

4. Мюллер А. Г. Исследование плющильного аппарата сеноплющилки / А. Г. Мюллер // Материалы НТС ВИСХОМ. - 1961. - Вып. 17. - С. 29 – 140.
5. Особов В. И. . Обоснование параметров кондиционера валковой косилки / В. И. Особов, А. А. Баранов, Н. В. Кузнецов // Тракторы и сельхозмашины. – 2004. - № 4. – С. 32 – 33.
6. Лазебный А. Ф. К расчету косилки-плющилки / А. Ф. Лазебный // Тракторы и сельхозмашины. - 1961. - № 3. - С. 33.
7. Васильев Г. К. Исследование вальцов для плющения травы / Г. К. Васильев, В. В. Билозер // Труды ВИСХОМ. – 1972. - Вып. 68.

Котков В. И., Пустовит С. В., Довбыш А. П. Обоснование параметров плющильной секции
 Изложены обоснования параметров плющильной секции косилки-плющилки, что в результате приводит к уменьшению потерь питательных веществ при прокатке растений и ускорит процесс сушки травы.

Ключевые слова: вальцы, эластичная лента, прокатка, плющильно секция.

Kotkov V., Pustovit S., Dovbush A. Justification conditioner settings section

Presents the study parameters used mower conditioner-conditioners, which results in the reduction of losses of nutrients in the rolling plants and accelerate the drying grass.

Key words: rolls, elastic tape, rolling, conditioner section.

Стаття надійшла в редакцію: 06.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Подригало М.А.

УДК 631.33.02

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

М. Л. Заєць, к.т.н., доцент, Житомирський національний агроєкологічний університет

Розглядається визначення оптимальної форми розподільника та процес розподілу насіння комбінованим розподільником у виді криволінійної призми. Від форми розподільника залежить якість розподілення насіння по ширині смуги, що засівається. Рівномірність розташування насіння по ширині захвату сошника буде характеризуватися швидкістю надходження насіння на похилу ділянку розподільника.

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

Постановка проблеми. Одержання високіх і стабільних врожайів залишається актуальною задачею сільськогосподарського виробництва. При вирощуванні сільсько-господарських культур, зокрема і зернових, особливу увагу необхідно звертати на сівбу, тому що допущені при її виконанні 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 при підґрунтового-розкидному способі сівби.

Одним з основних недоліків існуючих сошників для підґрунтового-розкидної сівби є недостатня дальність розсіву насіння по ширині захвату сошника, що призводить до збільшення ширини міжрядь, а відтак і незасіяної площі поля, що знижує рівномірність розподілу рослин. В зв'язку з цим, підвищення врожайності зернових культур за рахунок удосконалення технологічного проце-

су підґрунтового розподілу насіння є актуальною науково - технічною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями [1,2,3,4] доведена перевага розподільників із криволінійними утворюючими, на робочій поверхні яких насіння плавно змінюють 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 умовам найшвидшого переміщення часток за деякий проміжок часу. Такий кривій по визначенню є брахистохрона.

Теоретичним і експериментальним дослідженням руху насіння по криволінійній утворюючій присвячена робота Кірова А.А. [3]. Він розглядає брахистохрону як сукупність прямолінійної ділянки й кола постійного радіуса r , а рух насіння по криволінійній твірній розглядає як рух насіння по такому колу.

Мета досліджень. Враховуючи те, що процес розподілу насіння при підґрунтового-розкидному способі сівби носить випадковий характер, тому що визначається великою кількістю факторів, які неможливо повністю врахувати, то його можна розглядати у відповідності із закона-

ми теорії ймовірностей [2]. У зв'язку з цим пропонуються різні типи технологічних схем розподільних пристроїв сошників з метою проектування та виготовлення їх для подальшого дослідження.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до розробленої методики експериментальних досліджень були реалізовані пошуковий багатофакторний експеримент 2^4 і два двохфакторних експерименти. Повторність дослідів - триразова. При проведенні експериментів використовувалися насіння пшениці. У всіх експериментах над розподільником встановлювався циліндричний

направляч насіння із внутрішнім діаметром 20 мм.

При проведенні пошукового багатофакторного експерименту розглядалися наступні фактори: **h** - відстань від нижнього зрізу направляча до вершини розподільника, **ε**- ексцентриситет установки розподільника щодо осі насіннепроводу, **L_н** - довжина похилої ділянки, **α** - кут встановлення похилої ділянки до горизонту.

Інтервали і рівні варіювання факторів пошукового експерименту 2^4 представлені в табл. 1.

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

Показники	Кодовані значення	Фактори			
		h, мм	ε, мм	L _н , 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

План пошукового експерименту в кодовому масштабі представлений у табл. 2.

У табл. 2. приведені результати отриманих коефіцієнтів варіації у всіх дослідів експеримен-

ту. Для кожного дослідів розрахована порядкова дисперсія $S^2_{y_i}$. Розрахункова величина критерію Кохрена складала $G_{розр.}=0,17$. Табличне значення критерію $G_{табл.}=0,32$ [5].

Таблиця 2. Матриця планування пошукового багатофакторного експерименту 2^4 .

№ дослідів п/п	Кодові позначення				y
	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	-

Оскільки виконується умова $G_{розр.} < G_{табл.}$ ряди дисперсій експерименту можна вважати однорідними. Дисперсія дослідів пошукового ек-

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

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

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

x_3 - кодоване значення довжини похилої ді-

перименту $S^2_y=8,54$.

За результатами експериментів модель виразиться наступним рівнянням:

лянки L_н;

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

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

Таблиця 3. Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії

Номер досліджу	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_1x_2	x_1x_3	x_1x_4	x_2x_3	x_2x_4	x_3x_4	$x_1x_2x_3$	$x_1x_2x_4$	$x_1x_3x_4$	$x_2x_3x_4$	$x_1x_2x_3x_4$	y
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

Чисельні значення коефіцієнтів регресії ви-
йшли рівними:

$b_0=66,18$; $b_1=3,90$; $b_2=19,44$; $b_3=-11,17$;
 $b_4=1,38$; $b_{12}=-2,17$; $b_{13}=-0,64$; $b_{14}=-0,48$; $b_{23}=-12,43$;
 $b_{24}=3,81$; $b_{34}=2,43$; $b_{123}=0,78$; $b_{124}=-2,47$; $b_{134}=2,36$;
 $b_{234}=3,99$; $b_{1234}=0,95$.

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

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

Для перевірки адекватності отриманої моделі визначали за допомогою отриманих рівнянь регресії розрахункові значення відзиву (табл. 3.). Далі визначали дисперсію неадекватності і розрахункове значення F - критерію Фішера. Гіпотеза адекватності приймається, тому що розрахункове

Довірчий інтервал коефіцієнтів регресії дорівнює $D_{b_i} = 0,86$.

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

За результатами пошукового багатофакторного експерименту модель виразиться наступним рівнянням:

значення критерію $F=0,55$ менше значення $F_{таб.}=2,1$ при 5%-ом рівні значимості, і, отже, отримане аналітичне вираження з точністю 95% описує характер впливу обраних факторів на параметр оптимізації.

Таблиця 4. Зіставлення експериментальних і розрахункових даних

Номер досліджу	Y_i експер.	Y_i 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 факторів визначимо за даними діаграми (рис 1.).

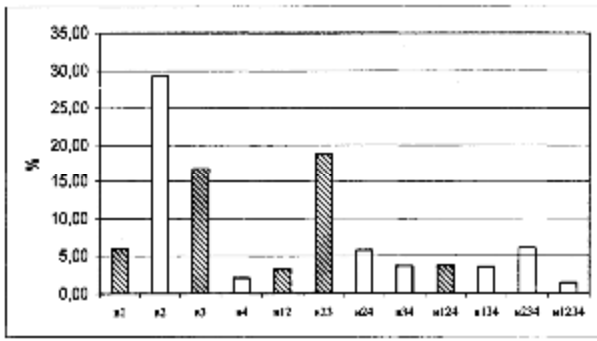


Рис. 1. Відносна сила впливу факторів і їхніх взаємодій (заштриховано для негативних коефіцієнтів, не заштриховано - для позитивних)

Аналізуючи діаграму, можна відзначити, що найбільше коефіцієнт варіації залежить від экс-

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

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

Для подальших досліджень на підставі попередніх дослідів і пошукового багатфакторного експерименту методом ранжирування відібрали найбільш значимі фактори. Ними виявилися: форма розподільника насіння; ϵ - ексцентриситет

ексцентриситету установки розподільника відносно осі насіннепроводу (x_2) і довжини похилої ділянки (x_3). Помітний вплив співвідношення ексцентриситету установки розподільника і довжини похилої ділянки ($x_2 x_3$).

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:

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 виконаний у виді тіла обертання з твірною у вигляді брахистохрони. В другому експерименті (варіант 2) розподільник виконаний у виді двосторонньої криволінійної призми. Діаметр твірної обох розподільників - постійна величина, що складає 20 мм. Інтервали і рівні варіювання факторів представлені в табл. 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 дослідження розрахована порядкова дисперсія $S^2_{y_i}$.

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 $S^2_{bi}=0,011$; $S_{bi}=0,106$;

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

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 в подальших розрахунках виключаємо.

Таким чином, одержали рівняння регресії, що описує залежність коефіцієнта варіації від параметрів розподільника в закодованому вигляді:

для експерименту з розподільником у виді тіла обертання (1-ий експеримент):

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

для експерименту з розподільником у виді двосторонньої криволінійної призми (2-ий експе-

римент):

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

Таблиця 6. Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії

Номер досліда	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

Для перевірки адекватності отриманої моделі визначали за допомогою отриманих рівнянь регресії розрахункові значення відзиву. 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 значення $F_{\text{табл.}}=5,32$ при 5%-ом рівні 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 за допомогою програми MathCAD визначали значення факторів, що забезпечують оптимальне значення коефіцієнта варіації.

Мінімальне значення коефіцієнта варіації для першої моделі буде в тому випадку, коли фактори будуть мати значення $x_1=+1$ $x_2=-1$; у розкодованому виді $x_1=60\text{мм}$, $x_2=0\text{мм}$. Значення коефіцієнта варіації при цьому значенні факторів дорівнює 41,19%.

Таблиця 7. Зіставлення експериментальних і розрахованих даних

Номер досліда	Y_i експ.	Y_i 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 $x_1=+1$, $x_2=+1$; у розкодованому виді $x_1=60\text{мм}$, $x_2=10\text{мм}$. Значення коефіцієнта варіації в даному випадку дорівнює 41,16%.

Для використання рівнянь (3; 4) в інженерних розрахунках, представимо їх у розкодованому виді:

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

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

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

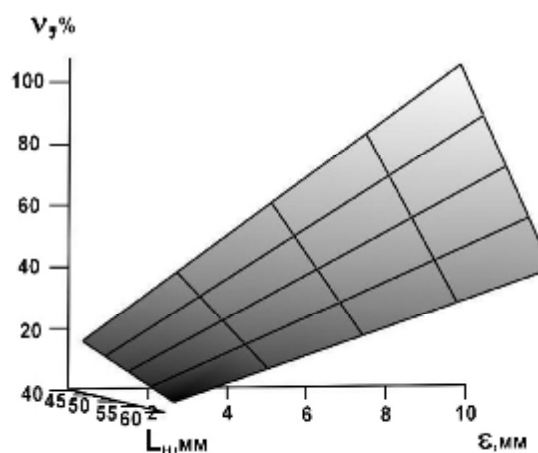


Рис. 2. Залежність рівномірності розподілу насіння по ширині захвату сошника V від довжини похилої ділянки – L_H і ексцентриситету установки ділянки – ϵ . розподільник у вигляді тіла обертання (варіант1)

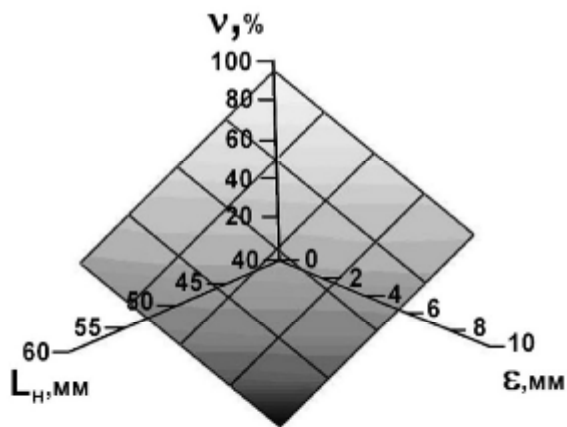


Рис. 3. Залежність рівномірності розподілу (варіант2)

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

Провівши аналіз отриманих графічних залежностей, можна зробити наступні висновки.

Зі збільшенням довжини похилої ділянки нерівномірність розподілу насіння по ширині захвату сошника знижується, як для 1-го експерименту з розподільником, виконаним у вигляді тіла обертання з криволінійною твірною, так і для 2-го експерименту з розподільником, виконаним у виді двосторонньої криволінійної призми.

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

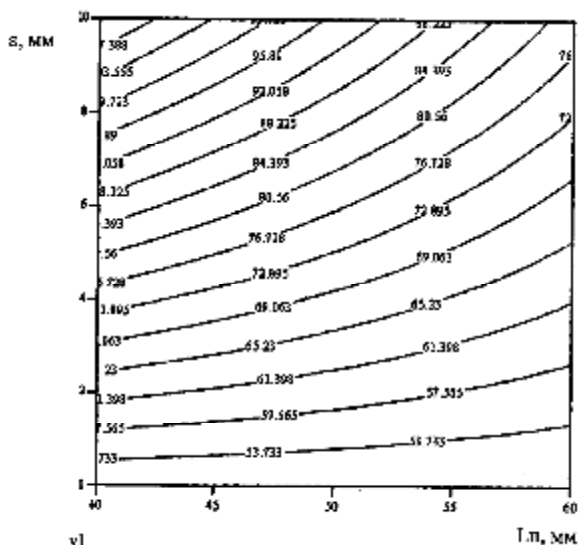


Рис. 4. Контурний графік 1-ої моделі

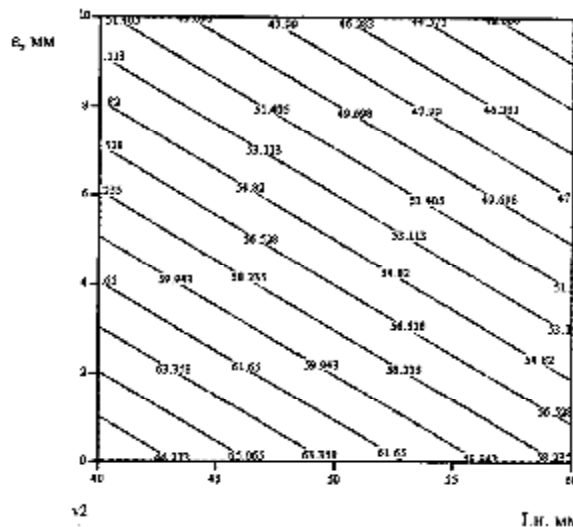
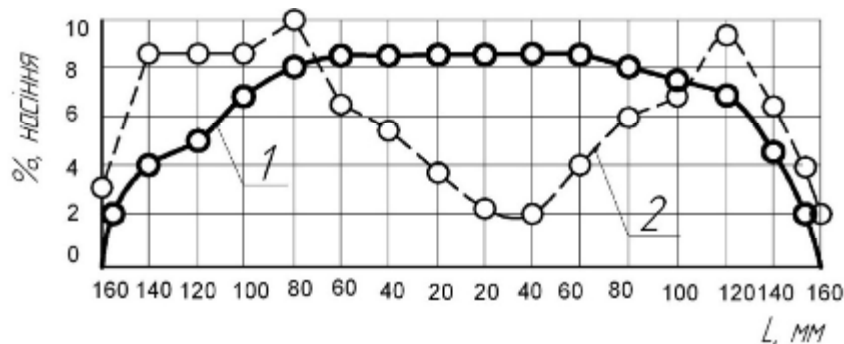


Рис. 5. Контурний графік 2-ий моделі

Порівнюючи значення коефіцієнта варіації в точках мінімуму отриманих аналітичних виразів можна відзначити, що більш рівномірно насіння розподіляє розподільник виконаний у виді двосторонньої криволінійної призми. Оптимальні значення досліджуваних факторів для другого експерименту знаходяться в інтервалах: $L=58...60$ мм, $\epsilon=9...10$ мм, при цьому параметр оптимізації

(V) буде складати 41.. 42%.

Розподіл насіння по ширині захвату сошника при обґрунтованому ексцентриситеті і без ексцентриситету представлений на (рис. 6.); з якого видно, що дійсно в середині смуги забезпечується рівномірний посів насіння при установці розподільника зі зсувом вперед, в напрямку руху сошника, відносно осі направляча.



1- з ексцентриситетом; 2- без ексцентриситетом.

Рис. 6. Розподіл насіння експериментальним розподільником, який встановлено з ексцентриситетом і без ексцентриситету



Рис. 7. Експериментальний сошник

Лабораторні дослідження показали, що при ширині засівання сошником смуги 95...100 мм коефіцієнт варіації дорівнює:

- для насіння пшениці $V=31,88$

Гістограми розподілу насіння зернових культур представлені на (рис. 8). Таким чином, для польових досліджень вибираємо описаний вище сошник з комбінованим розподільником насіння і роздільником у виді двосторонньої криволінійної призми.

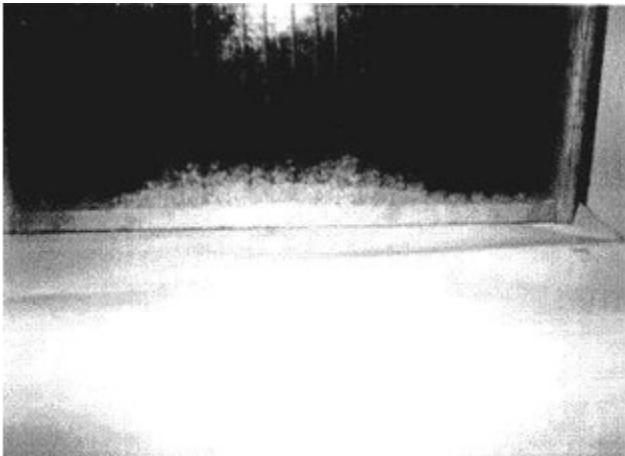


Рис. 8. Гістограма розподілу насіння пшениці експериментальним розподільником

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, що висівається - яра пшениця сорту "Миронівська 95", попередник - картопля. Норма висіву 200 кг/га або 3,5 млн. насінин/га.

Висновки. Значення довжини похилої ділянки вибрано на підставі дальності і рівномірності розподілу насіння і складає 60 мм. Комбінований розподільник може розподіляти насіння зернових культур по ширині 95-100 мм. При проведенні двофакторних експериментів, встановлено, що кращими показниками розподілу насіння володіє комбінований розподільник виконаний у вигляді двосторонньої криволінійної призми. Розроблена конструкція сошника для підґрунтового розкидного сівби насіння зернових культур з комбінованим розподільником насіння. У ході попередніх дослідів і пошукового багатфакторного експерименту уточнено рівняння лінійної регресії і визначені найбільш значимі фактори, що впливають на параметр оптимізації. При проведенні 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 направляча до вершини розподільника $h=2,9$ мм; ексцентриситет установки розподільника відносно осі насіннепроводу $\epsilon=0,8$ мм; довжина похилої ділянки $L_n=58,8$ мм; кут встановлення похилої ділянки до горизонталі $\alpha=23,6^\circ$. Встановлено, що кращою рівномірністю розподілу насіння володіє сошник з розподільником у вигляді двосторонньої криволінійної призми (варіант 2).

Список використаної літератури:

1. Герук С. М. Не ігноруймо експериментальні сошники з комбінованим розподілювачем посівного матеріалу / С. М. Герук, М. Л. Заєць // Журнал «Зерно і хліб». – 2013. – Вип. 2 (70). – С. 36–39.
2. 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.
3. Заєць М. Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння в сошник для підґрунтового розкидного способу посіву / М. Л. Заєць // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. Луцького держ. тех. ун-ту. – 2007. – Вип. 16. – С. 81-89.
4. Заєць М. Л. Результати експериментальних досліджень сошника для розкидного способу сівби / М. Л. Заєць // Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь : зб. тез. II Всеукраїнської наук.-практ. конф., 7-8 квітня 2016 р. : Житомир : ЖАТК, 2016 – С. 195–197.
5. 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.
6. Заєць М. Л. Удосконалення способу сівби зернових колосових культур / М. Л. Заєць // Наукові

Zaets M. Parameters optimization of combined valve for seeds coulter sowing subsoil, variation grain crops

We consider the determination of optimal shape of the distributor and the process of distribution of seeds combined distributor in the form of curved prisms. From the distributor form depends on the quality of seed distribution across the width of the strip that sown. The uniformity of seeds on the location Shovel width will be characterized by the speed of flow of seeds on a sloping plot distributor.

Key words: speed, sowing, distributor, generators uniformity.

Заец М. Л. Оптимизация параметров комбинированного распределителя семян сошника для подпочвенно-разбросного посева зерновых культур

Рассматривается определение оптимальной формы распределителя и процесс распределения семян комбинированным распределителем в виде криволинейной призмы. От формы распределителя зависит качество распределения семян по ширине полосы, которая засеивается. Равномерность расположения семян по ширине захвата сошника будет характеризоваться скоростью поступления семян на наклонную участок распределителя.

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

Стаття надійшла в редакцію: 05.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Гецович Є.М.

УДК 631.3; 629.144.2

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАХИСТУ РОСЛИН ОБПРИСКУВАННЯМ**

П. В. Шолудько, к.т.н., доцент, Львівський національний аграрний університет

В статті викладені підходи до синтезу структурно-функціональної моделі і оцінки варіантів функціональної організації технологічного комплексу захисту рослин. Висвітлюються особливості методики побудови структурно-функціональних зв'язків. Необхідність оптимізації рішень при багатоваріантності результатів пов'язана з великою кількістю рекомендованих препаратів та можливостями їх поєднань.

Ключові слова: захист рослин, структурно-функціональна модель, технологічна система, функціонально-вартісний аналіз, технологічний комплекс.

Постановка проблеми. В інтенсифікації рослинництва важливу роль відіграє впровадження системи інтегрованого захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. За умови наявності багатогалузевих господарств і широкого діапазону їх розмірів, різних форм власності на землю і засоби виробництва виникають труднощі вибору раціональної структури функцій агрохімічного обслуговування, забезпечення технологічної дисципліни і екологічності робіт. Функціональна багатоваріантність пов'язана також з великою кількістю рекомендованих препаратів та можливих їх поєднань, різними їх фізико-механічними властивостями і препаративними формами (концентрат емульсії, порошок, розчинні і нерозчинні форми тощо). Тому задача оптимального синтезу структурно-функціональної моделі технологічної системи захисту рослин є актуальною.

Аналіз останніх досліджень. Структура технологічної системи, як найбільш стабільна її властивість, не залежить від зовнішніх умов і, в основному, відповідає типовій структурній моделі, що описана в праці [1]. Згідно з типовою моделлю технологічна система (ТхС) включає такі складові: предмет праці (ПП); основну виробничу складову (ВС), яка безпосередньо змінює властивості ПП; складову технологічного забез-

печення (ТЗ), без якої не можуть бути реалізовані основні функції ВС; складову технічного обслуговування (СО), яка забезпечує працездатність технічних засобів всіх складових системи; складова управління (СУ), яка забезпечує дотримання регламентів робіт і ефективне функціонування системи у цілому.

Загальні положення побудови функціональної моделі технічних систем з використанням методу FAST (Functional Analysis System Technique) наведені в літературі з функціонально-вартісного аналізу [2]. У праці [1] показана можливість застосування методу FAST для аналізу й оцінки функціональної організації аграрних технологічних систем, в яких взаємодія елементів системи здійснюється на рівні функцій або їх об'єднань (операцій). Проте у випадках, коли технологічна система є багатофункціональною, включає складові (підсистеми), що мають структурну цілісність і характерні їм зовнішні функції та зв'язки, побудова функціональної моделі ускладнюється. Тому виникає необхідність удосконалення методики побудови структурно-функціональної моделі з урахуванням специфіки технологічних комплексів (ТхСК) рослинництва.

Мета досліджень. Метою даної статті є висвітлення особливостей методики побудови