

Львівський державний університет фізичної культури

Кафедра біохімії та гігієни

ПЛАН ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

З ДИСЦИПЛІНИ

«БІОЛОГІЯ»

(для I курсу факультету фізичної реабілітації)

Львів – 2015

Перелік лабораторних занять:

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Розв'язування елементарних вправ із молекулярної біології	2
2.	Мікрохімічні реакції на білки, жири і вуглеводи	2
3.	Будова прокаріотичної та еукаріотичної клітини. Особливості будови клітин рослин та тварин	2
4.	Спостереження явищ плазмолізу та деплазмолізу в клітинах рослин	2
5.	Вивчення проникності мембран	2
6.	Будова хромосом. Порівняння мітозу і мейозу	2
7.	Будова і функції тканин людини	2
8.	Мікроскопічна будова крові. Характеристика формених елементів крові	2
9.	Розв'язування типових задач з генетики	2

Практична робота № 1

Тема: Розв'язування елементарних вправ із молекулярної біології.

Мета: навчитися розв'язувати типові задачі з молекулярної біології.

Основні поняття і терміни: нуклеїнові кислоти, ДНК, РНК, нуклеотиди, комплементарність.

Методи та методичні прийоми: розв'язування вправ і задач різних типів.

Одиниці вимірювання

В біології використовуються основні та похідні одиниці міжнародної системи одиниць (СО): довжини, маси, енергії, роботи, теплоти тощо.

Одиниці довжини – метр (м).

$1 \text{ м} = 10 \text{ дм} = 100 \text{ см} = 10^6 \text{ мкм} = 10^9 \text{ нм}$, $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$.

Одиниці маси – кілограми (кг).

$1 \text{ кг} = 10^3 \text{ г}$ (грамів); $1 \text{ г} = 10^9 \text{ нг}$ (нанограмів);

1 дальтон – одиниця молекулярної маси, яка дорівнює масі атома Гідрогену.

Одиниця енергії, роботи та кількості теплоти – джоуль (Дж).

$1 \text{ Дж} = 10^7 \text{ ерг} = 0,2388 \text{ кал}$; $1 \text{ кал} = 4,1868 \text{ Дж}$.

Під час розв'язання таких задач необхідно пам'ятати, що:

- довжина одного нуклеотида, або відстань між двома сусідніми вздовж осі ДНК, становить 0,34 нм;
- середня молекулярна маса одного нуклеотида 345 умовних одиниць;
- середня молекулярна маса однієї амінокислоти дорівнює 100 умовних одиниць;
- молекула білка в середньому складається з 200 амінокислот;
- кожен амінокислоту в білковій молекулі кодує триплет нуклеотидів і-РНК (під час трансляції);
- для визначення довжини гена (l) враховують кількість нуклеотидів, яка міститься в одному ланцюзі ДНК;
- для визначення молекулярної маси гена (Mr) враховують кількість нуклеотидів, що міститься у двох ланцюгах ДНК;
- трансляція здійснюється згідно з генетичним кодом;
- для всіх ДНК виконується правило Чаргаффа: $A=T$; $G=C$;
- $A+G = T+C$ (вміст пуринових азотистих основ – аденіну і гуаніну – дорівнює вмісту піримідинових азотистих основ – тиміну і цитозину);
- сума всіх нуклеотидів в молекулі ДНК або РНК ($A+T+G+C$ чи $A+U+G+C$) становить 100%.

Хід роботи:

Задача 1. Дано ряд нуклеотидів: А (аденін), Т (тимін), У (урацил), Ц (цитозин), Г (гуанін). Визначте, які входять до складу ДНК і які до складу РНК.

Задача 2. На фрагменті одного ланцюга ДНК нуклеотиди розташовані в послідовності:

А - А - Г - Т - Ц - Т - А - Ц - Г - А - Т - Г.

Запишіть схему структури дволанцюгової молекули ДНК; поясніть, якою властивістю ДНК при цьому ви керувалися; яка довжина даного фрагмента ДНК. *Примітка.* Кожен нуклеотид займає 0,34 нм за довжиною ланцюга ДНК.

Задача 3. На фрагменті одного ланцюга ДНК нуклеотиди розташовані в такій послідовності: А - А - Г - Т - Ц - Т - А - Ц - Г - Т - А - Г.

Визначте схему структури дволанцюгової молекули ДНК, підрахуйте відсотковий склад нуклеотидів в цьому фрагменті.

Задача 4. Довжина фрагмента молекули ДНК дорівнює 20,4 нм. Скільки нуклеотидів в цьому фрагменті ?

Задача 5. Частковий і-РНК гена інсуліну має наступний склад: УУУ - ГУУ - ГАУ - ЦАА - ЦАЦ - УУА - УГУ - ГГГ - УЦА - ЦАЦ. Визначте співвідношення (А + Т) : (Г + Ц) у фрагменті названого гена.

Задача 6. У молекулі ДНК виявлено 880 гуанілових нуклеотидів, які складають 22 % від загального числа нуклеотидів в цій ДНК.

Визначте: а) скільки інших нуклеотидів в цій ДНК? б) яка довжина цього фрагмента?

Задача 7. Дана молекула ДНК з відносною молекулярною масою 69 000, з них 8625 припадає на частку аденілових нуклеотидів. Знайдіть кількість всіх нуклеотидів в цій ДНК. Визначте довжину цього фрагмента .

Задача 8. Ділянка гена має таку послідовність нуклеотидів: ТТТ - ТАЦ - АЦА - ТГТ - ЦАГ. Визначте послідовність нуклеотидів і-РНК і послідовність амінокислот у білковій молекулі, яка синтезується під контролем цього гена .

Задача 9. Яку довжину має ген, який кодує інсулін, якщо відомо, що молекула інсуліну має 51 амінокислоту, а відстань між нуклеотидами в ДНК складає 0,34 нм?

Задача 10. Дослідження показали, що в і-РНК міститься 34% гуаніну, 18% урацилу, 28% цитозину, 20% аденіну. Визначте відсотковий склад азотистих основ на ділянці ДНК, яка є матрицею для даної і-РНК.

Задачі для самостійного розв'язання.

Задача 1.

На фрагменті одного ланцюга ДНК нуклеотиди розташовані в послідовності:

А – А – Г – Т – Ц – Т – А – Ц – Г – Т – А – Т

а) Намалюйте схему структури дволанцюгової молекули ДНК.

б) Яка довжина цього фрагменту ДНК?

в) Скільки (у відсотках) міститься нуклеотидів (окремо) в цій ДНК?

Задача 2.

В одному ланцюзі ДНК кількість аденіну становить 16 %, кількість тиміну – 34 %, кількість гуаніну – 24 %, кількість цитозину – 26 %. Користуючись правилом Чаргаффа, визначте відсотковий вміст нуклеотидів у дволанцюговій молекулі ДНК.

Задача 3.

Молекулярна маса білка 224000. Скільки амінокислотних ланок він містить?

Задача 4.

Визначте довжину фрагмента білка, якщо його молекулярна маса становить 35500.

Задача 5.

У молекулі ДНК аденілових нуклеотидів 15% від загальної кількості. Визначте процентний вміст інших нуклеотидів.

Задача 6.

У молекулі ДНК з молекулярною масою 69000 аденілових нуклеотидів за масою 8625. Визначте число нуклеотидів кожного виду.

Задача 7.

Поліпептид складається з 10 амінокислот, розташованих в наступній послідовності: Глн–Про–Ала–Сер–Мет–Три–Асп–Глі–Асн–Гіс. Визначте структуру і-РНК, що кодує даний поліпептид.

Задача 8.

Молекулярна маса білкової молекули становить 50000, а молекулярна маса однієї амінокислоти – 100 а.о.м. Визначте масу відповідного гена, що кодує цю білкову молекулу, якщо маса одного нуклеотиду складає 345 а.о.м.

Задача 9.

Гормон росту людини (соматотропін) – білок, що містить 191 амінокислоту. Скільки кодуючі нуклеотидів і триплетів входить до складу гена соматотропіну?

Задача 10.

Гемоглобін містить 0,34% Феруму (Fe). Обчисліть мінімальну відносну молекулярну масу гемоглобіну.

Задача 11.

У фрагменті ДНК знайдено 1120 аденінових нуклеотидів, що становить 28% загальної кількості нуклеотидів. 1. Скільки в даному фрагменті міститься гуанінових, цитозінових, тимінових нуклеотидів? 2. Визначте довжину і відносну молекулярну масу цього фрагмента ДНК.

Задача 12.

Унаслідок дії шкідливого чинника зазнав змін один з ланцюгів молекули ДНК. Виявіть ділянку, яка зазнала змін, якщо неушкоджений ланцюг молекули ДНК має вигляд: ААТ АГЦ ТТА ЦЦТ АГЦ, а молекула іРНК, якби вона була синтезована на ланцюзі ДНК, що зазнав змін, мала б такий вигляд: УУА ГГЦ УАЦ ГГА УЦГ. Встановіть вигляд молекули ДНК після репарації.

Задача 13.

Визначте молекулярну масу та довжину гена, якщо у ньому закодований поліпептид, молекулярна маса якого дорівнює 28000 а.о.м. Що має більшу масу – білок чи ген, що його кодує?

Задача 14.

У молекулі ДНК тимідилові нуклеотиди складають 20% від загальної кількості. Визначити відсотковий вміст інших видів нуклеотидів.

Задача 15.

Дослідження показали, що 24 % загальної кількості нуклеотидів даної молекули іРНК припадає на гуанін (Г), 38 % – на урацил (У), 22% – на цитозин (Ц) та 16 % – на аденін (А). Визначте відсотковий вміст нітратних основ молекули ДНК, на якій була синтезована дана молекула іРНК.

Лабораторна робота №1

Тема: Мікрохімічні реакції на білки, жири і вуглеводи

Мета роботи: Вивчити хімічний склад клітин рослин за допомогою якісних реакцій.

Матеріали: рослинні об'єкти (корені моркви, цибулини, лист капусти, виноград, зернівки злаків, бульби картоплі, замочене насіння бобових, соняшника, льону).

Прилади: мікроскопи, скальпелі, препарувальні голки, предметні скельця, покривні скельця, скляні палички, склянки з водою, пінцети, фільтрувальний папір, рідина Фелінга, розчин йоду в калії йодистому за Грамом (в 100 г води розчинити 3 г калія йодистого, а потім 0,2 г йоду), 7%-й розчин мідного купоросу, концентрована HNO_3 , 50%-й розчин NaOH або KOH , 0,5-1%-й водний розчин нінгідрину, 5%-й розчин трихлороцтової кислоти, розчин судана III, гліцерин.

Теоретичні відомості. Основною речовиною цитоплазми є білки: прості (протеїни) і складні (протеїди). Білки — це складні високомолекулярні органічні речовини. Елементарний склад білків не постійний. Вони в основному складаються з вуглецю, водню, кисню, азоту та сірки. Макромолекули білків дуже складні. Білки становлять біля 70% сухої ваги цитоплазми. Висока пластичність білків, здатність їх до швидких перебудов обумовлюють значну роль, яку вони відіграють в житті живої клітини. Білки здатні з'єднуватись з іншими компонентами цитоплазми небілкової природи, утворюючи постійні сполуки протеїди: ліпопротеїди (сполуки ліпоїдів з білками), глюकोпротеїди (сполуки вуглеводів з білками), нуклеопропротеїди (сполуки нуклеїнових кислот з білками), фосфопропротеїди (сполуки фосфорної кислоти з білками). До складних білкових компонентів належать також ферменти — біологічні каталізатори, які найчастіше складаються з двох компонентів — білкової частини та небілкової, приєднаної до неї (йон металу, який має змінну валентність Cu , Mg , Fe).

Жири (ліпоїди) утворюють велику групу різноманітних сполук. До складу жирів входять вуглець, водень, кисень. Ліпоїди нерозчинні у воді але розчиняються в органічних розчинниках (бензині, ефірі і т.д.). до ліпоїдів належать прості жири або масла, воски, фосфоліпоїди, глюколіпоїди. До цієї ж групи належать каротиноїди і хлорофіл — розчинні в жирах пігменти.

Вуглеводи в живій клітині відіграють роль запасних поживних речовин, використовуються як енергетичний матеріал. Вони складаються з вуглецю, водню і кисню. Поділяються на: моно-, ди- та полісахариди. Моносахариди, або прості цукри мають загальну формулу $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_n$. До цієї групи належать представники: глюкоза та фруктоза. Дисахариди мають складнішу формулу

$(C_{12}H_{22}O_{11})_n$. Найбільш поширеним представником є буряковий цукор. Полісахариди мають формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$. До цієї групи належить крохмаль, інουλін, геміцелюлоза. Крохмаль — це один з найбільш поширених запасних речовин. Розрізняють первинний крохмаль, який синтезується в хлоропластах та вторинний, який синтезується в лейкопластах — амілопластах.

Хід роботи

1. Виготовити препарати з поперечних зрізів з рослинних об'єктів. Для цього рослинні об'єкти затиснути між двома половинками серцевини бузини чи моркви. Шматочки серцевини бузини чи моркви нарізати товщиною 1-2 см. Потрібно стежити, щоб об'єкт не був косо розташований між частинами бузини. Зрізати потрібно лезом перпендикулярно до затиснутого об'єкта. Після цього зрізи обережно зняти з леза голкою у чашку Петрі з дистильованою водою.
2. Зробити не дуже тонкі зрізи моркви чи інших рослин та відмити їх у воді. Препарати викласти у краплину рідини Фелінга на предметне скло та нагріти. При наявності в досліджуваному об'єкті глюкози і фруктози в краплині рідини утвориться цегляно-червоний осад міді.
3. Зробити поперечний розріз жилок листка капусти. На предметне скельце нанести розчин йоду в калії йодистому за Грамом, відтягнути йод смужкою фільтрувального паперу та додати 33%-й розчин сірчаної кислоти. Під дією кислоти клітковина переходить у амілоїди забарвлюється в синій колір.
4. Зробити зрізи зародків пшениці та бобових культур. Препарати помістити на 5 хвилин у 7%-й розчин мідного купоросу в часовому скельці. Об'єкти промити у воді і перенести у краплину 50%-го розчину NaOH або KOH на 10-60 хвилин до виявлення забарвлення. В лужному середовищі білки і поліпептиди дають забарвленні з'єднання з іонами міді (рожеве, фіолетове забарвлення). Частину зрізів помістити на предметне скло в краплину концентрованої HNO_3 і підігріти при цьому білки набувають жовтого забарвлення.
5. Зробити поперечні зрізи жилок листка капусти. Частину зрізів на 10-15 хвилин помістити в 5%-й розчин три хлороцтової кислоти на часовому скельці та промити водою. На предметне скельце помістити всі виготовленні препарати в краплину розчину нінгідрину та підігріти до появи синього забарвлення. При цьому азот амінокислот приєднується до нінгідрину, внаслідок чого виникає забарвлення. Збереження забарвлення після обробки кислотою свідчить про виявлення аміногруп білка, а без обробки – аміногруп, як білків, так і вільних амінокислот.

6. Зріз насінин олійних культур помістити в розчин судана III. Про наявність жирів свідчить поява через декілька хвилин яскраво-оранжевого забарвлення.
7. Замалювати клітини розглянутих об'єктів. Зробити висновки.

Лабораторна робота №2

Тема: Будова прокариотичної та еукариотичної клітини.

Особливості будови клітин рослин та тварин

Мета роботи: Ознайомитися з будовою клітин про- (на прикладі епідермісу цибулі) та еукариот (синьо-зеленої водорості ностока звичайного *Nostoc commune* Vauch.). Вивчити будову рослинної та тваринної клітин.

Матеріали: лусочки цибулі, фіксований або живий матеріал синьо-зеленої водорості *Nostoc commune* Vauch (носток звичайний), готові мікропрепарати.

Прилади: мікроскопи, скальпелі, препарувальні голки, пінцети, предметні скельця, покривні скельця, скляні палички, фільтрувальний папір, розчин йоду в йодистому калії анілінова або метиленова зелень, кармін, нейтральна червона та інші

Теоретичні відомості. Клітина (від лат. *cellula* — комірка) — структурно-функціональна одиниця всіх живих організмів, для якої характерний власний метаболізм та здатність до відтворення. Від середовища, яке її оточує, клітина відмежована плазматичною мембраною (плазмалемою). Розрізняють два типи клітин: прокариотичні, що не мають сформованого ядра, характерні для бактерій та архей, та еукариотичні, в яких є наявне ядро (гриби, тварини). До неклітинних форм життя належать лише віруси, але вони не мають власного метаболізму і не можуть розмножуватись поза межами клітин-живителів.

Будова еукариотів

Еукариоти – організми, клітини яких мають ядро, принаймні на певних етапах їхнього клітинного циклу. Цитоплазма еукариотичних клітин поділена мембранами на окремі функціональні ділянки; вона містить різноманітні органели (пластиди, мітохондрії). Процес поділу еукариотичних клітин досить складний. Він супроводжується, зазвичай, утворенням особливого веретена поділу, що забезпечує розподіл спадкового матеріалу між дочірніми клітинами. До надцарства Еукариоти належать царства Рослини, Тварини, Гриби.

Будова прокариотів

Прокариоти – надцарство організмів, до складу якого входять царства Бактерій та Ціанобактерій. Клітини прокариотів характеризуються простою будовою: вони не мають ядра і багатьох органел (мітохондрій, пластид та ін.). Ще однією характерною рисою клітин цих організмів є відсутність системи внутрішньоклітинних мембран. До складу поверхневого апарату клітин прокариотів входять плазматична мембрана, клітинна стінка, іноді слизова капсула. Замість ядра, в клітинах прокариотів є одна чи кілька ядерних зон зі спадковим матеріалом. Але на відміну від ядра еукариотів, ядерні зони прокариотів мембранами від цитоплазми не відокремлені. Спадковий матеріал

прокаріотів представлений кільцевою молекулою ДНК, прикріпленою в певному місці до внутрішньої поверхні плазматичної мембрани.

Порівняння еукаріотичної та прокаріотичної клітин

Клітини бактерій, архей та еукаріот відрізняються між собою за рядом ознак. Найбільш суттєвими із таких відмінностей є брак ядра, оточеного мембраною, у прокаріот, також, за деякими винятками, їхня цитоплазма не компартменталізована внутрішніми мембранами. Еукаріотичні клітини, на відміну від прокаріотичних, здатні до екзо- та ендоцитозу, мають актиновий і тубуліновий цитоскелет. Про існування цитоскелету в доядерних стало відомо тільки на початку 1990-их, проте він побудований із інших білків. Бактерії, археї і еукаріоти також відрізняються способами організації спадкової інформації, її реалізації та передачі дочірнім клітинам.

Хід роботи

1. Приготувати препарат з водорості ностока звичайного *Nostoc commune* Vauch. Для цього на предметне скельце покласти невеликий шматочок водорості та накрити покривним скельцем.
2. Розглянути препарат під мікроскопом. Спочатку на великому збільшенні, а потім на малому (виявити різні типи клітин: гетероцисти та вегетативні клітини).
3. Вивчити будову клітини ностока, в якій розрізняють оболонку, зернисту хроматоплазму та центроплазму.
4. З луски цибулини зробити препарат з верхнього епідермісу та розглянути препарат під мікроскопом. Виявити в дрібнозернистій цитоплазмі клітин крупні вакуолі, ядро та ядерця.
5. Для того, щоб краще роздивитися ядро під мікроскопом потрібно з однієї сторони покривного скельця нанести краплю одного з барвників, а з іншого покласти смужку фільтрувального паперу. При цьому концентрація барвника у розчині має бути слабка, щоб уникнути процесу забарвлення стінки клітин і цитоплазми.
6. Розглянути під мікроскопом ядро з хроматиновими нитками, що скручені у клубок.
7. Під мікроскопом розглянути ще один препарат з епідермісу цибулі. Для цього помістити його у розчин йоду в калії йодистому та прослідкувати під мікроскопом за зміною забарвлення цитоплазми клітини (жовтий колір) та ядра (жовто-бурий).
8. Розгляньте під мікроскопом готовий мікропрепарат “Будова тваринної клітини”. Замалюйте і підпишіть основні частини тваринної клітини. Зробіть висновок про особливості будови тваринних клітин.
9. Приготуй тимчасовий препарат шкірочки цибулини ріпчастої цибулі. Розгляньте приготовлений мікропрепарат. Замалюйте і підпишіть основні

частини рослинної клітини. Зробіть висновок про особливості будови рослинних клітин.

10.Замалювати про- та еукаріотичну клітину. Зробити висновок про їх відмінності та заповнити таблицю.

Таблиця. Відмінності у будові прокаріотичних та еукаріотичних клітин

Ознаки	Прокаріоти	Еукаріоти	
		Рослини	Тварини
Розміри клітин			
Генетичний матеріал			
Де відбувається синтез білка			
Клітинні стінки			
Джгутики			
Органели			
Ендоплазматична сітка			
Клітинний центр			
Мітохондрії			
Комплекс Гольджі			
Лізосоми			
Пластиди			
Вакуолі			
Поділ клітин			
Дихання			
Фотосинтез			
Фіксація азоту			

Лабораторна робота № 3

Тема: Спостереження явищ плазмолізу та деплазмолізу в клітинах рослин

Мета: спостерігати рух цитоплазми в клітинах рослин, дослідити явища плазмолізу і деплазмолізу

Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення: світлові мікроскопи, предметні і накривні скельця, пінцети, препарувальні голки, фільтрувальний папір, дистильована вода, 9%-й водний розчин хлориду натрію, м'ясиста луска цибулі або листок елодеї.

Теоретичні відомості. Через клітинні стінки рослин відбувається транспорт води і певних сполук. Проникність оболонок рослинних клітин можна проілюструвати на прикладі явищ плазмолізу та деплазмолізу. Якщо клітина опиняється у розчині, концентрація солей якого вища за концентрацію солей у цитоплазмі, то вода виходить з клітини. Це спричинює явище плазмолізу – відокремлення пристінкового шару цитоплазми від щільної оболонки. Рослинна клітина, за умови, що цей процес відбувається повільно, тривалий час може залишатися живою. Якщо клітина опиниться у розчині, концентрація солей якого буде нижчою за концентрацію солей у цитоплазмі, спостерігатиметься зворотний процес – явище деплазмолізу, за якого вода буде надходити у клітину і внутрішньоклітинний тиск зростатиме.

Хід роботи:

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. Виготовте тимчасовий мікропрепарат живих клітин шкіри соковитої луски цибулини або листка елодеї, помістіть їх у краплину води на предметне скло і накривте накривним скельцем.
3. Розгляньте препарат при малому збільшенні мікроскопа, виберіть ділянку із живими клітинами. При великому збільшенні мікроскопа простежте за рухом цитоплазми і хлоропластів (за необхідності підігрійте препарат до $+38...40\text{C}^0$, вводячи під накривне скло теплу воду).
4. Замініть воду під накривним скельцем розчином хлориду натрію: з одного боку скельця введіть розчин хлориду натрію, а з іншого (для видалення води з-під накривного скельця) прикладіть фільтрувальний папір. Простежте за явищем плазмолізу – відшаруванням цитоплазми від клітинної стінки.
5. Після завершення процесу плазмолізу замініть розчин хлориду натрію під накривним скельцем на дистильовану воду. Для цього з одного боку накривного скельця введіть дистильовану воду, а за іншого, щоб видалити розчин хлориду натрію, прикладіть фільтрований папір. Простежте за явищем деплазмолізу – відновленням об'єму цитоплазми.

Лабораторна робота № 4

Тема: Вивчення проникності мембран

Мета роботи: Визначити інтенсивність виходу позапластидних пігментів (клітинний сік і вакуолі) крізь мембрани клітин буряка під впливом різних температур.

Матеріали: коренеплід буряка червоного *Beta vulgaris*.

Прилади: свердла для висічок діаметром 5 мм, склянки з водою, фарфорові стакани на 20 мл, фотоелектроколориметр (ФЕК), термометри, пробірки, фільтрувальний папір, пінцети.

Теоретичні відомості: Мембрани ультратонкої структури, що розташовані на поверхні клітини та субклітинних частинах. Будову біологічних мембран описує рідинно-мозаїчна. Згідно з нею мембрани складаються із «двовимірної рідини» — подвійного шару (бішару) ліпідів, в якій «плавають» молекули білків, утворюючи мінливу мозаїку. Ліпіди в мембранах представлені фосfolіпідами, гліколіпідами та стеролами. Клітинні мембрани відіграють важливу роль: плазматична мембрана (плазмалема) відмежовує внутрішній вміст клітини від навколишнього середовища, вона також забезпечує рецепторну функцію — тобто, сприйняття хімічних та деяких фізичних подразнень; через плазматичну мембрану до клітини надходять необхідні речовини і видаляються продукти метаболізму; внутрішні мембрани клітини поділяють її на окремі відсіки — компартменти, кожен із яких призначено для певних метаболічних шляхів: наприклад фотосинтезу, або гідролізу біополімерів. Окрім того деякі хімічні реакції можуть відбуватися тільки на самих мембранах, наприклад реакції світлової фази фотосинтезу.

До основних функцій мембран належать:

Обмеження вмісту клітини та вибіркова проникність: через них можуть проходити неполярні речовини (наприклад кисень, вуглекислий газ, стероїдні гормони), але не великі полярні та заряджені молекули (амінокислот, моносахаридів, неорганічних іонів). Маленькі полярні молекули, такі як вода, здатні перетинати ліпідний бішар, але цей процес ускладнено. Завдяки таким властивостям мембрана утримує всередині клітини всі біополімери та заряджені молекули, а також запобігає потраплянню таких молекул іззовні.

Транспорт. Мембрани регулюють процес транспорту потрібних речовин до клітини та виведення із неї відходів. Якщо речовини переносяться через мембрану за градієнтом концентрації (тобто від ділянки з більшою концентрацією до ділянки із меншою концентрацією), для цього не витрачається енергія, і такий транспорт називається пасивним. Активний транспорт є енерговитратним процесом, енергія для його здійснення може надходити від гідролізу АТФ (первинний активний транспорт, наприклад

робота натрій-калієвого насосу) або від спряженого транспорту речовин за градієнтом концентрації (вторинний активний транспорт, наприклад процес всмоктування глюкози клітинами тонкого кишківника). Великі часточки або краплини рідини можуть переноситись у клітину або викидатись із неї назовні шляхом ендо- або екзоцитозу відповідно за допомогою мембранних везикул (пухирців), цей процес також потребує енергетичних затрат.

Рецепція. На поверхні плазматичної мембрани розташована велика кількість клітинних рецепторів (найчастіше глікопротеїнів), що сприймають різні хімічні та фізичні сигнали та передають їх всередину клітини. Завдяки рецепторній функції мембран клітини організму можуть спілкуватись між собою за допомогою гормонів, нейромедіаторів, цитокінів, а також розпізнавати поверхневі білки одна одної.

Метаболічна функція. Багато мембранних білків є ферментами, інколи вони можуть бути організовані у мультиферментні комплекси для здійснення послідовних метаболічних реакцій, при цьому мембрана виступає каркасом для їх просторової організації. Реакції світлової фази фотосинтезу та електронтранспортного ланцюга мітохондрій можуть відбуватись тільки на відповідних мембранах.

Хід роботи:

1. Коренеплід буряка розрізати та за допомогою свердла зробити 6 однакових циліндрів завдовжки 2 см і діаметром 0,5 см. Зразки ретельно промити під водою 5 хвилин, для того, щоб вимити беталаніни із пошкоджених клітин на поверхні брусочків.
2. У кожну з пробірок налити по 5 мл води та приготувати 6 фарфорових стаканів з водою нагрітою до 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C (20°C — контроль). Поставити пробірки у стакани на 15-20 хвилин. При цьому пробірки періодично збовтувати.
3. Після прогріву зразки вийняти з пробірок. Забарвлену воду з пробірок злити в кювети фотоелектроколориметра і виміряти густину забарвлення розчинів пігментами групи беттанідіна на приладі при зеленому світлофільтрі.
4. Отримані дані представити у вигляді графіка залежності інтенсивності забарвлення розчину в пробірках від температури. Зробити висновки.

Лабораторна робота № 5

Тема: Будова хромосом. Порівняння мітозу і мейозу.

Мета: вивчити зовнішню будову хромосом, навчитися знаходити гомологічні хромосоми, розрізняти структурні компоненти хромосом, навчитися розпізнавати різні фази мітозу та мейозу.

Обладнання та матеріали: мікроскоп, модель будови хромосом, мікропрепарати хромосом дрозофіли, мікрофотографії хромосом, постійні препарати на різних стадіях мітотичного циклу, мікрофотографії різних стадій мітозу та мейозу.

Теоретичні відомості. Хромосоми – це щільні тільця, які мають форму паличок або ниток, діаметром 0,2-2 мкм і довжиною у людини 1,5-10 мкм, які добре забарвлюються основними барвниками і видимі в ядрі клітини під час мітотичного поділу. Хромосоми не зникають після завершення мітозу, а існують в ядрі і під час інтерфази, але завдяки деконденсації набувають іншого вигляду і невидимі як окремі тільця. В основі як інтерфазних, так і мітотичних хромосом лежать молекули дезоксирибонуклеопротейнів – ДНП. Кожна хромосома складається з однієї гігантської молекули ДНП, запакованої у відносно коротке тільце – власне мітотичну хромосому.

Мітоз (від грецьк. *mitos* – нитка) – основний спосіб поділу еукаріотичних клітин. У результаті кожна з дочірніх клітин отримує такий набір хромосом, який був у материнській клітині. Фази мітозу такі: профаза, метафаза, анафаза, телофаза.

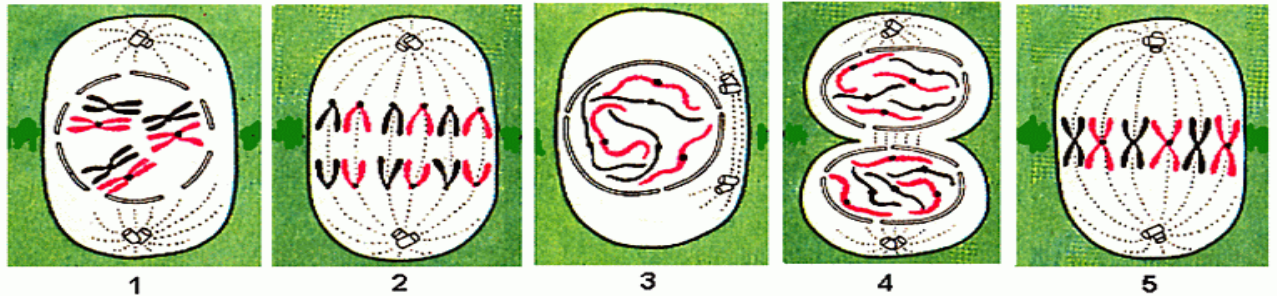
Мейоз (від грецьк. *meiosis* — зменшення) — форма поділу ядра, що супроводжується зменшенням кількості хромосом від диплоїдного ($2n$) до гаплоїдного (n), тому мейоз називається ще редукційним поділом.

Мейоз відбувається при утворенні спермій і яйцеклітин (гаметогенез) у тварин і при утворенні спор у рослин та деяких мікроорганізмів. Подібно до мітозу, мейоз — безупинний процес, але його теж можна заради зручності поділити на профазу, метафазу, анафазу і телофазу. Ці стадії відбуваються у процесі першого поділу мейозу і ще раз повторюються у другому.

Хід роботи:

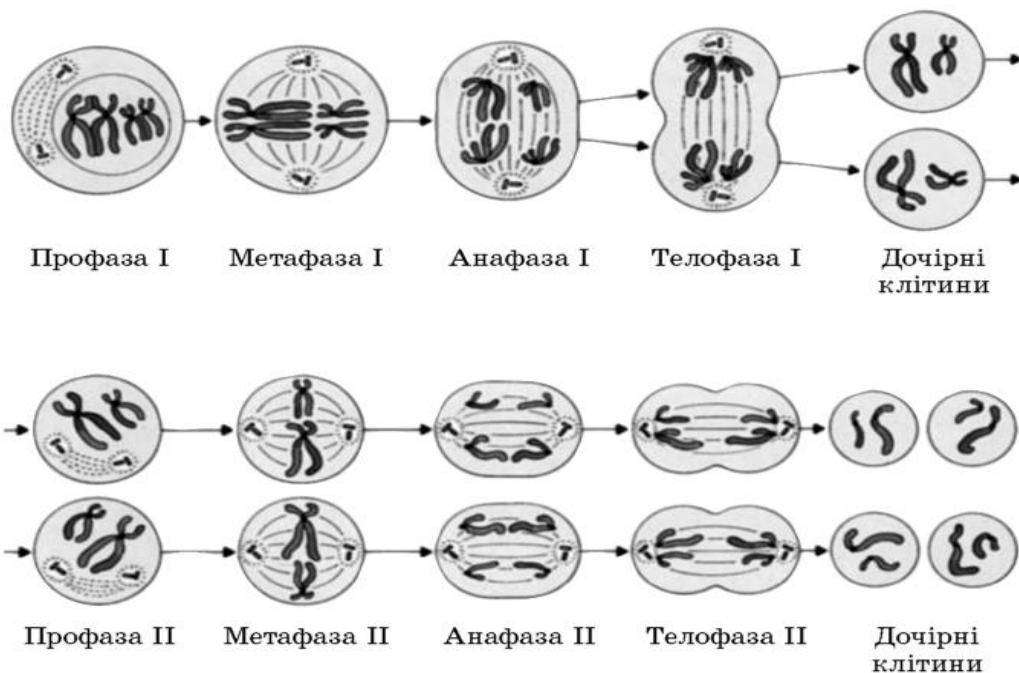
1. Підготувати мікроскоп до роботи.
2. Розглянути модель будови хромосоми. Знайти основні її частини.
3. Розглянути мікропрепарат набору хромосом дрозофіли. Визначити кількість, форму і розміри хромосом.
4. Розглянути мікрофотографії хромосомних наборів різних організмів, звертаючи увагу на кількість, форму і розміри хромосом у різних видів.
5. Замалювати схему будови хромосоми. Зробити позначення.

6. При малому збільшенні знайти на препараті клітини, що діляться. Розглянути їх.
7. При великому збільшенні мікроскопа знайти клітини, які перебувають у стадії профазі, метафази, анафази і телофази. Замалювати їх. Написати, що відбувається в кожній з цих фаз.



1 - профазі 2 - метафазі 3 - анафазі 4 – телофазі

8. Замалювати стадії мейозу з мікрофотографій. Написати, що відбувається в кожній фазі.



9. Зробити висновок про біологічне значення мітозу та мейозу, заповнити таблицю.

Порівняльна характеристика мітозу та мейозу



ОЗНАКИ	МІТОЗ (непрямий поділ)	МЕЙОЗ (редукційний поділ)
1	Подібність: Фази ділення	
2	Відмінності: Кількість поділів ядра	
3	Кількість фаз	
4	Кількість дочірніх клітин	
5	Кількість хромосом у дочірніх клітинах	
6	Кон'югація хромосом	
7	Для яких способів розмноження характерні	
8	Біологічне значення	

Лабораторна робота № 6

Тема: Будова і функції тканин людини.

Мета: узагальнити знання про будову, різноманітність та функції тканин людини.

Обладнання та матеріали: мікроскоп, постійні препарати епітеліальної, сполучної, нервової і м'язової тканин; мікрофотографії цих тканин.

Теоретичні відомості. Тканина — це сукупність міжклітинної речовини та клітин, які подібні за будовою, походженням і виконують одні й ті самі функції. В організмі людини виділяють чотири типи тканин: епітеліальну, сполучну, м'язову та нервову.

Епітеліальні тканини складаються з клітин, які щільно прилягають одна до одної та утворюють один або декілька шарів. Міжклітинної речовини в цих клітинах немає. Ці тканини вистилають порожнини тіла та внутрішніх органів, входять до складу залоз. Епітеліальна тканина виконує захисну функцію. Захищає тканини, розташовані глибше, і регулює обмін речовин з навколишнім середовищем. Залежно від форми клітин та їхньої будови розрізняють плоский, кубічний, циліндричний та війчастий епітелій.

Сполучна тканина виконує різноманітні функції: опорну, захисну, живильну (трофічну), транспортну, запасуючу. Виділяють такі типи сполучної тканини: власне сполучна тканина, сполучна тканина зі спеціальними функціями, тверда сполучна тканина, рідка сполучна тканина.

Власне сполучна тканина складається з клітин і міжклітинної речовини. Сполучна тканина зі спеціальними функціями представлена жировою тканиною і пігментними клітинами. Жирова тканина складається з клітин і утворює жирові депо організму — підшкірну жирову клітковину, сальники. Тверда сполучна тканина представлена кістковою і хрящовою тканинами, а рідка — кров'ю та лімфою. Сполучні тканини формують основу органів, забезпечують їхнє живлення. Вони беруть участь і в загоюванні ран: заповнюють пошкоджені місця інших тканин, унаслідок чого виникає сполучнотканинний рубець.

М'язова тканина виконує рухову функцію. Розрізняють посмуговану (скелетну та серцеву) і непосмуговану м'язову тканину.

Непосмугована (гладенька) м'язова тканина складається з дрібних видовжених клітин. Вона утворює стінки кровоносних і лімфатичних судин, внутрішніх органів. Посмугована м'язова тканина утворює поперечносмугасту скелетну мускулатуру. Структурною одиницею скелетної посмугової м'язової тканини є м'язове волокно. Скелетна посмугована м'язова тканина утворює скелетні м'язи, входить до складу язика, глотки, верхнього відділу стравоходу. Серцева м'язова тканина являє собою основу серцевого м'яза.

Нервова тканина складається з нервових клітин — нейронів. Нейрон складається з тіла клітини та відростків двох типів — аксонів і дендритів. Аксон (він завжди один) у довжину може досягати 1 м, не галузиться, проводить нервовий імпульс від тіла клітини до кінцевого відділу. Дендрити — короткі (хоча в чутливих нейронів спинного мозку можуть бути й довгими), відносно товсті й значно розгалужені відростки (у клітини їх зазвичай декілька), проводять імпульси до тіла клітини. Нервові клітини з'єднуються одна з одною за допомогою синапсів. Клітини іншого типу — нейроглія — оточують нейрони й виконують опорну, живильну (трофічну) та захисну функції. Нервова тканина має дві дуже важливі властивості: збудливість і провідність.

Хід роботи

1. Розглянути під мікроскопом мікропрепарати різних видів епітеліальних тканин. Звернути увагу на співвідношення клітин і міжклітинної речовини, на форму і розташування клітин.
2. Розглянути під мікроскопом мікропрепарати різних видів сполучної тканини. Звернути увагу на співвідношення клітин і міжклітинної речовини. Чим міжклітинна речовина представлена?
3. Розглянути під мікроскопом мікропрепарати різних видів м'язової тканини. Звернути увагу на форму, довжину клітин.
4. Розглянути під мікроскопом мікропрепарат «нервова тканина». Знайти тіло нейрона, аксони, дендрити. Звернути увагу на форму клітини.
5. Замалювати різні види тканин та зробити позначення.
6. Подумати, як пов'язана будова клітин з виконуваними ними функціями? Зробити висновок та заповнити таблицю.

Тип тканини	Особливості будови	Функції

Лабораторна робота №7

Тема: Мікроскопічна будова крові.

Характеристика формених елементів крові.

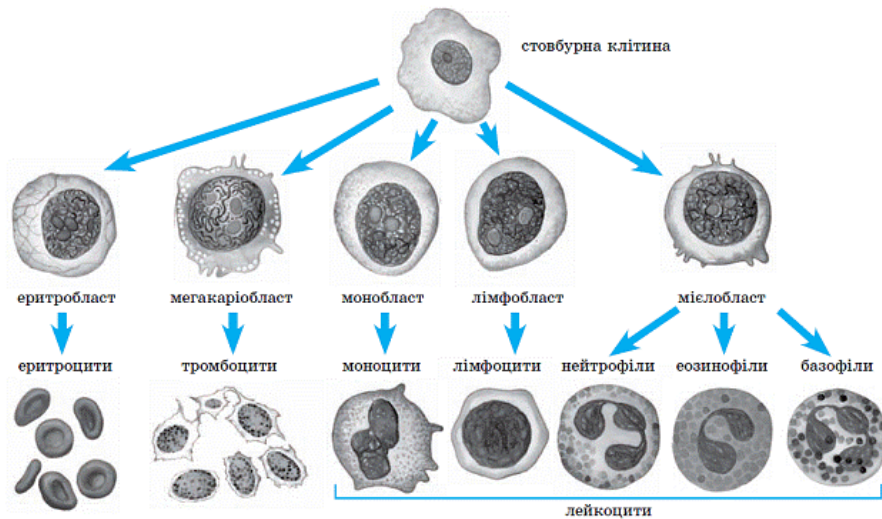
Мета: Розглянути склад крові людини та ознайомитись із будовою формених елементів крові людини, провести порівняння будови еритроцитів жаби і людини.

Обладнання і матеріали: Мікроскоп, мікропрепарати крові людини й жаби, таблиці.

Теоретичні відомості: У людини кров становить 6–8 % маси тіла. В середньому це 4,5–5,5 л. Вона складається з плазми і формених елементів. **Гематокрит** (співвідношення формених елементів і плазми): 40–45 % формених елементів і 55–60 % плазми. До формених елементів належать еритроцити, лейкоцити й тромбоцити.

Функції крові (забезпечуються тільки у складі кровоносної системи): транспортна (дихальна, живлення, виділення, регуляція тощо) й захисна (фагоцитоз та утворення антитіл, згортання). Кров перебуває в тісному контакті з тканинною рідиною і лімфою, забезпечуючи гомеостаз тканин.

Ф орм ений елем ент крові	О знака	
	Характеристика	Ф ункці
Еритроцит	Форма — двовігнуті диски. Не мають ядра. Містять специфічний білковий пігмент — гемоглобін, що має спорідненість до кисню. Комплекс гемоглобіну і кисню — оксигемоглобін — нестійкий, за умов низького парціального тиску швидко віддає кисень. У венозній крові гемоглобін приєднує вуглекислий газ. Мембрани еритроцитів містять аглютиногени А і В, що є чинниками належності до однієї з чотирьох груп крові (система АВ0) Утворюються в червоному кістковому мозку. Руйнуються в селезінці. Тривалість життя 80—120 днів	Забезпечують тканинне дихання
Тромбоцит	Форма округла або овальна. Ядро відсутнє. Утворюються в червоному кістковому мозку. Циркулюють у крові 5—11 діб, потім руйнуються в селезінці	Беруть участь у зсіданні крові
Лейкоцит	Чітко визначеної форми не мають. Це білі кров'яні тільця з ядром. Здатні до амебоїдного руху. Утворюються в червоному кістковому мозку, селезінці, лімфатичних вузлах. Руйнуються в селезінці, осередках запалення Лімфоцити — один із різновидів лейкоцитів, здатні утворювати антитіла	Захищають організм від мікробів, чужорідних білків і сторонніх тіл. Забезпечують імунітет



Хід роботи:

1. Підготувати мікроскоп до роботи.
2. При малому збільшенні мікроскопа розглянути мікропрепарат крові людини. Звернути увагу на кількість і форму різних клітин крові.
3. Перевести мікроскоп на велике збільшення. Розглянути забарвлений мазок крові людини і порівняти структуру еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів. Як видно, лейкоцитів у мазку значно менше, аніж еритроцитів, вони більші від еритроцитів, мають ядра.
4. Розглянути під мікроскоп мікропрепарат крові жаби. Порівняти форму, розміри і наявність ядер в еритроцитах людини і жаби.
5. Заповнити таблицю.

Порівняльна характеристика формених елементів крові.

№	Відмінні ознаки	Еритроцити	Лейкоцити	Тромбоцити
1	Форма			
2	Колір			
3	Діаметр			
4	Кількість у 1 мм ³ крові			
5	Наявність ядра			
6	Місце утворення			
7	Тривалість життя			
8	Місце руйнування			
9	Рух			
10	Головні функції			

Практична робота № 2

Тема: Розв'язування типових задач з генетики.

Мета: закріпити вміння розв'язувати типові задачі з генетики.

Основні поняття і терміни: генотип, моногібридне і дигібридне схрещування, рецесивна і домінантна ознаки, гомозиготні і гетерозиготні особини.

Під час розв'язання таких задач необхідно пам'ятати, що:

1. Якщо при схрещуванні двох фенотипно однакових особин у їхніх нащадків спостерігається розщеплення ознак, то ці особини є гетерозиготними.
2. Якщо внаслідок схрещування особин, які відрізняються фенотипно за однією парою ознак, з'являється потомство, у якого спостерігається розщеплення за тією самою парою ознак, то одна з батьківських особин була гетерозиготною, а друга – гомозиготною за рецесивною ознакою.
3. Якщо при схрещуванні фенотипно однакових (за однією парою ознак) особин у першому поколінні гібридів відбувається розщеплення ознак на три фенотипні групи у співвідношенні 1:2:1, то це свідчить про неповне домінування ознаки і про те, що батьківські особини є гетерозиготними.
4. Якщо при схрещуванні двох фенотипно однакових особин в потомстві відбувається розщеплення ознак у співвідношенні 9:3:3:1, то вихідні особини були дигетерозиготними.

Хід роботи:

1. Якого кольору будуть троянди, які отримані при схрещуванні двох гетерозиготних рослин із рожевим кольором?
2. У дрозофіл нормальна довжина крил є домінантною ознакою, зачаткові крила - рецесивною. Яку довжину крил матиме потомство в першому і другому поколінні від схрещування гомозиготних мушок з нормальною довжиною крил і мушок із зачатковими крилами?
3. У кроликів ген чорного кольору шерсті домінує над геном білого. Гомозиготного чорного кролика схрестили з білими кролицями. У першому гібридному поколінні всі кролики були чорними; в другому гібридному поколінні було отримано 56 кроликів. Яка ймовірність того, що серед них буде хоча б один білий кролик?
4. На птахофермі від схрещування курок з розоподібним гребенем і півнів з простим гребенем одержано 236 курчат з розоподібним гребенем і 239 курчат з простим гребенем. Визначити генотипи батьківських форм. Розоподібний гребінь відносно простого є домінантною ознакою.
5. У науковій лабораторії проведено схрещування дигетерозиготних мушок дрозофіл, які мали сіре тіло і нормальну довжину крил. Яка частина потомства успадкувала батьківські ознаки? Сірий колір тіла і нормальна

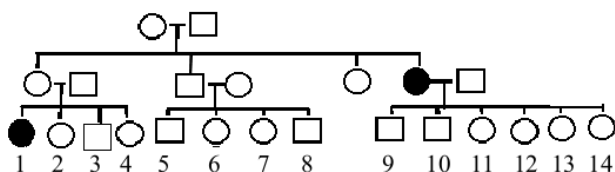
довжина крил – домінантні ознаки, а чорний колір тіла і зачаткові крила – рецесивні ознаки.

6. У томатів червоне забарвлення плодів і опушене стебло – домінантні ознаки, а жовте забарвлення плодів і неопушене стебло – рецесивні ознаки. В овочевому господарстві провели схрещування дигетерозиготних червоноплідних томатів з опушеним стеблом і жовтоплідних томатів, у яких неопушене стебло. Визначити фенотип одержаного потомства.
7. Пробанд – хлопчик, який добре володіє правою рукою. Брати і сестри його – лівші. Мати пробанда – правша, а батько – лівша. У матері пробанда два брати, один з них – правша, другий – лівша. Бабуся пробанда за материнською лінією – правша, а дід – лівша. Брат матері пробанда (дядько пробанда) – правша, одружився з жінкою-правшою. У них дві дочки-лівші. Складіть родовід сім'ї, визначте характер успадкування ознаки і генотипи всіх членів родини.
8. Чоловік II групи крові, мати якого мала I групу крові, одружився з жінкою IV групи крові. Визначте можливі групи крові їхніх дітей.

Задачі для самостійного розв'язання.

1. Які будуть кошенята в результаті схрещування рудого kota й темної кішки?
2. У пацюків відома красива мутація сріблястої шерсті. При схрещуванні з нормальними пацюками самки із сріблястою шерстю завжди приносять нормальних пацюків, а в зворотньому схрещуванні нормального самця F_1 із сріблястою самкою одержали 38 сріблястих і 40 нормальних нащадків. Вирішили перевірити, яке розщеплення буде в F_2 від схрещування нормальних пацюків між собою. Одержали 128 пацюків. Скільки з них буде мати сріблясту шерсть?
3. У людини біле пасмо волосся і карі очі є домінантними ознаками, а відсутність білого пасма і сірі очі – рецесивні ознаки. Кароокий юнак без білого пасма одружився з сіроокою дівчиною, яка мала біле пасмо і була гетерозиготною за цією ознакою. У матері юнака були сірі очі. Які за фенотипом можуть бути їхні діти?
4. Від шлюбу жінки з резус-негативною кров'ю II групи і чоловіка з резус-позитивною кров'ю III групи народилася дитина з резус-негативною кров'ю I групи. Встановити генотипи батьків.
5. У людини дальтонізм (порушення кольорового зору) кодується рецесивним геном, локалізованим у X-хромосомі. Чоловік з нормальним кольоровим зором одружився з гетерозиготною за цією ознакою жінкою, яка ймовірність народження в цій сім'ї дітей дальтоніків?

6. У пологовому будинку переплутали двох хлопчиків. Батьки одного з них мали групи крові А і О, батьки іншого — А і АВ, хлопчики мають групи крові А і О. Визначте, де чий син та генотипи батьків і дітей.
7. У родині народився блакитноока темноволоса дитина, яка схожа за цими ознаками на батька. Мати дитини має карі очі та темне волосся, баба за материнською лінією – блакитні очі та темне волосся, дід - карі очі та світле волосся, а баба та дід за батьківською лінією – карі очі та темне волосся. Складіть родовід цієї родини, та визначте: а) які генотипи всіх членів родини; б) яка вірогідність народження в родині блакитноокої світловолосої дитини?
8. В сім'ї ознака руде волосся успадковується як рецесивна. Яке буде потомство, якщо наступні кузени одружаться: 1 x 5; 2 x 8; 6 x 9; 3 x 11; 1 x 12?



Задачі на визначення груп крові людини

ABO – система груп крові, що була відкрита Ландштейнером у 1900 році. У 1911 році Ван Дунгерн і Гіршфельд встановили, що групи крові спадкуються. Ці факти підтвердили, що закони Менделя дійсні стосовно спадкування ознак і в людини. Бернштейн у 1924 році встановив, що система груп крові ABO контролюється серією множинних алелей.

У людини система груп крові ABO зумовлена алелями гена I. Рецесивна алель I^0 детермінує I групу крові. Алелі I^A і I^B , що детермінують II і III групу крові, домінують над алеллю I^0 , а відносно один одного є кодомінантними; генотип $I^A I^B$ детермінує IV групу крові.

Під час розв'язування задач на визначення груп крові ABO використовують наступні позначення:

- $I^0 I^0$ – I група крові;
- $I^A I^A$ або $I^A I^0$ – II група крові;
- $I^B I^B$ або $I^B I^0$ – III група крові;
- $I^A I^B$ – IV група крові.

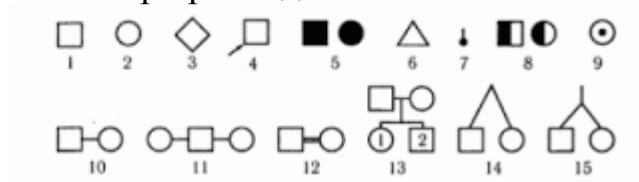
Під час розв'язування задач на визначення резус-фактора крові людини використовують наступні позначення:

- D – ген Rh + ; d – ген Rh – ;
- DD – Rh + ; Dd – Rh + ; dd – Rh – .

Задачі на складання родоводу

Генеалогічний метод вивчення спадковості - один з найстаріших і широко використовуваних методів генетики. Суть методу полягає в складанні родоводів, які дозволяють простежити особливості успадкування ознак. Метод застосовується в тому випадку, якщо відомі прямі родичі власника досліджуваної ознаки по материнській і батьківській лінії в ряді поколінь.

Особа, від якої починають складати родовід, називається **пробандом**.
Братів і сестер пробанда називають **сібси**.



Символи, що застосовуються при складанні родоводів:

1 - чоловік, 2 - жінка; 3 - стать не з'ясована; 4 - пробанд; 5 - володарі ознаки; 6 - рано помер; 7 - аборт і мертвонародження; 8 - гетерозиготні носії ознаки; 9 - носителька ознаки, зчеплені з Х-хромосоною ; 10 - шлюб; 11 - подвійний шлюб; 12 - шлюб між родичами; 13 - діти та порядок їх народження; 14 - дизиготні близнюки; 15 - монозиготні близнюки.