

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій

Кафедра виноградарства та плодовоовочівництва

БІОМЕТРИЧНА ГЕНЕТИКА

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів
другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПІ
«Агрономія» спеціальності 201 Агрономія денної форми
здобуття вищої освіти

Миколаїв

2024

УДК 631.52

М25

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 13.06.2024 року, протокол №12

Укладач:

І. М. Марценюк – канд. біол. наук, доцент кафедри виноградарства та плодощовчівництва, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

А. В. Панфілова – д. с.-г. н., професор, завідувачка кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет.

С. С. Мельничук – канд. біол. наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
МОДУЛЬ I. БІОМЕТРИКО-ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ОЗНАК	6
Тема 1. Застосування методів математичної статистики у біометричній генетиці. Якісні і кількісні ознаки	6
Тема 2. Варіаційні ряди, їх види і методика побудови	9
Тема 3. Застосування методів кореляції у селекційно-генетичних дослідженнях	11
Тема 4. Регресійний аналіз у селекційно-генетичних дослідженнях	13
Тема 5. Методи дисперсійного аналізу та їх моделі. Застосування у селекційно-генетичних дослідженнях	15
2. МОДУЛЬ II. БІОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ У СЕЛЕКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	17
Тема 6. Аналіз успадковуваності ознак у сільськогосподарських культур	17
Тема 7. Прогнозування селекційного ефекту різних ознак у сільськогосподарських культур	19
Тема 8. Розрахунок генетичної структури популяцій сільськогосподарських культур в агроценозах	21
Додаток 1. Стандартні значення критерію достовірності t_d для малих вибірок (за Стьюдентом)	23
Додаток 2. Стандартні значення χ^2 за різних ступенів свободи (за Р. Фішером, зі скороченням)	24
Додаток 3. Короткий термінологічний словник	25
Список рекомендованої літератури	29

ВСТУП

Самостійна робота здобувача вищої освіти – це форма навчального процесу в університеті, що є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Біометрична генетика сільськогосподарських культур – це розділ генетики, в якому викладено теоретичні аспекти біометрико-генетичного аналізу ознак сільськогосподарських рослин. На основі цього засновані прийоми раціоналізації основних етапів селекційного процесу (підбір батьківських пар, опрацювання гібридного матеріалу, сортовипробування).

У результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати: основні закономірності успадкування господарськоцінних ознак у культурних рослин; принципи збереження генетичного біорізноманіття в агроландшафтах;

вміти: використовувати здобуті знання для вирішення конкретних практичних завдань, зокрема, управління мінливістю культурних рослин, дослідження генетичних механізмів взаємодії культурних рослин з іншими представниками біоти в агросистемах (збудниками хвороб, шкідниками, бур'янами тощо).

Згідно навчального плану обсяг самостійної роботи при вивченні дисципліни «Біометрична генетика сільськогосподарських культур» здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти 2-го року очної (денної) форми навчання за спеціальністю 201 Агрономія становить 74 години.

Методичні рекомендації слугують для ознайомлення здобувачів вищої освіти зі змістом, методикою і організацією самостійної роботи із основних тем дисципліни і допоможуть найбільш ефективно поєднувати навчальну та науково-дослідницьку роботу.

Матеріал подається з урахуванням специфіки Європейської кредитно-трансфертної системи організації навчального процесу у Миколаївському національному аграрному університеті.

**Теми та форма контролю і перевірки завдань, які
винесені на самостійне обов'язкове опрацювання з
дисципліни «Біометрична генетика сільськогосподарських
культур»**

№ з/п	Тема	Кількість годин	Форма самостійної роботи	Форма контролю і перевірки	Кількість балів
Модуль I. Біометрико-генетичний аналіз ознак					
1	Застосування методів математичної статистики у біометричній генетиці. Якісні і кількісні ознаки.	8	реферат	захист реферату	3
2	Варіаційні ряди, їх види і методика побудови	8	реферат	захист реферату	3
3	Застосування методів кореляції у селекційно-генетичних дослідженнях	8	реферат	захист реферату	3
4	Статистичні впливи у дисперсійному аналізі	10	реферат	захист реферату	3
5	Методи дисперсійного аналізу та їх моделі. Застосування у селекційно-генетичних дослідженнях	10	реферат	захист реферату	3
Модуль II. Біометричні методи у селекції сільськогосподарських культур					
6	Аналіз успадкованості ознак у сільськогосподарських культур	12	розв'язування генетичних задач	презентація колекції	3
7	Прогнозування селекційного ефекту різних ознак у сільськогосподарських культур	10	розв'язування генетичних задач	презентація колекції	3
8	Розрахунок генетичної структури популяцій сільськогосподарських культур в агроценозах	8	розв'язування генетичних задач	презентація колекції	3
	Разом	74			

МОДУЛЬ I

БІОМЕТРИКО-ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ОЗНАК

Тема 1. Застосування методів математичної статистики у біометричній генетиці. Якісні і кількісні ознаки.

Ключові слова: генетика, біометрія, статистика, генетичний аналіз, статистичний аналіз, генеральна сукупність, вибірка, нульова гіпотеза, кількісна ознака, якісна ознака.

Keywords: genetics, biometrics, statistics, genetic analysis, statistical analysis, the general population, sample, null hypothesis, quantitative trait, quality trait.

Очікувані результати навчання (знання, вміння):

знати елементи біометричного аналізу

вміти визначати мінливість кількісних ознак методом варіаційної статистики у великих і малих вибірках; використовувати статистично-математичні методи у вирішенні генетично-селекційних завдань.

Тематика доповідей та рефератів

1. Історія розвитку біометричної генетики.
2. Місце біометричної генетики в системі наук та її роль у сільськогосподарській практиці.
3. Значення біометрії у селекційно-генетичних дослідженнях.
4. Вибірковий метод. Його переваги та основні умови при відборі вибірки.
5. Ознаки, їх властивості, класифікація та джерела варіювання.
6. Ймовірність в явищах живої природи.

Завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення наступним термінам і поняттям: біометрія, біометрична генетика, генеральна сукупність, вибірка, велика, мала, варіанта, кількісні ознаки, якісні ознаки.
2. Охарактеризуйте основні переваги методу вибірок при генетично-селекційних дослідженнях.

3. Поясніть, яким вимогам повинна відповідати вибірка?
4. Які властивості та класифікація ознак? Назвіть основні джерела варіювання ознак.
5. Назвіть зміст і особливості застосування основної похибки середнього значення.
6. Поясніть застосування методу χ^2 в генетично-селекційних дослідженнях.
7. Поясніть принцип «нульової гіпотези». На основі чого її залишають в силі чи спростовують?
8. Виконайте тестові завдання:
 - 8.1. Генеральна сукупність – це...
 - А. Частина типових представників генеральної сукупності, яка її відображає, тобто, це частина від цілого
 - Б. Група особин одного виду, породи або іншої таксономічної одиниці, з яких добирають особин для спостереження чи досліду
 - В. Елементарна особливість чи властивість організму, була визначена і відокремлена від багатьох інших.
 - Г. Математичний показник, за допомогою якого визначають ступінь зв'язку між окремими ознаками
 - 8.2. Вибірка - це
 - А. Частина типових представників генеральної сукупності, яка її відображає, тобто, це частина від цілого
 - Б. Група особин одного виду, породи або іншої таксономічної одиниці, з яких добирають особин для спостереження чи досліду
 - В. Елементарна особливість чи властивість організму, була визначена і відокремлена від багатьох інших.
 - Г. Математичний показник, за допомогою якого визначають ступінь зв'язку між окремими ознаками
 - 8.3. При якому ступені ймовірності результати генетико-біологічного дослідження будуть вважатися достовірними?
 - А. Не менше 76,8% ступеня ймовірності
 - Б. Не менше 95,0% ступеня ймовірності
 - В. Не менше 99,0% ступеня ймовірності

Г. Не менше 99,9% ступеня ймовірності

8.4. При якому мінімальному значенні критерію ймовірності Стьюдента (t) різниця між статистичними показниками буде достовірною, при кількості спостережень більше 30?

А. $t \geq 1,06$

Б. $t \geq 1,56$

В. $t \geq 1,96$

Г. $t \geq 2,58$

8.5. У дослідах з полуницею у F2 відбулося розщеплення кольору ягід на 3 класи: 29 червоних, 55 рожевих і 26 білих. Яка максимально можлива частка мінливості цієї якісної ознаки?

А. 0,20

Б. 0,25

В. 0,33

Г. 0,5

8.6. Серед вивчених 100 рослин популяції помідора 30 рослин виявились штамбовими, а 70 – звичайними. Яка величина мінливості цієї якісної ознаки (S)?

А. $S=0,3$

Б. $S=0,7$

В. $S=0,21$

Г. $S=0,46$

8.7. При дослідженні 300 бульб картоплі встановлено, що 75 – вражені фітофторою. Яка величина мінливості цієї ознаки (S) у популяції картоплі?

А. $S=0,19$

Б. $S=0,25$

В. $S=0,43$

Г. $S=0,75$

8.8. Критерієм для відхилення(заперечення) нульових гіпотез є співвідношення:

А. $t_{ем} = t_{кр}$

Б. $t_{ем} \leq t_{кр}$

В. $t_{ем} > t_{кр}$

Г. $t_{ем} < t_{кр}$

Тема 2. Варіаційні ряди, їх види і методика побудови

Ключові слова: середнє арифметичне значення, стандартне відхилення, нормальний розподіл.

Keywords: sample mean, standard deviation, normal distribution.

Очікувані результати навчання (знання, вміння):

знати елементи біометричного аналізу, основні моделі розподілу випадкових величин, поняття варіаційного ряду та його графічного відображення;

використовувати статистично-математичні методи у вирішенні генетично-селекційних завдань.

Тематика доповідей та рефератів

1. Метод варіаційних рядів у генетично-селекційних дослідженнях.
2. Типи розподілу та їх коротка характеристика.
3. Закономірності нормального розподілу, його основні параметри.
4. Оцінка варіаційних рядів мінливості різних господарськоцінних ознак культурних рослин.

Завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення наступним термінам і поняттям: варіаційний ряд, ліміти, середнє арифметичне значення, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації (мінливості), коефіцієнт вірогідності (достовірності), ймовірність, помилки репрезентативності.
2. Назвіть основні джерела варіювання ознак.
3. Опишіть характерні особливості варіаційного ряду та основні статистичні закономірності.
4. Наведіть приклади графічного зображення варіаційного ряду. Тип варіаційної кривої.
5. Наведіть формулу і покажіть графічне зображення функції нормального розподілу.
6. Наведіть формулу, покажіть графічне зображення і охарактеризуйте щільність нормального розподілу.
7. Сформулюйте і проілюструйте «правило трьох сигм».
8. Яка частина варіант нормального розподілу знаходяться інтервалах $\bar{x} \pm \sigma$, $\bar{x} \pm 2\sigma$, $\bar{x} \pm 3\sigma$?

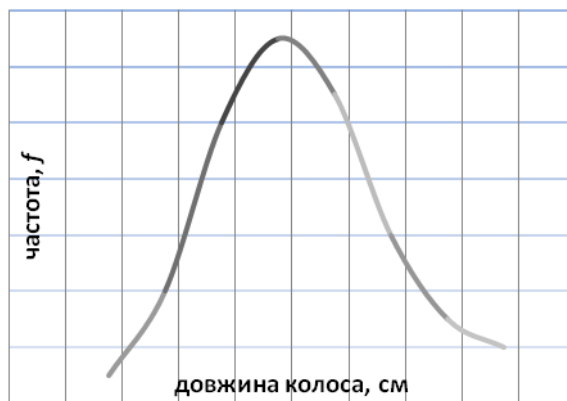
9. При вимірюванні загальної довжини 100 рослин льону були одержані такі дані (см):

90	109	99	100	115	68	70	72	73	70
76	82	80	68	69	74	72	69	80	79
79	84	84	108	83	84	99	98	102	101
45	59	60	63	78	87	94	91	88	90
72	68	80	81	84	77	79	81	84	76
70	67	100	103	69	72	74	66	67	72
79	78	83	92	93	81	82	86	89	93
77	76	88	89	94	82	80	81	77	80
92	91	76	79	73	84	79	84	79	84
89	85	93	90	79	83	91	87	89	94

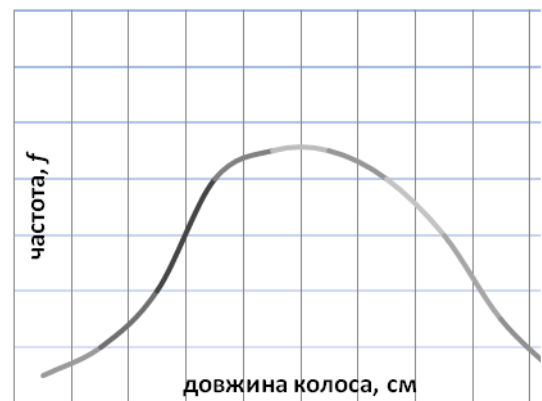
Побудуйте варіаційну криву та дайте характеристику модифікаційної мінливості довжини рослин льону.

10. Побудуйте варіаційну криву для значень кількості колосків у головному колосі пшениці: 20, 18, 17, 22, 19, 19, 20, 21, 18, 19, 17, 22, 21, 18, 18, 20, 19, 21, 21, 19, 20, 18, 21, 20, 19, 19, 17, 20, 22, 18, 21, 19, 18, 21, 20, 18, 19, 18, 20, 21, 21, 18, 19, 21, 18, 20, 22, 17, 19, 20, 19, 18, 21, 20, 20, 19, 17, 22, 19, 20, 18, 19, 20, 20, 17, 19, 21, 20, 19, 20, 19, 20, 18, 22, 20, 19, 19, 20, 20, 20, 17, 19, 18, 21, 20, 19, 19, 19, 20, 17, 18, 22, 18, 20, 20, 19, 20, 19, 20, 19.

11. На рисунку 1 графічно відображені результати аналізу двох сортів озимої пшениці за довжиною колоса. Порівняйте ступінь модифікаційної мінливості цього елементу продуктивності у сорту А та сорту Б.



Сорт А



Сорт Б

Рис. 1.

12. Дайте характеристику основних структурних середніх варіаційного ряду – медіани, моди і квантилів.

Тема 3. Застосування методів кореляції у селекційно-генетичних дослідженнях

Ключові слова: кореляційний аналіз, змінні, генотипова кореляція, коефіцієнт кореляції, пряма позитивна кореляція, пряма негативна кореляція.

Keywords: correlational analysis, variables, genotypic correlation, coefficient of correlation, perfect positive correlation, perfect negative correlation.

Очікувані результати навчання (знання, вміння):

знати елементи біометричного аналізу, поняття про характер і форми зв'язку між величинами;

вміти визначати коефіцієнт кореляції для великих і малих вибірок; використовувати статистично-математичні методи у вирішенні генетично-селекційних завдань, персональний комп'ютер для виконання кореляційного аналізу.

Тематика доповідей та рефератів

1. Кореляційний аналіз в рослинництві.
2. Парний лінійний і нелінійний кореляційний аналіз.
3. Часткова і множинна кореляція

Завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення наступним термінам і поняттям: кореляція фенотипова, кореляція генотипова, кореляція середовищна, коефіцієнт кореляції.
2. Наведіть можливі значення коефіцієнта кореляції. Які значення коефіцієнта кореляції слід вважати високими, середніми і чому?
3. Дайте характеристику показників коефіцієнта кореляції: $r > 0,9$, $r = -0,7$; $r < 0,3$, $r = 0$.
4. Обчислити коефіцієнт кореляції для:

x_i	16,6	12,8	15,4	22,3	14,4	22,1	16,5	16,3	20,0	22,1	21,3	14,7	27,4
y_i	17,8	17,3	18,3	19,0	18,5	20,6	18,2	18,8	18,5	18,8	20,7	17,5	20,7

5. Виконайте тестові завдання:

5.1. Як називається кореляційний зв'язок за направленістю, якщо ознаки, які вивчаються, змінюються по відношенню один до одного пропорційно?

- А. Прямий
- Б. Криволінійний
- В. Зворотний
- Г. Прямолінійний
- Д. Однонаправлений

5.2. Коефіцієнт кореляції за такими елементами продуктивності м'якої пшениці як довжина колоса та кількість зерен з колоса становить $r = 0,54$. Яка характеристика взаємозв'язку між ознаками?

- А. Слабкий позитивний взаємозв'язок
- Б. Середній позитивний взаємозв'язок
- В. Сильний позитивний взаємозв'язок
- Г. Сильний негативний взаємозв'язок

5.3. Коефіцієнт кореляції за такими елементами продуктивності м'якої пшениці як кількість колосків та кількість зерен з колоса становить $r = 0,18$. Яка характеристика взаємозв'язку між ознаками?

- А. Слабкий позитивний взаємозв'язок
- Б. Середній позитивний взаємозв'язок
- В. Сильний позитивний взаємозв'язок
- Г. Сильний негативний взаємозв'язок

5.4. Значення коефіцієнта кореляції лежить в межах

- А. $-1 < R < 1$
- Б. $0 \leq R < 1$
- В. $0 \leq R \leq 1$

5.5. Лінійна кореляційна залежність між змінними x та y із зростанням абсолютного значення коефіцієнта кореляції:

- А. зникає;
- Б. стає слабшою;
- В. стає тіснішою;
- Г. стає нелінійною.

Тема 4. Регресійний аналіз у селекційно-генетичних дослідженнях

Ключові слова: функціональний зв'язок, коефіцієнт регресії, позитивний зв'язок, негативний зв'язок.

Keywords: functional relationship, regression coefficient, positive relationship, negative relationship.

Очікувані результати навчання (знання, вміння):

знати елементи біометричного аналізу, поняття про характер і форми зв'язку між величинами;

вміти визначати коефіцієнт регресії між кількісними ознаками, використовувати статистично-математичні методи у вирішенні генетично-селекційних завдань, персональний комп'ютер для виконання регресійного аналізу.

Тематика доповідей та рефератів

1. Поняття про регресії.
2. Регресійний аналіз. Парний лінійний і нелінійний регресійний аналіз.
3. Множинний регресійний аналіз
4. Побудова емпіричних рядів регресії.
5. Рівняння регресії.
6. Коефіцієнти регресії.
7. Способи визначення коефіцієнтів регресії.

Завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення наступним термінам і поняттям: регресія, факторна ознака, результуюча ознака, емпіричний ряд регресії, коефіцієнт лінійної регресії.
2. Обчисліть коефіцієнти регресії прямої для біологічних ознак:

x_i	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
y_i	14,3	16,5	18,6	19,1	19,5	20,6	20,6	20,7	21,9	22,0	22,7	24,0
n_i	8	17	33	25	32	31	20	17	8	4	3	2

Виконайте тестові завдання:

Які значення може приймати коефіцієнт регресії?

- А. невід'ємні;
- Б. з проміжку $[-1;1]$;
- В. будь-які;
- Г. з проміжку $[0;1]$.

Коефіцієнт регресії:

- А. безвимірний;
- Б. має одиниці виміру факторної ознаки;
- В. має одиниці виміру результуючої змінної, поділені на одиниці виміру факторної ознаки;
- Г. має одиниці виміру результуючої змінної.

Абсолютне значення коефіцієнта регресії показує:

- А. середнє значення факторної ознаки при нульовому значенні результуючої змінної;
- Б. приріст факторної ознаки при збільшенні результуючої змінної на одиницю;
- В. приріст результуючої змінної при збільшенні факторної ознаки на одиницю;
- Г. середнє значення результуючою змінної при нульовому значенні факторної ознаки.

Якщо між факторною ознакою та результуючою змінною існує кореляційна залежність, то:

- А. коефіцієнт регресії не дорівнює нулю;
- Б. коефіцієнт регресії дорівнює нулю;
- В. коефіцієнт кореляції дорівнює нулю;
- Г. усі випадкові відхилення додатні.

Тема 5. Методи дисперсійного аналізу та їх моделі. Застосування у селекційно-генетичних дослідженнях

Ключові слова: дисперсійний аналіз, варіанса, стандартне відхилення, нормальний розподіл, t-критерій Стьюдента, коефіцієнт детермінації (r^2).

Keywords: statistical dispersion, variance, standard deviation, interquartile range, Student's t-value, coefficient of determination (r^2).

Очікувані результати навчання (знання, вміння):

знати елементи біометричного аналізу

вміти обчислювати критерій ксі-квадрат (χ^2); робити дисперсійний аналіз однофакторного комплексу; використовувати статистично-математичні методи у вирішенні генетично-селекційних завдань, персональний комп'ютер для виконання дисперсійного аналізу.

Тематика доповідей та рефератів

1. Загальна, факторіальна та залишкова дисперсії та зв'язок між ними.
2. Сучасні методи статистичного аналізу.
3. Алгоритм однофакторного дисперсійного аналізу за Фішером.
4. Двофакторний та багатфакторний методи дисперсійного аналізу.

Завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення наступним термінам і поняттям: дисперсія, дисперсія факторіальна, дисперсія залишкова.
2. Що таке дисперсія? Назвіть види, на які вона розподіляється.
3. Поясніть, як розраховується число ступенів свободи (y_1 ; y_2) при визначенні достовірності показника сили впливу.

4. Виконайте тестові завдання:

4.1. Дисперсія кількісних ознак у чистих ліній – це прояв мінливості:

А. Лише генотипової.

Б. Лише паратипової (середовищної).

В. Генотипової та паратипової.

4.2. Величини дисперсії вибірки є:

А. Незміщеними оцінками генеральної сукупності.

Б. Зміщеними оцінками генеральної сукупності

4.3. За яким критерієм приймається статистичне рішення в дисперсійному аналізі?

А. За критерієм Стьюдента (t).

Б. За критерієм ксі-квадрат (χ^2).

В. За критерієм Фішера (F).

4.4. Порівнюють фактичні виміряні результати вимірювання для рослин на кожному з 3 селекційних майданчиків. Який статистичний тест, швидше за все, буде використаний для аналізу даних?

А. Ксі-квадрат (χ^2) тест

Б. Однофакторний дисперсійний аналіз

В. Двохфакторний дисперсійний аналіз

Г. Кореляція Пірсона

4.5. У якому випадку дисперсійний аналіз вважається однофакторним?

а) коли розглядається лише одна випадкова величина, тобто фактор, який і є ознакою;

б) коли досліджується стохастичний зв'язок між компонентами двовимірної випадкової величини;

в) коли досліджується стохастичний зв'язок між компонентами багатовимірної випадкової величини для якої лише один фактор є незалежним;

г) коли лише один компонент багатовимірної випадкової величини є якісним фактором, а всі інші – кількісними.

4.6. Скільки градацій фактора і випробувань у кожній градації вимагає однофакторний аналіз?

А. Не менше 3-х градацій фактора і не менше 2-х випробувань у кожній градації.

Б. Не менше 3-х градацій фактора і не менше 3-х випробувань у кожній градації.

МОДУЛЬ II. БІОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ У СЕЛЕКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Тема 6. Аналіз успадкованості ознак у сільськогосподарських культур

Ключові слова: залежність, кореляція, успадкованість, коефіцієнт успадкованості (h^2), селекція.

Keywords: dependence, correlation, inheritance, coefficient of inheritance (h^2), selection

Очікувані результати навчання (знання, вміння):

знати елементи біометричного аналізу
вміти обчислювати коефіцієнт успадкованості ознак,
використовувати статистично-математичні методи у вирішенні
генетично-селекційних завдань.

Тематика доповідей та рефератів

1. Коефіцієнт успадкованості в генетиці культурних рослин та методи його визначення.
2. Генетична обумовленість ознак продуктивності та якості зерна сортів ячменю.
3. Генетична обумовленість ознак продуктивності овочевих культур.
4. Генетична обумовленість ознак продуктивності зернобобових культур.

Завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення наступним термінам і поняттям: успадкованість, фенотипова мінливість, генотипова мінливість, коефіцієнт успадкованості.
2. Назвіть фактори, що впливають на значення коефіцієнта успадкованості.

3. Назвіть значення h^2 з основних селекційних ознак культурних рослин.

4. Виконайте тестові завдання:

4.1. В яких одиницях виражається коефіцієнт успадкованості?

А. у %

Б. Частих одиниці.

В. Одиницях ознаки.

4.2. Коефіцієнт успадкованості можна розрахувати за формулою:

А. $\frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$;

Б. $\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}$;

В. $\frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$;

Г. $\frac{\sum x}{n}$;

Д. $\frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2}$.

4.3. При якій величині коефіцієнту успадкованості (h^2) селекція за фенотиповими параметрами ознаки буде найбільш ефективною:

А. $h^2 < 0,3$;

Б. $h^2 > 0,3$;

В. $h^2 > 0,7$;

Г. $0,3 < h^2 < 0,7$

4.4. Які фактори впливають на величину коефіцієнта успадкованості?

А. Ступінь гомозиготності тварин у популяції.

Б. Ступінь генетичної однорідності популяції.

В. Генетична детермінація ознаки.

Г. Вплив всіх факторів пропорційно однаковий.

4.5. Вкажіть, який ступінь успадкованості має ознака, якщо $h^2 = 0,4 - 0,6$?

Тема 7. Прогнозування селекційного ефекту різних ознак у сільськогосподарських культур

Ключові слова: селекційний диференціал і селекційний ефект.

Keywords: selection differential (S), variance, selection response, interquartile range, coefficient of determination (r^2).

Очікувані результати навчання (знання, вміння):

знати елементи біометричного аналізу

вміти обчислювати селекційний диференціал та селекційний ефект, використовувати статистично-математичні методи у вирішенні генетично-селекційних завдань.

Тематика доповідей та рефератів

1. Селекційний диференціал і селекційний ефект.
2. Генетична оцінка селекційної цінності культурних рослин.

Завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення наступним термінам і поняттям: селекційний ефект, селекційний диференціал.

2. Виконайте тестові завдання:

2.1. Різниця між середньою величиною ознаки у особин, що відбираються в якості батьків, і середньої величиною ознаки в популяції – це:

- А. Селекційний ефект (SE)
- Б. Селекційний диференціал (SD)
- В. Коефіцієнт успадкованості (h^2)

2.2. Зміна генетичного складу популяції під впливом добору, називається :

- А. Селекційний ефект (SE)
- Б. Селекційний диференціал (SD)
- В. Коефіцієнт успадкованості (h^2)

2.3. Кількість абдомінальних щетинок в одній з ліній *Drosophila melanogaster* становить 38. Мух з середньою кількістю щетинок 42,8, схрестили для отримання наступного

покоління. Який селекційних диференціал?

А. 38

Б. 42,8

В. 80,8

Г. 4,8

3. Коефіцієнт успадковуваності (h^2) кількості зерен у колосі м'якої пшениці становить 0,52. Для схрещування були відібрані зразки сорту Миронівська 61, у яких показники цієї ознаки перевищували Миронівську 808 (стандарт) на 9,4 зернівки. Встановіть, яким може бути генетичне поліпшення (селекційний ефект) сорту Миронівська 61.

4. Коефіцієнт успадковуваності (h^2) кількості зерен у колосі м'якої пшениці становить 0,52. Для схрещування були відібрані зразки сорту Подолянка, у яких показники цієї ознаки перевищували Миронівську 808 (стандарт) на 6,2 зернівки. Встановіть, яким може бути генетичне зрушення (селекційний ефект) сорту Подолянка.

Тема 8. Розрахунок генетичної структури популяцій сільськогосподарських культур в агроценозах

Ключові слова: популяція, панміксія, інбридинг, мінливість, закон Харді-Вайнберга, частота генотипів.

Keywords: population, panmixia, inbreeding, variability, Hardy–Weinberg principle, genotype frequency.

Очікувані результати навчання (знання, вміння):

розширити поняття про популяцію та чисту лінію, генетичну структуру популяцій, закон Харді-Вайнберга; знати елементи біометричного аналізу;

навчитись визначати ефективність добору у популяціях і чистих лініях, використовувати статистично-математичні методи у вирішенні генетично-селекційних завдань.

Тематика доповідей та рефератів

1. Поняття про популяцію як елементарну одиницю еволюції.
2. Панміктичні популяції та їх структура. Закон Харді-Вайнберга.
3. Генетичні процеси в популяціях. Фактори динаміки популяцій.
4. Закономірності генетичної структури популяцій і чистих ліній.
5. Використання у рослинництві досягнень популяційної генетики.

Завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення наступним термінам і поняттям: популяція, генетична структура популяції, мутагенний тиск, коефіцієнт добору.
2. Яку популяцію прийнято вважати панміктичною?
3. Сформулюйте закон Харді-Вайнберга.
4. У сорту кукурудзи альбіносні рослини (rr) зустрічаються з частотою 0,0025. Вчислити частоту алелів R і r та частоту генотипів RR і Rr у цього сорту.

5. Як зміниться рівноважний розподіл генотипів у популяції: $(AA = p^2 = 0,49) + (Aa = 2pq = 0,42) + (aa = q^2 = 0,09)$ при встановленні нової концентрації алелів: $A = p = 0,6, a = q = 0,4$.

6. У капусти стійкість до фузаріозної жовтухи домінує над ураженістю. При апробації встановлено, що стійкі рослини складають 91 %. Визначте частоту зустрічі генів «стійкості» і «ураженості» в популяції і її генотипову структуру.

7. Виконайте тестові завдання:

7.1. Зрівноважений стан частоти різних алелів у панміктичній популяції виражається законом:

А. чистоти гамет;

Б. гомологічних рядів спадкової мінливості;

В. незалежного успадкування ознак;

Г. Харді-Вайнберга.

7.2. За якою формулою можна визначити генетичну структуру популяцій?

А. $(AB + Ab + aB + ab)^2$;

Б. $(3:1)^n$;

В. $(\frac{1}{2})^n$;

Г. $p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$;

7.3. Генетична однорідність популяції посилюється при:

А. перехресному запиленні;

Б. самозапиленні;

В. мутагенезі;

Г. гібридизації.

7.4. Вільне схрещування особин з різним генотипом у популяції:

А. пангенезис;

Б. панміксія;

В. амфіміксис;

Г. апоміксис.

7.5. Випадкові зміни концентрації генів у ряді поколінь особин популяції

А. мутації;

Б. модифікації;

В. панміксія;

Г. дрейф генів.

Додаток 1.

СТАНДАРТНІ ЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЮ ДОСТОВІРНОСТІ

t_d ДЛЯ МАЛИХ ВИБІРОК (за Стьюдентом)

Число ступенів свободи	Вірогідність (P)		
	0,95	0,99	0,999
1	12,70	63,66	-
2	4,30	9,93	31,60
3	3,18	5,84	12,94
4	2,78	4,60	8,61
5	2,57	4,03	6,86
6	2,45	3,71	5,96
7	2,37	3,50	5,41
8	2,31	3,36	5,04
9	2,26	3,25	4,78
10	2,23	3,17	4,59
11	2,20	3,11	4,44
12	2,18	3,06	4,32
13	2,16	3,01	4,22
14	2,15	2,98	4,14
15	2,13	2,95	4,07
16	2,12	2,92	4,02
17	2,11	2,90	3,97
18	2,10	2,88	3,92
19	2,09	2,86	3,88
20	2,09	2,85	3,85
21	2,08	2,83	3,82
22	2,07	2,82	3,79
23	2,07	2,81	3,77
24	2,06	2,80	3,75
25	2,06	2,79	3,73
26	2,06	2,78	3,71
27	2,05	2,77	3,69
28	2,05	2,76	3,67
29	2,05	2,75	3,66
30	2,04	2,75	3,65
∞	1,96	2,58	3,29

Додаток 2.
СТАНДАРТНІ ЗНАЧЕННЯ χ^2 ЗА РІЗНИХ СТУПЕНІВ
СВОБОДИ
 (за Р. Фішером, зі скороченням)

Число ступенів свободи (<i>df</i>)	Вірогідність (P)		
	0,05	0,01	0,001
1	3,84	6,63	10,83
2	5,99	9,21	13,82
3	7,81	11,34	16,27
4	9,49	13,28	18,47
5	11,07	15,00	20,50
6	12,59	16,81	22,50
7	14,07	18,48	24,30
8	15,51	20,09	26,10
9	16,92	21,67	27,90
10	18,31	23,31	29,60

Додаток 3.

КОРОТКИЙ ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Аналіз генетичний – це сукупність методів дослідження спадковості та мінливості живих організмів, які полягають у вивченні генотипу окремих особин; генетичної структури популяції сортів, гібридів та інших форм рослин і тварин; планування генетичного експерименту та аналіз його результатів.

Аналіз статистичний – аналіз статистичних даних про масові явища та процеси в соціально-економічній сфері, природі, науці, техніці з метою встановлення закономірностей стану та розвитку цих явищ та процесів, зв'язку між ними, структурних зрушень, їх прогнозування.

Біометрія – наука про статистичний аналіз групових властивостей біологічних об'єктів.

Біометрична генетика – це один із напрямів сучасної генетики, що використовує статистично-математичні методи для встановлення механізмів і закономірностей спадковості і мінливості організмів.

Варіанта – величина ознаки для одиниці сукупності (величина ознаки – маса, одиниця сукупності – група рослин певного сорту).

Варіаційний ряд – це упорядковане розміщення варіант у сукупності відповідно до наростання або спадання їх чисельних значень.

Вибірка – це частина типових представників генеральної сукупності, яка її відображає, тобто, це частина від цілого. Відбір даних до неї за особинами, членами вибірки, проводиться за принципом випадковості. Вибірка складається з окремих варіант.

Генеральна сукупність – це весь масив об'єктів однієї категорії, подібних за однаковими ознаками і що різняться за іншими.

Дисперсія (σ^2) – це міра розсіяння значень випадкової величини відносно середнього значення розподілу. Більші значення дисперсії свідчать про більші відхилення значень випадкової величини від центру розподілу. Дозволяє виміряти наскільки далеко випадкові значення розподілені від їх середнього значення.

Дисперсійний аналіз є сукупністю статистичних методів, призначених для перевірки гіпотез про зв'язок між певною

ознакою та досліджуваними факторами, які не мають кількісного опису, а також для встановлення ступеня впливу факторів та їх взаємодії. У спеціальній літературі дисперсійний аналіз часто називають *anova* (від англ. *analysis of variations*). Вперше цей метод було розроблено р. Фішером в 1925 р.

Закон Харді-Вайнберга або закон генетичної рівноваги описує розподіл генів в популяції за наступних умов: у популяції відбувається вільне схрещування; у популяції відсутня міграція (як вхідна, так і вихідна); у популяції відсутні випадкові мутації. При виконанні цих умов відносна частота особин, що є носіями кожного з алелів деякого гену буде лишатись постійною та незмінною з покоління в покоління; іншими словами, за таких умов дрейф генів відсутній. Математично закон описується формулою: $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, де p^2 – частота, з якою зустрічаються носії генотипу *aa*, $2pq$ – генотипів *Aa* та *aA*, а q^2 – з генотипом *aa*. Ці частоти, при дотриманні вищезазначених умов, будуть сталими із покоління в покоління, незалежно від зміни кількості індивідуумів в популяції і від того, наскільки великі або малі значення p та q .

Кореляційний аналіз – це статистичне дослідження залежності між випадковими величинами.

Кореляційна залежність – це зміни, які вносять значення однієї ознаки в ймовірність появи різних значень іншої ознаки.

Коефіцієнт кореляції (r) – числовий показник простої лінійної кореляції, який описує напрям і тісноту зв'язку між досліджуваними величинами, вимірює зв'язок лише при лінійній формі залежності, а його абсолютне значення знаходиться в межах від -1 до $+1$. При значенні $r = 0$ – зв'язок відсутній; при $+1$ – пряма кореляційна залежність; а при -1 – зворотня.

Коефіцієнт регресії – це міра регресії (зміни) показника y відносно показника x або навпаки – x по y . Коефіцієнт регресії показує, наскільки зміниться ознака (x або y) при зміні іншої відповідної ознаки (y або x) на одиницю міри тієї або іншої ознаки.

Коефіцієнт успадкованості (h^2) – є показником для прогнозування ефективності селекції за фенотипічними параметрами ознаки. Чим більша величина h^2 , тим більше мінливість ознаки зумовлена генотипом і, тим менше – факторами середовища. Коливається в межах від 0 до 1 .

Кореляція генотипова – це форма зв'язку між двома ознаками, зумовлена адитивною дією і взаємодією генів (плейотропія, епістаз тощо). Генотипова кореляція визначає вплив спадкових факторів на ступінь фенотипової кореляції.

Кореляція фенотипова - дає змогу встановити зв'язок між різними господарськи корисними ознаками і використати їх з метою селекції.

t-критерій Стьюдента – загальна назва для класу методів статистичної перевірки гіпотез (статистичних критеріїв), заснованих на порівнянні з розподілом стьюдента. Найчастіші випадки застосування t-критерію пов'язані з перевіркою рівності середніх значень у двох вибірках.

Коефіцієнт детермінації (r^2) – статистичний показник, що використовується в статистичних моделях як міра залежності варіації залежної змінної від варіації незалежних змінних. Іншими словами, чисельно показує, яка частина варіації залежної змінної пояснена моделлю. Вказує, наскільки отримані спостереження підтверджують модель.

Кореляція – залежність між явищами або величинами (параметрами), що не має чіткого функціонального характеру.

Нормального розподілу закон (закон Гаусса) – розподіл ймовірностей випадкової величини, що характеризується густиною ймовірності. Закон говорить, що будь-яка випадкова величина, яка є сумою великої кількості окремих числових значень, кожне з яких підпорядковується різним законам розподілу і несуттєво впливає на суму, розподілена майже за нормальним законом.

Нульова гіпотеза ґрунтується на припущенні, що між показниками двох вибірових сукупностей достовірної різниці не існує, тобто припускається, що оцінювані групи складають однорідний матеріал, тобто, одну сукупність.

Ознака – елементарна особливість чи властивість організму, яка може бути визначена і відокремлена від багатьох інших.

Ознака кількісна – відносять такі, що можна безпосередньо виміряти або підрахувати (наприклад, масу зерна з колоса або висоту рослини). Ці ознаки характеризуються безперервною мінливістю, їх величини залежать від дії багатьох генів.

Ознака якісна – характеризується окремими описовими визначеннями – забарвлення, здорова чи хвора рослина, з

опушеними листками або без опушення. У випадку, коли існують два взаємовиключаючі варіанти, ознаки називаються *альтернативними* (чорна-біла, гладенька-зморшкувата).

Популяції генетична структура - частота перебування в ній особин, що мають усі можливі поєднання в своєму генотипі домінантних і рецесивних алелів відповідних генів – aa , Aa , Aa , або частоту знаходження кожного алеля даного гену. Підпорядковується закону Харді-Вайнберга.

Селекційний диференціал (Sd) – різниця між середньою продуктивністю особин, відібраних для одержання нащадків (схрещування) та середньою продуктивністю популяції.

Селекційний ефект – величина, що показує наскільки може змінитися ознака при відповідній організації техніки добору за одне покоління ($Se_f = Sd \times h^2$).

Середнє арифметичне значення – позначається буквою m або \bar{x} – це одна з основних характеристик вибіркової сукупності. Вона має кілька властивостей. Головна властивість стверджує, що сума відхилення всіх варіант від середньої арифметичної завжди дорівнює нулю ($\sum (x_i - \bar{x}) = 0$, де: \sum – знак суми, x_i – індивідуальні значення варіант). Середня арифметична є величина поіменована і виражається у тих самих одиницях, що й варіанти.

Стандартне відхилення – це показник того, наскільки широко розташовані точки даних відносно їх середнього значення (арифметичного). Має ту ж розмірність, що і випадкова величина. Є додатнім квадратним коренем із дисперсії. Як і дисперсія характеризує розсіяння значень навколо центру розподілу: більшому значенню стандартного відхилення відповідає більший їх розкид.

Успадковуваність – це статистичний термін, який застосовують для позначення частки загальної фенотипічної мінливості, зумовленої генотипічними факторами.

Частота генотипів – це відносна кількість особин із даним генотипом (aa , Aa , Aa) у популяції.

Частота генів – це відносна кількість особин із даним геном у популяції.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атраментова Л.О., Утєвська О. М. Біометрія : підруч. для студ. вищ. навч. закл. Харків : Ранок, 2007. 176 с.
2. Гороховський Є. Ю. Біометрія : методичні вказівки до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Біологія». Запоріжжя : ЗНУ, 2018. 67 с.
3. Крижанівський В. Г., Новак Ж. М. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з дисципліни «Спеціальна генетика сільськогосподарських культур» для студентів денної форми навчання за спеціальністю 201 «Агрономія» вищих аграрних закладів освіти IV рівня акредитації. Умань : УНУС, 2018. 12 с.
4. Мазур О. В. Лозінський М. В. Селекція та насінництво польових культур: монографія. Вінниця : «ТВОРИ», 2020. 181с.
5. Марценюк І. М. Біометрична генетика : робочий зошит до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм навчання. Миколаїв : МНАУ, 2020. 36 с.
6. Марценюк І. М. Біометрична генетика : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня “магістр” спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання. Миколаїв : МНАУ, 2020. 44 с.
7. Марценюк І. М. Біометрична генетика : збірник тестових завдань для контролю знань здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 201 «Агрономія» денної форми здобуття вищої освіти. Миколаїв : МНАУ, 2023. 20 с.
8. Хмельничий Л. М., Супрун І. О., Салогуб А. М. Основи генетики з біометрією. Суми : ПП Вінниченко М.Д., ФОП Дьоменко В. В. 2011. 344 с.
9. Чекалін М. М., Тищенко В. М., Баташова М. Є. Селекція і генетика окремих культур. Полтава : ФОП Говоров С. В., 2008. 368 с.
10. Чепур С. С. Біометрія : методичний посібник. Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла», 2015. 40 с.

ДЛЯ НОТАТОК

Навчально-методичне видання

БІОМЕТРИЧНА ГЕНЕТИКА

Методичні рекомендації для самостійної роботи
здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
ОПП «Агрономія» спеціальності 201 Агрономія денної
форми здобуття вищої освіти

Укладач: Марценюк Ігор Михайлович

Формат 60x80 1/16 Папір друк. № Ум. друк. арк. 2,0

Наклад 25 прим.

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного аграрного університету

54020, м. Миколаїв, вул.. Георгія Гонгадзе,9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.

