнику сошника для підґрунтового-розкидного способу сівби /М.Л. Заєць, М. М. Живега// Збірник наукових праць. Серія «Техніка та енергетика АПК». — К., 2015. — Вип.226. — С. 307-315.

Literature

1. Vasylenko P., (1960) Theory of material elements movements on the rough surface of the agricultural machines. Ukr. acad. agricultural science, p.282, Kiev/Ukraine;

2. Heege H. J., (1993) Sowing methods performance for cereals, rape, and beans. Transactions of the ASAE, Vol. 36(3). pp. 653–661;

3. Shustik L., Gromadskaya V., Nilo-

va N. Daily continuous testing of the seeder Tempo TPL 16 / L. Shustik, V. Gromadska-ya, N. Nilova // APC Engineering and Technologies. - 2018. - Vip. 5 (104). - P. 32–38.

4. M. Zayets, Substantiation of the optimal value of the eccentricity of the coulters distributor installation for the spreadable crop sowing method / ML Zayets // National interagency scientific and technical collection. Design, production and operation of agricultural machines Kirovograd nat. those. un-tu. - 2008. - Vip. 38. P. 87–91.

5. Zayets M. L. and others, (2014), Technological bases of sowing machines designing and manufacturing, Ternopil Nat. Tech. University of I. Puluj., p. 238, Ternopil/Ukraine;

6. Zayets M.L., Zhyvega M.M., (2015), Determination of the seeds speed moving on the spreader seeding machine for subsoil spread, Collection of research papers. Seria "Technique and engineering of agro-industrial complex, Vol. 226. pp. 307–315, Kyiv/Ukraine.

Literatura

1. Vasylenko P. M., Teoriya peremishchennya materialnykh elementiv na shorstkiy poverkhni silskohospodarskykh mashyn. Ukr. akad. silskohospodarska nauka, Kyiv (1960) s.282.

2. Heege H. J., (1993) Sowing methods performance for cereals, rape, and beans. Transactions of the ASAE, Vol. 36(3). pp. 653–661;

3. Shustik L., Hromadska V., Nilova N. Dobovi bezperervni vyprobuvannya sival'ky Tempo TPL 16/ L. Shustik, V. Hromads'ka, N. Nilova // Tekhnika i tekhnolohiyi APK. - 2018. - Vyp. 5 (104). - S. 32–38.

4. Zayets M. L. Obgruntuvannya optimal'noyi velychyny ekstsentrysytetu ustanovky rozpodilnyka soshnyka dlya rozkydnoho sposobu sivby silskohospodarskykh kultur / M. L. Zayets // Zahalnodержavnyy mizhvidomchyy naukovo-tekhnichnyy zbirnyk. Konstruyuvannya, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiya silskohospodarskykh mashyn Kirovohrads'koho nats. tekhn. un-tu. - 2008. - Vyp. 38. - S. 87–91.

5. Zayets M. L. and others, (2014), Technological bases of sowing machines designing and manufacturing (Tekhnolohichni osnovy proektuvannya ta vyhotovlennya posivnykh mashyn), Ternopil Nat. Tech. University of I. Puluj., p. 238, Ternopil/Ukraine;

6. Zayets M. L. Vyznachennya shvydkosti rukhu nasinnya po rozpodilnyku soshnyka dlya pidhruntovo-rozkydnoho sposobu sivby /M.L. Zayets, M.M. Zhyveha// Zbirnyk naukovykh prats. Seriya «Tekhnika ta enerhetyka APK». - K., 2015. - Vyp.226. - S. 307–315.

UDC 631.33.02

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF THE COMBINED COULTER SEEDS DISTRIBUTOR FOR SUBSOIL SOWING OF CEREALS

Zaets M., Ph.D., associate professor
e-mail: mzaec81@gmail.com, tel. 0984677881
<http://orcid.org/0000-0002-2290-1892>
Zhytomyr National Agroecological University

Summary

The goal of the work. Investigate the influence of changes in the design parameters of the coulters spreader for subsoil spreading on the uniformity of seed distribution over the operating width.

Research methods: analytical, experimental - construction of a mathematical model of the quality

of subsoil spreading. An experimental unit, consisting of a T-25A tractor and a STN-16 seeder for strip sowing, was completed for the research.

Results. Experimental studies of changes in structural and technological parameters of the coulter distributor for subsoil-spreader sowing were carried out with the determination of a qualitative indicator - uniformity of seed distribution. The values for the study of the basic parameters are taken within the following limits: distance from the lower section of the guide to the top of the distributor $h = 2.9$ mm; eccentricity of the installation of the distributor relative to the axis of the seed wire $\varepsilon = 0.8$ mm; length of inclined section $LH = 58.8$ mm; the angle of installation of the inclined section to the horizontal $\alpha = 23.6^\circ$. The diameter of the work circle of both distributors is a constant value of 20 mm.

According to the results, the graphs of the dependence of the distribution of seeds along the width of the coulter V clamping length of the inclined section - LH and the eccentricity of the divider installation - ε are plotted the distributor in the form of a body of rotation. The estimation of the homogeneity of the variance of the experimental data was estimated by the Cochran criterion and the adequacy of the obtained regression equation by the Fisher criterion. As the length of the sloping section increases, the uneven distribution of the seed along the width of the coulter's engagement decreases, both for the 1st experiment with a distributor made in the form of a body with a curvilinear formation, and for the 2nd experiment with a distributor made in the form of bilateral. The coefficient of variation decreases in the first model with a decrease in the eccentricity of the installation of the distributor relative to the axis of the seed line, for the second - with the increase of the eccentricity of the installation.

Conclusions. The length of the inclined plot is selected on the basis of the distance and uniform distribution of the seeds and is 60 mm. The combined spreader can distribute the seeds of cereals over a width of 95-100 mm. When conducting two-factor experiments, it was found that the best index of seed distribution has a combined distributor made in the form of a bilateral curvilinear prism.

On the basis of the analysis of equations of linear regression of equations, rational design parameters of the combined distributors of the 1st and 2nd variants are determined. Distance from the lower section of the guide to the top of the distributor $h = 2.9$ mm; eccentricity of the installation of the distributor relative to the axis of the seed wire $\varepsilon = 0.8$ mm; length of inclined section $LH = 58.8$ mm; the angle of inclination to the horizontal $\alpha = 23.6^\circ$. It is established that the better evenness of seed distribution has a coulter with a distributor in the form of a bilateral curved prism (option 2).

Keywords: speed, sowing, distributor, forming, uniformity.

УДК 631.33.02

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СЕМЯН СОШНИКА ДЛЯ ПОДПОЧВЕННО-РАЗБРОСНОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Заец М., канд. техн. наук, доц.

e-mail: mzaec81@gmail.com,

<http://orcid.org/0000-0002-2290-1892>

Житомирский национальный агроэкологический университет

Аннотация

Цель работы. Исследовать влияние изменения конструктивных параметров распределителя сошника для подпочвенного-разбросного посева на равномерность распределения семян по ши-

рине захвата.

Методы исследований: аналитические, экспериментальные - построение математической модели качества разбросного сева. Для проведения исследований укомплектовано экспериментальную установку, которая состояла из трактора Т-25А и сеялки СТН-16 для полосового сева.

Результаты. Проведены экспериментальные исследования изменения конструкционно-технологических параметров распределителя сошника для подпочвенного-разбросного сева с определением качественного показателя - равномерности распределения семян. Значение для исследования основных параметров принято в следующих пределах: расстояние от нижнего среза направлятеля к вершине распределителя $h = 2,9$ мм; эксцентриситет установки распределителя относительно оси семяпроводов $\varepsilon = 0,8$ мм; длина наклонного участка $L_H = 58,8$ мм; угол установки наклонного участка к горизонтали $\alpha = 23,6^\circ$. Диаметр образующего круга обоих распределителей - постоянная величина, составляет 20 мм.

По результатам построены графики зависимости равномерности распределения семян по ширине захвата сошника V от длины наклонного участка - L_H и эксцентриситета установки делителя - ε распределителя в виде тела вращения. Оценка однородности дисперсии экспериментальных данных оценивалась по критерию Кохрена, а адекватность полученного уравнения регрессии - по критерию Фишера. С увеличением длины наклонного участка неравномерность распределения семян по ширине захвата сошника снижается, как для 1-го эксперимента с распределителем, выполненным в виде тела вращения с криволинейной образующей, так и для 2-го эксперимента с распределителем, выполненным в виде двусторонней криволинейной призмы. Коэффициент вариации снижается в первой модели с уменьшением эксцентриситета установки распределителя относительно оси семяпроводов, для второй - с увеличением эксцентриситета установки.

Выводы. Значение длины наклонного участка избранное на основании дальности и равномерности распределения семян и составляет 60 мм. Комбинированный распределитель может распределять семян зерновых культур по ширине 95-100 мм. При проведении двухфакторной экспериментов, установлено, что лучшими показателями распределения семян обладает комбинированный распределитель выполнен в виде двусторонней криволинейной призмы.

На основе анализа уравнения линейной регрессии уравнений определены рациональные конструктивные параметры комбинированных распределителей 1-го и 2-го вариантов. Расстояние от нижнего среза направлятеля к вершине распределителя $h = 2,9$ мм; эксцентриситет установки распределителя относительно оси семяпроводов $\varepsilon = 0,8$ мм; длина наклонного участка $L_H = 58,8$ мм; угол установки наклонного участка к горизонтали $\alpha = 23,6^\circ$. Определено, что лучшей равномерностью распределения семян обладает сошник с распределителем в виде двусторонней криволинейной призмы (вариант 2).

Ключевые слова: скорость, сев, распределитель, образующая, равномерность.