

**Інструктивно-методичні рекомендації
до лабораторних робіт
з навчальної дисципліни
«Генетика з основами селекції»**

для підготовки фахівців
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
галузі знань: 09 Біологія
спеціальності: 091 Біологія
за освітньо-професійною програмою: Біологія

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного
університету імені Івана Франка
(протокол № 15 від 27 листопада 2020 року)*

Рецензенти:

Житова О. П. – доктор біологічних наук, професор Поліського національного університету
Першко І. О. – кандидат біологічних наук, викладач вищої кваліфікаційної категорії
Житомирського базового фармацевтичного фахового коледжу Житомирської обласної ради
Константиненко Л. А. – кандидат біологічних наук, доцент Житомирського державного
університету імені Івана Франка

I – 78 Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних робіт з навчальної
дисципліни «Генетика з основами селекції»: Методичні рекомендації. – Житомир:
Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2020. – 64 с.

В інструктивно-методичних рекомендаціях наведені основні вимоги до виконання
лабораторних робіт з навчально-дисципліни «Генетика з основами селекції». Призначені для
здобувачів вищої освіти спеціальності 091 Біологія

©Пацюк М.К., уклад., 2020
© Житомирський державний
університет імені Івана Франка, 2020

УДК 575.827 (076.5)
I – 78

Укладач:
Пацюк Марина Костянтинівна

Інструктивно-методичні рекомендації
до лабораторних робіт
з навчальної дисципліни
«Генетика з основами селекції»

Вступ

До основних видів навчальних занять належать лабораторні роботи, які спрямовані на експериментальне підтвердження теоретичних положень і формування практичних навичків та компетенцій, необхідних для засвоєння дисциплін професійного циклу.

Лабораторні роботи складають найважливішу частину теоретичної та практичної підготовки, тематика яких визначається робочими навчальними програмами навчальних дисциплін. Викладач може змінювати перелік лабораторних робіт, рекомендований робочою навчальною програмою дисципліни, але при цьому не повинна порушуватись логіка викладу дисципліни, а також необхідно враховувати рівень підготовки випускника.

Якісне засвоєння здобувачами вищої освіти матеріалу з основних розділів генетики, набуття ними навичок проведення генетичного аналізу і вміння пояснювати сутність генетичних явищ є важливою умовою формування та розвитку творчого мислення й професійної культури.

Інструктивно-методичні рекомендації розроблені на основі робочої навчальної програми з навчальної дисципліни «Генетика з основами селекції» спеціальності 091 Біологія.

Лабораторне заняття № 1–2 (4 год.)

Тема: Цитологічні основи спадковості

Мета: оволодіти методикою виготовлення тимчасових оцетокармінових препаратів; навчити студентів розпізнавати фази мітозу і мейозу, засвоїти їх генетичне значення; домогтися засвоєння студентами генетичної символіки та закономірностей моногібридного схрещування. Навчити розв'язувати задачі на моногібридне схрещування.

Теоретичні питання:

1. Будова клітини за даними електроскопічних досліджень. Хімічний склад, структура і функції органелів.
2. Мітоз. Генетичне значення мітозу.
3. Нерегулярні типи розмноження: партеногенез, гіногенез, андрогенез. Апоміксис.
4. Поняття каріотипу.
5. Ендомітоз.
6. Мейоз, його фази та генетичне значення.
7. Мікроспорогенез і макроспорогенез. Мікрогаметогенез і макрогаметогенез у рослин. Подвійне запліднення.
8. Закономірності моногібридного схрещування. Правило чистоти гамет.
9. Генотип і фенотип.

Питання для розвитку мислення:

1. У яких фазах мітозу хромосома є однохроматидною?
2. У якій фазі мітозу можна визначити кількість хромосом? Чому саме в цій фазі?
3. Всі клітини тіла людини виникають з зиготи внаслідок численних мітотичних поділів. Чи можна стверджувати, що всі клітини тіла людини є хромосомно ідентичними?
4. У чому полягає специфіка каріотипу?
5. Назвіть хромосомні числа / диплоїдний набір / деяких рослин, тварин і людини.
6. Де локалізована ДНК в клітині? Де її найбільше?
7. Чому монозиготні / ідентичні / близнюки дуже схожі між собою?
8. Що таке клон? Наведіть приклади клонів.
9. Чому у одних і тих же батьків народжуються різні за генотипом і фенотипом діти?
10. Які біологічні механізми забезпечують збереження постійності числа хромосом при статевому розмноженні?
11. Чому «закон» видової постійності числа хромосом не можна абсолютизувати?
12. Як встановити гетерозиготність організму за певною ознакою?

Задачі для самостійного розв'язування:

1. У норок коричневий колір хутра домінує над блакитно-сірим. На звірофермі, де тварин схрещували за однією схемою, одержано 247 коричневих і 236 блакитно-сірих норчент. Визначте генотипи вихідних форм і напишіть схему схрещувань.
2. У кукурудзи чорне забарвлення насіння домінує над жовтим. Бабуся придбала чистосортне жовте насіння кукурудзи і висадила його на городі. Зібравши врожай, вона виявила незвичайні качани, які, поряд із жовтими, мали кілька чорних зерен. Поясніть чому так сталося? Яким буде потомство, одержане з чорного насіння, якщо його висадити на просторово-ізолюванні від інших посівів кукурудзи ділянці?
3. У 85% людей на поверхні еритроцитів є такий антиген як і в макаки-резус. Цих людей називають резус-позитивними. 15% людей не мають такого білка, і їх називають резус-негативними. Наявність резусного білка контролюється домінантним геном *Rh*, а його відсутність – рецесивом *rh*. У сім'ї, де чоловік резус-негативний, а жінка резус-позитивна, є три дочки. Дві з них резус-негативні. Визначте генотипи всіх осіб, згаданих у задачі.
4. Кохінурові норки, які мають біле забарвлення хутра з чорним хрестом на спині, одержують внаслідок схрещування білих норок з чорними. Яке потомство одержать від схрещування кохінурових норок з білими?

Тестові завдання:

1. Які з азотистих основ входять до складу ДНК:

- а) аденін;
- б) гуанін;
- в) урацил;

- г) цитозин;
- д) тимін.

2. Чим відрізняються молекули ДНК, виділені з клітин різних видів:

- а) фосфатною частиною;
- б) цукром, що входить до їх складу;
- в) молекулярною масою;
- г) числом пар нуклеотидів;
- д) послідовністю азотистих основ.

3. На якій стадії клітинного циклу відбувається реплікація ДНК:

- а) в інтерфазі;
- б) наприкінці профазі;
- в) в метафазі;
- г) в анафазі;
- д) під час цитокінезу.

4. У молекулі ДНК – ...:

- а) дезоксирибоза з'єднана іонними зв'язками з азотистими основами;
- б) дезоксирибоза з'єднана з азотистими основами іонними зв'язками;
- в) дезоксирибоза з'єднана з азотистими основами водневими зв'язками;
- г) дезоксирибоза з'єднана з фосфатними групами ковалентними зв'язками;
- д) азотисті основи з'єднані одна з одною водневими зв'язками.

5. Генетична інформація зчитується з ДНК:

- а) полігенних хромосом;
- б) в інтерфазі;
- в) у профазі;
- г) наприкінці анафазі;
- д) під час цитокінезу.

6. Які органели еукаріотичної клітини містять ДНК:

- а) ядро;
- б) рибосоми;
- в) мітохондрії;
- г) ендоплазматична сітка;
- д) пластиди.

7. Відомо, що хромосоми складаються з хроматину. А що входить до його складу:

- а) білки;
- б) ліпіди;
- в) нуклеїнові кислоти;
- г) гліколіпіди;
- д) фосфоліпіди.

8. Хромосоми добре помітні у світловому мікроскопі:

- а) під час їх подвоєння;
- б) під час поділу ядра;
- в) у молодих новоутворених клітинах;
- г) у старих клітинах;
- д) у ракових клітинах.

9. Підрахунок числа хромосом, та їх ідентифікацію проводять на стадії:

- а) пізньої профазі;
- б) метафазі;
- в) анафазі;
- г) телофазі;
- д) цитокінезу.

10. Важливий вклад у вивчення мітозу як упорядкованого циклічного процесу зробили:

- а) І. Чистяков;
- б) С. Навашин;
- в) К. Страсбургер;

г) В. Флемінг;

д) Т. Шван.

11. У яких організмів відбувається мітоз:

а) у рослин;

б) у тварин;

в) у грибів;

г) у бактерій;

д) у ціанобактерій і складних вірусів.

12. На якій стадії профазі I мейозу хромосоми стають найкоротшими:

а) у лептотені;

б) у зиготені;

в) у диплотені;

г) у пахітені;

д) під час діакінезу.

13. Які з перелічених властивостей притаманні гомологічним хромосомам:

а) мають однакові розміри і форму;

б) під час мейозу прямують до одного полюса;

в) під час мейозу розходяться до різних полюсів;

г) мають неоднакову кількість первинних і вторинних перетяжок;

д) містять алельні гени.

16. Генетика – це наука, яка вивчає:

а) співвідношення генотипів в популяції;

б) закономірності спадковості та мінливості на всіх рівнях організації життя;

в) закономірності стадій розвитку;

г) закономірності диференціювання зародкових листків;

д) закономірності філогенезу органічного світу.

17. Спадковість – це:

а) властивість організмів реалізовувати генетичну інформацію в процесі онтогенезу;

б) властивість організмів відтворювати собі подібних;

в) властивість організмів передавати особинам наступного покоління особливості своєї організації, а також характерні риси становлення цих особливостей в процесі онтогенезу;

г) властивість живих організмів забезпечувати матеріальну і функціональну функцію в ряді поколінь;

д) властивість живих організмів відтворювати однакові форми.

18. Мінливість – це:

а) властивість організмів відтворювати собі подібних;

б) властивість організмів змінювати особливості своєї організації, а також характерні риси становлення цих особливостей в процесі онтогенезу;

в) способи передачі генетичної інформації наступним поколінням;

г) властивість організмів передавати особинам наступного покоління особливості своєї організації, а також характерні риси становлення цих особливостей в процесі онтогенезу;

д) властивість організмів реалізовувати генетичну інформацію в процесі онтогенезу.

19. Ген – це ділянка молекули ДНК, яка:

а) входить до складу інтрону і не несе генетичної інформації;

б) входить до складу екзону і несе інформацію про молекулу поліпептиду;

в) немає постійної локалізації;

г) детермінує синтез певного поліпептиду або нуклеїнової кислоти (рРНК і тРНК);

д) функціональний відрізок ДНК, який виконує функцію матриці, що визначає структуру певної макромолекули.

20. Алель – це:

а) елементарна одиниця мутації;

б) конкретна форма існування гена;

в) елементарна одиниця рекомбінації;

г) альтернативний варіант ознаки;

д) жоден з варіантів не вірний.

21. Сукупність генів (послідовність ДНК) у гаплоїдному наборі хромосом даного виду організмів називають:

- а) генотипом;
- б) фенотипом;
- в) геномом;
- г) генофондом;
- д) морфозом.

22. Сукупність всіх генів клітини або організму називають:

- а) геномом;
- б) генотипом;
- в) фенотипом;
- г) генофондом;
- д) геномікою.

23. Сукупність усіх зовнішніх і внутрішніх ознак та властивостей організму, які формуються в результаті реалізації генотипу в конкретних умовах середовища, називається:

- а) геномом;
- б) генотипом;
- в) феном;
- г) фенотипом;
- д) генофондом.

24. Каріотип – це:

- а) гаплоїдний та диплоїдний набір хромосом;
- б) поліплоїдний набір хромосом;
- в) специфічний хромосомний набір соматичних клітин;
- г) анеуплоїдний набір хромосом;
- д) метафазна хромосома.

25. Характерними ознаками каріотипу є:

- а) кількість і парність хромосом;
- б) розміри і форма хромосом;
- в) специфічність інформації;
- г) вірно $a+b+v$;
- д) вірно $a+v$.

26. Що є причинами зміни каріотипу:

- а) мутації;
- б) комбінація хромосом при заплідненні;
- в) порушення мітозу та мейозу;
- г) вірно $a+b+v$;
- д) вірно $a+v$.

27. Ген, який пригнічує дію іншого алельного гена, називається:

- а) домінантним;
- б) алельним;
- в) неалельним;
- г) рецесивним;
- д) летальним.

28. Рецесивний ген проявляється в:

- а) гомозиготному стані
- б) гетерозиготному стані
- в) гемізиготному стані
- г) вірно $a+b$
- д) вірно $a+v$.

29. Метод генетики, який базується на схрещуванні батьківських форм та кількісному і якісному статистичному аналізі їх нащадків, називається:

- а) генеалогічним;

- б) дерматогліфічним;
- в) гібридологічним;
- г) біохімічним;
- д) близнюковим.

30. 1-й закон Г. Менделя стверджує:

- а) При схрещуванні гомозиготних форм гібриди першого покоління мають лише одну ознаку з альтернативної пари.
- б) У гетерозигот виявляється одна з батьківських ознак.
- в) Проміжний характер прояву ознаки у гетерозигот F_1 у порівнянні з батьківськими формами.
- г) Під час схрещування особин F_1 між собою у другому поколінні відбувається розщеплення за генотипом у співвідношенні 1:2:1, а за фенотипом – 3:1.
- д) Кожна пара алельних генів успадковується незалежно від іншої і гени різних алельних пар вільно перекомбінуються під час утворення гамет.

31. 2-й закон Г. Менделя стверджує:

- а) При схрещуванні гомозиготних форм гібриди першого покоління мають лише одну ознаку з альтернативної пари.
- б) У гетерозигот виявляється одна з батьківських ознак.
- в) Проміжний характер прояву ознаки в гетерозигот F_1 у порівнянні з батьківськими формами.
- г) Під час схрещування особин F_1 між собою у другому поколінні відбувається розщеплення за генотипом у співвідношенні 1:2:1, а за фенотипом – 3:1.
- д) Кожна пара алельних генів успадковується незалежно від іншої і гени різних алельних пар вільно перекомбінуються під час утворення гамет.

32. 3-й закон Г. Менделя стверджує:

- а) При схрещуванні гомозиготних форм гібриди першого покоління мають лише одну ознаку з альтернативної пари.
- б) У гетерозигот виявляється одна з батьківських ознак.
- в) Проміжний характер прояву ознаки у гетерозигот F_1 у порівнянні з батьківськими формами.
- г) Під час схрещування особин F_1 між собою у другому поколінні відбувається розщеплення за генотипом у співвідношенні 1:2:1, а за фенотипом – 3:1.
- д) Кожна пара алельних генів успадковується незалежно від іншої і гени різних алельних пар вільно перекомбінуються під час утворення гамет.

33. Закон чистоти гамет стверджує:

- а) При схрещуванні гомозиготних форм гібриди першого покоління мають лише одну ознаку з альтернативної пари.
- б) У гетерозигот виявляється одна з батьківських ознак.
- в) В гетерозиготному організмі спадкові фактори не змішуються, не втрачають своєї індивідуальності і гібрид Aa утворює два типи гамет з однаковою ймовірністю.
- г) Під час схрещування особин F_1 між собою у другому поколінні відбувається розщеплення за генотипом у співвідношенні 1:2:1, а за фенотипом – 3:1.
- д) Кожна пара алельних генів успадковується незалежно від іншої і гени різних алельних пар вільно перекомбінуються під час утворення гамет.

34. Летальні гени – це гени, які блокують нормальний розвиток і спричиняють загибель:

- а) статевих клітин і зигот;
- б) ембріонів і плодів;
- в) дітей раннього віку;
- г) вірно $a+b+v$;
- д) вірно $b+v$.

Практичне завдання:

1. Виготовити тимчасові оцетокармінові препарати.
2. Знайти і замалювати всі фази мітотичного циклу.
3. Спробувати знайти зручні для підрахунку хромосоми метафази.

4. Знайти хромосомні порушення в анафазі і замалювати їх.
5. Ознайомитися з мікрофотографіями фаз мейозу у м'якої пшениці.
6. Провести аналіз гібридного снопа F_2 / пшениці / за однією парною ознакою.
7. Розв'язати задачі.

Методика виконання роботи №1:

Обладнання: мікроскопи, предметні та покривні скельця, препарувальні голки, піпетки, фільтрувальний папір, спирт, льодяна оцтова кислота, корінці кінських бобів та цибулі, ацетокармін, пробірки, сухий спирт, кармін, колби, пінцети, леза.

Хід роботи:

I. Виготовлення тимчасових оцетокармінових препаратів для вивчення мітозу кариотипу.

Робота складається з трьох етапів.

1-й етап. Фіксація матеріалу. Для фіксації використовують молоді частини рослин, в яких відбувається поділ клітин. Найпридатнішими для цього є корінці цитологічно сприятливих об'єктів (кінських бобів та цибулі). Насіння кінських бобів пророщують в чашках Петрі, і коли зародкові корінці досягнуть 12–14 мм довжини, їх фіксують в суміші спирту і льодяної оцтової кислоти, взятих у співвідношенні 3:1. У фіксаторі корінчики повинні знаходитися не менше двох годин, після чого їх переносять в 70% спирт і зберігають в холодильнику.

2-й етап. Забарвлення хромосом. Фіксовані корінчики переносять в оцетокармін і залишають їх на 12–14 год. Після цього корінці кип'ятять у пробірці з оцетокарміном протягом 5–7 хв.

Оцетокармін готують так: до 45 мл льодяної оцтової кислоти додають 55 мл води і 1 г порошкового карміну. Суміш кип'ятять на малому вогні в колбі із зворотним холодильником. Гарячу суміш фільтрують і фільтрат /оцетокармін/ використовують для забарвлення хромосом.

3-й етап. Виготовлення тимчасових препаратів. Прокип'ячені в оцетокарміні корінці бобів перенести пінцетом в 45% оцтову кислоту. Взяти один корінець і покласти його на предметне скло. Лезом відрізати меристематичну частину /не більше 2 мм/ і з неї виготовити препарат. Для цього нанести краплю оцетокарміну і накрити кінчик корінчика /2 мм/ покривним склом. Притримуючи вказівним пальцем лівої руки покривне скло, плоскою /зворотною/ частиною пінцета роздавити кінчик, поклавши фільтрувальний папір на покривне скло, круговими рухами пінцета роздавити препарат і вигнати з-під скла повітря. Слідкуйте, щоб покривне скло не змістилося щодо предметного.

Виготовлений препарат (рис. 1) розглянути під мікроскопом на малому збільшенні. Знайти місця, де є багато мітозів і клітини розміщені в один шар. Перевести мікроскоп на велике збільшення /об.×40/. Знайти і замалювати всі фази мітозу. Знайти зручні для підрахунку хромосом метафази і спробувати визначити кількість хромосом.

II. Розглянути політенні хромосоми дрозофіли або хіромуса і замалювати їх.

а

б

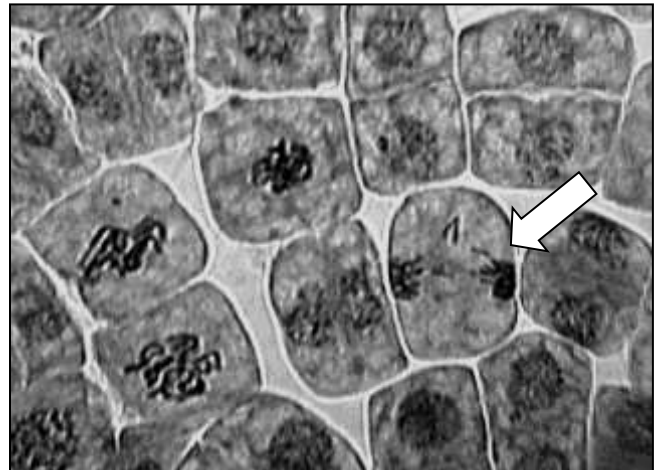


Рис. 1. Клітини корінців кінських бобів
(тимчасові оцетокармінові препарати):

а) метафаза; б) відстаючі хромосоми в одній з клітин, що перебуває на стадії
телофази



Рис. 2. Гігантські хромосоми мотиля (оригінал)

Методика виконання роботи №2:

Обладнання: таблиці, рослини озимої пшениці F_2 (гібридний сніп).

Хід роботи:

Аналіз гібридного снопа F_2 озимої пшениці /моногібридне схрещування/.

Проведено схрещування двох сортів пшениці:

Р ♀ Поліська 70 (остиста) × ♂ Миронівська 808 (безоста). Всі рослини F_1 виявилися безостими. Рослини F_1 були обмолочені і їх насіння висівалося для одержання F_2 . Рослини F_2 під час воскової зрілості виривалися з корінням, і від кожної рослини був взятий один колос. З таких колосів складений гібридний сніп F_2 , який будемо аналізувати. Отже, колос є представником рослини.

Завдання:

1. Введіть позначення генів /з урахуванням домінантності/.
2. Запишіть за допомогою символів генотипи вихідних батьківських форм і гібридну комбінацію.
3. Запишіть типи гамет, які утворюють вихідні форми і генотип F_1 .
4. Яким має бути очікуване розщеплення в F_2 ?
5. Розділіть колоси на два фенотипічні класи. Перевірте правильність виконаної роботи і підрахуйте чисельність кожного фенотипічного класу.

Запишіть в зошиті таблицю:
Розщеплення в F_2 /моногібридна схема/

| Розщеплення | Фенотипові класи | |
|--------------------------------------|------------------|----------------|
| | колос безостий | колос остистий |
| Фактичне розщеплення (Ф) | | |
| Теоретично очікуване розщеплення (Т) | | |
| $\frac{(\Phi - T)^2}{T}$ | | |

Після цієї таблиці залиште чисту смужку паперу в 4–5 см для того, щоб пізніше записати висновок про відповідність /чи невідповідність/ фактичного розщеплення теоретично очікуваному.

Методика розв'язування задач:

Обладнання: таблиці.

Хід роботи:

Під час розв'язування задач треба спиратися на такі положення:

1. Кожна ознака є матеріально зумовленою. Матеріальну причину певної ознаки Г. Мендель назвав спадковим фактором. Пізніше ці фактори стали називати генами.

2. Диплоїдні особини мають парні (гомологічні) хромосоми і парні гени, розташовані в ідентичних ділянках гомологічних хромосом.

3. Ген може бути, як мінімум, у двох альтернативних станах – A і a . Пара генів (наприклад Aa ; Bb), які визначають розвиток альтернативних ознак, називається алельною парою, а кожен з цих генів називається алелем.

4. Один ген з певної пари нащадок одержує по материнській (від яйцеклітини), а інший – по батьківській (від сперматозоїда) лінії. Отже, спадкову інформацію нащадкам передають обидва батьки, причому внесок кожного однаковий.

5. У клітинах гетерозиготи Aa алельні гени не змішуються, не втрачають своєї індивідуальності і закономірно розходяться у процесі мейозу.

6. З кожної пари генів у статеву клітину потрапляє лише один. Він може вільно поєднуватися з будь-яким геном іншої алельної пари (за умови, що ці гени локалізовані в різних парах хромосом).

7. Під час запліднення гамети з'єднуються у випадкових комбінаціях. Рівно ймовірне злиття гамет різних типів відбиває решітка Пеннета.

Під час розв'язування генетичних задач використовують спеціальні символічні позначення:

- Вихідні батьківські форми, які були взяті для схрещування, позначають у генетиці символом P (перша літера латинського слова *parenta* – батьки), материнську форму гібрида – знаком ♀ (дзеркало Венери), батьківську – ♂ (щит і спис Марса). Останні два позначення не обов'язкові, бо першою в гібридній комбінації завжди записується материнська форма.

- Схрещування позначають знаком \times .

- Потомство від схрещування двох особин з різною спадковістю називають *гібридним*, а окрему особину – *гібридом*.

- Гібридні покоління позначають літерою F (лат. *filii* – діти) з цифровим індексом, який вказує порядковий номер гібридного покоління (F_1 , F_2 , F_3 , ..., F_n).

Розв'язуючи задачі, мало добитися формального запам'ятовування якихось прийомів. Необхідно, щоб учні чітко уявляли біологічний зміст символів, знаків, скорочених записів.

Спочатку слід уважно прочитати умову задачі і визначити:

- 1) про успадкування скількох пар генів ведеться мова;
- 2) характер домінування (повне, неповне);
- 3) генотипи і фенотипи яких особин відомі і які потрібно визначити;
- 4) що запитується у задачі.

Належний схематичний запис умови задачі і позначень генів свідчить про те, що її правильно зрозуміли і можуть розв'язати.

Розв'язування задачі звичайно починають з позначень генів. Гени, з урахуванням домінування, записують у вигляді символів. Потім записують генотипи батьківських форм, пам'ятаючи, що гени є парними. Між батьківськими формами пишуть знак схрещування. На першому місці у гібридній комбінації або у шлюбі завжди записують материнську форму.

Генотипи гамет обводять кружальцями.

Генотипи особин визначають за їхніми фенотипами (якщо вони є носіями рецесивних ознак), а у разі потреби – також за фенотипами їхніх батьків та нащадків. Нижче зображення генотипу особин скорочено позначають, який фенотип йому відповідає.

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 3–4 (4 год.)
Тема: Мейоз. Закономірності успадкування,
встановлені Г. Менделем. Статистична обробка даних
гібридологічного аналізу

Мета: ознайомлення з закономірностями ди- та полігібридного схрещувань. Провести аналіз гібридного снопа F_2 пшениці за двома парами альтернативних ознак (безостість – остистість, червоний – білий колос). Навчити студентів розв'язувати задачі на ди- та полігібридне схрещування; провести статистичну обробку даних гібридологічного аналізу, тобто матеріалів, одержаних в наслідок аналізу гібридних снопів пшениці. Навчити студентів використовувати метод χ^2 .

Теоретичні питання:

1. Аналізуюче схрещування.
2. Дигібридне і полігібридне схрещування.
3. Цитологічні основи менделівських закономірностей.
4. Біологічний механізм розщеплення і статистичний характер його прояву. Метод χ^2 .
5. Умови, які забезпечують прояв менделівських закономірностей.

Питання для розвитку мислення:

1. Як ви розумієте правило чистоти гамет? Який біологічний механізм забезпечує його здійснення?
2. Яким чином Мендель підтвердив свою гіпотезу чистоти гамет?
3. Скільки типів гамет утворює організм такої генетичної конституції $AaBbCcDd$? Напишіть ці типи.

Задачі для самостійного розв'язування:

1. У помідорів нормальна висота стебла і червоний колір плодів – домінантні ознаки, а карликовість і жовтоплідність – рецесивні. Визначте: а) які ознаки матимуть гібриди, одержані внаслідок запилення гомозиготних червоноплідних рослин нормальної висоти пилом жовтоплідних карликових; б) якими будуть нащадки після схрещування (самозапилення) цих гібридів; в) яке розщеплення слід очікувати від схрещування F_1 з карликовими жовтоплідними рослинами?

2. У горошку запашного високе стебло домінує над карликовістю рослин; зелене забарвлення горошин – над жовтим, а гладенька їх поверхня – над зморшкуватою. Які фенотипи мають гібриди від схрещування гомозиготного карликового горошку, що має зморшкувате зелене насіння з гомозиготним високим горошком, що має жовте гладеньке насіння?

3. Батьки кароокі, резус позитивні з II і III групою крові. Вони гетерозиготні за всіма трьома ознаками. Яка ймовірність народження в сім'ї блакитноокої резус-негативної дитини з I групою крові.

4. У кроликів звичайна шерсть домінує над довгою (ангорською), а стоячі вуха – над капловухістю. Внаслідок схрещування кролів із звичайною шерстю і стоячими вухами з ангорськими капловухими самками одержано: 35 кроленят із звичайною шерстю і стоячими вухами; 32 – із звичайною шерстю, капловухих; 29 – з ангорською шерстю і стоячими вухами; 31 – ангорських капловухих. Визначте генотипи батьківських форм.

5. Безрогість (комолість) у великої рогатої худоби домінує над рогатістю, а чорна масть – над червоною. Чистопородного чорного безрогого бугая спарували з червоними рогатими коровами. Якими будуть гібриди? Яким буде потомство від схрещування корів F_1 з червоним рогатим бугаєм?

6. У курей трояндоподібний гребінь домінує над простим листоподібним. Від схрещування курей, що мали листоподібний гребінь з півнем, що мав трояндоподібний гребінь одержали 106 курчат з простим листоподібним і 126 з простим трояндоподібним. Сформулювати робочу гіпотезу і провести статистичну обробку.

7. Представники деяких видів червів здатні розмножуватись не лише статевим шляхом, але й брунькуванням. При цьому тип розмноження певної особини контролюється геном S . Алель S_1 відповідає за здатність до утворення великих бруньок, а алель S_2 – за здатність брунькуватися з утворенням маленьких бруньок. Статеве розмноження характерне лише для гетерозигот, причому такі особини зберігають здатність брунькуватися, але мають лише 50 % – життєздатність. Яке розщеплення за типом розмноження слід очікувати у десятому поколінні нащадків, яке одержане під час схрещування $\text{♀} S_1 S_2 \times \text{♂} S_1 S_2$?

8. У смердючих скунсів-причеп формування пахучих залоз контролюється геном F . Домінантна алель відповідає за розвиток залоз, а у особин гомозиготних за рецесивною алеллю f , вони не формуються. У F_2 , яке одержане під час схрещування $FF \times ff$, спостерігається співвідношення 144 особини із залозами : 73 особини без залоз. Наведіть не менше двох різних теоретично можливих пояснень такого випадку.

Тестові завдання:

1. З наведених схрещувань аналізуючим є:

- а) $aa \times AA$;
- б) $Aa \times aa$;
- в) $Aa \times Aa$;
- г) $Aa \times AA$;
- д) $AABb \times aabb$.

2. Домінантну ознаку всі нащадки матимуть у таких схрещуваннях:

- а) $Aa \times aa$;
- б) $AA \times aa$;
- в) $AaBb \times aaBB$;
- г) $Aabb \times aaBB$;
- д) $AaBB \times AABb$.

3. Ген \bar{A} неповно домінує над a , а алель \bar{B} – над b . Дигетерозигота $\bar{A}a\bar{B}b$ самозапилюється. Скільки фенотипових класів буде серед нащадків:

- а) два;
- б) чотири;
- в) шість;
- г) вісім;
- д) дев'ять.

4. Сукупність F_2 розпалася на два фенотипові класи у співвідношенні 9:7. З успадкуванням скількох пар генів маємо справу:

- а) однієї;
- б) двох;
- в) трьох;
- г) чотирьох;
- д) вірно а+б.

5. Скільки типів гамет утворює дигібрид:

- а) два;
- б) три;

- в) чотири;
- г) шість;
- д) один.

6. Які типи гамет утворює дигібрид $AaBb$:

- а) AB, Ab ;
- б) Aa, Ab ;
- в) Ab, Bb ;
- г) aB, ab ;
- д) Aa, Bb .

7. Жодної гомозиготної форми серед нащадків не буде після таких схрещувань:

- а) $AAbb \times aaBB$;
- б) $AaBb \times AaBb$;
- г) $AaBb \times aabb$;
- д) $AABB \times aabb$.

8. Особи з генотипом $AABbCC$ утворює стільки типів гамет:

- а) два;
- б) чотири;
- в) вісім;
- г) шість;
- д) один.

9. Маємо торбину насіння, одержаного від схрещування гороху з жовтим гладеньким насінням з горохом, що мав зелене зморшкувате насіння. Яка ймовірність того, що взята на здогад насінина виявиться жовтою зморшкуватою?

- а) $1/4$;
- б) $1/16$;
- в) $1/8$;
- г) $3/16$;
- д) $1/2$.

Практичне завдання №1:

1. Ознайомитися з мікрофотографіями фаз мейозу у м'якої пшениці.
2. Провести аналіз гібридного снопа F_2 / пшениці / за двома парами ознак.
3. Розв'язати задачі.

Методика виконання роботи:

Обладнання: таблиці, рослини озимої пшениці F_2 (гібридний сніп).

Хід роботи:

Аналіз гібридного снопа F_2 озимої пшениці /дигібридне схрещування/.

Проведено схрещування двох сортів пшениці:

| | | |
|------------------------|---|------------------------|
| Р Лісостепка 75 | × | Миронівська 808 |
| остиста | | безоста |
| червоноколоса | | білоколоса |

Всі рослини F_1 виявилися безостими червоноколосими. Рослини F_2 у фазі воскової зрілості виривалися з корінням і від кожної з них взято 1 колос. З таких колосів складений гібридний сніп F_2 , який Ви аналізуватимете.

Завдання:

1. Введіть позначення генів.
2. За допомогою символів запишіть генотипи батьківських форм.
3. Запишіть типи гамет, які утворюють вихідні форми і генотип F_1 .
4. Виходячи з генотипу F_1 , побудуйте решітку Пеннета і визначить, яким має бути розщеплення в F_2 .
5. Розподіліть колосся снопа на чотири фенотипові класи. Перевірте правильність виконаної роботи і підрахуйте чисельність кожного фенотипового класу.
6. Заповніть таблицю:

Розщеплення в F_2 :

| РОЗЩЕПЛЕННЯ | ФЕНОТИПОВІ КЛАСИ | | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Фактичне розщеплення | безості червоно-колосі | безості білоколосі | остисті червоно-колосі | остисті білоколосі |
| Фактичне розщеплення /Ф/ | | | | |
| Теоретичне розщеплення/Т/ | | | | |
| $\frac{\Phi - T}{T}$ | | | | |

Після таблиці залишити чисту смужку паперу /4–5 см/ для того, щоб записати висновок про відповідність /чи невідповідність/ фактичного розщеплення теоретично очікуваному.

Практичне завдання №2:

Методика виконання роботи:

Обладнання: Гібридний сніп F_2 від схрещування остистої і безостої пшениці, таблиця Фішера, таблиці, слайди, кодопозитиви.

Хід роботи:

Критерій χ^2 застосовується в багатьох галузях науки і техніки, у тих випадках, коли дослідник має два ряди показників: фактичний ряд, одержаний на основі експерименту, і теоретично очікуваний ряд, одержаний на основі робочої /нульової/ гіпотези. χ^2 називають критерієм відповідності тому, що він дає змогу встановити чи відповідають фактичні показники теоретично очікуваним і чи підтверджується робоча гіпотеза.

Для визначення χ^2 застосовують таку формулу:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\Phi - T)^2}{T}, \text{ де } -$$

Φ – фактичний показник

T – теоретично очікуваний показник

\sum – знак суми.

У нашій роботі робочою буде гіпотеза менделівського розщеплення /9:3:3:1 – для дигібридного схрещування/. Використавши показники, одержані при аналізі гібридного снопа в двох попередніх роботах, знайдіть χ^2 для кожної конкретної ситуації. Уявимо, що ми маємо такий ідеальний випадок, коли фактичне і теоретичне значення у всіх фенотипових класах співпадає. За такої умови, χ^2 дорівнюватиме 0. Отже, чим меншим буде χ^2 , тим більшим буде співпадіння Φ і T .

У таблиці Фішера /див. підручник/ наведені граничні показники χ^2 для конкретних ситуацій. Число ступенів свободи дорівнює числу фенотипових класів мінус 1, $P = 0,05$.

Якщо знайдений показник χ^2 виявився меншим табличного /граничного/ значення, роблять висновок про те, що фактичне розщеплення відповідає теоретично очікуваному. Якщо ж він буде більшим, ніж у таблиці, то роблять висновок про невідповідність фактичного ряду теоретично очікуваному.

Знайдіть χ^2 для моногібридного схрещування озимої пшениці, заповніть таблиці і запишіть висновки у двох попередніх роботах. /Чисте місце для висновків Ви залишали/.

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 5–6 (4 год.)

Тема: Успадкування при взаємодії генів

Мета: ознайомити студентів з різними типами взаємодії генів. Сформувані уявлення про генотип як цілісну систему. Закріпити теоретичні знання шляхом розв'язування генетичних задач.

Теоретичні питання:

1. Комплементарна взаємодія генів.
2. Епістаз.
3. Полімерія.
4. Плейотропний ефект генів.

Питання для розвитку мислення:

1. За яким типом успадковується : а) зріст людини; б) розумові здібності?
2. Чому досить часто у глухонімих батьків (зі спадковою формою глухонімоти) народжуються нормальні (чують і говорять) діти?
3. У якому разі у нормальних батьків народжуються глухонімі діти?
4. Чи може один ген одночасно впливати на декілька ознак організму?

Задачі для самостійного розв'язування:

1. Від схрещування півня з трояндоподібним гребенем із курками, які мають горохоподібний гребінь одержано потомство з горіхоподібним гребенем. При схрещуванні гібридів F_1 між собою в F_2 було одержано розщеплення у такому співвідношенні: 9 горіхоподібних : 3 трояндоподібних : 3 горохоподібних : 1 листкоподібних. Введіть генетичні позначення, за допомогою яких спробуйте пояснити одержані результати.

2. Коричневе (стандартне) забарвлення хутра у норок зумовлене наявністю двох домінантних генів A і B . Гомозиготність за рецесивними алелями одного або обох цих генів дає платинове забарвлення. У разі схрещування двох платинових норок усе потомство було коричневим. Визначте генотипи батьків й очікуване розщеплення у F_2 .

3. У карликових листоглотів забарвлення тіла контролюється генами P і R . Домінантна алель P відповідає за синтез синього пігменту, домінантна алель R – за синтез жовтого. Особини, рецесивні за обома генами, мають біле тіло. Яке розщеплення за фенотипом слід очікувати у потомстві, яке одержане від схрещування $\text{♀} PpRr \times \text{♂} ppRr$, якщо гени успадковуються незалежно один від одного, а сперматозоїди, які несуть алель r , у 2 рази менш рухомі, ніж сперматозоїди, які несуть алель R ?

4. У сріблясто-чорних лисиць (aa) внаслідок мутації ($a \rightarrow A$) виникла нова мутантна форма з платиновим забарвленням хутра. Платинові лисиці дуже цінувалися, але одержати гомозиготи за мутантним геном так і не вдалося. При схрещуванні платинових лисиць у їх потомстві спостерігалось розщеплення у співвідношенні 2 платинові : 1 сріблясто-чорна. Незвичайне розщеплення, як показали дослідження, пояснюється тим, що 1/4 частина потомків гине ще в ембріональному віці.

а) Який генотип мають платинові лисиці?

б) Особини якого генотипу гинуть ще до народження?

в) В чому полягає множинна дія гена платиновості?

г) Яким чином слід проводити схрещування, щоб уникнути загибелі лисенят на ембріональній стадії?

5. У піфій, що плюються розвиток язика контролюється генами j та k . Кожна домінантна алель J «додає» язика 40 см, а домінантна алель K відповідає за роздвоєння язика. Яке розщеплення за фенотипом слід очікувати у першому та другому поколіннях, які отримані при схрещуванні $JJkk \times jjKK$, якщо гени успадковуються незалежно один від одного, а особини jj не мають язика зовсім?

6. У замислених напівмозгликів будова головного мозку контролюється генами Q та R . Домінантна алель Q відповідає за розвиток передньої півкулі, а домінантна алель R – за розвиток задньої. Під час схрещування самки, яка має лише передню півкулю, і самця, якій має лише задню півкулю отримали 4 типи нащадків (з двома півкулями, лише з передньою, лише задньою, взагалі без головного мозку) у співвідношенні 1:1:1:1. З'ясуйте генотипи особин та їх нащадків, якщо гени успадковуються незалежно один від одного.

Тестові завдання:

1. Які існують види взаємодії алельних генів:

- а) комплементарна дія;
- б) кодомінування;
- в) епістаз;
- г) домінування повне;
- д) домінування неповне.

2. Які види взаємодії неалельних генів Ви знаєте:

- а) полімерія;
- б) неповне домінування;
- в) епістаз;
- г) комплементарна взаємодія;
- д) модифікуюча дія генів.

3. Яке розщеплення в потомстві гібридів F_1 спостерігається за комплементарної дії генів:

- а) 9:3:3:1;
- б) 9:7;
- в) 12:3:1;
- г) 13:3;
- д) 9:3:4.

4. Яке розщеплення в потомстві гібридів F_1 спостерігається за різних видів епістазу:

- а) 9:3:3:1;
- б) 9:7;
- в) 12:3:1;
- г) 13:3;
- д) 9:3:4.

5. Яке розщеплення в потомстві гібридів F_1 спостерігається за полімерної взаємодії генів:

- а) 9:3:3:1;
- б) 9:7;
- в) 1:4:6:4:1;
- г) 13:3;
- д) 15:1.

6. Яке розщеплення в потомстві гібридів F_1 спостерігається за некумулятивної полімерної взаємодії генів:

- а) 9:3:3:1;
- б) 9:7;
- в) 12:3:1;
- г) 63:1;
- д) 15:1.

7. Як можна пояснити різний ступінь вияву ознаки, яку детермінує ген A , у генотипах $AAbb$ і $AABb$:

- а) епістатичною дією;
- б) полімерною дією;
- в) плейотропною дією;
- г) модифікуючою дією;
- д) пенетрантністю та експресивністю.

8. Хто вперше виявив явище комплементарності:

- а) Г. Мендель, 1865
- б) Р. Пеннет, 1900
- в) У. Бетсон, 1905
- г) В. Йогенсен, 1909
- д) А. Стертевант, 1920.

9. Які види епістазу Ви знаєте:

- а) домінантний;

- б) проміжний;
- в) рецесивний;
- г) епігамний;
- д) сингамний.

10. Що таке плейотропія?

- а) властивість гена визначати декілька альтернативних варіантів ознаки;
- б) властивість гена взаємодіяти з іншими генами;
- в) властивість гена визначати розвиток одночасно декількох різних ознак;
- г) нездатність гена визначати кілька альтернативних варіантів ознак;
- д) неможливість взаємодіяти гена з іншими генами.

Практичне завдання:

1. Засвоїти символіку генетичних позначень при різноманітних типах взаємодії генів.
2. Розв'язати 3–4 генетичних задачі з даної теми.

Методика виконання роботи:

Обладнання: таблиці, слайди, кодопозитиви.

Хід роботи:

Під взаємодією генів слід розуміти сумісну дію генних продуктів, насамперед ферментів, у процесі здійснення ланцюга взаємопов'язаних реакцій, які зумовлюють прояв ознаки. В явищах взаємодії генів можна бачити одну з провідних ідей сучасної генетики – ідею цілісності генотипу в процесі визначення ознак і властивостей організму.

Розв'язування задач, пов'язаних з комплементарною взаємодією генів має ту особливість, що спочатку позначають не гени, а фенотипові радикали і лише після цього розпочинають розв'язувати задачу.

Приклад:

У гарбуза дископодібна форма плода зумовлюється взаємодією двох доміnantних генів *A* і *B*. При відсутності у генотипі одного із них утворюються плоди сферичної форми. Рецесивні за обома генами гомозиготи мають довгасті плоди. Дигетерозиготну рослину з дископодібними плодами схрещено з рослиною, яка мала довгасті плоди. Яким буде потомство?

Позначимо фенотипові радикали і відповідні їм фенотипи:

A_B_ дисковидні

A_bb сферичні

aaB_ сферичні

aabb довгасті

Напишемо схему схрещування і його результат:

$P / F_1 / AaBb \times aabb$

Гамети $AB\ Ab\ aB\ ab \times ab$

| $\begin{array}{c} \text{♀} \\ \text{♂} \end{array}$ | ab |
|---|---------------------|
| AB | $AaBb$ – дисковидні |
| Ab | $Aabb$ – сферичні |
| aB | $aaBb$ – сферичні |
| ab | $aabb$ – довгасті |

Отже, 1/4 потомства матиме дисковидні, 2/4 – сферичні, 1/4 – довгасті плоди.

Під час розв'язування задач на епістатичну взаємодію генів теж слід користуватись фенотиповими радикалами, особливо при фенотиповому групуванні різних генотипів в F_2 .

Гени-інгібітори позначають символом *I* /домінантний/ та *i* /рецесивний/ інгібітор.

Полігени позначають одним і тим же символом з відповідними індексами, які вказують на аallelність чи неallelність генів, наприклад:

$A_1A_1A_2A_2A_3A_3 \times a_1a_1a_2a_2a_3a_3$.

Кожна окрема пара полігенів успадковуються за менделівською схемою.

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.

2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.

3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 7 (2 год.)

Тема: Зчеплене зі статтю успадкування генів, що містяться в статевих хромосомах

Мета: з'ясувати суть зчепленого зі статтю успадкування. Навчити студентів розв'язувати задачі з цієї теми.

Теоретичні питання:

1. Хромосомний механізм визначення статі.
2. Типи визначення статі.
3. Балансова теорія визначення статі.
4. Успадкування ознак, зчеплених зі статтю.
5. Диференціація і перевизначення статі.
6. Гермафродитизм. Проблема регуляції статі.

Питання для розвитку мислення:

1. Чому в окремих сім'ях спостерігаються значні відхилення в співвідношенні статей: у одній сім'ї, наприклад, може бути п'ять дівчат і жодного хлопчика, а в іншій – всі хлопчики і жодної дівчинки?

2. У одній сім'ї є чотири хлопчики. Визначте імовірність того, що п'ята дитина буде дівчинкою.

3. Один з близнюків страждає гемофілією, тоді як другий (чоловічої статі) здоровий:

- а) Яка імовірна стать близнюка, який страждає гемофілією?
- б) Чи є близнюки монозиготними? Поясніть.
- в) Які генотипи близнюків та матері?

Задачі для самостійного розв'язування:

1. Дочка гемофіліка одружується з сином іншого гемофіліка, причому наречений і наречена не хворіють на гемофілію. Визначте ймовірність народження від цього шлюбу здорових дітей.

2. Які діти можуть народитися від шлюбу гемофіліка з жінкою-дальтоніком, яка не є носієм гена гемофілії?

3. Ген чорної масті у кішок зчеплений зі статтю (локалізований у X-хромосомі). Інший алель цього гена зумовлює руде забарвлення. Жоден з алелів не домінує, і гетерозиготи мають плямисте забарвлення (чорні, руді, білі плями). а) Якими будуть кошенята від схрещування плямистої кішки й чорного кота? б) Чому плямистими бувають тільки кішки, а не коти? Чи може народитися плямистий кіт? Коли це буває?

4. Нижче наведені результати двох реципрокних схрещувань на дрозофілі:

I дослід

Пряме
P ♀ яскраво-червоні очі × ♂ дикого типу
(з лінії 1)
F₁ ♀ та ♂ дикого типу

Зворотнє
P ♀ дикого типу × ♂ яскраво-червоні очі
(з лінії 1)
F₁ ♀ та ♂ дикого типу

II дослід

Пряме
P ♀ яскраво-червоні очі × ♂ дикого типу
(з лінії 2)
F₁ ♀ дикого типу та ♂ яскраво-червоні очі

Зворотнє
P ♀ дикого типу × ♂ яскраво-червоні очі
(з лінії 12)
F₁ ♀ та ♂ дикого типу

Який характер успадкування в цих схрещуваннях? Чи можна на основі цих даних визначити число генів, які контролюють колір очей?

5. У людини є спадкове алергічне захворювання – геморагічний діатез, який зумовлюється рецесивним геном. Алелі цього гена знаходяться в X - та Y -хромосомі. Визначте, якими будуть діти і онуки, якщо батьки: а) дружина та всі її предки здорові, а чоловік хворий; б) чоловік і всі його предки здорові, а жінка хвора.

6. Потемніння емалі зубів визначається двома домінантними генами, один з яких розташований в аутосомі, другий в X -хромосомі. У сім'ї батьків, що мають темні зуби, народились дівчинка і хлопчик з нормальним кольором зубів. Визначте ймовірність народження в цій сім'ї наступної дитини також без аномалії, якщо темні зуби матері зумовлені геном, зчепленим із X -хромосою, а темні зуби батька – аутосомним геном. Визначте генотипи здорових дітей.

Тестові завдання:

1. Що таке зчеплене зі статтю успадкування:

а) успадкування, характер якого визначається розміщенням генів в аутосомах і поведінкою їх у мейозі під час утворення гамет;

б) успадкування, характер якого визначається розміщенням генів у негомологічних ділянках гетерохромосом;

в) успадкування, характер якого визначається розміщенням генів у гомологічних ділянках гетерохромосом;

г) якщо певна хромосома потрапляє до яйцеклітини чи сперматозоїда, то вона виявляється зчепленою зі статтю;

д) хромосоми, що є в гаметах, зчеплені зі статтю.

2. Скільки типів гамет утворює гомогаметна стать (стосовно статевих хромосом):

а) один тип;

б) два типи;

в) три типи;

г) чотири типи;

д) більше чотирьох типів.

3. Скільки типів гамет (стосовно статевих хромосом) утворює гетерогаметна стать:

а) один тип;

б) два типи;

в) три типи;

г) чотири типи;

д) більше чотирьох типів.

4. У випадку якого схрещування порушується закон одноманітності гібридів:

а) у випадку схрещування двох організмів, гомозиготних за різними алелями одного і того ж аутосомного гена;

б) у випадку схрещування самки, гомозиготної за домінантною алеллю X -зчепленого гена, з рецесивним самцем;

в) у випадку схрещування самки, гомозиготної за рецесивною алеллю X -зчепленого гена, з домінантним самцем;

г) у випадку схрещування самки із самцем, який несе мутанту Y -зчеплену ознаку;

д) у випадку схрещування самки із самцем, у якого відсутня Y -хромосома.

5. Які типи визначення статі ви знаєте:

а) прогамний;

б) сингамний;

в) епігамний;

г) гапло-диплоїдний;

д) асингамний.

6. Який тип визначення статі притаманний людині:

а) прогамний;

б) епігамний;

в) сингамний;

г) гапло-диплоїдний;

д) асингамний.

7. Порушення механізму визначення статі пов'язане з:

- а) порушенням гаплоїдності статевих хромосом в статевих клітинах;
- б) порушенням диплоїдності статевих хромосом в зиготі;
- в) нерівним кросинговером між X - і Y -хромосомами;
- г) порушенням в розходженні статевих хромосом в мейозі;
- д) вірно а+б+в.

8. Залежні від статі ознаки – це:

- а) ознаки, що визначаються аутосомними генами в чоловіків і жінок, але проявляються ці ознаки в одній статі частіше, ніж у іншій;
- б) ознаки, що визначаються аутосомними генами в чоловіків;
- в) ознаки, що визначаються аутосомними генами в жінок;
- г) ознаки, що визначаються генами, які знаходяться в X - і Y -хромосомах;
- д) ознаки, які детермінуються аутосомними генами, але проявляються лише в осіб певної статі.

9. Ознаки обмежені статтю – це:

- а) ознаки, що визначаються аутосомними генами в чоловіків і жінок, але проявляються ці ознаки в одній статі частіше, ніж у іншій;
- б) ознаки, які детермінуються аутосомними генами, але проявляються лише в осіб певної статі;
- в) ознаки, що визначаються генами, які знаходяться в X - і Y -хромосомах;
- г) ознаки, що визначаються аутосомними генами в жінок;
- д) ознаки, що визначаються аутосомними генами в чоловіків.

10. Скільки типів гамет утворює гетерозиготний по X -зчепленому гену організм:

- а) один тип;
- б) два типи;
- в) три типи;
- г) чотири типи;
- д) вісім типів.

11. Від чого, насамперед, залежить фенотип гетерогаметної статі стосовно X - та Y -зчеплених генів:

- а) від взаємодії алельних генів;
- б) від взаємодії неалельних генів;
- в) від наявності певної алелі в генотипі;
- г) від зчеплення алельних і неалельних генів;
- д) від впливу чинників навколишнього середовища.

Практичне завдання:

1. Освоїти правила запису генотипів при зчепленому зі статтю успадкуванні.
2. Розв'язати 3–4 генетичні задачі.

Методика виконання роботи:

Обладнання: таблиці, слайди, кодопозитиви.

Хід роботи:

Гени, локалізовані в статевих хромосомах, називаються зчепленими зі статтю. У ссавців гомогаметною статтю – $/XX/$ є самки, а гетерогаметною – самці $/XY/$. Y -хромосома інертна в генетичному відношенні і майже не містить генів. Гени, локалізовані в X -хромосомі, у самців $/X^aY/$ перебувають в одиничній дозі /гемізіготному стані/.

Самостійно розгляньте і замалюйте схему успадкування забарвлення очей у дрозофіли у реципрокних схрещуваннях:

- ♀ X^wX^w білоока × ♂ $X^{w+}Y$ червоноокий
- ♀ $X^{w+}X^{w+}$ червоноока × ♂ X^wY білоокий.

На рисунку намалюйте статеві хромосоми $/XX \rightarrow \text{♀}, XY \rightarrow \text{♂}/$ з розташованими в них генами $/w$ – білі очі, w^+ – червоні очі/.

Пам'ятайте, що дочка $/XX/$ одержує одну X -хромосому від матері, а іншу від батька, син одержує X -хромосому від матері, а Y -хромосому – від батька. Рецесивні гени X -хромосоми проявляються у синів, бо Y -хромосома не містить відповідних алелей.

Розв'язуючи задачі на зчеплене зі статтю успадкування, застосовуйте такі позначення:

X^+ – X -хромосома з домінантним /нормальним/ геном,

X^- – X-хромосома з рецесивним /дефектним/ геном.

Список рекомендованої літератури:

1. Лищенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 8-9 (4 год.)

Тема: Хромосомна теорія спадковості

Мета: ознайомити студентів з основними положеннями хромосомної теорії спадковості. Домогтися засвоєння ними генетичної символіки. Навчити їх розв'язувати задачі на зчеплене успадкування.

Теоретичні питання:

1. Обмеження закону незалежного успадкування.
2. Поняття зчепленого успадкування та його особливості. Генетична символіка.
3. Абсолютне зчеплення.
4. Неповне зчеплення. Кросинговер.
5. Частота кросинговеру як показник сили зчеплення. Біологічне значення кросинговеру.
6. Групи зчеплення.
7. Лінійне розміщення генів у хромосомах. Генетичні карти.
8. Основні положення хромосомної теорії спадковості.

Питання для розвитку мислення:

1. В чому полягає основна причина зчепленого успадкування?
2. Частота кросинговеру між даними двома генами становить 4 %. Визначить частоту всіх типів гамет, утворених гетерозиготою

$$\frac{AB}{ab} \quad ; \quad \frac{Ae}{aB} \quad \frac{C}{c}$$

Задачі для самостійного розв'язування:

1. У помідорів високе стебло домінує над карликовим, а кулястий плід – над грушоподібним. Гени, що визначають ці ознаки, зчеплені між собою. Кросинговер між ними відбувається з частотою 20%. Гомозиготна високоросла рослина з грушоподібними плодами схрещена з карликовою за кулястими плодами рослиною. а) Яким буде F_2 ? б) Яким буде потомство, одержане від схрещування F_1 з карликовими грушоподібними помідорами?

2. Катаракта (помутніння кристалика ока) й полідактилія в людини зумовлені домінантними, розміщеними в аутосомах міцно зчепленими генами, які зовсім не зазнають перекомбінації внаслідок кросинговеру. а) Жінка успадкувала катаракту від своєї матері, а полідактилію – від батька, її чоловік не має патологічних ознак. Яких дітей матимуть ці батьки? б) яким буде потомство в сім'ї, де чоловік здоровий, а жінка гетерозиготна за генами катаракти та полідактилії, якщо відомо, що мати жінки також страждала обома аномаліями, а її батько був здоровий?

3. У людини ген, що зумовлює наявність або відсутність резусного білка, зчеплений з геном, який визначає форму еритроцитів. Резус-позитивність домінує над резус-негативністю, а еліптична форма еритроцитів – над звичайною. Ці гени перекомбінуються завдяки перехресту з частотою 3%. Мати гетерозиготна за обома ознаками; резус-позитивність вона успадкувала від своєї матері, а еліптичну форму еритроцитів – від батька. Батько резус-негативний і має нормальні еритроцити. Розрахуйте ймовірні співвідношення генотипів дітей у цій сім'ї.

4. Схрещено дві гомозиготні форми: $P \frac{aB}{aB} \times \frac{AB}{ab}$

Гени A і B розташовані на відстані 10 морганід. Розрахуйте очікувані частоти фенотипів у F_2 .

5. У райдужних перепутів стать організму контролюється генами F і M . Домінантна алель F відповідає за жіночу стать, домінуюча алель M – за чоловічу. Яке розщеплення за статтю буде спостерігатися в F_1 та F_2 , отриманих під час схрещування $\frac{Fm}{Fm} \times \frac{fM}{fm}$, якщо гени зчеплені і рекомбінуються з частотою 30%, особини $\frac{fm}{fm}$ нестатеві, а особини домінуючі за обома генами, гермафродитні?

Тестові завдання:

1. Група зчеплення генів – це:

- а) гени диплоїдного набору хромосом;
- б) гени гаплоїдного набору хромосом;
- в) гени ауто сом;
- г) гени статевих хромосом;
- д) гени, які розміщені в одній хромосомі.

2. Число груп зчеплення в організмі дорівнює:

- а) диплоїдному набору хромосом;
- б) числу статевих хромосом;
- в) гаплоїдному набору хромосом;
- г) числу аутосом;
- д) числу морганід.

3. Яка із теорій постулює локалізацію і лінійне розміщення генів в хромосомах:

- а) клітинна;
- б) еволюційна;
- в) хромосомна;
- г) теорія гена;
- д) жодна відповідь не вірна.

4. Які із тверджень не є положеннями хромосомної теорії:

- а) гени розміщені в хромосомах;
- б) кількість груп зчеплення у кожного виду дорівнює гаплоїдному набору хромосом;
- в) кожний ген у хромосомі займає певне місце (локус);
- г) гени в хромосомах розміщені лінійно;
- д) між негомологічними хромосомами може відбуватись обмін алелями гена.

5. Місце розміщення гена в хромосомі називають:

- а) генетичною картою;
- б) генотипом;
- в) локусом;
- г) групою зчеплення;
- д) морганідою.

6. Схема розміщення генів, які входять до складу однієї хромосоми і належать до однієї групи зчеплення з вказівкою відстані між ними, називається:

- а) генотипом;
- б) хромосомою;
- в) каріотипом;
- г) ідеограмою;
- д) генетичною картою.

7. Сумісне успадкування генів однієї хромосоми називають:

- а) повним зчепленням успадкуванням;
- б) зчепленням генів;
- в) неповним зчепленням успадкуванням;
- г) зчепленням зі статтю;
- д) вірні всі варіанти.

8. Зчеплення генів порушується внаслідок:

- а) взаємодії алельних генів;
- б) взаємодії неалельних генів;

- в) незалежного розходження хромосом під час мейозу;
- г) кросинговеру;
- д) запліднення.

9. Кросинговер – це:

- а) процес обміну ідентичними ділянками гомологічних хромосом;
- б) процес попарного сполучення гомологічних хромосом;
- в) процес обміну ділянками негомологічних хромосом;
- г) процес розходження гомологічних хромосом;
- д) процес обміну неідентичними ділянками гомологічних хромосом.

10. Від чого залежить частота кросинговеру:

- а) відстані між алельними генами;
- б) кількості множинних алелів;
- в) відстані між неалельними генами в одній групі зчеплення;
- г) відстані між неалельними генами в різних групах зчеплення;
- д) жоден варіант не вірний.

11. Кросоверними гаметами називають:

- а) гамети з хромосомами, в яких порушилося зчеплення генів;
- б) гамети з хромосомами, в яких не порушилося зчеплення генів;
- в) будь-які гамети, що беруть участь у заплідненні;
- г) гамети, які не здатні до запліднення;
- д) усі варіанти вірні.

12. Біологічне значення кросинговеру полягає в:

- а) стабільності варіантів комбінацій генів в групах зчеплення і послабленні мутаційної мінливості;
- б) зменшенні варіантів комбінацій генів в групах зчеплення;
- в) посилення комбінативної мінливості і створенні великої генотипової різноманітності, яка необхідна для різноманітності організмів;
- г) посиленні модифікаційної мінливості;
- д) посиленні мутаційної мінливості.

13. Чоловіча стать у людини є гетерогаметною тому, що:

- а) чоловічі статеві хромосоми негомологічні;
- б) утворює два типи гамет;
- в) передає дітям різних статей неоднакову кількість генетичного матеріалу;
- г) визначає стать нащадків;
- д) усі варіанти вірні.

Практичне завдання:

1. Освоїти правила запису генотипів при зчепленому успадкуванні.
2. Навчитись визначати частоту гамет з різними генотипами при заданому рівні кросинговеру.
3. Розв'язати 3–4 генетичні задачі.

Методика виконання роботи:

Обладнання: таблиці, слайди, кодопозитиви.

Хід роботи:

У разі зчепленого успадкування, запис генотипів слід проводити таким чином:

$$P \quad \frac{Ab}{Ab} \times \frac{aB}{aB}$$

Така схема запису наочно відображає, що гени, успадкування яких вивчається, містяться в одній хромосомі. Вони зв'язані субстратом хромосоми і мають тенденцію успадковуватися разом (комплектом).

У разі абсолютного (повного) зчеплення дигетерозигота $\frac{AB}{ab}$ утворює лише два типи гамет $/AB, ab/$ замість чотирьох. При неповному зчепленні вона утворює чотири типи гамет, але частота їх буде різною, переважатимуть некросоверні гамети, а сумарна частота кросоверних типів гамет $/Av \times aB/$ дорівнюватиме показнику частоти кросинговеру.

Для того, щоб визначити розчеплення в F_2 у разі зчепленого успадкування, потрібно в решітці Пеннета виставити частоти різних типів гамет, а в самих клітинках решітки – частоти відповідних генотипів.

При визначенні частот різних типів гамет слід насамперед визначити, які типи гамет будуть кросоверними, а які некросоверними. Скажімо, в комбінації $P \frac{AB}{AB} \times \frac{ab}{ab}$

F_1 матиме такий генотип – $\frac{A\hat{A}}{a\hat{b}}$. Якщо частота кросинговеру між даними двома генами становить шість відсотків, то частота різних типів гамет буде такою:

кросоверні Ab } 6%, тобто $Ab = 3\%$, $aB = 3\%$
гамети aB }

некросоверні AB } 94%, тобто $AB = 47\%$, $ab = 47\%$
гамети ab }

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 10–11 (4 год.)

Тема: Молекулярні основи спадковості

Мета: сформувати у студентів уявлення про молекулярні основи спадковості. Навести конкретні докази генетичної ролі ДНК. Навчити студентів розв'язувати задачі, які стосуються реплікації ДНК, транскрипції і трансляції.

Теоретичні питання:

1. Мікроорганізми як об'єкти молекулярної генетики. Метод селективних середовищ.
2. Докази генетичної ролі ДНК. Явища трансформації і трансдукції.
3. Реалізація генетичної інформації. Транскрипція. Трансляція.
4. Кон'югація у бактерій. Звичайна і змішана реконструкція вірусів.
5. Мозаїчність генів еукаріот. Поняття екзонів та інтронів.
6. Концепція „один ген – один фермент”.
7. Транскрипція. Процесинг і сплайсинг.
8. Трансляція.
9. Генетичний код та його властивості.
10. Сучасні уявлення про ген. Регуляція активності генів.

Задачі для самостійного розв'язування:

1. Ділянка молекули ДНК, яка кодує частину поліпептиду, має таку будову: 5' – АЦЦАТГГАЦЦАТГАА – 3'. Проведіть транскрипцію і за таблицею генетичного коду визначте послідовність амінокислот у поліпептиді.

2. Була визначена послідовність нуклеотидів інформаційної РНК біля початку кодувочої ділянки:

УААЦУГАЦУААУГАААЦУААЦУГАГАЦЦГЦУАГАГАГАГУААГЦАУГАГАЦГУААГ

Використовуючи таблицю генетичного коду, визначте перші 10 амінокислот у послідовності білку, які кодує ця іРНК.

3. Була визначена послідовність нуклеотидів матричного ланцюга ДНК ділянки в середині одного з генів *сінної палички*:

5' – ЦАГТТГГЦТГАТАЦТТАТГЦААТЦЦАТТАА – 3'

За допомогою генетичного коду визначте послідовність амінокислот, які кодуються цією ділянкою.

4. Кілька десятиріч тому вчені змогли розділити вірус на його складові частини: білок і нуклеїнову кислоту. Якщо білок одного віруса об'єднати з нуклеїновою кислотою іншого, то

змішаний вірус викликає захворювання, типове для віруса, з якого була взята нуклеїнова кислота. Отже, специфіка віруса визначається нуклеїновою кислотою. Як ви гадаєте, який білок буде синтезуватися в процесі розмноження змішаного віруса? Чому? (Для відповіді на запитання введіть позначення компонентів: перший вірус – $B_1+НК_1$; другий вірус – $B_2+НК_2$; змішаний вірус – $B_1+НК_2$)

5. Оперон (сукупність структурних генів і гена-оператора) містить 10800 нуклеотидів. У ньому заковано три поліпептидні ланцюги, кожен із яких складається з 560 амінокислотних залишків. Визначте молекулярну масу гена-оператора.

6. Для визначення родинних зв'язків між чотирма видами тюленів була визначена послідовність нуклеотидів ДНК ділянки гена цитохрому *c* з цих видів. Для порівняння визначали послідовність тієї ж ділянки у собаки (реперний вид). Результати наведені нижче.

Проаналізуйте наведені дані, враховуючи, що чим ближче види, тим менше відмінності послідовностей. Результати наведіть у вигляді умовного «філогенетичного дерева».

Собака

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Ц | Т | А | Т | Г | Ц | Т | Г | Ц | Т | Г | А | Т | Ц | Ц | Г | Ц | Г | Ц | Т | А | А | Т | А | Г | А | Ц | А | Г | А | Ц | Т | А | А | Ц | Г | А | Т | Г | А |

Тюлень А

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Ц | Т | А | Т | Г | Ц | Т | Г | Ц | А | Г | А | Т | Ц | Г | Г | Ц | Г | Ц | Т | А | А | Т | Ц | Г | А | Ц | А | Г | Г | Ц | Т | А | А | Ц | Т | А | А | Г | А |

Тюлень Б

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Ц | Т | А | Т | Г | Ц | Т | А | Ц | А | Г | А | Т | Ц | Ц | Г | Ц | Г | А | Т | А | А | Т | А | Г | А | Ц | А | Г | Г | Ц | Т | Т | А | Ц | Т | А | А | Г | А |

Тюлень В

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Ц | Т | А | Т | Г | Ц | Т | Г | Ц | А | Г | А | Т | Ц | Ц | Г | Ц | Г | Ц | Т | А | А | Т | А | Г | А | Ц | А | Г | Г | Ц | Т | Т | А | Ц | Т | А | А | Г | А |

Тюлень Г

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Ц | Т | А | Т | Г | Ц | Т | Г | Ц | Т | Г | А | Т | Ц | Ц | Г | Ц | Г | Ц | Т | А | А | Т | А | Г | А | Ц | А | Г | Г | Ц | Т | Т | А | Ц | Т | А | А | Г | А |

Тестові завдання:

1. Що містить інформацію про структуру поліпептидного ланцюга:

- а) кодон;
- б) нуклеотид;
- в) ген;
- г) триплет нуклеотидів;
- д) мутон.

2. Яка структура білка є визначальною і найстійкішою:

- а) первинна;
- б) вторинна;
- в) третинна;
- г) четвертинна;
- д) вірно в+г.

3. Як називається складовий елемент гена:

- а) нуклеотид;
- б) дезоксирибоза;
- в) рибоза;
- г) нуклеїнова кислота;
- д) амінокислота.

4. Звідки в клітині беруться рРНК:

- а) надходять з їжею;
- б) утворюються внаслідок розпаду іРНК;
- в) синтезуються в ядрі;
- г) синтезуються на гранулярній ЕПС та рибосомах;
- д) синтезуються на агранулярній ЕПС та рибосомах.

5. Які азотисті основи входять до складу тРНК:

- а) аденін;
- б) гуанін;
- в) урацил;
- г) тимін;
- д) цитозин.

6. З якою структурою пов'язане утворення тРНК та рРНК:

- а) з внутрішньою ядерною мембраною;
- б) з полісомою;
- в) з ядерцем;
- г) з плазматичною мембраною;
- д) з ЕПС.

7. У якій молекулі є антикодон:

- а) рРНК;
- б) тРНК;
- в) іРНК;
- г) ДНК;
- д) амінокислоти.

8. На якому кодоні ДНК був синтезований триплет АЦГ іРНК:

- а) ТГЦ;
- б) ГГЦ;
- в) ТТЦ;
- г) ТГТ;
- д) УГЦ.

9. У рибосомі знаходяться триплети ААГ і УУЦ. Які антикодони тРНК будуть комплементарними до цих кодонів:

- а) ТТЦ;
- б) ТТГ;
- в) УУЦ;
- г) ААГ;
- д) УАГ.

10. Які ділянки генів еукаріотів кодують первинну будову білка:

- а) екзони;
- б) інтрони;
- в) мутони;
- г) транспозони;
- д) геноми.

11. У чому полягає властивість виродженості генетичного коду:

- а) генетичний код має кодони, які не визначають включення до складу поліпептидного ланцюга жодної з амінокислот;
- б) одна амінокислота може кодуватися кількома кодонами;
- в) кілька амінокислот кодуються одним кодоном;
- г) до складу генів входять інтрони – такі ділянки ДНК, які транскрибуються, але створені на їх основі відрізки іРНК не транлюються;
- д) одна амінокислота кодується лише одним кодоном.

12. Скористайтесь таблицею генетичного коду та з'ясуйте до яких кодонів іРНК у молекулах тРНК немає відповідних антикодонів.

- а) ЦЦЦ;
- б) ГГЦ;
- в) УАА;
- г) УАГ;
- д) УГА.

13. Виберіть твердження, що узгоджуються з сучасними уявленнями про біосинтез білка:

- а) молекули тРНК, специфічні для певних амінокислот, синтезуються в цитоплазмі на іРНК, що використовується як матриця;
- б) іРНК, синтезована в ядрі на ДНК-матриці, несе в собі інформацію, що визначає послідовність об'єднання амінокислот в поліпептидний ланцюг;
- в) молекули тРНК транспортують іРНК з ядра до рибосом, у цитоплазму;
- г) рибосоми можуть починати трансляцію, тобто зчитування «інструкцій», з будь-якої точки іРНК;
- д) антикодон тРНК приєднується до комплементарного кодону іРНК і весь комплекс (тРНК+амінокислота) потрапляє до рибосоми.

Практичне завдання:

1. Розв'язати 6–7 генетичних задач, що пов'язані з реплікацією ДНК, транскрипцією та трансляцією.
2. Ознайомитися з діапозитивами з молекулярної генетики.
3. Навчитися користуватися таблицею генетичного коду.

Методика виконання роботи:

Обладнання: таблиці, слайди, кодопозитиви.

Хід роботи:

У шкільному курсі біології /розділ «Загальна біологія»/ розглядаються такі молекулярні процеси:

1. Реплікація /точне самовідтворення/ ДНК.
2. Транскрипція.
3. Трансляція.

Задачі, пов'язані з питаннями реплікації ДНК, розв'язують з урахуванням комплементарності /взаємодоповнюваності/ азотистих основ: А – Т, Г – Ц.

Виходячи з принципу комплементарності та вихідної нуклеотидної послідовності визначають послідовність азотистих основ у новоствореному ланцюгу.

У задачах, пов'язаних із транскрипцією, також враховують принцип ДНК, і-РНК – комплементарності:

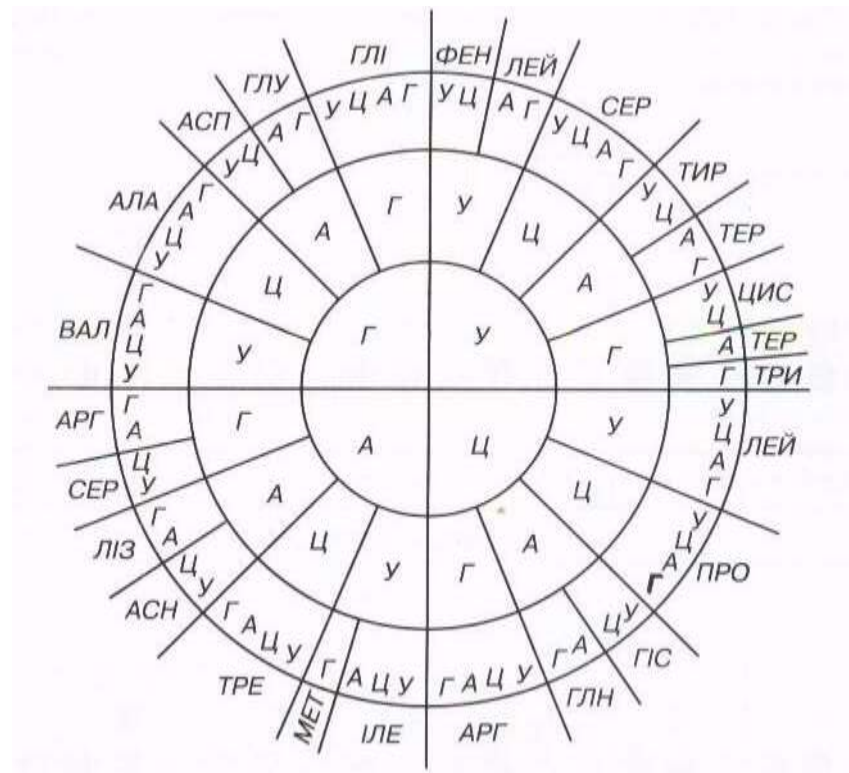
| | |
|-----|-------|
| ДНК | і-РНК |
| А | У |
| Г | Ц |
| Т | А |
| Ц | Г |

Синтез і-РНК відбувається на основі нуклеотидних послідовностей певних ділянок ДНК. При цьому транскрибується не вся молекула, а лише окремі її частини /гени/.

Для розв'язування задач, пов'язаних з трансляцією, слід користуватись таблицею генетичного коду /вона є в лабораторії і підручнику/.

Для трансляції певної рибонуклеотидної послідовності необхідно:

1. Розбити її на триплети, адже генетичний код триплетний.
2. За таблицею генетичного коду знайти амінокислоти, які відповідають даним триплетам, тобто визначити первинну структуру ділянки певного білка.



Таблиця генетичного коду (кодони іРНК та амінокислоти, що визначаються ними). Скороченням **ТЕР** позначено термінуючі кодони, які є сигналами закінчення синтезу поліпептидного ланцюга.

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 12 (2 год.)

Тема: Мінливість, її причини і методи вивчення

Мета: сформулювати уявлення про різні типи мінливості та їх причини. Вивчити причини, особливості і значення мутацій в еволюції та селекції.

Теоретичні питання:

1. Класифікація форм мінливості.
2. Класифікація мутацій щодо характеру змін генотипу і фенотипу.

3. Спонтанний та індукований мутаційний процес. Фактори мутаційного процесу.
4. Мутації, еволюція і селекція.

Питання для розвитку мислення:

1. В чому суть і значення закону гомологічних рядів спадкової мінливості академіка М. І. Вавилова?
2. Що таке летальні гени?
3. Як визначити тип мутації – домінантна чи рецесивна?
4. Як можна визначити частоту мутацій?

Практичне завдання:

1. Описати методи одержання мутацій у рослин.
2. Зробити зарисовку хромосомних перебудов (за підручником).
3. Ознайомитися з мутаційною мінливістю сортів пшениці після обробки їх хімічними мутагенами.

Методика виконання роботи:

Обладнання: таблиці, слайди, кодопозитиви.

Хід роботи:

Мутаціями називають раптові спадкові зміни, не пов'язані з перекомбінацією генів і їх взаємодією.

Розрізняють мутації спонтанні, які виникають в природі і індуковані, які викликаються спеціальними впливами /мутагенною обробкою/.

Під час заняття студент має виконати таку роботу:

1. Розглянути під біноклярною лупою нормальну і мутантну /безкрилу/ дріозофілу.
2. Описати методи одержання мутацій.
3. Зробити зарисовку хромосомних перебудов /за підручником/.
4. Ознайомитися з мутаційною мінливістю колоса у різних сортів пшениці після обробки її хімічними мутагенами.
5. Переглянути слайди на тему: “МУТАЦІЙНА МІНЛИВІСТЬ”.

Деякі методи одержання мутацій у рослин /пшениця м'яка, кукурудза, картопля, горох/.

| Культура | Метод обробки |
|---------------|--|
| кукурудза | Насіння в марлевих мішечках витримують в розчині етиленіміну /0,05%/ на протязі 24 год., промивають /10–15 хвилин/ в чистій воді і зразу ж висівають в полі. |
| картопля | Бульби обробляють: нітрозометилсечовиною в концентрації 0,012; 0,01; 0,006%; нітрозоетилсечовиною в концентрації 0,05; 0,016; 0,012%; диметилсульфатом в концентрації 0,05; 0,016; 0,25%. У всіх випадках час обробки – 24 години. |
| пшениця м'яка | Повітряно-сухе насіння опромінюють гамма-променями Co^{60} при дозі 10000 рентгенів. Оброблене насіння висівають в полі. |
| горох | Насіння в марлевих мішечках занурюють на 11–12 год. в розчині мутагенів таких концентрацій: етиленімін – 0,01; 0,05; 0,10; 0,015; 0,20; 0,30%. Такі ж концентрації беруть для диетилсульфату. Насіння промивають 10–15хв. в посудині, а далі – в проточній водопровідній воді. |

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 13 (2 год.)

Тема: Модифікаційна мінливість та її значення

Мета: вивчити закономірності та основні статистичні характеристики модифікаційної мінливості. Побудувати варіаційні ряди та варіаційну криву. Провести статистичну обробку даних.

Теоретичні питання:

1. Поняття та приклади модифікаційної мінливості.
2. Норма реакції.
3. Математичні методи вивчення мінливості.

Питання для розвитку мислення:

1. Назвіть ознаки людини, які мають:
 - широку норму реакції;
 - вузьку норму реакції.
2. Як би ви визначили норму реакції такої ознаки як маса організму?
3. Що таке «чиста лінія»? Який тип мінливості спостерігається в ній?
4. Чому добір в чистих лініях не дає ефекту?
5. Чому особин, які мають середню вираженість ознаки, найбільше, а тих, які мають крайню вираженість ознаки – найменше?

Задачі для самостійного розв'язування:

1. У дрозофіли рецесивний зчеплений зі статтю ген *y* (*yellow*) зумовлює розвиток жовтого тіла. Особини, що мають домінуючий алель цього гена, мають сіре забарвлення. Якщо до корму нормальних личинок дрозофіли додати трохи нітрату срібла, то з них утворюються мухи з жовтим забарвленням, незважаючи на гомозиготність за геном сірого тіла.

а) яким буде потомство, одержане від таких мух, якщо личинки вирощуватимуться на поживній суміші без нітрату срібла?

б) маємо дві пари жовтотілих мух, але лише в одній з них генотип *уу*. Як Ви знайдете цю пару?

2. Які з перелічених ознак людини мають широку, а які вузьку норму реакції? Заповніть таблицю, позначивши літерою «ш» широку, а літерою «в» – вузьку норму реакції:

| Ознаки людини | Норма реакції |
|--|---------------|
| Маса тіла | |
| Колір очей | |
| Колір волосся | |
| Група крові | |
| Особливості дактилоскопічних відбитків пальців | |
| Зріст | |
| Колір шкіри | |
| Розумові здібності | |

3. Горностаєві (гімалайські) кролі (генотип $c^h c^h$) мають біле хутро, а найхолодніші частини тіла – ніс, хвіст, вуха, лапи – чорні (див. рис. 3). Якщо горностаєве кроленя вирощувати за температури $+8-10^\circ\text{C}$, воно буде зовсім чорним. Кролі, вирощені за температури $+30^\circ\text{C}$ мають суцільне біле хутро (див. рис. 3). Якщо ж у кроля вистригти шерсть на боці й охолоджувати це місце, прикладаючи до нього лід, то через певний час там виросте чорне хутро.

а) чи спостерігатимуться такі фенотипні зміни, якщо подібні досліди виконати з кролем-альбіносом ($c^a c^a$)?

б) горностаєве забарвлення (c^h) домінує над альбінітичним (c^a). Горностаєвий кролик, вирощений при $+8^\circ\text{C}$, став зовсім чорний. Його схрестили з альбіносом. Яким буде потомство, якщо його вирощувати за звичайних умов?

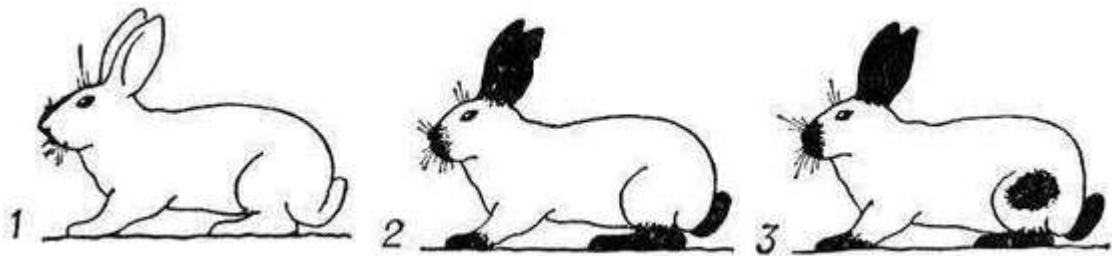


Рис. 3. Норма реакції у гімалайського кроля

4. Наведено варіаційний ряд довжини качанів кукурудзи на одному полі:

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Довжина качана, см | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Кількість качанів | 20 | 32 | 38 | 47 | 58 | 66 | 69 | 65 | 53 | 52 |

Побудуйте варіаційну криву і визначте: а) значення \bar{X} , σ , V ; б) норму реакції даної ознаки; в) теоретично можливі максимальне і мінімальне значення варіант для рослин даного сорту.

Тестові завдання:

1. Які з перелічених форм мінливості належать до генотипової:

- а) мутаційна;
- б) модифікаційна;
- в) комбінативна;
- г) онтогенетична;
- д) генетична.

2. Діючий агент визначає характер зміни у разі:

- а) модифікацій;
- б) мутацій;
- в) комбінацій;
- г) реплікацій;
- д) трансферацій.

3. Які з перелічених захворювань людини є модифікаціями:

- а) рахіт;
- б) синдром Дауна;
- в) СНІД;
- г) гемофілія;
- д) ендемічний зоб.

4. Що визначає межі модифікаційної мінливості певної ознаки:

- а) середовище;
- б) генотип;
- в) середовище і генотип;
- г) лімітуючі фактори;
- д) всі відповіді вірні.

5. У медико-генетичній консультації цитологи дослідили каріотип дитини з синдромом Дауна. У клітинах пацієнта було виявлено 46 хромосом, але одна з хромосом 15-ї пари була довша від звичайної, бо до неї приєднався фрагмент хромосоми з 21-ї пари. Як називається така мутація:

- а) генна;
- б) геномна;
- в) цитоплазматична;
- г) транслокація;
- г) хромосомна аберація;
- д) дуплікація.

6. Які зміни можна виявити без особливих зусиль навіть в однорідному генетичному матеріалі:

- а) модифікації;
- б) комбінації;
- в) мутації;
- г) онтогенетичні зміни;
- д) всі відповіді вірні.

7. Виберіть характеристики, властиві мутаційним змінам:

- а) це спрямовані і адекватні зміни;
- б) це групові зміни (під впливом мутагену група особин змінюється у певному напрямку);
- в) це індивідуальні зміни, якість яких не визначається якістю діючого агента;
- г) це раптові зміни фенотипу;
- д) це раптові зміни кількості або структури ДНК.

8. Зміна якого нуклеотиду кодону може й не призвести до заміни амінокислоти в поліпептидному ланцюгу? Чому:

- а) першого;
- б) другого;
- в) третього;
- г) всі відповіді вірні;
- д) вірно а+б.

9. Заміна яких нуклеотидів у триплеті ДНК завжди супроводжується зміною первинної структури поліпептиду:

- а) першого;
- б) другого;
- в) третього;
- г) всі відповіді вірні;
- д) вірно а+б.

10. Властивість виродженості генетичного коду:

- а) немає суттєвого впливу на реалізацію структурних змін ДНК;
- б) посилює наслідки структурних змін кодонів ДНК;
- в) пом'якшує їх;
- г) вірно б+в;
- д) всі відповіді невірні.

Практичне завдання:

1. Провести статистичну обробку і порівняння двох варіаційних рядів.
2. Дати пояснення основним статистичним характеристикам варіаційного ряду (середнє арифметичне, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, похибка середньої арифметичної).

Методика виконання роботи:

Обладнання: таблиці, листки горобини або колоси пшениці (100 шт.).

Хід роботи:

Об'єктивну характеристику мінливості можна дати шляхом складання варіаційного ряду і обчислення основних характеристик. Окреме значення ознаки, що варіює, прийнято у варіаційній статистиці варіанта (ν). Числа, які показують, скільки раз повторюється кожна варіанта, називають частотами варіант (f). Сума всіх частот ($\sum f$) дорівнює кількості об'єктів вибіркової сукупності і позначається через n .

Варіаційним рядом називають такий ряд даних, в якому вказані значення варіюючої ознаки /варіанти/ в порядку їх збільшення і відповідні їм частоти.

Основними показниками варіаційного ряду є середнє арифметичне \bar{X} , середнє квадратичне відхилення σ і коефіцієнт варіації V .

Середнє арифметичне обчислюють за формулою:

$$\bar{X} = \frac{\sum (\nu \times f)}{n},$$

де, \bar{X} – середня величина; ν – значення варіант, f – частоти варіант і n – загальне число варіант варіаційного ряду.

Цей показник \bar{X} є найбільш узагальненим і характерним для певної сукупності, але не відображає ступінь мінливості ознаки. Ступінь мінливості ознаки характеризує середнє

квадратичне відхилення σ , яке обчислюють за формулою:
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f \times (v - \bar{O})^2}{n}},$$

де, \bar{X} – середнє арифметичне, f – частота, v – значення варіант, n – загальне число варіант. Для порівняння ступеня мінливості різних ознак застосовують коефіцієнт варіації V . Він становить собою відношення середнього квадратичного відхилення до середнього арифметичного в %:

$$V = \sigma / \bar{X} \times 100\%$$

Коефіцієнт варіації може бути названий коефіцієнтом мінливості. Він буде тим більший, чим ширша норма реакції даної ознаки.

Хід роботи, яка виконується в шкільному курсі біології.

1. Розподіляють наявний матеріал між ланками. Ланка з 5–6 чол. одержує сто листків, або сто колосів пшениці.

2. Поясніть і покажіть учням, як необхідно проводити підрахунок певного показника, модифікаційну мінливість якого будуть вивчати. Особливу увагу зверніть на підрахунок кількості колосків у колосі пшениці.

3. Кожен у відповідності з завданням, вказаним в інструкційній картці, визначає двадцять показників і записує результати. Варіаційний ряд складає кожна ланка на основі одержаних ста показників.

4. На прикладі даних однієї із ланок навчіть учнів швидко і правильно скласти варіаційні ряди. Для цього шляхом постановки запитання знайдіть найменшу і найбільшу варіанту /ці показники повідомляє вам кожна певна ланка/. Потім варіанти в порядку збільшення записують на дошці і визначають їх частоту. Для цього кожен із учнів послідовно зачитує 20 показників, а вчитель на дошці проводить певний запис, користуючись таким методом первинного обліку:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Сума всіх частот повинна дорівнювати загальному числу спостережень.

5. На основі складеного варіаційного ряду будують варіаційну криву.

6. Після визначення середньої арифметичної проведіть детальний аналіз варіаційного ряду і кривої, звернувши увагу на такі моменти:

а) середня арифметична – найбільш важливий показник, який характеризує дану групу об'єктів. Вона /середня величина/ є узагальненою, абстрактною характеристикою варіаційного ряду в цілому;

б) чим більше відхиляється показник від середньої величини, тим рідше він зустрічається;

в) переважна більшість варіант розміщується в середній частині варіаційного ряду або біля середини варіаційної кривої. Тут спостерігається максимум частот варіант, їх згущення. Розподіл варіант по обидві сторони від цього максимуму є більш-менш симетричним. Частота варіант поступово зменшується до країв варіаційного ряду.

Список рекомендованої літератури.

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 14 (2 год.)

Тема: Поліплоїдія та інші зміни числа хромосом

Теоретичні питання:

1. Поліплоїдія та поліплоїдні ряди в природі.

2. Аутополіплоїдія.
3. Використання поліплоїдів в селекції рослин.
4. Аллополіплоїдія.

Питання для розвитку мислення:

1. Перерахуйте культурні рослини, які являють собою продукти природної поліплоїдії.
2. Чому гаплоїди і триплоїди безплідні (стерильні)?
3. Чому поліплоїдія у тварин зустрічається рідко?
4. Як впливає колхіцин на мітоз?

Задачі для самостійного розв'язання:

1. Скільки хромосом у соматичних клітинах гібрида, одержаного від схрещування м'якої пшениці ($2n=42$) і жита ($2n=14$)? Чому житньо-пшеничні гібриди безплідні?
2. У конюшини алель *A* зумовлює червону, а алель *a* – білу квітку. Визначте очікувані співвідношення генотипів і фенотипів серед нащадків, одержаних від схрещування двох трисоміків *Aaa* Ч *AAa*.
3. Схрещено дві тетраплоїдні рослини ротиків садових з генотипами *AAAA* і *aaaa*. Яким буде розщеплення у другому поколінні, якщо інтенсивність забарвлення квітки залежить від дози домінантного гена: *AAAA* – темно-червона, *AAaa* – червона, *Aaaa* – світло-червона, *aaaa* – рожева, *aaaa* – біла?

Тестові завдання:

1. Гаплоїди іноді утворюють незначну кількість насіння. Внаслідок злиття яких гамет воно утворюється:

- а) n ;
- б) $n = 1$;
- в) $n + 1$;
- г) $n - 2$;
- д) $2n$.

2. Триплоїд можна одержати шляхом схрещування:

- а) диплоїда з гаплоїдом;
- б) ди- з тетраплоїдом;
- в) трьох гаплоїдів;
- г) тетраплоїда з диплоїдом;
- д) диплоїда з триплоїдом.

3. Щоб одержати пентаплоїд треба схрестити:

- а) диплоїд з октаплоїдом;
- б) диплоїд з триплоїдом;
- в) тетраплоїд з гексаплоїдом;
- г) диплоїд з тетраплоїдом;
- д) гаплоїд з тетраплоїдом.

4. З перелічених ознак виберіть ті, що характерні для аутотетраплоїдів:

- а) мають темно-зелене м'ясисте листя;
- б) листки світло-зелені;
- в) клітини дрібні;
- г) клітини крупні;
- д) мають підвищену плодючість (кількість насінин у розрахунку на одну рослину);
- е) плодючість нижча, ніж у диплоїдів;
- є) вегетативні й генеративні органи крупніші, ніж у диплоїдів;
- ж) всі органи дрібніші;
- з) пізньостиглі;
- і) ранньостигліші, ніж диплоїди.

5. Які з культурних рослин є природними поліпоїдами:

- а) пшениця м'яка;
- б) жито;
- в) горох;
- г) ячмінь;

- д) кукурудза;
- е) овес;
- є) бавовник;
- ж) топінамбур;
- з) картопля;
- і) тютюн.

6. Експериментальні поліплоїди одержують шляхом:

- а) опромінення;
- б) обробки насіння або вегетативних частин іпритом;
- в) колхіцинування;
- г) вегетативного розмноження;
- д) обробки насіння хімічними надмутагенами.

7. Внаслідок обробки насіння етилмеркурхлоридом на одній з рослин утворився тетраплоїдний пагін. Яке насіння зав'яжеться на ньому, якщо вихідна рослина належить до самозапильників:

- а) гаплоїдне;
- б) триплоїдне;
- в) тетраплоїдне;
- г) октаплоїдне;
- д) диплоїдне.

8. Яке насіння може утворитися на тетраплоїдному пагоні перехреснозапильної рослини:

- а) гаплоїдне;
- б) диплоїдне;
- в) триплоїдне;
- г) тетраплоїдне;
- д) октаплоїдне.

9. Чому в дослідах Г. Д. Карпеченко, які вважають класичними, утворилися плодючі редьково-капустяні гібриди:

- а) вони утворилися спонтанно з нередукованих клітин, що продукувалися безплідними віддаленими гібридами;
- б) дослідник обробляв насіння F_1 колхіцином;
- в) відбулися соматичні геномні мутації.

10. Якими методами одержують гаплоїди в рослин:

- а) метод виключення запилення;
- б) запилення кастрованих квіток пилком опроміненим високими дозами радіації;
- в) запилення кастрованих квіток пилком інших віддалених видів;
- г) близнюковий метод;
- д) одержання гаплоїдів з мікроспор.

Практичне завдання:

1. Приготувати ацетокармінові препарати з корінців бобів, що оброблені колхіцином.
2. Замалювати К-метафазні клітини.
3. Описати методи одержання поліплоїдів за допомогою колхіцину (Абрамова, Карлінський – С. 121–123).
4. Ознайомитись з морфологічними особливостями поліплоїдного бурияка, поліплоїдного жита і поліплоїдної гречки.

Методика виконання роботи:

Обладнання: насіння кінських бобів, фільтрувальний папір, чашки Петрі, 0,025% розчин колхіцину, вода, мікроскопи, предметні та покривні скельця, препарувальні голки, піпетки, спирт, льодяна оцтова кислота, корінці кінських бобів та цибулі, оцетокармін, пробірки, сухий спирт, кармін, колби, пінцети, лезо, гербарій поліплоїдів.

Хід роботи:

Ознайомлення з поліплоїдизуючим впливом колхіцину

Насіння кінських бобів *V. faba* пророщують на фільтрувальному папері до того часу, поки корінчики не досягнуть довжини 10–12 мм. Потім їх переносять в інші чашки Петрі з

фільтром. У кожен чашку вливають по 10 мл 0,025 % розчину колхіцину. Експозиція обробки – 8–12 год. Після цього насіння промивають і переносять в інші чашки Петрі з фільтром і водою /на 1 чашку – 10 мл води/. Фіксують корінчики кінських бобів через 10–12 годин після закінчення обробки.

Забарвлювання хромосом і виготовлення тимчасових препаратів проводять за методикою, описаною раніше /див. Лабораторно-практичне заняття № 1/.

Розглядаючи препарат при великому збільшенні /об. $\times 40$ / зверніть увагу на відсутність ана- і телофаз.

1. Знайдіть К-метафази і замалюйте їх. Ви по суті спостерігаєте утворення поліплоїдних клітин.

2. Ознайомитися з морфологічними особливостями поліплоїдів за гербарними листами.

3. Описати методи одержання поліплоїдів.

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.

2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.

3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 15 (2 год.)

Тема: Генетика індивідуального розвитку

Мета: розкрити глибинні причини диференціації клітин як основи органогенезу та онтогенезу. Пояснити зв'язок між диференціальною активністю генів та зміною спектру білків у ході диференціації.

Теоретичні питання:

1. Поняття онтогенезу.
2. Розвиток як поступове розгортання генетичної програми. Диференціальна активація генів і її наслідки.
3. Фактори диференціальної активації генів.
4. Яровизація і фотоперіодизм у рослин.
5. Тотипотентність. Трансплантація ядер.
6. Фенокопії та морфози. Тератогенез.

Питання для розвитку мислення:

1. Які біологічні процеси забезпечують ріст рослин? Дайте визначення росту.
2. Назвіть найважливіші для розвитку характерні особливості.
3. Охарактеризуйте особливості онтогенезу озимих злаків (жита і пшениці) та дворічників (бурюка та моркви).
4. Яка причина диференціації клітин?

Практичне завдання:

1. Розглянути під мікроскопом гігантські хромосоми дрозофіли.
2. Виготовити і розглянути препарати гігантських хромосом хірономуса.

Хід роботи

1. Відібрати найбільші личинки мотиля (хірономуса).
2. Розглянути їх будову.
3. Лезом бритви, поклавши личинки на предметне скло, відтягти два перші (передні) сегменти і викинути їх.
4. З третього сегмента, натискаючи препарувальною голкою, розміщеною горизонтально, видавити гемолімфу з двома прозоро-білуватими слинними залозами.
5. Перенести слинні залози на чисте предметне скло.
6. Нанести 3–5 крапель оцетокарміну на залози і злегка нагріти скельце над спиртівкою.
7. Накрити слинні залози накривним скельцем і залишити на 10–15 хв., після цього злегка роздавити їх зворотньою (плоскою) частиною пінцета.
8. Розглянути препарат, використовуючи об'єктив $\times 8$ та $\times 40$.

9. Схематично замалювати одну з хромосом.

Задачі для самостійного розв'язування (з вибраних розділів):

1. Сліпі земляні кротокопи харчуються цибулинами пахучого самострілу, відшукуючи їх виключно за запахом. Цибулини близькоспорідненого виду (самострілу несправжнього, він зустрічається набагато частіше, ніж пахучий самостріл) пахнуть так само, але сильно отруйні. Знайшовши цибулину, кротокоп обережно надгризає її та смакує краплинку соку. Якщо сік отруйний (про це сигналізують смакові рецептори), кротокоп випльовує його й шукає інші цибулини. Відповідні нюхові рецептори кодуються геном N , а смакові – геном T . Яка частка нащадків, отриманих при схрещуванні $NnTt \times NnTt$, здатна харчуватися самостійно, якщо особини $nntt$, дефектні і за нюховими, і за смаковими рецепторами, а для гетерозигот Tt характерна 60 % пенетрантність (нормальні смакові рецептори утворюються лише у 60 % таких особин)?

2. Ефективність фотосинтезу у тайнодереву контролюється генами A і B . Домінантна алель A відповідає за синтез хлорофілу, а домінантна алель B – за розвиток великих листових пластинок. Особини, рецесивні за обома генами, мають маленькі безбарвні листочки. Яка частка нащадків, що одержані під час самозапилення дигетерозиготної рослини, буде здатна до ефективного фотосинтезу, якщо гени A і B успадковуються незалежно, а пилокві зерна, які несуть алель b , проростають з 50%-вірогідністю.

3. Форма хвоста у плоскохвостих кривозубів контролюється геном T . Домінантна мутація $T-149$ призводить до розвитку спірального закрученого хвоста і при цьому характеризується 40% пенетрантністю (мутантний фенотип проявляється лише у 40% особин, які несуть цю мутацію). Яке розщеплення за фенотипом слід очікувати у першому і другому поколіннях при схрещуванні нормального самця з самкою, гомозиготною за даною мутацією?

4. Форма дзьоба у новозеландських шипокляків контролюється геном B , який локалізований в X -хромосомі. Алель $B1$ відповідає за вгнутість дзьоба у ліву сторону, алель $B2$ – за вгнутість у праву сторону, у гетерозигот дзьоб прямий. Прямодзьобу самку схрещували з ліводзьобим самцем. Визначте, яка стать у цього виду гомогаметна, яка гетерогаметна? Яке розщеплення за статтю та фенотипом слід очікувати у нащадків, які отримані в цьому схрещуванні?

5. У зимових синіх водохльобів колір носу контролюється геном A . Домінантна алель A відповідає за синій ніс, рецесивні гомозиготи – білоносі. Яке розщеплення за фенотипом слід очікувати у першому і другому поколіннях під час схрещування тетраплоїдних батьків $AAAA \times aaaa$?

6. Одна з форм забарвлення шерсті у котів визначається аутосомним геном, який представлений трьома алелями (явище множинного алелізму): алель $A1$ визначає сіре забарвлення, $A2$ – сіамське, $A3$ – біле (альбінізм). Алель $A1$ домінує над усіма іншими, алель $A2$ над алеллю $A3$. Під час схрещування сіамського кота Мачо з сірою кішкою Душечкою народилося 4 кота: три сіамських і один альбінос. Встановіть генотипи усіх членів кошачої родини. Чи може у Мачо та Душечки народитися кошенята сірого забарвлення?

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 16 (2 год.)

Тема: Генетика популяцій

Мета: вивчити генетичні процеси, які відбуваються в аутогамних та алогамних популяціях. Навчити студентів розв'язувати задачі з генетики популяцій.

Теоретичні питання:

1. Генетична структура і динаміка самозапильних популяцій рослин. Роботи В. Йоганнсена.
2. Структура панміктичної популяції.
3. Рівновага в популяції. Закон Харді – Вайнберга.
4. Фактори генетичної динаміки популяцій.
5. Популяційні хвилі. Дрейф генів.

Питання для розвитку мислення:

1. Яким чином можна довести, що перехреснозапильна популяція, скажімо сорт кукурудзи, складається з рослин з різними генотипами?
2. Що означає термін «ідеальна популяція»? Чи існує вона в природі?
3. Що забезпечує тенденцію панміктичних популяцій до рівноваги?
4. Що таке ідеальна популяція? Чи є ідеальні популяції в природі?
5. З якою метою застосовують формулу Харді-Вайнберга для людських популяцій?
6. Кожна сімдесята людина має в генотипі ген альбінізму. Яка ймовірність шлюбу двох гетерозигот за цим геном?

Задачі для самостійного розв'язання:

1. Резус-позитивність (Rh) домінує над резус-негативністю (rh). У популяції 16% резус-негативних людей. Резус-негативна дівчина одружилася з резус-позитивним юнаком. Визначте ймовірність того, що її партнер гетерозиготний.
2. У американських індіанців племені ута, навахо і аборигенів Західної Австралії трапляються лише перша і друга група крові (генотипи i^0i^0 ; $I^A i^0$ та $I^A I^A$). Число індивідів з першою групою крові серед різних племен таке: ути – 97,4%; навахо – 77,7% австралійські аборигени – 48,1%. Визначте генетичну структуру популяції.
3. Діти, що страждають на фенілкетонурію (одну з форм ідіотії, пов'язану з порушенням у обміні фенілаланіну), народжуються лише від здорових батьків. У місті серед 50000 народжених дітей зареєстровано 4 хворих на фенілкетонурію. З якою частотою у цій популяції трапляються гетерозиготи за геном фенілкетонурії?
4. Рокитський наводить такі частоти груп крові в популяції: I – 0,33, II – 0,36, III – 0,23, IV – 0,08. Обчисліть частоти генів у цій популяції, які визначають групи крові в системі ABO .

Тестові завдання:

1. **Найбільша генотипова різноманітність характерна для популяцій:**
 - а) самозапильників;
 - б) перехреснозапильників;
 - в) вегетативників;
 - г) безплідників;
 - д) вірно а+в.
2. **Чистою лінією називають:**
 - а) потомство однієї гетерозиготної самозапильної рослини;
 - б) потомство однієї будь-якої рослини;
 - в) потомство однієї гомозиготної самозапильної рослини;
 - г) потомство перехреснозапильних рослин;
 - д) вірно а+в.
3. **Популяція – це відносно ізольована частина:**
 - а) виду;
 - б) роду;
 - в) класу;
 - г) родини;
 - д) біоценозу.
4. **Який процес призводить до гомозиготності переважної більшості особин аутогамних популяцій:**
 - а) самозапліднення;
 - б) вегетативне розмноження;
 - в) перехресне запліднення;
 - г) природний добір;
 - д) штучний добір.

5. Завдяки якому фактору забезпечується потенційна можливість збереження генних частот у поколіннях панміктичних популяцій:

- а) перехресному заплідненню;
- б) природному добору;
- в) самозаплідненню;
- г) міграції особин;
- д) ізоляції.

6. Які з перелічених умов сприятимуть збереженню генних частот у ряді поколінь панміктичної популяції:

- а) популяція мала;
- б) популяція багаточисельна;
- б) спарювання відбувається випадково;
- в) спарювання відбувається вибірково;
- г) особини з різним генотипом мають однакову плодючість;
- д) особини популяції мають неоднакову плодючість;
- е) мутації відбуваються;
- є) міграції немає;
- ж) міграція значна.

7. Фенотипова різноманітність рослин, що належать до однієї чистої лінії або клону, пов'язана переважно:

- а) з впливом чинників середовища на формування фенотипу;
- б) з генотиповою різноманітністю;
- в) з мутаціями;
- г) з перекомбінацією генетичного матеріалу;
- д) всі відповіді вірні.

8. Частота домінантного алеля A у популяції, що має структуру $0,2AA + 0,48Aa + 0,32aa = 1$, становить:

- а) 0,2;
- б) 0,48;
- в) 0,32;
- г) 0,44;
- д) 0,68.

9. Маємо три селекційні сорти: а) гороху; б) жита; в) пшениці. Серед якого сорту добір буде найефективнішим? Чому?

10. Закон і формулу Харді-Вайнберга можна використовувати під час розв'язування задач, де йдеться мова про популяції:

- а) жита;
- б) пшениці;
- в) гороху;
- г) кукурудзи;
- д) ячменю;
- е) людини;
- є) роздільностатевих тварин.

Практичне завдання:

1. Прослідкувати за динамікою популяції самозапильників на протязі декількох поколінь (вихідні дані дає викладач).

2. Розв'язати 3–4 генетичних задачі по визначенню генетичної структури панміктичних популяцій, виходячи із заданої частоти рецесивних гомозигот.

Методика виконання роботи:

Обладнання: таблиці, слайди, кодопозитиви.

Хід роботи:

Аутогамні популяції складаються переважно з гомозигот. Гомозиготність є наслідком самозапліднення. Якщо шляхом схрещування ми створимо гетерозиготну за певним геном популяцію і будемо пересівати її протягом кількох років, то з кожним наступним поколінням

частка гетерозигот зменшуватиметься вдвоє. Це пояснюється тим, що кожна гетерозигота Aa при самозаплідненні дає початок половині гомозигот $1AA : 2Aa : 1aa$.

Отже, самозапліднення визначає загальний напрямок динаміки аутогамної популяції: від гетерозиготності до гомозиготності.

Аллогамні /панміктичні/ популяції властиві майже всім тваринам і багатьом рослинам. Потомство в таких популяціях утворюється внаслідок вільного схрещування особин з різним генотипом, і тому частка гетерозигот дуже велика. Постійна перекомбінація генів призводить до високого поліморфізму, і кожен організм панміктичної популяції має своєрідний генотип.

При аналізі популяцій оперують основним поняттям популяційної генетики – частотою гена. Частота гена – це зустрічність гена в певній популяції і ймовірність передачі його потомству. Між частотою алелей A і a і частотою генотипів AA , Aa , aa є певний зв'язок: гомозиготи AA містять два гени A , гомозиготи aa – два гени a , а гетерозиготи – один ген A і один – a .

Частоти генів виражають через частоти генотипів таким чином:

pA = частоті домінантних гомозигот + $1/2$ частоти гетерозигот,

qa = частоті рецесивних гомозигот + $1/2$ частоти гетерозигот.

$$p + q = 1; p = 1 - q; q = 1 - p,$$

де p – частота домінантного гена A ,

q – частота рецесивного гена a .

Концентрованим виразом закону Харді-Вайнберга є формула:

$$p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1.$$

Вона показує, як на основі реальних генних частот p , q формується генетична структура наступного покоління і відбиває тенденцію панміктичних популяцій до рівноваги, тобто збереження відповідних частот генів у поколіннях.

Використовуючи формулу Харді-Вайнберга, можна на основі обмеженої інформації /частоти рецесивних гомозигот/ одержати цілісне уявлення про структуру популяції, тобто співвідношення різних генотипів.

При розв'язуванні задач спочатку знаходять qa /виходячи з частоти рецесивних гомозигот, яка відповідає показнику q^2aa /, потім pA , яка $= 1 - q$, і в решті-решт – генетичну структуру популяції.

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 17–18 (4 год.)

Тема: Методи генетики людини

Мета: Навчити студентів аналізувати і складати родоводи, а також робити генетичний прогноз для простих ситуацій.

Теоретичні питання:

1. Особливості людини як об'єкту генетичних досліджень.
2. Генеалогічний метод.
3. Предмет і завдання антропогенетики і медичної генетики.
4. Особливості аутосомно-домінантного та аутосомно-рецесивного типів успадкування.
5. Роль генетичних і соціальних факторів у формуванні особистості та інтелектуальних здібностей.
6. Історія, суть та можливості близнюкового методу. Поняття конкордантності і дискордантності.

7. Популяційно-статистичний метод. Залежність генних частот від етнічного походження та історії популяції
8. Цитогенетичний метод. Каріотип людини у нормі та патології.
9. Біохімічний метод та його використання. Виявлення гетерозиготних носіїв шкідливих генів.
10. Молекулярно-генетичний метод.
11. Метод генетики соматичних клітин.

Запитання для розвитку мислення:

1. Чому людина є складним об'єктом для генетичного аналізу?
2. Який метод генетичного аналізу не використовують для людини? Чому?
3. Що вивчає антропогенетика? А медична генетика?
4. Які особливості зчепленого з X-хромосомою успадкування?
5. Що таке аутосомні гени?
6. Як називають пацієнта, для якого складають родовід?
7. Кого називають близнюками? Які механізми їх утворення?
8. Хто є засновниками вивчення близнюкового методу, вивчення спадковості і мінливості у людини?
9. Що таке конкордантність? Як вона визначається?

Практичне завдання:

1. Замалювати і запам'ятати символи, що використовуються для складання родоводів.
2. Ознайомитися з правилами складання родоводів.
3. Проаналізувати кілька родоводів і зробити генетичний прогноз.
4. Ознайомитися з конкретними ситуаціями застосування близнюкового методу для з'ясування ролі генотипу і середовища для формування ознак. Зробити висновки.
5. Розв'язати 3–4 задачі і вправи, пов'язані з використанням цитогенетичного, популяційно-статистичного та біохімічного методів досліджень.
6. Замалювати діаграму «Конкордантність ідентичних і неідентичних близнюків по ряду захворювань» та зробити висновки.

Задачі для самостійного розв'язання:

1. Ознайомтеся з успадкуванням полідактилії за родоводом (рис. 4). Яким алелем (домінантним чи рецесивним) зумовлюється ця ознака? Охарактеризуйте особливості домінантного успадкування.

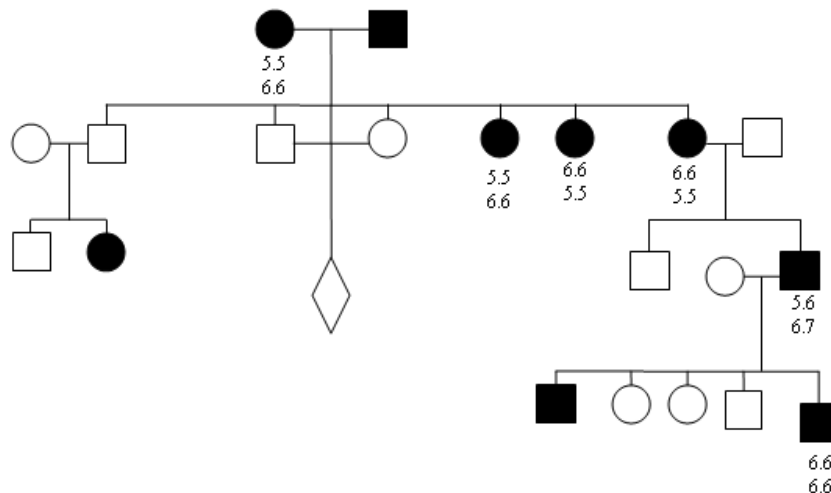


Рис.4 Родовід за полідактилією (верхні цифри – кількість пальців на руках; нижні – на ногах)

2. Пробанд – глухоніма дівчинка. Її брат, мати й батько – здорові. З боку батька тітка й дід здорові, а бабуся – глухоніма. У матері пробанда є глухоніми брат та здорові брат і сестра. Складіть родовід і визначте тип успадкування ознаки й генотип членів родоуду.

Тестові завдання:

1. Які методи використовують у генетиці людини:
а) генеалогічний;

- б) гібридологічний;
- в) метод експериментальних мутацій;
- г) близнюковий;
- г) цитогенетичний;
- д) популяційний;
- е) біохімічний.

2. Родовід – це:

- а) дані про здоров'я сибсів;
- б) дані про здоров'я батьків;
- в) прогноз захворювання нащадків;
- г) графічне зображення родинного дерева;
- д) графічне зображення шлюбу.

3. Як називається особа, родовід якої потрібно скласти:

- а) сибс;
- б) родич;
- в) пробанд;
- г) близнюк;
- д) нащадок.

4. Етапами генеалогічного аналізу є:

- а) збір даних про родичів пробанда;
- б) побудова родоводу;
- в) аналіз родоводу і висновки;
- г) вірно а+б+в;
- д) вірно б+в.

5. Яких правил потрібно дотримуватись при складанні родоводу:

- а) сибсів зображують зліва направо в порядку народження;
- б) батька і його родичів розміщують справа, матір і її родичів розміщують зліва;
- в) покоління нумерують зліва римськими цифрами зверху донизу, всіх членів одного покоління зображають на одній лінії;
- г) вірно б+в;
- д) вірно а+б+в.

6. Аутосомно-домінантному типу успадкування притаманні:

- а) людина з домінантною ознакою може бути гомо- і гетерозиготною;
- б) чоловіки хворіють частіше;
- в) чоловіки і жінки хворіють з однаковою частотою;
- г) людина з патологічною домінантною ознакою майже завжди гомозиготна;
- д) людина з патологічною домінантною ознакою майже завжди гетерозиготна.

7. Аутосомно-рецесивному типу успадкування притаманні:

- а) рецесивні ознаки проявляються тоді, коли в генотипі об'єднуються домінантний і рецесивний гени;
- б) рецесивні ознаки проявляються тоді, коли в генотипі об'єднуються обидва рецесивні гени;
- в) ризик народження хворих дітей зростає при близькородинних шлюбах;
- г) вірно а+б+в;
- д) вірно а+б.

8. Х-зчепленому рецесивному типу успадкування притаманні:

- а) частіше хворіють чоловіки;
- б) ризик захворювання у синів гетерозиготної жінки становить 50%;
- в) від хворого батька доньки 100% успадковують ген;
- г) хвороба успадковується по вертикалі без пропуску поколінь;
- д) вірно а+б+в.

9. При якому типі успадкування хворіють лише чоловіки:

- а) атосомно-домінантному;
- б) аутосомно-рецесивному;
- в) Х-зчепленому домінантному;

- г) Х-зчепленому рецесивному;
- д) голандричному.

10. Порушення у розходженні хромосом можуть спостерігатися у людини:

- а) в мейозі I;
- б) в мейозі II;
- в) під час першого поділу зиготи;
- г) під час редукції і екваційного періоду;
- д) вірно а+б.

11. Які з перелічених хвороб належать до спадкових:

- а) синдром Дауна;
- б) ядерна катаракта (помутніння кришталика ока);
- в) СНІД;
- г) гемофілія;
- д) дальтонізм.

12. У разі хвороби Дауна в соматичних клітинах хворого спостерігається:

- а) нестача 21-ої хромосоми;
- б) нестача Х-хромосоми;
- в) зайва 21-а хромосома;
- г) зайва Х-хромосома;
- д) моносомія за хромосомою 15-ої пари.

13. Якщо патологічна ознака зумовлюється домінантним аутосомним геном, у родоводі можна помітити такі особливості:

- а) хворі діти народжуються у здорових батьків;
- б) ознака передається від хворої матері лише синам;
- в) хворі діти народжуються у сім'ях, де хоч один з батьків хворий;
- г) переважна більшість хворих членів родоуду – гетерозиготи за даним геном;
- д) переважна більшість хворих гомозиготи за дефектним алелем.

14. Яким геном зумовлена патологічна ознака, що передається від хворого батька всім дочкам:

- а) рецесивним аутосомним геном;
- б) рецесивним геном, локалізованим в Х-хромосомі;
- в) домінантним аутосомним геном;
- г) домінантним геном, локалізованим в Х-хромосом;
- д) домінантним геном локалізованим в Y-хромосомі.

15. Аналізуючи родовід, лікар-генетик встановив: ознака проявляється у кожному поколінні, жінки та чоловіки успадковують ознаку з однаковою частотою, батьки з однаковою ймовірністю передають ознаки дітям обох статей. Визначте, який тип успадкування має досліджувана ознака?

- а) аутосомно-рецесивний;
- б) Х-зчеплений домінантний;
- в) Х-зчеплений рецесивний;
- г) Y-зчеплений;
- д) аутосомно-домінантний.

16. При аналізі родоуду, у якому вивчається гіпертрихоз (надмірне оволосіння вушних раковин), з'ясовано, що ознака зустрічається в усіх поколіннях тільки у чоловіків і успадковується від батька до сина. Визначте тип успадкування:

- а) аутосомно-рецесивний;
- б) аутосомно-домінантний;
- в) зчеплений з Х-хромосомою рецесивний;
- г) зчеплений з Х-хромосомою домінантний;
- д) зчеплений з Y-хромосомою.

17. Які можливості дає досліднику використання близнюкового методу:

- а) дає можливість визначити характер успадкування ознак;
- б) дає можливість підтвердити клінічний діагноз спадкового захворювання;

в) дає можливість з'ясувати ступінь залежності ознаки від генетичних чинників і чинників середовища;

г) дає можливість прогнозувати прояв ознаки в потомстві;

д) дає можливість визначити біохімічну основу спадкового захворювання.

18. Про що свідчить співпадання конкордантності (ідентичності близнят за певною ознакою) у монозиготних і дизиготних близнят:

а) про спадкову обумовленість ознаки;

б) про значну роль спадкового чинника у формуванні ознаки;

в) про неспадкову обумовленість ознаки;

г) про співпадання обумовленості ознаки;

д) про випадковість у формуванні ознаки під тиском чинників зовнішнього середовища.

19. Про що свідчить близька до 100% конкордантність у монозиготних близнят і низька конкордантність у дизиготних близнят:

а) про спадкову природу аналізованої ознаки;

б) про істотну роль спадкового чинника у формуванні ознаки;

в) про неспадкову природу ознаки;

г) про спадкове співпадання вияву ознаки в людини;

д) дає можливість прогнозувати вияв ознаки в потомстві.

20. Про що свідчать відмінності в ознаці за високої конкордантності як у монозиготних, так і в дизиготних близнят:

а) про спадкову обумовленість ознаки;

б) про спадкову схильність до розвитку цієї ознаки;

в) про неспадкову природу ознаки;

г) про спадкове неспівпадання вияву ознаки;

д) про випадковість вияву ознаки в людини.

21. Які можливості дає лікарю-генетику біохімічний метод дослідження:

а) дає можливість визначити тип успадкування ознаки;

б) дає можливість виявити спадкові ферментні аномалії;

в) дає можливість встановити ступінь залежності ознаки від генетичних чинників і чинників зовнішнього середовища;

г) дає можливість вивчити структуру гена;

д) дає можливість вивчити біохімічну основу фенотипу.

22. Які можливості дає досліднику використання цитогенетичного методу:

а) дає можливість визначити тип успадкування ознаки;

б) дає можливість діагностувати спадково обумовлені аномалії розвитку, пов'язані з хромосомними і геномними мутаціями;

в) дає можливість прогнозувати вірогідність народження аномальною потомства;

г) дає можливість з'ясувати співвідношення генотипів у популяції;

д) не дає можливості спрогнозувати вияв аномалії з достатньою точністю.

23. Які спадкові захворювання можна діагностувати за допомогою цитогенетичного методу:

а) синдром Клайнфельтера;

б) хворобу Дауна;

в) гемофілію;

г) синдром «котячого крику»;

д) синдром Шерешевського – Тернера.

24. Які захворювання можна діагностувати, використовуючи методику визначення статевого хроматину:

а) синдром Шерешевського – Тернера;

б) синдром Дауна в чоловіка;

в) трисомію «X»;

г) синдром Патау – Едвардса;

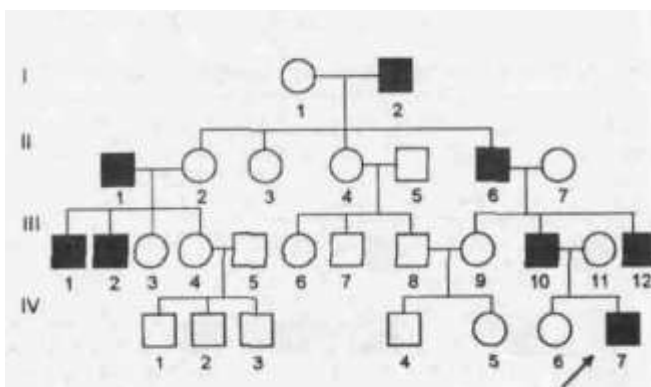
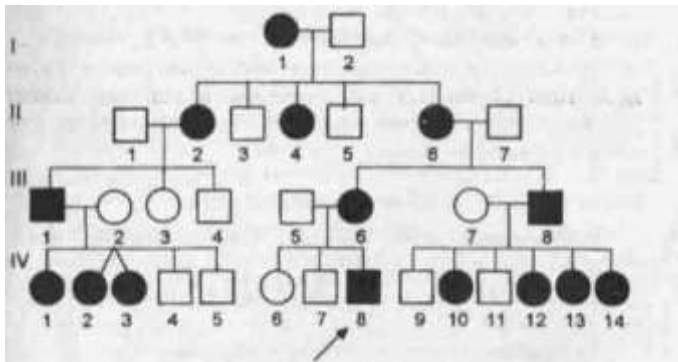
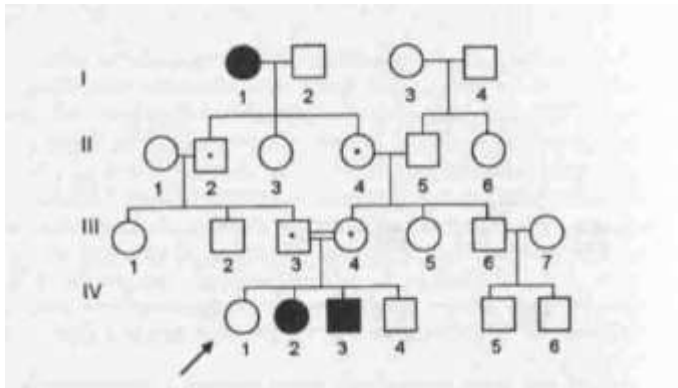
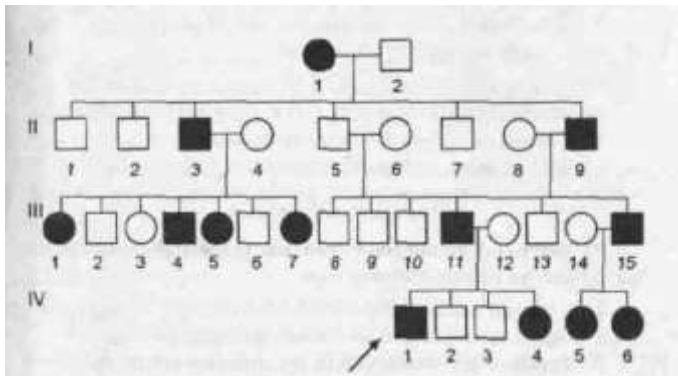
д) синдром Клайнфельтера.

25. Які можливості дає досліднику використання популяційно-статистичного методу для вивчення генетики людини:

- а) дає можливість визначити тип успадкування ознаки;
- б) дає можливість визначити ступінь залежності ознаки від спадкових чинників та чинників середовища;
- в) дає можливість визначити кількість гетерозигот у популяції;
- г) дає можливість встановити ступінь спорідненості між популяціями;
- д) дає можливість діагностувати спадкові аномалії розвитку.

26. Нижче наведено коефіцієнти спадковості окремих ознак людини, розраховані за даними близнюкових досліджень: а) розумові здібності (оцінка за тестом QI) – 0,80; б) успішність навчання в школі – 0,16; в) зріст – 0,64; г) маса тіла – 0,64; д) довжина голови – 0,73; є) ширина голови – 0,76; є) колір очей – 0,96. Визначте, яку роль у формуванні ознак відіграє зовнішнє середовище.

Проаналізувати родоводи:



Список рекомендованої літератури:

1. Лищенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Лабораторне заняття № 19–20 (4 год.)

Тема: Спадкові хвороби людини

Мета: ознайомитись з основними спадковими хворобами людини, вміти робити генетичний прогноз для простих ситуацій.

Теоретичні питання:

1. Поняття про спадкові хвороби людини.
2. Принципи діагностики спадкової патології.
3. Хромосомні хвороби, зумовлені порушенням кількості чи будови хромосом.
4. Генні (молекулярні хвороби людини).
5. Хвороби зі спадковою схильністю.
6. Пренатальна діагностика спадкової патології.
7. Перспективи гемотерапії.

Практичне завдання:

1. У новонародженого недорозвинута гортань і нижня щелепа, внаслідок чого він видає звуки схожі на котяче нявчання. Обстеження новонародженого показало наявність мікроцефалії, короткої шиї, епікантуса, вад розвитку серцево-судинної системи та інші відхилення.

- а) Який синдром і яку аномалію хромосом можна запідозрити у новонародженого?
- б) Як підтвердити чи спростувати ваше припущення?

2. В родині народилася дитина-інтерсекс.

- а) Як і індивіди називаються інтерсексами?
- б) Як встановити дійсну стать дитини, щоб дати ім'я відповідно до статі і щоб хірургічна корекція в майбутньому виявилась безпомилковою?

3. Цитогенетичне обстеження наречених, які не мали фенотипових відхилень, показало, що наречений має 45 хромосом, і одна з хромосом 21 пари транслокована на 15-у.

- а) Який синдром і з якою ймовірністю можливий у дітей від цього шлюбу?
- б) Як виявити, хто із нормальних дітей від цього шлюбу буде носієм транслокаційної 21-хромосоми?

4. На місці злочину знайдена кров. Судово-медичний експерт встановив, що лейкоцити цієї крові мають барабанні палички (тілець Барра).

- а) Яким методом користувався судово-медичний експерт для виявлення барабанних паличок (тілець Барра)?
- б) Представникові якої статі найбільш вірогідно належить кров?

5. Найменша хромосома геному людини містить близько 1,8 % його генетичного матеріалу, але мутації цієї хромосоми спричиняють тяжкі клінічні стани. Так, трисомія за цією хромосомою спричинює синдром «котячого ока», атрезію ануса, фізичну і розумову відсталість. Втрата довгого плеча хромосоми спричинює несумісний з життям синдром Ді Джорджі або, якщо втрачається частина плеча, виникає велокардіо-фасціальний синдром з характерними вадами серця і великих судин. При лейкозах виявлені три- та моносомії, а також різні транслокації.

- а) Який номер в ідеограмі людини має найменша хромосома?
- б) Напишіть загальну формулу каріотипу дитини з синдромом «котячого ока».
- в) Яку назву має мутація, пов'язана з втратою плеча хромосоми або його частини?
- г) Напишіть загальну формулу каріотипу моносомних клітин за найменшою хромосомою.
- д) Дайте визначення поняття «транслокація».

6. Відомо багато форм гемоглобіну, в молекулах якого відбулась заміна однієї з амінокислот в β -ланцюгу (Ефримсон В.П., 1968). В таблиці наведені деякі з цих заміщень:

| Форма гемоглобіна | Порядковий номер амінокислоти в ланцюгу | Амінокислотні заміщення |
|-------------------|---|-------------------------|
| Токучі | 2 | Гістидин—тирозин |
| Кушатта | 22 | Глутамін—аланін |
| Айбадан | 46 | Гліцин—глутамін |
| Цюріх | 63 | Гістидин—арганін |

| | | |
|----------|-----|--------------------|
| Мілуокі | 67 | Валін—глутамін |
| Ібадан | 87 | Треонін—лізин |
| Балтімор | 95 | Лізин—глутамін |
| Кельн | 98 | Валін—метіонін |
| Кенвуд | 143 | Гістидин—аспарагін |

Які зміни в триплетах ДНК призводять до заміни амінокислоти у кожному з названих варіантів?

7. Методом Фреда Сенгера отримали фрагменти ланцюгів ДНК з послідовно зміненою на один нуклеотид довжиною. Фрагменти склали один на одного у вигляді східців. Оскільки кінці ланцюгів були помічені флюоресцентними мітками, виявилось, що сходинки представлені такими нуклеотидами:

1-а – А, 2-а – Т, 3-я – Г, 4-а – Ц, 5-а – Ц, 6-а – Т, 7-а – А, 8-а – А, 9-а – Г, 10-а – Г, 11-а – Т, 12-а – А.

а) Напишіть послідовність нуклеотидів секвенованого ланцюга ДНК.

б) Яку послідовність амінокислот може кодувати така послідовність нуклеотидів за умови, що фрагмент кодогенний і не містить інтронів?

8. У людини групову належність крові за системою *ABO* визначають три алелі гена *I* – *I^A*, *I^B*, *I^O*. Генотип кожної людини визначається комбінацією двох із трьох алелей. Система *ABO* має чотири фенотипи: група *I* (*O*), група *II* (*A*), група *III* (*B*), група *IV* (*AB*). Кожен із цих фенотипів відрізняється специфічними білками-антигенами, які містяться в еритроцитах, і антитілами – зосередженими в сироватці крові. Люди з фенотипом *I* (*O*) не мають антигенів *A* і *B* і мають антитіла α і β , з фенотипом *II* (*A*) мають антигени *A* і антитіла β , з фенотипом *III* (*B*) мають антигени *B* і антитіла α , з фенотипом *IV* (*AB*) мають антигени *A* і *B* і не мають антитіл α і β .

а) За допомогою якого методу можна встановити нуклеотидні послідовності і відмінності генів *I^A*, *I^B*, *I^O*?

б) Чи у всіх носіїв гена *I^A* нуклеотидні послідовності цього гена ідентичні? Відповідь обґрунтуйте.

в) За допомогою якого методу можна визначити послідовність амінокислот в антитілах α і β ?

г) Чи можна на основі знання амінокислотних послідовностей антигенів секвенувати ген? Відповідь обґрунтуйте.

9. Синдром Менкеса успадковується за *X*-зчепленим рецесивним типом. В основі захворювання лежить дефект всмоктування і транспорту міді з кишок, що залежить від мідьвмісного ферменту цитохромоксидази.

а) Чому синдром Менкеса називають молекулярною хворобою?

б) До якого класу молекулярних хвороб відносять синдром Менкеса?

в) Який тип мутацій спричинює синдром Менкеса?

г) Яка стать може бути гемізіготною за геном синдрому Менкеса?

д) Кому – синові чи доньці – гемізігота передає ген синдрому Менкеса?

10. Ретинобластома (пухлина ока) – аутосомно-домінантне захворювання з пенетрантністю 90%. У здорових батьків народилась дитина з ретинобластомою. Яка ймовірність народження другої дитини також з пухлиною ока, якщо припустити, що один із батьків гетерозиготний носій патологічного гена?

Тестові завдання:

1. Хромосомні хвороби – це хвороби, спричинені:

а) кратною і некратною зміною кількості аутосом в каріотипі;

б) кратною і некратною зміною кількості гетерохромосом в каріотипі;

в) зміною структури хромосом;

г) вірно а + б + в;

д) вірно а + б;

2. Каріотип – це:

а) гаплоїдний набір хромосом;

б) диплоїдний набір хромосом;

в) поліплоїдний набір хромосом;

- г) анеуплоїдний набір хромосом;
- д) метафазна хромосома.

3. Характерними ознаками каріотипу є:

- а) кількість і парність хромосом;
- б) розміри і форма хромосом;
- в) специфічність інформації;
- г) вірно а + б + в;
- д) вірно а + в.

4. Який метод антропогенетики дає можливість визначити каріотип пацієнта:

- а) генеалогічний;
- б) близнюковий;
- в) дерматогліфічний;
- г) цитогенетичний;
- д) біохімічні.

5. Що є причинами зміни каріотипу?

- а) мутації;
- б) комбінація хромосом при заплідненні;
- в) порушення мітозу та мейозу;
- г) вірно а + б + в;
- д) вірно в + в.

6. В залежності від характеру змін каріотипу розрізняють такі хромосомні порушення:

- а) поліплоїдії;
- б) анеуплоїдії, пов'язані зі змінами аутосом;
- в) анеуплоїдії, пов'язані зі зміною статевих хромосом;
- г) хромосомні аберації;
- д) вірно а + б + в + г.

7. Хромосомні аберації – це:

- а) кратне збільшення гаплоїдного числа хромосом;
- б) некрратне збільшення гаплоїдного числа хромосом;
- в) зміна структури хромосом;
- г) втрата окремих пар хромосом;
- д) усі варіанти вірні.

8. При яких хромосомних абераціях не змінюється кількість генів у хромосомі:

- а) дуплікаціях;
- б) транслокаціях;
- в) делеціях;
- г) інверсіях;
- д) усі варіанти вірні.

9. При яких хромосомних абераціях має місце втрата ділянок хромосоми:

- а) дуплікації
- б) транслокації
- в) делеції
- г) інверсії
- д) усі варіанти вірні

10. При яких хромосомних абераціях має місце подвоєння ділянки хромосоми:

- а) дуплікації;
- б) транслокації;
- в) делеції;
- г) інверсії;
- д) усі варіанти вірні.

11. При яких хромосомних абераціях має місце поворот хромосомного сегмента на 180°:

- а) дуплікації;
- б) транслокації;

- в) делеції;
- г) інверсії;
- д) усі варіанти вірні.

12. При яких хромосомних абераціях має місце перенесення сегмента або цілої хромосоми на іншу хромосому:

- а) дуплікації;
- б) транслокації;
- в) делеції;
- г) інверсії;
- д) усі варіанти вірні.

13. При яких хромосомних абераціях змінюється розміщення генів в хромосомах без зміни їх кількості:

- а) дуплікації;
- б) транслокації;
- в) делеції;
- г) інверсії;
- д) усі варіанти вірні.

14. Яка мутація має місце при класичному синдромі Дауна і за допомогою якого методу її можна ідентифікувати:

- а) хромосомна аберація, генеалогічного;
- б) поліплоїдія, визначення тілець Барра;
- в) анеуплоїдія, визначення У-хромосоми;
- г) анеуплоїдія, каріотипування;
- д) вірно а+д.

15. Тільця Барра доцільно визначати при підозрі на:

- а) синдром Дауна;
- б) синдром Патау;
- в) синдром Шерешевського – Тернера;
- г) синдром Едвардса;
- д) синдром полісомії за У-хромосомою.

16. F-тілця доцільно визначати при підозрі на :

- а) синдром Дауна
- б) синдром Патау
- в) синдром Шерешевського -Тернера
- г) синдром Едвардса
- д) синдром полісомії за У-хромосомою

17. Генетичний мозаїцизм:

- а) аномальна кількість хромосом в клітинах;
- б) диплоїдний набір хромосом в соматичних клітинах;
- в) гаплоїдний набір хромосом в статевих клітинах;
- г) сперматозоїди з різними статевими хромосомами;
- д) наявність в соматичних клітинах організму різної кількості хромосом.

18. Під час патологоанатомічного дослідження трупа новонародженого хлопчика виявлено полідактилію, мікроцефалію, незрошення верхньої губи та піднебіння, а також гіпертрофію паренхіматозних органів. Ці вади відповідають синдрому Патау. Яка причина цієї хвороби:

- а) Трисомія за 21-ою хромосомою;
- б) Трисомія за 18-ою хромосомою;
- в) Трисомія за 13-ою хромосомою;
- г) Трисомія за Х-хромосомою;
- д) Моносомія за Х-хромосомою.

19. У жінки при дослідженні клітин слизової оболонки щок не виявлено статевого хроматину. Яке з наведених захворювань можна припустити:

- а) синдром Едвардса;
- б) синдром Клайнфельтера;

- в) синдром Дауна;
- г) синдром Шерешевського-Тернера;
- д) синдром Патау.

20. Молекулярні хвороби успадковуються за:

- а) аутосомно-домінантним типом;
- б) аутосомно-рецесивним типом;
- в) зчепленим з X -хромосоною типом;
- г) зчепленим з Y -хромосоною типом;
- д) усі варіанти вірні.

21. Як називається спричинене чинниками середовища явище порушення обміну речовин, яке копіює ознаки молекулярної хвороби:

- а) пенетрантність;
- б) експресивність;
- в) фенкопія;
- г) генокопія;
- д) плейотропія.

22. Нецукровий нефрогенний діабет успадковується за X -зчепленим рецесивним типом. Батьки здорові, а син страждає нецукровим нефрогенним діабетом. Які найбільш ймовірні генотипи членів цієї родини:

- а) $X^A X^A$, $X^a Y$, $X^a Y$;
- б) $X^A X^A$, $X^A Y$, $X^A Y$;
- в) $X^A X^a$, $X^A Y$, $X^A Y$;
- г) $X^A X^a$, $X^A Y$, $X^a Y$;
- д) $X^a X^a$, $X^A Y$, $X^a Y$.

23. Подагра визначається домінантним аутосомним геном. Пенетрантність гену у чоловіків складає 20 %, а у жінок вона дорівнює нулю. Чоловік хворий гетерозигота, а його дружина – гомозигота за рецесивами. Яка ймовірність, що син, якого вони чекають, може бути хворим:

- а) 100 %;
- б) 75 %;
- в) 50 %;
- г) 25 %;
- д) 20 %.

24. У резус-позитивних батьків народилась резус-негативна дитина. Подружжя звернулось до лікаря-генетика з проханням визначити вірогідні генотипи членів їх родини:

- а) Жінка $Rh^+ Rh^+$ чоловік, $Rh^+ Rh^- F Rh^+ Rh^-$
- б) Жінка $Rh^+ Rh^-$ чоловік, $Rh^+ Rh^- F Rh^+ Rh^-$
- в) Жінка $Rh^+ Rh^-$ чоловік, $Rh^+ Rh^- F Rh^+ Rh^+$
- г) Жінка $Rh^+ Rh^-$ чоловік, $Rh^+ Rh^- F Rh^- Rh^-$
- д) Жінка $Rh^+ Rh^+$ чоловік, $Rh^- Rh^- F Rh^- Rh^-$

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Піскун Р.П., Коломієць Н.Г., Ващук А.А. Організмний рівень організації життя. Основи генетики людини (модуль 2) // Навчально-методичний посібник до практичних занять з медичної біології для студентів і викладачів вищих навчальних медичних закладів III – IV рівнів акредитації. – Вінниця, 2009. – 184 с.

Додаткова:

1. Медична біологія: \ За ред. проф. В.П. Пішака та проф. Ю.І. Бажори. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 656 с.

Лабораторне заняття № 21–22 (4 год.)

Тема: Генетичні основи селекції рослин, тварин та мікроорганізмів

Мета: детально ознайомити студентів з науковими основами селекції рослин, її досягненнями та значенням для народного господарства.

Теоретичні питання

1. Селекція як наука. Значення еволюційного вчення Ч. Дарвіна для селекції.
2. Поняття породи, сорту, штаму.
3. Завдання і напрями селекції рослин.
4. Вихідний матеріал для селекції. Роботи М. І. Вавилова. Центри походження культурних рослин.
5. Методи селекції. Добір.
6. Особливості добору в само- і перехреснозапилюваних рослин.
7. Внутрішньовидова гібридизація. Підбір пар для схрещування та робота з гібридними поколіннями.
8. Віддалена гібридизація. Подолання несхрещуваності видів та безплідності віддалених гібридів.
9. Гетерозисна селекція.
10. Використання експериментальних мутацій і методу поліплоїдії в селекції рослин.
11. Селекція тварин. Основні напрями.
12. Оцінка тварин і добір.
13. Система схрещувань.
14. Використання гетерозису в тваринництві.
15. Застосування в селекції тварин нових досягнень біологічної науки.
16. Сучасні методи створення промислових штамів мікроорганізмів.

Питання для розвитку мислення:

1. Які відмінності в генетичній структурі сортів самозапилюваних і перехреснозапилюваних культур?
2. Яка генетична структура сортів тих культур, що розмножуються вегетативно?
3. Назвіть найсуттєвіший недолік масового добору.
4. Маємо два селекційні сорти гороху і жита. Добір на продуктивність серед сорту якої культури буде ефективнішим? Чому?
5. Порівняйте масовий та індивідуальний добір. В чому перевага останнього? Чому?
6. Домогосподарка придбала чистосортне насіння п'яти сортів огірків і висадила його на городі. На рослинах кожного сорту залишила по кілька жовтяків для одержання насіння. Одержане з них насіння висіяла у наступному році. Скільки сортів огірків буде у неї? Відповідь аргументуйте.
7. Садівник-аматор придбав у науково-дослідному інституті по 10 розеток (вусів) десяти сортів суниці садової і висадив їх поблизу один від одного на окремих ділянках суниці добре цвіла, її відвідували бджоли. Кожен з придбаних сортів він розмножив. Скільки сортів він матиме в наступному році? Відповідь аргументуйте.
8. Як здійснюється оцінка посухостійкості, морозо- та зимостійкості (відповідаючи, пригадайте знання з курсу фітофізіології)?
9. У чому полягає внесок академіка М. І. Вавилова в розробку проблеми вихідного для селекції рослин матеріалу?
10. Чому аматори, які вирощують кролів «беруть на прокат» чужого самця для запліднення самок?
11. Як можна оцінити племінні якості трьох півнів (А, В, С)? Як потрібно спланувати і провести цей дослід?
12. Яким чином можна визначити норму реакції десяти крільчат одного віку за показником приросту і маси тіла? Сплануйте і поясніть методику проведення дослідів. Яких з цих крільчат варто залишити для одержання приплоду?
13. Яким чином можна одержати генетичні копії тварин?
14. Що таке трансплантація зародків і з якою метою вона використовується?
15. Яка порода великої рогатої худоби домінує в нашій області?

Тестові завдання:

1. Наука про методи створення нових сортів рослин, порід тварин і штамів мікроорганізмів називається:

- а) ботанікою;
- б) мікробіологією;
- в) зоологією;
- г) селекцією;
- д) анатомією.

2. Які умови за Ч. Дарвіном сприяють успіхові добору:

- а) проведення добору за окремими найважливішими ознаками;
- б) матеріал повинен мати високу пластичність і мінливість;
- в) чітко сформульована мета селекції;
- г) проведення селекції у великих масштабах;
- д) проведення селекції у вузьких масштабах.

3. Сукупність спільних за походженням сільськогосподарських тварин одного виду, які мають схожий екстер'єр, конституцію, продуктивність та інші ознаки, які стійко передаються нащадкам називається:

- а) сортом;
- б) породою;
- в) штамом;
- г) клоном;
- д) чистою лінією.

4. Створена шляхом селекції форма культурних рослин з стійкими біологічними особливостями і властивостями, цінними для сільськогосподарського виробництва називається:

- а) сортом;
- б) породою;
- в) штамом;
- г) клоном;
- д) чистою лінією.

5. Чиста культура мікроорганізму, яка виділена з певного джерела чи одержана внаслідок мутацій називають:

- а) сортом;
- б) породою;
- в) штамом;
- г) клоном;
- д) чистою лінією.

6. Перерахуйте основні центри походження культурних рослин (за М.І. Вавіловим):

- а) Китайський і Індійський центр;
- б) Середньоазіатський і Передньоазіатський центр;
- в) Середньоземноморський і Абіссінський центр;
- г) Центральнаамериканський і Південномексиканський центр;
- д) Південноамериканський центр.

7. Який центр дав світу безліч овочевих культур (капусту, ріпу, редьку, моркву, цибулю тощо):

- а) Китайський;
- б) Середньоазіатський;
- в) Середньоземноморський;
- г) Центральнаамериканський;
- д) Південноамериканський.

8. Які форми індивідуального добору застосовують у перехресників:

- а) метод половинок;
- б) індивідуально-сімейний;
- в) сімейно-груповий;
- г) клонів добір;

д) акарп-метод.

9. Явище підвищеної життєздатності і продуктивності гібридів першого покоління у порівнянні з вихідними батьківськими формами називається:

- а) гетерозисом;
- б) зворотнім схрещуванням;
- в) віддаленою гібридизацією;
- г) методом посередника;
- д) реципрокним схрещуванням.

10. Які види гетерозису Ви знаєте:

- а) адаптивний гетерозис;
- б) соматичний гетерозис;
- в) репродуктивний гетерозис;
- г) емпіричний гетерозис;
- д) несвідомий гетерозис.

Список рекомендованої літератури:

1. Лишенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
2. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
3. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. – К.: Фітосоціоцентр, 2000.

Список використаної літератури

1. Алиханян С. И. Вопросы молекулярной генетики и генетики микроорганизмов. – М.: Наука, 1968. – 248 с.
2. Барна І. Загальна біологія. Збірник задач. – Тернопіль: Видавництво «Підручники і посібники», 2008. – 736 с.
3. Біологія: 10-11: Запитання, вправи, задачі, тести / Г. М. Міхєєва, І. Д. Лищенко, С. В. Воловник, Л. О. Юрик. – К.: Генеза, 2008. – 152 с.
4. Георгиев Г. П. Гены высших организмов и их экспрессия. – М.: Наука, 1989.
5. Гершкович И. Генетика. – М.: Наука, 1968. – 678 с.
6. Голинська Є. Л. Генетика. – К.: Радянська школа, 1973. – 144 с.
7. Гужов Ю. Л. Что такое мутагенез и полиплоидия. – М.: Колос, 1967.
8. Джинкс Дж. Нехромосомная наследственность. – М.: Мир, 1966. – 289 с.
9. Дубинин Н. П. Эволюция популяций и радиаций. – М.: Атомиздат, 1966. – 744 с.
10. Дубинин Н. П. , Глембоцкий Я. Л. Генетика популяций и селекции. – М.: Наука, 1967. – 592 с.
11. Дубинин Н. П. Вечное движение. – Москва, 1975. – 432 с.
12. Дубинин Н. П. Генетика и человек – М.: Просвещение, 1978.
13. Дубинин Н. П. Общая Генетика. – М.: Наука, 1986. – 560 с.
14. Дэвидов Э. Действие генов в раннем развитии. – М.: Мир, 1972. – 34 с.
15. Збірник задач і вправ з біології: Навч. посібник / А. Д. Тимченко, Ю. І. Бажора, Л. Г. Кириченко та ін.; За ред. А. Д. Тимченка. – К.: Вища шк., 1992. – 391 с.
16. Иванов В. И., Барышникова Н. В., Билева Дж. С., Дадали Е. Л., Константинова Л. М., Кузнецова О. В., Поляков А. В. Генетика. Учебник для вузов / Под ред. академика В. И. Иванова. – М.: ИКЦ «Академика», 2006. – 638 с.
17. Корнберг А. Синтез ДНК. – М.: Мир, 1977. – 360 с.
18. Лищенко І. Д. Генетика. Виклад основ з використанням діапроекції. – К.: Вища школа, 1993. – 282 с.
19. Лищенко І. Д. Генетика з основами селекції. – К.: Вища школа, 1994. – 416 с.
20. Медична біологія: \ За ред. проф. В.П. Пішака та проф. Ю.І. Бажори. – Вінниця: Нова книга, 2004.– 656 с.
21. Піскун Р.П., Коломієць Н.Г., Ващук А.А. Організмний рівень організації життя. Основи генетики людини (модуль 2) // Навчально-методичний посібник до практичних занять з медичної біології для студентів і викладачів вищих навчальних медичних закладів III – IV рівнів акредитації. – Вінниця, 2009. – 184 с.
22. Путинцева Г. Й. Медична генетика. – 2-е вид., перероб. та доп. – К.: Медицина, 2008. – 392 с.
23. Ткачук З. Ю. , Морозов М. М. , Пилипчук О. Я. Основи загальної генетики. – К.: Вища школа, 1995. – 180 с.
24. Уотсон Дж. Молекулярная биология гена. – М.: Мир, 1967. – 464 с.
25. Финчем Дж. Генетическая комплементарность. – М.: Мир, 1968. – 184 с.
26. Фогель Ф. , Мотульски А. Генетика человека. – М.: Мир, 1990. – Т. 2. – 384 с.
27. Фогель Ф. , Мотульски А. Генетика человека. – М.: Мир, 1989. – Т. 1. – 321 с.
28. Фогель Ф. , Мотульски А. Генетика человека. – М.: Мир, 1990. – Т. 3. – 368 с.
29. Яблоков А. В. , Ларина Н. И. Введение в генетику популяций. – М.: Высшая школа, 1985. – 160 с.
30. https://zu.edu.ua/doc/bio/rp_genetychna_inzheneriya.pdf
31. <https://bio.spbu.ru/contest/vars/variants.php>
32. https://studopedia.su/16_180191_VI-sistema-navchayuchih-zavdan.html

Додатки

Ознаки, що успадковуються за типом повного домінування

| Ознаки | Відмінність за типом успадкування | |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| | Домінантний | Рецесивний |
| ГОРОХ | | |
| забарвлення насіння | жовте | зелене |
| форма насіння | гладеньке | зморшківата |
| забарвлення віночка | червоне | біле |
| висота стебла | високе | карликове |
| ГАРБУЗ | | |
| забарвлення плода | біле | жовте |
| форма плода | дископодібна | кулеподібна |
| форма плода | кругла | видовжена |
| ТОМАТ | | |
| форма плода | кулеподібна | грушоподібна |
| забарвлення плода | червоне | жовте |
| висота стебла | високе | карликове |
| забарвлення стебла | пурпурне | зелене |
| форма листяної пластинки | розсічена | суцільна |
| опушеність стебла | є | немає |
| ОВЕС | | |
| строк дозрівання | ранньостиглий | пізньостиглий |
| висота стебла | нормальна | гігантська |
| імунність (стійкість до іржі) | є | відсутня |
| ПШЕНИЦЯ | | |
| насіння | склоподібне | борошнисте |
| висота стебла | карликова | нормальна |
| ДРОЗОФІЛА | | |
| колір очей | червоний | вишневий |
| забарвлення тіла | сіре | чорне |
| форма крил | нормальна | закручена |
| форма крил | нормальна | зачаткова |
| форма крил | нормальна | загнута |
| ГВІНЕЙСЬКА СВИНКА | | |
| забарвлення хутра | чорне | біле |
| забарвлення хутра | чорне | коричнєве |
| довжина шерсті | довга | коротка |
| вихрястість | вихряста | гладенька |
| КУРКА | | |
| наявність гребеня | є | відсутній |
| форма гребеня | розоподібна | проста |
| форма гребеня | горохоподібна | проста |
| наявність пір'я на ногах | є | немає |
| довжина ніг | укорочена | нормальна |
| НОРКА | | |
| забарвлення хутра | чорне | сіре |

| | | |
|---------------------------------------|---|--------------------|
| ЛИСИЦЯ | | |
| забарвлення хутра | платинове | сріблясте |
| КРОЛИК | | |
| забарвлення хутра | чорне | сіре |
| забарвлення хутра | чорне | біле |
| вихрявість | вихряста | гладенька |
| ВІВЦЯ | | |
| забарвлення хутра | сіре | чорне |
| МИША | | |
| забарвлення шерсті | чорне | коричнєве |
| довжина вух | довгі | короткі |
| РОГАТА ХУДОБА | | |
| забарвлення шерсті | чорне | червоне |
| наявність рогів | немає (комолість) | рогатість |
| забарвлення шерсті на голові | біле | таке, як на тулубі |
| ЛЮДИНА | | |
| забарвлення волосся | темне | світле |
| забарвлення волосся | неруде | руде |
| шерстистість волосся | шерстисте | нормальне |
| хвилястість волосся | хвилясте | пряме |
| наявність білого локону в волоссі | є | немає |
| колір очей | карі | блакитні або сірі |
| розмір очей | великі | маленькі |
| наявність нависаючої повіки | є | немає |
| будова емалі зубів | гіпоплазія | нормальна |
| форма губів | товсті | тонкі |
| форма носа | «Римський ніс» | прямий |
| ластовиння на обличчі | є | немає |
| форма обличчя | виступаюча вперед нижня щелепа і відвисла нижня «губа Габсбургів» | нормальна |
| ямочки на щоках | є | немає |
| мочка вуха | вільна | приросла |
| здібність закручувати язик трубочкою | є | немає |
| форма обличчя | кругла | довга |
| товщина шкіри | товста | тонка |
| наявність зубів при народження | є | немає |
| посивіння волосся | раннє – в 25 років | пізнє |
| кількість пальців | полідактилія | нормальна |
| довжина пальців | брахідактилія | нормальна |
| зріст | низький | високий |
| форма кінцевих фаланг великих пальців | розплюснуті | тонкі |

| | | |
|---|----------------|----------------------|
| гострота зору | короткозорість | нормальна |
| гострота зору | далекозорість | нормальна |
| внутрішньо очний тиск | глаукома | нормальний |
| прозорість кришталика | катаракта | нормальна |
| гострота слуху | нормальна | знижена |
| пігментація шкіри | нормальна | альбінізм |
| наявність потових залоз | є | немає |
| резус-фактор крові | позитивний | негативний |
| артеріальний тиск | гіпертензія | нормальний |
| шизофренія | немає | є |
| мігрень | є | немає |
| хорея Гентінгтона | є | немає |
| здатність відчувати смак фенілтіосечовини або фенілтіокарбаміду | є | немає |
| вуглеводний обмін | нормальний | цукровий діабет |
| синдром Марфана | є | немає |
| схильність до ожиріння | є | немає |
| голос у жінок | сопрано | альт |
| наявність абсолютного музичного слуху | є | немає |
| ретинобластома | є | немає |
| будова шкіри | нормальна | пігментна ксеродерма |

Ознаки, що успадковуються за типом неповного домінування

| Ознаки | Відмінність у особин | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | гомозиготних | | гетерозиготних <i>Aa</i> |
| | <i>AA</i> | <i>aa</i> | |
| СУНИЦІ | | | |
| забарвлення плода | червоне | біле | рожеве |
| форма чашечки | нормальна | листоподібна | проміжна |
| РОТИКИ | | | |
| забарвлення віночка | червоне | біле | рожеве |
| ширина листка | широкий | вузький | середній |
| НІЧНА КРАСУНЯ | | | |
| забарвлення плода | червоне | біле | рожеве |
| КУРИ АНДАЛУЗЬКИ | | | |
| забарвлення пір'я | чорне | біле | голубе |
| кучерявість пір'я | кучеряве | гладеньке | ледь кучеряве |
| НОРКИ | | | |
| забарвлення хутра | темне | біле | кохінурове |
| ГВІНЕЙСЬКІ СВИНКИ | | | |
| забарвлення хутра | темне | біле | напівтемне |
| ВІВЦІ | | | |
| форма вух | довгі | відсутні (безвухість) | короткі |
| ВЕЛИКА РОГАТА ХУДОБА | | | |

| | | | |
|----------------------------------|------------------------|---|----------------------------------|
| забарвлення шерсті | червоне | біле | чале |
| забарвлення шерсті | чорне | біле | сіро-блакитне |
| ЛЮДИНА | | | |
| будова еритроцитів | нормальна | серпоподібно-клітинна анемія | частина еритроцитів серпоподібна |
| хвилястість волосся | кучеряве | пряме | хвилясте |
| вміст цистину в сечі | нормальна концентрація | цистинурія – утворення цисти нових каменів | підвищена концентрація |
| концентрація холестерину в крові | нормальна | висока (ранній атеросклероз) | підвищена |
| концентрація каталази в крові | нормальна | акаталаземія – відсутність каталази | знижена |
| сегментація ядра нейтрофіла | нормальна | Пельгеровська ядерна аномалія лейкоцитів – відсутність сегментації ядра | незвичайна сегментація |

Ознаки, зчеплені зі статтю

| Ознаки | Відмінність за типом успадкування | |
|--|---|-------------------------------|
| | Домінантний | Рецесивний |
| ГЕН, ЛОКАЛІЗОВАНИЙ В Х-ХРОМОСОМІ | | |
| ДРОЗОФІЛА | | |
| забарвлення тіла | сіре | жовте |
| колір очей | червоний | білий |
| КУРКА | | |
| забарвлення оперення | рябе | чорне |
| КІШКА | | |
| колір шерсті | чорний | жовтий |
| | гетерозиготи – трьохмасні | |
| ЛЮДИНА | | |
| зсідання крові | нормальне | гемофілія А і В |
| кольоросприймання | нормальне | дальтонізм |
| розвиток потових залоз | нормальний | відсутні |
| будова емалі зубів | гіпоплазія (темна емаль) | нормальна |
| фосфорно-кальцієвий обмін | рахіт, зв'язаний з неспроможністю сприймати кальцифероли (віт. D) | нормальний |
| будова посмугованих м'язів | нормальна | м'язова дистрофія Дюшена |
| обмін пуринів | нормальний | Синдром Леша-Найхана |
| здібність відчувати запах синильної кислоти | нормальна | відсутня |
| утворення сечі | нормальне | нефрогенний нецукровий діабет |
| утворення гамма-глобулінів (антитіл) у крові | нормальне | гіпогамаглобулінемія Брутона |

| | | |
|--|----------------------|-----------------------------------|
| пігментація райдужної оболонки | нормальна | альбінізм очей |
| розумовий розвиток | нормальний | олігофренія з ламкою X-хромосомою |
| будова шкіри | фолікулярний кератоз | нормальна |
| концентрація ферменту глюкозо-6-фосфат-дегідрогенази в еритроцитах | нормальна | знижена (фавізм) |
| ГЕН, ЛОКАЛІЗОВАНИЙ В Y-ХРОМОСОМІ | | |
| ЛЮДИНА | | |
| Гіпертрихоз – оволосіння вушних раковин | | |
| Іхтіоз | | |

Пацюк Марина Костянтинівна

Інструктивно-методичні рекомендації
до лабораторних робіт
з навчальної дисципліни
«Генетика з основами селекції»

Методичні рекомендації

Надруковано з оригінал-макета автора
Підписано до друку Формат 60х90/16. Ум. друк.арк. 3.93 д.а.
Обл. вид арк. 7.87. Друк різнографічний.
Гарнітура Times New Roman. Зам. 30. Наклад 300.

Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка
Свідоцтво про державну реєстрацію:
серія ЖТ № 10 від 07.12.04 р.
м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 40
електрона пошта (zu@zu.edu.ua)