

Дисперсійний аналіз однорічних результатів спостережень у двофакторному досліді

Мета роботи. Засвоєння алгоритму дисперсійного аналізу однорічних експериментальних даних після проведення двофакторного досліді.

Методичні засади.

Принципові засади дисперсійного аналізу результатів двофакторного дослідження аналогічні однофакторному. Проте, в схемі дослідження обидва фактори представлені їхніми градаціями. Кількість таких градацій повинна бути не менше двох за методично обґрунтованої повторності кожного з варіантів дослідження. Результативну ознаку, на яку діють два фактори дослідження, для одноразового виконання статистичної експертизи обирають одну.

Підсумком двофакторного дисперсійного аналізу є оцінка впливу не тільки окремо кожного фактора на спостережену результативну ознаку (C_a , C_b), а й їхньої взаємодії (C_{ab}). $C_y = C_a + C_b + C_{ab} + C_p + C_z$.

Методика аналізу.

Методика аналізу. Алгоритм дисперсійного аналізу спостережень у двофакторному досліді показаний на прикладі.

Завдання. Проведіть дисперсійний аналіз даних двофакторного польового досліду, та визначте достовірність його результатів. Виконання завдання здійснюють в наступній послідовності.

Перший етап.

Перший етап. Результати спостережень у двофакторному досліді, що за структурою у нашому прикладі має дві градації першого (I_a) та три градації другого (I_b) факторів за чотириразового повторення (n), наведені в таблиці.

Вплив густоти посіву на урожайність зерна гібридів кукурудзи, т/га

Варіанти		Величини у повтореннях (n)				ΣV	Середня
гібрид	густина I_b	I	II	III	IV		
a1	в1	6,52	6,57	6,45	6,53	26,07	6,52
	в2	7,11	7,22	7,35	7,32	28,90	7,23
	в3	8,11	8,23	8,17	8,21	32,72	8,18
a2	в1	7,23	7,31	7,27	7,24	29,05	7,26
	в2	8,11	8,17	8,23	8,19	32,70	8,18
	в3	7,77	7,68	7,65	7,55	30,65	7,66
ΣP		44,85	45,18	45,02	45,04	$\Sigma X = 180,09$	$x_0 = 7,50$

Другий етап

На другому етапі розраховують суми квадратів відхилень окремих величин спостереженої ознаки від середньої, для чого визначають такі показники:

1. Корируючий фактор:

$$C = (\sum X)^2 / la \times lb \times n = 180,09^2 / 2 \times 3 \times 4 = 1351,35$$

2. Розсіювання (дисперсія) загальне:

$$C_y = \sum X^2 - C = (6,52^2 + 6,57^2 + \dots + 7,65^2 + 7,55^2) - 1351,35 = 8,24$$

3. Розсіювання повторень:

$$C_p = \sum (\sum P^2) / (la \times lb) - C = (44,85^2 + \dots + 45,04^2) / (2 \times 3) - 1351,35 = 0,01$$

4. Розсіювання варіантів:

$$C_v = \sum (\sum V^2) / n - C = (26,07^2 + \dots + 30,65^2) / 4 - 1351,35 = 8,17$$

5. Розсіювання залишку (помилки):

$$C_z = C_y - C_p - C_v = 8,24 - 0,01 - 8,17 = 0,06$$

Перевірка: C_z – має позитивне значення, що свідчить про правильність розрахунків.

Третій етап

Третій етап полягає у визначенні головних ефектів факторів та їхньої взаємодії розкладанням суми квадратів відхилень по варіантах C_v та ступенів свободи варіантів на складові – факторів a , b , та їх взаємодії ab , для чого проводять перегрупування сум урожаїв $\sum V$

Визначення головних ефектів та їх взаємодії

Гібриди, a	Густоти рослин, b			Σa
	1	2	3	
1	26,07	28,90	32,72	87,69
2	29,05	32,70	30,65	92,40
Σb	55,12	61,60	63,37	$\Sigma V = 180,09$

Перевірка: $\Sigma a = \Sigma b = \Sigma V$

Обчислюємо:

1. Суму квадратів і ступінь свободи для фактора a :

$$C_a = \sum(\sum a)^2 / l_b * n - C = (87,69^2 + 92,40^2) / (3 \times 4) - 1351,35 = 0,92 \text{ за ступеня свободи } l_a - 1 = 2 - 1 = 1$$

2. Суму квадратів і ступінь свободи для фактора b :

$$C_b = \sum(\sum b)^2 / l_a * n - C = (55,12^2 + 61,60^2 + 63,37^2) / (2 \times 4) - 1351,35 = 4,71 \text{ при ступені свободи } l_b - 1 = 3 - 1 = 2$$

3. Суму квадратів і ступінь свободи взаємодії для факторів ab :

$$C_{ab} = C_v - C_a - C_b = 8,17 - 0,92 - 4,71 = 2,54 \text{ за ступеня свободи } (l_a - 1)(l_b - 1) = (2 - 1)(3 - 1) = 2$$

Перевірка: C_{ab} має позитивне значення, отже розрахунки вірні.

Четвертий етап

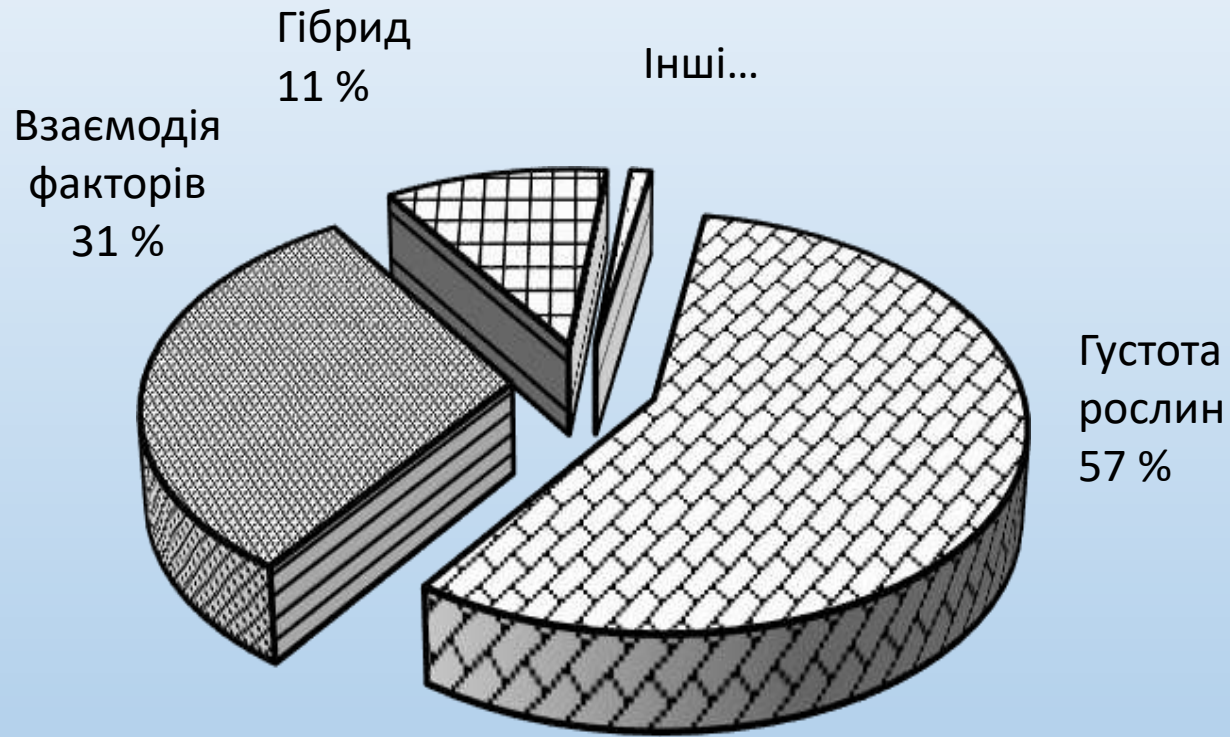
За четвертого етапу підводять підсумки дисперсійного аналізу

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи, $n-1$	Середній квадрат, S_2	Критерій достовірності	
				F_ϕ	F_{05}
загальна S_y	8,24	23			
повторень S_p	0,01	3			
факторів S_a	0,92	1	0,92	230,00	4,54
S_b	4,71	2	2,35	487,50	3,60
S_{ab}	2,54	2	1,27	317,50	3,60
залишку S_z	0,06	15	0,004		

Отже за критеріями F доведена статистична достовірність результатів досліду, що вказує на наявність в його схемі варіантів, різниці між якими істотні ($F_\phi > F_{05}$). Для виявлення цих варіантів треба визначити критерій HIP_{05} .

Частка впливу факторів, що вивчалися, становила



- гібридів – $\eta^2 = (C_a / C_y) \times 100 = (0,92/8,24) \times 100 = 11 \%$;

- густоти рослин – $\eta^2 = (C_b / C_y) \times 100 = (4,71/8,24) \times 100 = 57 \%$

- взаємодія гібрид $\times$ густота рослин

– $\eta^2 = (2,54/8,24) \times 100 = 31 \%$

Рис. 1. Структура впливу факторів на урожайність зерна кукурудзи

П'ятий етап

П'ятий етап аналізу спрямований на розрахунки найменшої істотної різниці на 5 %-му рівні значущості (HIP_{05}) для досліджених факторів:

- фактора a :

$$HIP_{05a} = t_{05} \sqrt{\frac{2S^2}{nl}} = 2,13 \times \sqrt{\frac{2 * 0,004}{4 * 3}} = 0,06 \text{ m/za}$$

- фактора b :

$$HIP_{05b} = t_{05} \sqrt{\frac{2S^2}{nl}} = 2,13 \times \sqrt{\frac{2 * 0,004}{4 * 2}} = 0,07 \text{ m/za}$$

- взаємодії факторів ab :

$$HIP_{05ab} = t_{05} \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = 2,13 \times \sqrt{\frac{2 * 0,004}{4}} = 0,1 \text{ m/za}$$

де t_{05} – критерій Ст'юдента на 5 %-му рівні значущості, який знаходять у таблиці І додатків за ступеня свободи помилки (залишку) $(n-1)(l_a l_b - 1) = 15$, $t_{05} = 2,13$; S^2 – дисперсія залишку, 0,004.

Шостий етап

На шостому етапі аналізу визначають істотність різниці між варіантами в абсолютних показниках

Вплив густоти посіву на врожайність зерна гібридів кукурудзи, $t/га$

Гібриди, фактор a	Густота рослин, фактор B			Середня a	Різниця, $HIP_{05a} = 0,06$
	b_1	b_2	b_3		
a_1	6,52	7,23	8,18	7,31	-
a_2	7,26	8,18	7,66	7,70	0,39
Середня b	6,89	7,71	7,92		
Різниця, $HIP_{05b} = 0,07$	-	0,82	1,03		
		$HIP_{05} \text{ загальна} = 0,10$			

На підставі інформації з останньої таблиці можна зробити **висновок**, що врожайність зерна кукурудзи достовірно залежить від вирощуваного гібриду (фактор a), густоти посіву (фактор b) і від взаємодії між ними (ab): для першого гібриду кращою виявилась густота посіву у варіанті b_3 , а для другого – b_2 . Тому для повнішої реалізації генетичного потенціалу культури для кожного гібриду кукурудзи доцільно підбирати індивідуальну оптимальну норму висіву насіння. Серед поєднань досліджених факторів істотно переважали решту варіанти вирощування гібриду a_1 за густоти b_3 і гібриду a_2 за густоти b_2 .