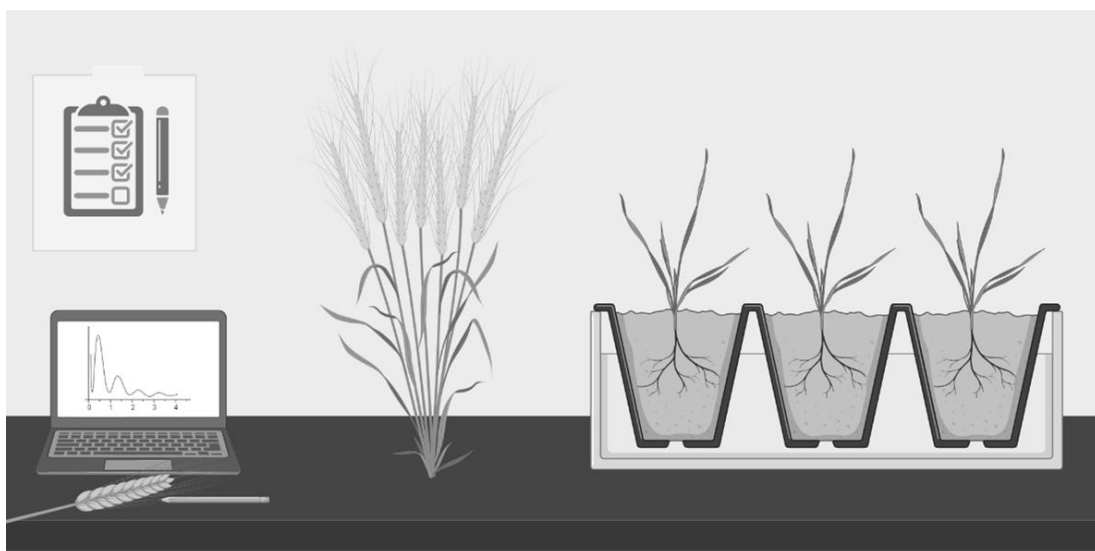


ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання практичних робіт з дисципліни
для здобувачів вищої освіти денної форми навчання
за освітнім ступенем бакалавр
зі спеціальності 201 «Агрономія»**



Обговорено і рекомендовано на засіданні
кафедри аграрних технологій та лісового
господарства
Протокол №3 від 2 вересня 2021 року

Основи наукових досліджень в агрономії. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни для здобувачів вищої освіти денної форми навчання за освітнім ступенем бакалавр зі спеціальності 201 «Агрономія» / Укл. Шевченко Л.А., Кудряшова К.М., Рябуха Г.І. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2021. 58 с.

Укладачі: Шевченко Л.А., доцентка кафедри аграрних технологій та лісового господарства, к.с.-г.н.
Кудряшова К.М., доцентка кафедри аграрних технологій та лісового господарства, к.е.н.
Рябуха Г.І., доцентка кафедри туризму, к.е.н.

Відповідальний за випуск: Селінний М.М, завідувач кафедри аграрних технологій та лісового господарства, к.е.н., доцент.

Рецензент: Бардаков В.А, завідувач лабораторії землеробства та насінництва відділу наукового забезпечення агропромислового виробництва Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, к.с.-г.н.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
<i>Практична робота №1. Методи розміщення варіантів у дослідах</i>	5
<i>Практична робота №2. Розробка плану наукових досліджень та планування польового дослідження.....</i>	16
<i>Практична робота №3. Сукупність і вибірка. Статистичні характеристики якісної мінливості</i>	19
<i>Практична робота №4. Розподіл частот та їх графічне зображення</i>	27
<i>Практична робота №5. Оцінка істотності різниці між середніми вибірок по критерію Стьюдента</i>	32
<i>Практична робота №6. Дисперсійний аналіз</i>	36
<i>Практична робота №7. Кореляція та регресія</i>	44
<i>Практична робота №8. Облік урожайності сільськогосподарських культур</i>	48
Глосарій.....	54
Список літератури.....	57

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Основи наукових досліджень в агрономії» є базовою для підготовки фахівців освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 201–агрономія.

Дослідницька робота потребує наявності теоретичних знань і сформованих професійних умінь стосовно дослідницької роботи загалом. Саме тому важливим завданням є теоретичне ознайомлення ЗВО з дослідною справою та формування навичок проведення досліджень і викладення їх результатів. У дослідницькій справі важливо вміти правильно сформулювати мету, завдання досліджень, визначати об'єкт і предмет дослідження, скласти схеми розміщення варіантів у польових дослідах. Це потребує знань із суміжних дисциплін, таких як землеробство, рослинництво, агроінженерія, метеорологія тощо.

Метою викладання навчальної дисципліни «Основи наукових досліджень в агрономії» є надання ЗВО знань про методи досліджень в агрономії, методику ведення польового досліду, аналіз результатів, статистичну обробку даних, зокрема дисперсійний аналіз.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи наукових досліджень в агрономії» є: навчити студентів користуватись загальнонауковими та специфічними в агрономії методами досліджень – лабораторно-польовим, польовим, вегетаційним, лізиметричним; навчити планувати досліди, дотримуватись вимог конкретних експериментів.

У результаті засвоєння дисципліни ЗВО мають демонструвати результати навчання, а саме: знати загальнонаукові методи наукового пізнання, основи планування та постановки наукового експерименту у області сільського господарства, агрономії, захисту рослин, селекції агрокультур, ґрунтознавства, агрохімії, технологій виробництва сільськогосподарської продукції; вміти обирати тему і методику експерименту, планувати і проводити експериментальні дослідження і наукові спостереження з використанням інформаційних технологій, здійснювати критичний аналіз і оцінку сучасних наукових досліджень, висувати гіпотези, користуватися сучасними джерелами наукової інформації.

Практична робота №1

Тема. МЕТОДИ РОЗМІЩЕННЯ ВАРІАНТІВ У ДОСЛІДАХ.

Мета: навчитися розміщувати варіанти у досліді систематичним, стандартним і рендомізованим методами, з'ясувати вплив варіювання родючості ґрунту дослідної ділянки на вибір методу розміщення варіантів.

ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК

Дослід, експеримент в агрономії – це штучне створення різних умов для досліджуваних рослин з метою виявлення найбільш ефективних варіантів.

Орієнтація і метод розташування ділянок у досліді повинні забезпечувати максимальне охоплення кожним варіантом всієї строкатості (неоднорідності) дослідної ділянки.

Дотримання цієї вимоги сприяє створенню умов найкращого порівнювання між варіантами і забезпечує більшу типовість, достовірність результатів і найменшу похибку досліді.

Метод розміщення – це чергування варіантів на дослідних ділянках у залежності від завдань і конкретних умов зовнішнього середовища (форми ділянки, варіювання родючості ґрунту, напрямку схилу).



Залежно від конфігурації і мікрорельєфу дослідної ділянки, та складності схеми експерименту вибирають систематичне (послідовне), рендомізоване (випадкове) і стандартне розміщення варіантів.

Систематичний метод передбачає розміщення варіантів у послідовності, яка записана в схемі досліді, або за іншою схемою, але у всіх повтореннях однаково. Інший варіант назви даного методу – послідовний. Даний метод буде ефективним, якщо немає закономірної зміни родючості ґрунту.

Різновиди даного методу: *одно-, дво- і багатоярусне* розміщення (рис. 1–3).

ПОВТОРЕННЯ

I

II

III

IV

1	2	2	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рис. 1. Систематичне розміщення п'яти варіантів у чотирьох повтореннях в один ярус

I повторення

II повторення

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

III повторення

IV повторення

Рис. 2. Систематичне розміщення п'яти варіантів у чотирьох повтореннях в два яруси

1	2	3	4	5
2	3	4	5	1
3	4	5	1	2
4	5	1	2	3

I повторення

II повторення

III повторення

IV повторення

Рис. 3. Систематичне розміщення п'яти варіантів у чотирьох повтореннях у чотири яруси

При використанні рендомізованого (випадкового) методу місце варіантів визначають по таблиці випадкових чисел (додаток 1) або жеребкуванням.

Випадковий метод має кілька різновидів: рендомізоване повторення, латинський квадрат, латинський прямокутник, повна рендомізація, розщеплені ділянки, неповна рендомізація. Вибір конкретного методу залежить від умов варіювання родючості ґрунту.

Серед недоліків даного методу є неоднакова послідовність варіантів у всіх повтореннях, що може значно ускладнювати демонстраційність досліду і проведення у ньому агротехнічних робіт.

Неповна рендомізація – випадкове розміщення всіх варіантів досліду в межах кожного повторення окремо (рис. 4). Даний метод застосовується, якщо у межах повторення (блоку) варіювання родючості ґрунту мінімальне, а між повтореннями воно може бути більшим. При застосуванні цього методу у кожному повторенні кожен варіант трапляється лише один раз.

ПОВТОРЕННЯ																			
I					II					III					IV				
2	1	5	3	4	4	2	1	5	3	3	1	4	2	5	5	1	4	2	3

Рис. 4. Випадкове розміщення п'яти варіантів ($l=5$) у чотирьох повтореннях

Повна рендомізація – випадкове розміщення варіантів на всіх ділянках досліду без попереднього виділення повторень. Даний метод найчастіше застосовують у дослідях з багаторічними культурами, коли індивідуальне варіювання біометричних параметрів культури буде перевищувати варіювання родючості ґрунту. Обов'язковою умовою є мала кількість варіантів, повторностей і невеликий розмір дослідних ділянок (рис. 5).

2	1	3	3
1	3	1	2
2	1	3	2

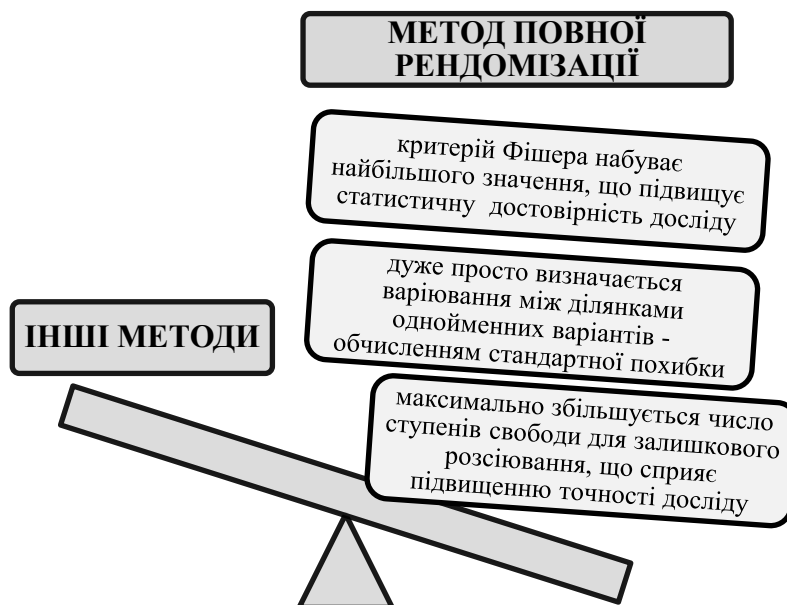
Рис. 5. Розміщення трьох варіантів дослід у чотирьох повторностях методом повної рендомізації у трьох ярусах

На видовженій земельній ділянці таким методом варіанти розміщуються в один ярус (рис. 6).

2	1	2	1	3	1	3	1	3	2	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рис. 6. Розміщення трьох варіантів дослід у чотирьох повторностях методом повної рендомізації в один ярус

Метод повної рендомізації порівняно з іншими методами має певні переваги, що схематично зображено нижче.



При стандартному методі біля кожного варіанта (сорту) розміщується контрольний (стандартний) варіант (сорт).

Метод ефективний в тих випадках, коли родючість ґрунту значно варіює, що характерно для дерново-підзолистих і солонцевих ґрунтів.

Розміщення через один варіант називають *ямб-методом* (рис. 7). При цьому стандарт займає половину площі досліджу, що при її обмеженості є одним з недоліків методу.

I					II					III							
Ст	1	Ст	2	Ст	3	Ст	2	Ст	1	Ст	3	Ст	3	Ст	2	Ст	1

Рис. 7. Розміщення трьох дослідних сортів і стандарту ямб-методом

Дактиль метод – розміщення стандарту через дві дослідні ділянки (рис. 8). Даний метод дозволяє зменшити площу під стандартом до третини, але за умови меншої строкатості поля за родючістю.

I						II						III					
Ст	1	2	Ст	3	4	Ст	1	2	Ст	3	4	Ст	1	2	Ст	3	4

Рис. 8. Розміщення чотирьох дослідних сортів і стандарту дактиль-методом

Важливо, що при ямб- і при дактиль-методі дослід має починатися і закінчуватись стандартом. Стандартні методи розміщення можна використовувати у сортовипробуванні, де вони і були вперше рекомендовані. Чергування дослідних варіантів може бути не послідовним, а випадковим, що підвищує ефективність стандартного методу.

Залежно від напрямку зміни родючості ґрунту дослідні ділянки можна розмістити методом *латинського квадрату*, *латинського прямокутника* і *розщеплених ділянок*.

Метод *латинського квадрату* – передбачає розміщення ділянок так, щоб у кожному рядку і кожному стовпчику були всі варіанти відповідно до схеми дослідів і жоден з них не має повторюватися (рис. 9).

3	1	2	4
1	2	4	3
2	4	3	1
4	3	1	2

Чотири варіанти

3	5	1	4	2
4	1	2	5	3
2	4	5	3	1
1	3	4	2	5
5	2	3	1	4

П'ять варіантів

Рис. 9. Розміщення дослідних ділянок методом латинського квадрату

У латинському квадраті розміщення варіантів може бути не випадковим, а за певною схемою. На рисунку 10 розміщені ті самі варіанти, що і на рисунку 9, але у певному порядку – у першому рядку і у першому стовпчику 1, 2, 3, 4, а в інших – за такою ж самою схемою, але дещо зі зміщенням.

Якщо родючість ґрунту у взаємно перпендикулярних напрямках буде змінюватися систематично, тобто закономірно, то така зміна може збігатися із систематичним розміщенням варіантів у латинському квадраті. При цьому буде порушуватися правило єдиної логічної різниці. Щоб запобігти цьому, варіанти треба розміщувати лише випадково, тобто рендомізовано.

Латинський прямокутник – випадкове розміщення всіх варіантів у межах кожного рядку і кожного окремого блоку (повторення).

3	1	2	4
1	2	4	3
2	4	3	1
4	3	1	2

Рис. 10. Розміщення дослідних ділянок методом латинського квадрату за послідовною схемою

Метод латинського прямокутника застосовують тоді, коли родючість ґрунту варіює як у двох взаємно перпендикулярних напрямках, так і по діагоналі, а кількість варіантів при цьому кратна кількості повторностей (рис. 11). Таке розташування дослідних варіантів найкраще відображує зміну родючості ґрунту у трьох напрямках – взаємно перпендикулярних і по діагоналі.

ПОВТОРЕННЯ

I			II			III			IV		
4	9	11	1	7	2	8	12	10	6	3	5
1	5	2	6	10	12	4	3	7	11	9	8
12	6	8	3	4	9	1	5	11	2	7	10
3	7	10	5	8	11	9	2	6	4	1	12

Рис. 11. Розміщення дослідів з 12 варіантів у чотирьох повтореннях методом латинського прямокутника

Метод рендомізованих розщеплених ділянок – це розміщення варіантів фактору першого порядку на основних ділянках, а факторів другого і наступних порядків – на субділянках, на які розщеплюють основні ділянки.

Цей метод застосовують у таких дослідях:

- 1) багатofакторних;
- 2) якщо основна увага акцентується переважно на взаємодії факторів, а не на кожному зокрема;
- 3) коли потрібно ввести у дослід групу нових варіантів за рахунок розщеплення площі основних ділянок.

На рисунку 12 представлено схематичне розміщення двофакторного дослідів: фактор А – сорт, фактор Б – мінеральні добрива. У досліді вивчається два сорти – А₁, А₂ та три норми добрив – Б₁, Б₂, Б₃, розміщені рендомізовано у кожному з чотирьох повторень.

Літерами А₁, А₂ позначені ділянки першого порядку, а літерами Б₁, Б₂, Б₃ –

ділянки другого порядку, тобто субділянки.

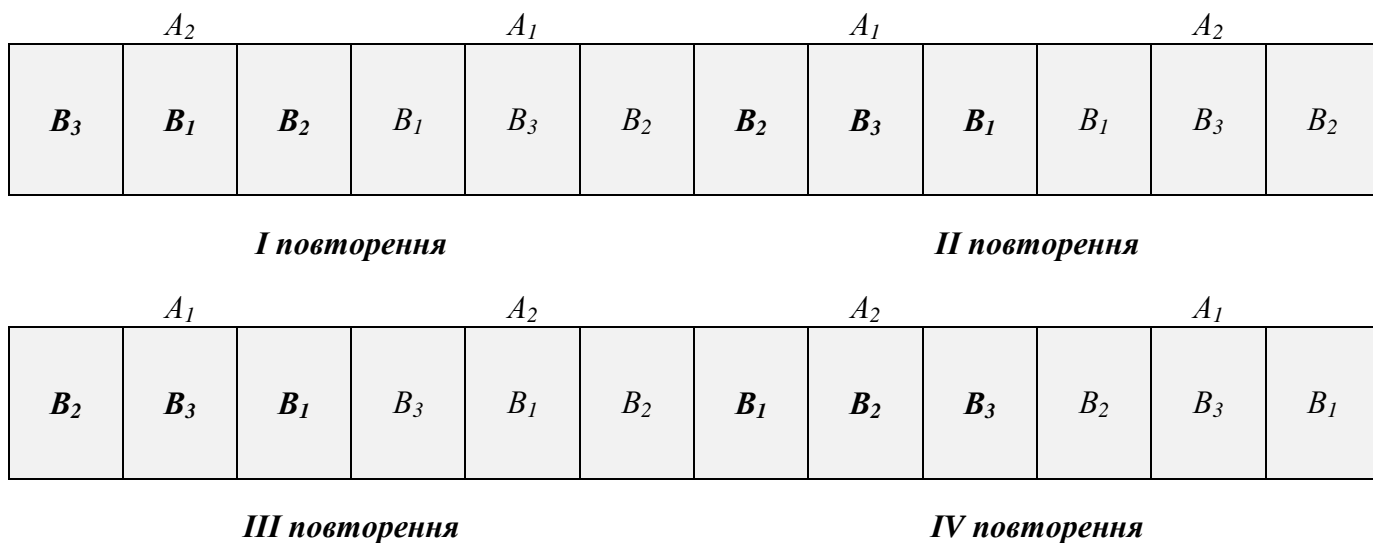


Рис. 12. Розміщення досліду методом розщеплених ділянок двох градацій фактору А і трьох градацій фактору Б

У агротехнічних дослідах факторами першого порядку краще брати ті, які будуть виконуватися першими. Багатофакторні досліди можна розміщувати не лише методом розщеплених ділянок, а й методом рендомізованих повторень, але так, щоб у межах кожного повторення були всі варіанти відповідно до схеми досліду.

ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

Позначення величин: l – число варіантів; n – число повторностей; N – число ділянок у досліді.

Завдання. Розташуйте варіанти у досліді використовуючи різні методи.

1. Стандартно, в 1, 2 або 3 яруси:

а) ямб-методом

$l - 4, n - 4$; $l - 5, n - 4$; $l - 6, n - 3$

б) дактиль-методом

$l-5, n-4; l-7, n-3$



2. Систематично в 2 або 3 яруси

$l-4, n-4; l-5, n-4; l-6, n-3; l-7, n-3$



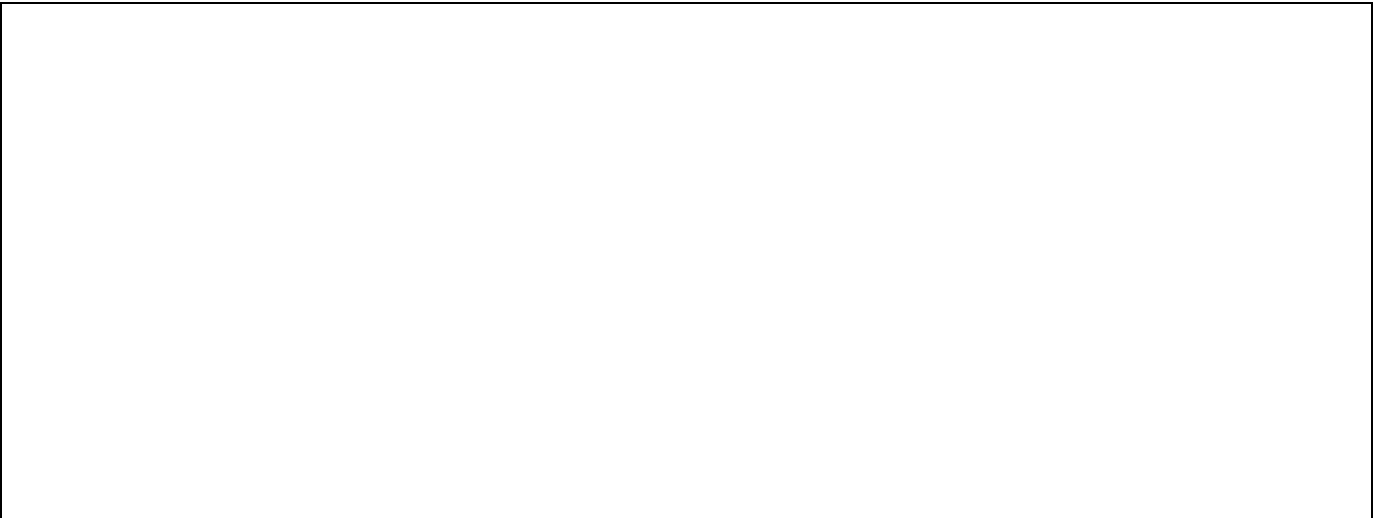
3. Методом рендомізованого повторення:

$l-6, n-4; l-8, n-3$




4. Методом латинського квадрату:

$l - 3; 4; 5; 6$



5. Методом латинського прямокутника:

$l - 8; 9; 12$



6. Методом розщеплених ділянок:

а) двофакторний дослід:

три градації фактору А

три градації фактору В

$n - 3$

б) трифакторний дослід:

дві градації фактору А

три градації фактору В

дві градації фактору С

$n - 4$

Висновок: _____

Контрольні питання:

1. Що являє собою метод розміщення варіантів. Перерахуйте основні групи методів.
2. Як розміщують варіанти досліду при повній і неповній рендомізації?
3. Де застосовують систематичний та стандартний методи розміщення варіантів у досліді?
4. Де застосовують розміщення дослідних ділянок методом латинського квадрату і латинського прямокутника?
5. Яким методом розміщують варіанти у багатофакторних дослідіах?

ДОДАТОК 1

Таблиця випадкових чисел

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	10	09	73	25	33	76	52	01	35	68	34	67	35	48	76	80	95	90	91	17
2	37	54	20	48	05	69	89	47	42	39	24	80	52	40	37	20	63	61	04	02
3	08	42	36	89	53	14	64	50	93	60	23	20	90	25	60	15	95	33	47	64
4	99	01	90	25	29	09	37	67	07	51	38	31	13	11	63	88	67	67	43	97
5	12	80	79	99	70	80	15	73	61	74	04	03	23	66	53	98	95	11	68	77
6	66	06	57	47	17	34	07	27	68	05	36	69	73	61	70	65	81	33	98	85
7	31	06	01	08	05	45	57	18	24	60	35	30	34	26	14	86	79	90	74	39
8	85	26	97	76	02	02	05	16	56	29	68	66	57	48	18	73	05	38	52	47
9	63	57	33	21	35	05	32	54	70	84	90	55	35	75	48	28	46	82	87	09
10	73	79	64	47	53	03	52	96	47	87	35	80	83	42	82	60	93	52	03	34
11	98	52	01	77	67	14	90	56	86	70	22	10	94	05	58	60	97	09	34	33
12	11	80	50	54	31	39	80	82	77	23	50	72	56	82	48	29	40	59	42	01
13	83	45	29	96	34	06	28	89	80	38	13	74	67	00	78	18	47	54	06	10
14	88	68	54	02	00	86	50	75	84	01	36	76	66	79	51	90	36	47	64	93
15	99	59	46	73	48	87	51	76	49	69	91	82	60	89	28	93	78	56	13	68
16	65	48	11	76	74	17	46	85	09	50	58	04	77	69	74	73	03	95	71	86
17	80	12	43	56	35	17	72	70	80	15	45	31	82	23	75	21	11	57	82	53
18	74	35	99	98	17	77	40	27	72	14	43	23	60	02	10	45	52	16	42	37
19	69	91	62	68	03	66	25	22	91	48	36	93	68	72	03	76	62	11	39	90
20	09	89	32	05	05	14	22	56	85	14	46	42	75	67	88	96	29	77	88	22
21	91	49	91	45	23	68	47	92	76	86	46	16	28	35	54	94	75	08	99	23
22	80	33	69	45	98	26	94	03	68	58	70	29	73	41	35	53	14	03	33	40
23	44	10	48	19	49	85	15	74	79	54	32	97	92	65	75	57	60	04	08	81
24	12	55	07	37	42	11	10	00	20	40	12	86	07	46	97	96	64	48	94	39
25	03	60	64	93	29	16	50	53	44	84	40	21	95	25	63	43	65	17	70	82
26	61	19	69	04	46	26	45	74	77	74	51	92	43	37	29	65	39	45	95	93
27	15	47	44	52	66	95	27	07	99	53	59	36	78	38	48	82	39	61	01	18
28	94	55	72	85	73	67	89	75	43	87	54	62	24	44	31	91	19	04	25	92
29	42	48	11	62	13	97	31	40	87	21	16	86	84	87	67	03	07	11	20	59
30	23	52	37	83	17	73	20	88	98	37	68	93	59	14	16	26	25	22	96	63

Тема. РОЗРОБКА ПЛАНУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПЛАНУВАННЯ ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ.

Мета: навчитися складати план (програму) наукових досліджень та ознайомитися з основними етапами планування польових дослідів; розробити схематичний план польового дослідів.

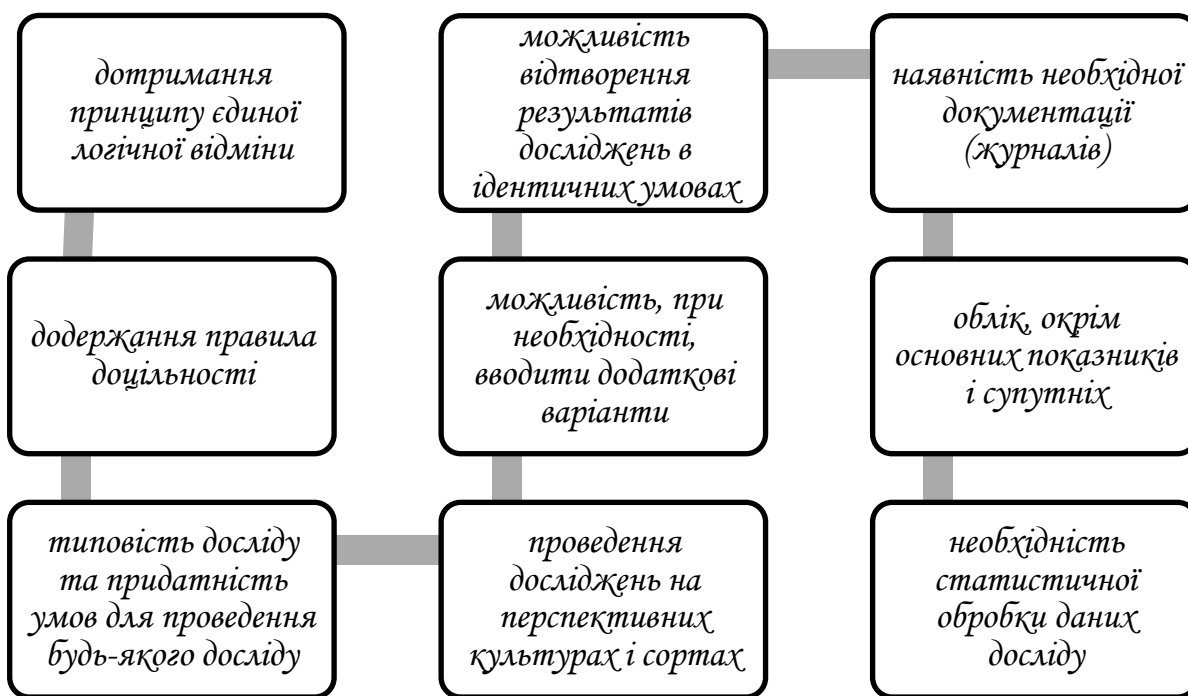
ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК

Польовий (сіськогосподарський) дослід – це дослідження, що здійснюється в польових умовах на спеціально виділеній ділянці, з його допомогою пов'язують теоретичні дослідження з практичними.

На основі польових експериментів розробляють рекомендовані агроприйоми, технології і випробовують сорти для сіськогосподарського виробництва.

Основне завдання польового методу – виявлення достовірних відмінностей між варіантами дослідів, кількісна оцінка досліджуваних факторів на врожайність рослин і якість продукції.

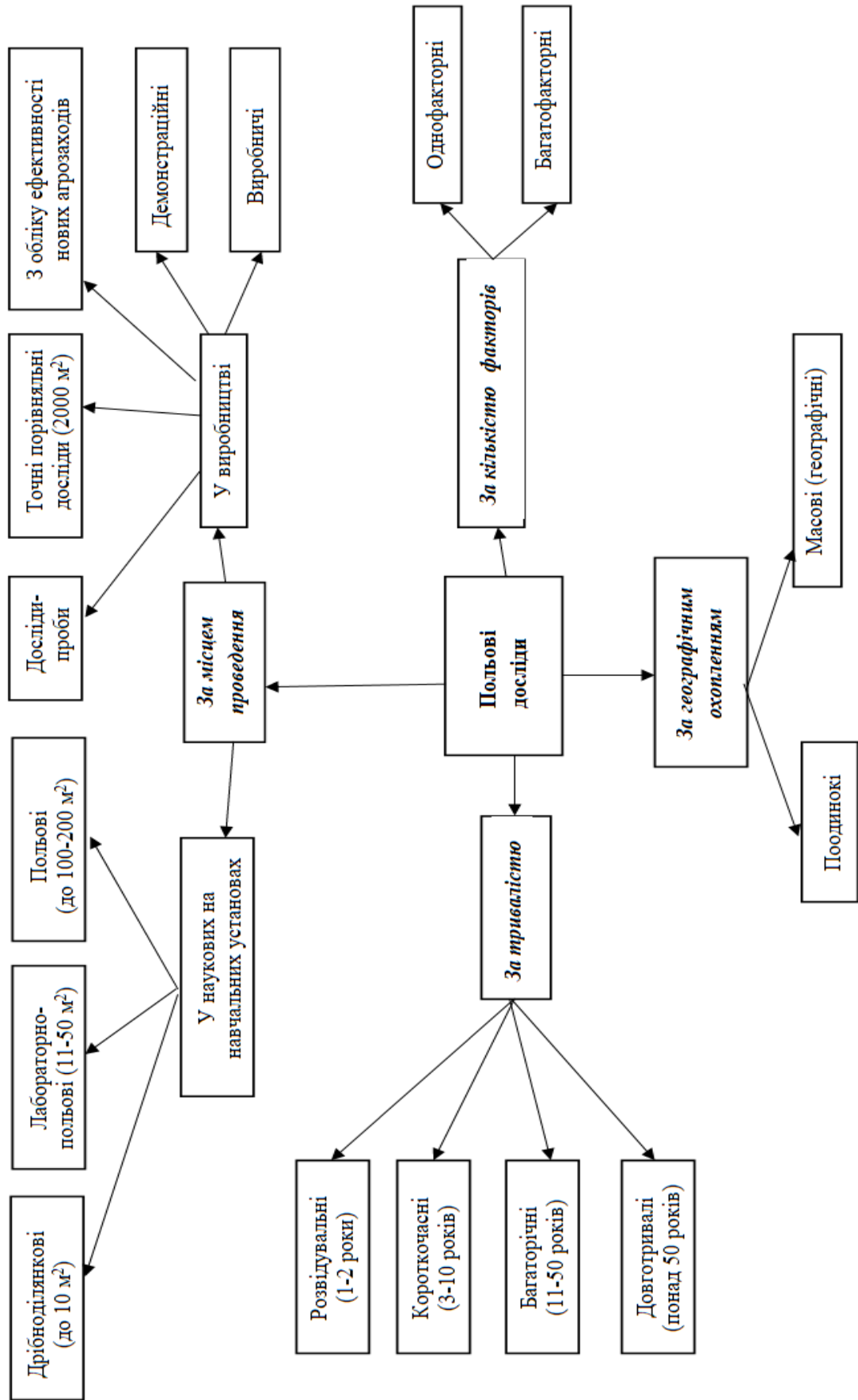
Вимоги до планування і проведення польових дослідів:



Польові дослідів для зручності їх використання поділяють за кількістю досліджуваних факторів, за місцем і тривалістю проведення.

Програма досліджень – це проєкт наміченого ходу експерименту. В програмі зазначаються способи перевірки наукової гіпотези, встановлюється кількість дослідів і тривалість дослідження в часі.

КЛАСИФІКАЦІЯ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДІВ



ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

Завдання 1. Запишіть у якій послідовності відбувається процес планування польового досліду.

Завдання 2. Перерахуйте основні обліки і спостереження, які проводяться у період вегетації.

Завдання 3. Складіть робочу програму по темі свого дослідження за наступною схемою:

1. Визначте тему дослідження.
2. Сформулюйте мету і завдання досліджень.
3. Обґрунтуйте актуальність, новизну і практичне значення роботи.
4. Складіть схему досліду, визначте кількість ділянок та повторень.
5. Розрахуйте площу дослідної ділянки, зазначте її ширину і довжину.
6. Виберіть спосіб розташування варіантів (решотковане, послідовно, стандартно) і повторень (в 1, 2 чи 3 яруси).
7. Розташування досліду представте у вигляді схематичного плану. На плані вкажіть розміри ділянок, доріжок та захисних полос.
8. Розрахуйте площу зайняту ділянками, доріжками і всім дослідом.
9. Заплануйте основні роботи по закладці досліду і його проведенню.
10. Складіть програму обліків і спостережень.
11. Визначте спосіб обліку урожаю.

Висновок.

Контрольні питання

1. Поясніть значення терміну дослід та експеримент в агрономії.
2. У чому полягає основна задача агротехнічних дослідів і дослідів по сортовипробуванню?
3. Дайте характеристику лабораторного і польового методів дослідження.
4. Перерахуйте та охарактеризуйте основні вимоги, які висуваються до польового досліду.
5. Що таке метод розміщення варіантів? Охарактеризуйте основні методи розміщення варіантів.



Тема. СУКУПНІСТЬ І ВИБІРКА. СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯКІСНОЇ МІНЛИВОСТІ.

Мета: навчитися визначати основні статистичні характеристики якісної мінливості.

ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК

Будь-яке масове, множинне явище (група рослин, тварин) являє собою сукупність особин, випадків, фактів, предметів тобто деяких умовних одиниць, кожна з яких окремо має елементи індивідуальності і відрізняється від інших рядом ознак – висотою, вагою, кількістю продукції. Кожна з ознак може мати у різних особин різну ступінь вираженості. Тому й говорять, що ознака варіює.

Властивість умовних одиниць – рослин, врожаїв на паралельних ділянках польового дослідження і відрізнятися один від одного навіть в однакових сукупностях називається **мінливістю** або **варіюванням**.

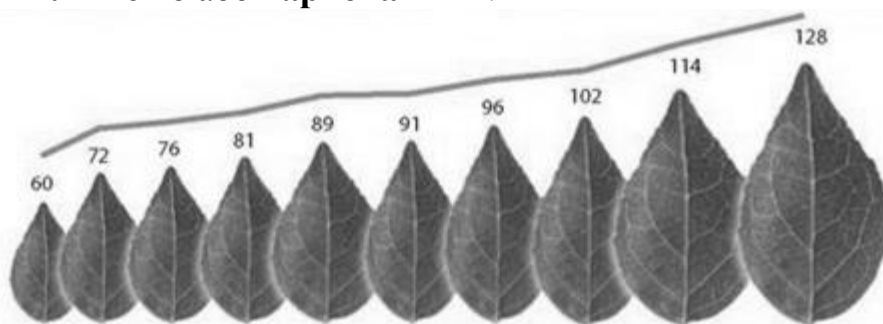


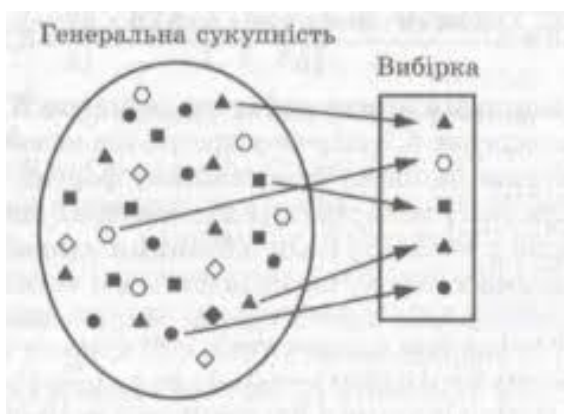
Рис. 3.1. Модифікаційна мінливість у рослин. Варіаційний ряд довжини листків

Інтервал варіювання _____

Розмах _____

Всю групу об'єктів, що вивчають, називають генеральною сукупністю.

Генеральна сукупність (від лат. *generalis* – загальний, основний) це кількість об'єктів, досліджуваних у конкретних просторово–тимчасових межах, визначених програмою вивчення.



Частина об'єктів, що досліджують називають – *вибіркою*. **Вибіркова сукупність** – частина всієї сукупності, що виступає, як об'єкт вивчення за розробленою методикою чи програмою добору. Група, що входить у вибірку складає експериментальну базу досліджень. Сукупна інформація – інформація про зведені властивості групи об'єктів,

об'єднаних деякою ознакою в сукупність.

У процесі спостережень отримують відомості про чисельну величину досліджуваної ознаки у кожного члена даної вибіркової сукупності, яка виражається в абсолютних або відносних числах.

Розташування ряду варіант в порядку зростання (або зменшення) називається ранжируванням. Ранжування варіант дає можливість визначити, що кожне значення зустрічається неоднакове число раз.



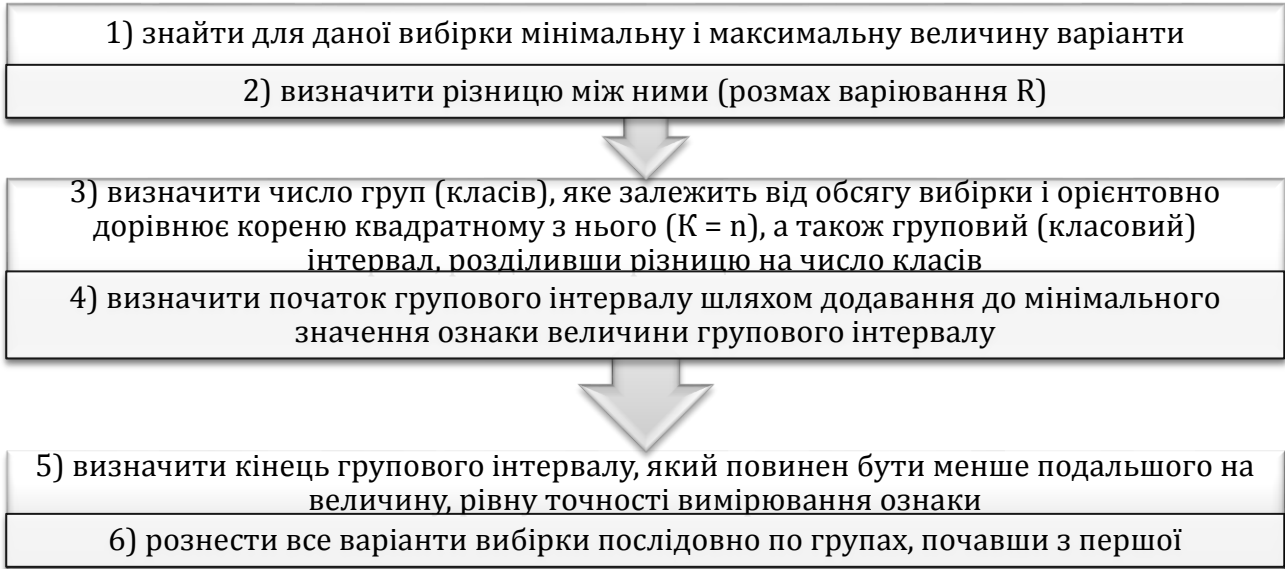
Числа, що характеризують повторюваність кожного значення ознаки в даній сукупності, називають частотами ознаки і позначають f . Сума всіх частот ($\sum f$) дорівнює обсягу вибірки, тобто числу членів ряду n . В результаті такої обробки первинних спостережень виходить варіаційний ряд, або ряд розподілу. У варіаційному ряду зазвичай вказують можливі значення ознаки варіювання в порядку зростання або зменшення і відповідні їм частоти. Впорядковане розташування даних показує зміни ознаки від мінімального до максимального значення. Група, в якій зустрічається найбільша кількість варіант, називається модальною.

Графічно варіаційний ряд можна представити у вигляді ступінчастою кривої, яка називається гистограмою і показує розподіл ознаки в даної сукупності.

Розрізняють два типи мінливості, кількісну, яка може бути вимірною, і якісну (атрибутивну), не піддається виміру.

Кількісна мінливість – це така мінливість, при якій відмінності між варіантами виражаються кількістю (масою, висотою, урожаєм, чисельністю загиблених шкідників і ін.). Вона буває переривчастою (дискретною) і безперервною. При переривчастій кількісній мінливості ознаки варіюють і відрізняються один від одного на певну величину, відображену цілими числами. При безперервній кількісній мінливості значення ознаки відрізняються один від одного на будь-яку малу величину в залежності від ступеня точності, прийнятої для характеристики даної кількісної ознаки.

Для побудови варіаційного ряду необхідно:



Якісна (атрибутивна) мінливість. При біологічних дослідженнях часто доводиться мати справу з якісною оцінкою явища, при цьому одні варіанти можуть мати той чи інший якісний показник, інші – ні. Окремим випадком атрибутивної мінливості є альтернативна, тобто така, коли варіюють ознаки є однією з двох можливостей (альтернатив) – наявність або відсутність ознаки (наприклад, здорові і пошкоджені шкідниками рослини).

Основні статистичні показники якісної мінливості: частота ознаки, частка наявності ознаки, частка відсутності ознаки, показник мінливості, коефіцієнт мінливості, похибка вибіркової частки.

Частота ознаки – це число, яке показує скільки разів зустрічається кожний варіант.

Частка наявності ознаки – відношення випадків (членів, об'єктів, варіантів) даного інтервалу ($n_1, n_2 \dots n_n$) до загальної суми частот (N), і визначається в частках одиниці.

Частка відсутності ознаки – це різниця між одиницею і часткою наявності ознаки.

Показник мінливості якісної ознаки – характеризує варіювання величин ряду відносно одна одної.

Коефіцієнт мінливості (коефіцієнт варіації якісних ознак) – фактичний показник мінливості, виражений у відсотках до максимально можливої мінливості.

Похибка виборчої частки - міра відхилення частки ознаки у вибірці від частки його у всій генеральній сукупності внаслідок неповної репрезентативності (представленості) вибірки.

При кількісній мінливості різниця між варіантами виражається кількістю маси, розмір об'єкта, вмісту елементів в ґрунті або в рослині, визначення урожайності тощо. Розрізняють неперервну та перервну кількісну мінливість. До неперервної мінливості належать ті об'єкти, які виражають в основному дробовими числами – це маса, розмір і об'єм досліджувальних об'єктів: маса, урожайність, довжина, висота, площа листя, об'єм коріння чи бульби. До перервної мінливості належать об'єкти, які обліковуються поштучно: кількість колосків, листків, коренеплодів, рослин тощо.

Основними статистичними характеристиками кількісної мінливості є: середня арифметична, дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт вирівнюваності, похибка вибірки і відносна похибка вибірки.

Середня арифметична – відношення суми всіх варіантів або вимірів до числа всіх варіантів або вимірів.

Дисперсія – абсолютна міра варіації в цілому по сукупності, або середній квадрат відхилень кожного члена варіаційного ряду від їх середньої арифметичної (відношення суми квадратів варіантів до числа ступенів свободи). Дисперсія характеризує не лише зміну варіаційних рядів, а й величину цього варіювання.

Стандартне відхилення, або середнє квадратичне відхилення – це абсолютна міра відхилення окремих спостережень від середнього значення ознаки (простіше квадратний корінь із дисперсії).

Коефіцієнт варіації – це відносна величина міри варіації, яка дозволяє порівнювати ступінь варіації в рядах розподілу з різним рівнем середньої або це стандартне відхилення виражене в % до середньої арифметичної даної сукупності. Він є оцінкою надійності середньої.

Похибка вибірки – є мірою в абсолютній величині відхилення середньої арифметичної вибірки від середньої арифметичної генеральної сукупності.

Величина похибки вибірки залежить від мінливості ознаки, що вивчається і від об'єму вибірки.

Похибка вибірки прямо пропорціональна стандартному відхиленню і зворотно пропорціональна кореню квадратному із числа вимірів або варіантів.

Відносна похибка вибірки – похибка вибірки, виражена в відсотках до відповідної середньої.

ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

1. Ознайомитися з основними статистичними характеристиками якісної мінливості.
2. Визначити частку наявності ознаки.
3. Визначити частку відсутності ознаки.

4. Визначити показник мінливості.
5. Розрахувати коефіцієнт мінливості.
6. Розрахувати похибку виборчої частки.

Дані статистичні характеристики визначаються наступним чином:

Визначення частки наявності ознаки проводять за формулою:

$$P_1 = n_1/N, P_2 = n_2/N, P_n = n_n/N$$

де: P – частка ознаки; $n_1..n_n$ – об'єкт, варіант; N – загальна сума частот.

Визначення частки відсутності ознаки визначають за формулою:

$$q_1 = 1-P_1, q_2 = 1-P_2, q_n = 1-P_n$$

де: q – частка відсутності ознак

Показник мінливості визначають:

$$S = k\sqrt{(p_1 \times p_2 \times p_n)}$$

де: k – число градацій ознаки;

p_1, p_n – частка ознаки.

Коефіцієнт мінливості розраховують за формулою:

$$V = S/S_{\max} \times 100$$

S_{\max} – максимальна можлива мінливість.

Максимально можлива мінливість залежить від числа градацій: Якщо число градацій 2 то $S_{\max} = 0,50$; 3 – 0,33; 4 – 0,25; 5 – 0,20 і т.д.

Максимальне значення коефіцієнта мінливості (100%) спостерігається, коли $S = S_{\max}$

Похибку виборчої частки визначають:

$$S_p = S/N,$$

де: S – показник мінливості; N – загальна сума частот.

Приклад розрахунку:

Знайти статистичні показники якісної мінливості, що складається із 37 червоних, 25 рожевих та 18 білих квітів.

Частка наявності ознаки: $p_1=37/(37+25+18)=0,46$; $p_2=25/80=0,31$; $p_3=18/80= 0,23$.

Частка відсутності ознаки: $q_1 = 1-0,46 = 0,54$ (54%); $q_2 = 1-0,31=0,69$.

(69%); $q_3 = 1-0,23= 0,77$ (77%).

Показник мінливості: $S = 3\sqrt{(0,46 \times 0,31 \times 0,23)} = 0,31$

Коефіцієнт мінливості: $V = (0,31/0,33) \times 100=94\%$

Похибка виборчої частки: $S_p = 0,31/80=0,035$

Формули для розрахунків кількісної мінливості

Середнє арифметичне	$\bar{x} = \frac{\sum X}{n}$	\bar{x} – середня арифметична; $\sum X$ – сума всіх варіантів або вимірів; n – число всіх варіантів або вимірів.
Дисперсія	$S^2 = \sum (X-\bar{x})^2/n-1$	S^2 – дисперсія; X – варіант або вимір; \bar{x} – середня арифметична; n-1 – число ступенів свободи.

Число ступенів свободи	$V = n-1,$	n – число всіх варіантів або вимірів.
Стандартне відхилення	$S = \sqrt{S^2}$	S – стандартне відхилення; S^2 – дисперсія.
Коефіцієнт варіації та вирівнюваності	$V, \% = \frac{S}{\bar{x}} * 100$	V – коефіцієнт варіації*; S – стандартне відхилення; \bar{x} – середня арифметична.
Коефіцієнт вирівнюваності	$B, \% = 100-V$	B – коефіцієнт вирівнюваності; V – коефіцієнт варіації.

*При величині V до і 10% – слабка варіація і вказує на стабільність показників; $V=11-20\%$ – помірна; $V=21-50\%$ - значна; $V>50\%$ – велика.

Завдання 1

1) Знайти статистичні показники якісної мінливості, що складається із 25 високих, 32 середніх та 27 низьких рослин гречки.

2) Знайти статистичні показники якісної мінливості бур'янів у посівах пшениці, що складається із 37 рослин метлюгу звичайного, 22 рослин ромашки непахучої 12 рослин мишію та 7 пирію повзучого.

3) Знайти статистичні показники якісної мінливості, що складається 54 зелених; 59 жовтих та 75 зелених яблук.

4) Знайти статистичні показники якісної мінливості, що складається з 20 рослин кукурудзи уражених сажкою летючою, 4 рослин уражених пухирчастою сажкою та 49 рослин уражених фузаріозом.

5) Знайти статистичні показники якісної мінливості, що складається з 400 рослин райграсу багаторічного, 250 рослин костриці червоної, 200 рослин костриці тонколистої та 100 рослин тонконігу лучного.

6) Знайти статистичні показники якісної мінливості, що складається з 550 рослин конюшини лучної, 400 рослин лядвенцю рогатого, 280 рослин тимофіївки лучної; 200 рослин грястиці збірної та та 50 рослин стоколосу безостого.

7) Знайти статистичні показники якісної мінливості, що складається з 58 рослин картоплі сорту Чорниця, 69 рослин картоплі сорту Червона журавлина та 60 рослин картоплі сорту Фіолетова гора.

Частка наявності ознаки (%) _____

Частка відсутності ознаки (%) _____

Показник мінливості _____

Коефіцієнт мінливості (%) _____

Похибка виборчої частини _____

Завдання 2

1) Знайти статистичні показники кількісної мінливості для сукупності, що складається із такої урожайності зерна кукурудзи, т/га: 9,2; 9,7; 8,6; 9,0; 8,9.

2) Знайти статистичні показники кількісної мінливості для сукупності, що складається із такого урожайності сої, ц/га: 210; 200; 190; 215; 205; 195.

3) Знайти статистичні показники кількісної мінливості для сукупності, що складається із такої урожайності зерна пшениці, т/га: 4,2; 3,7; 4,6; 4,0; 3,8; 4,1; 3,9.

4) Знайти статистичні показники кількісної мінливості для сукупності, що складається із такої урожайності соняшника, ц/га: 19,2; 19,7; 18,6; т 0019,0; 18,9; 20,1; 20,3.

5) Знайти статистичні показники кількісної мінливості для сукупності, що складається із такої урожайності гречки, т/га: 2,2; 1,7; 1,8; 1,6; 1,9.

6) Знайти статистичні показники кількісної мінливості для сукупності, що складається із такої урожайності картоплі, ц/га: 175; 180; 170; 195; 205; 200; 177; 184.

7) Знайти статистичні показники кількісної мінливості для сукупності, що складається із такої урожайності гороху, т/га: 3,02; 2,98; 3,14; 2,68; 2,65; 2,80; 2,95.

Середня арифметична, т/га _____

Дисперсія _____

Стандартне відхилення _____

Коефіцієнт варіації, % _____

Коефіцієнт вирівнюваності % _____

Похибка вибірки, т/га _____

Відносна похибка вибірки, % _____

Висновок _____

Контрольні питання

- 1) Що таке генеральна сукупність, вибірка та варіювання?
- 2) Які основні статистичні характеристики якісної мінливості?
- 3) Як визначається частка ознаки?
- 4) Що таке показник мінливості і як він визначається?
- 5) Як визначається коефіцієнт мінливості і що він означає?
- 6) Як розраховується похибка виборчої частки?
- 7) Які основні статистичні характеристики кількісної мінливості?
- 8) Як визначається середня арифметична?
- 9) Що таке дисперсія і як визначається?
- 10) Як визначається стандартне відхилення? σ_0
- 11) Що таке коефіцієнт варіації і вирівнюваності та як вони визначаються?
- 12) Як визначається похибка та відносна похибка вибірки?



Тема. РОЗПОДІЛ ЧАСТОТ ТА ЇХ ГРАФІЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ.

Мета: навчитися визначати розподіл частот та графічно їх відображати.

ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК

При великому числі вихідних спостережень результати необхідно представити в вигляді систематизованого *варіаційного ряду*. Систематизація зводиться до розподілу окремих значень по групах або інтервалам. Число груп залежить від об'єму вибірки:

- ✓ при 30-60 спостережень рекомендується виділяти 6-7 груп,
- ✓ при 60-100 – 7-8 груп,
- ✓ якщо число спостережень більше 100 то виділяють 8-15 груп.

При цьому число інтервалів або груп не повинно бути більшим 20. Орієнтовано число груп або інтервалів рівняється квадратному кореню з обсягу вибірки.

Після встановлення числа груп необхідно:

1. Визначити розмір варіювання результатів вимірів тобто різницю між найбільшим і найменшим значенням ряду вимірів;

2. Визначити розмір інтервалу групування;

3. Визначити верхню і нижню межу кожної групування. При виборі межі груп слід звернути увагу на те, щоб верхня межа груп була меншою, ніж межа прилеглої сусідньої групи на ціну поділки, тобто на одиницю виміру.

4. Підготувати макет таблиці згрупованого розподілу частот результатів вимірів. В першій колонці записують інтервал групування (групи), а в другій – число результатів вимірів, які входять в даний інтервал, тобто частоту f .

Далі підраховують число даних, які відповідають своєму значенню кожного інтервалу групування і результати записують в відповідні графи таблиць.

Вказаний в таблиці ряд пар чисел складає емпіричний розподіл частот – це розподіл результатів вимірів, отриманих при вивченні вибірки (наприклад, розподіл рослин за висотою, масою, урожайністю і т.д.).

Сума частот повинна бути рівною об'єму сукупності!

$$\Sigma f = n$$

Візуальне подання (ознайомлення) про розподіл частот буде більш наочним при його графічному зображенні даних.

Графічне зображення рядів розподілу називається кривою розподілу.

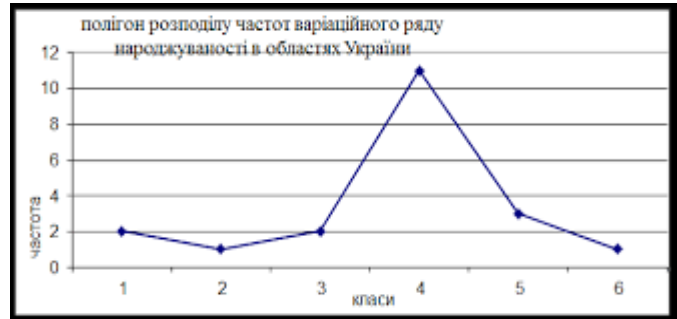
Для побудови кривої розподілу на горизонтальній лінії (вісь абсцис X) наносять значення інтервалу групування, а по вертикалі (вісь ординат Y) – число цих значень або частоту f .

Крива розподілу може бути зображена у вигляді гістограми і полігону.

Гістограма – це ступінчастий графік в вигляді стовпчиків, які мають висоту пропорційну частотам, а ширину рівну інтервалам груп.

Полігон – крива розподілу, яка з'єднує лінією середні значення груп.

Приклади зображення:



Тенденція значення ознаки групуватись навколо центру розподілу частот, статистичною характеристикою якої є середня арифметична називається центральною тенденцією.

Крім того у рядів розподілу розраховують порядкові (структурні) середні – *мода і медіана*.

Мода – це варіант, який найчастіше зустрічається в даному варіаційному ряді. Група з найбільшою частотою називається модальною.

Медіана – це значення варіаційної ознаки, яка приходить на середину варіаційного ряду.

На невеликих вибірках сукупність спостережень розміщують у зростаючому порядку і якщо число рядів не парне тоді центральний варіант буде медіаною. При парному числі рядів медіана визначається за пів сумою двох сусідніх варіантів розміщених в центрі рядка.

ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

1) **Визначити число груп:**

$$K = \sqrt{n}$$

де: K – число груп;

n – об'єм вибірки (кількість варіантів або вимірів).

2) **Визначити розмір варіювання:**

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

R – розмір варіювання;

X_{\max} – максимальне значення;

X_{\min} – мінімальне значення.

3) Визначити інтервал групування:

$$I = \frac{R}{K}$$

де: I – розмір інтервалу; R – розмір варіювання;
K – число груп.

Графічно відобразити частоти

Приклад визначення:

Висота рослин, см:

85 71 90 77 102 58 68 8788 66
56.....78.....115.....91....80 91 75 72 99 100 ...82...85....45...83 65 88 66.....

Сукупність $n = 50$ (об'єм вибірки).

1. Число груп: $K = \sqrt{50} = 7$;
2. Розмір варіювання: $R = 115 - 45 = 70$;
3. Розмір інтервалу групування: $I = \frac{70}{7} = 10$;
4. Згрупований розподіл частот

Інтервал	Частота
45-54	1
55-64	2
65-74	9
75-84	20
85-94	11
95-104	5
105-115	2

5. Графічне зображення частот.

Завдання

1) Кількість зерен у колосі, шт.:

14 5 16 21 8 11 7 11 12 9 11 10 8 16 11 6 14 10 9 7 14 10
11 9 15 8 14 11 7 9 10 14 7 15 14 9 10 15 14 13

2) Маса 100 насінин, г:

208 210 190 156 211 254 236 198 195 201 185 204 179 210 196
192 190 201 235 240 189 180 195 204 215 241 215 200 173 152 190
206 225 210 214 230 210 215 197 190 185 206 200 210 220

3) Висота рослин, см:

65 61 54 52 45 54 51 38 65 60 56 62 45 60 68 70 65 63 56 58
51 45 60 45 68 63 52 54 67 65 42 40 65 63 65 60

4) Кількість зерен у рядку, шт.:

21 14 10 9 15 14 21 20 7 15 17 16 24 18 9 21 16 20 21 25
13 18 14 19 15 16 9 21 20 18 20 14 23 20 15 19 14 10 25 21

5) Кількість хлоропластів у клітині, шт.:

17 10 9 34 25 19 26 21 14 25 27 35 15 16 17 10 24 31 25 14
19 25 21 14 16 25 29 21 20 25 23 20 14 32 31 14 25 14 26 28
31 29 25 21 27 14 19 35 27 16 17 21 28 20 24 27 29 25 23 26

Сукупність $n =$ _____ (об'єм вибірки).

1. Число груп: $K = \sqrt{\text{_____}} = \text{_____};$

2. Розмір варіювання: $R = \text{_____};$

3. Розмір інтервалу групування: $I = \text{_____}$

4. Згрупований розподіл частот

Інтервал	Частота

5. Графічне зображення частот (побудувати графік).

Висновок

Контрольні запитання

- 1) Що необхідно робити після визначення числа груп?
- 2) Як визначається розмір варіювання та інтервал групування?
- 3) Що таке гістограма?
- 4) Що таке полігон?
- 5) Що таке мода?
- 6) Що таке медіана?

Тема. ОЦІНКА ІСТОТНОСТІ РІЗНИЦІ МІЖ СЕРЕДНІМИ ВИБІРОК ПО КРИТЕРІЮ СТЬЮДЕНТА.

Мета: навчитися надавати оцінку істотності різниці між середнім вибірок по критерію Стьюдента.

ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК

Критерій – це показник, який дає змогу робити висновок про надійність висновків відносно статистичної гіпотези. Для імовірності висновку в результаті спостережень, як правило для нових факторів висувається гіпотеза, яку слід розуміти припущенням про властивості випадкової величини. Висунуту гіпотезу, яку потрібно перевірити називається нульовою (основною H_0). Нульова гіпотеза - це гіпотеза про відсутність реальної різниці між фактичними та теоретичними спостереженнями, тобто, що між генеральними параметрами порівняльних груп різниця рівна нулю і відмінності, які спостерігаються між вибірковими показниками носять не систематичний, а виключно випадковий характер. Гіпотезу, протилежну нульовій називають конкуруючою (альтернативною – H_a).

Імовірність прийнятої гіпотези перевіряють за допомогою критеріїв значимості, або достовірності тобто спеціальних випадкових величин, функції розподілу яких відомі. Зазвичай для кожного критерію складають таблицю, в якій містяться критичні точки, які відповідають певним числам ступенів свободи і прийнятому рівні значимості.

Рівень значимості – це значення імовірності, при якому різницю між вибірковими показниками, можна вважати не суттєвою, або випадковою тобто ознака, яка варіює знаходиться поза вказаними межами.

В практиці досліджень найчастіше використовують **5%** та **1%** рівні значимості.

Гарантією надійності висновку про істотність чи неістотність різниці між середніми арифметичними служить відношення різниці до її похибки. Це відношення називається критерієм істотності різниці (або критерієм Стьюдента).

Закон Стьюдента характеризує розподіл вибіркових середніх в нормальній генеральній сукупності в залежності від об'єму вибірки. Критерій Стьюдента залежить від двох величин:

- нормованого відхилення t
- числа спостережень.

Із збільшенням n тобто числа спостережень, t – критерій істотної різниці наближається до нормального.

ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

Визначити критерій істотної різниці (Стюдента), який розраховують за формулою:

$$t = (x_1 - x_2) / \sqrt{S^2_{x1} + S^2_{x2}} = d/S_d$$

t – критерій істотної різниці;

x_1, x_2 – середні арифметичні;

S_{x1}, S_{x2} – похибка суми середніх арифметичних;

d – різниця середніх вибірки (арифметичних);

S_d – похибка суми.

Якщо фактичне значення критерію Стюдента більше теоретичного ($t_{\phi} > t_m$), то H_0 – не приймається, якщо навпаки фактичне значення менше теоретичного ($t_{\phi} < t_m$), то H_0 – приймається. Теоретичне значення критерію істотної різниці знаходять в таблицях по числу ступенів свободи і прийнятому рівні значимості. Число ступенів свободи визначають по співвідношенню $V = n_1 + n_2 - 2$.

(n – кількість повторень)

Істотність різниці між середніми арифметичними перевіряють також через призму найменшої істотної різниці (НІР).

Якщо фактична різниця між середніми вибірок (середніми арифметичними) $d > \text{НІР}$ (найменша істотна різниця), то H_0 – заперечується (не приймається), якщо $d < \text{НІР}$, то приймається H_0 .

Приклад розрахунку:

У двох зразках ґрунту визначили вміст гумусу в 4-кратній повторності. Для кожного зразка знайшли середню арифметичну та її похибку. Чи істотна різниця між середніми вибірок?

$$x_1 + S_{x1} = 2,42 + 0,08\% \text{ та } x_2 + S_{x2} = 2,11 + 0,07\% \\ t_{\phi} = 2,42 - 2,11 / \sqrt{0,08^2 + 0,07^2} = 0,31 / 0,11 = \underline{2,82}$$

Число ступенів свободи: $V = (n_1 + n_2) - 2 = 4 + 4 - 2 = 6$

Теоретичне значення знаходимо із таблиць для різних рівнів значимості.

$$t_{05} = 2,45 \text{ (дане значення взято з додатку 2)}$$

$$t_{01} = 5,41 \text{ (дане значення взято з додатку 2)}$$

Висновок. Для 5% рівня значимості H_0 – не приймається, так як фактичне значення критерію істотної різниці більше теоретичного ($2,82 > 2,45$). А для 1% рівня значимості H_0 – приймається, так як $t_{\phi} < t_r$ ($2,82 < 4,41$).

До аналогічного висновку приходимо, коли нульова гіпотеза перевіряється по НІР.

Для 5% рівня значимості: $\text{НІР}_{05} = t_{05} \times S_d = 2,45 \times 0,11 = 0,26\%$.

H_0 – також не приймається, так як $d > \text{НІР}$ ($0,31 > 0,26$).

При 1% рівні значимості: $\text{НІР}_{01} = t_{01} \times S_d = 5,41 \times 0,11 = 0,59\%$.

H_0 – приймається, так як $d < \text{НІР}$ ($0,31 < 0,59$).

Завдання

1) Дати оцінку істотності різниці між середніми вибірок за t -критерієм. У 6-разовому повторенні для двох об'єктів досліджень (два сорти яблунь) знайшли середню арифметичну та її похибку:

$$x_1 \pm S_{x_1} = 76,4 \pm 3,1 \text{ та } x_2 \pm S_{x_2} = 82,8 \pm 3,5.$$

2) Дати оцінку істотності різниці між середніми вибірок за t -критерієм. У 4-разовому повторенні для двох об'єктів досліджень (два сорти груш) знайшли середню арифметичну та її похибку:

$$x_1 \pm S_{x_1} = 83,4 \pm 3,2 \text{ та } x_2 \pm S_{x_2} = 82,8 \pm 3,5.$$

3) Дати оцінку істотності різниці між середніми вибірок за t -критерієм. У 3-разовому повторенні для двох об'єктів досліджень (два сорти ячменю) знайшли середню арифметичну та її похибку:

$$x_1 \pm S_{x_1} = 42,7 \pm 1,97 \text{ та } x_2 \pm S_{x_2} = 48,8 \pm 1,09.$$

4) Дати оцінку істотності різниці між середніми вибірок за t -критерієм. У 4-разовому повторенні для двох об'єктів досліджень (два гібриди кукурудзи) знайшли середню арифметичну та її похибку:

$$x_1 \pm S_{x_1} = 77,4 \pm 3,1 \text{ та } x_2 \pm S_{x_2} = 82,8 \pm 3,4.$$

5) Дати оцінку істотності різниці між середніми вибірок за t -критерієм. У 4-разовому повторенні для двох об'єктів досліджень (два сорти пшениці) знайшли середню арифметичну та її похибку:

$$x_1 \pm S_{x_1} = 46,4 \pm 1,07 \text{ та } x_2 \pm S_{x_2} = 42,8 \pm 1,97.$$

6) Дати оцінку істотності різниці між середніми вибірок за t -критерієм. У 6-разовому повторенні для двох об'єктів досліджень (два сорти жита) знайшли середню арифметичну та її похибку:

$$x_1 \pm S_{x_1} = 44,4 \pm 1,85 \text{ та } x_2 \pm S_{x_2} = 47,8 \pm 1,09.$$

Висновок

Контрольні запитання

- 1) Що таке нульова гіпотеза?
- 2) Що таке рівень значимості?
- 3) Що таке критерій Стьюдента і як він визначається?
- 4) Коли нульова гіпотеза приймається, а коли заперечується?

Додаток А

Значення критерію t, на 5 та 1% - рівні значимості

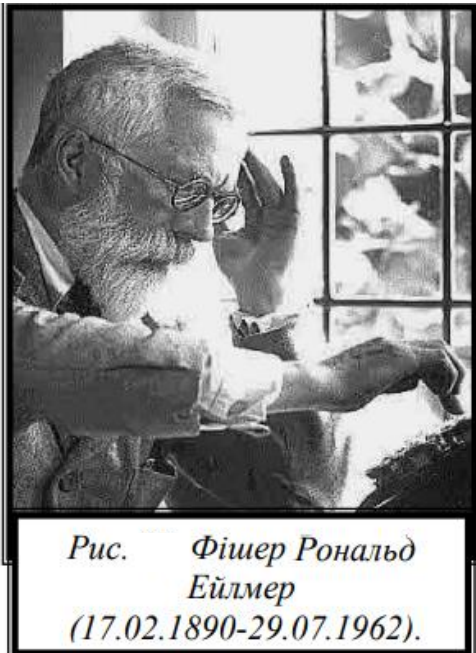
Число ступенів свободи	Рівні значимості	
	0,05 (5%)	0,01 (1%)
1	12,7	31,6
2	4,30	12,9
3	3,18	8,61
4	2,28	6,86
5	2,57	5,96
6	2,45	5,41
7	2,37	5,04
8	2,31	4,78
9	2,26	4,59
10	2,23	4,44
11	2,20	4,32
12	2,18	4,32
13	2,16	4,22
14	2,15	4,14
15	2,13	4,07
16	2,12	4,02
17	2,11	3,97
18	2,10	3,92
19	2,09	3,88
20	2,09	3,85
21	2,08	3,82
22	2,07	3,79
23	2,07	3,77
24	2,07	3,75
25	2,06	3,73
26	2,06	3,71
27	2,05	3,69
28	2,05	3,67
29	2,05	3,66
30	2,04	3,65

Тема. ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ.

Мета: ознайомитись із основами дисперсійного аналізу та провести дисперсійний аналіз однофакторного і багатofакторного дослідy.

ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК

Дисперсійний аналіз – вид статистичного аналізу, який базується на теорії ймовірності. У біології вперше застосований у 1912 році Р. Фішером, який відкрив закон розподілення середніх квадратів (дисперсій).



Дисперсія – це розсіювання даних дослідy і розчленування загального варіювання врожаю чи інших показників на складові частини. Звідси і назва методу – *дисперсійний аналіз*.

При дисперсійному аналізі одночасно обробляють дані декількох вибірок (варіантів), які складають єдиний статистичний комплекс оформлений в вигляді спеціальної робочої таблиці. Структура статичного комплексу і його послідуочий аналіз визначається схемою і методикою експерименту.

Суть дисперсійного аналізу полягає в тому, що розподіляють *загальну суму квадратів відхилень* та *загальне число ступенів свободи* на частини – компоненти, які відповідають структурі експерименту та оцінці значимості дії і взаємодії факторів, що вивчаються.

В основі дисперсійного аналізу лежить положення, що дослід достовірний лише в тому випадку, якщо розсіювання між варіантами його більше ніж між повтореннями одного варіанту.

Основним завданням дисперсійного аналізу є визначення частки впливу різних факторів окремо і в загальному на зміну вивчаємої ознаки.

ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

Послідовність проведення дисперсійного аналізу.

1. Визначити число ступенів свободи.
2. Визначити загальне число спостережень.
3. Розрахувати корегуючий фактор.

4. Визначити загальну суму квадратів.
5. Розрахувати суму квадратів для повторень.
6. Розрахувати суму квадратів для варіантів.
7. Визначити суму варіантів для похибки.
8. Розрахунок дисперсії.
9. Розрахунок критерію Фішера.
10. Визначити найменшу істотну різницю.
11. Визначити точність дослідження.

Після закінчення запланованого експерименту отримані дані заносять в таблицю (записують значення по варіантам і по повтореннях). Потім визначають суми по повтореннях P , варіантам V та загальну суму спостережень ΣX .

1. Число ступенів свободи: для варіантів $v_v = l-1$; для повторень $v_p = n-1$; для похибки $v_z = (l-1) \times (n-1)$,

- v_v – число ступенів свободи для варіантів;
- v_p – число ступенів свободи для повторень;
- v_z – число ступенів свободи для похибки;
- l – кількість варіантів;
- n – кількість повторень.

2. Загальне число спостережень: $N = l \times n$.

3. Корегуючий фактор: $C = (\Sigma X)^2 / N$

- C – корегуючий фактор;
- ΣX – загальна сума спостережень.

4. Загальну суму квадратів: $C_y = \Sigma X^2 - C$

- ΣX^2 – сума квадратів спостережень;
- C – корегуючий фактор.

5. Сума квадратів для повторень: $C_p = \Sigma p^2 / l - C$

- Σp – сума повторень.

6. Сума квадратів для варіантів: $C_v = \Sigma V^2 / n - C$

- ΣV – сума варіантів.

7. Сума квадратів для похибки: $C_z = C_y - C_v - C_p$.

Діленням певної суми квадратів на число ступенів свободи отримують дисперсію.

Дисперсія – це розсіювання даних і показників на складові частини.

Звідси і назва методу – дисперсійний аналіз.

Найбільш застосовують *дисперсію варіантів* та *дисперсію похибки* або залишку.

8. Дисперсія для варіантів (S^2_v):

$$S^2_v = \frac{C_v}{l-1}$$

9. Дисперсія для похибки (S^2_z):

$$S^2_z = \frac{C_z}{(l-1)*(n-1)}$$

Співвідношення цих двох дисперсій є тим основним критерієм, який дає змогу дати загальну оцінку достовірності різниць між середніми арифметичними або загальну оцінку достовірності дослідів. Цей критерій називається **критерієм Фішера** і визначається за нижче наведеною формулою.

10. Критерій Фішера: $F = S^2_v / S^2_z$.

Обчисливши фактичне значення критерію Фішера (Fф) його порівнюють із теоретичним критерієм на певних рівнях значимості. Якщо Fф < Fт, то достовірність різниць між середніми арифметичними немає і на цьому перевірці результатів досліджень припиняється.

А якщо критерій Фішера фактичний дорівнює критерію теоретичному або більший за нього то достовірність різниць між середніми арифметичними доведена. Це означає, що в досліді є одна або декілька пар варіантів, між середніми арифметичними яких є достовірна різниця.

Тому в таких випадках крім обчислення критерію Фішера треба знаходити **найменшу істотну різницю (НІР)** та оцінку про точність дослідів.

НІР вираховують за формулою:

$$\begin{aligned} \text{НІР}_{05} &= t_{05} * S_d; \\ \text{НІР}_{01} &= t_{01} * S_d. \end{aligned}$$

З цим статистичним показником порівнюють різницю між середніми арифметичними. Якщо d > НІР, то між варіантами доведена достовірність дослідів.

11. Похибка різниці середніх:

$$S_d = \sqrt{2S^2_z/n}$$

12. Похибка дослідів:

$$S_x = \sqrt{S^2_z/n}$$

Висновок про точність дослідів роблять наприкінці дисперсійного аналізу на основі числового значення відносної похибки дослідів, яку визначають за наступною формулою.

13. Відносна похибка дослідів:

$$S_{x,\%} = \frac{S_x}{x} * 100$$

$S_{x,\%}$ – відносна похибка дослідів;

S_x – похибка дослідів;

x – середня арифметична.

Завдання

Варіант 1. Потрібно провести дисперсійний аналіз однофакторного дослідів. В таблиці 1.1 містяться дані про урожайність трьох різних сортів озимої пшениці у чотириразовій повторності.

Варіант 2. Потрібно провести дисперсійний аналіз однофакторного дослідів. В таблиці 1.2 містяться дані про урожайність трьох різних гібридів кукурудзи у тририразовій повторності.

Варіант 3. Потрібно провести дисперсійний аналіз однофакторного дослідів. В таблиці 1.3 містяться дані про урожайність чотирьох різних сортів ріпаку озимого у тририразовій повторності.

Таблиця 1.1. Урожайність пшениці озимої

Варіанти	Повторності				Сума V	Середнє
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>		
1	46,6	50,9	42,6	46,3		
2	61,8	54,3	52,5	56,8		
3	25,1	27,4	24,6	26,2		
Сума P						

Таблиця 1.2. Урожайність кукурудзи

Варіанти	Повторності			Сума V	Середнє
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>		
1	74,9	81,6	79,7		
2	54,3	51,9	60,7		
3	107,1	104,9	112,7		
Сума P					

Таблиця 1.3. Урожайність ріпаку озимого

Варіанти	Повторності			Сума V	Середнє
	I	II	III		
1	17,7	17,4	15,9		
2	21,6	27,9	21,8		
3	30,5	30,0	29,8		
4	27,6	21,8	26,3		
Сума P					

Вихідні дані доцільно перетворювати згідно формули $X_1 = X - A$

A – умовне число, близьке до середньої арифметичної X.

Таблиця 2.1. Таблиця перетворених даних

Варіанти	Повторності				Сума V
	I	II	III	IV	
1					
2					
3					
Сума P	Σp				ΣX

Таблиця 2.2. Таблиця перетворених даних

Варіанти	Повторності			Сума V
	I	II	III	
1				
2				
3				
Сума P	Σp			ΣX

Таблиця 2.3. Таблиця перетворених даних

Варіанти	Повторності			Сума V
	I	II	III	
1				
2				
3				
4				
Сума P	Σp			ΣX

Таблиця 3.1. Таблиця квадратів перетворених даних

Варіанти	Повторності				Сума V
	I	II	III	IV	
1					
2					
3					
Сума P					

Таблиця 3.2. Таблиця квадратів перетворених даних

Варіанти	Повторності			Сума V
	I	II	III	
1				
2				
3				
Сума P				

Таблиця 3.3. Таблиця квадратів перетворених даних

Варіанти	Повторності			Сума V
	I	II	III	
1				
2				
3				
4				
Сума P				

Таблиця 4. Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F_{ϕ}	F_T
Загальна					
Повторень					
Варіантів					
Похибки					

Таблиця 5. Урожайність культури

Варіанти	Середня врожайність	Відхилення
1 (контроль)		0,0±0,0

2		
3		
4		

Висновок: сорт 2 має _____нижчу\вищу врожайність та істотно\неістотно відрізняється від контролю (___>\<___),

сорт 3 має _____нижчу\вищу врожайність та істотно\неістотно відрізняється від контролю (___>\<___),

сорт 4 має _____нижчу\вищу врожайність та істотно\неістотно відрізняється від контролю (___>\<___).

Значення критерію Фішера на 5% рівні значимості

Ступені свободи для меншої дисперсії	Ступені свободи для більшої дисперсії									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161	200	216	225	230	234	237	339	241	242
2	18,5	19,00	19,16	19,2	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,3
3	10,1	9,55	9,28	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,81	8,78
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,27	4,21	4,15	4,10	4,06
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34
9	5,12	4,26	3,86	3,86	3,63	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76
13	4,64	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,94	2,85	2,77	2,70	2,65	2/60
15	4,54	3,60	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,34
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2/90	2,74	2,64	2,48	2,43	2,38
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35

Значення критерію t, на 5 та 1% – рівні значимості

Число ступенів свободи	Рівні значимості	
	0,05	0,01
1	2	3
1	12,7	31,6
2	4,30	12,9
3	3,18	8,61
4	2,28	6,86
5	2,57	5,96
6	2,45	5,41
7	2,37	5,04
8	2,31	4,78
9	2,26	4,59
10	2,23	4,44
11	2,20	4,32
12	2,18	4,32
13	2,16	4,22
14	2,15	4,14
15	2,13	4,07
16	2,12	4,02
17	2,11	3,97
18	2,10	3,92
19	2,09	3,88
20	2,09	3,85
21	2,08	3,82
22	2,07	3,79
23	2,07	3,77
24	2,07	3,75

Тема. КОРЕЛЯЦІЯ ТА РЕГРЕСІЯ.

Мета: навчитися проводити кореляційний та регресійний аналіз результатів дослідження.

ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК

Для вимірювання тісноти та форми зв'язку між ознаками (X та Y) використовують спеціальні статистичні методи: *кореляцію* та *регресію*.

По формі кореляція може бути лінійною і криволінійною, за напрямком – прямою і зворотною. Лінійна кореляція і регресія ознаки Y на ознаку X показує, як змінюється в середньому величина Y при зміні величини X. Якщо при збільшенні ознаки X величина Y в середньому збільшується, то кореляція і регресія називається позитивною або прямою, а якщо із збільшенням ознаки X значення ознаки Y зменшується то кореляцію і регресію називають негативною або зворотною. Кореляцію і регресію називають *простою*, якщо вивчається зв'язок між двома ознаками, і *множинною*, якщо вивчається залежність між трьома і більше ознаками.

Числовий показник простої лінійної кореляції, який вказує на силу та напрямок зв'язку X із Y називається *коефіцієнтом кореляції*. Ця величина немає одиниць вимірювання, змінюється в межах від -1 до $+1$.

Якщо коефіцієнт кореляції менше 0,3, то кореляційна залежність між ознаками *слабка*. Якщо він знаходиться в межах від 0,3 до 0,7, то кореляційна залежність *середня*, а якщо більше 0,7 – *сильна*.

Коли коефіцієнт кореляції дорівнює нулю то між ознаками X і Y немає лінійного зв'язку, але криволінійна залежність може існувати.

Число, яке показує в якому напрямку та на яку величину в середньому ознака Y змінюється при зміні ознаки X на одиницю вимірювання називається *коефіцієнтом регресії*.

ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

Послідовність проведення кореляційного та регресійного аналізу.

1. Визначити коефіцієнт кореляції.
 2. Розрахувати похибку коефіцієнта кореляції.
 3. Визначити критерій достовірності коефіцієнта кореляції.
 4. Розрахувати коефіцієнт регресії.
-
1. Визначити *коефіцієнт кореляції*, який розраховують за формулою:

$$r = \frac{\sum (X-x)(Y-y)}{\sqrt{\sum (X-x)^2 \sum (Y-y)^2}}$$

де: r – коефіцієнт кореляції;

X, Y – ознаки;

x, y – середнє значення ознак.

2. Для оцінки надійності коефіцієнта кореляції вираховують його похибку та критерій достовірності.

Похибка коефіцієнта кореляції:

$$Sr = \sqrt{1-r^2/n-2}$$

де: r – коефіцієнт кореляції;

$n-2$ – число ступенів свободи.

3. Критерій достовірності коефіцієнта кореляції:

$$t_r = r/Sr$$

де: Sr – похибка коефіцієнта кореляції

Якщо $tr\phi > trm$, то кореляційний зв'язок суттєвий, а коли $tr\phi < trm$ – то не суттєвий.

4. Розрахувати коефіцієнт регресії за формулою:

$$b_{yx} = \frac{\sum (X-x)(Y-y)}{\sum (X-x)^2}$$

де: b_{yx} – коефіцієнт регресії;

X, Y – ознаки;

x, y – середнє значення ознак.

Завдання

Варіант I. Потрібно встановити зв'язок між двома ознаками X (маса кореневої системи) та Y (адсорбційна поверхня кореневої системи).

№	X, г/рослину	Y, м ² /рослину	X ² ,	Y ² ,	X×Y
1	9,96	2,36			
2	12,18	2,99			
3	12,70	2,70			
4	14,36	3,13			
5	14,91	3,65			
6	10,18	2,49			
Сума					

Варіант II. Потрібно встановити зв'язок між двома ознаками X (вміст суми хлорофілів а і b) та Y (площа листової поверхні).

№	X, мг/100 г сирої речовини	Y, тис. м ² /га	X ² ,	Y ² ,	X×Y
1	110,8	33,04			
2	125,7	48,50			
3	128,7	44,36			
4	129,7	39,87			
5	146,8	41,26			
6	129,6	48,75			
7	151,6	50,75			
<i>сума</i>					

Допоміжні величини для розрахунків:

$$\sum (X-x)(Y-y) = \sum XY - (\sum X \sum Y) / n$$

$$\sum (Y-y)^2 = \sum Y^2 - (\sum Y)^2 / n$$

$$\sum (X-x)^2 = \sum X^2 - (\sum X)^2 / n$$

Висновок: кореляційна залежність між ознаками _____, кореляційний зв'язок _____ так, як tr_{ϕ} _____ tr_T .

Контрольні питання

1. Що таке функціональна і кореляційний зв'язок, в чому їх відмінність?
2. За допомогою яких показників оцінюється кореляційний зв'язок?
3. Що таке коефіцієнт простої лінійної кореляції, які значення він може приймати?
4. У чому суть і значення коефіцієнта регресії?
5. Що таке довірча зона регресії?

Критичні значення коефіцієнта кореляції на 5% і 1% рівні значимості

Степени свободы ($n - 2$)	0,05	0,01	Степени свободы ($n - 2$)	0,05	0,01	Степени свободы ($n - 2$)	0,05	0,01
1	0,997	1,000	16	0,468	0,590	35	0,325	0,418
2	0,950	0,990	17	0,456	0,575	40	0,304	0,393
3	0,878	0,959	18	0,444	0,561	45	0,288	0,372
4	0,811	0,917	19	0,433	0,549	50	0,273	0,354
5	0,754	0,874	20	0,423	0,537	60	0,250	0,325
6	0,707	0,834	21	0,413	0,526	70	0,232	0,302
7	0,666	0,798	22	0,404	0,515	80	0,217	0,283
8	0,632	0,765	23	0,396	0,505	90	0,205	0,267
9	0,602	0,735	24	0,388	0,496	100	0,195	0,254
10	0,576	0,708	25	0,381	0,487	150	0,159	0,208
11	0,553	0,684	26	0,374	0,478	200	0,138	0,181
12	0,532	0,661	27	0,367	0,470	300	0,113	0,148
13	0,514	0,641	28	0,361	0,463	400	0,098	0,128
14	0,497	0,623	29	0,355	0,456	500	0,088	0,115
15	0,482	0,606	30	0,349	0,449	1000	0,062	0,081

Тема. ОБЛІК УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.

Мета: навчитися визначати та розраховувати урожайність основних груп сільськогосподарських рослин.

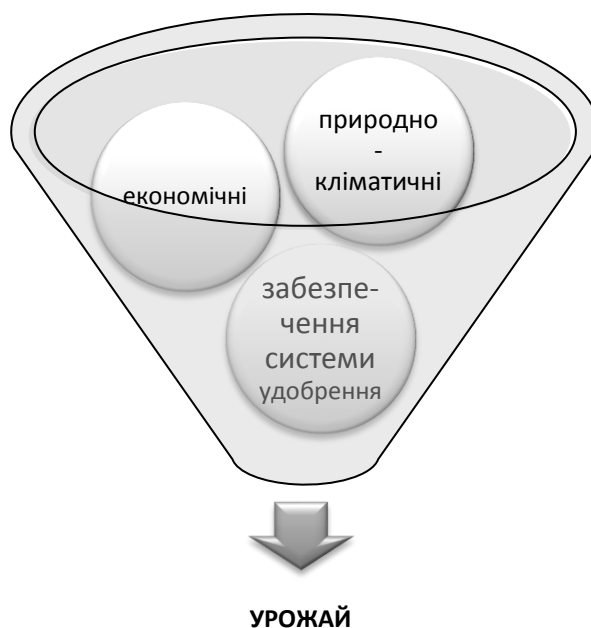
ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК

У сільськогосподарському виробництві, зокрема, рослинництві, важливо розрізняти два ключових поняття – урожай і урожайність. **Урожай** – це загальна кількість продукції отриманої з однієї культури (або однієї групи культур, наприклад, зернових) з усієї посівної площі. **Урожайність** – кількість зібраної продукції з одного гектару. Наприклад, якщо поле площею 8 га засіяти пшеницею, то зерно зібране з всієї площі посіву становитиме урожайність, а кількість зерна зібраного з 1 га – урожай, його позначають у *ц/га* або *т/га*. У теплично-парниковому виробництві урожайність визначають у кг з 1 м² (*кг/м²*).

Серед чинників, які здатні впливати на урожай вагомими є природно-кліматичні (стан ґрунту, його температурний і водний режим, кількість опадів тощо), економічні (ціни на зерно, паливо, стан техніки, витрати на ЗЗР тощо) та забезпечення господарства добривами (органічне і мінеральне).

У залежності від потреби визначати можна декілька видів урожайності.

Визначення біологічної урожайності полягає у відборі проб врожаю з певної площі перед збиранням. Проводиться підрахунок за формулами і отримані результати співвідносяться до загальної площі поля. Важливо пам'ятати, що відбір зразків має проводитись на найбільш типових ділянках.



<u>Вид урожайності</u>	<u>Показник</u>
Потенційна	Максимальна кількість продукції, яку можна отримати з 1 га при повній реалізації продуктивних можливостей сільськогосподарської культури, а саме сорту чи гібриду.
Планова	Кількість продукції, яку можна отримати з 1 га у конкретних господарських умовах з урахуванням потенційної урожайності сорту, родючості ґрунту, забезпеченості технікою, добривами, ЗЗР тощо.
Очікувана	Передбачуваний збір продукції, який визначається у певні періоди розвитку агрокультур за густотою стеблостою і загальним станом посіву.
Біологічна (врожайність на корені)	Кількість вирощеної продукції (зерно + солома або коренеплоди + гичка) зібраної з одиниці площі (з 1 м ² або 10 м ²) і перерахованої на 1 га.
Фактична	Урожайність, яка визначається за оприбуткованою або чистою (після обробки) вагою вирощеної продукції у розрахунку на 1 га посівної площі.

Обчислення урожайності непросапних культур. Відбір матеріалу проводиться з 3 точок (якщо площа поля <300 га) або з 5 точок (якщо площа >300 га). Відстань між ними має бути не менше 5 метрів. Для більш точної оцінки використовується рамка (від 0,24 до 1 м²) у межах якої і відбирають стебла рослин.

Далі проводяться підрахунки за формулою:

$$Y_{\bar{b}} = \frac{10\,000}{S_{\text{рамк}}} * \left(R_{\text{раст}} * \frac{m_n}{N_{\text{раст}}} \right) \div 100\,000;$$

$Y_{\bar{b}}$ – урожайність біологічна (ц/га). Втрати при збиранні та доробці не враховуються;

10 000 – це 1 гектар, зазначений у м²;

$S_{\text{рамк}}$ – площа рамки, у межах якої відбирали зразки, м²;

$R_{\text{раст}}$ – середня кількість рослин (колосків), шт.;

m_n – вага відібраного урожаю (з урахуванням вологості), г;

$N_{\text{раст}}$ – кількість рослин у ємності;

100 000 – коефіцієнт трансформації ваги врожаю з грамів у центнери.

Обчислення урожайності просапних культур. При обліку урожайності просапних культур рамку не застосовують, потрібно заміряти певну частину рядка, довжина якого має бути точно відома. Після кінцевих підрахунків результати накладаються на загальну площу поля.

Для початку потрібно виміряти ширину міжряддя. Потім, з позначеної частини рядка збирається урожай, але не вибірково, а повністю. Таким чином потрібно обробити три найбільш типові точки ділянки. Головне, щоб вони знаходилися на віддалі від межі поля (не менше 10 метрів).

Далі проводяться підрахунки за формулою:

$$Y_{\sigma} = \frac{10000}{W_m} * \frac{\sum m_n}{\sum L_n} \div 100, \text{ где:}$$

Y_{σ} – урожайність біологічна (ц/га);

10 000 – це 1 гектар, зазначений у м²;

W_m – ширина міжряддя;

$\sum m_n$ – сума ваги зібраного врожаю з кожної ділянки, кг;

L_n – сумарна довжина всіх ділянок, м;

100 – коефіцієнт переведення з кг у ц.

Обчислення врожайності механізованим способом. За даного методу збирання урожаю з певної ділянки поля проводиться великою сільгосптехнікою. Урожайність розраховують за наступною формулою:

$$Y_{\sigma} = \frac{1}{S} \cdot m$$

Y_{σ} – урожайність біологічна, ц/га;

S – площа збирання урожаю, га;

m – маса зібраного зерна.

Обчислення врожайності багаторічних насаджень. Біологічну урожайність, у випадку з багаторічними рослинами, можна визначати за кількістю плодів перед початком збирання. Для

Важливо пам'ятати, що біологічна урожайність завжди більша, ніж господарська (фактична), оскільки урожай збирається без утрат, з меншої площі. Також біологічна урожайність достовірно свідчить про потенційні можливості культури.

Для характеристики врожаю визначають **коефіцієнт господарської ефективності (КГЕ)**— процентний вміст зерна в урожаї сухої речовини надземної біомаси: чим вищий коефіцієнт. Наприклад, урожай сухої речовини зерна озимої пшениці з 1 га дорівнює 3,1 т, а соломи — 4,2 т, тобто врожай біомаси складає 7,3 т, у тому числі 42 % зерна (3,1x100/7,3).

Користуються також і співвідношенням солома : зерно, яке показує, скільки часток соломи припадає в урожаї на одну частку зерна. У сучасних сортів озимої пшениці це співвідношення дорівнює або менше 1.

**ВІДЕОІНСТРУКЦІЇ З ПРИКЛАДАМИ РОЗРАХУНКІВ БІОЛОГІЧНОЇ
УРОЖАЙНОСТІ**



*Визначення біологічної
врожайності сої*



*Визначення біологічної
врожайності кукурудзи*



*Визначення біологічної
врожайності пшениці*



*Визначення біологічної
врожайності соняшнику*

ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

Завдання 1. Розрахувати біологічну врожайність зерна гречки (в т/га) при стандартній вологості (14 %), якщо фактична вологість зернової маси становить 25%, а маса зерна, що отримана з $0,25 \text{ м}^2$ дорівнює 30,1 г.

Розрахунки: _____

Завдання 2. Розрахувати облистяність рослин проса, якщо маса листків з 1 м^2 дорівнює 480 г, а маса стебел – 720 г.

Розрахунки: _____

Завдання 3. Розрахувати кількість та масу зерен одного колоса пшениці, а також масу зерна однієї рослини, якщо маса зерен 25 колосів становить 20,86 г, маса 100 зерен 3,28 г, а продуктивна куцистість культури дорівнює 2,3.

Розрахунки: _____

Завдання 4. Розрахувати урожайність сухої речовини зерна соломи пшениці, її коефіцієнт господарської ефективності та перерахуйте врожайність зерна культури при стандартній вологості за умов, що фактична урожайність зерна 3,2 т/га, соломи 4,1 т/га, фактична вологість і зерна, і соломи 22 %, стандартна вологість зерна 14 %, соломи – 17 %.

Розрахунки: _____

Контрольні питання:

1. Які структурні елементи врожайності пшениці озимої?
2. Які структурні елементи врожайності кукурудзи?
3. Які структурні елементи врожайності проса?
4. Які структурні елементи врожайності гречки?
2. Опишіть методики визначення сухої речовини стебел, листків, обгорток, стрижнів та зерен кукурудзи.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Аналіз наукової літератури є невід'ємною частиною роботи агрономів. Працюючи з науковою літературою важливо звертати увагу на роки публікацій та опрацьовувати більш нові видання і видання з опублікованими фундаментальними дослідженнями, не зважаючи на рік виходу роботи.

Для формування у ЗВО навиків працювати з науковою літературою індивідуальне завдання передбачає написання конспекту 10 джерел наукової літератури за останнє десятиріччя. До наукових робіт належать: книги, монографії, статті опубліковані у наукових журналах і збірниках, патенти, тези доповідей, автореферати тощо. Обов'язковим є аналізування іншомовних видань, що дозволяє отримати інформацію про стан вивчення певного питання у інших країнах. Крім того, аналізуючи власні результати дослідження ми маємо порівнювати їх з вже існуючими даними для формулювання об'єктивних висновків проведеної роботи.

Аналіз першоджерел проводиться за темою своєї наукової (бакалаврської) роботи. Конспект одного першоджерела повинен зайняти у середньому одну сторінку машинописного тексту. На початку сторінки зазначається приклад цитування роботи (прізвище та ініціали авторів публікації, назва наукової роботи, де вона надрукована, рік видання та сторінки на яких знаходиться публікація. Оформлювати першоджерело необхідно за ДСТУ 8302:2015.

ГЛОСАРІЙ

Абсолютний контроль – додатковий контроль, у якому повністю відсутнє використання фактору, що досліджується.

Варіанти досліду – це умови, які створюються під впливом окремих заходів агротехніки або окремих технологій, досліджувані рослини, сорти, умови вирощування, агротехнічні прийоми або їх поєднання.

Варіаційний ряд – ряд даних у яких указані значення варіюючого показника у порядку зростання або зменшення і відповідні їм чисельності об'єктів – частоти.

Вибірка – частина великої групи об'єктів, яка потрапила на перевірку (дослідження) і на основі якої оцінюється весь об'єкт дослідження.

Виключка – частина облікової ділянки, виключена з причини випадкових пошкоджень або помилок, які були допущені при проведенні досліду.

Гіпотеза – наукове припущення, істинне значення якого є невизначеним.

Дисперсія – це розсіювання даних і показників на складові частини.

Ділянка дослідна – елементарна одиниця досліду, частина площі досліду, яка має певний розмір і форму та призначення для розміщення окремого варіанту.

Ділянка облікова – частина площі дослідної ділянки, яка призначена для обліку урожаю (без бокових і кінцевих зашиток).

Дослід – умови штучно створені дослідником за допомогою використання різних варіацій того фактора, який є об'єктом дослідження з метою виявлення найбільш ефективних. Це провідний метод дослідження, який включає у себе спостереження, строгий облік змінених умов і облік результатів. Дослідження, яке проводиться на спеціально виділеній ділянці для оцінки дії різних варіантів (сортів) на урожай рослин і його якість.

Достовірність досліду – правильно сплановані і реалізовані схема і методика проведення досліду, відповідність їх поставленим перед дослідником задачам, правильний вибір об'єкту, умов проведення досліду і методу статистичної обробки даних.

Експеримент – метод пізнання, за допомогою якого у штучно створених і контрольованих умовах вивчають об'єкти і процеси, що у них відбуваються.

Захисна полоса, зашитка – крайові (бокові і кінцеві) частини ділянок, які не підлягають обліку і слугують для виключення впливу рослин сусідніх варіантів.

Контроль (стандарт) – один або декілька варіантів, з якими порівнюють дослідні варіанти.

Кореляційний аналіз – статистичний метод визначення тісноти і форми зв'язки між ознаками.

Кореляція – взаємозв'язок між ознаками, яка заключається у тому, що середня величина значень однієї ознаки змінюється у залежності від зміни іншої ознаки.

Латинський квадрат – схема рендомізованого (випадкового) розміщення варіантів у досліді, у якому ділянки розташовуються рядами і стовпчиками. У кожному рядку і стовпчику має бути повний набір варіантів схеми (повторення), і відповідно, у латинському квадраті число повторень має дорівнювати числу варіантів, а загальна кількість ділянок – квадрату числа варіантів.

Латинський прямокутник – випадкове розміщення всіх варіантів у межах кожної стрічки і кожного окремого блоку.

Метод – це упорядкована діяльність дослідника, спрямована на отримання нових знань.

Метод розміщення – це певне чергування варіантів на дослідних ділянках у межах повторення.

Методична достовірність досліді – це чітке дотримання всіх методичних вимог щодо планування досліді, вибору умов і об'єктів досліджень, закладання і проведення досліді, вибору і застосування відповідних методів статистичної обробки даних.

Методологія досліджень – сукупність конкретних прийомів і способів для проведення будь-якого наукового дослідження.

Моделювання – це метод дослідження об'єктів, процесів, явищ на їх моделях. Сутністю моделювання є заміна об'єктів, які важко вивчати, спеціально створеними зручними моделями (складання схем дослідів).

Найменша істотна різниця (НІР) – величина, яка вказує на межу можливих випадкових відхилень в експерименті; це та мінімальна різниця в урожаях між середніми, яка у даному досліді признається істотною при 5% ($НІР_{0,95}$) або 1% ($НІР_{0,99}$) рівні значимості.

Наука – система знань об'єктивних законів природи, суспільства і мислення, які отримуються і перетворюються у безпосередню продуктивну силу суспільства в результаті спеціальної діяльності людей.

Наукове дослідження – це вивчення конкретного об'єкту, явища або предмету для розкриття закономірностей його виникнення і розвитку.

Неповна рендомізація – випадкове розміщення всіх варіантів досліді у межах кожного повторення.

Об'єкт дослідження – процес або явище, яке породжує проблемну ситуацію і обране дослідження.

Обліки – це встановлення кількісного показника. Їх проводять за апробованими методиками відповідно до державних стандартів.

Планування – це визначення задач і об'єктів (рослин) дослідження, розробка схеми експерименту, вибір земельної ділянки і оптимальної структури польового досліді.

Повна рендомізація – випадкове розміщення варіантів на всіх ділянках досліді без попереднього виділення повторень.

Повторення – частина площі дослідної ділянки, яка включає ділянки з повним набором варіантів схеми досліді.

Повторність досліді – кількість ділянок з однаковими варіантами.

Польовий дослід – це дослідження, яке проводять у польових умовах на спеціально виділеній ділянці. Це основний метод наукової агрономії.

Похибка досліді – міра різниці між дійсним значенням досліджуваного показника і отриманими результатами досліджень. Похибка досліді виражена у процентах називається відносною.

Предмет дослідження – все те, що знаходиться у межах об'єкту дослідження у визначеному аспекті пізнання. Це досліджувані з певною метою властивості, характеристики тощо.

Прикладні дослідження – це дослідження спрямовані на вивчення факторів життя рослин і взаємозв'язків між рослиною і середовищем, на створення нових сортів і гібридів. Кінцевою метою прикладних досліджень є рекомендації для впровадження одержаних результатів у виробництво.

Рекогносцирувальний посів – суцільний посів однієї культури, який передуює закладці досліду і проводиться для вичлнення ступеня однорідності ґрунтової родючості на площі досліду.

Рівень значимості – це значення імовірності, при якому різницю між вибірковими показниками можна вважати несуттєвою, або випадковою, тобто ознака, яка варіює, знаходиться поза вказаними межами (використовують 5% і 1% рівні значимості).

Ротація сівозмін – інтервал часу, протягом якого сільськогосподарські культури і пар проходять через кожне поле у послідовності, передбаченій схемою сівозміни (тривалість ротації, тобто кількість років, дорівнює кількості полів сівозміни в натурі на території).

Сівозміна – це науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і парів у часі, на території або лише в часі.

Спеціальні методи дослідження – це методи, які застосовуються у науковій агрономії, тому їх іноді називають конкретно-науковими (лабораторний, вегетаційний, лізиметричний. Вегетаційно-польовий, польовий, експедиційний).

Спостереження – це кількісна і якісна реєстрація різних сторін розвитку явища, констатація наявності того чи іншого стану, ознаки або властивості.

Стандарт – контроль, який застосовується при сортовипробуванні. Ним може бути один з найкращих зареєстрованих і поширених у виробництві сортів чи гібридів сільськогосподарських культур.

Стандартний метод – це розміщення контролю (стандарту) поряд з кожним чи між двома дослідними варіантами.

Структура посівних площ – це співвідношення посівних площ окремих сільськогосподарських культур або їхніх певних груп (у процентах) до загальної площі ріллі у господарстві. Структура посівних площ є основою для розробки сівозмін і залежить від спеціалізації господарства, ґрунтово-кліматичних та організаційно-господарських умов.

Схема досліду – сукупність дослідних і контрольних варіантів, які об'єднані загальною ідеєю.

Теза – стислий виклад основних положень, наукової праці, статті, доповіді, який передбачає попереднє ознайомлення учасників семінарів, конференцій, симпозіумів з результатами наукового дослідження.

Тема – наукове завдання, яке охоплює визначну галузь наукового дослідження.

Точність досліду – величина обернена відносній похибці.

Узагальнення – логічна дія, у процесі якої здійснюється перехід від одиничного до загального. Узагальнення відбувається шляхом абстрагування при утворенні понять, суджень, теорії.

Фундаментальні дослідження – це дослідження спрямовані на відкриття і вивчення нових явищ і законів природи, а їх результатом є закінчена система наукових знань.

Ямб-метод – стандартне розміщення варіантів, при якому дослідний варіант чередується зі стандартом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. АгроКебети. Агроосвіта майбутнього. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://blog.agrokebety.com/yak-rozrakhuvaty-vrozhaunist>
2. Горбатенко І.Ю. Основи наукових досліджень. К.: Вища школа, 2001. 92 с.
3. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.К. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Ермантраут Е.Р., Бобро М.А., Гопцій Т.І. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Х.: Харк. нац. аграрн. ун-т ім. С.В. Докучаєва, 2008. 64 с.
6. Ещенко В.Е., Трифонова П.Г., Копытко П.Г. Основы опытного дела в растениеводстве. Под ред. В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой. М.: Колос, 2009. 268 с.
7. З.И. Теория и практика вегетационного метода. М.: Наука, 1968. 266 с.
8. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посіб. К.: Кондор, 2009. 206 с.
9. Лях А.А., Неквасина Е.И. Основы научных исследований в агрономии: учебно-методический комплекс. РИО Горно-Алтайского госуниверситета. 2008. 73 с.
10. Мазур В.А., Липовий В.Г., Мордванюк М.О. Навчальний посібник з дисципліни «Методика наукових досліджень в агрономії» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2020. 198 с.
11. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 1994. 333 с.
12. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. Дослідна справа в агрономії. Кн. 1. / за ред. А.О. Рожкова. Х.: Майдан, 2016. 316 с.
13. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Изд. 3-е, испр. Минск: «Вышэйш школа», 1973. 320 с.
14. Ушкаренко В.О. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
15. Rana S.S., Suresh Kumar. Research Techniques in Agronomy. Department of Agronomy, College of Agriculture, CSK Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, Palampur, 2014. 64 p.