

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
Херсонський державний університет

Лановенко О.Г.

ПОЛЬОВИЙ ПРАКТИКУМ З ГЕНЕТИКИ ТА ОСНОВ СЕЛЕКЦІЇ

Навчально-методичний посібник для студентів біологічних спеціальностей
університетів

Херсон - 2019

УДК 631.523

Л 22

*Обговорено на засіданні кафедри біології людини та імунології
Протокол № 1 від 27.08. 2019 р.*

*Розглянуто на засіданні науково-методичної ради факультету
біології, географії і екології
Протокол № 2 від 11.09.2019 р.*

*Схвалено науково-методичною радою ХДУ
Протокол № 2 від 16.10. 2019 р.*

*Рекомендовано до друку Вченою радою ХДУ
Протокол № 4 від 28.10. 2019 р.*

Лановенко О.Г.

Л 22 **Польовий практикум з генетики та основ селекції** для студентів біологічних спеціальностей університетів: навч.-метод посібн. / О. Г. Лановенко. – Херсон: ФОП Вишемирський В. С., 2019. – 39 с.

ISBN 978-617-7783-71-7 (електронне видання)

Автор:

Лановенко О.Г., доцент кафедри біології людини та імунології факультету біології, географії і екології Херсонського державного університету

Рецензенти:

Базалій В.В. - доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри рослинництва, генетики, селекції і насінництва Херсонського державного аграрного університету

Нежлукченко Т.І. - доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри генетики та розведення тварин Херсонського державного аграрного університету

УДК 631.523

ISBN 978-617-7783-71-7 (електронне видання)

© ХДУ, 2019

© Лановенко О. Г., 2019

© ФОП Вишемирський В.С., 2019

ВСТУП	4
I. МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ПОСТАНОВКИ СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	5
ТЕМА 1. Техніка закладки генетичної ділянки	5
ТЕМА 2. Оцінка генетичної колекції культур за комплексом біологічно-цінних ознак.....	9
ТЕМА 3. Методи визначення фертильності та життєздатності пилку	15
II. ГІБРІДОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ	18
ТЕМА 4. Техніка штучного схрещування при генетичних дослідженнях	18
ТЕМА 5. Статистичний аналіз модифікаційної мінливості	26
ТЕМА 6. Методи селекції рослин	32
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	38

ВСТУП

Проведення польової практики з генетики та основ селекції дозволяє розширити дослідження із схрещування, вивчаючи одержані гібридні покоління, та глибше засвоїти основи селекційної роботи. Крім того, польова практика сприяє кращому закріпленню теоретичного матеріалу, набуттю студентами навичок при проведенні дослідів, вчасно заготовити матеріал для проведення лабораторних занять, що проводяться в зимовий період. Проведення практики дозволяє студентам засвоїти техніку схрещування, навчитися аналізувати одержані гібридні покоління, глибше засвоїти основи селекційної роботи.

Перед тим, як виконати гібридизацію рослин, студенти мають ознайомитися з технікою штучного схрещування, підготовкою суцвіття, кастрацією квіток і їх ізоляцією, запиленням. Після цього можна схрещувати рослини з метою аналізу спадкування ознак, а також з метою ознайомлення з особливостями внутрішньовидової і віддаленої гібридизації, гібридизацією на гетерозис. Доцільно спланувати практику таким чином, щоб вона охоплювала всі основні методи селекційної роботи.

Під час практики студенти мають заготовити генетичний матеріал для подальшого його вивчення на лабораторних заняттях з наступних розділів курсу: “Цитологічні основи нестатевого та статевого розмноження”, “Генетичний аналіз успадкування ознак”, “Мінливість і її форми”, “Основи селекції”.

Труднощі в організації польової практики полягають у тому, що деякі дослідження не можна закінчити протягом одного сезону, вони потребують продовження їх у наступні роки. Наприклад, аналіз успадкування батьківських ознак однорічних рослин у першому і другому гібридних поколіннях необхідно проводити на другий і третій рік після схрещування. Отже, студенти, що проходять практику, закладають свої дослідження і разом з тим продовжують та аналізують результати раніше закладених дослідів.

Експериментальні роботи студенти виконують невеликими групами та індивідуально як у часи занять, так і самостійно в позанавчальний час.

Практика з генетики та основ селекції не повинна обмежуватись лише експериментальними роботами студентів на агробіостанції університету. Вона повинна включати й екскурсії у селекційно-генетичні установи, зокрема, в селекційний центр Українського науково-дослідного інституту зрощуваного землеробства, обласну дослідно-селекційну станцію, де можна ознайомити студентів із найновішими досягненнями науки, з передовими методами селекції рослин і тварин. Правильно проведена екскурсія має велике освітньо-виховне значення для майбутніх педагогів.

I. МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ПОСТАНОВКИ СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ТЕМА 1. ТЕХНІКА ЗАКЛАДКИ ГЕНЕТИЧНОЇ ДІЛЯНКИ

Мета: Організація роботи та засвоєння методики проведення досліджень на генетичній ділянці.

Завдання: 1. Засвоїти основні елементи методики польового досліду з генетики та селекції рослин. 2. Навчитися правильно планувати польовий експеримент. 3. Засвоїти техніку закладки генетичної ділянки.

Пояснення до завдань: До основних методів біологічних досліджень відносяться: лабораторний, вегетаційний, лізіметричний, польовий.

Лабораторний експеримент - дослідження, що здійснюється в лабораторній обстановці з метою встановлення дії та взаємодії факторів на об'єкти, що вивчаються. Проводять лабораторні дослідження як в звичайних (кімнатних), так і в штучних, строго контрольованих умовах (термостатах, боксах, кліматичних камерах), які дозволяють ретельно регулювати світло, температуру, вологість повітря.

Вегетаційний експеримент - дослідження, що здійснюється в контрольованих умовах (вегетаційних будиночках, теплицях, кліматичних камерах та інших будівлях) з метою встановлення різниць між варіантами дослідження, а також для кількісної оцінки дії та взаємодії факторів, що вивчаються, на продуктивність та якісні показники рослин. У залежності від субстрату, на якому вирощуються рослини, розрізняють вегетаційні досліди з ґрунтовими, піщаними, гравійними, водними та стерильними культурами. Вдосконалення техніки вегетаційного методу сприяло створенню сучасних інженерних споруд - автоматизованих станцій штучного клімату - *фітотронів*. Фітотрон включає лабораторний корпус, оранжереї, кліматичні та морозильні камери, які дозволяють весь рік працювати з рослинами, моделюючи для них будь-які умови життя. Використання фітотронів допомагає не тільки набагато скоротити тривалість проведення досліджень, наприклад, прискорити строки створення нових сортів та гібридів, але й вирішити ряд фундаментальних теоретичних проблем з фізіології, селекції, генетики.

Лізіметричний експеримент - дослідження життя рослин і динаміки ґрунтових процесів в лізіметрах, які дозволяють враховувати рух та баланс вологи, поживних речовин в природних умовах. Лізіметричні дослідження використовують в селекції рослин для визначення транспіраційних коефіцієнтів в природних умовах.

Польовий експеримент - дослідження, яке здійснюється в польовій обстановці на спеціально виділеній ділянці. Основним завданням польового дослідження є встановлення різниць між варіантами дослідження, кількісна оцінка впливу факторів навколишнього середовища, умов або прийомів вирощування на врожай рослин та його якість.

Цінність результатів польового дослідження залежить від дотримання певних методичних вимог, найважливішими з яких є:

- 1) типовість дослідження;
- 2) дотримання принципу єдиної різниці (при постановці польового дослідження необхідно додержуватися однаковості всіх умов проведення експерименту, крім одного - того, що вивчається);
- 3) проведення дослідження на спеціально підібраній ділянці;
- 4) достовірність дослідження.

Достовірність дослідження - логічно правильно побудована схема та методика проведення дослідження, їх відповідність поставленим перед дослідженням задачам, правильний вибір об'єкта та умов проведення даного дослідження. Будь-який польовий дослід повинен відповідати вимогам ґрунтово-кліматичної та агротехнічної типовості для даного регіону або зони. Необхідно проводити дослідження з районованими або перспективними сортами (або гібридами) та типовими для даної зони культурами. Головна особливість будь-якого точного дослідження - його відтворюваність,

Задачі, поставлені при виведенні сорту, вирішуються різними методами, але в будь-якому випадку селекційну роботу проводять послідовно, певними етапами (рис. 1).

Селекційний процес включає наступні етапи:

1. *Залучення, порівняльна оцінка, вибір вихідного матеріалу.* Розсадниками вихідного матеріалу є гібридний та колекційний, а при використанні в селекції індукованого мутагенезу – розсадники мутантів. У колекційному розсаднику проводиться первинне вивчення сортів із колекції інших науково-дослідних установ з метою виділення кращих зразків для включення їх в гібридизацію. Всього в даному розсаднику може вивчатися від 150-300 до 1000 зразків. У гібридному розсаднику вивчаються гібридні покоління – F_1 , F_2 , F_3 , відбувається добір та відносна генетична стабілізація кращих елітних рослин. Якщо в гібридизації використовуються гомозиготні батьківські форми, добір у розсаднику починається в F_2 , якщо гетерозиготні - в F_1 . Для порівняння тут висівають батьківські форми гібридних комбінацій.

2. *Створення нового вихідного селекційного матеріалу з необхідним сполученням ознак методами добору, гібридизації, індукованого мутагенезу, експериментальної поліплоїдії, створення складно гібридних популяцій.*

Проводиться в селекційному розсаднику на основі відібраних у розсадниках вихідного матеріалу кращого потомства окремих елітних рослин із використанням порівняльної оцінки та добору. Селекційний розсадник може включати 500-1000-2000 і більше селекційних номерів. Всі оцінки номерів відбуваються в порівнянні зі стандартним сортом.



Рис 1. Типова схема селекційного процесу

3. Закріплення в потомстві певного сполучення господарсько-біологічних ознак селекційного матеріалу на основі послідовного добору, повторних схрещувань (в селекційному розсаднику).

4. Розмноження кращих селекційних номерів на ізолюваних ділянках для одержання наступних поколінь, виявлення загальної комбінаційної здатності. Оцінка номерів в контрольному розсаднику, де контролюється правильність добору елітних рослин в попередніх розсадниках селекційного процесу.

5. Оцінка виділених номерів за основними господарсько-цінними ознаками (в порівнянні зі стандартом) в контрольному розсаднику, а також у попередньому, конкурсному, екологічному та виробничому сортовипробуваннях.

6. Після конкурсного сортовипробування сорти одержують остаточну оцінку, І кращі з них за комплексом ознак, які суттєво перевищують стандартний сорт, передаються в державне сортовипробування.

Кількісна та якісна оцінка селекційного матеріалу проводиться в лабораторних, вегетаційних та польових умовах шляхом візуальних спостережень, камеральних аналізів при широкому використанні методів генетики, цитології, фізіології, математики, хімії.

Організація та робота на генетичній ділянці дозволяє студентам ознайомитися з генетичними колекціями видів культурних рослин, відпрацювати методику постановки схрещувань, провести досліди з гібридологічного аналізу, аналізу мінливості якісних та кількісних ознак. На генетичній ділянці демонструються різні сорти та гібриди рослин, результати та основні напрямки селекційної роботи.

Для проведення схрещування та виявлення закономірностей успадкування використовують різноманітні генетичні колекції якісно відмінних один від одного форм. *Генетична колекція* - це колекція мутаційних внутрішньовидових форм, знання якої створює передумови для селекції нових сортів рослин.

ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ

Завдання 1. Кожній групі студентів з 3-4 чоловік підготувати генетичну ділянку з набором сортів (гібридів) наступних культур: кукурудза, пшениця, ячмінь, квасоля, горох, люцерна, томати. Для цього необхідно:

1.1. Нанести намічене розміщення ділянок на схематичний план з позначенням точних розмірів всього досліду, ділянок, номерів ділянок, назв сортів або гібридів.

1.2. Розбивку генетичної ділянки проводити за 1-2 дні до посіву або в день посіву.

1.3. За допомогою екера спочатку відбити прямі кути і виділити загальний контур ділянки з відмежуванням кінцевих захисних смуг (5-6 м). Контур ділянки креслити по шнуру та ретельно виміряти. Розходження між довжиною та шириною повинно не перевищувати 5-10 см на 100 м довжини.

1.4. Після виділення загального контуру площі розбити її на ділянки за допомогою мірної стрічки або рулетки. При одноярусному розміщенні ділянок достатньо відміряти їх ширину по довгим сторонам і відмітити границі кілками. При багоярусному розміщенні спочатку відкладають яруси по бокових сторонах та одночасно виділяють доріжки між ярусами.

1.5. Обов'язково залишити захисну смугу в 1-3 м між розсадниками різних видів культур.

1.6. Зафіксувати ділянки кілками та ретельно перевірити їх кількість та розмір.

1.7. Відобразити в щоденнику план генетичної ділянки, нумерацію ділянок, назви сортів (гібридів, ліній) різних культур на рисунку 2 "Схема

розміщення колекцій /сортів, гібридів, ліній/ різних культур на генетичній ділянці”.

1.8. Висіяти сортовий, гібридний, лінійний селекційний матеріал; заготовити етикетки, пронумерувавши ділянки. Головні характеристики сортів або гібридів представити в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика генетичних колекцій різних культур, представлених на ділянці

№ ділянки	Назва сорту (гібрида), лінії	Походження сорту (гібрида), лінії	Головні відмінності в порівнянні з іншими сортами (гібридами)

Завдання 2. Скласти висновок щодо різноманітності представлених на генетичній ділянці форм за комплексом біологічних ознак (висота рослини, облистковість, кущистість, продуктивність вегетативної маси або насіння).

ТЕМА 2. ОЦІНКА ГЕНЕТИЧНОЇ КОЛЕКЦІЇ КУЛЬТУР ЗА КОМПЛЕКСОМ БІОЛОГІЧНО-ЦІННИХ ОЗНАК

Мета: Ознайомлення з сортами, лініями та гібридами різних видів культурних рослин, їх аналіз за елементами продуктивності та комплексом біологічних ознак.

Завдання: 1. Вивчити і описати різноманітність ознак сортів (гібридів) культури (за вибором) на різних стадіях онтогенезу (на стадіях насіння, проростків, першого листка тощо).

2. Виявити фенотипові відмінності між сортами (гібридами).

3. Провести оцінку сортів (гібридів) різних культур за комплексом біологічних ознак.

Матеріал і обладнання: сорти, лінії та гібриди злакових (кукурудза, пшениця, ячмінь) та бобових культур, (люцерна), лінійки, важелі.

Пояснення до завдань: *Сорт* - сукупність подібних за господарчо-біологічними властивостями та морфологічними ознаками рослин однієї культури, спільних за походженням, відібраних і розмножених для

вирощування в певних природних та виробничих умовах з метою підвищення врожайності та якості продукції. *Гібрид* - гетерозиготна особина, яка виникла в результаті схрещування генетично різних форм. *Ознака* - це особливість або риса будови організму, одиниця його морфологічної дискретності. Ознаки рослин визначаються шляхом візуальної оцінки, зважування або вимірювання. До ознак відносяться: висота рослин, товщина стебла, кількість міжвузлів, величина колоса, волоті, величина зерна, форма бульб, коренеплоду, плоду, наявність остей, колір насіння, плодів тощо. Розвиток ознаки у організмів визначається взаємодією гена (або генів), який безпосередньо його контролює, з неалельними генами та зовнішнім середовищем.

ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Вивчити та описати різноманітність ознак сортів (гібридів) пшениці, ячменю, кукурудзи, люцерни, квасолі, гороху, томатів (за вибором) на різних стадіях онтогенезу. Результати спостережень записати в табл.2.

Таблиця 2

Різнманітність ознак сортів культурних рослин на різних стадіях онтогенезу

Назва сорту, гібриду	Ознаки, за якими розрізняються сорти або гібриди на стадіях:				
	насіння	паростків	першого листка	цвітіння	дозрівання

Завдання 2. Надати оцінку сортів (гібридів) різних культур за комплексом господарчо-біологічних ознак.

Оцінка генетичної колекції хлібних злаків (пшениця, ячмінь):

1. Взяти по 10 рослин кожного з трьох сортів пшениці чи ячменю. Спочатку провести аналіз рослин за елементами структури врожаю:

а) виміряти висоту рослин (h). Її встановлюють вимірюванням (в см) найдовшого стебла (від основи до верхівки колоса без остей): $h_1 =$ $h_2 =$ $h_3 =$).

б) підрахувати загальну кількість стебел, із них - кількість продуктивних (P). Продуктивними вважаються стебла, що несуть нормально розвинені колосся: $P =$

в) виміряти довжину колоса (стрижня). Її вимірюють від основи нижнього колоска до основи верхнього; $d_k =$

г) підрахувати кількість колосків у колосі, при цьому враховують нормально розвинені та нерозвинені колоски: $A =$

д) встановити щільність колоса (кількість колосків на 10 см довжини стрижня). Її визначають за формулою:

$$C = (A - 1) \times 10 : d_k ;$$

де А- кількість колосків, в тому числі недорозвинених;

d_k - довжина стрижня, см;

С- щільність колоса.

Встановити щільність колосу за умовними показниками щільності для м'якої та твердої пшениць (табл.3).

Таблиця 3

Умовні показники щільності колосу м'якої та твердої пшениць

Колос за щільністю	Пшениця:	
	м'яка	тверда
Рихлий	менше 17	менше 25
Середній	17-22	25-29
Щільний	23 і вище	29 і вище

е) обмолотити головний колос та підрахувати кількість зерен у ньому: $X =$

ж) обмолотити всі колосся рослини і встановити кількість ($\sum x$) та масу (m) зерен, їх виповненість. Виповненість зерна за крупністю визначають візуально: зерно виповнене, середнє за виповненістю, невиповнене. Зерно з кожної рослини зібрати окремо. $\Sigma_x =$

Результати досліджень оформити у вигляді таблиці 4.

Таблиця 4

Результати оцінки генетичної колекції пшениці (ячменя) за комплексом господарчо-біологічних ознак

Назви сортів	Рослина		Продуктивна кушність (шт.)	Довжина колосу (см)	Кількість колосків у колосі (шт.)	Щільність колоса	Кількість зерен (шт.)			Маса зерна, г	
	№	Висота (см)					В колоску	колісі	На рослині	100 насін	З рослин

Після оцінки всіх рослин за кожним сортом вивести середні показники. Тим самим способом проаналізувати рослини всіх сортів кожного виду хлібних

злаків. Порівняти середні дані за елементами структури врожаю у різних сортів тієї чи іншої культури.

Скласти висновки.

Оцінка генетичної колекції кукурудзи.

1. Кожному студенту взяти для аналізу по 5- рослин гібридів F₁ вихідних самозапилених ліній. Заповнити таблицю 5.

Таблиця 5

Результати оцінки генетичної колекції кукурудзи за комплексом біологічних ознак

Лінія або гібрид	Номер рослини	Висота рослини (см)	Кількість качанів на стеблі	Довжина початку (см)	Кількість рядів зерна в початку	Кількість зерен в ряду, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса качана, кг

3. Проаналізувати за основними елементами структури врожаю спочатку рослини однієї лінії та вивести середні показники. Якщо на рослині 2-3 качани, то враховують найбільший. Потім так само аналізують рослини інших ліній та гібридів.

4. Порівняти середні показники продуктивності гібридних рослин кукурудзи та вихідних гібридних ліній.

5. Зробити висновок, за якими показниками продуктивності найбільше відрізняються досліджувані рослини. Зазвичай у гібридів значно збільшуються висота рослин, довжина початку, кількість зерен у ряду та маса качана.

Оцінка генетичної колекції бобових культур (люцерна).

1. Визначити висоту травостою при 10-ти вимірах для кожної популяції. Знайти середнє значення цього показника по популяціям, що вивчаються.

Назва популяції	Висота рослин (см)										Висота рослин у середньому по популяції, (см)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.												
2.												

3.											
4.											
5.											

2. Для аналізу структури врожаю кормової маси та насіння з кожної ділянки взяти пробу масою 0, 5 кг. При аналізі проби пагони сорту, що вивчається, розкладають на наступні категорії:

а) *генеративні пагони* - стебла, що несуть суцвіття (у бобових трав пагоном вважають стебло зі всіма боковими пагонами); б) *подовжені вегетативні пагони* - стебла з подовженими міжвузлами, що не несуть суцвітть; в) *вкорочені вегетативні пагони*.

3. Після аналізу проби підрахувати пагони кожної категорії. Результати записати в таблицю 6 (відповідно в строки 1, 2, 3, 4). Підрахувати окремо генеративні пагони і суцвіття на них, ці дані занести в таблицю 6 (строка 1) у вигляді дробі: в чисельнику - кількість пагонів, в знаменнику - кількість суцвітть.

Таблиця 6

Аналіз структури травостою популяцій люцерни

№		Показники	Назва сортів								
			кількість	маса	%	кількість	маса	%	кількість	маса	%
1	Кількість пагонів	Генеративні									
2		Вегетативні									
3		подовжені									
4		Вегетативні вкорочені Всього									
5	Структура пагонів (маса)	Генеративні:									
6		суцвіття									
7		стебло									
8		листя									
9		Всього									
10		Вегетативні									
11		подовжені:									
		стебло									
		листя									
		Вегетативні вкорочення									

15	Структура популяції	Суцвіття	
16		Стебло	
17		Листя	
18		Всього	

4. Проаналізувати структуру травостою кожної популяції за масою. Для цього окремі категорії пагонів поділити на наступні фракції: генеративні пагони - на суцвіття, стебло зі всіма боковими гілками, листя з черешками; вегетативні подовжені пагони - на стебло та листя; вкорочені вегетативні пагони не розділяють.

5. Кожну фракцію зважити на технічних важелях з точністю до 0,1 г. Результати записати в таблицю 6 в строчки 5-13.

6. Розділ таблиці "Структура популяції" заповнити таким чином: в строчку 15 перенести дані зі строчки 5; в строчку 16 записати суму величин, записаних в строчках 6, 9; в строчку 17 - суму величин, записаних в строчках 7, 10, 12.

7. Визначити кількість пагонів на 1 м², що характеризує щільність травостою. Спочатку визначити загальну кількість пагонів на 1 м², для чого помножити загальну кількість пагонів на загальну структуру (строчка 18) і поділити на 100. Після цього визначити кількість пагонів кожної категорії на 1 м² в процентах.

8. Визначити кількість суцвіть на 1 пагін (за результатами 10-20 підрахунків за кожною популяцією).

9. Підрахувати кількість насіння на одне суцвіття (за аналізом 10-20 суцвіть).

10. Результати всіх вимірів за популяціями люцерни оформити у вигляді табл.7.

Таблиця 7

Результати оцінки генетичної колекції люцерни за комплексом господарсько-біологічних ознак

№	Назва сорту	Середня висота травостою (м)	Структура травостою, %			Щільність травостою, шт/м ²	Кількість суцвіть на один пагін, шт	Кількість насіння на одне суцвіття, шт
			Суцвіття	стебло	листя			

Завдання 3. Скласти висновок за результатами досліджень.

ТЕМА 3. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ФЕРТИЛЬНОСТІ ТА ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПИЛКУ

Мета: ознайомитися з основними методами визначення життєздатності та фертильності пилку різних біологічних видів рослин.

Завдання: 1. Проаналізувати будову пилкових зерен у різних видів культурних та диких рослин, виявити мінливість в будові пилку.

2. Вивчити методи визначення життєздатності і фертильності пилкових зерен.

3. Вивчити особливості проростання пилку рослин різного віку та генотипу.

Матеріал та обладнання: квітучі рослини культурних та диких видів, мікроскопи, знежирені предметні та покривні скельця, чашки Петрі, ножиці, Фільтрувальний папір, препарувальні голки, поживне середовище (1%-ний агар-агар + 10-30%-ний розчин сахарози), ацетокармін, спиртівки, піпетки.

Пояснення до завдань. При підборі сортів-запилювачів, вивченні гібридного покоління, нових сортів і взагалі перед використанням пилку рекомендується перевірити його життєздатність та фертильність.

Слід розрізняти терміни: життєздатність та запліднююча здатність пилку. *Життєздатність пилку* - це здатність чоловічого гаметофіту до росту на відповідних тканинах маточки. *Запліднююча здатність* (або зиготичний потенціал) пилкового зерна - це здатність забезпечувати повне запліднення. Запліднюючу здатність пилку ще називають *фертильністю*. Найбільш надійне визначення життєздатності та фертильності дають методи життєздатності пилку *in vivo*.

Нині відомі декілька методів визначення життєздатності пилку в лабораторних умовах. Пилок або пророщують на штучному середовищі у вологій камері, або визначають присутність в ньому ферментів, пов'язаних з життєвими процесами.

Пророщування пилку за методом Д. А. Транковського.

В якості вологих камер використовують бактеріологічні чашки із зволеним фільтрувальним папером. Штучним середовищем для пророщування пилкових зерен може бути 1%-ний розчин агар-агару на дистильованій воді з додаванням хімічно чистої сахарози (від 5 до 40% в залежності від виду рослин). Зокрема, для пилку кукурудзи використовують 10-15%-ний розчин, пшениці - 30-40%, люцерни - 30%-ний. Штучне середовище наносять на предметне скло, на нього висівають пилок із зрілих пиляків. Надалі предметні скельця розміщують у вологій камері.

Приготування агарового середовища.

Відмірити необхідну кількість води з розрахунку 99 мл на 1 г агар-агару. Агар висипати в конічну колбу, залити приблизно 1/3 частиною відміреної

води. Закрити колбу пробкою і залишити на декілька годин при кімнатній температурі. В залишки води висипати необхідну кількість сахарози. Перед висівом пилку штучне середовище треба підігріти на водяній бані до 60⁰ С. Про життєздатність пилку судять за загальною картиною проростання, а для точної оцінки треба підрахувати пилкові зерна, що проросли та не проросли, і визначити їх процентне співвідношення.

Фертильність пилку. В селекційній роботі фертильність пилку найчастіше визначають методом забарвлення, користуючись ацетокарміном або йодом. Цей метод є менш надійним в порівнянні з пророщуванням пилку. Користуючись цим методом, знаходять недорозвинені пилкові зерна, які не мають цитоплазми (вони не забарвлюються). Але навіть забарвлений пилкок може бути за будь-якими причинами нежиттєздатним. В ацетокарміні ядра фертильних пилкових зерен забарвлюються в темно - червоний колір, а цитоплазма – у рожевий. У стерильному пилку ядра часто відсутні, а цитоплазма, якщо вона є, не забарвлюється. Стерильні пилкові зерна відрізняються також за формою і розмірами. Визначення фертильності пилку методом забарвлення використовується також, якщо спермії утворюються не в пилку, а в пилкових трубках під час їх проростання в стовпчику, що спостерігається у багатьох культурних рослин.

Для деяких культур (гречка, кукурудза, бавовник та ін.), пилкок яких має екзину значної товщини (4-6 мкм) і грубозернисту структуру, ацетокармінове забарвлення не є ефективним. При визначенні фертильності такого пилку в якості барвника використовують йод. Сутність методу - виявлення крохмалю за допомогою йодної реакції. Фертильний пилкок відрізняється від стерильного вмістом крохмалю: фертильні зерна заповнені крохмалем або містять його в значній кількості.

Приготування реактиву. Йодний розчин готують за рецептом Грама: 2 г йодиду калію розчиняють в 5 мл дистильованої води при нагріванні, потім в розчин додають 1 г металічного йоду. Розчин, доведений до 300 мл, зберігають у склянці з оранжевого скла. Фертильні пилкові зерна забарвлюються йодом в темно-фіолетовий колір, а стерильні - в жовтий або залишаються безбарвними.

ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ.

1. Використовуючи пилкок різних видів рослин, провести аналіз мінливості його морфології в краплині води без забарвлення, а потім із використанням забарвлення йодом та ацетокарміном. Замалювати будову пилкових зерен тих рослин, що знаходилися в фазі цвітіння під час проведення заняття (рис.3 "Мінливість морфології пилку різних видів культурних рослин").

2. Визначити та замалювати під мікроскопом життєздатність пилку культурних рослин (кукурудзи, люцерни, томатів, ячменю, пшениці, квасолі, гороху) методом пророщування. Для цього необхідно:

а) на чисте предметне скло нанести поживне середовище. Для того, щоб агар-агар рівномірно вкривав всю поверхню скла, налити його гарячим, і скло одразу ж нахилити вертикально. При цьому тонкий шар середовища застигає, а залишок стікає;

б) на скло з середовищем посіяти пилки. Утримуючи квітку лівою рукою і постукуючи препарувальною голкою по пилякам, витрясти з них пилки. Сіяти рівномірно 1 не рясно. Рясний посів стимулює проростання пилкових зерен, але ускладнює їх відрахування;

в) підготувати вологу камеру, використовуючи чашки Петрі: за розмірами чашки вирізати кружальця фільтрувального паперу і, змочивши їх водою, прикласти до дна та до кришки. У вологу камеру помістити предметні скельця з посіяним пилком. При температурі 24⁰С пилки проростає протягом двох годин;

г) розглянути препарат при малому збільшенні мікроскопу;

д) підрахувати окремо пилкові зерна, що проросли та ті, що не проросли, в 3-4 полях зору. Підрахувати процент зерен, що проросли, до їх загальної кількості. Дані вважаються достатньо точними, якщо їх одержують шляхом відрахування 300 пилкових зерен.

є) за даними досліджень заповнити табл. 8.

Таблиця 8

Життєздатність пилку різних видів рослин

№ поля	Об'єкт дослідження	Кількість пилкових зерен, шт.			Життєздатність пилку (кількість пилкових зерен, що проросли, до загальної їх кількості), %
		тих, що проросли	тих, що не проросли	%	

3. Визначити фертильність пилку різних видів культурних рослин методом забарвлення. Для цього необхідно:

а) свіжий або фіксований пиляк перенести на предметне скло, розрізати його скальпелем і, утримуючи препарувальною голкою, витрусити пилки;

- б) на пилок нанести краплину ацетокарміну і вкрити покривним скельцем. Для прискорення забарвлення препарат злегка підігріти над полум'ям спиртівки;
- в) через 3-5 хвилин, коли пилок стане забарвленим, препарат можна досліджувати під мікроскопом при малому збільшенні;
- г) підрахувати окремо забарвлені та незабарвлені зерна в 3-5 полях зору з різних місць препарату;
- д) підрахувати процент забарвлених пилкових зерен з вибірки 300 штук. Процент забарвленого пилку приймають за процент його фертильності;
- е) за результатами досліджень заповнити табл. 9.

Таблиця 9

Фертильність пилку різних видів рослин

№ поля зору	Об'єкт дослідження	Кількість пилкових зерен, шт.	Фертильність сорту (гібриду), %

4. Визначити фертильність пилку хлібних злаків (пшениці, ячменю тощо) з різних (верхнього, середнього, нижнього) частин колосу. Відмітити, в якій частині колоса найбільша кількість фертильних, а в якій - стерильних пилкових зерен.
5. На основі результатів проведених досліджень скласти висновки.

II. ГІБРИДОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ

ТЕМА 4. ТЕХНІКА ШТУЧНОГО СХРЕЩУВАННЯ ПРИ ГЕНЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Мета: Ознайомлення з методикою та технікою проведення гібридизації культурних рослин, закономірностями генетичного аналізу.

Завдання: 1. Вивчити техніку штучного схрещування рослин різних за біологією культур: самоzapильних (пшениці, ячменя), перехресноzapильних (кукурудза, люцерна).

2. Проаналізувати спадкування ознак у гібридів першого та другого поколінь за моно гібридного схрещування.

Матеріал та обладнання: 1. Рослини сортів (ліній), підібраних для схрещування, в фазі бутонізації або виходу в трубку (у злакових). 2. Ножиці. 3. Пінцет з гострими кінцями. 4. Скальпель. 5. Вата. 6. Скляні трубочки. 7. Низенька лавочка. 8. Банки, пробірки, пакети для збору пилку.

9. Ізолятори пергаментні або марлеві. 10. Нитки або м'який дріт. 11. Кілки. 12. Етикетки пергаментні. 13. Журнал гібридизації.

Пояснення до завдання. При проведенні гібридологічного аналізу необхідно дотримуватись наступних вимог:

1. Рослини, що схрещуються, мають бути перевіреними на гомозиготність протягом 3-5 поколінь за ознаками, що вивчаються. Вони повинні чітко відрізатися за 1-2 парами контрастних ознак. 2. Необхідне проведення ретельного кількісного обліку гібридних рослин, які розрізняються за ознаками, в кожному поколінні.

Гібридизація рослин здійснюється штучним нанесенням пилку батьківських рослин на маточку приймочки квітки материнських рослин. Цей процес складається з наступних операцій: підготовки суцвіття до схрещування, кастрації та запилення. Для схрещування беруть найбільш здорові розвинені рослини, а в них - суцвіття або квітки, які рано зацвітають. Для здійснення контролю успіху в проведенні кастрації та схрещування необхідно використовувати в якості материнської рослини форму, яка має дві або хоча б одну рецесивну ознаку. Тоді в F_1 на материнській рослині формується насіння з домінантною ознакою, що дозволить проконтролювати якість проведення схрещування.

Кастрація - це видалення пиляків з квіток материнської рослини для запобігання самозапиленню. Квітки каструють у рослин, які само- або перехресно запилюються. Немає необхідності каструвати рослини з різностатевими квітками, у яких видаляються повністю чоловічі суцвіття (кукурудза). Кастрацію слід проводити своєчасно, коли пиляки ще не дозріли, але достатньо розвинулися та їх легко можна видалити з квітки, не пошкоджуючи зав'язі. Квітки каструють, залишаючи оцвітину, яка відіграє певну роль в проростанні пилку та рості пилкових рубок. Після кастрації квітки або суцвіття терміново ізолюють для запобігання запилення небажаним пилюком. Для цього використовують ізоляційні мішечки з марлі або пергаментного паперу - *ізолятори*. Розміри ізоляторів різні в залежності від об'єкту. Для більшої точності роботи, особливо з анемофільними рослинами, необхідно користуватися лише пергаментними ізоляторами, оскільки пилок, що переноситься вітром, проникає крізь марлю. Для рослин, які запилюються комахами, ізолятори зшивають у вигляді мішечків відповідних розмірів з марлі або капрону.

Запилення - це нанесення на маточку квітки материнської рослини пилку батьківської рослини. Воно проводиться через одну або декілька діб після кастрації в залежності від об'єкта та погодних умов. Холодна, дощова або хмарна погода затримує дозрівання маточок і пиляків, а суха та спекотна-

прискорює. Найбільш сприятливий для запилення час - від 8 до 11-12 години. Не можна запилювати рослини під час дощу або якщо вони мокрі від роси, а також проводити схрещування в жаркий час дня і на вітру.

Пилок збирають безпосередньо з квіток в день запилення під час масового цвітіння. Запилення проводять декількома способами:

- 1) зрізують батьківську квітку і пиляками торкаються маточок кастрованих квіток;
- 2) способом обмежено-вільного запилення: під ізолятором розміщують колосся квітучої батьківської форми, для чого її зрізують і розміщують на час цвітіння в склянку з водою, а потім вводять під загальний ізолятор трохи вище кастрованих материнських колосків;
- 3) способом вільного запилення: на спеціальних посівах материнський сорт чергують з батьківськими або сумішню сортів-запилювачів. При цьому квітки материнських рослин каструють і залишають неізольованими для вільного запилення. Всі рослини материнського сорту збирають окремо.

Вся робота з гібридизації повинна проводитися ретельно, з дотриманням ізоляції.

ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ

Завдання 1. Відпрацювати техніку схрещування на лінійному і сортовому матеріалі різних культур: кукурудзи (*Zea mays* L.), пшениця м'яка *Triticum aestivum* L.), пшениця тверда (*Triticum durum* Dest.), ячмінь (*Hordeum vulgare* L.), люцерна (*Medicago sativa* L.), квасоля (*Phaseolus vulgaris* L.), горох посівний (*Pisum sativum* L.), томати (*Lycopersicon esculentum* Mill).

Завдання 2. Оцінити особливості організації у цих культур андроцея, гінецея, терміни їх дозрівання. Роботу проводити групами по 3-4 чоловіки, кожна група відповідає повністю за проведення даного дослідження. Із ходом проведення гібридизації на всіх культурах студенти знайомляться шляхом оглядових екскурсій.

Хід проведення гібридизації у злакових культур

1. Підготувати рослини до схрещування. Для цього в ранній період формування колоса в трубці провести кастрацію колоса при постійному контролі за мікроспорогенезом і за появою зрілих пилкових зерен.

2. На кожному відібраному колосі відрізати ості, видалити пінцетом 3-4 недорозвинених колоски в верхній та нижній його частині. В колосках, що залишилися, залишити тільки дві нижніх квітки, решту також видалити. Таким чином, в колосі залишиться 18-20 добре розвинених квіток (див. рис. 4).

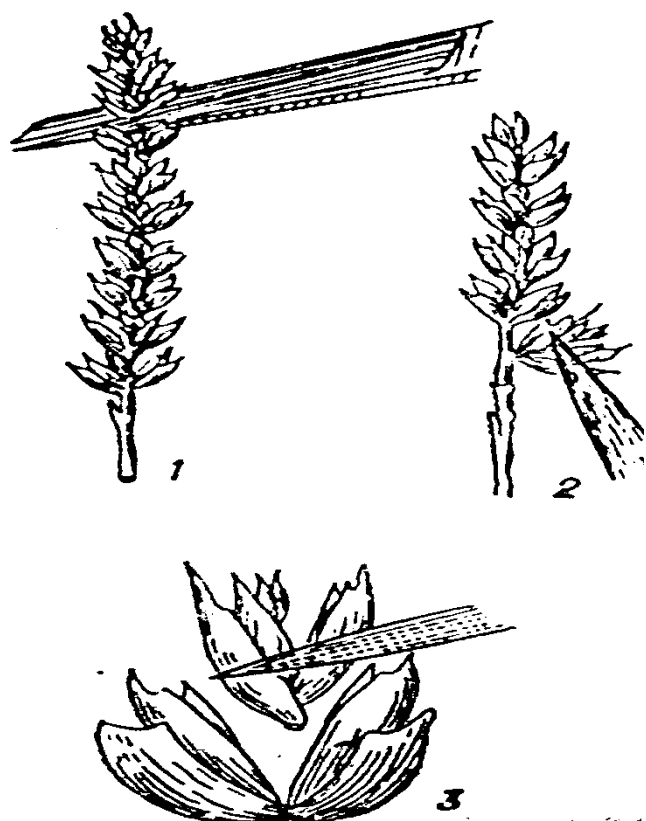


Рис.4. Підготовка колосу пшениці до кастрації : 1- видалення верхівки; 2- видалення колосків; 3- видалення верхніх квіток з нижнього колоска

3. У підготовленому колосі провести кастрацію квіток. При цьому слід лівою рукою утримувати колос, натискаючи вказівним пальцем на верхівки квіткових лусочок, а правою рукою ввести в квітку пінцет і видалити пиляки. Квітки каструвати послідовно, починаючи з нижніх колосків до верхніх, спочатку з одного боку колосу, потім - з другого. На кастрований колос навісити пергаментну етикетку з указанням дати кастрації, кількості кастрованих колосків, номеру ділянки.

4. На кастровані колосся одягти ізолятор розміром 4x10 см. Стебло з ізолятором прив'язати в двох місцях до кілка, заглибленого поруч у ґрунт.

5. Через день після кастрації квіток провести запилення. Кращий час для запилення - з 7 до 10 години, тому що вранці злакові цвітуть найбільш інтенсивно. Вибрати найбільш зрілі колосся (2-3) батьківських рослин із сформованим пилком, обрізати їх, захопивши 10-15 см стеблини, миттєво розмістити його в пробірку з водою для запобігання в'яненню. Оголити кастрований колос, акуратно прив'язати до нього колос батьківської рослини. Пробірку з батьківським колосом, материнську рослину надійно прикріпити до кілка для фіксації рослини. На рослину прикріпити етикетку із вказанням кількості запилених квіток і дати запилення, гібридної комбінації.

6. Запилені колосся прикрити пергаментним ізолятором, на якому простим олівцем вказати схему гібридної комбінації, дату запилення, номер ділянки, з якої взятий пилок для схрещування, прізвище особи, яка провела запилення. Заповнити журнал гібридизації (табл. 10).

Таблиця 10

Журнал гібридизації

Культура	Комбінація схрещування	№ рослини	Дата		Кількість кастрованих квіток	Зав'язалося насіння	
			кастрації	запилення		кількість, шт.	%

Штучно запилених дозрілих зерен у кастрованому колосі буде дуже мало (насіння гібридів F₁).

7. У наступному році виростити рослини F₁, зібрати врожай і висівати насіння для аналізу розщеплення в F₂. Виконання цього завдання може стати предметом спеціальної курсової роботи.

Хід проведення гібридизації у кукурудзи

1. Насіння інбредних ліній або простих гібридів посіяти на ізольованій ділянці. Сіяти рядовим способом (60-70 x 30см). Для кожного ряду поставити етикетку з означенням назви лінії.

2. За 2-3 дні до запилення материнських рослин на волоть батьківських форм одягти пергаментні ізолятори розміром 20x30 см, прив'язуючи їх знизу мотузкою до стебла для запобігання витрушування з них пилку. На ізоляторі простим олівцем вказати дату ізоляції та номер ділянки.

3. Одночасно ізолюється качан (розмір ізолятора для качанів 10x15см). Якщо вихід приймочок маточки з качану вже відбувся, обережно лезом зрізати верхню частину качана та вкрити його пергаментним ізолятором, зав'язуючи знизу мотузкою. На ізоляторі олівцем вказати назву материнської форми, номер ділянки та дати кастрації. Запилювати тільки після того, як з'являться всі нитки качану.

4. Для запилення ізольованих качанів зламати волоть з ізолятором, розв'язавши мотузку, витрусити пилок з волоті в ізолятор і одягнути його на качан материнської рослини, завчасно знявши з нього ізолятор. На ізоляторі написати схему схрещування, дату та прізвище особи, яка проводила схрещування, номери ділянок. Заповнити журнал гібридизації (табл. 10).

5. Проаналізувати гібридне насіння, спостерігаючи появу домінантної ознаки. Наступного року виростити кукурудзу чистих вихідних сортів та перше гібридне покоління, на якому утворюються качани F₂.

6. Провести генетичний аналіз успадкування ознак у насіння кожної лінії та гібридів. У результаті розщеплення ознаки на початках гібридних рослин добре помітні зерна з ознакою батьківської форми. Підрахувати зерна різного кольору окремо та встановити їх числове співвідношення (теоретично воно дорівнює 3:1). Заповнити табл. 11 (для кукурудзи).

Таблиця 11

Гібридологічний аналіз успадкування ознаки при моногібридному схрещуванні

Назва батьківських сортів (гібридів)	Проаналізовано рослин, шт.	Одержано насіння, шт.			Розщеплення, шт.	
		всього	першого класу розщеплення за фенотипом	другого класу розщеплення	теоретично очікуване (3:1)	фактично одержане

Хід проведення гібридизації у бобових культур (гороху, квасолі)

1. Насіння гороху або квасолі, висіяти в ранні строки з міжряддями 50-60см, відстань між рослинами - 20см., глибина посіву - 5-7см. Пізніше молоді рослини слід підв'язати до кілля.

2. У фазу бутонізації, коли молоді бутони мають світло-зелений колір, провести кастрацію. Препарувальною голкою відкрити човник декількох молодих бутонів, пінцетом видалити 10 тичинок у квітці. Крізь лупу розглянути квітку. Ті квітки, де пиляки вже тріснули і помітне жовте запилення рильця, є непридатними для подальших етапів схрещування, їх краще видалити. У бобових дуже ніжна квітконіжка, тонка і чутлива до пошкоджень маточка, тому роботу треба зробити з максимальною акуратністю.

Після кастрації огорнути квітку тонким шаром вати. Наступного дня, зірвавши батьківську квітку, оголити тичинки, видаливши пінцетом елементи віночка і на відкриту кастровану квітку нанести пилок.

4. Кастровані та запилені квітки разом з частиною квітконоса накрити пергаментним ізолятором. Під ізоляторами навісити етикетки. За результатами схрещування заповнити журнал гібридизації (таблиця10).

5. Через декілька днів після запилення, коли починають формуватися боби, ізолятори треба зняти. Насіння, дозріле в бобах в рік схрещування, є вже гібридами першого покоління (F_1). На них можна спостерігати проявлення домінантної ознаки.

6. Навесні наступного року висіяти насіння гібридних рослин F_1 , в бобах яких в результаті самозапилення утворюється насіння другого покоління (F_2).

7. Зібрати гібридне насіння F_2 та на лабораторних заняттях проаналізувати характер успадкування певної батьківської ознаки (наприклад, забарвлення поверхні насіння). За результатами гібридологічного аналізу заповнити таблицю 11.

Хід проведення гібридизації у томатів

1. З насіння підібраних сортів помідорів виростити в закритому ґрунті розсаду.

2. Після весняних заморозків розсаду пересадити в ґрунт з міжряддями 70 см та в рядах 50 см /або 60х60 см/.

3. У фазу бутонізації каструвати квітки на материнських рослинах. Перед кастрацією видалити недорозвинені бутони та квітки, що розкрилися, залишивши 2-3 великих бутони для роботи. В квітках томатів тичинки зрослися з боковими стінками своїх пиляків, міцно оточуючи маточку, тому при кастрації їх видаляють пінцетом разом.

4. Зразу ж після кастрації квіток провести запилення. Пилок доставати пінцетом з пиляків батьківських рослин. Зрілий пилок має білий колір та зернисту консистенцію, недозрілий - водянисту. Пилок слід наносити ретельно, тому що при неповному запиленні утворюється мало насіння. Заповнити журнал гібридизації (табл.10).

5. Результати проведення схрещувань за всіма культурами, що вивчаються, оформити у вигляді протоколу схрещувань (табл. 12).

Таблиця 12

Протокол схрещувань

Культура	Комбінація	Кількість рослин, шт.	Дата	Кількість кастрованих квіток, шт.	Зав'язалося насіння, шт.

Завдання 3. У період максимальної готовності рослин до цвітіння провести ізоляцію (по 10-20 рослин) кожної колекційної форми різних культур генетичної ділянки, надавши рослинам можливості самозапилення і виключивши їх участь в перехресному запиленні. По закінченні періоду переносу пилку ізолятори зняти. Ізольовані рослини маркувати етикетками. Сформулювати мету досліджу, що проводиться. Заповнити таблицю.13.

Таблиця 13

№ етикетки	Стерильність колосу, початку, суцвіття	Зав'язуємість насіння:			
		рослин без ізоляції квіток		рослин з ізоляцією квіток	
		Кількість насіння	%	кількість насіння	%

Завдання 4. Простежити ріст пилкових трубок у різні терміни після початку проростання. Через кожні 15 хвилин відмічати збільшення довжини пилкової трубки, процес росту замальовати.

Завдання 5. Тоді, коли розмір пилкових трубок буде максимальним і ріст їх закінчиться, забарвити трубки, що проросли, ацетокарміном (або 1%-ним розчином йоду) прямо на поверхні агарового середовища і простежити за поведінкою ядер сперміїв. Відмітити: загальну кількість пилку, порахувавши її в декількох полях зору; кількість пилку, що не проріс; кількість пилкових зерен, в трубках яких помітне лише одне ядро спермію на момент аналізу, оцінити їх частку через підрахування клітин. Такі показники, як частка пилку, що не проріс, і частка пилку, в трубках яких виявляється лише один спермій, служать показниками стерильності рослин. Записати результати досліджень.

Завдання 6. На основі результатів проведених досліджень сформулювати і записати узагальнюючі висновки.

ТЕМА 5. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ МОДИФІКАЦІЙНОЇ МІНЛИВОСТІ

Мета: Ознайомлення з різними проявами не спадкової адаптивної мінливості в природі, виявлення мінливості за якісними та кількісними показниками, оцінка параметрів мінливості кількісних ознак з використанням статистичних методів.

Завдання: 1. Ознайомитися з поняттям модифікаційної мінливості. 2. Побудувати варіаційні ряди при дискретній та безперервній мінливості кількісних ознак 3. Розрахувати основні показники варіаційного ряду.

Матеріал та обладнання: 1. 100 продуктивних стебел від рослин, які є потомством однієї самозапильної рослини (лінія). 2. 100 продуктивних стебел від рослин, які є потомством однієї рослини, що перехресно запилюється (родина); лінійки.

Пояснення до завдань. Мінливість - це здатність живих організмів набувати нові (в порівнянні з батьківськими формами) ознаки та властивості. Виділяють дві основні форми мінливості: спадкову та не спадкову. Форма мінливості, не пов'язана зі зміною генотипу, називається *модифікаційною* - це подібні зміни ознак у всіх особин потомства популяції будь-якого виду в подібних умовах існування. Модифікаційна мінливість не торкається спадкового матеріалу організму, не передається з покоління в покоління. Модифікаційні зміни, на відміну від мутаційних, відбуваються поступово під дією зовнішніх факторів середовища в усіх особин популяції. Знаючи характер змін в зовнішньому середовищі (кліматі, живленні тощо), можна прогнозувати напрям модифікаційних змін.

Модифікаційні зміни спрямовано поліпшують пристосованість популяції до змін у зовнішньому середовищі, тобто носять адаптивний характер.

Розвиток фенотипу організму визначається взаємодією його спадкової основи - генотипу - з умовами зовнішнього середовища. При том ж самому генотипі, але при різних умовах розвитку ознаки організму його фенотип може суттєво розрізнятися. Різні ознаки організмів у різному ступені змінюються під впливом зовнішніх умов. Границі модифікаційної мінливості визначаються *нормою реакції генотипу*. Певні ознаки мають більш широку норму реакції, інші - більш вузьку. Широка норма реакції (широка здатність пристосовуватися) в природних умовах має надзвичайно важливе значення для збереження та процвітання виду.

Оскільки модифікаційна мінливість носить не індивідуальний, а груповий характер (тобто властива для всього виду або хоча б для популяції), описується вона на основі статистичних досліджень зміни ознаки, що вивчається, під впливом умов зовнішнього середовища в даній популяції в цілому.

ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ.

Побудова варіаційного ряду та розрахунок статистичних показників при дискретному варіюванні кількісної ознаки

1. На посіві еліти районowanego сорту озимої пшениці або іншої самозапильної культури взяти випадково 100 рослин.
2. Провести аналіз відібраних рослин за основними показниками продуктивності: кількість колосків в колосі, кількість зерен в колосі.

3. Скласти варіаційні ряди для кожної із вказаних ознак.

4. Для кожного з елементів розрахувати середню арифметичну (\bar{x}), стандартне відхилення (σ), коефіцієнт варіації (C_v) та похибку середньої арифметичної (m).

Для статистичного аналізу модифікаційної мінливості ознаки, що вивчається, слід побудувати варіаційний ряд та розрахувати основні його показники.

У кожного з 100 рослин знайти кількісні значення ознаки, що вивчається, тобто одержати варіанти (x). При складанні дискретного варіаційного ряду одержані варіанти розмістити в порядку їх збільшення або зменшення, тобто проранжувати, а потім знайти відповідні ним частоти. Первинні дані записати за прийнятими в біометрії цифрами частот:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Варіації та частоти записати по вертикалі в порядку збільшення або зменшення (табл. 14).

Таблиця 14

Варіаційний ряд ознаки при дискретному варіюванні

Варіації (x)	Запис результатів підрахунку (за шифрами частоти)	Частоти (f)

$$\sum f = n = 100$$

4. Користуючись умовними позначеннями - шифрами частот - результати підрахунку перенести в таблицю 14.

5. Побудувати криву одержаного варіаційного ряду (рис. 5):

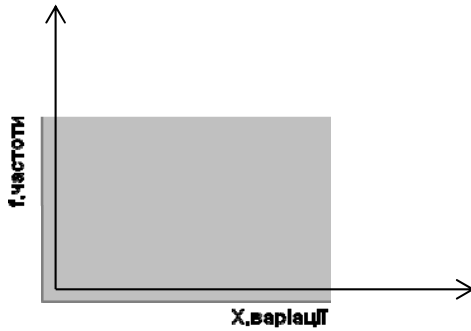


Рис. 5. Варіаційна крива при дискретному варіюванні ознаки

6. Розрахувати середнє арифметичне за формулою:

$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{n}$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum f(x-\bar{x})^2}{n}}$$

де f - частота варіацій.

7. Розрахувати стандартне відхилення за формулою:

де σ - стандартне відхилення, $(x - x_{\text{середнє}})$ - відхилення варіації від середнього арифметичного; $(x-x)^2$ - квадрат відхилення; $\sum = f(x-x)^2$ - сума добутків частот на квадрат відхилення; n - кількість рослин, що аналізуються (варіантів досліду). При розрахунку стандартного відхилення результати обчислювань представити в табл.15.

Таблиця 15

Розрахунок добутків частот на квадрати відхилень

Варіанти (x)	Частоти (f)	Відхилення від середнього арифметичного $(x-x_{\text{середнє}})$	Квадрати відхилень $(x-x_{\text{середнє}})^2$	Добутки частоти на квадрат відхилення $F(x-x_{\text{середнє}})^2$

8. Визначити коефіцієнт варіації (C_v) - відношення стандартного відхилення до середнього арифметичного, виражене в процентах:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

9. Встановити похибку середнього арифметичного:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

де σ - стандартне відхилення; n - кількість варіантів вибірки.

Побудова варіаційного ряду та розрахунок статистичних показників при безперервному варіюванні кількісної ознаки

1. При безперервній кількісній мінливості дані згрупувати у варіаційний ряд, а потім в класи. Не рекомендується розбивати варіаційний ряд менш ніж на 6-8 класів, тому що при більшій кількості класів розрахунки є точнішими. Розподілення значень ознаки /варіацій/ на класи здійснити таким чином:

а) знайти різницю між найбільшим та найменшим значеннями ознаки та поділити на прийняту кількість класів. У результаті одержимо величину класового проміжка. Середнє значення варіації класів називається класовою варіацією (x_v). Класова варіація - це середнє арифметичне початку даного та початку наступного, більшого класу.

2. Заповнити таблицю 16.

Таблиця 16

Варіаційний ряд при безперервному варіюванні кількісної ознаки

Класи (см)	Класові варіації (X_v)	Запис результатів підрахунку	Частоти (f)

3. Побудувати криву одержаного варіаційного ряду.



4. Визначити середнє арифметичне за формулою:

$$\bar{X} = \frac{\sum f x_v}{n}$$

5. Розрахувати стандартне відхилення за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f (x_v - \bar{X})^2}{n-1}}$$

де σ - стандартне відхилення; $(x - x_{\text{середнє}})$ - відхилення середини класу від середнього арифметичного; $(x - x_{\text{середнє}})^2$ - квадрат відхилення; f - частота варіації; $\sum f (x - x_{\text{середнє}})^2$ - сума добутків частот на квадрати відхилень; n - сума всіх варіантів досліду.

Для розрахунку стандартного відхилення скласти робочу таблицю:

Класові варіації (X_v)	Частоти (f)	Відхилення від середнього ($X_v - X$)	Квадрати відхилення ($X_v - X$) ²	Добутки частоти на квадрат відхилення $f (X_v - X)^2$

6. Визначити коефіцієнт варіації за формулою:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

де C_v - коефіцієнт варіації; σ - стандартне відхилення; \bar{x} - середнє арифметичне.

Мінливість варіюючих ознак вважається незначною, якщо коефіцієнт варіації менше 10%; середньою, якщо коефіцієнт варіації перевищує 10%, але нижчий за 20%; та великою - якщо коефіцієнт варіації вище 20%.

7. Розрахувати похибку середнього арифметичного m за формулою:

$$m = \frac{b}{\sqrt{n}}$$

де b - стандартне відхилення; n - кількість об'єктів вибірки.

8. На основі проведених досліджень сформувані узагальнюючі висновки.
9. Провести статистичний аналіз 100 рослин культури, що перехресно запилюється, у вказаному для пшениці порядку. Порівняти модифікаційну мінливість обох культур. Зробити висновки щодо характеру і діапазону варіювання кожної з ознак, що вивчалися.
10. Скласти узагальнюючі висновки.

ТЕМА 6. МЕТОДИ СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

(Екскурсія в селекційний центр Інституту зрошуваного землеробства)

Мета: Ознайомлення з напрямками та методами створення сортів (гібридів) найважливіших сільськогосподарських культур даного регіону; виявлення значення генетичних колекцій в селекції, мутаційної та комбінативної мінливості; демонстрація використання досягнень генетики в селекційній практиці.

Тривалість екскурсії: 6 годин.

Маршрут екскурсії: науково-дослідні відділи та дослідні ділянки селекційного центру Інституту зрошуваного землеробства.

Завдання.

- 1.. Ознайомитися з напрямками селекції та методами створення нових, більш продуктивних сортів та гібридів селекції Інституту зрошуваного землеробства (УкрНДІЗЗ).
2. Зіставити фенотипові ознаки стандартних та мутаційних форм або ліній. Виявити у різних культур гомологічні мутації за ознаками, характерними для виду.
3. Обговорити причини гетерозису. Виявити роль гетерозису в селекції найпоширеніших в даному регіоні культур.
4. Виготовити гербарії, які демонструють проявлення закону гомологічних рядів спадкової мінливості М. І. Вавилова, його вчення про генофонд виду. Найкращим гербарієм вважати той, в якому представлені гомологічні зміни за максимальною кількістю ознак у деяких злакових та бобових культур, а також гомологічні зміни у диких форм.

ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лановенко О.Г. Генетика. Закономірності та механізми спадковості: підручник у 2 частинах / О.Г. Лановенко. – Ч. 1. – Херсон : Вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2019. – 312 с.
2. Лановенко О.Г. Генетика: Лабораторний практикум. Навчально-методичний посібник для студентів біологічних спеціальностей університетів. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2018.- 204 с.
3. Лищенко І.Д. Генетика з основами селекції / І.Д. Лищенко.- К: 1995.- 354 с.
4. Молоцький М. Селекція та насінництво польових культур / М. Молоцький, С. Васильківський, В. Князюк.- К.:Вища школа,1994.-454 с.
5. Ніколайчук В.І. Збірник задач з генетики: Навч. посібник для студ. вузів / В. І. Ніколайчук.- Ужгород: Б. Б. Надь, 2001 . – 176 с.
6. Ніколайчук В.І. Генетика: підруч. для вищ.навч.закл./ В.І. Ніколайчук, М.М. Вакерич. - Ужгород, Гражда, 2013.- 504 с.
7. Сиволоб А.В. Генетика: Підручник/ За ред. А. В. Сиволоба. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 320 с.
8. Тоцький В.М. Генетика: Підручник для студ.біол.спец.ун-тів / В.М. Тоцький.- Одеса: Астропринт, 2008.- 712 с.
9. Тихомирова М.М. Генетический анализ:Учебное пособие / М.М. Тихомирова.-Л:ЛГУ,1990.-280 с.

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

О. Г. Лановенко

**ПОЛЬОВИЙ ПРАКТИКУМ З ГЕНЕТИКИ
ТА ОСНОВ СЕЛЕКЦІЇ**

для студентів біологічних спеціальностей університетів

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

ISBN 978-617-7783-71-7
(електронне видання)

Підписано до видання 12.11.2019 р. Формат 60×84/16.

Гарнітура Times New Roman.

Ум. друк. арк. 1,53. Обл.-вид. арк. 1,65.

Замовлення № 1462.

Видано з готового оригінал-макету

Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В. С.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи: серія ХС № 48 від 14.04.2005 р.

видано Управлінням у справах преси та інформації.

Адреса: 73000, Україна, м. Херсон, вул. Соборна, 2,
тел. (050) 133–10–13, e-mail: printvvs@gmail.com, vish_sveta@rambler.ru