КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА
ПРИРОДНИЧО-ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

кафедра біології та екології

Генетика з основами селекції:

навчально-методичний посібник

м. Кам'янець-Подільський, 2024

УДК 502:575(075.8)
ББК 20.1+28.04я73
Л93

Рекомендовано до друку вченою радою природничо-економічного факультету Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (протокол № 3 від 26 березня 2024 року)

Рецензенти:

Супрович Т.М., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри гігієни тварин та ветеринарного забезпечення кінологічної служби Національної поліції України Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»;

Жигульова Е.О., кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри фізичної реабілітації та медико-біологічних основ фізичного виховання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка;

Плахтій П.Д., кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології та екології Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

Любинський О.І., Колодій В.А. Генетика з основами селекції: навчально-методичний посібник. Кам'янець-Подільський : ФОП Гордукова І.Є., 2024. 64 с.

Навчально-методичний посібник складений у відповідності до програми для підготовки фахівців з біології. Теми занять розроблені за структурою, яка передбачає: мету, завдання, алгоритм виконання, висновки і контрольні питання. Завдання подані з врахуванням особливостей практичної підготовки спеціалістів з генетичних досліджень.

УДК 502:575(075.8)
ББК 20.1+28.04я73
© Любинський О.І., Колодій В.А., 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА_____4

ТЕМА 1. ЗАКОНОМІРНОСТІ УСПАДКУВАННЯ ОЗНАК_____8

ТЕМА 2. ЦИТОГЕНЕТИКА_____32

ТЕМА 3. ХРОМОСОМНА ТЕОРІЯ СПАДКОВОСТІ_____ 37

ТЕМА 4. ГЕНЕТИКА СТАТІ_____40

ТЕМА 5. МОЛЕКУЛЯРНА ГЕНЕТИКА_____42

ТЕМА 6. ГЕНЕТИКА ПОПУЛЯЦІЙ_____ 44

ТЕМА 7. ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ_____ 53

ТЕМА 8. БІОМЕТРІЯ_____ 55

ТЕМА 9. ГЕНЕТИКА ЛЮДИНИ_____ 62

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА_____ 63

ПЕРЕДМОВА

Генетика з основами селекції – це навчальна дисципліна, яка удосконалює спеціальні компетентності здобувача вищої освіти спеціальності 091 Біологія галузі знань 09 Біологія першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Мета дисципліни – формування системи знань про закономірності та механізми спадковості і мінливості на молекулярному, клітинному, організменному, популяційному рівнях організації живої матерії.

Завдання: теоретичні: сформувати в здобувачів систему знань про закономірності спадковості та принципи успадкування; типи і значення взаємодії генів; положення хромосомної теорії спадковості; механізми визначення статі; закономірності мінливості, причини модифікаційної мінливості, поняття про норму реакції генотипу та її значення; роль спадкової мінливості в еволюції організмів; генетики популяцій; генетики людини та медичної генетики; основні методи селекції рослин, тварин, мікроорганізмів.

практичні: правильно визначати типи взаємодії алельних та неалельних генів; будувати ділянки генетичних карт хромосом; самостійно проводити генетичний аналіз успадкування ознак організмів; володіти методами генетики та селекції, використовувати їх на практиці.

Вивчення дисципліни спрямоване на вироблення наступних **компетентностей.**

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування законів, теорій та методів біологічної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності: здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

Фахові компетентності:

–здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей; здатність досліджувати різні рівні організації живого, біологічні явища і процеси;

–здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах;

–здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності;

–здатність до аналізу будови, функцій, процесів життєдіяльності, онто- та філогенезу живих організмів; здатність до аналізу механізмів збереження, реалізації та передачі генетичної інформації в організмів;

–здатність аналізувати результати взаємодії біологічних систем різних рівнів організації, їхньої ролі у біосфері та можливості використання у різних

галузях господарства, біотехнологіях, медицині та охороні навколишнього середовища.

Здобувачі ВО мають отримати наступні програмні результати:

–Розуміти соціальні та економічні наслідки впровадження новітніх розробок у галузі біології у професійній діяльності.

–Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.

–Дотримуватися положень біологічної етики, правил біологічної безпеки і біологічного захисту у процесі навчання та професійній діяльності.

–Розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні.

–Знати механізми збереження, реалізації та передачі генетичної інформації та їхнє значення в еволюційних процесах.

–Застосовувати у практичній діяльності методи визначення структурних та функціональних характеристик біологічних систем на різних рівнях організації.

–Аналізувати інформацію про різноманіття живих організмів.

Максимальний бал оцінки поточної успішності здобувачів ВО на навчальних заняттях – 12 (https://drive.google.com/file/d/1aD_jeL-jGRbDWAegkQ58tdMxxbqQKufF/view).

Здобувачу, який не виконав поточних завдань, не підготувався до навчальних занять, в журнал обліку роботи академічної групи ставиться 0 балів.

Здобувач ВО, знання, уміння і навички якого на навчальних заняттях за 12-бальною шкалою оцінено від 1 до 3 балів, вважається таким, що недостатньо підготувався до цих занять і має академічну заборгованість за результатами поточного контролю. Поточну заборгованість, пов’язану з непідготовленістю або недостатньою підготовленістю до навчальних занять, здобувач повинен ліквідувати. За ліквідацію поточної заборгованості нараховуються бали середнього (4, 5, 6), достатнього (7, 8, 9) та високого рівня (10, 11, 12).

Критерії оцінювання знань, умінь, навичок здобувачів вищої освіти

Рівні навчальних досягнень	**Оцінка в балах**	**Критерії оцінювання**
Початковий (понятійний	1	Здобувач вищої освіти володіє навчальним матеріалом на рівні засвоєння окремих термінів, фактів без зв’язку між ними: відповідає на запитання, які потребують відповіді „так” чи „ні”.
	2	Здобувач вищої освіти не достатньо усвідомлює мету навчально-пізнавальної діяльності, робить спробу знайти способи дій,

		розповісти суть заданого, проте відповідає лише за допомогою викладача на рівні „так” чи „ні”; може самостійно знайти в підручнику відповідь.
	3	Здобувач вищої освіти намагається аналізувати на основі елементарних знань і навичок; виявляє окремі закономірності; робить спроби виконання завдань репродуктивного характеру; за допомогою викладача виконує прості завдання за готовим алгоритмом.
Середній (репродуктивний)	4	Здобувач вищої освіти володіє початковими знаннями, здатний виконати завдання за зразком; орієнтується в термінах, поняттях; самостійне опрацювання навчального матеріалу викликає значні труднощі.
	5	Здобувач вищої освіти розуміє суть навчальної дисципліни, може дати визначення понять, категорій (однак з окремими помилками); вміє працювати з підручником, самостійно опрацьовувати частину навчального матеріалу; виконує прості завдання за алгоритмом, але окремі висновки є нелогічними та непослідовними.
	6	Здобувач вищої освіти розуміє основні положення навчального матеріалу, може поверхнево аналізувати факти, явища, робить певні висновки; відповідь може бути правильною, проте недостатньо осмисленою; самостійно відтворює більшу частину матеріалу; вміє застосовувати знання під час виконання практичних завдань за алгоритмом, послуговуватися додатковими джерелами.
Достатній (алгоритмічно дієвий)	7	Здобувач вищої освіти правильно і логічно відтворює навчальний матеріал, оперує базовими поняттями, встановлює причинно-наслідкові зв’язки між ними; вміє наводити приклади на підтвердження певних думок, застосовувати теоретичні знання у стандартних ситуаціях; самостійно користуватися додатковими джерелами; правильно використовувати термінологію; складати таблиці, схеми.
	8	Знання здобувача досить повні, він вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях; вміє аналізувати, робити висновки; відповідь повна, логічна, обґрунтована, однак з окремими неточностями; вміє самостійно працювати, може підготувати реферат і обґрунтувати його положення.
	9	Здобувач вищої освіти вільно володіє вивченим матеріалом, застосовує знання у дещо змінених ситуаціях, вміє аналізувати і систематизувати інформацію, робить аналітичні висновки, використовує загальновідомі докази у власній аргументації; чітко тлумачить предметні поняття, категорії; може самостійно опрацьовувати матеріал, виконує прості творчі завдання; має сформовані типові навички.
В и	10	Здобувач вищої освіти володіє глибокими і міцними знаннями та

		використовує їх у нестандартних ситуаціях; може визначати особливості процесів, фактів, явищ; робить аргументовані висновки; практично оцінює сучасні здобутки методики навчання біології; самостійно визначає мету власної діяльності; виконує творчі завдання; може сприймати іншу позицію як альтернативну; використовує знання, аналізуючи різні явища, процеси.
	11	Здобувач вищої освіти володіє узагальненими знаннями з навчальної дисципліни, аргументовано використовує їх у нестандартних ситуаціях; вміє знаходити джерела інформації та аналізувати їх, ставити і розв'язувати проблеми, застосовувати вивчений матеріал для власних аргументованих суджень у практичній діяльності (диспути, круглі столи тощо); спроможний за допомогою викладача підготувати виступ на студентську наукову конференцію; самостійно вивчити матеріал; визначити програму своєї діяльності.
	12	Здобувач вищої освіти має системні, дієві знання, виявляє неординарні творчі здібності в навчальній діяльності; використовує широкий арсенал засобів для обґрунтування та доведення своєї думки; розв'язує складні проблемні ситуації та завдання; схильний до системно-наукового аналізу та прогнозу явищ; уміє ставити і розв'язувати проблеми, самостійно здобувати і використовувати інформацію; займається науково-дослідною роботою; логічно та творчо викладає матеріал в усній та письмовій формі; розвиває свої здібності й схильності; використовує різноманітні джерела інформації; моделює ситуації в нестандартних умовах.

Рейтингова оцінка у балах (r_k) знань, умінь і навичок здобувача вищої освіти на навчальних заняттях із навчальної дисципліни обчислюється після проведення навчальних занять та ліквідації поточної заборгованості, пов'язаної із пропусками занять, непідготовленістю або недостатньою підготовленістю до них, за такою формулою:

$$r_k=(0,05r^c_k+0,4)*R_k,$$

де r^c_k – середня оцінка навчальної діяльності здобувача на заняттях, тобто частка від ділення суми всіх (позитивних від 4 до 12) оцінок на їх кількість, R_k – максимально можливий бал оцінювання результатів навчальної діяльності з дисципліни чи змістового модуля.

Очікується, що всі студенти відвідають лекційні та практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

ТЕМА 1. ЗАКОНОМІРНОСТІ УСПАДКУВАННЯ ОЗНАК

Мета заняття. *Ознайомитися з закономірностями успадкування ознак при моногібридному, дигібридному і полігібридному схрещуванні, з явищем множинного алеломорфізму і особливостями його успадкування, з успадкуваням ознак при різній взаємодії алельних і неалельних генів.*

Повне домінування

Завдання 1. Плоди томату бувають круглими і грушеподібними. Ген круглої форми домінує**.**

1. Які генотипи батьківських рослин, якщо серед нащадків виявилось рослин з круглими і грушеподібними плодами порівну?

2. У парниках овочевого господарства висаджена розсада томатів, яку виростили з гібридного насіння. 31750 кущів цієї розсади дали плоди грушеподібної форми, а 95250 – круглої. Скільки серед них гетерозиготних рослин?

Розв'язування:

Відповідь:

Завдання 2. У томатів ген нормального росту домінує над геном карликовості. Якого росту будуть рослини першого покоління від схрещування гомогаметних високих рослин з карликовими? Яке співвідношення високих і карликових рослин можна очікувати в другому поколінні від схрещування: рослин першого покоління між собою; рослин першого покоління з карликовою батьківського формою**?**

Розв'язування:

Відповідь:

Неповне домінування. Кодомінування

Завдання 3. Комолість (Р) у великої рогатої худоби домінує над рогатістю (р). Три корови спаровані з одним і тим же комолим бугаєм. Від спаровування рогатої корови 1 одержали рогате теля, від спаровування з рогатою коровою 2 одержали комоле теля, а від спаровування з комолою коровою 3 одержали рогате теля. Які генотипи всіх батьківських особин ?

Розв'язування:

Відповідь:

Аналізуюче схрещування.

Завдання 4. У курей трояндоподібний гребінь домінує над простим. Птахівник підозрює, що деякі з особин, які мають трояндоподібний гребінь, гетерозиготні за фактором простого гребеня. Як встановити вони гетерозиготні чи гомозиготні?

Розв'язування:

Відповідь:

Завдання 5. У котів нормальна шерсть домінує над ангорською. Кішка, яка мала нормальну шерсть була спарована з ангорським котом і народила 8 кошенят: 6 нормальних і 2 ангорських. Встановити відповідність фактичного розщеплення очікуваному.

Розв'язування:

Відповідь:

2. ЗАКОНОМІРНОСТІ УСПАДКУВАННЯ ПРИ ДИГІБРИДНОМУ ТА ПОЛІГІБРИДНОМУ СХРЕЩУВАННІ

Мета: закріпити теоретичні знання про закономірності успадкування при ди- і полігібридному схрещуванні, навчитися розв'язувати типові генетичні задачі на успадкування при ди- і полігібридному схрещуванні

Дигібридне схрещування.

Завдання 1. У томатів пурпуровий колір стебла домінує над зеленим, розсічені листки над цілокраїми. Ознаки успадковуються незалежно. Нижче наведено результати схрещувань, на основі яких необхідно визначити найбільш вірогідні генотипи вихідних рослин у кожному з наведених схрещувань:

Фенотипи батьківськи хрослин	Кількість рослин у нащадках			
	пурпурові, розсічені	пурпурові, цілокраї	зелені, розсічені	зелені, цілокраї
Пурпурові розсічені х пурпурові розсічені	258	95	100	28
Пурпурові цілокраї х зелені розсічені	117	120	125	119
Пурпурові розсічені х зелені цілокраї	98	-	-	-

Розв'язування:

Відповідь:

Полігібридне схрещування.

Завдання 2. Рослина має генотипAaBbCc:

1. Скільки типів гамет вона утворює?
2. Скільки різних фенотипів буде при самозапиленні (за умови повного домінування за всіма парами генів)?
3. Скільки різних генотипів буде при самозапиленні цієї рослини?
4. Скільки різних фенотипів може бути при самозапиленні вище названої рослини, якщо припустити неповне домінування за всіма парами генів?

Розв'язування:

Відповідь:

Завдання 3. У людини *(Homo sapiens L.)* катаракти мають кілька спадкових форм. Яка ймовірність того, що дитина буде мати цю хворобу, якщо обидва

батьки страждають її аутосомно-домінантною формою і гетерозиготні за нею, а також гетерозиготні за двома рецесивно-аутосомними формами катаракти, не пов'язаними між собою?

Розв'язування:

Відповідь:

Завдання 4. У морських свинок ген чорного забарвлення шерсті "В" домінує над білим "в", а коротко шерстність "А" – над довго шерстністю "а".

Гени забарвлення і довжини шерсті успадковуються незалежно один від одного. Гомогаметна чорна довгошерста тварина схрещена з гомогаметною білою короткошерстою. Вказати генотипи батьків і очікувані генотипи та фенотипи нащадків.

Розв'язування:

Відповідь:

3. ЗАКОНОМІРНОСТІ УСПАДКУВАННЯ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ АЛЕЛЬНИХ ГЕНІВ

Мета: закріпити теоретичні знання про взаємодію алельних генів, навчитися розв'язувати типові генетичні задачі на успадкування при взаємодії алельних генів.

Успадкування груп крові у людини (кодомінування, множинний алелізм).

Завдання 1. У матері I група крові, у батька – IV група. Чи можуть діти успадкувати групу крові одного зі своїх батьків? Які групи крові можуть бути в дітей цих батьків?

Розв'язування:

Відповідь:

Завдання 2. У більшості людей кров містить антиген Rh (резус-фактор), який успадковується як домінантна ознака (Rh^+). В крові інших людей антиген відсутній (Rh^-) – рецесивна ознака. Від шлюбу жінки з резус-негативною кров'ю II групи і чоловіка з резус-позитивною кров'ю III групи народилася дитина з резус-негативною кров'ю I групи. Встановити генотипи батьків.

Розв'язування:

Відповідь:

Успадкування інших ознак за типом кодомінування.

Завдання 3. У великої рогатої худоби шортгорнської породи червона масть “К” домінує над білою “к”. Гетерогаметні особини “Кк” мають чалу масть. Одна шортгорнська корова принесла за одне отелення 5 телят, в тому числі одного бугайця червоної, двох телиць чалої і двох білої масті. Визначити масть бугая і корови від яких народились ці телята.

Розв’язування:

Відповідь:

Успадкування ознак по типу множинних алелей.

Завдання 4. У кролів алелі дикого забарвлення (С), гімалайського забарвлення (c^h) та альбінізма (с) утворюють серію множинних алелей, які домінують в такому порядку: алель С домінує над двома іншими, а алель c^h домінує над алелем с. Які необхідно провести схрещування, щоб визначити генотип кроля з диким типомзабарвлення?

Розв'язування:

Відповідь:

Завдання 5. У каракульських овець ген Р має плейотропну дію: він зумовлює сіре забарвлення смушки (ширазі) і в гомогаметному стані порушує функції травлення. У результаті особини генотипу РР не можуть перетравлювати грубі корми і після закінчення молочного періоду гинуть. Ген рр зумовлює чорне забарвлення. Гомогамети рр і гетерогамети Рр життєздатні. Яка кількість ягнят загине, якщо 240 сірих маток покрити сірими плідниками ? Яку схему підбору необхідно використовувати, щоб запобігти загибелі ягнят ?

Розв'язування:

Відповідь:

4. ЗАКОНОМІРНОСТІ УСПАДКУВАННЯ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ НЕАЛЕЛЬНИХ ГЕНІВ

Мета: закріпити теоретичні знання про закономірності успадкування при взаємодії неалельних генів, оволодіти методикою розв'язування типових генетичних задач на успадкування при взаємодії неалельних генів.

Комплементарний тип взаємодії неалельних генів.

Завдання 1. При схрещуванні двох карликових рослин кукурудзи були отримані нащадки нормальної висоти. У F_2 від схрещування між собою рослин F_1було отримано 452 рослини нормальної висоти та 352 карликові. Визначте генотипи батьків. Поясніть отримані результати.

Розв'язування:

Відповідь:

Завдання 2. Як успадковується забарвлення пір'я в довгохвостих папужок, якщо від схрещування блакитних особин з жовтими у першому поколінні всі нащадки виявились зеленими, а в другому гібридному поколінні відбулося розщеплення – 56 зелених, 18 блакитних, 20 жовтих, 6 білих? Визначте генотипи вихідних птахів.

Розв'язування:

Відповідь:

Завдання 3. У курей форма гребеня обумовлюється генами двох алелей Rr і Cc. Рецесивні гени обох алелей сприяють розвитку листоподібного або простого гребеня. Ген R є домінантним і обумовлює трояндоподібну форму гребеня, а ген C – стручкоподібну. Комбінована дія генів R і C дає горіхоподібний гребінь (RrCc). Які генотипи і фенотипи можливі при спаровуванні дигетерогаметних (RrCc) в першому і другому поколіннях ?

Розв'язування:

Відповідь:

Епістатичний тип взаємодії неалельних генів.

Завдання 4. При схрещуванні кроликів агуті (дикий тип – сіре забарвлення) з чорними в першому поколінні отримали нащадків із забарвленням агуті, а в другому – 68 агуті, 17 чорних та 6 блакитних кроленят. Поясніть отримані результати. Визначте генотипи батьків.

Розв'язування:

Відповідь:

Завдання 5. У коней сіра масть обумовлена дією домінантного гена “С”, а ворона – домінантним геном другої алельної пари – “В”. Рецесивний стан генів сірої “с” і вороної “в” мастей, обумовлює прояв рижої масті. Домінантний ген сірої масті “С” подавляє дію неалельного домінантного гена вороної масті “В”. Які генотипи і фенотипи можливі в першому і другому поколінні при схрещуванні коней сірої (ССВВ) і рижої (ссвв) мастей ?

Розв’язування:

Відповідь:

Полімерний тип взаємодії неалельних генів.

Завдання 6. При схрещуванні рослин вівса з волотистою формою суцвіття в першому поколінні всі рослини мали волотисте суцвіття, а в другому поколінні серед 208 рослин 10 були з одногривим суцвіттям, інші – волотисті. Як успадковується ознака? Які генотипи вихідних рослин та рослин F_1? Які будуть нащадки від схрещування нащадків F_1з рослинами F_2, які мають одногриве суцвіття?

Розв'язування:

Відповідь:

Множинна (плейотропна) дія генів.

Завдання 7. Колір шерсті у мишей контролюють такі гени: А – чорний, а – коричневий, В – модифікуючий ген, який послаблює чорне забарвлення до димчастого, в – не впливає на колір. Яких нащадків слід очікувати у F_2при схрещуванні двох гомозиготних особин з чорним і коричневимзабарвленням?

Розв'язування:

Відповідь:

Особливості успадкування кількісних ознак.

Завдання 8. Вивчення успадкування довжини квітки самозапильного тютюну показало, що ця ознака контролюється чотирма парами генів, які взаємодіють за типом некумулятивної полімерії. Яку довжину квітки будуть мати нащадки F_1? Яка частина рослин F_2буде мати таку ж довжину квітки, як і гомозиготні батьківські форми (довжина квітки рецесивної вихідної форми 40 мм, домінантної – 9 3мм)?

Розв'язування:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____**Відповідь:**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Контрольні питання

1. Особливості гібридологічного аналізу.
2. Моногібридне і ди - і полігібридне схрещування.
3. Закони Менделя.
4. Закон чистоти гамет.
5. Типи домінування.
6. Фактори, які впливають на характер розщеплення ознак у гібридів.
7. Поняття про аналізуюче, реципрокне та зворотне схрещування.
8. Взаємодія алельних генів при повному і неповному домінуванні.
9. Типи взаємодії неалельних генів.
10. Плейотропна дія генів

ТЕМА 2. ЦИТОГЕНЕТИКА

Мета заняття. *Повторити будову клітини і механізм її поділу. Навчитися розрізняти клітини на різних стадіях мітозу та визначати мітотичний індекс.*

Завдання 1. Розгляньте постійний мікропрепарат «Мітоз». Знайдіть і розгляньте клітини, які перебувають в інтерфазі та різних фазах мітозу. Заповніть таблицю 1 та підрахуйте мітотичний індекс за формулою:

Таблиця 1

Номер поля зору під мікроскопом	Число клітин у					
	Профазі (П)	Метафазі (М)	Анафазі (А)	Телофазі (Т)	Інтерфазі (І)	Разом (У)

Завдання 2. Ознайомтеся з методикою ідентифікації хромосом.

Для ідентифікації хромосом необхідно дотримуватися вимог: всі хромосоми повинні лежати у одній площині окремо одна від одної і не повинні бути занадто спіралізовані. Якщо хромосоми на метафазній пластині будуть розкинені, то це супроводжується втратою деяких з них. За великої спіралізації неможливо правильно визначити форму дрібних хромосом. Ідентичний стан спіралізації визначають за індексом спіралізації (I^s) на мікрофотографіях метафазних пластинок за формулою:

$$I^s = \frac{\textit{Сума довжин двох коротких хромосом}}{\textit{Сума довжин двох довгих хромосом}}.$$

Для дослідження беруть метафазні пластинки з однаковими індексами спіралізації.

Ідентифікація хромосом здійснюється шляхом застосування наступних показників.

1. Абсолютна довжина кожної хромосоми L^a, мкм.
2. Відносна довжина хромосоми L^r, %:

$$I^r = \frac{\textit{Довжина даної хромосоми}}{\textit{Довжина всіх хромосом}} \cdot 100..$$

3. Плечовий індекс I^b:

$$I^b = \frac{\textit{Довжина довгого плеча}}{\textit{Довжина короткого плеча}}.$$

4. Центромерний індекс I^c, %:

$$I^c = \frac{\textit{Довжина короткого плеча хромосоми}}{\textit{Довжина всієї хромосоми}} \cdot 100.$$

5. Число плечей хромосом або основне число *NF*, до якого входить число плечей аутосом і двох *X*-хромосом.

Довжина плечей хромосом вимірюється під мікроскопом за допомогою окуляромікрометра. Довжину плечей хромосом можна вимірювати по мікрофотографіях. Негативи метафазпластинок при постійному збільшенні

проектують через фотозбільшувач на лист паперу і замальовують хромосоми. Потім за рисунками вимірюють плечі хромосом кронциркулем з точністю до десятих частин міліметра.

Завдання 3. Складіть схеми мітозу і мейозу, намалюйте та дайте генетичну характеристику фазам поділу.

1. **СХЕМА МІТОЗУ**

Схематичні малюнки хромосомних змін у клітині	Генетична характеристика

2. СХЕМА МЕЙОЗУ

Схематичні малюнки хромосомних змін у клітині	Генетична характеристика
Редукційний поділ	

Екваційний поділ	

Завдання 4. Вивчити порядок ідентифікації хромосом.

Контрольні питання

1. Будова клітини і генетичне значення окремих органоїдів у спадковості.
2. Основні положення клітинної теорії.
3. Мітоз і його біологічне значення.
4. Мейоз, його генетична і біологічна суть.
5. Генетична характеристика фаз мітозу.
6. Генетична характеристика фаз мейозу.
7. Поняття про каріотип. Методи вивчення каріотипу.
8. Гаметогенез. Генетичні особливості сперматогенезу і оогенезу.
9. Типи розмноження організмів.
10. Особливі види розмноження організмів.

ТЕМА 3. ХРОМОСОМНА ТЕОРІЯ СПАДКОВОСТІ

Мета заняття. *Ознайомлення з особливостями успадкування ознак при зчепленні гені та кросинговером. Вивчити основні положення хромосомної теорії спадковості.*

Завдання 1. У кролів білоплямисте забарвлення “А” домінує над білим одноманітним “а”, а коротка шерсть “В” – над довгою “в”. При схрещуванні гомогаметних білоплямистих короткошерстних кролів з білими довгошерстними були отримані дигібриди АаВв, яких пізніше схрещували з білими довгошерстними кролями і в результаті цього було отримано таке розщеплення нащадків за ознаками: білоплямистих короткошерстних (БПК) – 72 гол., білих довгошерстних (БД) – 69 гол., білоплямистих довгошерстних (БПД) – 4 гол., білих короткошерстних (БК) – 3 гол. Необхідно встановити:
1) зчеплено чи незалежно успадковуються ознаки, що детерміновані генами А і В?; 2) якщо гени зчеплені, то яка генетична відстань між ними ?

Завдання 2. Дайте відповідь, яка генетична відстань між генами А і В, якщо при схрещуванні дигетерогамет з гомогаметами за рецесивними генами, у F_1 було отримано 15,6 % нащадків з рекомбінантними ознаками.

_____

_____

Завдання 3. Гени А, В і С відносяться до однієї групи зчеплення. Відстань між генами А і В дорівнює 20 сМ, а між С і В – 25 сМ. Ген С розміщений в нульовому локусі (0,0) хромосоми. Визначте послідовність розміщення локусів цих генів в хромосомі. Покажіть графічно.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Завдання 4. Гени D, E, F локалізовані у вказаному порядку в одній хромосомі. Між D і E перехрещення складає 8%, а між D і F – 25%. Яке перехрещення між генами E і F ?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Складання карт хромосом

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Варіанти кросинговеру

Контрольні питання.

1. Які гени називаються зчепленими?
2. Поняття групи зчеплення і їх кількість.
3. Повне і неповне зчеплення генів.
4. Кросинговер, біологічна суть і генетичне значення.
5. Генетичні карти хромосом і принципи їх побудови.

ТЕМА 4. ГЕНЕТИКА СТАТІ

Мета заняття. *Ознайомитися з хромосомним типом визначення статі.*

Завдання 1. У людей одна гемофілія успадковується як рецесивна ознака (h) і зчеплена з "Х" – хромосомою. Звертання крові детерміновано домінантним геном (Н).

1. Мати і батько здорові. Їх єдина дитина хвора на гемофілію. Хто з батьків передав дитині ген гемофілії?

2. Здорова жінка, гетерогаметна за геном гемофілії, одружилась з здоровим чоловіком. Яка ймовірність, що їх дитина буде хворою? У кого з дітей – синів чи дочок – більша загроза захворіти?

3. Яка ймовірність народження дитини-гемофіліка у здорового чоловіка, брат якого хворий на гемофілію; у жінки, здорової, яка має хворого брата?

Завдання 2. У курей домінантний ген, який визначає поперечносмугасте забарвлення пір'я локалізований в Z – хромосомі. Рецесивний ген дає чорне забарвлення пір'я. Яких за забарвленням потрібно взяти півнів і курок, щоб отримати курчат чорного і поперечносмугастого забарвлення? Складіть схеми схрещувань.

Завдання 3. У котів ген “А” зумовлює чорну масть, а ген “В” - руду. Гени “А” і “В” зчеплені зі статтю. Біле забарвлення контролюється аутосомними генами. Яку масть будуть мати нащадки при паруванні чорного кота з рудою кішкою, чорного кота з трьохмастною кішкою? Поясніть: Чому в природі рідко зустрічаються трьохмастні коти і яка причина цьому спричиняє?

Завдання 4. При спаровуванні коричневої чубатої самки з самцем зеленого оперення без чуба одержано потомство у співвідношенні: 2 зелені чубаті самки, 1 коричневий чубатий самець і 1 коричневий без чуба самець. Визначити генотипи батьків. Ген зеленого забарвлення оперення **B** і його алель коричневого оперення **b** розміщені в статевій Х-хромосомі. Наявність чуба (**C**) та його відсутність (**c**) визначається аутосомно.

Контрольні питання.

1. Що таке аутосоми і статеві хромосоми?
2. Суть гомо- і гетерогаметності статі у різних видів тварин.
3. Як успадковується стать у ссавців, птахів, бджіл?
4. Як успадковуються ознаки, гени яких локалізовані в “Х”-хромосомах?
5. В чому суть епігамного, прогамного і сингамного типів статевої детермінації?
6. Суть балансової теорії визначення статі.

ТЕМА 5. МОЛЕКУЛЯРНА ГЕНЕТИКА

Мета заняття. *Метод структурного моделювання генетичних процесів дає змогу з'ясувати структурні і функціональні особливості, які визначають основні властивості спадковості, розширити уяву про генотип організму як систему взаємопов'язаних функціональних одиниць спадкової інформації.*

Завдання 1. Скласти графічні моделі молекул ДНК і РНК, транскрипції, трансляції (**А Г Г Ц А Ц А Г Ц А А Г Ц Ц А Г А Ц**).

Завдання 2. Встановити послідовність амінокислот в пептидному ланцюгу білкової молекули, якщо молекула ДНК має таку послідовність нуклеотидів на матричному ланцюгу (індивідуальне завдання).

Які зміни у синтезі білку внесе виключення з молекули ДНК третього і дев'ятого нуклеотидів ?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

ГЕНЕТИЧНИЙ КОД /МОЛЕКУЛИ і-РНК/

Перша позиція в колонці	Друга позиція				Третя позиція в колонці
	У	Ц	А	Г	
У	УУУ УУЦ Фен. УУА УУГ Лей.	УЦУ УЦЦ Сер. УЦА УЦГ	УАУ УАЦ Тир. УАА (охра) УАГ (амбер)	УГУ УГЦ Цис. УГА (опал) УГГ Три.	У Ц А Г
Ц	ЦУУ ЦУЦ Лей. ЦУА ЦУГ	ЦЦУ ЦЦЦ Про. ЦЦА ЦЦГ	ЦАУ ЦАЦ Гис. ЦАА ЦАГ Глун.	ЦГУ ЦГЦ Арг. ЦГА ЦГГ	У Ц А Г
А	АУУ АУЦ Ілей. АУА АУГ Мет.	АЦУ АЦЦ Треон. АЦА АЦГ	ААУ ААЦ Аспн. ААА ААГ Ліз.	АГУ АГЦ Сер. АГА АГГ Арг.	У Ц А Г
Г	ГУУ ГУЦ ГУА Вал. ГУГ	ГЦУ ГЦЦ ГЦА Ала. ГЦГ	ГАУ ГАЦ Асп. ГАА ГАГ Глу.	ГГУ ГГЦ ГГА Глі. ГГГ	У Ц А Г

Завдання 3. Відрізок гена має таку послідовність нуклеотидів у одному з ланцюжків: **АГЦЦТТГГГАТТЦЦАААЦГТАЦЦГГААГГЦ**... Вкажіть будову відповідного відрізка білка, який закодований цим геном. Визначте, що важче, білок чи його ген (молекулярна маса амінокислот 110, а нуклеотидів – 330).

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Контрольні питання

1. Хімічний склад і будова ДНК. Біологічне значення ДНК у синтезі білку.
2. Хімічний склад і будова РНК. Типи РНК і їх функції.
3. Правила Чарграфа.
4. Передача спадкової інформації в системі ДНК-РНК-білок (транскрипція і трансляція).
5. Генетичний код, його особливості.
6. Ген як елементарна одиниця спадковості. Структура та функція гена, властивості гена.
7. Схематична характеристика синтезу білку в клітині.
8. Принципові схеми регуляції синтезу білку в клітині.

ТЕМА 6. ГЕНЕТИКА ПОПУЛЯЦІЙ

Мета заняття. *Вивчити закономірності генетичних процесів в популяції, знати порядок аналізу структури популяції, навчитись прогнозувати ймовірність появи нових генотипів, в тому числі носіїв шкідливих рецесивних генів.*

Визначення частоти генів і генотипів.

Мета: ознайомити студентів з методологією генетики популяцій.

Матеріали та обладнання: горох жовтий і зелений, гладенький і зморшкуватий; популяційний посуд (мішки відповідних розмірів, пластмасові або скляні банки, тощо); ваги, склянки для зважування; калькулятори.

Хід роботи:

1. Сформувати популяцію. Для цього у популяційній посудині (мішок, або будь-яка місткість потрібного розміру) слід змішати жовті і зелені або гладенькі і зморшкуваті горошини у пропорціях, визначених викладачем для кожного студента. Відміряти горошини можна на вагах або за допомогою посудини невеликої місткості (склянок). Однак перевагу треба віддавати вагам, тому що вони дозволяють точніше регулювати співвідношення генів. Ретельно перемішати вміст популяції.
2. Визначити частоти фенотипів, генів і генотипів при кодомінантному спадкуванні ознаки. У цьому випадку кожна окрема горошина є «алелем», а тому вилучати їх слід парами, які формуються наосліп.
3. Вилучити з популяції 25 особин – 25 пар горошин. Записати кількість пар жовтий-жовтий (гомогамети *АА),* жовтий-зелений (гетерогамети *Аа)* і зеденний-зелений (гомогамети *аа).*
4. Повернути особини до популяції.
5. Повторно здійснити вилучення особин і облік фенотипів, збільшивши вибірку до 50, а після чергового повернення їх до популяції – до 100 особин.
6. Для кожної вибірки визначити одержані в досліді частоти генотипів (при кодомінуванні частоти генотипів і фенотипів збігаються тому, що всі генотипи чітко розрізняються і за фенотипами).
7. Для кожної вибірки визначити частоту алелів і їхню похибку (дисперсію), як це показано у табл. 1.

Таблиця 1

Визначення частоти гена при домінуванні та кодомінуванні для аутосомних локусів

Фенотип	Кількість особин	Алелі	Частота генотипу	Частота гена і його дисперсія
АА	n_{AA}	*p-A*	p^2	$p = \frac{n_{Aa} + 2n_{AA}}{2N}$; $\sigma_p^2 = \frac{p(1-p)}{2N}$.
Аа	n_{Aa}		*2pq*	

aa	n_{aa}	*q-a*	q^2	$q = \frac{n_{Aa} + 2n_{aa}}{2N}$; $\sigma_p^2 = \frac{q(1-q)}{2N}$.
Разом	*N*			

8. Виходячи з одержаних значень частот алелів, за допомогою формули Харді-Вайнберга визначити частоти генотипів, які очікуються для кожної вибірки.
9. За допомогою критерія X^2 для кожної вибірки порівняти теоретично очікуваний розподіл генотипів з розподілом, що спостерігається в досліді.

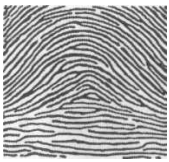
Дерматогліфіка.

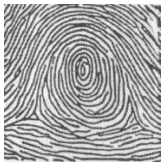
Мета: дослідити відбитки папілярних ліній пальців рук, визначити типи пальцевих візерунків, розрахувати дельтовий індекс.

Обладнання: друкарська фарба, валик.

Хід роботи:

1. Розгляньте на рис. 1 варіанти візерунків на шкірі пальців рук. Намалюйте в протоколі три основні типи візерунків: дугу, петлю, завиток і позначте їх відповідно літерами *A, L, W.*





А Б В

Рис. 1. Варіанти візерунків шкіри пальців:

А – дуга (А); Б – петля (L); В – завиток (W).

2. Отримайте відбиток папілярних ліній пучок власних пальців рук. Для цього вимийте ретельно руки з милом і витріть їх насухо. По кожному пальцю проведіть валиком, прикладаючи його послідовно до радіальної, медіальної та ульнарної поверхонь кінцевої фаланги. Потім зробіть на папері відбиток кожного пальця з радіального боку, обережно повернувши його до ульнарного краю. Відбитки пальців робіть у певному порядку – зліва направо, спочатку пальців лівої руки, а потім пальців правої руки.

3. Пальцеві візерунки правої та лівої руки запишіть за таким зразком:

	I	II	III	IV	V
Права рука	W	L^u	L^r	L^r	L^r
Ліва рука	L^r	L^r	L^r	L^r	L^r

Римськими цифрами позначені відповідно перший (I), другий (II), третій (III), четвертий (IV), п’ятий (V) пальці лівої та правої руки. Візерунки на

пальцях позначають відповідно літерами: *W* (англ. whorl — завиток); *A* (англ. arch — дуга); *L* (англ. lor — петля). Якщо петля відхиляється в бік променевої кістки, вона називається радіальною (L^r), якщо в бік ліктьової кістки — ульнарною (L^u).

Дельтовий індекс, який вказує на кількість трирадіусів, або дельт (їх так називають за подібністю фігури до грецької літери А), у певної людини визначають за формулою:

$$Dl = L + 2W/A + L + W \times 10,$$

де *L* — загальна кількість усіх петель на правій та лівій руці;

W — загальна кількість усіх завитків на правій та лівій руці;

A — загальна кількість усіх дуг на правій та лівій руках.

У нашому випадку дельтовий індекс становить:

$$DI = (9 + 2 \times 1)/(0 + 9 + 1) \times 10 = 11.$$

Слід пам'ятати, що папілярні лінії різних напрямків ніколи не перетинаються, але в певних місцях можуть зближуватися, утворюючи трирадіуси (дельти). Кожний завитковий візерунок має дві дельти, петля — одну, а дуга не утворює жодної.

Кількісним показником дерматогліфії є підрахунок гребенів (кількість папілярних ліній між дельтою і центром візерунка). Порахуйте кількість гребенів від дельти до центра візерунка на кожному пальці малюнка і визначте їхнє сумарне середнє значення для десяти пальців. Гребеневий підрахунок зробіть так. Від дельти до центра візерунка проведіть пряму лінію і порахуйте кількість гребенів, які перетинають цю лінію. Кількість гребенів записується під відбитком кожного пальця. При цьому не рахують ні трирадіуса, ні кінцевого гребеня, що утворює центр візерунка. У петлях кінцевий гребінь враховується. У нашому ви-падку гребеневий рахунок такий:

$$(10 + 16 + 7 + 15 + 24) + (18 + 14 + 9 + 18 + 14) = 145.$$

Дослідивши відбитки папілярних ліній своїх пальців рук, розрахуйте свій дельтовий індекс і порахуйте кількість гребенів.

4. Отримайте відбиток рельєфу своєї долоні. Для цього гумовим валиком проведіть кілька разів по скляній пластинці з фарбою, а потім рівномірно нанесіть ним фарбу на долоню й пальці. Розмістіть долоню з фарбою ульнарним краєм над аркушем паперу і повільно опустіть її на нього. Натисніть іншою рукою на середину тильного боку кисті, щоб глибокі частими долоні щільно притиснулися до паперу. Великий палець обережно, не зсовуючи з місця, притисніть до паперу нігтьовою фалангою, одночасно повертаючи його в бік вказівного, потім різко підніміть кисть від паперу вертикально вгору. Відбиток правої долоні виконується аналогічно. Фарбу з долоні ними зніміть ватою, змоченою скипидаром. Руки помийте теплою водою з милом.

Знайдіть кут *atd* на відбитку вашої долоні. Біля основи II, III, IV і V пальців локалізуються пальцеві трирадіуси – це місця, в яких сходяться три напрямки папілярних ліній. їх позначають відповідно латинськими літерами *a, b, c, d* (рис. 2). Поблизу браслетної складки міститься головний осьовий долонний трирадіус; він позначається латинською літерою *t*. Знайдіть і з'єднайте лініями

точки *a, t, d* на відбитку вашої долоні. За допомогою транспортира виміряйте значення кута *atd* (у нормі він не повинен перевищувати 57°).

Запишіть у протокол формулу К. Хольцингера для визна-чення коефіцієнта спадковості *Н:*

$$H = (Коб - Кдб) / (100\ \% - Кдб),$$

де *Н* — коефіцієнт спадковості;

Коб — конкордантність однозиготних близнюків, %;

Кдб — конкордантність дизиготних близнюків, %.

Рис. 2. Відбиток долоні

Кут *atd:*

- 108° –синдром Патау;
- 81°–синдром Дауна;
- 66° –синдром Шерешевського-Тернера;
- 48-57° – норма;
- 42° – синдром Клайнфельтера.

Мінливість фенетичної структури популяцій колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say)

Колорадський жук є основним шкідником рослин сортів роду *Solanum* і активно винищується на сільськогосподарських угіддях. Різні хімічні агенти, які використовують для цього, зумовлюють великий рівень мутаційної мінливості представників даного виду. Враховуючи багаточисельність популяцій колорадського жука, його широку розповсюдженість, і великий рівень індивідуальної та популяційної мінливості, саме на цьому об’єкті

проводять довгострокові спостереження та експерименти по з'ясуванню особливостей мікроеволюції видів.

Для досліджень мінливості популяцій колорадського жука найчастіше використовують варіації малюнку на його передній спинці (рис. 1, 2). Чорні плями та смуги, які в сукупності утворюють типовий малюнок, характерний для цього виду, розглядаються як фени окремих груп. При цьому описують наявність чи відсутність певних фенів, їх кількість та розміщення (зрощені вони чи розташовуються окремо).

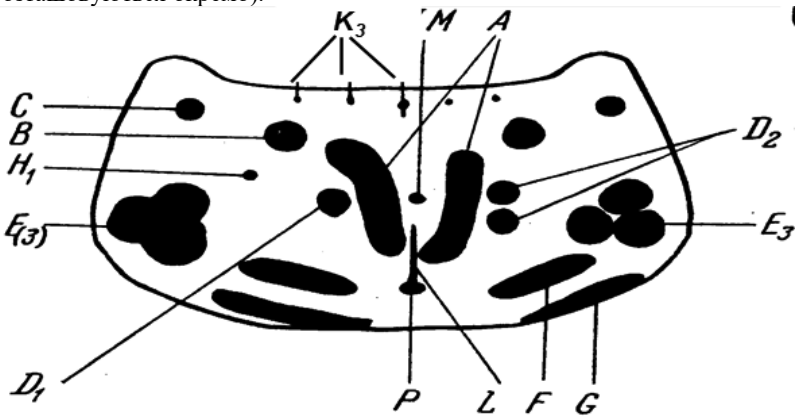


Рис. 1. Схема розташування фенів на передній спинці колорадського жука. Групи фенів вказані латинськими літерами.

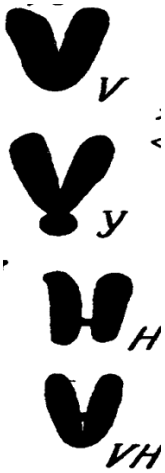


Рис. 2. Фени групи А.

Для аналізу мінливості малюнка використовують видозмінену формулу Тауера. Формула має вигляд дробу, де в чисельнику буквами позначають фени лівої сторони передньої спинки, а в знаменнику – правої, цифрами позначають їх число, а дужками вказують на їх злиття. Фени малюнка, які розташовані на повздовжній осі, позначаються перед формулою (K, L, M, P), а фени групи A – в кінці формули. Формула малюнка на передній спинці колорадського жука буде мати вигляд:

$$KMLP\frac{A^1BCD_1E_{(3)}GHF}{A_1BCD_2E_3GHF}U$$

Дослідження варіацій малюнку показало, що найбільш мінливими є фени груп A, D, E, K. Аналіз їх мінливості дозволив виділити як самостійні фени деякі їх модифікації. Так, смуга A може мати згин вгорі (символ A^1) або внизу (A_1), зливатися з феном B (символ AB). Якщо смуги A не злиті разом, то це приймається за фен U. Якщо смуги A зливаються нижніми кінцями, такий фен називають V, якщо горизонтальною смужкою – H. Якщо фен V зливається з феном P, то утворюється фен Y. Фен D утворює варіації у вигляді однієї (D_1), двох (D_2) та трьох (D_3) плям. Вони можуть зливатися, утворюючи смужку, паралельну фену A (D1). Фени групи E також утворюють різні кількісні варіації.

Завдання 1. Описати варіації малюнка, використовуючи групи фенів, на передній спинці колорадського жука.

1. Уважно роздивитися жука та знайти на ньому фени таких груп: A, B, C, D, E, F, G, H, K, L, M, P. На малюнку нижнім індексом біля букви, що позначає групу, позначена кількість фенів (наприклад, D_2). Якщо цифра розміщена у дужках, це означає, що фени розміщені дуже близько, ніби є зрощеними (наприклад, $E_{(3)}$).

2. Роздивитися задопомогою лупи фени на передній спинці колорадських жуків, які надано.

3. Заповнити таблицю, описавши таким чином фенотип кожного з наданих жуків; вказати символічно кількість фенів та зрощені вони чи ні (фени групи A мають більш досліджені варіації, тому введені їх символічні позначки.

4. Визначити частоти окремих груп фенів. Зробити висновок щодо того, які групи фенів є найбільш мінливими.

№	Групи фенів та їх варіації											
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	P

Завдання 2. У стаді кролів 150 особин мали біле забарвлення шерсті і 350 шиншилове. Потрібно розрахувати частоту фенотипів кролів за цими ознаками.

Завдання 3. У великої рогатої худоби шортгорнської породи червона масть зумовлена генами "**АА**", біла – "**аа**" і чала – "**Аа**". У стаді з N=1610 голів, виявлено 640 червоних, 860 чалих і 110 білих тварин. Необхідно розрахувати частоту генотипів і алелей.

Завдання 4. У кролів генотипи АА і Аа за ознакою сірої масті, а аа – білої. В популяції із 200 голів, 50 кролів були білими. Потрібно визначити частоту генотипів і алелей.

Завдання 5. У коней чистокровної верхової породи носова кровотеча зумовлена рецесивним геном "а". На кінному заводі серед 4890 голів 14 коней хворіли носовою кровотечею і загинули після змагань. Потрібно встановити, скільки тварин в популяції є носіями цього гена і яка ймовірність появи коней з носовою кровотечею в послідуючих поколіннях при вільному спаровуванні фенотипічно здорових тварин ?

Завдання 6. Частота алелей груп крові у людей різних популяцій була такою (табл. 1) Необхідно встановити генетичну подібність між цими популяціями.

Таблиця 1

Популяції	Частоти алелей		
	О	А	В
X_i- американські індійці (тоба)	0,993	0,007	0
$У_i$-індійці (гоа)	0,540	0,208	0,254

Алгоритм розрахунку

X_i	$У_i$	$X_iУ_i$	X_i^2	$У_i^2$
		$X_iУ_i$=	X_i^2=	$У_i^2$=

Контрольні питання.

1. Поняття популяція і чиста лінія.
2. Генетичні особливості і властивості панміктичних популяцій і популяцій сільськогосподарських тварин.
3. Суть закону Харді-Вайнберга та його використання для встановлення частот генотипів.
4. Фактори, що впливають на генетичну структуру популяції.
5. Типи добору в популяції.
6. Поняття генофонд популяції.

ТЕМА 7. ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ

Мета заняття. *Засвоїти методи визначення коефіцієнта гомогаметності при різних ступенях інбридингу. Навчитись розраховувати ефект гетерозису при схрещуванні різноманітних генотипів тварин.*

Завдання 1. Використовуючи дані індивідуального завдання (табл. 1) необхідно розрахувати коефіцієнт гомогаметності за Райтом-Кисловським для пробанда, який отриманий з використанням інбридингу і в своєму родоводі має спільних предків в таких рядах.

Таблиця 1

Ряди родоводу, у яких зустрічається спільний предок пробанда

Варіанти	Ступені комплексного інбридингу	Коефіцієнт інбридингу інбредованих предків
1	II,III - II, III	0,003
2	II, IV- II, III	0,005
3	III,III - IV, IV	0,11
4	IV,II - IV, III	0,009
5	II,IV - II, V	0,016
6	III, III - V, V	0,016
7	V,V - IV,IV	0,016
8	II, II - V, IV	0,062
9	III, V - IV, IV	0,016
10	IV,V-V,VI	0,125
11	II,III - II, V	0,062
12	II, III - II, VI	0,25
13	II, III - III, IV	0,062
14	IV, IV - IV, IV	0,025
15	II, V - V, IV	0,016

Завдання 2. Необхідно розрахувати ефект гетерозису, якщо в господарстві проводили схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи дюрок. Матеріали контрольної відгодівлі подані в таблиці 2.

Таблиця 2

Жива маса підсвинків на контрольній відгодівлі

Група	n	Генотип	Жива маса, кг	
			у 4 міс.	у 8 міс.
I	10	Велика біла	40,5	102,5
II	10	Дюрок	42,0	112,5
III	10	Велика біла х дюрок	44,5	121,4

Контрольні питання.

1. Дайте визначення поняттям: спадковість, успадкування, успадковуваність.
2. Методи розрахунку коефіцієнту успадкування.
3. Методи розрахунку коефіцієнта повторюваності.
4. Селекційний диференціал і селекційний ефект.
5. Генетична суть інбредної депресії і гетерозису.
6. Гіпотези, що пояснюють інбредну депресію і гетерозис.
7. Використання інбридингу в практиці тваринництва.
8. Практичне використання ефекту гетерозису у тваринництві.

ТЕМА 8. БІОМЕТРІЯ

Мета заняття. *Освоїти основні біометричні методи вивчення мінливості і спадковості ознак у популяціях рослин.*

Матеріали та обладнання: тести Айзенка для визначення коефіцієнту інтелектуальності, калькулятори.

Завдання 1. За наданими тестами визначити власний коефіцієнт інтелектуальності.

1. Уважно ознайомитись з інструкцією по вирішенню тесту.
2. За 30 хвилин самостійно розв'язати максимальну кількість з 40 наведених в тесті завдань.
3. Після закінчення наданого часу підрахувати кількість правильних відповідей.

Завдання 2. Розрахувати параметри мінливості IQ для групи студентів, та порівняти середнє значення IQ даної групи з середніми значеннями IQ для різних популяцій.

1. Розрахувати середнє значення IQ для групи, дисперсію, похибку репрезентативності та коефіцієнт варіації.
2. Порівняти середнє значення IQ даної групи з середніми значеннями IQ для афроамериканців та білих (учнів середніх шкіл). Які наведені у таблиці.

Група обстежених	N	
Білі	1631	0,37101,62
Афроамериканці	730	0,2984,86

3. Зробити висновки щодо достовірності відмін між досліджуваними групами.

Дослідження мінливості кількісних ознак на прикладі суниці лісової (*Fragaria vesca L.*).

Мета роботи: дослідити мінливість довжини листових пластинок складного листка та кількість зубців на них суниці лісової (*Fragaria vesca L.*), що росте в різних біотопах (сосновий ліс та відкрита степова ділянка).

Матеріали та обладнання: гербарні зразки листків верхнього ярусу суниці лісової (*Fragaria vesca L.*) різних місць зростання, лінійки, калькулятори.

Завдання 3. Визначити довжину листових пластинок складного листка та кількість зубців на них у суниці лісової (*Fragaria vesca L.*) різних біотопів.

1. За допомогою лінійки виміряти довжину центрального, лівого та правого листочків і кількість зубців на них у представників виду суниці лісової різних місць зростання.
2. Занести результати вимірів до таблиці 1.

Таблиця 1

№ рослини	Назва біотопу					
	Довжина лівого листочка (мм)	Кількість зубців на лівому листочку	Довжина центрального листочка (мм)	Кількість зубців на центральному листочку	Довжина правого листочка (мм)	Кількість зубців на правому листочку

Завдання 4. Оцінити параметри мінливості досліджуваних ознак суниці лісової (*Fragaria vesca L.*).

1. Підрахувати середнє арифметичне значення, дисперсію, коефіцієнт варіації для кожної з досліджуваних ознак.
2. Оцінити кореляції мінливості таких ознак як довжина листка – число зубчиків.
3. За результатами визначити, яка ознака найбільш мінлива та за яких екологічних умов спостерігається більша мінливість досліджуваних ознак.

Завдання 5. Використовуючи гербарний матеріал (або індивідуальні завдання) необхідно сформувати вибірки (**n=10**) за довжиною листка (інша ознака) і вирахувати **M, σ, CV, m, t_m, td**. Обґрунтувати одержані результати.

Алгоритм розрахунку.

№ з/п	V_1- довжина листка, мм	V_1^2	№ п/п	V_2- довжина листка, мм	V_2^2
1			**1**		
2			**2**		
3			**3**		
4			**4**		
5			**5**		
6			**6**		
7			**7**		
8			**8**		
9			**9**		
10			**10**		
n_1=	**V_1=**	**V_1^2=**	**n_2=**	**V_2=**	**V_2^2=**

$M_1 = \frac{\sum V_1}{n_1} =$ $M_2=$

$C_1 = \sum V_1^2 - \frac{\left(\sum V_1\right)^2}{n_1} =$ $C_2=$

$\sigma_1 = \pm \sqrt{\frac{C_1}{n_1 - 1}} =$ $\sigma_2=$

$Cv_1 = = \frac{\sigma_1}{M_1} \times 100 =$ $Cv_2=$

$m_1 = \pm \frac{\sigma_1}{\sqrt{n_1 - 1}} =$ $m_2=$

$t_{M1} = \frac{M_1}{m_1} =$ $t_{M2}=$

$td = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m^2{}_1 + m^2{}_2}} =$

P $v=(n_1+n_2)-2=20-2=18$

Завдання 6. Використовуючи дані індивідуального завдання необхідно сформувати вибірку (**n=10**) за ростом студентів та провести біометричну обробку даних.

Алгоритм розрахунку.

1 Підраховуємо кількість варіант (розмір вибірки) ***n= 100***.

2. Знаходимо мінімальну і максимальну варіанту:

minV= ***maxV=***

4. Визначаємо розмах мінливості - ліміт:

Lim= maxV-minV=

5. Встановлюємо кількість класів (краще брати **10**) і визначаємо величину класового проміжку :

$i = \frac{Lim}{10}$

6. Будуємо робочу таблицю і заповнюємо її стрічки і стовпчики.

W -класи. Починається від ***minV*** і закінчується ***max V*** з проміжками ***i***	**P** - частоти, значення кожної варіанти заносимо у відповідний клас	**a**- відхилення даного класу від модального	**Pa**	**Pa^2**
X	**∑P=**	***X***	**∑Pa=**	**∑Pa^2=**

7. Вираховуємо умовну середню величину:

$A_{\phi}=A_1+\frac{i}{2}=$

При дискретній мінливості використовують формулу $A_{\phi}=\frac{A_1+A_2}{2}=$

де $\mathbf{A_1}$ і $\mathbf{A_2}$ - значення першої і другої меж модального класу.

8. Вираховуємо поправку до умовної середньої:

$b=\frac{\sum Pa}{n}=$

9. Визначаємо середню арифметичну:

$M=A_{\phi}+b\cdot i=$

10. Визначаємо коефіцієнт варіації: $Cv=\frac{\sigma}{M}\times 100=$

11. Визначаємо помилку середньої арифметичної:

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

12. Визначаємо критерій вірогідності середньої арифметичної:

$t_M=\frac{M}{m}=$

P $v=n-1=$

Завдання 7. При схрещуванні червоних і білих шортгорнів і першому поколінні (F_1) все потомство виявилось чалим, а в другому поколінні (F_2) - 18 білих, 41 чалих і 21 червоних телят. Звісно, тут мало місце кодомінування. Очікуване співвідношення розщеплення за фенотипом повинно бути 1:2:1. При порівнянні фактичного співвідношення з очікуваним бачимо їх деяку ідентичність, але точно воно не співпадає. Необхідно впевнитися, наскільки ця різниця несуттєва.

Алгоритм розрахунку.

Клас	Число тварин		Відхилення (O-E)	$(O-E)^2$	$\frac{(O-E)^2}{E}$
	спостерігаєме (O)	очікуване (E)			
Всього	∑=	∑=	-	-	∑=

Контрольні питання

1. Визначення понять: варіаційна статистика, варіаційний ряд, варіанта, генеральна та вибіркова сукупності.
2. Середня арифметична. Характеристика вибірок за цим показником.
3. Середнє квадратичне відхилення. Способи отримання значень та характеристика груп за цим показником.
4. Коефіцієнт варіації. Характеристика мінливості груп за цим показником.
5. Визначення вірогідності біометричних показників вибіркової сукупності показникам генеральної сукупності.
6. Визначення вірогідності різниці між середніми величинами двох вибіркових сукупностей.
7. Кореляція. Межі коливання коефіцієнтів кореляцій.
8. Критерій χ^2 і його значення.

ТЕМА 9. ГЕНЕТИКА ЛЮДИНИ

Мета заняття. *Ознайомитися з методикою вивчення успадкування ознак за родоводами та використанням загальноприйнятої символіки*

Мета роботи 1: ознайомитись зі спадкуванням деяких якісних ознак людини.

Матеріали та обладнання: анкета, люстерко.

Завдання. Описати власні генетично визначені ознаки.

1. Уважно роздивитися таблицю спадкових ознак людини.
2. Заповнити анкету, де вказати власні ознаки.
3. Виходячи з інформації про власних родичів, визначити (якщо це можливо) свій генотип та генотипи батьків.
4. На окремому листку заповнити таблицю. Листок та анкети здати викладачеві.

Ознака	Кількість студентів з відповідними фенотипами
Колір очей	
Структура волосся	
“Ямочки” на щоках	
“Ямочка” на підборідді	
Щілина між різцями	
Здатність скручувати язик трубочкою	
Вушні мочки	
Переважне володіння рукою	
Резус-фактор	
Групи крові за системою АВ0	

*Мета роботи 2:*навчитися відрізняти групи хромосом людини.

Матеріали та обладнання: мікрофотографії метафазних пластинок лімфоцитів людини, кольорові олівці.

Завдання. Провести аналіз метафазних пластинок людини.

1. Розглянути мікрофотографію метафазної пластинки людини та схематично перемалювати її у зошит.
2. Кольоровими олівцями на малюнку обвести хромосоми окремих груп: A – чорним, B – жовтим, C –сірим, D – синім, E – коричневим, F – зеленим, G – червоним.
3. Підрахувати загальну кількість хромосом та кількість хромосом кожної групи.
4. Зробити висновок відносно “нормальності” хромосомного набору.

Завдання 1. Вивчити генеалогічний метод дослідження спадковості людини. Замалювати і описати символи, які використовуються при складанні родоводів.

_____

_____

_____

_____

Завдання 2. Скласти родовід сім'ї з випадком діабету. Здорові чоловік і жінка (двоюрідні сибси) мають хвору дитину. Мати чоловіка і батько жінки (рідні сибси) здорові. Брат чоловіка, дві сестри, спільний дядько батьків дитини і бабуся здорові. Дід був хворим на діабет. Всі родичі з боку батька чоловіка (два дядьки, двоюрідна сестра, дід і бабуся) та матері жінки (тітка, двоюрідний брат, дід і бабуся) здорові. Слід визначити характер успадкування хвороби і відмітити тих членів родини, гетерогаметності яких за геном діабету не викликає сумніву.

Контрольні питання.

1. Методи вивчення генетики людини
2. Класифікація хвороб і аномалій людини.
3. Типи успадкування аномалій.
4. Методи вивчення хвороб і аномалій .
5. Проблеми медичної генетики.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кандиба Н.М. Генетика: курс лекцій: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2013. 397 с.

2. Демидов С.В., Мінченко Ж.М., Гавриленко Т.І., Новікова С.М., Соколенко В.Л. Антропогенетика з основами медичної генетики. Київ : Фітосоціоцентр, 2013. 608 с.

3. Орлюк А.П., Базалій В.В. Генетичний аналіз. Навчальний посібник. Херсон: Олді-плюс, 2013. 218 с.

4. Саляк Н.О. Практикум з медичної біології: навч.посіб. Київ: ВСВ «Медицина», 2017. 296 с.

5. Гиль М.І., Сметана О.Ю., Юлевич О.І., Нежлукченко Т.І. Молекулярна генетика та технології дослідження генома за ред. професора М.І. Гиль, Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 320 с.

6. Січняк О.Л. Генетика з основами селекції рослин : навч. посіб. Одеса. Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2022. 190 с.

7. Трофименко О.Л. Гиль М.І., Сметана О.Ю. Генетика популяцій: підручник; за ред. професора М.І. Гиль; МНАУ. Миколаїв: Видавничий дім «Гельветика», 2018. 254 с.\

8. Атраментова Л.О. Біометрія : підручник. Ч. 2. Порівняння груп і аналіз зв'язку. Х. : Ранок, 2007. 176 с.

9. Атраментова Л.О. Біометрія : підручник. Ч. 1. Характеристики розділів. Х. : Ранок, 2007. 176 с.

10. Василенко О.А., Сенча І.А. Матемачно-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях: навч. посіб. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2011. 166 с.

Інформаційні ресурси та джерела

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: https://menr.gov.ua/

2. Державний комітет статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/

3. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського. URL: http://www.nbuv.gov.ua/

4. Інституту молекулярної біології і генетики Національної академії наук України. URL: http://www.imbg.org.ua/uk.

5. База даних про генотоксичність хімічних речовин. URL: http:/toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?GENETOX

6. База даних про результати вивчення канцерогенної та мутагенної активності хімічних речовин. URL: http:/potency.berkeley.edu/

Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Навчальне видання

Любинський Олександр Іванович,
доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри біології та екології

Колодій Валентина Анатоліївна, кандидат біологічних наук,
старший викладач кафедри біології та екології
Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка

«Генетика з основами селекції»

Навчально-методичний посібник

Підписано до друку 29.03.2024 р.
Формат 60х84\16
Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 3,72.
Тираж 100 прим. Замовлення № 295.

Віддруковано згідно з наданим оригінал-макетом
ФОП Гордукова І. Є.
Згідно виписки з ЄДРПОУ від 10.06.2015 р.
м. Кам’янець-Подільський, вул. Привокзальна, 20
тел. 0 98 627 00 79, drukruta@ukr.net