

Практична робота № 2

Тема: Методи розміщення варіантів в досліді і дослідних ділянках

Мета: Навчитись складати схеми дослідів за різними методами розміщеннями варіантів.

Метод розміщення — це певне чергування варіантів на дослідних ділянках в межах повторення. Серед них розрізняють випадковий, систематичний і стандартний методи (рис. 1).

При застосуванні випадкового методу місце варіантів визначають за таблицею випадкових чисел або за жеребками. У літературі цей метод називають ще англійським словом рендомізація.

Як уже зазначалося, існує випадкове і закономірне варіювання родючості ґрунту. Якщо ці зміни не враховувати при розміщенні варіантів, то деякі з них розмістяться в кращих умовах, а інші — в гірших. При цьому буде порушене правило єдиної логічної різниці і такий дослід доведеться бракувати. Але якщо навіть і на полі з добре вираженим випадковим варіюванням родючості ґрунту варіанти розмістити рендомізованим методом, то за теорією імовірності кожен варіант дослідів може розміститись у кращих, гірших чи інших умовах і середні арифметичні всіх варіантів будуть близькими, тобто між ними не буде значної різниці. Для випадкового розміщення п'яти варіантів заготовляють п'ять жеребків з номерами від одного до п'яти. Змішують їх і витягують один за одним, ставлячи спочатку у першому повторенні відповідні числа (аналогічно витягають для другого і третього чи інших повторень).

Випадкове розміщення варіантів має ту перевагу, що дослідник позбавляється від суб'єктивного підходу до розміщення варіантів і може мати об'єктивніші результати досліджень. Однак при розміщенні цим методом спостерігається неоднакова послідовність варіантів в усіх повтореннях, що утруднює демонстраційність дослідів і проведення в ньому сільськогосподарських робіт.

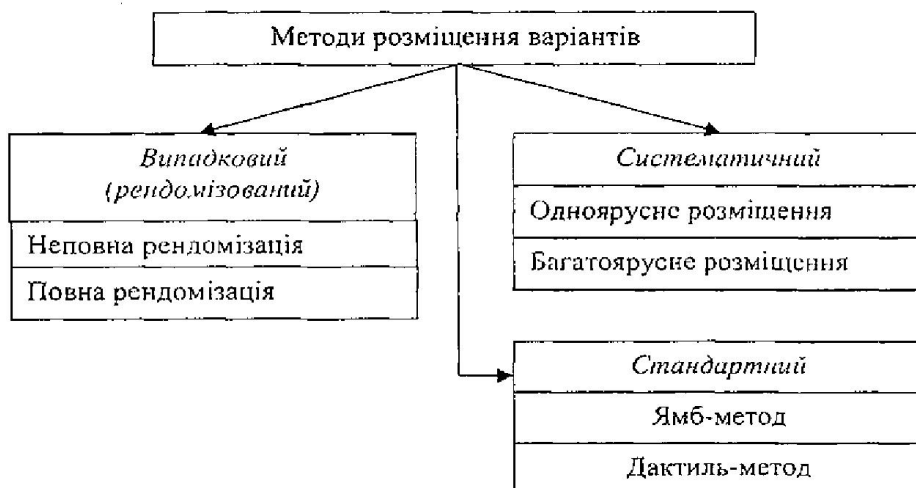


Рис. 1. Класифікація методів розміщення варіантів у дослідях

Випадковий метод має дві різновидності або субметоди — неповна рендомізація і повна рендомізація.

Неповна рендомізація — випадкове розміщення всіх варіантів дослідів у межах кожного повторення окремо. 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 кожний варіант трапляється лише раз.

На рис. 2 показано розміщення п'яти варіантів у чотирьох повтореннях за таблицею випадкових чисел (дод. 1).

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

Рис. 7. Випадкове розміщення п'яти варіантів ($t = 5$) у чотирьох повтореннях (блоках)

Додаток 1

Таблиця випадкових чисел

№пор.	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

Закінчення додатка 1

№пор.	1	2	3	4	5*	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
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

У кожному стовпчику і стрічці цієї таблиці записані двозначні числа. Оскільки у досліді п'ять варіантів, то потрібно брати останні цифри. Взявши випадково якийсь стовпчик, будемо рухатися вниз чи вгору, вправо чи вліво і вибирати числа в межах від одного до п'яти. Наприклад, ми випадково зупинились на четвертому стовпчику і першій стрічці — остання цифра 5. Рухаючись униз, вибираємо далі числа 5, 1, 4, 2, 3, пропускаючи цифри, більші за п'ять. Отже, у першому повторенні чергування варіантів буде саме таким. Для рендомізації другого повторення випадково зупинимось на другому стовпчику одинадцятій стрічці. Рухаючись униз, вибираємо цифри 2, 5, 1, 3 і 4. Рендомізацію третього повторення випадково почнемо з 15-го стовпчика третьої стрічки. Рухаючись униз, вибираємо цифри 3, 4, 2, 1, 5. Далі продовжуємо вибирати цифри для останнього (четвертого) повторення — з 8-го стовпчика і десятої стрічки, рухаючись униз — 2, 5, 3, 4 і 1. Всі ці номери заносимо на схематичний план, де кожний номер означає конкретний зміст варіанта згідно із схемою дослідів.

Як уже зазначалося, основна вимога до методу неповної рендомізації полягає в тому, щоб забезпечити мінімальне варіювання родючості ґрунту всередині повторень. Для цього воно має бути невеликим за розміром, що забезпечується незначною кількістю варіантів і невеликим розміром кожної дослідної ділянки.

Повна рендомізація — випадкове розміщення варіантів на всіх ділянках дослідів без попереднього виділення повторень. Метод застосовують, коли індивідуальне варіювання росту і врожайності рослин перевищує варіювання родючості ґрунту, що найчастіше трапляється у дослідів з багаторічними культурами. Другою умовою для методу повної рендомізації є мала кількість варіантів, повторностей і невеликий розмір дослідних ділянок (коли площа всього дослідів мала).

Щоб застосувати цей метод, готують стільки жеребків, скільки ділянок у досліді. Якщо цим методом потрібно закласти дослід із трьох варіантів ($l = 3$) в чотирьох повторностях ($n = 4$), то готують 12 жеребків ($N = l \times n = 3 \times 4 = 12$). На чотирьох жеребках ставлять число 1, на наступних чотирьох - 2 і на останніх - 3.

Жеребки змішують і витягують, ставлячи на схематичному плані підряд номери витягнутих жеребків. Варіанти можуть розміститися так, як показано на рис. 3. Отже, не в кожному з чотирьох стовпців є всі три варіанти. Якщо якогось варіанта немає в першому стовпці, то він частіше може траплятися в інших.

На видовженому земельному масиві таким методом варіанти розміщуються в один ярус, як це показано на рис. 4.

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

Рис. 8. Розміщення трьох варіантів дослід у чотирьох повторностях методом повної рендомізації в трьох ярусах

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

Рис. 9. Розміщення трьох варіантів дослід у чотирьох повторностях методом повної рендомізації в один ярус

Метод повної рендомізації порівняно з іншими методами має такі переваги: 1) критерій Фішера набуває найбільшого значення, що підвищує статистичну достовірність дослід; 2) дуже просто визначається варіювання між ділянками однойменних варіантів — обчисленням стандартної похибки; 3) максимально

збільшується число ступенів свободи для залишкового розсіювання, що сприяє підвищенню точності досліду.

Систематичний метод вимагає розміщувати варіанти у такій послідовності, як вони записані у схемі досліду. Тому цей метод іноді називають ще послідовним. Його різновидностями є *однорусне* (рис. 5), *дво-* (рис. 6) та *багаторусне* (рис. 7) розміщення. Це найпростіший метод розміщення ділянок, але його можна використовувати на земельних масивах з рівномірною родючістю ґрунту на всій площі.

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

Рис. 10. Систематичне розміщення п'яти варіантів у чотирьох повторностях 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. 11. Систематичне розміщення п'яти варіантів у чотирьох повтореннях у два яруси

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

Рис. 12. Систематичне розміщення п'яти варіантів у чотирьох повтореннях у чотири яруси

Стандартний метод — це розміщення контролю (стандарту) поряд з кожним чи між двома дослідними варіантами. Метод дуже ефективний, якщо родючість ґрунту значно варіює, що характерно для ґрунтів Полісся.

При різкій зміні родючості ґрунту стандарт розміщують через один дослідний варіант і таке розміщення варіантів називається ямб-методом (рис. 8). При цьому стандарт займає половину площі досліду, що при її обмеженості є

одним з недоліків методу. При дещо меншій строкатості поля за родючістю для зменшення площі під стандартом до третини користуються *дактиль-методом*, де ділянки із стандартом розміщують через два дослідні варіанти (рис. 9).

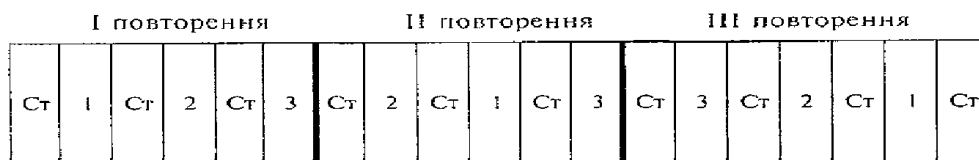


Рис. 13. Розміщення трьох дослідних сортів і стандарту ямб-методом

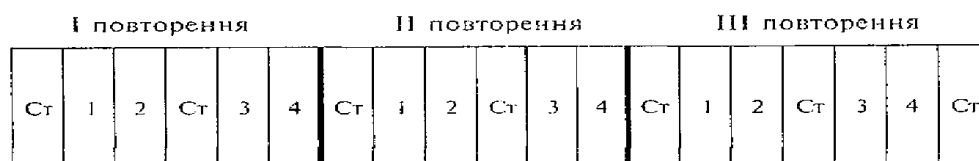


Рис. 14. Розміщення чотирьох дослідних сортів і стандарту дактиль-методом

Як при ямб-, так і при дактиль-методі дослід має починатися і закінчуватися стандартом. Стандартні методи розміщення можна використовувати у сортовипробуванні, де вони і були вперше рекомендовані. Однією з умов застосування цього методу є необмежена площа для дослідів або коли розмір дослідних ділянок малий чи для вивчення сорту не вистачає насіння нових сортів. Чергування дослідних варіантів при цьому може бути не послідовним, а випадковим, що підвищує ефективність стандартного методу.

Методи розміщення дослідних ділянок

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

Латинський квадрат — так розміщують ділянки, щоб у кожній стрічці і кожному стовпчику були всі варіанти відповідно до схеми дослідів і жоден з них не повторювався (рис. 10).

Метод латинського квадрата доцільно застосовувати в умовах, де родючість ґрунту змінюється удвох взаємно перпендикулярних напрямках. Наприклад, в одному напрямі — вздовж схилу, а в протилежному — від лісосмути чи ґрунтової дороги. Дослідні ділянки можуть бути квадратної або прямокутної форми. При

цьому кількість повторень завжди має дорівнювати кількості варіантів, а їх має бути не менше чотирьох і не більше восьми. При меншій кількості варіантів набагато знижується точність дослідів. При кількості варіантів більше восьми треба мати таку саму кількість повторностей, що збільшує кількість ділянок у досліді, а звідси і об'єм досліджень.

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. 15. Розміщення дослідних ділянок методом латинського квадрата

Іноді у латинському квадраті варіанти розміщують не випадково, а за певною системою. Наприклад, на рис. 11 розміщені ті самі чотири варіанти, що й на рис. 10, але у певному порядку — у першій стрічці і першій колонці 1, 2, 3, 4, а в інших — за такою самою системою, дещо із 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 (рендомізовано).

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

Рис. 16. Розміщення дослідних ділянок методом латинського квадрата за послідовною системою

Латинський прямокутник — випадкове розміщення всіх варіантів у межах кожної стрічки і кожного окремого блоку. Цей метод застосовують тоді, коли родючість ґрунту варіює не лише у двох взаємно перпендикулярних напрямках, а й по діагоналі, а кількість варіантів кратна кількості повторностей (рис. 12). Таке розміщення найкраще відображує зміну родючості ґрунту у трьох напрямках — взаємно перпендикулярних і по діагоналі.

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 дослідках: 1) багатфакторних; 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 рис. 13 показане розміщення двофакторного дослідку: фактор А — сорт та фактор В — удобрення. У досліді вивчаються два сорти — a_1 і a_2 та три дози добрив — b_1 , b_2 , b_3 , розміщені рендомізовано у кожному з чотирьох повторень.

Літерами a_1 і a_2 , позначають ділянки першого порядку, b_1 , b_2 , b_3 — другого порядку, тобто субділянки.

В агротехнічних дослідках факторами першого порядку краще брати ті, які в агрозаходах виконуються першими. Багатфакторні дослідки 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.

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. 17. Розміщення досліду із 12 варіантів у чотирьох повтореннях методом латинського прямокутника

a ₂			a ₁			a ₁			a ₂		
b ₁	b ₁	b ₂	b ₁	b ₂	b ₂	b ₂	b ₃	b ₁	b ₁	b ₁	b ₂
I повторення						II повторення					
a ₁			a ₂			a ₂			a ₁		
b ₂	b ₃	b ₁	b ₃	b ₁	b ₂	b ₁	b ₂	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁
III повторення						IV повторення					

Рис. 18. Розміщення досліду методом розщеплених ділянок двох градацій фактору А і трьох градацій фактору В

Завдання 1. Розмістити схематично на папері дослід зі схемою: 3 сорти x 3 способи внесення добрив методом неповної рендомізації і систематичним.

Завдання 2. Розмістити схематично на папері розміщення досліду із 16 варіантів у чотирьох повторностях методом латинського прямокутника.

Контрольні питання

1. Які методи розміщення варіантів в польових дослідях застосовують в агрономії?
2. Як розміщують варіанти досліду при повній і неповній рендомізації?
3. Де застосовують систематичний метод розміщення варіантів в досліді?

4. Де застосовують стандартний метод розміщення варіантів в досліді?
5. На яких ґрунтах застосовують розміщення варіантів ямб-методом і дактиль-методом?
6. Де застосовують розміщення дослідних ділянок методом латинського квадрату і латинського прямокутника?
7. Яким методом розміщують варіанти у багатofакторних дослідях?