

Вступ

Селекція овочевих культур у сучасних умовах розвитку науки стала математизованою. Це пов'язано з тим, що більшість законів генетики популяцій, як теоретичного фундаменту селекції, обґрунтовуються математично. Селекція широко використовує метод порівняння селекційного досягнення з вихідною популяцією, а також із певним еталоном (стандартом). Іншими словами: селекціонеру протягом усієї селекційної програми доводиться проводити порівняння популяцій за різними ознаками.

З цією метою статистиками розроблено три основних методи порівняння сортів між собою за допомогою таких показників:

- довірчого інтервалу ($x \pm t_{05} \times S_x$);
- співвідношення частот через χ^2 -квадрат (χ^2);
- найменшої істотної різниці ($НІР_{05}$).

Довірчий інтервал використовують для порівняння сортів за кількісними ознаками (наприклад, довжина стебла, кількість листків, маса плода тощо). Порівняння частот якісних ознак у популяціях проводять за допомогою χ^2 -квадрат (наприклад, співвідношення кількості плодів за забарвленням). Тоді як при конкурсному сортопробуванні нових сортів порівняно із стандартом визначають НІР. У селекції всі дослідження проводять на 95%-му рівні вірогідності. Кожен з цих методів має свої алгоритми. Пояснення термінів у методичних вказівках висвітлено на конкретних прикладах.

Розділ І. Довірчий інтервал

Приклад. У процесі селекційної роботи з кукурудзою цукровою створена популяція А, висота рослин (у см) якої у вибірці (n) з 20 рослин становила – 125, 118, 115, 130, 122, 135, 119, 124, 123, 125, 116, 126, 132, 131, 122, 126, 125, 124, 127, 129 см. Тоді як у сорту стандарту Ласуня одеська – відповідно 132, 140, 135, 142, 144, 155, 157, 143, 145, 160, 135, 141, 140, 144, 146, 143, 149, 150, 143, 138 см.

Завдання. На 95%-му рівні вірогідності докажіть, що популяція А відрізняється від стандарту Ласуня одеська.

Алгоритм. Умови завдання заносять у вихідну таблицю 1, в якій проводять відповідні попередні розрахунки.

1. Розрахунки статистичних показників дослідження висоти рослин у двох популяціях кукурудзи цукрової

Номер рослин у вибірці	Стандарт Ласуня одеська		Популяція А	
	х	X ²	X _A	X _A ²
1	132	17424	125	15625
2	140	19600	118	13924
3	135	18225	115	13225
4	142	20164	130	16900
5	144	20736	122	14884
6	155	24025	135	18225
7	157	24649	119	14161
8	143	20449	124	15376
9	145	21025	123	15129
10	160	25600	125	15625
11	135	18225	116	13456
12	141	19881	126	15876
13	140	19600	132	17424
14	144	20736	131	17161
15	146	21316	122	14884
16	143	20449	126	15876
17	149	22201	125	15625
18	150	22500	124	15376
19	143	20449	127	16129
20	138	19044	129	16641
n=20	$\sum x=2882$ $\bar{x}=144.1$	$\sum x^2=416298$	$\sum x_A=2494$ $\bar{x}_A=124.7$	$\sum x_A^2=311522$

Для кожного варіанта вираховують суму значень ($\sum x$) і середнє значення ($\bar{x}$). Так, для сорту Ласуня одеська вона становить $\sum x=132+140+135+\dots+138=2882$. Середня висота $\bar{x}=2882:20=144,1$ см. Аналогічно для популяції А: $\sum x_A=2494$; $\bar{x}_A=124,7$ см.

Кожне значення висоти рослин підносять до квадрату і знаходять їхні суми $\sum x^2=416298$; $\sum x_A^2=311522$.

2. Проводять розрахунки дисперсії, коефіцієнтів варіації, помилки середньої та довірчого інтервалу для кожного сорту окремо (табл.2).

2.Розрахунок довірчого інтервалу

Формула для розрахунків	Стандарт	Популяція А
Дисперсія: $S^2 = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 : n}{n - 1}$	$S^2 = \frac{416298 - (2882)^2 : 20}{20 - 1} = 52,7$	$S^2_A = \frac{311522 - (2494)^2 : 20}{20 - 1} = 27,4$
Стандартне відхилення: $S = \sqrt{S^2}$	$S = \sqrt{52,7} = 7,26$	$S = \sqrt{27,4} = 5,23$
Коефіцієнт варіації: $V = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$	$V = \frac{7,26}{144,1} \times 100\% = 5,0\%$	$V = \frac{5,23}{124,7} \times 100\% = 4,2\%$
Помилка середнього: $S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$	$S_{\bar{x}} = \frac{7,26}{\sqrt{20}} = 1,62$	$S_{\bar{x}} = \frac{5,23}{\sqrt{20}} = 1,17$
Довірчий інтервал для середнього значення: $\bar{x} \pm t_{05} \times S_{\bar{x}}$	$144,1 \pm 2,09 \times 1,62 = 144,1 \pm 3,4$	$124,7 \pm 2,09 \times 1,17 = 124,7 \pm 2,4$
Ступінь свободи: n-1	19	19
Фактичні межі мінливості: $x_{min} - x_{max}$	132 – 160 см	115 – 132 см
Довірчі межі мінливості: $x_{min} - x_{max}$	140,7 – 147,5 см	122,3 – 127,1 см

$S_{\bar{x}}$

Пояснення до таблиці 2:

- дисперсія – міра варіації, або розсіювання значень ознак;
- стандартне відхилення показує межі дисперсії ознаки в межах 68,26% усіх проведених замірювань. Це своєрідне ядро популяції.
- коефіцієнт варіації показує частку стандартного відхилення відносно середнього значення;
- t_{05} - критерій Стюдента на 5%-му рівні значимості, які беруть з довідкової таблиці 3. Це показник подібності середнього значення вибірки до середнього генеральної сукупності.

3. Значення критерію t на 5%-ному рівні значимості (за Доспеховим Б.А., 1985)

Число ступенів свободи	Критерій t_{05}
1	12,71
2	4,30
3	3,18
4	2,78
5	2,57
6	2,45
7	2,37
8	2,31
9	2,26
10	2,23
11	2,20
12	2,18
13	2,16
14	2,15
15	2,13
16	2,12
17	2,11
18	2,10
19	2,09
...	...
25	2,06
...	...
30	2,04
...	...
50	2,01
...	...
100	1,98

3. Пояснення одержаних даних.

Висоту рослин популяції А знаходять в межах $124,7 \pm 2,4$ см (від 122,3 – до 127,1 см), що достовірно менше порівняно із стандартом – $144,1 \pm 3,4$ см (від 140,7-147,5 см). Відмінності між сортами доказані на 95%-му рівні вірогідності, оскільки межі довірчих інтервалів не перекриваються. Якщо межі перекриваються, тоді стверджують про відсутність відмінностей між популяціями.

Контрольні завдання. У конкурсному сортовипробуванні вивчено десять сортів гороху овочевого за кількістю плодів (бобів) на рослині (таблиця 4). Вибірка 15 рослин. Порівняння проведено з двома сортами стандартами А і В. Докажіть наявність достовірних відмінностей нових сортів із стандартами за даною ознакою.

4. Результати вивчення сортів гороху овочевого за кількістю плодів (бобів)

Номер рос- лини на діля- нці	А	В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	32	15	24	40	5	37	12	25	51	7	8
2	24	34	21	25	35	9	30	14	23	30	11	21
3	18	35	22	29	46	15	35	15	28	48	12	18
4	25	28	14	30	41	10	33	11	29	25	8	5
5	19	27	25	26	50	11	38	17	31	32	9	24
6	22	35	13	32	32	8	40	18	32	28	10	14
7	21	31	21	34	41	10	29	19	24	44	14	15
8	17	32	22	38	43	18	33	13	27	35	16	19
9	26	33	24	27	40	21	35	15	28	37	8	25
10	18	30	12	29	44	12	37	16	24	23	8	7
11	24	34	18	31	39	10	39	14	30	29	13	11
12	26	32	19	35	47	14	34	13	28	34	12	12
13	24	31	22	30	43	15	36	16	27	38	14	14
14	23	30	20	31	49	12	35	14	28	37	11	20
15	19	33	17	30	42	13	32	15	25	35	11	18

Варіанти для виконання контрольної роботи:

Перший блок: I варіант: провести порівняння із стандартом

А сортів 1 і 2;

II варіант: А з 3 і 4;

III варіант: А з 5 і 6;

IV варіант: А з 7 і 8;

V варіант: А з 9 і 10;

Другий блок: VI варіант: В з 2 і 3;

VII варіант: В з 4 і 5;

VIII варіант: В з 6 і 7;

IX варіант: В з 8 і 9;

X варіант: В з 1 і 10;

При необхідності більшої кількості контрольних варіантів можна студенту запропонувати інші комбінації сортів.

Розділ II. Порівняння популяцій за якісними ознаками за допомогою χ^2 -квдрату (χ^2)

Критерій відповідності χ^2 використовують у разі, коли необхідно порівняти дві популяції за частотами якісних ознак.

Приклад. У вихідній популяції томата другого покоління з 100 рослин було 70 – з червоними, 20 – з жовтими і 10 – з білими плодами. Добір проводили в напрямку створення жовтоплідного сорту. Через три покоління доборів дана популяція з 150 рослин уже характеризувалася такими частотами 60:85:5. Це одна з найбільш типових задач у селекції овочевих культур.

Завдання. Необхідно доказати достовірність змін у популяції під дією доборів.

Коли фактичні частоти повністю співпадають, тоді $\chi^2=0$. Чим більші відхилення в частотах, тим χ^2 буде більше відрізнятися від нуля.

Алгоритм. Вихідні дані заносять у таблицю 5.

5. Розрахунок критерію відповідності

Показники	Забарвлення плодів			Сума
	червоні	жовті	білі	
Частота у вихідної популяції (H_0)	70	20	10	100
Фактична частота у нової популяції (f)	60	85	5	150
Очікувана частота у нової популяції (F)	105	30	15	150
Різниця ($f-F$)	45	55	-10	-
Квадрат різниці ($(f-F)^2$)	2025	3025	100	-
Відношення $(f-F)^2/F$	19,3	100,8	6,7	126,8

1. Очікувану частоту в нової популяції для червоних плодів визначають: $F=70/100 \times 150=105$; для жовтих – $F=20/100 \times 150=30$; і для білих $F=10/100 \times 150=15$. Сума всіх очікуваних частот також має дати число 150, тобто вивчену вибірку нової популяції.

Сума відношень дає фактичну величину χ^2 : $19,3+100,8+6,7=126,8$

2. Визначають величину ступенів свободи $(c-1) \times (k-1) = (2-1) \times (3-1) = 1 \times 2 = 2$, де c – кількість порівнюваних популяцій, k – кількість градацій ознаки.

3. За довідковою таблицею 6 знаходять теоретичне значення χ^2 (Доспехов Б.А., 1985).

6. Теоретичні значення критерію χ^2 при 0,05 рівні значимості
(за Доспеховим Б.А., 1985)

Число ступенів свободи	Значення χ^2_{05}
1	3,84
2	5,99
3	7,81
4	9,49
5	11,07
6	12,59
7	14,07
8	15,51
9	16,92
10	18,31

4. Проводять порівняння фактичного значення з теоретичним. Якщо фактичне значення більше за теоретичне, то ефект добору буде суттєвим. У протилежному разі – несуттєвим. У нашому прикладі $\chi^2_{\text{фактичне}} = 126,8$ і більше $\chi^2_{05} = 5,99$, що свідчить про суттєві зміни в популяції.

Контрольні завдання. У процесі селекційної роботи одержано п'ять поколінь гороху овочевого (F_2 - F_6) з різним співвідношенням насіння за кольором (табл.7).

7. Співвідношення частот у популяціях гороху овочевого за різним кольором насіння

Колір насіння і об'єм вибірки	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
Жовтий	15	12	10	5	3
Жовто-зелений	40	42	70	25	20
Сизо-зелений	25	23	80	100	93
Об'єм вибірки	80	77	160	130	116

Варіанти завдань: Установити наявність достовірних відмінностей у структурі різних популяцій між:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. F_2 і F_3 ; | 6. F_3 і F_5 ; |
| 2. F_2 і F_4 ; | 7. F_3 і F_6 ; |
| 3. F_2 і F_5 ; | 8. F_4 і F_5 ; |
| 4. F_2 і F_6 ; | 9. F_4 і F_6 ; |
| 5. F_3 і F_4 ; | 10. F_5 і F_6 ; |

Розділ III. Порівняння популяцій за допомогою найменшої істотної різниці (НІР)

При порівнянні сортів за врожайністю в попередньому, конкурсному і виробничому сортовипробуваннях селекціонер найчастіше використовує дисперсійний аналіз, який дає можливість установити наявність достовірної різниці між новим сортом і стандартом за допомогою НІР.

Приклад. Вивчена врожайність нових сортів томата порівняно із стандартом. Дослідження проведені в 4-разовій повторності (табл. 8).

Завдання. На 0,05 рівні значимості докажіть суттєву різницю за врожайністю у нових сортів відносно стандарту за допомогою НІР.

Алгоритм. Вихідні дані заносять у таблицю 8.

8. Вихідна таблиця для аналізу урожайності сортів томата, т/га

Сорт	Повторність, x				ΣV	Середнє значення	ΣV^2	Повторність, x^2			
	I	II	III	IV				I	II	III	IV
Стандарт	50	55	48	59	212	53.0	44944	2500	3025	2304	3481
A	53	60	45	42	200	50.0	40000	2809	3600	2025	1764
B	70	65	68	75	278	69.5	77284	4900	4225	4624	5625
ΣP	173	180	161	176	$\Sigma x = 690$						
ΣP^2	29929	32400	25921	30976							

Порядок розрахунків

1. Визначають суми за повторностями ($\sum P$) і за сортами ($\sum V$).
2. Умови перевірки: загальна сума X має дорівнювати сумам P і V .
3. Підносять кожен суму до квадрату і знаходять їх суми:

$$\sum(\sum P^2) = 29929 + 32400 + 25921 + 30976 = 119226;$$

$$\sum(\sum V^2) = 44944 + 40000 + 77284 = 162228.$$
4. Кожне значення урожайності по сорту і повторності підносять до квадрату (χ^2).
5. Знаходять їх суму: $\sum \chi^2 = 2500 + 3025 + \dots + 5625 = 40882$.
6. Підносять $\sum \chi$ до квадрату: $(\sum \chi)^2 = (690)^2 = 476100$.

Після проведення попередніх розрахунків проводять дисперсійний аналіз.

Загальна кількість спостережень = $N = L \times n = 3 \times 4 = 12$, де L – кількість варіантів, n – кількість повторностей.

Корегуючий фактор $C = (\sum \chi)^2 : N = 476100 : 12 = 39675$.

Загальна дисперсія $C_y = \sum \chi^2 - C = 40882 - 39675 = 1207$.

Дисперсія повторень $C_p = \sum(\sum P^2) : L - C = 119226 : 3 - 39675 = 67$.

Дисперсія сортів (варіантів) $C_v = \sum(\sum V^2) : n - C = 162228 : 4 - 39675 = 882$.

Дисперсія залишку $C_z = C_y - C_p - C_v = 1207 - 67 - 882 = 258$.

Результати розрахунків заносять в таблицю 9 для наступного вирахування НІР.

9. Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів дисперсій	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера	
				$F_{\text{факт.}}$	F_{05}
Загальна	1207	11	-	-	-
Повторень	67	3	-	-	-
Варіантів	882	2	441	10,2	5,14
Залишок	258	6	43	-	-

Суми квадратів дисперсій автоматично переносять з попередніх розрахунків.

Ступені свободи розраховують в такому порядку: для загальної $N - 1 = 12 - 1 = 11$; для повторень $n - 1 = 4 - 1 = 3$; для варіантів $l - 1 = 3 - 1 = 2$; для залишку: $11 - 3 - 2 = 6$.

Середній квадрат визначають лише для варіантів і залишку, як відношення суми квадратів до кількості ступенів свободи. Так, для варіантів: $882 : 2 = 441$; для залишку: $258 : 6 = 43$.

Критерій Фішера фактичний завжди визначають шляхом ділення більшого середнього квадрату на менший: $441 : 43 = 10,2$.

Теоретичне значення критерію Фішера (F_{05}) знаходять за спеціальними таблицями (Доспехов Б.А., 1985) (табл.10).

10. Значення критерію F на 5%-вому рівні значимості

Ступені свободи для меншої дисперсії (знаменник)	Ступені свободи для більшої дисперсії (чисельник)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	161	200	216	225	230	234	237	239
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,27	4,21	4,15
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73
8	5,32	4,46	4,07	3,86	3,69	3,58	3,50	3,44
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07

Примітка. При більших ступенях свободи користуються довідковими таблицями (Доспехов Б.А., 1985).

У нашому модельному прикладі F_{05} для 2 і 6 ступеней свободи дорівнює 5,14. Більше значення $F_{\text{факт.}}$ над F_{05} свідчить про наявність достовірної різниці між сортами і це дає підставу для наступних розрахунків НІР. Для цього визначають:

- помилку досліду: $S\chi = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \sqrt{\frac{43}{4}} = 3,28 \frac{\text{т}}{\text{га}};$

- помилку різниці середніх: $Sd = \sqrt{\frac{2 \times s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 43}{4}} = 4,634 \frac{\text{т}}{\text{га}};$

- $НІР_{05} = t_{05} Sd = 2,45 \times 4,64 = 11,36 \text{ т/га.}$

Значення t_{05} беруть із спеціальних довідкових таблиць, фрагмент якого відображений у даних методичних рекомендаціях у таблиці 3, при відповідних ступенях свободи для залишку.

Порівнюємо кожен сорт із стандартом. У разі, коли різниця між стандартом і варіантом більше $НІР_{05}$, то новий сорт вважають висок врожайним; якщо вона менша за $НІР_{05}$, то різниці не виявлено.

У нашому прикладі різниця за врожайністю між сортом А і стандартом становить 3,0 т/га (53-50), що менше $НІР_{05}$. Це означає, що достовірної різниці між стандартом і новим сортом не виявлено. Тоді як між сортом В і стандартом ця різниця становить 16,5 т/га (69,5-53,0), що свідчить про достовірну різницю між ними.

Контрольні завдання:

1. Вивчено врожайність зеленого горошку (т/га) трьох сортів гороху овочевого в чотирьох повтореннях

Сорт	Повторення			
	I	II	III	IV
Стандарт	10,2	11,4	12,5	14,0
А	8,0	8,5	9,0	10,1
В	14,2	13,5	15,7	16,0

Докажіть наявність достовірної різниці між сортами А і В та стандартом за допомогою критерію Фішера і $НІР_{05}$.

2. Вивчено врожайність (т/га) чотирьох сортів огірка в трьох повтореннях

Сорт	Повторення		
	I	II	III
Стандарт	45,2	43,0	49,0
А	48,0	54,0	55,0
В	38,0	40,0	44,0
С	55,0	62,0	58,5

Докажіть наявність достовірної різниці між сортами А, В і С та стандартом за допомогою критерію Фішера і $НІР_{05}$.

Список рекомендованої літератури

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985, - 416 с.
2. Мармоза А.Т. Практикум з теорії статистики: Навчальний посібник. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. – 344 с.
3. Мармоза А.Т. Теорія статистики: : Навчальний посібник. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. – 392 с.

Розрахунок довірчого інтервалу

1.Дисперсія: $S^2 = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 : n}{n-1}$

2.Стандартне відхилення: $S = \sqrt{S^2}$

3.Коефіцієнт варіації: $V = \frac{S}{x} \times 100\%$

4.Помилка середнього: $Sx^- = \frac{S}{\sqrt{n}}$

5.Довірчий інтервал для середнього значення: $\bar{x} \pm t_{05} \times Sx^-$

6.Ступінь свободи: $n-1$

7.Фактичні межі мінливості: $x_{min} - x_{max}$

8.Довірчі межі мінливості: $x_{min} - x_{max}$

5. Статистичні методи перевірки гіпотез

Завжди при постановці дослідження виникає питання про розходження груп спостережень. Рішення цього питання зводиться до порівняння статистичних характеристик, що оцінюють параметри законів розподілу, тобто до перевірки статистичних гіпотез.

Статистична гіпотеза – це наукове припущення про ті чи інші статистичні закони розподілу розглянутих випадкових величин, що може бути перевірене на основі вибірки. Майже завжди задача полягає в перевірці нульової гіпотези (H_0) – про відсутність реального розходження між фактичними і теоретичними показниками. Якщо розходження близькі до нуля чи знаходяться в межах допустимих значень, то нульова гіпотеза приймається. Якщо ж розходження виявляються в критичній для даного статистичного критерію межі, неможливі при нашій гіпотезі і тому несумісні з нею, то H_0 відкидається.

Прийняття Але гіпотези означає, що дані не суперечать припущенню про відсутність розходжень між фактичними і теоретичними чи двома рядами фактичних розподілів. Відкидання гіпотези означає, що емпіричні дані несумісні з H_0 і вірна інша, *альтернативна гіпотеза*. Справедливість H_0 перевіряється обчисленням статистичних критеріїв перевірки для визначеного рівня значимості.

5.1. Обчислення і використання критерію Хі-квадрат

Критерій хі-квадрат (χ^2) застосовують, коли необхідно встановити відповідність двох порівнюваних рядів розподілу – емпіричного і теоретичного чи двох емпіричних. Критерій хі-квадрат (χ^2) представляє суму квадратів відхилень емпіричних частот (f) від теоретич-

них (F), віднесених до теоретичних частот:
$$\chi^2 = \sum \frac{(f - F)^2}{F}$$
. Цей показник використовується при вивченні якісних ознак для оцінки відповідності емпіричних даних теоретичній передумові, нульовій гіпотезі (H_0). Гіпотеза відкидається, якщо $\chi_{\text{факт}}^2 > \chi_{\text{теор}}^2$, і не відкидається, якщо $\chi_{\text{факт}}^2 < \chi_{\text{теор}}^2$ і коли фактичні і теоретичні очікувані частоти збігаються, $\chi^2=0$. Граничні значення χ^2 , при яких H_0 приймається, наведені в таблиці 2 (Додаток).

. Величина хі-квадрат залежить від числа ступенів волі. У найбільш типових випадках число ступенів волі визначається за формулою $(c - 1) \cdot (K - 1)$, де c - число рядків і K – число стовпчиків у аналітичній таблиці [Таблиця 2.doc](#).

5.2. Приклад рішення задач у середовищі електронних таблиць Excel Microsoft Office Приклад 4.Xls

Умова задачі. У лабораторних умовах з 50 жуків звичайного бурякового довго-носа 30 було оброблено ділором (дослідна група), а інші 20 не оброблялись (контрольна група). В дослідній групі загинуло 28 довгоносоків, а у контрольній – 4. Спостерігається токсична дія ділору, чи загибель жуків залежить від випадкових причин?

Опишемо порядок рішення задачі (рис.5).

1. В чарунки C5 і E5 вводяться вихідні дані для дослідної групи, а в чарунки C6 і E6 – для контрольної.
2. В чарунці G5 знаходимо загальну кількість комах у дослідній групі, за формулою: $=C5+E5$, а в чарунці G6 – загальну кількість комах у контрольній групі: $=C6+E6$. З використанням Автосуммирования знайдемо загальне число комах, результат буде записаний в чарунках G7, C7 і E7.
3. В чарунці H5 необхідно підрахувати в відсотковому співвідношенні кількість комах у дослідній, а в чарунці H6 – у контрольній групі. Для цього потрібно використовувати формулу: $=G5*100/G7$ (у H5) і формулу $=G6*100/G7$ (у H6).
4. В чарунку D5 вводиться формула для знаходження значення **F1**: $=H5*C7/100$, в чарунку F5 – формула для знаходження значення **F2**: $=H5*E7/100$,
в чарунку D6 – формула для знаходження значення **F3**: $=H6*C7/100$,
в чарунку F6 – формула для знаходження значення **F4**: $=H6*E7/100$.
5. В чарунках C9-C12 вводиться різниця між емпіричними f і теоретичними частотами **F**, а саме:
в чарунку C9 – формула: $=D5-C5$;
в чарунку C10 – формула: $=E5-F5$;
в чарунку C11 – формула: $=D6-C6$;
в чарунку C12 – формула: $=E6-F6$.
6. В чарунку D9 вводиться формула $=C9^2$, результат розмножується в діапазон чарунок D10-D12.
7. В чарунки E9-I12 вводиться відношення вмісту чарунок D9-D12 на відповідні значення теоретичних частот **F_i**, а саме:
в чарунку E9 – формула $=D9/D5$,
в чарунку E10 – формула $=D10/F5$,
в чарунку E11 – формула $=D11/D6$,
в чарунку E12 – формула $=D12/F6$.
8. В чарунці E13 Автосуммированием знаходимо значення χ^2 .

4. Робимо висновки.

E13	fx =СУММ(E9:E12)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
2		Обчислення критерію			χ^2						
3			загиблі		живі						
4		Групи	f	F	f	F	Сума	Процент			
5		Дослідна	28	19,2	2	10,8	30	60			
6		Контрольна	4	12,8	16	7,2	20	40			
7		Сума	32	32	18	18	50	100			
8			f- F _i	(f-F _i) ²	(f-F _i) ² /F _i						
9			-8,8	77,44	4,03						
10			-8,8	77,44	7,17						
11			8,8	77,44	6,05						
12			8,8	77,44	10,76						
13				$\chi^2 =$	28,01						
14											
15	При	$v= (c-1)*(K-1)=(2-1)*(2-1)=1$									
16		Теорітичне значення критерію χ^2 згідно таблиці 2 дорівнює 3,84									
17		Так як експериментальне значення критерію χ^2 (28,01)						більше за теоритичне (3,84),			
18		робимо наступний висновок:									
19		При обробці бурякового довгоносика ділором спостерігається суттєве збільшення									
20		загибелі жуків і нульова гіпотеза про незалежність загибелі шкідників від ділору									
21		не підтверджується.									

Рис. 5.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Для систематизації, обробки і аналізу даних спостережуваних явищ з метою встановлення притаманних для них статистичних закономірностей необхідне використання специфічних методів математичної статистики та інформаційних технологій. Застосування багатого арсеналу методів статистичної обробки експериментальних даних та економіко-математичного моделювання є важливою складовою успішних досліджень та якісного аналізу в сільськогосподарській сфері. Так, зокрема, у практиці підприємств АПК доцільно використовувати наступні методи статистичного аналізу: перевірка статистичних гіпотез по критерію хі-квадрат, розрахунок коефіцієнтів кореляції та регресії, основні теоретичні положення та приклади застосування яких наведено у представленій роботі.

Пріоритетним напрямом вдосконалення методологічних аспектів статистичної обробки даних для агропромислових та ветеринарних підприємств є широке застосування сучасних інформаційних технологій. Зручним та ефективним інструментом для статистичного аналізу експериментальних даних є розроблені програми для роботи з електронними таблицями MS Excel, за допомогою яких і були проведені розглянуті дослідження. Запропоновані програми розрахунку показників описової статистики в агрономії та ветеринарії дозволяють багаторазово вводити дані у визначений діапазон комірок і автоматично отримувати результати розрахунків і висновки для малих і великих вибірок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Леснікова І.Ю. Основи роботи і вирішення задач сільського господарства в середовищі електронних таблиць Excel / І.Ю.Леснікова, Є.М.Харченко. – Дніпропетровськ: Пороги, 2002. – 147 с.
2. Дронов С.В. Многомерный статистический анализ: Учебное пособие / С.В. Дронов. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2003. – 213 с.
3. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посіб. / А.М. Єріна. — К.: КНЕУ, 2001. — 170 с.
4. Опря А.Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань). Навч. посібник / А.Т.Опря. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 448 с.
5. Терещенко М.В. Моделювання технологічних процесів у середовищі Microsoft Excel: Навч. посібник / М.В.Терещенко, Є.М.Харченко, В.М.Ковшов, І.Ю.Леснікова, В.О.Петренко, О.І.Гогенко, Ф.К.Клименко. – Дніпропетровськ: Пороги, 2005. – 266 с.

ДОДАТКИ

Таблиця 1.

Значення критерію t (Ст'юдента) на 5,1 і 0,1%-вому
рівні значимості

Число ступенів волі	Рівень значимості		
	0,05	0,01	0,001
1	12,71	63,66	637,0
2	4,30	9,93	31,60
3	3,18	5,84	12,94
4	2,78	4,60	8,61
5	2,57	4,03	6,86
6	2,45	3,71	5,96
7	2,37	3,50	5,41
8	2,31	3,36	5,04
9	2,26	3,25	4,78
10	2,23	3,17	4,59
11	2,20	3,11	4,44
12	2,18	3,06	4,32
13	2,16	3,01	4,22
14	2,15	2,98	4,14
15	2,13	2,95	4,07
16	2,12	2,92	4,02
17	2,11	2,90	3,97
18	2,10	2,88	3,92
19	2,09	2,86	3,88
20	2,09	2,85	3,85

21	2,08	2,83	3,82
22	2,07	2,82	3,79
23	2,07	2,81	3,77
24	2,06	2,80	3,74
25	2,06	2,79	3,72
26	2,06	2,78	3,71
27	2,05	2,77	3,69
28	2,05	2,76	3,66
29	2,05	2,76	3,66
30	2,04	2,75	3,65
40	2,02	2,70	3,55
60	2,00	2,66	3,46
120	1,98	2,62	3,37
∞	1,96	2,58	3,29

Таблиця 2

Критичні точки розподілу χ^2

Число ступенів волі	Рівень значимості α					
	0,01	0,025	0,05	0,95	0,975	0,99
1	6,6	5,0	3,8	0,0039	0,00098	0,00016
2	9,2	7,4	6,0	0,103	0,051	0,020
3	11,3	9,4	7,8	0,352	0,216	0,115
4	13,3	11,1	9,5	0,711	0,484	0,297
5	15,1	12,8	11,1	1,15	0,831	0,554
6	16,8	14,4	12,6	1,64	1,24	0,872
7	18,5	16,0	14,0	2,17	1,69	1,24
8	20,1	17,5	15,5	2,73	2,18	1,65
9	21,7	19,0	16,9	3,33	2,70	2,09
10	23,2	20,5	18,3	3,94	3,25	2,56
11	24,7	21,9	19,7	4,57	3,82	3,05
12	26,2	23,3	21,0	5,23	4,4	3,57
13	27,7	24,7	22,4	5,89	5,01	4,11
14	29,1	26,1	23,7	6,57	5,63	4,66
15	30,6	27,5	25,0	7,26	6,26	5,23
16	32,0	28,8	26,3	7,96	6,91	5,81
17	33,4	30,2	27,6	8,67	7,56	6,41
18	34,8	31,5	28,9	9,39	8,23	7,01
19	36,2	32,9	30,1	10,1	8,91	7,63
20	37,6	34,2	31,4	10,9	9,59	8,26
21	38,9	35,5	32,7	11,6	10,3	8,9
22	40,3	36,8	33,9	12,3	11,0	9,54

23	41,6	38,1	35,2	13,1	11,7	10,2
24	43,0	39,4	36,4	13,8	12,4	10,9
25	44,3	40,6	37,7	14,6	13,1	11,5
26	45,6	41,9	38,9	15,4	13,8	12,2
27	47,0	43,2	40,1	16,2	14,6	12,9
28	48,3	44,5	41,3	16,9	15,3	13,6
29	49,6	45,7	42,6	17,7	16,0	14,3
30	50,9	47,0	43,8	18,5	16,8	15,0

[1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) < [Предыдущая](#) [6](#)