



Розробка циклу уроків з теми «ЗАКОНОМІРНОСТІ СПАДКОВОСТІ»

Урок1.

Тема. Основні поняття генетики.

Мета: сформувати поняття «генетика». розглянути основні поняття генетики, предмет і цілі цієї науки, розвивати вміння аналізу й синтезу інформації, виховувати повагу до науки, розуміння необхідності проведення наукових досліджень та їх значення для існування людства.

Обладнання й матеріали: портрети Г.Менделя та інших видатних генетиків, таблиці з визначеннями основних генетичних понять, фотографії або малюнки сортів рослин та порід тварин, виведених завдяки досягненням генетики.

Базові поняття й терміни: генетика, ген, алель, домінування, гомозигота, гетерозигота, генотип, фенотип, селекція, спадковість, мінливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Хід уроку.

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

1. «Приваблива мета» (Розповідь учителя)

У 1914 році в Англії ремонтували собор, роботами керував нащадок першого герцога Шрюсбері Джона Табольт, похованого у цьому соборі у 1453 році. Джон Табольт був історичною постаттю. Він воював проти Жанни д'Арк і загинув від ран. Чотирнадцять поколінь відділяли Рицаря XVст. від його нащадків початку XXст. Нащадок розкрив гробницю. Те, що в ній лежав Табольт, не викликало сумнівів. На кістках були ушкодження, що свідчили про рани, згадувані літописцями Столітньої війни. Про встановлення портретної схожості не могло бути й мови. І тут виявився неспростований доказ спорідненості, більш надійний, аніж засвідчені нотаріусом генеалогічні документи: на одному з пальців скелета дві фаланги зрослися в одну. Нащадок порубаного французами герцога радісно простягнув свідкам, що були присутні під час розкриття гробниці, свою руку з розчепіреними пальцями. На тій самій руці, що й скелета, ті самі фаланги виглядали як одна.



Їх зростив домінантний ген, фенотипний прояв якого в медицині називають симфалангією.

Отакою є сила гена! Така сила спадковості!

2. *Бесіда за запитаннями.*

- Які переваги має статеве розмноження порівняно з нестатевим?
- Як відбувається процес сперматогенезу?
- Як відбувається процес овогенезу?
- Яка органела клітини відповідає за передачу спадкової інформації?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. *Поняття «генетика» (Розповідь учителя, повідомлення учнів, демонстрація портретів біологів – генетиків)*

Генетика (від грецьк. генезис – походження) – наука про спадковість і мінливість живих організмів.

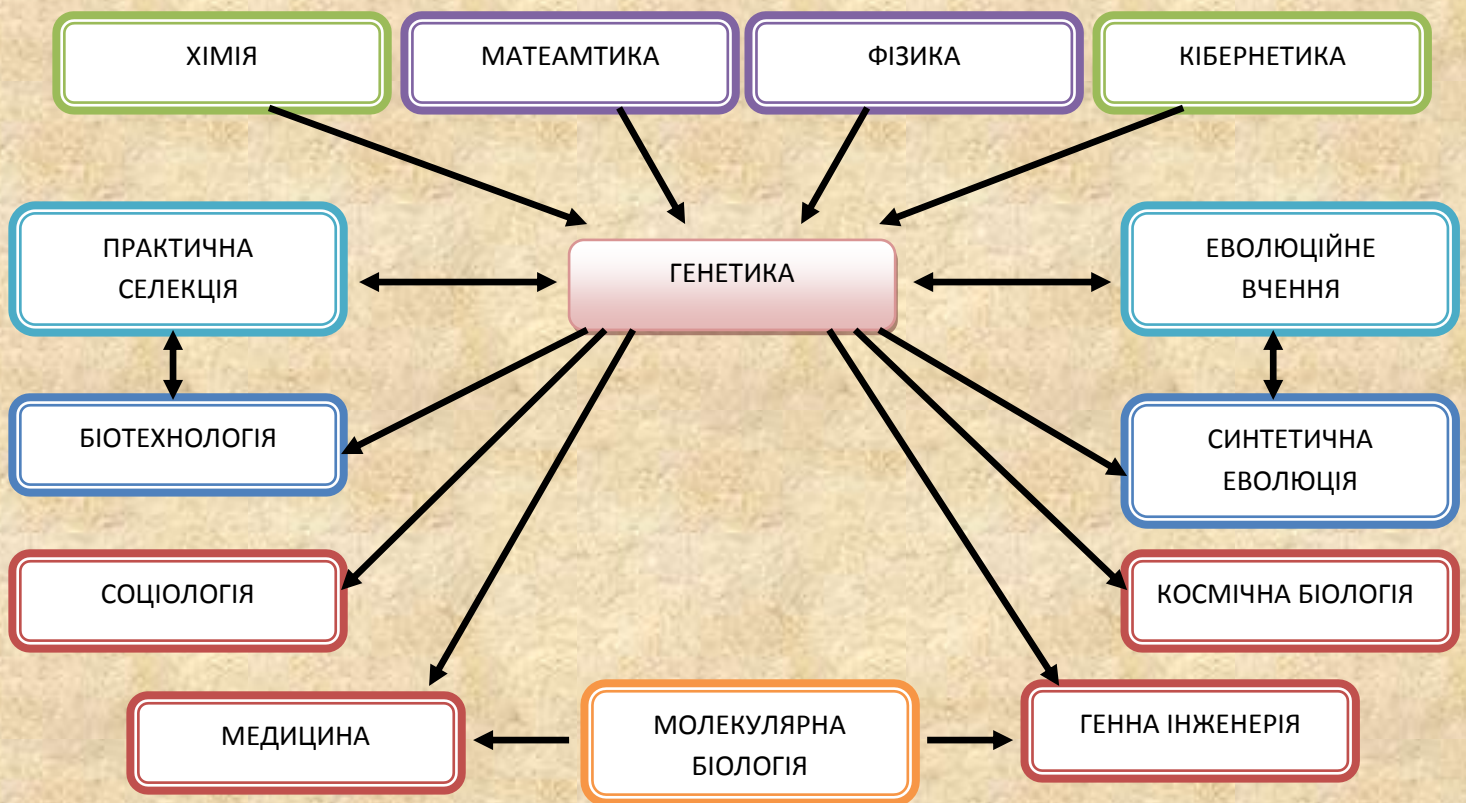


В її основу були покладені закономірності спадковості, виявлені Г.Менделем під час вивчення різних сортів і гібридів гороху в 1860-х роках. Народження генетики відносять до 1900 року, коли Х. де Фріз, К.Корренс і Є.Чермак повторно відкрили закон Г.Менделя.

Залежно від об'єкта дослідження виділяють генетику рослин, тварин, мікроорганізмів і людини тощо. Сам термін «генетика» було запропоновано англійським генетиком В.Бетсоном 1905 року.

На вивченні генетичних закономірностей ґрунтуються технології створення нових і покращення існуючих порід домашніх тварин, сортів культурних рослин, а також мікроорганізмів, які використовуються у фармацевтичній промисловості й медицині. Велике значення має генетика для медицини та ветеринарії, оскільки багато хвороб людини і тварин є спадковими та для їх діагностики, лікування й профілактики потрібні генетичні дослідження.

2. Взаємозв'язок генетики з іншими науками. (Робота з схемою)



3. Етапи становлення генетики (Робота з хронологічною таблицею, розповідь учителя, записи у зошитах)

(1865р.) 1900 – 1930рр. – Період класичної генетики

- Створення теорії гена та хромосомної теорії спадковості;
- Формування уявлень про співвідношення генотипу та фенотипу, взаємодію генів, генетичні принципи індивідуального добору в селекції;
- Залучення генетичних ресурсів планети для цілей селекції.

1930 – 1953рр. – Період неокласичної генетики

- Роботи в галузі штучного мутагенезу;
- Виявлення того, що ген одночасно є і елементарною одиницею спадковості, і складною структурою;
- Обґрунтування принципів популяційної генетики;
- Створення біохімічної генетики, з'ясування ролі ДНК.

З 1953р. – Епоха молекулярної генетики



- Розкриття структури та встановлення ролі ДНК як носія спадкових ознак організму;
- З'ясування на молекулярному рівні природи гена;
- Початок робіт у галузі генної інженерії.

(Робота зі схемою, або ж презентацією))

Рік 1866

Г. Мендель – основоположник науки генетики



Рік 1869.

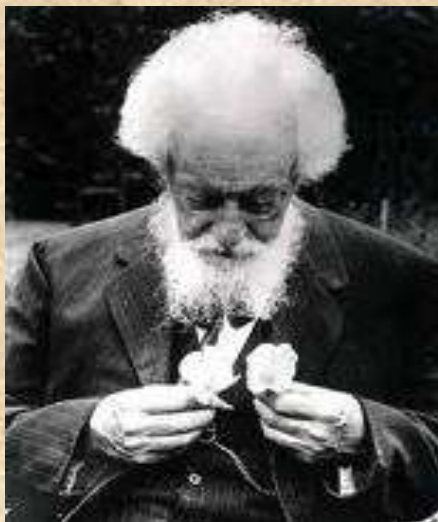
Йоган Фрідріх Мішер відкрив нуклеїнову кислоту





Рік 1900 – становлення науки генетики

Де Фріз , Еріх Чермак, Карл Корренс наново відкрили незалежно один від одного на різних біологічних об'єктах закони Г. Менделя.



Рік 1920

За допомогою діяльності Кольцова створилася Російська євгенічна спілка.



Матрична гіпотеза, штучний мутагенез і генетика популяцій – це основний вклад у науку Кольцова і його учнів.

Рік 1930

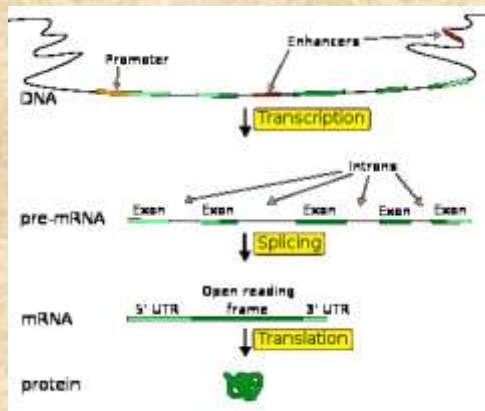
Н.І. Вавилов очолив перший в країні академічний заклад по генетиці – лабораторію, яка через 3 роки стала Інститутом генетики АН СРСР.





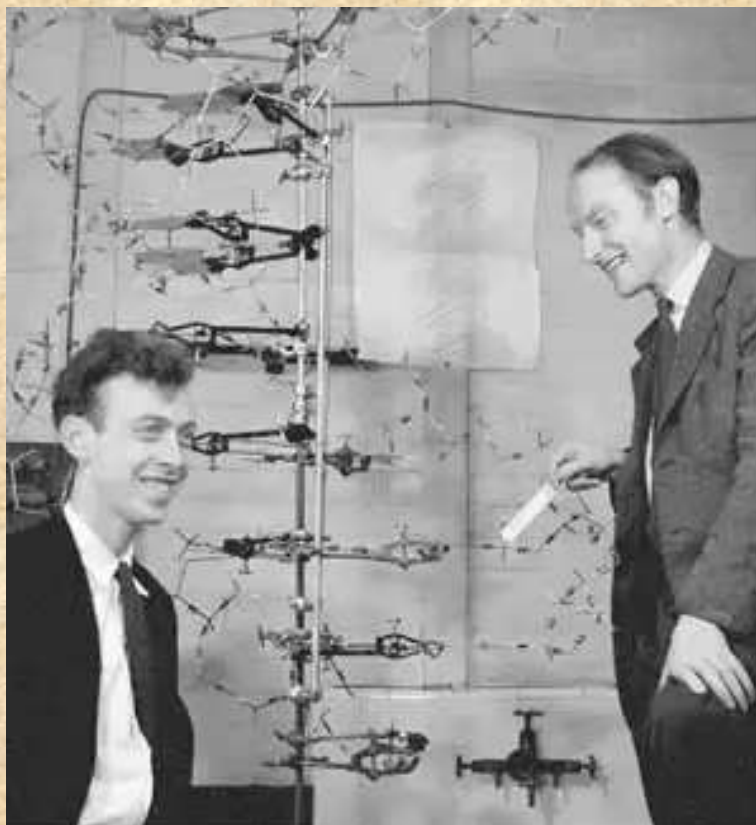
Рік 1939

М.В. Тимофієв-Ресовський – учень Н.К. Кольцова і С.С. Четверикова, генетик, разом з М. Дельбрюком створив першу біофізичну модель структури гена і запропонував шляхи його зміни.



Рік 1953.

Трьохвимірна модель просторової моделі ДНК у вигляді подвійної спіралі була запропонована американським біологом Дж.Уотсоном і англійським фізиком Ф.Кріком





Рік 1989

Стартував міжнародний проект з розшифровки генома людини під керівництвом Дж. Уотсона.



4. Основні терміи і поняття генетики *(Розповідь учителя, записи нових термінів у біологічний словник)*

Ген – дискретна функціональна одиниця спадковості, з допомогою якої відбувається запис, зберігання та передача генетичної інформації в ряді поколінь, певна ділянка молекули ДНК (або РНК у деяких вірусів), розташована на певній ділянці (у певному локусі) хромосоми еукаріотів, у бактеріальній хромосомі чи плазміді у прокаріотів або в молекулі нуклеїнової кислоти вірусів.

Алель – один з можливих станів (варіантів) гена.

Домінантний алель – алель, який пригнічує прояв іншого алеля певного гена. Залежно від ступеня пригнічення виділяють повне чи неповне домінування.

Рецесивний алель – алель, прояв якого пригнічується іншим алелем певного гена.

Локус – місце розташування алелей певного певного гена на хромосомі.

Гомозигота – диплоїдна або поліплоїдна клітина (особина), гомологічні хромосоми якої мають однакові алелі певного гена. У гомозиготному стані проявляються і домінантні, і рецесивні алелі.

Гетерозигота – диплоїдна або поліплоїдна клітина (особина), гомологічні хромосоми якої мають різні алелі певного гена. У гетерозиготному стані в



разі повного домінування проявляється дія домінантного алеля, а за неповного домінування ознака має проміжне вираження між домінантним і рецесивним алелями.

Генотип – сукупність усіх генів клітини, локалізованих у ядрі (у хромосомах) або в різних реплікуючих структурах цитоплазми (пластидах, мітохондріях, плазмідах). Генотип – це спадкова основа організму, єдина система взаємодіючих генів, тому прояв кожного гена залежить від його генотипного середовища. Генотип – носій генетичної інформації, який контролює формування всіх ознак організму, тобто його фенотипу.

Фенотип – сукупність властивостей і ознак організму, що склалися на основі взаємодії генотипу з умовами зовнішнього середовища. Фенотип ніколи не відображає генотип цілком, а лише ту його частину, яка реалізується в певних умовах онтогенезу. У процесі розвитку організму фенотип змінюється. Межі, в яких змінюються фенотипові прояви генотипу, називаються нормою реакції.

Спадковість - здатність живих організмів передавати особинам наступного покоління морфо анатомічні, фізіологічні, біохімічні особливості своєї організації, а також характерні риси становлення цих особливостей у процесі онтогенезу.

Мінливість – властивість організму змінювати свою морфо фізіологічну організацію (що зумовлює різноманітність індивідів, популяцій, рас), а також набувати нових ознак у процесі індивідуального розвитку.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ЗНАНЬ, УМІНЬ ТА НАВИЧОК УЧНІВ

1. *Виступи учнів з повідомленнями про вчених генетиків.*
2. *Вправа «Термінологія» (Вчитель роздає листки кожному учневі, а вони на них записують терміни, з якими ознайомилися на уроці.)*
3. *Тест.*

Назвіть:

А – властивість організмів передавати свої ознаки своєму потомству;

Б – здатність організмів набувати нових ознак у процесі онтогенезу;

В – розміщення генів у подібних локусах (місцях) гомологічних хромосом;

Г – виявлення дії гена, який перебуває в парі з іншим невиявленим геном;



Д – перебування гена в невиявленому стані.

- | | | |
|------------------|-----------------|----------------|
| 1. Домінантність | 3. Рецесивність | 5. Спадковість |
| 2. Мінливість | 4. Алельність | |

(Відповідь: А – 5; Б – 2; В – 4; Г – 1; Д – 3)

V. ПІДСУМОК УРОКУ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати відповідний текст підручника.

Підготувати по 2 запитання до відповідного тексту для вправи «Журналіст».

Урок 2.

Тема. Методи генетичних досліджень.

Мета: ознайомити учнів з основними методами генетичних досліджень, розглянути їх переваги й недоліки та ситуації, коли доцільне використання того або іншого методу; розвивати логічне мислення та вміння використовувати знання із суміжних галузей знань; виховувати розуміння важливості використання досягнень фізики, хімії та математики в генетичних дослідженнях.

Обладнання й матеріали: таблиці або слайди презентації із зображенням схем основних методів генетичних досліджень та об'єктів, з якими працюють генетики, підручники, робочі зошити.

Базові поняття й терміни: методи досліджень, генеалогічний метод, популяційно – статистичний метод, гібридологічний метод, цитогенетичний метод, біохімічний метод, близнюків метод, методи генетичної інженерії.

Тип уроку: комбінований.

Хід уроку.

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ УЧНІВ

1. **Вправа «Журналіст»** (Учні з мікрофоном у руках ставлять запитання, які підготували вдома по темі «Основні поняття генетики», а інші дають відповіді)



2. Робота з термінами:»Встав пропущені літери» (Слова записані на дошці)

Г.н, ал.лі, дом.нантна, р.ц.сивна, с.адков.сть, ф.нот.п, г.нот.п, м.нлив.сть,
г.т.розигота, г.м.озиг.а, л.к.с.

3. Тест.

Зазначте:

А – місце розташування гена в хромосомі;

Б – сукупність усіх генів у клітині;

В – ознаки організму, які ми виявляємо;

Г – один із пари генів, розміщених навпроти один одного, які є в гомологічних хромосомах;

Д – сукупність генів, які є в гаплоїдному наборі хромосом.

1. Локус

3. Генотип

5. Фенотип

2. Алель

4. Геном

6. Ген

(Відповідь: А – 1; Б – 3; В – 5; Г – 2; Д – 4.)

II. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ТА ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

1. Приваблива мета.

На Русі, коли вибирали жінку для свого сина батьки звертали увагу не тільки на зовнішність, але і на характер. Особливо цінувався миролюбивий характер, покладистість, поступливість. Дивились, яка робітниця і яке у неї здоров'я.

Говорили: «Жінку вибирай не очима, а вухами».

Брали «по добрій славі». А ще придивлялися до рідні майбутньої невістки, чи немає в ній п'яниць, буянів, божевільних.

Навіть прислів'я було: «Вибирай корову по рогах, а жінку по родах».

2. Повідомлення теми та мети уроку.

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Основні напрямки генетичних досліджень. (Розповідь учителя з елементами бесіди.)



Основні напрямки генетичних досліджень

Вивчення матеріальних носіїв спадкової інформації

Вивчення закономірностей зберігання і передачі спадкової інформації нащадкам

Дослідження залежності проявів спадкової інформації у фенотипі від певних умов довкілля

Встановлення причин змін спадкової інформації та механізми їх виникнення

Вивчення генетичних процесів, які відбуваються в популяціях організмів

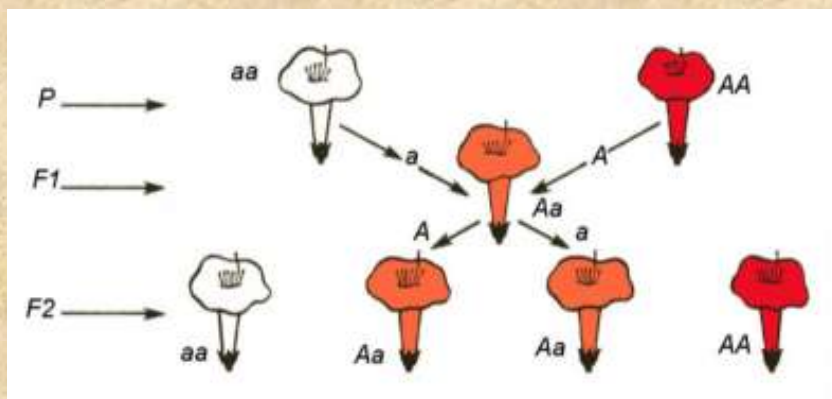
2. *Методи генетичних досліджень* (Розповідь учителя з використанням схем, малюнків, слайдів презентації)

Під час пояснення нового матеріалу вчителем, учні заповнюють таблицю «Методи генетичних досліджень»

Метод дослідження	Особливості методу
Гібридологічний	
Генеалогічний	
Популяційно – статистичний	
Цитогенетичний	
Біохімічний	
Близнюків	
Методи генетичної інженерії	

- *Гібридологічний метод.*

Метод гібридологічного аналізу був розроблений Грегором Менделем. Цей метод дозволяє виявити закономірності успадкування окремих ознак при



статевому розмноженні організмів. Сутність його полягає в наступному: аналіз успадкування проводиться по окремих незалежних ознаках; прослідковується

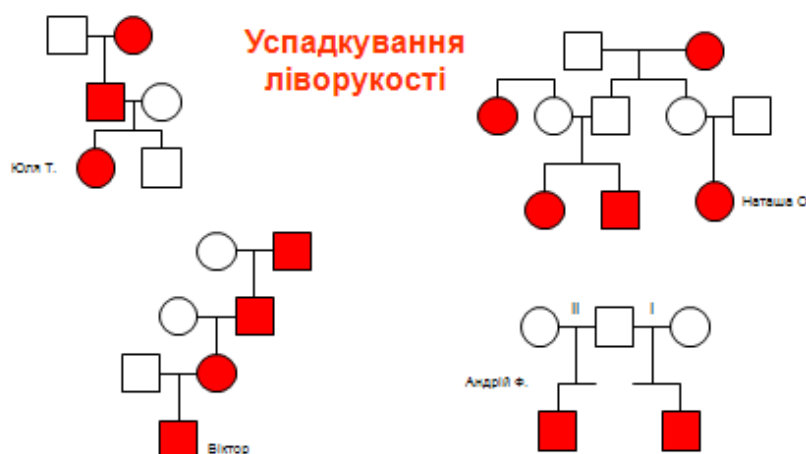


передача цих ознак у ряді поколінь; проводиться точний кількісний облік спадкування кожної альтернативної ознаки і характер потомства кожного гібрида окремо.

- *Генеалогічний метод.*

Генеалогічний метод припускає вивчення родоводів тварин і людини і дозволяє встановлювати тип успадкування (наприклад, домінантний, рецесивний) тієї чи іншої ознаки, зиготність організмів і ймовірність прояву ознак у майбутніх поколіннях. Цей метод широко використовується в селекції і роботі медико-генетичних консультацій.

Вивчення успадкування ознак за допомогою складання родоvodu.



Успадкування гемофілії в царській сім'ї Романових

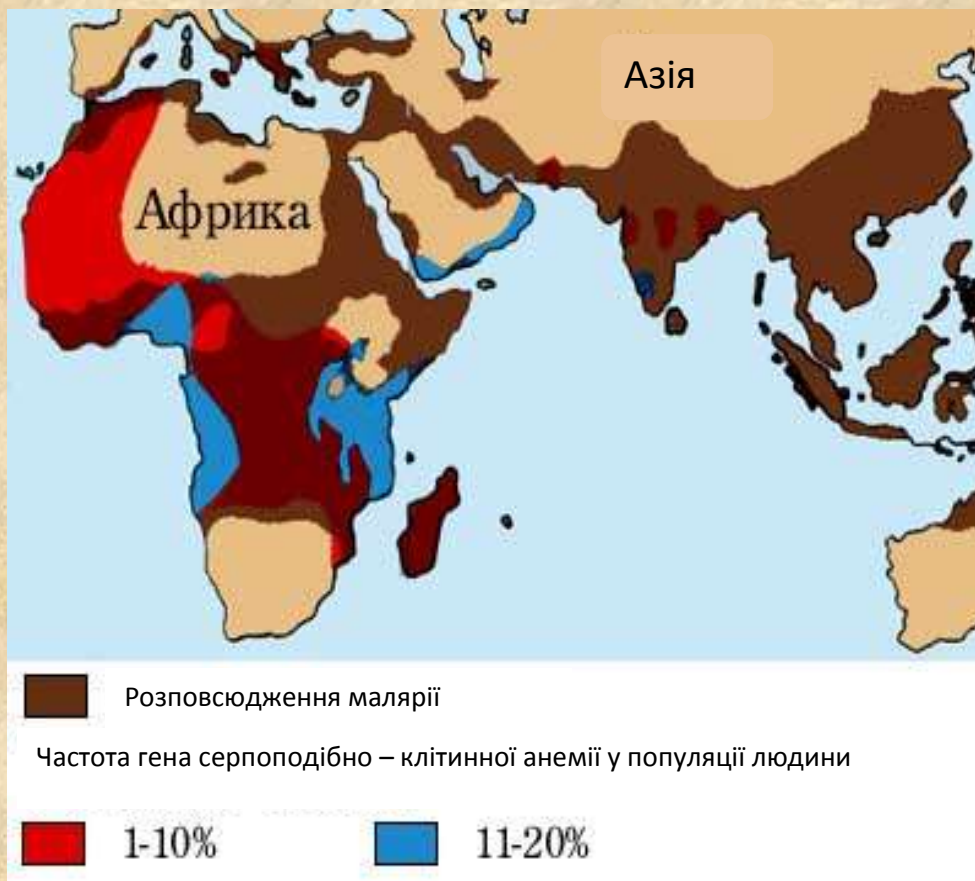




- Популяційно – статистичний метод

Популяційно-статистичний метод дозволяє розраховувати частоту зустрічальності алелей у популяціях організмів, а також генетичну структуру популяцій.

Крім генетики популяцій, його застосовують і в медичній генетиці для вивчення поширення певних алелей серед людей (головним чином тих, які визначають ті чи інші захворювання). Для цього вибірково досліджують частину населення певної території та статистично обробляють одержані дані.



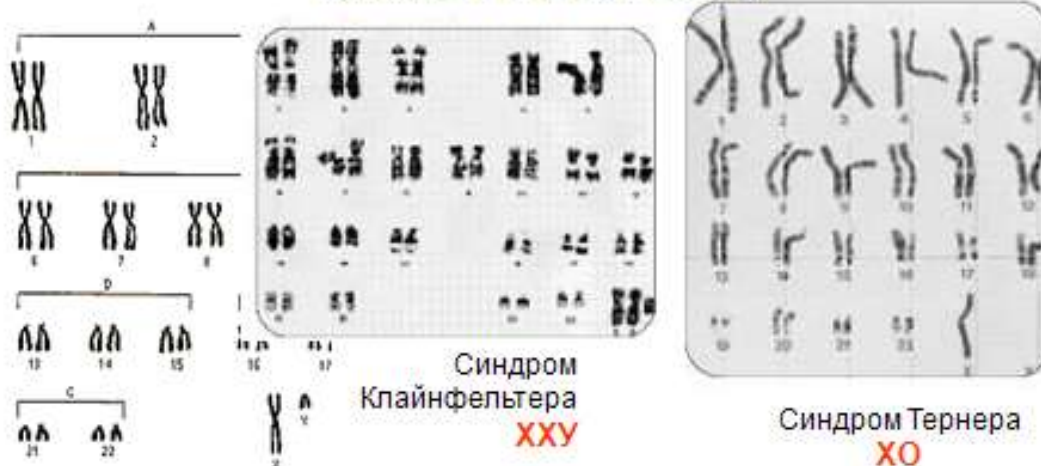
- Цитогенетичний метод

Цитогенетичний метод дозволяє вивчати каріотип (набір хромосом) клітин організму і виявляти геномні хромосомні мутації. Вивчення каріотипу дає змогу виявляти мутації, пов'язані зі зміною як кількості хромосом, так і структури окремих із них. Каріотип досліджують у клітинах на стадії метафази, бо в цей період клітинного циклу структура хромосом виражена найчіткіше.



Цей метод застосовують і в систематиці організмів (каріосистематика). Так, багато видів – двійників (видів, які неможливо розпізнати за іншими особливостями) розрізняють за хромосомним набором.

вивчення кількості і форми хромосом людини з допомогою мікроскопа.



Хромосомні хвороби (аномалії аутосом)



Синдром Дауна
(трисомія по 21 парі)



Синдром Патау
(трисомія по 13 парі)



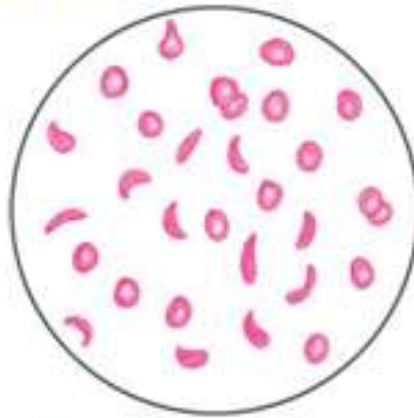
Синдром Едвардса
(трисомія по 18 парі)

- Біохімічний метод

Полягає у вивченні особливостей біохімічних процесів у організмів з різними генотипами. Використовується для діагностики спадкових захворювань, пов'язаних із порушенням обміну речовин. З їх допомогою виявляють білки та проміжні продукти обміну, не властиві певному організмові, що свідчить про наявність змінених (мутагенних) генів.

вивчення складу внутрішнього середовища організму (групи крові, сироваткових білків і т.п.) з метою визначення місця і характеру мутацій.

Серпоподібна
клітинна анемія



N вал-гіс-лей-тре-про-**глутамінова к.**-глу-ліз-...

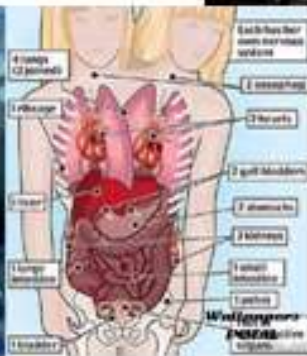
* вал-гіс-лей-тре-про-**валін**-глу-ліз-...

- Близнюковий метод

Полягає у вивченні однайцевих близнят (організмів, які походять з однієї зиготи) та порівнянні їх з різнояйцевими близнятами. Однайцеві близнята завжди однієї статі, бо мають однакові генотипи. Досліджуючи такі організми, можна з'ясувати роль чинників довкілля у формуванні фенотипу особин: різний характер їхнього впливу зумовлює розбіжності у прояві тих чи інших станів певних ознак.



Приклади сіамських близнят



- *Методи генетичної інженерії*

Технології, з допомогою яких учені виділяють з організмів окремі гени або синтезують їх штучно, перебудовують певні гени, вводять їх у геном іншої клітини або організму.

Вже на початку 90-х р. була вирішена проблема клонування ембріональних клітин ссавців. Уперше клонована тварина (вівця по кличці Доллі) з'явилася в результаті використання донорського ядра клітини молочної залози дорослої вівці. У цього першого успішного експерименту є істотний недолік - дуже низький коефіцієнт виходу живих особин (0,36 %). Однак він доводить можливість повноцінного клонування (чи одержання копії дорослої людини).



На сьогоднішній день генетична інженерія сільськогосподарських рослин розвивається переважно в руслі класичної селекції. Основні зусилля вчених зосереджені на захисті рослин від несприятливих (біотичних та абіотичних) факторів, покращенні якості та зменшенні втрат при зберіганні продукції рослинництва. Зокрема, це підвищення стійкості проти хвороб, шкідників, заморозків, солонцюватості ґрунту тощо, видалення небажаних компонентів із рослинних олій, зміна



властивостей білка і крохмалю в пшеничному борошні, покращення лежкості та смакових якостей овочів та ін. Порівняно з традиційною селекцією, основними інструментами якої є схрещування і відбір, генна інженерія дає можливість використання принципово нових генів, які визначають агрономічно важливі ознаки, і нових молекулярно-генетичних методів моніторингу трансгенів (молекулярні маркери генів), що в багато разів прискорюють процес створення трансгенних рослин

IV. УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ЗНАНЬ, УМІНЬ ТА НАВИЧОК УЧНІВ

1. Перевірка заповнення таблиці

2. Значення методів генетичних досліджень у житті

людини. («Круглий стіл») (Обговорення питань учнями, висловлювання власних думок)

Питання:

- Значення методів генетичних досліджень у сільському господарстві
- Значення генетичних досліджень у тваринництві
- Значення генетичних досліджень у медицині
- Клонування. За і проти.
- Трансгенні рослини.

V. ПІДСУМОК УРОКУ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати відповідний текст підручника

Підготувати реферати та повідомлення, презентації про життя і діяльність Г. Менделя.

Урок 3.

Тема. Закони Г. Менделя, їх статистичний характер і цитологічні основи.

Мета: ознайомити учнів із законами Г. Менделя, розглянути їх статистичний характер і цитологічні основи; розвивати вміння розв'язувати елементарні задачі з генетики на моногібридне схрещування; виховувати вміння критично й обґрунтовано сприймати наукову інформацію.



Обладнання й матеріали: портрет Г. Менделя, таблиці або слайди презентації та відео фрагменти (за наявності), які демонструють цитологічні основи законів Г. Менделя.

Базові поняття й терміни: закони Г. Менделя, одностигність гібридів, генотип, фенотип, алель, домінування, рецесивність, гамети, розщеплення, незалежне успадкування.

Тип уроку: комбінований.

Хід уроку.

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

1. Виконання завдання.

На дошці написані основні генетичні поняття, але без визначень. Доповнити їх: (усно)

- Алель
- Алельні гени
- Ген
- Генотип.....
- Гібрид
- Гомозигота.....
- Гетерозигота
- Гібридологічний метод
- Моногібридне схрещування
- Дигібридне схрещування
- Домінантний ген
- Рецесивний ген
- Спадковість
- Фенотип



2. Бесіда за запитаннями

- Які методи генетичних досліджень вам відомі?
- Для чого і як генетики використовують гібридологічний метод?
- Для чого і як генетики використовують генеалогічний метод?
- Чому під час генетичних досліджень бажано використовувати кілька методів?

3. Повідомлення теми та мети уроку.

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Закономірності успадкування ознак, встановлені Г.Менделем

(Виступ учня із повідомленням, запис основних символів та їх значення у зошитах)



Закономірності успадкування ознак вперше в 1865 р. встановив чеський учений Г.Мендель у дослідях з гібридизації різних сортів посівного гороху (розділ 1.2). Ці закономірності відомі тепер як три закони (правила) Г.Менделя і закон (гіпотеза) чистоти гамет. Це основні закони генетики.

І до Г.Менделя учені намагалися пояснити закономірності успадкування, але ніхто з них не одержав точних даних. Успіх сприяв Г.Менделю завдяки вдалому вибору об'єкта досліджень і застосуванню розробленого самим Г.Менделем гібридологічного методу вивчення спадковості.

Горох посівний (*Pisum sativum*) – самозапильна рослина, тому нащадки кожної рослини є чистими лініями (чистосортні). Для дослідів Г.Мендель вибрав 22 сорти, які відрізнялися між собою чіткими і зручними для дослідження альтернативними ознаками і на них вивчав успадкування 7 пар ознак (високе чи низьке стебло, жовтий чи зелений колір насіння, ін.). Г.Мендель стежив за успадкуванням одночасно не всіх ознак, як це робили інші вчені, а однієї або небагатьох пар альтернативних ознак. Горох має 7 пар хромосом (це було встановлено пізніше) і гени кожної з 7 пар ознак були розташовані в різних парах хромосом. Ця обставина допомогла ученому





сформулювати закон незалежного комбінування ознак. Свої досліді учений ретельно планував, вів точний кількісний облік потомства за кожною парою досліджуваних ознак у ряді поколінь і результати досліджень піддавав математичному аналізу. Методика проведення дослідів склала основу гібридологічного методу, який став основним методом класичної і сучасної генетики.

Гібридологічний метод – вивчення успадкування знак шляхом гібридизації (схрещування), тобто поєднання двох генетично різних організмів (гамет). Гетерозиготний організм, який утворюється при цьому, називається гібридом, а потомство – гібридним. Основні положення гібридологічного методу: 1) для схрещування використовуються чистосортні (гомозиготні) батьківські організми, які відрізняються між собою за однією чи небагатьма парами альтернативних ознак; 2) проводиться точний кількісний облік потомства окремо за кожною досліджуваною ознакою в ряді поколінь.

Схрещування, в якому батьківські організми відрізняються за однією парою альтернативних ознак, називається моногібридним, за двома – дигібридним, за трьома і більше – полігібридним.

Заслугою Г.Менделя було також і те, що він запропонував алгебраїчні символи для позначення генетичних схем схрещувань, які з небагатьма доповненнями застосовуються і в сучасній генетиці. На схемах батьки умовно позначаються літерою Р (лат. parentes – батько), схрещування – знаком множення $\times$, жіноча стать – символом ♀ (дзеркало Венери), чоловіча – ♂ (щит і спис Марса), домінантний алель – великою літерою латинського алфавіту, рецесивний алель того самого гена – такою ж літерою, але маленькою, гібридне покоління – через F (лат. filii - діти) з цифровим індексом, який вказує на порядковий номер: F1- перше покоління, F2- друге і т.д. У першому рядку схеми записують генотипи батьків (на перше місце переважно ставлять жіночий організм, на друге – чоловічий), у другому – типи гамет, які вони утворюють, у третьому – всі можливі генотипи дітей.

2. Перший закон Г.Менделя – закон одноманітності гібридів першого покоління (Розповідь учителя, демонстрація таблиці, записи у зошитах схеми першого закону)

Вивчення успадкування ознак Г.Мендель почав з моногібридного схрещування. При запиленні чистосортного (гомозиготного) гороху з жовтим насінням AA пилком гороху з зеленим насінням aa усі гібриди першого покоління F1 мали жовте насіння. Аналогічні результати Г.Мендель одержав



також у дослідях, де вивчалось успадкування інших пар альтернативних ознак (червоні і білі квітки, гладенька і зморшкувата форма насіння). В усіх випадках у гібридів першого покоління проявлялася ознака лише одного з батьків, ознака іншої батьківської форми не проявлялася. Явище переважання в гібридів першого покоління ознаки одного з батьків Г.Мендель назвав домінуванням (лат. *dominancio* - панування), ознаку, яка проявилася в гібридів першого покоління – домінантною, яка не проявилася – рецесивною (лат. *recessum* – відступ).

Виявлена закономірність складає суть першого закону Г.Менделя – *закону одноманітності гібридів першого покоління, або закону домінування*: при схрещуванні гомозиготних особин, які відрізняються за однією парою альтернативних ознак спостерігається одноманітність гібридів першого покоління F₁ як за фенотипом, так і за генотипом. За фенотипом усі особини мають домінантну ознаку, за генотипом вони гетерозиготні.



Цитологічні основи цього закону: гомозиготні батьки (АА х аа) в процесі мейозу утворюють гамети лише одного типу – А і а відповідно. Поєднання цих гамет дає зиготу лише одного типу – Аа.

3. Другий закон Г.Менделя – закон розщеплення ознак (Розповідь учителя, демонстрація таблиці, записи у зошитах схеми другого закону)



У схрещуванні шляхом самозапилення гібридів першого покоління F1 між собою в другому поколінні F2 з'являються особини як з домінантною, так і з рецесивною ознаками в співвідношенні 3:1 (три жовтих і один зелений), тобто спостерігається розщеплення. Розщеплення підкоряється певним статистичним закономірностям і становить основу другого закону Г.Менделя – закону розщеплення ознак: при схрещуванні двох гетерозиготних особин (гібридів), які відрізняються за однією парою альтернативних ознак, у потомстві спостерігається розщеплення за фенотипом 3:1 і за генотипом 1:2:1. За фенотипом 3/4 особин (75 %) мають домінантну ознаку, а 1/4 (25 %) - рецесивну. За генотипом 1/4 особин (25 %) - домінантні гомозиготи AA, 2/4 (50 %) - гетерозиготи Aa і 1/4 (25 %) - рецесивні гомозиготи aa.



Цитологічні основи другого закону: гібриди першого покоління F1 (Aa) при мейозі утворюють яйцеклітини і спермії двох типів – A і a, поєднання яких при схрещуванні дає три типи зигот: AA, AA, Aa. Тому одноманітності в F2 не може бути, бо в основі закону розщеплення лежить феномен незмішування алелей у гібридних організмів (закон чистоти гамет).

Закон чистоти гамет



Той факт, що рецесивна ознака (зелений колір насіння), яка була відсутня в гібридів першого покоління F1, знову з'явилася в 1/4 гібридів другого покоління F2, Г.Мендель пояснив тим, що успадковуються не самі ознаки, а спадкові фактори (гени), які визначають розвиток цих ознак і що ці фактори дискретні. У гібридів F1 (Aa) існує два спадкові фактори (алельні гени), один з них А відповідає за жовтий колір насіння, інший а – за зелений. Алельні гени, знаходячись у гетерозиготному стані, не зливаються, не змінюють один одного і, не втрачаючи своєї індивідуальності, передаються в гамети. Гамети є «чистими»: вони несуть лише один з двох алелей певного гена. Цю закономірність Г.Мендель назвав гіпотезою «чистоти гамет». Її цитологічною основою є мейоз, який був відкритий значно пізніше законів Г.Менделя. Алельні гени знаходяться в гомологічних (парних) хромосомах. При мейозі в кожену гамету попадає лише одна з гомологічних хромосом і відповідно один ген з пари алельних генів.

4. Третій закон Г.Менделя – закон незалежного комбінування ознак (Розповідь учителя, демонстрація таблиці, записи у зошитах схеми третього закону)

Цей закон Г.Мендель встановив у дигібридному і тригібридному схрещуваннях. У дигібридному схрещуванні гомозиготного гороху з жовтим і гладеньким насінням ААВВ і гомозиготного гороху з зеленим і зморщуватим насінням ааbb усі гібриди АaBb першого покоління F1 мали жовте і гладеньке насіння (одноманітність гібридів першого покоління).

ДИГІБРИДНЕ СХРЕЩУВАННЯ				
ЗАКОН				
F ₂ НЕЗАЛЕЖНОГО КОМБІНУВАННЯ СТАНІВ ОЗНАК				
♀ \ ♂	AB	aB	Ab	ab
AB	● ABAВ	● AВаВ	● ABAb	● ABab
aB	● aBAВ	● aВаВ	● aBAb	● aBab
Ab	● AbAВ	● AbaВ	● AbAb	● Abab
ab	● abAВ	● abaВ	● abAb	● abab

СПІВВІДНОШЕННЯ СТАНІВ ОЗНАК В F₂

ОЗНАКА 1 12 : 4 = 3:1 ОЗНАКА 2 12 : 4 = 3:1

РОЗЩЕПЛЕННЯ ЗА КОЖНОЮ ОЗНАКОЮ ВІДБУВАЄТЬСЯ НЕЗАЛЕЖНО ВІД ІНШИХ



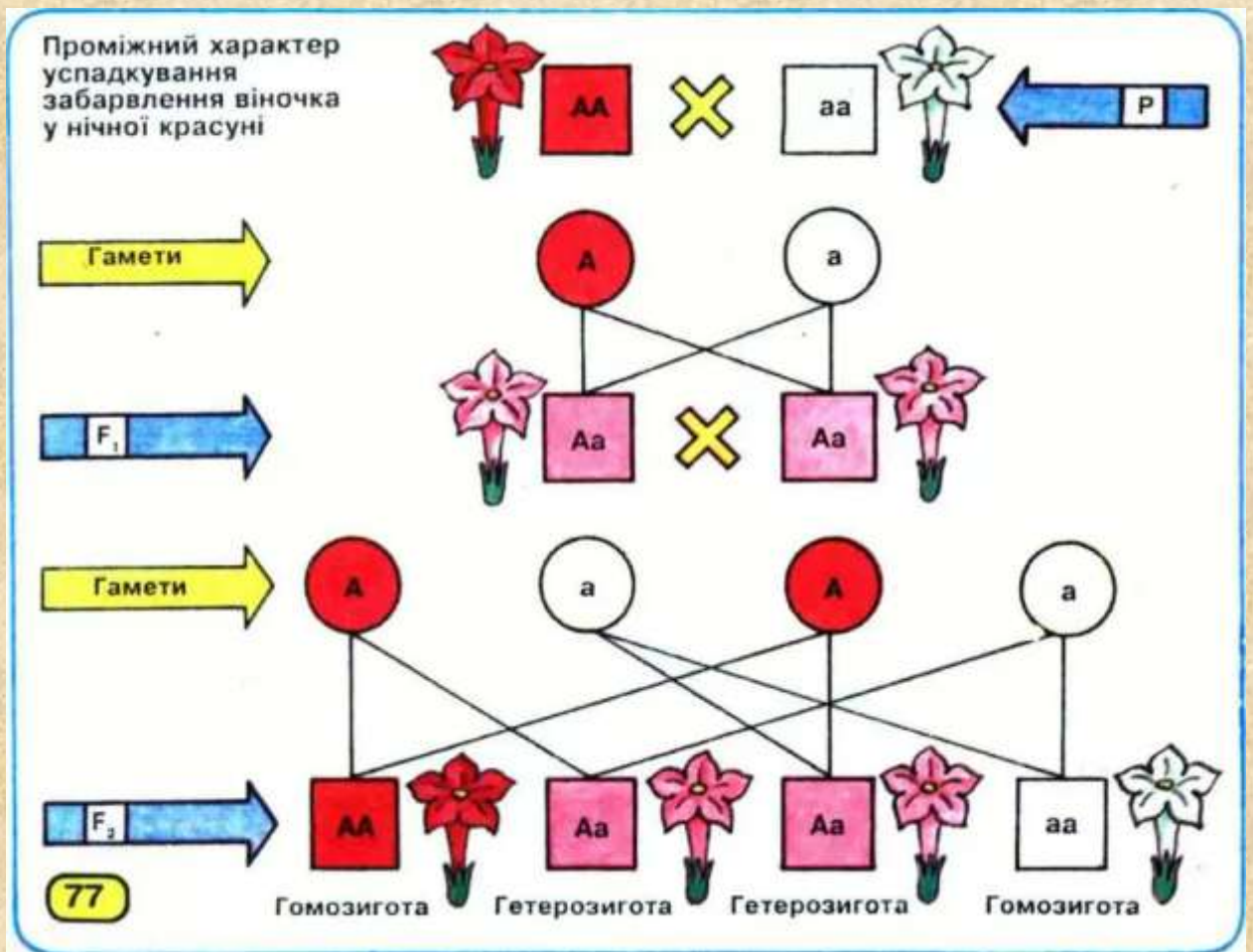
При самозапиленні гібридів першого покоління F1 у другому поколінні F2 було одержано потомство чотирьох фенотипових класів у співвідношенні 9 жовтих гладеньких : 3 жовтих зморшкуватих : 3 зелених гладеньких : 1 зелений зморшкуватий (9:3:3:1). При подальшому аналізі Г.Мендель встановив, що за однією, окремо взятою парою ознак, насіння розподілялося приблизно у співвідношенні 3:1, як у моногібридному схрещуванні.

Результати дослідів Г. Мендель пояснив незалежним розподілом спадкових факторів (генів), що контролюють колір і форму насіння. На цьому ґрунтується третій закон Г.Менделя – закон незалежного комбінування ознак: при схрещуванні гомозиготних особин, які відрізняються двома (і більше) парами альтернативних ознак, у другому поколінні F2 спостерігається незалежне успадкування і комбінування ознак, якщо гени цих ознак розташовані в різних парах гомологічних хромосом.

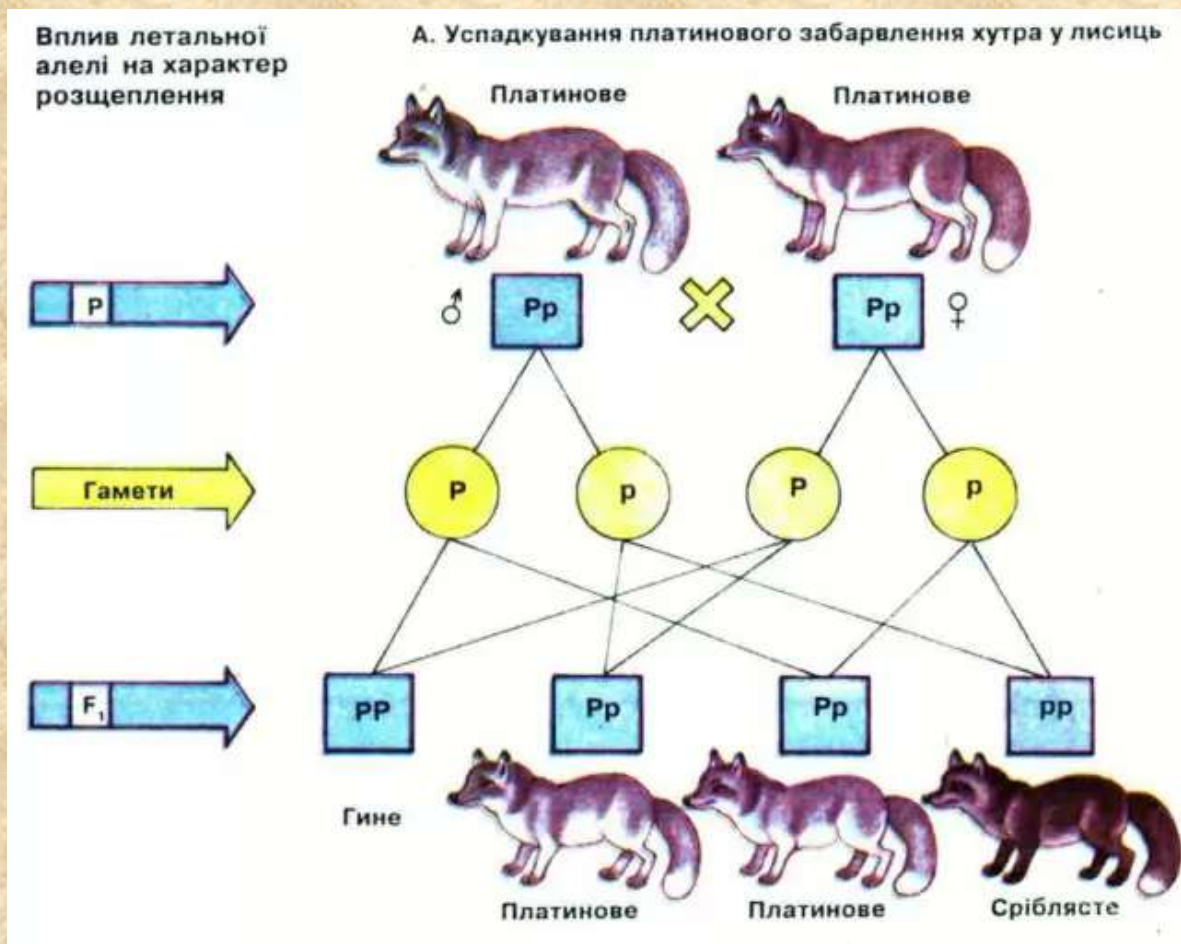
Цитологічною основою цього закону є мейоз. У мейозі нехомологічні хромосоми розходяться незалежно і можуть комбінуватися в будь-яких поєднаннях. Тому алель А може виявитися в одній гаметі з однаковою ймовірністю з алелем В або з алелем b, але не з алелем а. З такою ж ймовірністю алель а може потрапити в гамету з алелем В або з алелем b, але не з алелем А. Гібриди F1 в мейозі утворюють яйцеклітини 4-х типів: АВ, Ab, aВ і ab і стільки ж типів спермій. При випадковому поєднанні цих гамет можливе утворення 16 типів зигот (4 x 4), які можна визначити за решіткою Р.Пеннета. Ці типи зигот дають 4 фенотипових класи у співвідношенні 9 жовтих гладеньких : 3 жовтих зморшкуватих : 3 зелених гладеньких : 1 зелений зморшкуватий (9:3:3:1) і 9 генотипових класів у співвідношенні 1AABV:2AaBV:2AABb:4AaBb:1AAbb:2Aabb:1aaBV:2aaBb:1aabb. Підрахунок розщеплення в F2 за кожною парою ознак показує, що воно в обох випадках дорівнює 12:4, тобто 3:1, як при моногібридному схрещуванні. Отже, дигібридне схрещування – це, по суті, два незалежних моногібридних, які ніби накладаються одне на одне.

5. Методи перевірки генотипу гібридних особин. (Розповідь учителя, демонстрація таблиці)

Аналізуючи схрещування здійснюють між рецесивною та домінантною за фенотипами особинами. Воно ґрунтується на тому, що особини, гомозиготні за рецесивною алеллю завжди подібні фенотипно та утворюють гамети лише одного сорту.



6. Летальні алелі. (Розповідь учителя. Демонстрація малюнка)





Відхилення від очікуваних результатів розщеплення часто пов'язане з фенотипним проявом летальних алелей, коли розщеплення серед гібридів другого покоління може відрізнятись від очікуваного, оскільки гомозиготи та гетерозиготи за деякими алелями мають різну життєздатність. Алельний ген, який, проявляючись у фенотипі, призводить до смерті особини, називають летальним.

Наприклад, платинове забарвлення хутра лисиць дуже цінується для виготовлення хутряних виробів. Воно виникло на початку XX сторіччя внаслідок мутації та зумовлене домінантною алеллю (P): при схрещуванні платинових лисиць між собою серед їхніх нащадків є особини як з платиновим, так і сріблястим забарвленням хутра .

Спроби вивести гомозиготних платинових лисиць результатів не дали, хоча теоретично це здавалося можливим. За допомогою аналізуючого схрещування з'ясували, що всі платинові лисиці гетерозиготні, оскільки серед нащадків відбувається таке розщеплення: у 58 виводках - 127 платинових і 58 сріблястих щенят (тобто співвідношення наближувалося до 2 : 1, а не 3 : 1, як можна було очікувати згідно із законом розщеплення). Крім того, коли сріблястих лисиць парували між собою або з платиновими, у виводках здебільшого налічували 4-5 щенят, а при схрещуванні платинових лисиць між собою - тільки 3-4. Виявилось, що особин, гомозиготних за алеллю платинового забарвлення, взагалі не існує, бо ембріони з таким генотипом (PP) гинуть на найранішніх етапах розвитку.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ УЧНІВ

1. Самостійна робота. (Заповнення таблиці «Закони Менделя»)

№	Назва закону	Формулювання закону
1		
2		
3		

2. Розв'язування задач на моногібридне схрещування.

- У гарбуза білий колір плодів – А домінує над жовтим – а. Визначити, яким буде колір плодів нащадків у F₁, якщо схрещувати гарбуз, гомозиготний за білим кольором, із гарбузом, гомозиготним за жовтим кольором.
- У помідорів ген червоного забарвлення плодів домінує над геном жовтого. Якими будуть плоди рослин, що утворилися при схрещуванні гетерозиготних батьківських особин (особини F₂)?

3. Вибірковий диктант.



З даного переліку знайдіть відповідні зиготи:

Рецесивні гомозиготи:

Домінантні гомозиготи:

Дигетерозиготи:

Зиготи – гібриди:

Зиготи – чисті лінії:

AAbb; AABb; aabb; AABV; Aabb.

V. ПІДСУМОК УРОКУ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати відповідний текст підручника.

Підготувати повідомлення про Т. Моргана.

Розв'язати задачу.

- У помідорів ген, який зумовлює нормальну висоту стебла, - Р, домінує над геном карликовості – р. яким буде за фенотипом покоління від схрещування гібридних рослин?

Урок 4.

Тема. Хромосомна теорія спадковості.

Мета: ознайомити учнів із основними положеннями хромосомної теорії спадковості, історією її виникнення та значення для науки й сільського господарства; розширити знання про кросинговер; розвивати вміння аналізувати інформацію й висувати гіпотези для пояснення спостережень; продовжувати розвивати вміння розв'язувати задачі з генетики; виховувати вміння прислухатися до чужих ідей та критично сприймати інформацію.

Обладнання й матеріали: портрет Т. Моргана, таблиці або слайди презентації з поясненнями основних положень хромосомної теорії спадковості, зображення хромосом і хромосомних наборів окремих видів живих організмів.

Базові поняття й терміни: хромосомна, група зчеплення, зчеплене успадкування, гомологічні хромосоми, мейоз, кросинговер.



Тип уроку: комбінований.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

II. ПЕРЕВІРКА РАНІШЕ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Самостійна робота.

А. Завдяки яким якостям горох посівний придатний для генетичних досліджень?

Б. Які з ознак гороху досліджував Г. Мендель у своїх дослідках?

В. Який метод досліджень розробив Г. Мендель?

Г. Якою є клітина (особина), що має в гомологічних хромосомах однакові (ідентичні) гени (алелі)?

Д. Назвіть клітину (особину), в якій в парах гомологічних хромосом один ген (алель) домінуючий, а інший – рецесивний.

- | | |
|------------------|--------------------------|
| 1. Гомозигота | 6. Колір і форма горошин |
| 2. Гетерозигота | 7. Висота рослин |
| 3. Чистолінійний | 8. Колір і форма бобів |
| 4. Самозапильний | 9. Будова суцвіття |
| 5. Скоростиглий | 10. Гібридологічний |

Відповідь: А – 3-5; Б – 6-9; В – 10; Г – 1; Д – 2.

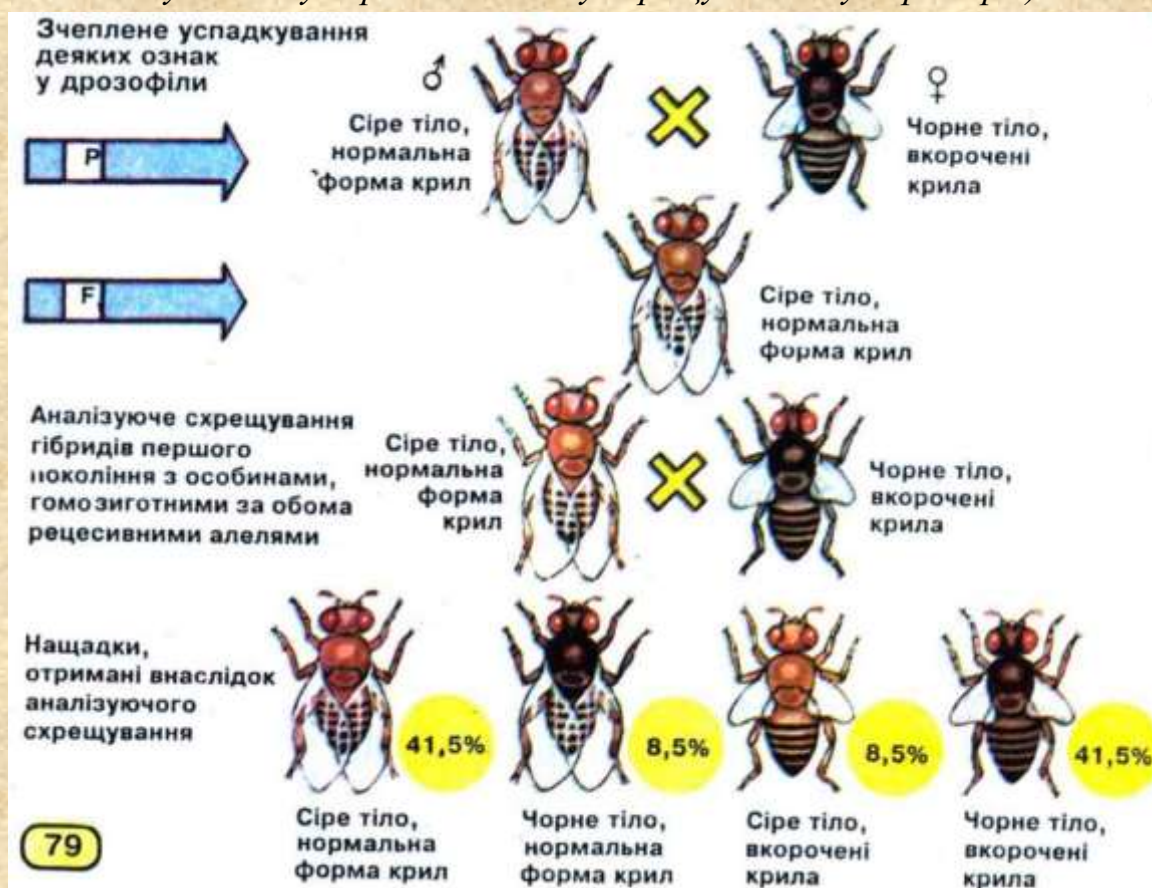
III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1. Бесіда за запитаннями.

- У чому суть закону чистоти гамет?
- Для чого проводять аналізуючи схрещування?
- В чому полягає біологічне значення явища рекомбінації?
- В яких хромосомах знаходилися гени різних алельних пар (Жовтий – зелений колір насінини, гладенька – зморшкувата форма насінини)?
- Скільки генів може бути в одній хромосомі?
- Як успадковуються ознаки, що визначають гени, які розміщені на одній хромосомі?



2. Постановка проблемного запитання. (Учитель пропонує самостійно записати у генному вираженні схему схрещування мух дрозофіл)



A – сіре тіло

B – нормальні крила

a – чорне тіло

b – недорозвинені крила

- Чому результати даного схрещування не відповідають очікуваному відношенню фенотипів 1:1:1:1? Чи можемо ми дати зараз відповідь на це запитання?
- Відповідь на це запитання ми з вами дамо згодом на уроці під час вивчення нової теми.

3. Повідомлення теми та мети уроку.

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

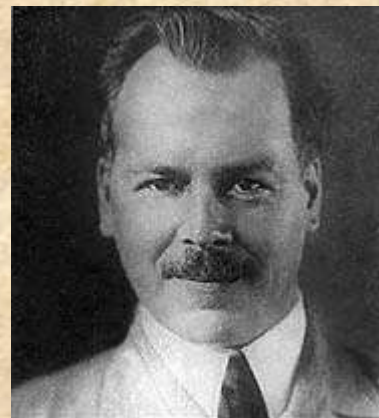
1. Хромосомна теорія спадковості.

Коли ми доводили статистичний характер законів спадковості, встановлених Г.Менделем, то для спрощення припускали, що кожна з хромосом несе лише один ген. Але вчені вже давно звернули увагу на те, що кількість спадкових ознак організму значно перевищує число хромосом гаплоїдного набору. Так, у гаплоїдному наборі класичного об'єкта генетичних досліджень — мухи-дрозофіли — є лише чотири хромосоми, але число спадкових ознак і



відповідно генів, які їх визначають, безсумнівно, значно більше. Це означає, що в кожній хромосомі розміщено багато генів. Тож разом із ознаками, які успадковуються незалежно, повинні існувати і такі, що успадковуються зчеплено одна з одною, бо вони визначаються генами, розташованими в одній хромосомі. Такі гени утворюють групу зчеплення. Кількість груп зчеплення в організмів певного виду дорівнює кількості хромосом у гаплоїдному наборі (наприклад, у дрозофіли $1n = 4$, у людини $1n = 23$). Цей факт і було покладено в основу хромосомної теорії спадковості.

Хромосомна теорія спадковості, в основному була сформована на початку XX століття Т.Х. Морганом та його учнями.



2. Основні положення хромосомної теорії спадковості. (Записи у зошити)

- Матеріальною основою спадковості є хромосоми.
- Гени розташовані у хромосомі у лінійній послідовності.
- Гени, локалізовані в одній хромосомі, складають одну групу зчеплення і передаються нащадкам разом.
- Кількість груп зчеплення дорівнює гаплоїдному числу хромосом.
- Гаплоїдне число хромосом є постійним для кожного виду.
- Ознаки, які визначаються зчепленими генами, також успадковуються зчеплено.
- Зчеплене успадкування генів може порушуватися внаслідок перехресування хромосом (кросинговеру), який відбувається між гомологічними хромосомами у процесі мейозу.

3. Бесіда за схемою схрещування мух дрозофіл. (Розповідь учителя)

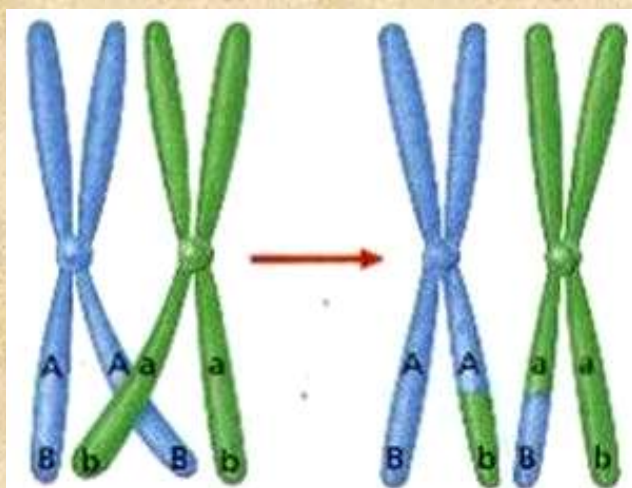
Повернемося до нашої схеми схрещування мух дрозофіл. Яку ж відповідь ми можемо вже дати на наше запитання. Результати даного схрещування не відповідають очікуваному відношенню фенотипів $1:1:1:1$ тому, що гени забарвлення тіла і довжини крил локалізовані в одній і тій же хромосомі і входять до однієї групи зчеплення.

4. Явище кросинговеру.

Під час утворення гамет гомологічні хромосоми можуть обмінюватися ділянками, тобто має місце кросинговеру. Кросинговер змінює комбінативну мінливість.



Кросинговер – обмін ділянками гомологічних хромосом у процесі клітинного поділу, переважно в профазі першого мейотичного поділу, іноді в мітозі.



Дослідами Т. Моргана, К. Бріджеса й А. Стертеванта було показано, що немає абсолютно повного зчеплення генів, за якого гени передавалися б завжди разом. Імовірність того, що два гени, локалізовані в одній хромосомі, не розійдуться в процесі мейозу, коливається в межах 1 – 0,5. У природі переважає неповне зчеплення, зумовлене перехрестом

гомологічних хромосом і рекомбінацією генів.

Частота (відсоток) перехресту між генами залежить від відстані між ними: чим далі вони розташовані один від одного, тим частіше відбувається кросинговер. Т. Морган запропонував відстань між генами вимірювати кросинговером у відсотках, за формулою:

$$N_1 / N_2 \times 100 = \% \text{ кросинговеру}$$

де N_1 – загальне число особин у F_1

N_2 – сумарне число кросинговерних особин.

Заслуги Т. Моргана було увічнено в назві одиниці вимірювання кросинговеру. Відрізок хромосоми, на якому здійснюється 1% кросинговеру, дорівнює 1 морганіді (умовна міра відстані між генами). Частоту кросинговеру використовують для того, щоб визначити взаємне розміщення генів і відстань між ними.

Якщо відстань становить 50 морганід і більше – стани ознак успадковуються незалежно, незважаючи на розміщення генів в одній хромосомі.

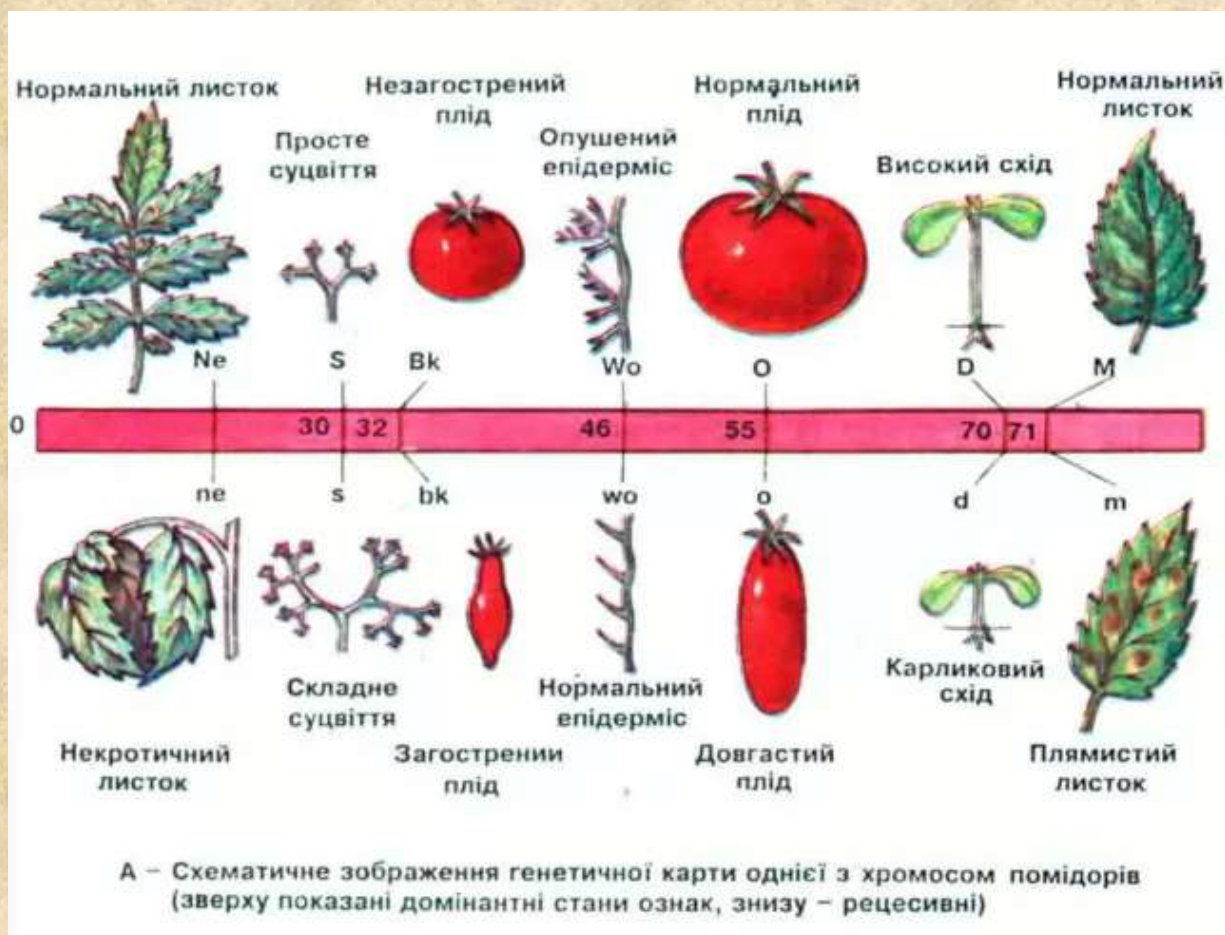
5. Генетичні карти.

Визначення частот кросинговеру між різними парами генів дало змогу створити генетичні карти хромосом, на яких зазначено порядок розміщення і відносні відстані між генами в хромосомі. Для деяких видів організмів (кукурудза та кілька видів дрозофіл) уже створено повні генетичні карти хромосом, для інших (у тому числі і людини) - цей процес триває.



Вплив зовнішніх і внутрішніх чинників на частоту кросинговеру.

Хоча частота кросинговеру між різними парами зчеплених генів є величиною відносно сталою, на неї можуть впливати деякі чинники зовнішнього і внутрішнього середовища (хромосомні мутації, які ускладнюють або унеможливають перехрест хромосом, занадто висока чи низька температура, рентгенівське опромінення, деякі хімічні сполуки тощо).



У деяких видів організмів виявлено залежність частоти кросинговеру від віку (наприклад, у дрозофіли) або статі (миші, кури).

V. УЗАГАЛЬНЕННЯ, СИСТЕМАТИЗАЦІЯ Й КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ І ВМІНЬ УЧНІВ

1. Бесіда за запитаннями

- Чому кількість груп зчеплення збігається з кількістю хромосом у гаплоїдному наборі?
- Яке значення має кросинговер для впорядкування генетичних карт?
- Що таке локус?



- чи може змінюватися місце гена в хромосомі?

2. Розв'язування задач

1. У томатів високий зріст стебла домінує над карликовим, а кульовидна форма плоду – над грушовидною, гени висоти стебла й форми плоду зчеплені й перебувають на відстані 20 морганід один від одного. Які нащадки з'являться при схрещуванні гетерозиготної за обома ознаками рослини з карликовою, яка має грушовидні плоди?

Орієнтир до розв'язання задачі

Відстань 20 морганід між генами означає, що відсоток кросинговеру між цими генами дорівнює 20%. Виходить, у нащадків буде утворюватися 20% кросинговерних генотипів.

A – ген, що визначає високий зріст стебла, а – ген, що визначає карликовий зріст.

B – ген, що визначає кульовидну форму плоду, b – ген, що визначає грушовидну форму плоду.

Генотип гетерозиготної за обома ознаками рослини – AaBb.

Генотип карликової рослини, що має грушовидні плоди, - aabb.

P ♀ AaBb × ♂ aabb

♀ \ ♂	AB	ab	Aa (кросоверні гамети)	aB (кросоверні гамети)
ab	AaBb	aabb	Aabb (кросоверні гамети)	aaBB (кросоверні гамети)

При зчепленому успадкуванні мало б відбутися розчеплення відповідно 1:1, але кросинговер привів до формування нових фенотипічних класів.

Кросоверних генотипів за умовою задачі має бути 20%.

Тоді розчеплення виглядає так:

40% нащадків мають високий зріст і кульовидну форму плодів, 40% - карликові з грушовидними плодами, 10% мають високий зріст і грушовидну форму плодів, 10% - карликовий зріст і кульовидну форму плодів.



V. ПІДСУМОК УРОКУ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати відповідний текст підручника.

Розв'язати задачу.

Гладка форма насіння кукурудзи домінує над зморшкуватою, забарвлене насіння домінує над незабарвленим. Обидві ознаки зчеплені. При схрещуванні кукурудзи з гладким забарвленим насінням із рослиною, що має зморшкувате незабарвлене насіння, отримано нащадків: забарвлених гладких – 449 особин, незабарвлених зморшкуватих – 49, незабарвлених гладеньких – 52, незабарвлених зморшкуватих – 451. Визначте відстань між генами.

Урок 5

Тема. Генетика статі. Успадкування, зчеплене зі статтю.

Мета: формувати уявлення про успадковування, зчеплене зі статтю, та його особливості; розвивати вміння аналізувати і робити висновки, розв'язувати типові задачі з генетики; виховувати розуміння важливості генетичних досліджень для практичної діяльності людства.

Обладнання й матеріали: портрет Т. Моргана, таблиці з поясненням особливостей і механізмів зчепленого успадкування; зображення хромосом і хромосомних наборів окремих видів живих організмів; схеми, де гетерогаметною є жіноча стать, і схеми, де гетерогаметною є чоловіча стать.

Базові поняття й терміни: хромосоми, статеві хромосоми, ауто соми, гетерогаметна стать, гомогаметна стать, гемізіготний стан гена, успадкування, зчеплене зі статтю.

Тип уроку: комбінований.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

II. ПЕРЕВІРКА РАНІШЕ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Біологічний диктант

- Генетика – це наука про... (спадковість і мінливість)
- Матеріальними носіями спадковості є... (нуклеїнові кислоти (ДНК,



РНК))

- Засновник гібридологічного методу в генетиці (Г.Мендель)
- Генотип – це сукупність... (генів організму)
- Автор хромосомної теорії спадковості... (Т. Морган)
- Метод складання й аналізу родоводів... (генеалогічний)
- Явище обміну ділянками гомологічних хромосом називається... (кросинговер)
- Алельні гени розташовані на... (гомологічних хромосомах)
- Алель, який завжди проявляється в гетерозиготі... (домінантний)
- Геном – це сукупність генів, що локалізовані в... (ядрі клітини)

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

1. *Бесіда за запитаннями*

- Коли й ким була сформована хромосомна теорія спадковості?
- Які головні положення хромосомної теорії спадковості?
- Яке значення хромосомної теорії спадковості для практичної селекції?

2. *Мозкова атака* (Розв'язання задачі)

Учні спочатку розв'язують задачу, а потім учитель повідомляє про результати, які отримали вчені у лабораторії і порівнюють відповіді.

У лабораторії Моргана проводили схрещування червонооких самок дрозофіли з білоокими самцями. При такому схрещуванні всі нащадки були червоноокими. При схрещуванні білооких самок із червоноокими самцями серед нащадків усі самки були червоноокими, а самці — білоокими. Відбулося розщеплення, якого ніхто не очікував. Як ви гадаєте, у чому причина такого явища?

3. *Повідомлення теми та мети уроку*

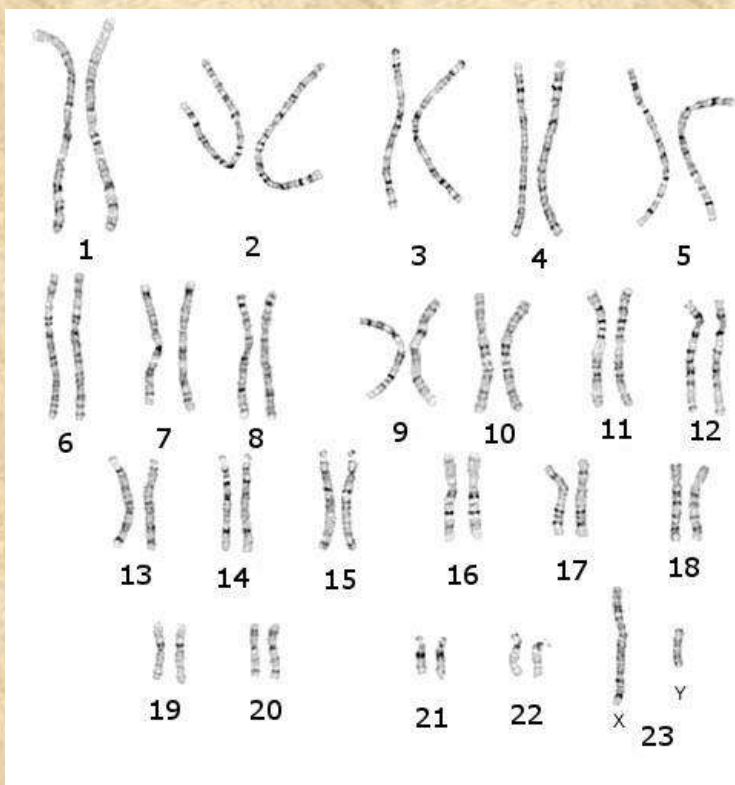
IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. *Статеві хромосоми* (розповідь з елементами бесіди, використовуючи зображення наборів хромосом деяких живих організмів)

Вивчаючи та порівнюючи хромосомні набори самців і самок, учені встановили, що у багатьох випадках визначення статі залежить від генотипу. У соматичних клітинах самця та самки всі пари хромосом, крім однієї, схожі і несуть однакові типи генів. Хромосоми, представлені в обох статей однаковими гомологічними парами, називаються *аутосомами*. Пара



хромосом, за якою відрізняють самця від самки, називається статевою. У



людини 22 пари аутосом і одна пара статевих хромосом.

Статеві хромосоми бувають двох типів: X і Y. Стать визначається їхнім сполученням (XX або XY). Стать, яка визначається наявністю XX-хромосом, називається гомогаметною, а наявністю XY-хромосом — гетерогаметною. Гетерогаметні утворюють 2 типи гамет за статевими хромосомами: X, Y; гомогаметні — один тип: X. У більшості організмів (ссавці і людина, рептилії, амфібії, мухи тощо) жіноча стать гомогаметна

(XX), чоловіча — гетерогаметна (XY). У птахів, деяких риб, метеликів самці гомогаметні (XX), а самки — гетерогаметні (XY). У деяких випадках стать визначається відсутністю однієї хромосоми у парі: у прямокрилих, павуків самки мають XX- набір, а самці — XO- набір хромосом. Крім хромосомного, є інші механізми визначення статі. Наприклад, у деяких безхребетних (коловерток, черв'яка-динофілюса) стать визначається до запліднення. З яйцеклітин, багатих на жовток і великих, утворюються самки, з дрібніших — самці. На формування статі деяких риб і земноводних впливають умови довкілля — у них закладаються водночас зачатки чоловічих і жіночих статевих залоз, але розвивається тільки один тип. У випадках визначення статі за хромосомним набором співвідношення становить 1:1.

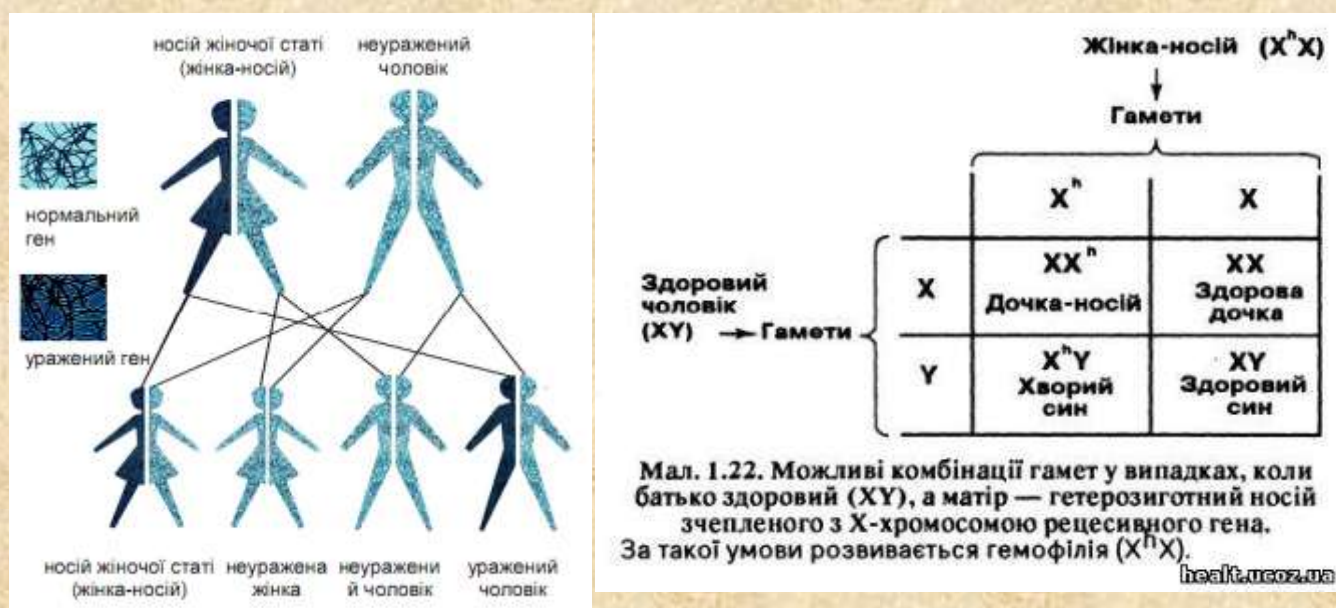
Схема співвідношення статей

Генотип Р	XX; XY
Гамети	X X,Y
Генотип F	XX ; XY
Покоління	1:1



2. Успадкування, зчеплене зі статтю. (Розповідь учителя з елементами бесіди та використанням схем)

Є ознаки, на характер успадкування яких впливає стать організму. Це пояснюється неоднаковим генним складом X та Y-хромосом. Втрата X-хромосоми спричиняє загибель зиготи. Y-хромосома зустрічається тільки у особин однієї статі. Більшість ознак у цій парі зосереджені в X-хромосомі, бо в Y-хромосомі кількість генів обмежена. У гетерогаметних особинах деякі гени не мають пари, ці ознаки несе тільки X-хромосома. Тому ознаки, розташовані в статевих хромосомах (зчеплені зі статтю), по-іншому проявляються у різних статей. Так, ген дальтонізму у людини знаходиться в статевій X-хромосомі і є рецесивним. Його носієм може бути жінка, а прояв ознаки спостерігається у чоловіків.



Рецесивна ознака передається від матері синам і виявляється у них, а від батьків — дочкам, але частіше за все не проявляється.

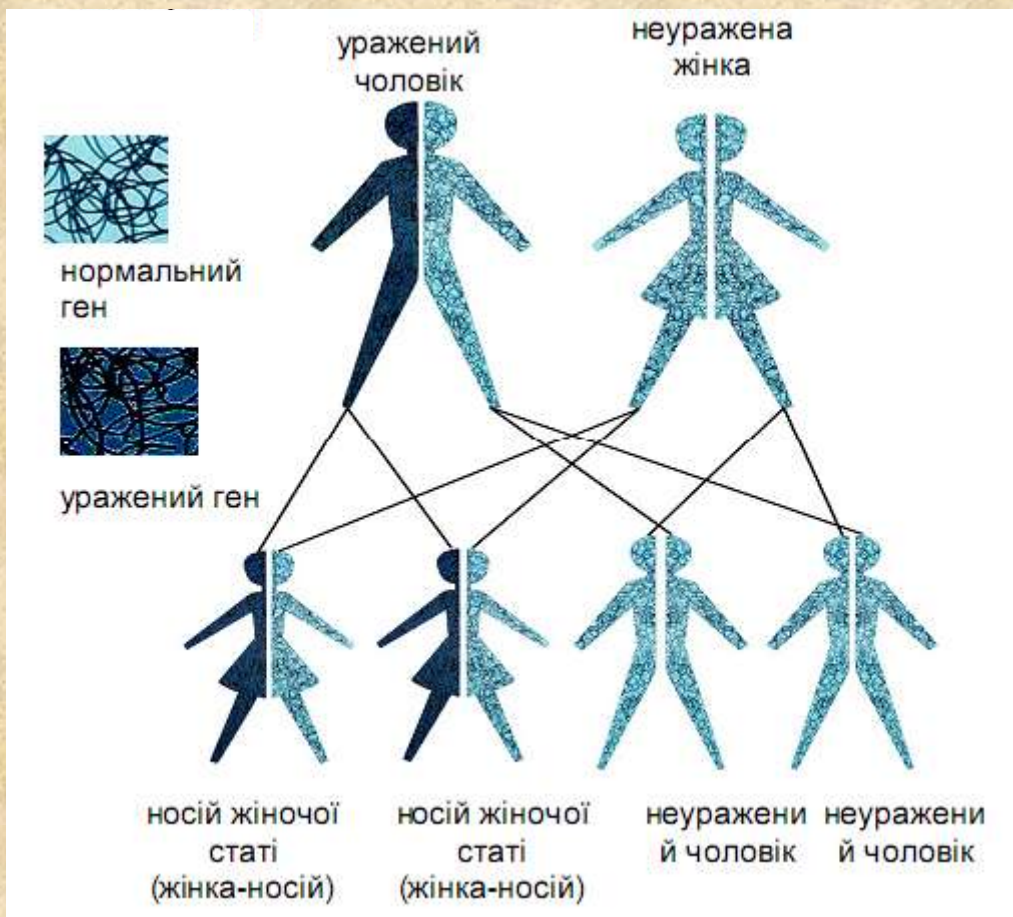
Псевдогіпертрофічна міопатія Дюшена передається як X-зчеплена рецесивна ознака, тому хлопчики, які її успадковують, помирають у ранньому віці. Її передають лише здорові жінки-носії.

Дуже рідко у жінки проявляється X-зчеплена рецесивна ознака. Це виникає внаслідок кількох причин. По-перше, жінка може мати аномальний набір хромосом, тобто, тільки одну X-хромосому, як, наприклад, при синдромі Тернера (XO). По-друге, вона може бути гомозиготною щодо гена-мутанта, але це трапляється дуже рідко і викликає рідкісні рецесивні розлади, бо тоді жінка мусила б успадкувати такі порушення від обох батьків. По-третє, жінка



може бути "очевидною гетерозиготою". Якщо завдяки випадковості серед більшості її клітин є здорова інактивована X-хромосома, тоді у жінки-гетерозиготи може проявитися ця ознака. Під час ретельного обстеження носіїв псевдогіпертрофічної міопатії Дюшена у них іноді виявляють слабкість деяких груп м'язів, що характерно для уражених хлопчиків.

Як X- зчеплені рецесивні захворювання передаються ураженими чоловіками



Якщо чоловік з X- зчепленим захворюванням має доньку, він завжди передаватиме їй змінений ген. Це відбувається тому, що чоловіки мають лише одну X хромосому і завжди передають її своїм донькам. Через це, усі їх доньки будуть носіями. Доньки не будуть хворими, проте матимуть ризик народження уражених синів.

Якщо чоловік з X- зчепленим захворюванням має сина, його син ніколи не успадкуватиме зміненого гена на X хромосомі. Це відбувається тому, що чоловіки завжди передають своїм синам Y хромосому (при передачі X хромосоми народжується донька).

V. УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ УЧНІВ

1. Практична робота



- Розв'язування задач на успадкування, зчеплене зі статтю

Задача № 1

У деяких порід курей гени, що визначають білий колір і смугасте забарвлення пір'я, зчеплені зі статевою Z-хромосомою, смугастість домінує над білим суцільним забарвленням. Гетерогаметна стать у курей жіноча. Вона визначається хромосомами ZW. Гомогаметна стать чоловіча, вона визначається статевими хромосомами ZZ. На птахофермі білих курей схрестили зі смугастими півнями й одержали смугасте пір'я як у півнів, так і в курей. Потім отриманих від першого схрещування особин схрестили між собою й одержали 594 смугасті півні і 607 смугастих і білих курей. Визначте генотипи батьків і нащадків першого й другого поколінь.

Задача № 2

Відомо, що триколірні кішки — завжди самки. Це зумовлено тим, що гени чорного й рудого кольорів шерсті алельні й перебувають в X-хромосомі, але жоден із них не домінує, а при сполученні рудого й чорного кольорів формуються “триколірні” особини. Яка ймовірність одержання серед нащадків триколірних кошенят від схрещування триколірної кішки з чорним котом?

Задача № 3

У людини ген, що викликає одну з форм колірної сліпоти, або дальтонізм, локалізовано в X-хромосомі. Стан хвороби викликається рецесивним геном, стан здоров'я — домінантним. Дівчина, що має нормальний зір, батько якої хворів на колірну сліпоту, виходить заміж за здорового чоловіка, батько якого також потерпав від колірної сліпоти. Який зір можна очікувати в дітей від цього шлюбу?

V. ПІДСУМОК УРОКУ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати відповідний текст підручника.

Виконати завдання

Розмістіть варіанти схрещування в послідовності від найбільшої до найменшої кількості можливих фенотипів, які будуть отримані в результаті схрещування, за умови, що досліджувані гени знаходяться в різних хромосомах:



а) AABVccdd × aabbCCDd ;

б) AaBbccdd × aabbCCDd;

в) AABVccdd × aabbCCDD;

г) AABbccdd × aabbCCDD.

Послідовність	1	2	3	4

Урок 6

Тема. Взаємодія генів. Позаядерна спадковість.

Мета: познайомити учнів з ефектами множинної дії гена і взаємодії генів; сформувати поняття про генотип як цілісну систему генів, що взаємопов'язані і взаємодіють один з одним; дати уявлення про явища поза ядерної (цитоплазматичної) спадковості та її ролі; розвивати уміння учнів вибирати головне у матеріалі, що вивчається, самостійно працювати з підручником, а також уміння порівнювати та робити висновки і узагальнення; виховувати бережливе ставлення до живих організмів планети та гордість за досягнення в галузі розвитку генетичної науки.

Обладнання та матеріали: таблиця “Взаємодія генів”, таблиці, що демонструють вияви позаядерної (цитоплазматичної) спадковості.

Базові поняття й терміни: ген, структурні гени, регуляторні гени, геном, інтрони, екзони, цитоплазматична спадковість, позаядерні гени, взаємодія генів, комплементарність, множинна дія генів, цілісна система.

Тип уроку: комбінований.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

II. ПЕРЕВІРКА РАНІШЕ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Вправа «Так - Ні» (З допомогою сигнальних карток)

- Народження генетики відносять до 1860 року, коли Г.Мендель виявив закономірності спадковості. (Ні)
- Рецесивний алель завжди проявляється. (Ні)
- Місце розташування алелей певного гена на хромосомі називається локусом. (Так)
- Гібридологічний метод ґрунтується на дослідженні особливостей хромосомного набору організмів. (Ні)
- Матеріальною основою спадковості є хромосоми. (Так)



- Кількість груп зчеплення дорівнює гаплоїдному числу хромосом. (Так)
- Гаплоїдне число хромосом є постійним для кожного виду. (Так)
- Гени розташовані в хромосомах у дволанцюговій послідовності. (Ні)
- Статеві хромосоми можуть бути одного або двох типів. (Так)
- Кількість спадкових ознак організму значно перевищує число хромосом гаплоїдного набору. (Так)
- В кожній хромосомі розміщено по два гени. (Ні)
- Y – хромосома людини вважається генетично інертною, бо в ній дуже мало генів. (Так)

2. Виконання тестового завдання (На роздавальних картках)

А. Назвіть пари хромосом, які у самців і самок однакові, мають подібну будову.

Б. Як називають гомологічні хромосоми, які у самців і самок неоднакові за розміром?

В. Скільки статевих X – хромосом у дрозофіли самки?

Г. Визначте число X – хромосом у дрозофіли – самця.

Д. Яких хромосом більше – статевих чи нестатевих?

- | | | |
|--------|-------------|----------------------|
| 1. Три | 3. Аутосоми | 5. Статеві хромосоми |
| 2. Дві | 4. Одна | |

Відповідь: А – 3; Б – 5; В – 2; Г – 4; Д – 3.

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

1. Бесіда за запитаннями.

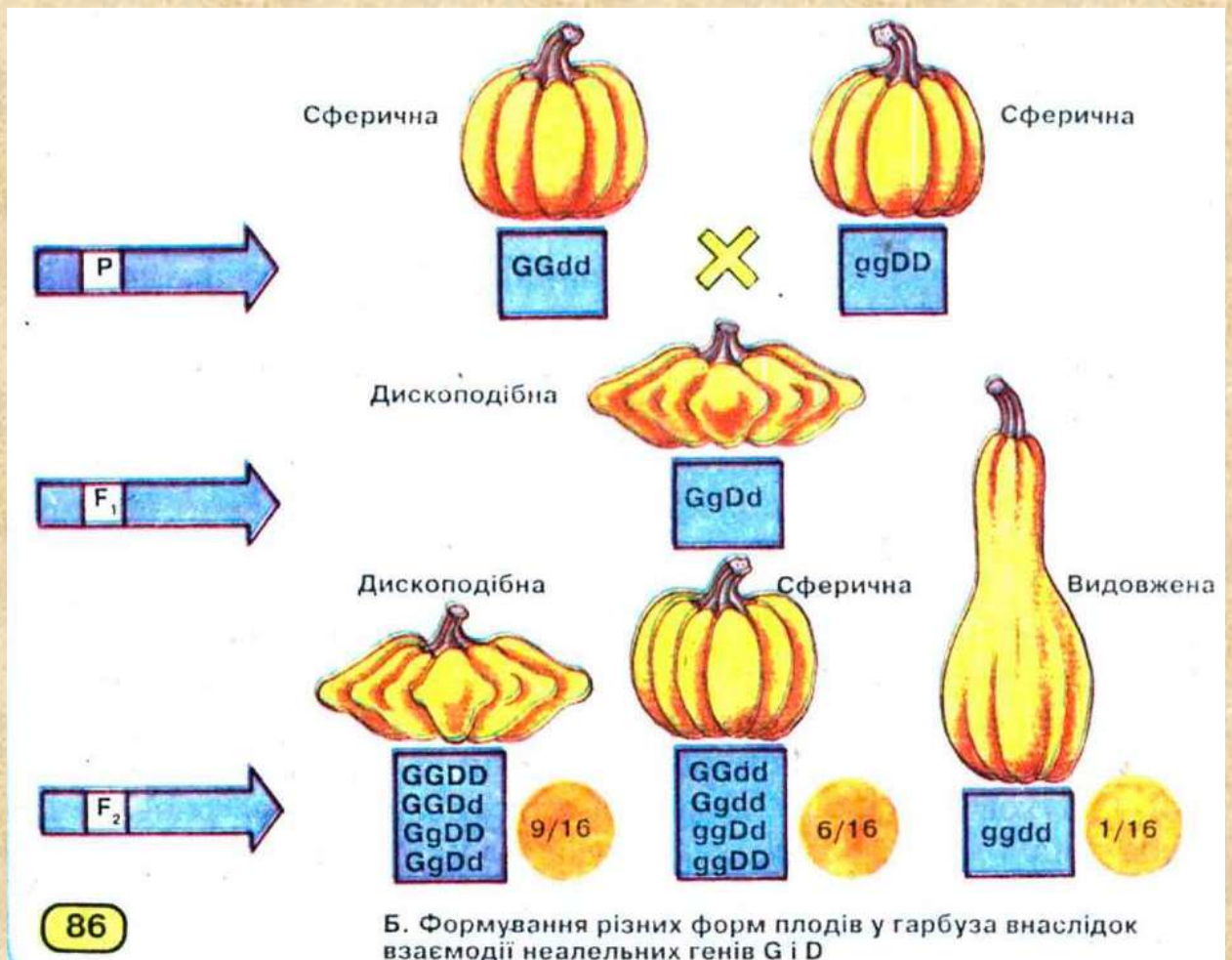
- Що ви знаєте про ген? Якою є його хімічна природа?
- Чи тільки в ядрі клітини міститься ДНК? Яка функція ДНК?
- Поясніть схему:
 - 1 хромосома – 1 ген – 1 ознака (Г. Мендель)
 - 1 хромосома – багато генів – багато ознак (Т. Морган)
- Які функції в клітині виконують мітохондрії? Пластиди?

2. Повідомлення теми та мети уроку.

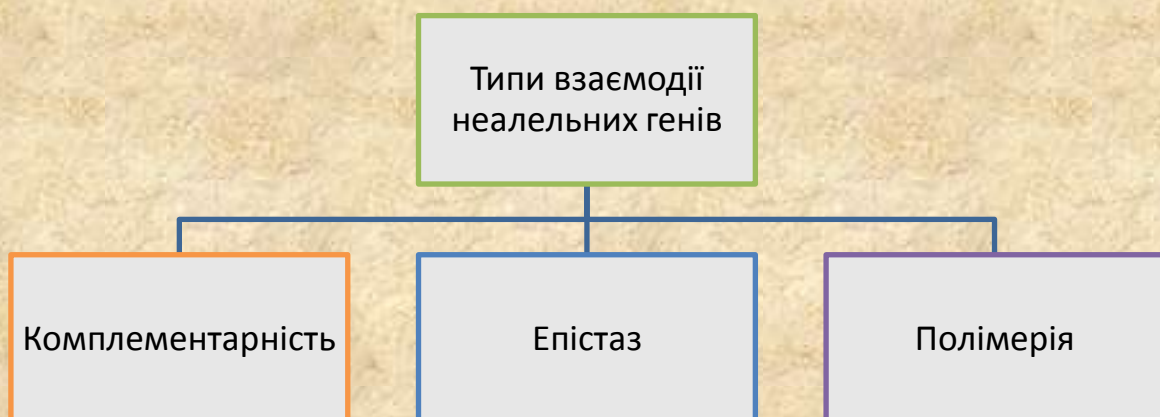
IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Взаємодія неалельних генів. (Розповідь учителя)

Відомо багато випадків, коли ознака або властивості детермінуються двома або більше неалельними генами, які взаємодіють між собою. Хоча й тут взаємодія умовна, бо взаємодіють не гени, а контрольовані ними продукти. При цьому має місце відхилення від менделівських закономірностей розщеплення.



Розрізняють такі основні типи взаємодії генів: компліментарність, епістаз і полімерію.





Крім того окремо розглядають модифікуючи дію гена (плейотропія), яка проявляється у визначенні одним геном різних ознак.

2. Типи взаємодії неалельних генів. (Робота в групах)

1 група – Комплементарність

2 група – Епістаз

3 група – Полімерія

(Представник кожної групи знайомить решту учнів класу із виконаним завданням, він повинен пояснити значення даного типу взаємодії і навести приклад)

3. Позаядерна спадковість (Розповідь учителя)

Цитоплазматична спадковість. У клітинах еукаріот, крім спадкового матеріалу, розташованого у ядрі, виявлено ще позаядерну, або цитоплазматичну, спадковість. Явище цитоплазматичної спадковості полягає у здатності певних структур цитоплазми зберігати та передавати нащадкам частину спадкової інформації батьків. Хоча провідна роль в успадкуванні більшості ознак організму належить генам хромосом, роль цитоплазматичної спадковості теж досить значна.

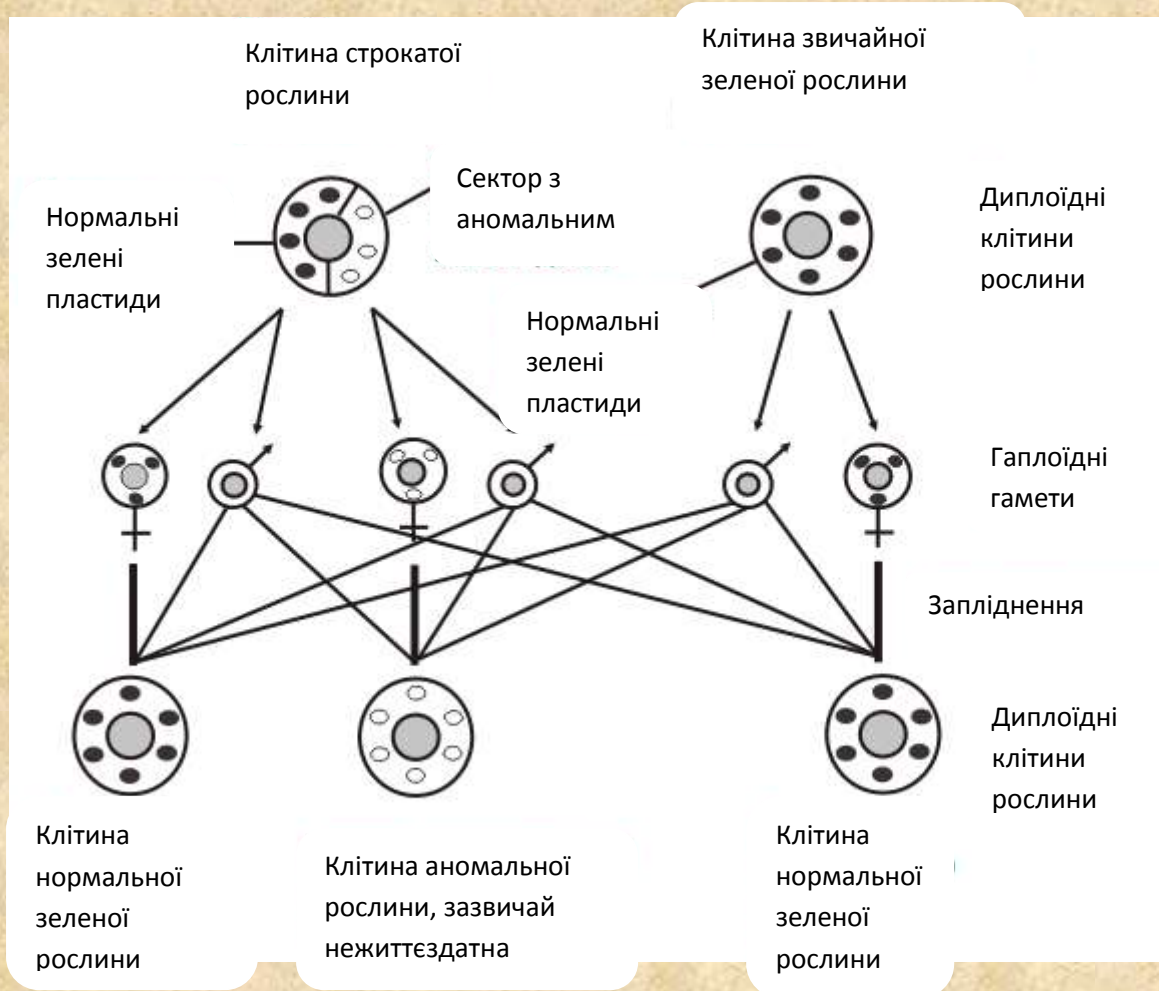
Цитоплазматична спадковість пов'язана з двома видами генетичних явищ:

- успадкуванням ознак, які зумовлюють позаядерні гени, розташовані у певних органелах (мітохондріях, пластидах);
- появою у нащадків ознак, зумовлених ядерними батьківськими генами, але на прояв яких впливає цитоплазма яйцеклітини.

Існування генів, розташованих в органелах, що здатні до самоподвоєння - мітохондріях і пластидах - виявлено ще на початку XX сторіччя під час вивчення успадкування зелених та безбарвних пластид у деяких квіткових рослин із мозаїчним забарвленням листків. Позаядерні гени взаємодіють з ядерними і перебувають під контролем ядерної ДНК. Цитоплазматична спадковість, пов'язана із генами пластид, відома для таких квіткових рослин, як ротики, нічна красуня тощо. Серед них є форми зі строкатими листками, причому ця ознака передається по материнській лінії. Строкатість листків зумовлена нездатністю частини пластид утворювати хлорофіл. Після поділу



клітин із безбарвними пластидами у листках виникають білі плями, які чергуються із зеленими ділянками. Передача строкатості листків по материнській лінії пояснюється тим, що під час утворення статевих клітин пластиди потрапляють до яйцеклітин, а не до спермійів. Пластиди, які розмножуються поділом, мають генетичну безперервність: зелені пластиди дають початок зеленим, а безбарвні — безбарвним. Під час поділу клітини пластиди різних типів розподіляються випадково, у результаті чого утворюються клітини з безбарвними, зеленими чи обома типами пластид разом.



Явище цитоплазматичної спадковості, пов'язаної з мітохондріями, вивчали на прикладі дріжджів, у мітохондріях яких виявлені гени, що зумовлюють відсутність або наявність дихальних ферментів, а також стійкість проти певних антибіотиків.

V. УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ УЧНІВ

1. Заповнення таблиці «Шляхи поза ядерного успадкування»



Шляхи успадкування	Що успадковується
Гени мітохондрій	
Гени пластид	
Плазміни і профаги	
Цитоплазма яйцеклітини	

3. Поясніть схему про взаємодію неалельних генів:

Багато хромосом $\longrightarrow$ Багато генів $\longrightarrow$ Одна ознака

V. ПІДСУМОК УРОКУ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати відповідний текст підручника.

Підготуватись до узагальнюючого уроку по темі «Спадковість організмів»

Розв'язати задачі.

1. Диплоїдний набір у клітинах

Людини – 46	собаки – 78
Голуба – 80	аскариди – 4
Кота – 38	шимпанзе – 48
Жаби – 26	корови – 60

Визначте число груп зчеплення у кожного з перелічених організмів.

- 2.** У квасолі чорне забарвлення насінневої шкірки А домінує над білим забарвленням а. схрещування двох чорно насінневих рослин дало $\frac{3}{4}$ рослин із чорним насінням і $\frac{1}{4}$ з білим. Визначте генотипи обох батьків.

Урок 7

Тема. Узагальнення та контроль знань з теми «Спадковість організмів».

Мета: узагальнити й закріпити знання про особливості різних способів розмноження живих організмів та основні закономірності спадковості, розвивати вміння практичного застосування одержаних знань, виховувати повагу до всіх живих організмів і розуміння важливості діяльності людини для всього живого на нашій планеті.



Обладнання та матеріали: таблиці з теми, роздатковий матеріал (аркуші із завданнями).

Тип уроку: урок узагальнення та контролю знань умінь та навичок учнів.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

II. УЗАГАЛЬНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ТЕМИ

1. *Бесіда за запитаннями*

- Що вивчає генетика?
- Що таке ген?
- Які закони відкрив Г. Мендель?
- Які основні положення входять до хромосомної теорії спадковості?

III. КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

Виконання тестових завдань.

I варіант

Низький рівень

Виберіть одну вірну відповідь (кожне вірно виконане завдання оцінюється в 0,5 бали)

1. Хто з учених запропонував назву «генетика»?

А. Г. Мендель	В. К. Корренс
В. Е. Чермак	Г. Т.Х. Морган
2. Хто з вчених відкрив закони спадковості?

А. Г. Мендель	В. К. Корренс
Б. Е. Чермак	Г. Т.Х. Морган
3. Назвіть властивість організмів передавати свої ознаки своєму потомству.

А. Мінливість	В. Алельність
Б. Рецесивність	Г. Спадковість
4. Які закономірності успадкування ознак встановив Г. Мендель у гібридів другого покоління?

А. Закон домінування	В. Закон незалежного комбінування ознак
----------------------	---



Б. Закон одноманітності Г. Закон розчеплення

5. Обмін ділянками гомологічних хромосом (кросинговер) під час мейозу відбувається у:

- А. Профазі другого поділу В. Метафазі першого поділу
Б. Профазі першого поділу Г. Телофазі першого поділу

6. Вказати гомозиготну особину за домінантними алелями.

- А. aabb В. AABV
Б. AaBV Г. aaBV

Середній рівень

За кожне вірно виконане завдання - 1 бал

7. Встановіть відповідність між видами схрещування та їх умовними позначеннями.

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| А. Моногібридне | 1. ♀ AA × ♂ aa |
| Б. Дигібридне | 2. ♀ AAbb × ♂ aaBV |
| В. Гібридів між собою | 3. ♀ Aa × ♂ aa |
| Г. Між гомозиготами | 4. ♀ Aa × ♂ Aa |
| Д. Між гетерозиготами | 5. ♀ AaBb × ♂ aabb |
| | 6. ♀ AaBb × ♂ aabb |

8. Встановіть послідовність вкладу вчених у розвиток науки генетики.

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| А. Е. Чермак | Г. Т. Морган |
| Б. Г. Мендель | Д. Н.К. Кольцов |
| В. М.В. Тимофієв-Ресовський | Е. Н.І. Вавилов |

9. Охарактеризуйте гібридологічний метод досліджень.

Достатній та високий рівень

За кожне вірно виконане завдання – 2 бали

10. Якого розчеплення за генотипом слід чекати у F₁ при дигібридному схрещуванні AAbb × aaBV, якщо чоловічі гамети АВ є нежиттєздатними?



11. У людини ген карих очей домінує над геном голубих очей, а вміння володіти правою рукою - над ліворукістю. Ці пари генів розташовані у різних хромосомах. Якими можуть бути діти, якщо батько лівша, але гетерозиготний за кольором очей, а мати голубоока, але гетерозиготна по відношенню володіння руками.

12. Скласти родовід власної родини.

II варіант

Низький рівень

Виберіть одну вірну відповідь (кожне вірно виконане завдання оцінюється в 0,5 бали)

1. Один з можливих структурних станів гена:
А. Алель В. Ген
Б. Екзон Г. Термінатор
2. Розчеплення 13:3 характерно для взаємодії генів за типом:
А. Кросинговеру В. Епістазу
Б. Комплементарності Г. Полімерії
3. Хромосомну теорію спадковості сформулював:
А. Г. Мендель В. К. Корренс
Б. Е. Чермак Г. Т.Х. Морган
4. Сукупність генів галюїдного набору хромосом організмів певного виду:
А. Фенотип В. Біотехнологія
Б. Генетика Г. Геном
5. У самців голубів статеві хромосоми:
А. XX В. XY
Б. ZZ Г. Відсутні
6. Фенотип – це сукупність в організмі:
А. Генів В. Хромосом
Б. Ознак Г. Алелей



Середній рівень

За кожне вірно виконане завдання - 1 бал

7. Установіть відповідність.

- А. Три пари гомологічних хромосом з чотирьох, які є в дрозофіли
- Б. Одна з пар хромосом дрозофіли, яка складається з неоднакових хромосом
- В. Хромосома, що має більші розміри
- Г. Хромосома, форма якої має вигляд маленького гачка
- Д. Велика і мала гачкоподібна хромосома.

1. X – хромосома 3. Y – хромосома 5. Статеві хромосоми

2. Гетерохромосоми 4. Аутосоми

8. Розмістіть варіанти схрещування в послідовності від найбільшої до найменшої кількості можливих фенотипів, які будуть отримані в результаті схрещування, за умови, що досліджувані гени знаходяться в різних хромосомах:

А. AaBBccdd×aabbCCDd

В. AaBbccdd×aabbCcDd

Б. AaBBccdd×aabbCCDD

Г. AaBbccdd×aabbCCDD

9. Охарактеризуйте генеалогічний метод досліджень.

Достатній та високий рівень

За кожне вірно виконане завдання – 2 бали

10. У морських свинок кошлата шерсть домінує над гладенькою. Визначити фенотип нащадків, одержаних від схрещування двох різних гомозиготних батьківських форм.

11. Блакитноокий правша, батько якого був лівшею, одружився з кароокою лівшею з сім'ї, всі члени якої протягом кількох поколінь мали карі очі. Яких вони матимуть дітей?

12. Скласти родовід власної родини.