

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

**Кафедра біології**

**Методичні рекомендації для проведення  
лабораторних занять з курсу  
«БІОЛОГІЯ»**

*для студентів початкового рівня (короткого циклу)  
спеціальності 091 «Біологія»*



**Умань 2022**

Методичні рекомендації для проведення лабораторних занять з дисципліни «Біологія» для студентів початкового рівня (короткого циклу) спеціальності 091 Біологія. Умань: Уманський національний університет садівництва, 2021 р. 114 с.

*Укладач:* Леонтюк І.Б.– кандидат сільськогосподарських наук, доцент

*Рецензент:* Сонько С.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор.

Методичні вказівки схвалені на засіданні кафедри біології (протокол № 1 від 26.08.2021 р.)

Затверджено і рекомендовано до видання методичною комісією факультету плодовоовочівництва, екології та захисту рослин (протокол № 1 від 30. 08. 2021 р.)

**УДК 664.34:581**

@ Леонтюк І.Б., 2021

## ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна «Біологія» є фундаментальною у системі базової вищої освіти при підготовці фахівців молодшого рівня (короткого циклу) за спеціальністю 091 «Біологія». «Біологія» є обов'язковою дисципліною і має вагомe значення у структурно-логічній схемі підготовки фахівців і тісно пов'язана з іншими дисциплінами, зокрема: хімія з основами біохімії, ботаніка і систематика рослин, гербарна справа, біологічний моніторинг та іншими дисциплінами, знаннями яких студенти повинні оволодівати.

Метою вивчення є формування в студентів цілісного уявлення про загальні закономірності розвитку живої природи, про сутність життя, її форми, індивідуальний та історичний розвитку органічного світу і місце людини в ньому, про форму біотичних зв'язків в природі, про місце людини в біосфері, ознайомлення студентів з сучасною систематикою органічного світу, основними властивостями та біологічними особливостями нижчих, вищих рослин, безхребетних та хребетних тварин у контексті структурно-функціональної єдності живого, узагальнення їх знань про живу природу, що забезпечує фундаментальну біологічну підготовку та набуття практичних навичок для подальшої професійної підготовки студентів-біологів.

Даний практикум містить перелік лабораторних робіт із біології, які укладено за програмними питаннями курсу "Біологія" для студентів спеціальності 091 Біологія. В методичних рекомендаціях наведені лабораторні роботи з усіх основних розділів курсу. Розділи містять інформаційний матеріал для засвоєння теми, лабораторний практикум з акцентом на якісне та кількісне визначення біологічних молекул, питання для самоконтролю. В лабораторних роботах викладено принцип метода з наведенням реакцій взаємодіючих речовин, детально описаний хід роботи та очікувані результати.

Структура лабораторних робіт дозволяє проводити їх без додаткових вказівок, що особливо актуально в зв'язку з необхідністю підготовки студентів до самостійного рішення проблем в навчально-дослідницькій та практичній роботі. Перед тим, як приступити до виконання лабораторних

робіт, кожний студент повинен ознайомитися з правилами роботи і технікою безпеки у біологічній лабораторії.

Лабораторний практикум визначає той необхідний мінімум знань, які повинен засвоїти студент на лабораторних заняттях. Більш детальні відомості в області різних розділів біології студенти одержують в лекційних курсах.

## **ПРАВИЛА РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ**

При роботі в біологічній лабораторії необхідно неухильно виконувати правила роботи та техніку безпеки:

- старанно готуватися до кожного лабораторного заняття;
- стисло записувати в журналі усі спостереження, зроблені під час експерименту;
- усі склянки з реактивами закривати пробками і ставити на постійні, відведені для них місця. Не брати зайву кількість реактивів, а коли це випадково трапиться, не виливати надлишок у загальну склянку, щоб не забруднювати реактив у склянці;
- усі операції з леткими та шкідливими речовинами проводити лише у витяжній шафі;
- ніяких речовин в лабораторії не коштувати на смак. Нюхати речовини можна, лише направляючи на себе пару або газу легким рухом руки, а не нахилившись до посудини і не вдихаючи на повні груди;
- категорично забороняється затиювати ротом з піпетки кислоти, луги, органічні речовини і їх розчини;
- під час нагрівання рідких і твердих речовин у пробірках і колбах заборонено направляти їх отвори на себе і сусідів, не зазірати зверху у посудину, яка нагрівається відкрито, щоб запобігти можливого враження під час викиду гарячої маси;
- категорично забороняється виливати у раковину концентровані розчини кислот і лугів, а також різноманітні органічні розчинники, сильно пахучі і вогнебезпечні речовини. Усі ці відходи потрібно зливати у спеціальні бутлі;
- не входити до лабораторії у верхньому одязі, не класти на хімічні столи портфелі, валізки та інші непотрібні для хімічного дослідження речі;
- вимкнути після роботи електронагрівальні прилади, загасити пальники, перевірити, чи добре закручені водопровідні крани;
- при опіку полум'ям, кислотами, лугами і при отруєнні реактивами або газом, слід негайно звернутися до викладача або лаборанта для надання

першої допомоги. У тяжких випадках до потерпілого негайно слід викликати лікаря.

### **Робота 1. Дослідження органел клітини рослин. Якісні реакції на основні запасні речовини**

**Матеріали та обладнання:** 1) листки традесканції, м'якоть гарбуза, картопля, насіння гороху; 2) мікроскоп; 3) предметні та накривні скельця; 4) скальпель; 5) препарувальна голка; 6) мікроскоп; 7) розчин йоду.

Клітина – це найменша біологічна і структурна одиниця живого організму, якій характерні всі життєві процеси. Термін клітина належить Роберту Гуку, який у 1665 році удосконалив мікроскоп і дослідив багато рослинних об'єктів, в яких бачив лише оболонки клітин.

Рослинна клітина складається з живої речовини – протопласта, замкненого в оболонку, яка є продуктом його життєдіяльності.

Протопласт – це активна частина клітини, до складу якої входять органоїди: цитоплазма, ендоплазматична сітка, рибосоми, мітохондрії, пластиди, апарат Гольджі, лізосоми, ядро.

Цитоплазма - в'язка, напівпрозора, безкольорова рідина, до складу якої входять: вода – 80 - 90%, білки – 12 - 20%, ліпіди – 4 – 5%, нуклеїнові кислоти – 1-2%, вуглеводи – 1-2%. В складі цитоплазми розрізняють три шари: плазмолему – тонку оболонку; мезоплазму, яка становить основну масу цитоплазми; тонопласт – внутрішню мембрану, що відокремлює клітинний сік.

Ядро – зовні покрите подвійною оболонкою, що являє собою цитоплазматичну мембрану. Всередині ядро заповнене ядерним соком, в якому знаходиться одно або кілька ядерць.

Вакуоля виникає в процесі життєдіяльності рослинної клітини. В ній нагромаджується клітинний сік – водний розчин кінцевих продуктів обміну.

Зовні клітина покрита оболонкою з порами, через які відбувається зв'язок між клітинами.

Під мікроскопом на виготовленому препараті буде помітна цитоплазма, білки якої під дією йоду забарвлюються в жовтий колір. Цитоплазма під мікроскопом зерниста, тому що білки, нуклеїнові кислоти і ліпіди в воді не розчинні. Ядро має більш інтенсивне забарвлення і розміщене в постійному шарі цитоплазми. Деяка частина клітин молодша і ядро знаходиться в центрі. Добре помітні оболонки клітин, в яких можна помітити пори у вигляді темних поперечних рисочок.

## ХІД РОБОТИ

1. Виготовити зріз епідермісу з нижньої сторони листка традесканції і помістити в краплю води нижньою стороною вгору. Під мікроскопом потрібно розглянути шестигранні, безбарвні або забарвлені в блідо-фіолетовий колір, завдяки пігменту клітинного соку – антоціану, клітини. Знаходимо клітину з добре вираженим ядром, навколо якого помітні мілкі, безбарвні, округлі тільця – лейкопласти. Замалювати кілька клітин.

2. Виготовити препарат з м'якоті гарбуза. Розглянути препарат при малому і великому збільшеннях мікроскопа. Замалювати кілька клітин з хромопластами.

3. Виготовити препарати крохмальних зерен бульб картоплі, насінин гороху, розглянути при великому збільшенні і замалювати. Для цього з поверхні розрізаної бульби картоплі зшкребти трішечки вмісту клітин, виготовити препарат. Розглянути і замалювати овальні або яйцевидні не забарвлені крохмальні зерна. Провести реакцію забарвлення розчином йоду.

Також необхідно приготувати і розглянути препарат з насінин гороху. Розглянути великі, овальні крохмальні зерна, що мають велику кількість малих алейронових зерен. Провести йодну реакцію, в результаті якої крохмальні зерна набувають синього кольору, а алейронові – жовтого.

На основі одержаних даних роблять відповідні висновки.

### **Робота 2. Визначення вмісту води і сухих речовин методом висушування**

**Матеріали та обладнання:** 1) бюкси; 2) рослинні зразки; 3) аналітичні терези; 4) сушильна шафа; 5) ножі; 6) ексікатор; 7) тигельні щіпці.

В кількісному відношенні вода є основною частиною тіла рослини, особливо багато її в молодих органах, що ростуть. Значення води визначається тим, що всі біохімічні процеси у клітині можуть відбуватися лише у рідкому середовищі.

За вмістом води різні види плодів і овочів значно відрізняються – від 75% в картоплі до 97% – в огірках. Вода, яка міститься в плодах і овочах нерівномірно розміщується по тканинах. Так, в покривних тканинах (шкірці) її значно менше, ніж в паренхімних (м'якоті). Більша частина води знаходиться в вільному стані і лише незначна її кількість в зв'язаному стані, тому всі плоди і овочі легко висушуються до 10-12% вологості. При середньому вмісті води на вміст сухих речовин припадає від 5 до 25 %. Значну частину сухих речовин складають вуглеводи. Від їх вмісту залежить перш за все загальний рівень сухих речовин.

## ХІД РОБОТИ

На аналітичних терезах зважують два чистих висушених бюкса з точністю до одного міліграма – маса А (до початку роботи бюкси знаходяться в ексікаторі з сухим хлористим кальцієм або з концентрованою кислотою). Після чого в обидва бюкси вносимо близько 2–3 г подрібненого матеріалу. Подрібнювати плоди і овочі потрібно швидко ножами з нержавіючої сталі на пластмасових або дерев'яних дисках. Найбільший розмір частинок – близько 3 мм. Сушені плоди і овочі подрібнюють до 1-2 мм. Коренеплоди та зерняткові плоди зручно подрібнювати на кухонних тертках із нержавіючої сталі, а ягоди – в фарфорових ступках. Отриману масу висушують.

Бюкси з сирію наважкою зважують (маса Б) і вміщують в шафу з регулюючою температурою, ставлячи кришку бюксів на ребро. В перші 20- 30 хв. температуру сушіння встановлюють – 100-105<sup>0</sup>С (для швидкого припинення діяльності ферментів), а потім знижують її до 80 - 90<sup>0</sup>С на час від 1 до 3 годин, в залежності від особливості продукту. Повністю досушують наважку при 105<sup>0</sup> С. Сушити близько 3 годин. Вийняті із сушильної шафи бюкси накривають кришками і ставлять на 20 - 30 хв. для охолодження в ексікатор. Після охолодження бюкси з висушеним матеріалом зважують (маса В ). Досушування і зважування повторюють декілька разів, поки різниця не буде дорівнювати 2 мг.

Результати визначень записують в таблицю:

№ бюкса	Маса бюкса (А)	Маса бюкса з сирію наважкою (Б)	Маса бюкса з сухою наважкою (В)	Вміст сухої речовини $\frac{B - A}{B - A} \cdot 100\%$

Вміст сухої речовини вираховують по кожному із двох бюксів окремо, а потім визначають середнє арифметичне із двох отриманих результатів. Розходження не повинно перевищувати 0,5 %. Точність методу + 1 %. Віднімаючи одержану величину від 100, отримуємо вміст води в %.

### **Робота 3. Визначення вмісту сухих розчинних речовин у плодах і овочах рефрактометричним методом**

**Матеріали та обладнання:** 1) плоди і овочі; 2) рефрактометр РДУ; 3) терка; 4) ручний прес; 5) скляна паличка; 6) марлева серветка; 7) дистильована вода.

Сухі розчинні речовини в плодах і овочах представлені різними органічними і мінеральними сполуками, зокрема, простими вуглеводами (глюкозою, фруктозою, сахарозою), амінокислотами, органічними кислотами, вітамінами, мінеральними солями, розчинним пектином.

Принцип визначення сухих речовин рефрактометром полягає в тому, що показник заломлення поляризованого променя світла залежить від концентрації досліджуваного розчину. Якщо в розчині знаходиться речовина, то рефрактометром з відомою точністю можна визначити її концентрацію. Рефрактометричний метод широко використовують для оцінки якості плодів і овочів призначених для переробки, наприклад томатів, які поступають на концерні заводи, винограду, який направляється на виноробні пункти.

### **Підготовка рефрактометра до роботи**

Для одержання в приладі чіткого поля зору регулюють освітлення за допомогою дзеркала. Перед початком визначень перевіряють встановлення нуля рефрактометра за дистильованою водою, одну – дві краплі якої наносять оплавленим кінцем скляної палички на нижню призму. Закривають кришку верхньої лінзи, спрямовують світло за допомогою дзеркала в її віконечко. Через окуляр знаходять границю світлого і темного поля зору і пунктирна лінія на шкалі повинна співпадати з 0 % при температурі 20<sup>0</sup>С. Якщо ці показники не збігаються, то спеціальним ключем шкалу встановлюють на нульову поділку. Усунення світлорозсіювання та встановлення чіткої межі світлої і темної половини поля зору досягають обертанням компенсатора. Вірність встановлення нульової поділки перевіряють 2-3 рази.

### **ХІД РОБОТИ**

Призми рефрактометрів насухо витирають чистою марлею. Потім поміщують в прилад краплю досліджуваного розчину і проводять відлік показника заломлення світла. Слід мати на увазі, що при пресуванні перші і послідуючі краплі соку можуть мати різну концентрацію. Тому рекомендується досліджувати або перемішаний після пресування сік або брати середні його порції, а перші і останні відкидати. Визначення проводять не менше, ніж у двох паралельних пробах, кожна з яких повинна бути достатньо показовою.

Необхідно мати на увазі, що рефрактометр градується за сахарозою, а віджятий пресом рослинний сік включає не тільки сахарозу, але й ряд інших речовин, які мають різноманітні показники заломлення. Тому отриманий за допомогою рефрактометра результат показує лише деяку умовну величину, виражену в процентах сахарози. В зв'язку з цим, рефрактометром можна



користуватися лише тоді, коли цікавить не абсолютна концентрація соку, а порівняні величини цього показника в різних культур, сортів або варіантів досліду, в тому числі при визначенні фізіологічної потреби рослин у воді або при порівнянні різних селекційних зразків за вмістом сухих речовин в плодах. Достовірні дані по вмісту сухих речовин отримують лише в тому випадку, коли в соку досліджуваних зразків суха речовина в основному представлена цукрами (наприклад, в кавунів і томатів).

Якщо визначення проводиться не при 20<sup>0</sup>С, то в момент проведення аналізу фіксують температуру за термометром і роблять поправку за табл. 1.

*1. Поправки на масову частку сухих розчинних речовин залежно від температури при рефрактометричному визначенні*

Температура °С	Поправка									
	При масовій частці сухих розчинних речовин у продукті, %									
	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70

Від показників рефрактометру відняти

15	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40
16	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32
17	0,17	0,18	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24
18	0,18	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16
19	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08

До показників рефрактометру додати

21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
22	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
23	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32
25	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40
26	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48
27	0,48	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56
28	0,56	0,57	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64
29	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
30	0,72	0,74	0,77	0,78	0,79	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81

**Робота 4. Одержання розчину білків і вивчення їх властивостей. Якісні реакції на білок**

**Матеріали та обладнання:** 1) колби на 100 мл; 2) лійки; 3) пробірки; 4) аміак; 5) фільтрувальний папір; 6) спиртівки; 7) мука бобових культур; 8) 2% -вий розчин NaCl; 9) 50% NaCl; 10) концентровані кислоти – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; HCl; HNO<sub>3</sub>; 11) аміак; 12) SiSO<sub>4</sub>; 13) 10%-вий NaOH.

Білки – високомолекулярні нітрогеновмісні органічні сполуки, побудовані з великої кількості залишків амінокислот, з'єднаних між собою пептидними (кислотно-амідними) зв'язками в поліпептидний ланцюг (ланцюги), що мають складну структурну (просторову) організацію та виконують важливі життєві функції.

Їм належить першочергова роль у структурній організації і функціонуванні живих організмів. Білки є основними структурними компонентами живих організмів і в кількісному відношенні посідають перше місце серед усіх макромолекул, які містяться в живій клітині. В організмі тварин білків міститься від 40 до 50% і більше від сухої маси, менше у рослин – до 20–30%. У тканинах ссавців білки складають – 18–20%, тоді як нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди – 1–15%. Суха маса організму людини складається на 45-50% із білків, при цьому їх вміст досягає: у м'язах – 80%, у серці – 60%, печінці – 72%, легенях – 82%, нирках – 72%, селезінці – 84%, у кістках – 28%.

Кольорові реакції широко використовуються для виявлення білкової природи речовин, вивчення амінокислотного складу різних природних білків і пептидів, для ідентифікації індивідуальних амінокислот. Багато з них є досить чутливими та високо специфічними, що дозволяє відкривати незначні кількості білків, тієї чи іншої амінокислоти в продуктах харчування, у гідролізатах білків, які використовуються в харчовій промисловості.

## ХІД РОБОТИ

3-5 г муки насіння бобових культур насипають в колбочку і додають 20 – 30 мл 2 % розчину NaCl. Закривають колбочку пробкою, струшують протягом 3 хвилин і ставлять на відстоювання на 30 хв. Потім фільтрують, якщо фільтрат мутний, то фільтрують ще раз. В одержаному розчині виявляють глобулін, з яким проробляють наступні реакції:

### 1. Нерозчинність глобулінів у воді

Розчинність різних білків у воді і в різних розчинниках неоднакова і залежить від природи білка й розчинника, значення рН, температури, іонної сили тощо. У кислому середовищі краще розчиняються білки, для яких характерні кислотні властивості, а в лужному - білки, з основними властивостями. Альбуміни добре розчиняються в дистильованій воді, а глобуліни розчинні у воді тільки в

присутності електролітів. Білки опорних тканин (кератини, колаген, еластин та ін.) не розчиняються у воді й сольових розчинах, у воді вони лише набрякають. Розчинність білків у воді зростає за невеликих концентрацій нейтральних солей ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  та ін.). Цей ефект називають сольовим розчиненням. Нейтральні солі в малих концентраціях збільшують ступінь дисоціації іонізованих груп білка, екранують заряджені групи білкових молекул і цим зменшують білок-білкові взаємодії. Високі концентрації нейтральних солей, навпаки, осаджують (висолюють) білки з водних розчинів; найактивніше це відбувається у ІЕТ білка. При цьому солі відтягують до себе від заряджених груп білка поляризовані молекули води і тим самим частково позбавляють білок гідратної оболонки, котра запобігає його осадженню з розчину.

Для цього в пробірку наливають 1 мл одержаного розчину і додають води, з'являється помутніння, в результаті випадання в осад глобуліну, якщо ж додати слабкого розчину нейтральної солі  $\text{NaCl}$  помутніння зникне в результаті розчинення білка глобуліну, який випав в осад.

## **2. Висолювання білків**

У водному розчині більшість білків та їх частинок заряджені і гідратовані. При додаванні великих кількостей солей лужних і лужноземельних металів (натрію сульфату, магнію сульфату, натрію хлориду та інших), а також нейтральних солей, наприклад, амонію сульфату, відбувається руйнування гідратної оболонки (дегідратація) білка. Крім цього, електричний заряд білкової молекули знижується йонами солі, що на ній адсорбуються, частинки білка злипаються одна з одною і випадають в осад. Таке явище називають «висолюванням» білка. При висолюванні білок не втрачає притаманних йому фізико-хімічних і біологічних властивостей. Він знову розчиняється у воді і проявляє майже з тією активністю ферментативні, антигенні, імунні та інші біологічні властивості, тобто залишається нативним (натуральним).

Осадження білка методом висолювання використовують для розділення білкових фракцій при отриманні очищених білків, у тому числі ферментних і гормональних препаратів, а також для одержання білків в кристалічному стані. Його використовують у клініко-біохімічних лабораторіях для розділення альбумінів і глобулінів і визначенні їх співвідношення в сироватці крові. Осаджену фракцію білка відділяють центрифугуванням, розчиняють і кількісно визначають за допомогою різних методів.

В пробірку наливають 2-3 мл одержаного розчину білків і додають концентрований розчин  $\text{NaCl}$ . Коли концентрація досягне 50%, глобулін почне випадати в осад, а розчин помутніє. Якщо ж в пробірку додати води, то концентрація солі зменшиться, а білок, який випав в осад, знову перейде в розчин.

## **3. Коагуляція білків**

Білки під впливом фізичних (температури, ультразвуку, йонізуючої радіації та інших), хімічних (мінеральних і органічних кислот, лугів, органічних розчинників, важких металів, алкалоїдів тощо) та біологічних факторів зазнають глибоких змін, пов'язаних з порушенням четвертинної, третинної і вторинної структури, що призводить до зміни фізико-хімічних і біологічних властивостей білка, тобто до денатурації (втрати нативності). При денатурації білка відбувається розрив «цементуючих» білкову молекулу вторинних зв'язків (водневих, дисульфідних, електростатичних, ефірних, вандервальсових та ін.). Це призводить до зміни просторової структури і зменшує його гідрофільні властивості. Білок стає більш гідрофобним, втрачає здатність розчинятись у звичайних для нього розчинниках і втрачає свої біологічні функції. Глибока денатурація є незворотною на відміну від взаємно-зворотної, при якій зміни структури білка бувають неглибокими і білок за деяких умов може знову набувати своїх нативних властивостей. Наприклад, при осадженні білків органічними розчинниками — спиртом або ацетоном (при низькій температурі), з подальшим видаленням осаджувача.

В пробірку наливають 2-3 мл розчину білків і поступово нагрівають, доводячи до кипіння. При цьому з'являється помутніння і осад, що свідчить про коагуляцію білків. Цей осад не розчиняється при додаванні сольового розчину.

В пробірку наливають 2-3 мл розчину білків і додають кілька крапель сильної кислоти ( $H_2SO_4$ ;  $HCl$ ;  $HNO_3$ ). Зразу ж утворюється осад, який теж не розчиняється при додаванні сольового розчину, тобто під впливом сильної кислоти теж відбувається коагуляція білків.

## ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА БІЛКИ

### 1. Біуретова реакція

Біуретова реакція зумовлена наявністю в молекулах білків пептидних зв'язків. У лужному середовищі в присутності йонів двовалентного купруму розчини білків і пептидів набувають фіолетового забарвлення з червоним або синім відтінком залежно від кількості пептидних зв'язків. У сильно лужному середовищі пептидні групи поліпептидних ланцюгів переходять в енольну форму, яка взаємодіє з йонами  $Cu^{2+}$  і утворює забарвлений біуретовий комплекс.

Біуретову реакцію дають також деякі амінокислоти (гістидин, серин, треонін, аспарагін) та інші сполуки при досить значній концентрації в розчині. *Деякі кислоти, у яких пептидні зв'язки виникають за рахунок карбоксильної та амінної груп (аспарагін) дають біуретову реакцію.*

У три пронумеровані пробірки вносять по 1 мл: 1 % розчину яєчного білка; 1 % розчину желатини; 0,1 % розчину амінокислоти гліцину чи аланіну.

Добавляють в кожен пробірку по 1 мл біуретового реактиву, ледь збовтують. Спостерігають, чи утворюватиметься синьо-фіолетове забарвлення, дають пояснення (по кожній пробірці) і роблять висновки. Цю реакцію дають сполуки, які містять пептидну групу – CO - NH – і складаються із декількох амінокислот.

## **2. Ксантопротеїнова реакція**

В одну пробірку наливають 1 мл 1%-вого розчину яєчного білка, в другу – 1 мл 0,1%-вого розчину тирозину, в третю – 1%-вого розчину желатини, в четверту – 1 мл 0,1% -вого розчину гліцину. Додають до всіх пробірок по 1 мл концентрованої нітратної кислоти і обережно нагрівають до появи жовтого забарвлення. Потім пробірки охолоджують під струменем водопровідної води, додають краплями 20 % розчин натрію гідроксиду, доки не почнеться зміна забарвлення. Ця реакція вказує на присутність в молекулі білків таких амінокислот, як фенілаланіну, тирозину і триптофану. Дають пояснення результатам досліду в кожній пробірці, порівнюють забарвлення і записують хімізм реакції.

## **3. Нінгідрінова реакція**

В одну пробірку наливають 1 мл 1 % -вого розчину яєчного білка, в другу – 1 мл 0,1 % -вого розчину  $\alpha$ -аланіну і в третю – 1 мл 0,1% -вого розчину  $\beta$ -аланіну. Приливають у всі пробірки по 5-10 крапель 0,5 % -вого водного розчину нінгідрину і нагрівають на водяній бані при температурі 70°C протягом 5 хв. Спостерігають за утворенням забарвлення, порівнюють швидкість утворення забарвлення в кожній пробірці, дають пояснення та записують хімізм реакції.

## **Робота 5. Визначення вмісту глюкози і фруктози у рослинах**

Вуглеводи, нарівні з білками, – найбільш розповсюджені біогенні сполуки, що беруть участь у структурній організації клітини і використовуються в процесі її життєдіяльності. Вуглеводами називають полігідроксикарбонільні сполуки, що містять альдегідну чи кетонну групу або утворюють їх при гідролізі. Залежно від кількості моносхаридних одиниць, що утворюють молекулу, вуглеводи розподіляються на такі групи: моносхариди (монози) або прості цукри, олігосхариди, що дають при гідролізі від двох до десяти моносхаридів і полісхариди (поліози), що гідролізуються з утворенням більше десяти моносхаридів.

Вуглеводи утворюються з неорганічних речовин у процесі фотосинтезу в зелених рослинах із карбону діоксиду і води з поглинанням сонячної енергії. Вуглеводам в організмі належать різноманітні функції: енергетична, структурна, опорна, захисно-механічна, гідроосмотична, кофакторна та ін.

Цукри в рослинному організмі виконують надзвичайно важливу роль, вони є джерелом енергії та запасних речовин, приймають участь у метаболізмі живих клітин.

Найбільш поширеними цукрами у плодах і овочах є моносахариди глюкоза і фруктоза, а також дисахарид сахароза.

Методи визначення вмісту цукрів ґрунтуються на відновлювальній здатності редуруючих цукрів – глюкози і фруктози. Сахароза не володіє відновлювальною здатністю, тому її попередньо розщеплюють в кислому середовищі на інвертний цукор. В основі ціанідного методу визначення вмісту цукрів лежить властивість редуруючих моносахаридів відновлювати в лужному середовищі фериціанід калію  $K_3 [Fe (CN)_6]$  ( червона кров'яна сіль) у фероціанід калію  $K_4 [Fe (CN)_6]$  (жовта кров'яна сіль) в присутності індикатора метиленовий синій. Редукуючі цукри відновлюють його до безбарвної сполуки, що свідчить про закінчення реакції відновлення фериціаніду калію.

**Матеріали та обладнання:** 1) досліджувані зразки плодів і овочів; 2) колби на 200 мл; 3) колби на 100 мл; 4) лійки; 5) мірні циліндри на 10-25 мл; 6) бюретки на 10, 25 мл; 7) піпетки на 1, 5 і 10 мл; 8) водяна баня; 9) 15% - вий розчин натрію вуглекислого безводного; 10) 30% - вий розчин свинцю оцтовокислого; 11) 20%-вий розчин натрію фосфорно - кислого; 12) насичений розчин сульфату натрію; 13) 1% - вий розчин  $K_3 [Fe (CN)_6]$ ; 14) 10% - вий розчин цинку сірчано – кислого; 15) 20% - вий розчин калію йодистого; 16) 0,1 н розчин гіпосульфїту; 17) 0,1 н розчин сірчаної кислоти; 18) 0,1 н розчин соляної кислоти; 19) 1% - вий розчин метиленового синього; 20) 0,2% - вий розчин метиленового червоного; 21) 2,5 н розчин гідроксиду натрію; 22) папір лакмусовий; 23) папір фільтрувальний.

## ХІД РОБОТИ

З добре подрібненої і перемішеної середньої проби зразків беруть наважку масою 20 – 25 г при вмісті цукру до 10% і масою 12-15 г – при більшому вмісті.

Дистильованою водою наважку без втрат переносять у мірну колбу місткістю 200 – 250 мл і заповнюють її дистильованою водою більше ніж на половину. При аналізі плодів і овочів з підвищеним вмістом кислот вміст колби нейтралізують 10%-вим розчином гідроксиду калію чи натрію або 15%-вим розчином бікарбонату натрію, використовуючи лакмусовий папір. При аналізі мало кислих овочів, наприклад, моркви, капусти нейтралізацію не проводять.

Для прискорення екстрагування цукрів колбу з її вмістом витримують на водяній бані протягом 20-30 хв. при температурі 80°C, періодично збовтуючи. Потім вміст колби охолоджують до кімнатної температури. Для видалення з розчину

барвників, білкових і пектинових речовин мірним циліндром додають у колбу 5-7 мл 30% - го ацетату свинцю, добре збовтують і залишають на 5 хв. для осадження зазначених речовин і освітлення розчину. Ацетат свинцю повинен бути в надлишку. Для виявлення надлишку ацетату свинцю в склянку наливають 10-15 мл насиченого розчину сульфату натрію, занурюють скляну паличку спочатку в робочий розчин у колбі, а потім у розчин ацетату свинцю. Утворення у верхньому розчині в склянці світлої каламуті свідчить про надлишок ацетату свинцю. Надлишок ацетату свинцю видаляють додаванням у колбу розчину сульфату натрію до зникнення помутніння. Після цього в колбу доливають до мітки дистильовану воду, збовтують і фільтрують крізь складчастий фільтр. В одержаному фільтраті (А) визначають вміст редуруючих цукрів і дисахариду сахарози.

### **Визначення вмісту редуруючих цукрів – глюкози і фруктози**

Якщо вміст цукрів у розчині складає від 0,25 до 2%, то в конічну колбу на 100-150 мл наливають з бюретки 20 мл 1%-го розчину фериціанід калію, доливають циліндром 5 мл 2,5 н розчину гідроксиду калію і нагрівають до кипіння. З початком закипання в киплячу суміш додають 2-3 краплі 1%-го розчину метиленового синього. Якщо цукру в розчині менше 0,25%, то беруть 10 мл розчину фериціаніду калію та 2,5 мл гідроксиду калію. Киплячий розчин досліджують при періодичному струшуванні, титруючи отриманим фільтратом, поки забарвлення розчину не перейде з фіолетового до світло кремового. Дослідження проводять в двох аналітичних повтореннях.

Розрахунок вмісту редукованих цукрів проводять наступним чином: якщо для титрування було взято фериціаніду калію 20 мл і 5 мл лугу, то за формулою:

$$X = \frac{K \cdot (20,12 + 0,035 \cdot O_{\phi}) \cdot O_{\text{в}} \cdot 100}{M_{\text{н}} \cdot O_{\phi} \cdot 1000},$$

якщо для титрування було взято відповідно 10 і 2,5 мл, то за формулою:

$$X = \frac{K \cdot (10,06 + 0,0175 \cdot O_{\phi}) \cdot O_{\text{в}} \cdot 100}{M_{\text{н}} \cdot O_{\phi} \cdot 1000},$$

де X – вміст редукуючих цукрів, %;

K – поправочний коефіцієнт до титру 1% - го розчину фериціаніду калію;

O<sub>φ</sub> - об'єм фільтрату, витраченого на титрування, мл;

M<sub>н</sub> – маса наважки досліджуваного матеріалу, г;

O<sub>в</sub> – загальний об'єм витяжки до фільтрування, мл;

коефіцієнти 20,12 + 0,035 і 10,06 + 0,0175 встановлені емпірично.

Розрахунок проводять з точністю до 0,1%. Кінцевим результатом вважають середнє арифметичне двох паралельних визначень. Різниця між паралельними визначеннями вмісту моносахаридів не повинна перевищувати 0,5%.

### **Робота 6. Визначення загальної кислотності рослин титрометричним методом**

**Матеріали та обладнання:** 1) досліджуванні об'єкти; 2) конічні колби на 200 мл; 3) крапельниця; 4) лакмусовий папір; 5) фільтрувальний папір; 6) термометр; 7) бюретки на 25 мл; 8) 1% - вий спиртовий розчин фенолфталеїну; 9) 0,1 н розчин їдконого натрію або калію.

#### **ХІД РОБОТИ**

Із подрібненої середньої проби відбирають 20 г з точністю до 0,01 г, без втрат переносять в мірну колбу на 200 або 250 мл, змиваючи гарячою (температура 80<sup>0</sup>С) дистильованою водою. Гарячою дистильованою водою вміст колби доводять  $\frac{3}{4}$  об'єму, добре збовтують і настоюють протягом 30 хв., періодично збовтуючи. Потім колбу охолоджують водопровідною водою до кімнатної температури, доливають дистильованою водою до мітки і добре збовтують. Вміст колби фільтрують через сухий складчастий фільтр в суху колбу. Фільтрат використовують для визначення загальної кислотності.

Відмірюють 50 мл фільтрату і переносять і конічну колбу на 200 або 250 мл, додають 3-5 крапель 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 н розчином лугу до рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 с., якщо фільтрат дуже забарвлений, його розводять, доливаючи до титрування в конічну колбу рівний об'єм дистильованої води.

Загальну кислотність в перерахунку на відповідну кислоту розраховують за формулою:

$$X = \frac{M \cdot K \cdot O_n \cdot 100}{M_n \cdot O_p}$$

де: X – загальна кислотність, %;

M – кількість 0,1 н розчину лугу, витраченого на титрування, мл;

K – коефіцієнт перерахунку на відповідну кислоту: яблучну ( більшість плодів і овочів) – 0,0067; лимонну ( ягоди і цитрусові ) – 0,0064; щавлеву ( щавель, ревінь, шпинат) – 0,0063; винну ( виноград ) – 0,0075;

O<sub>n</sub> – загальний об'єм подрібненої досліджуваної маси і води в мірній колбі, мл;



$M_n$  - наважка досліджуваного об'єкту, г;

$O_p$  - об'єм фільтрату, взятого для титрування, мл.

### **Робота 7. Визначення вмісту вітаміну С в рослинах**

**Матеріали та обладнання:** 1) досліджувані об'єкти; 2) ступки; 3) 1% - вий розчин НСІ; 4) мірні колби на 100 мл; 5) конічні колби; 6) 2% - вий розчин мета фосфорної кислоти або 1% - вий розчин шавлевої кислоти; 7) 0,001 н розчин 2,6 – дихлорфеноліндофенол; 8) хлороформ.

### **ХІД РОБОТИ**

З подрібненої і перемішаної середньої проби беруть наважку рослинного матеріалу 5-10 г ( залежно від вмісту аскорбінової кислоти) з точністю до 0,01 г. В зв'язку з тим, що аскорбінова кислота легко окислюється киснем повітря, особливо в присутності незначних домішок іонів металів ( заліза, міді), при готуванні наважки плоди і овочі необхідно подрібнювати ножами і теркою з нержавіючих матеріалів і по можливості швидше.

Відважену наважку переносять у порцелянову ступку, ополіскуючи склянку 20 мл 2,5-% розчину соляної кислоти (для інактивування ферментів і вимивання аскорбінової кислоти з клітин рослинного матеріалу). Часточки наважки у ступці повинні бути повністю покриті розчином кислот. Наважку швидко ( не більше 10 хв.) розтирають до утворення однорідної маси.

Розтерту наважку обережно через лійку по скляній паличці переносять у мірну колбу на 100 мл, ступку багаторазово змивають дистильованою водою і доводять об'єм в колбі до мітки, вміст добре перемішують. Для екстрагування аскорбінової кислоти необхідно приблизно 10 хв. На цей час колбу залишають у темному місці, а потім фільтрують у чисту суху колбу.

Із здобутого екстракту у чисті колбочки чи склянки піпеткою на 10 мл відбирають дві проби і титрують з мікробюретки 0,001 н розчином барвника до появи рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30-40 секунд.

Масову частку аскорбінової кислоти визначають за формулою:

$$X = \frac{M_1 \cdot K \cdot O_1 \cdot 0,088 \cdot 100}{M_2 \cdot O_2},$$

де: X – масова частка аскорбінової кислоти, мг/100 г;

$M_1$ - кількість реактиву, яка пішла на титрування, мл;

K – поправка до титру 0,001 н розчин барвника;

$O_1$  – загальний об'єм витяжки, мл;

$M_2$  – наважка, г;

$O_2$  – об'єм витяжки, взятий для титрування, мл;

0,088 – коефіцієнт перерахунку кількості реактиву на аскорбінову кислоту (1 мл 0,001н розчину реактиву окислює 0,088 мг аскорбінової кислоти).

Якщо визначають масову частку аскорбінової кислоти в плодах, інтенсивно забарвлених (чорна смородина, слива, вишня, томати), то застосовують такий метод: наважку екстрагують як описано вище. Після фільтрування беруть піпеткою 5 мл забарвленого екстракту з пробірки і туди ж додають мірним циліндром по 5 мл хімічно чистого хлороформу або дихлоретану чи толуолу, в які переходить аскорбінова кислота.

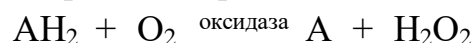
Екстракт титрують розчином барвника при обережному похитуванні. Як тільки з'являться перші ознаки рожевого забарвлення у шарі хлороформу, титрування закінчують. Обчислення результатів визначень проводять за вищенаведеною формулою.

### **Робота 8. Визначення активності каталази**

**Матеріали та обладнання:** 1) досліджуванні об'єкти; 2) ступки; 3) 1% - вий розчин  $H_2O_2$ ; 4) 10 % - вий розчин  $H_2SO_4$ ; 5) 0,1 н. розчин  $KMnO_4$ ; 6)  $CaCO_3$ ; 7) центрифуга; 8) піпетки; 9) бюретки; 10) мірні колби на 100 мл.

Ферменти – це біологічні каталізатори білкової природи, які володіють високою специфічністю і відіграють важливу роль в процесах обміну речовин.

Каталаза відноситься до складних ферментів, які складаються з білкової частини і простетичної групи, яка містить залізо. В процесах окислення ряд речовин в рослинах під дією оксидаз утворюють пероксид водню:



$AH_2$  – відновлений субстрат,  $A$  – окислений субстрат.

Пероксид водню в підвищених концентраціях токсично діє на цитоплазму клітин. Під дією ферменту каталази пероксид водню розкладається на воду і кисень:



### **ХІД РОБОТИ**

Наважку 5 г розтирають в ступці з кварцовим піском і 0,3 г  $CaCO_3$ , потім добавляють 20 мл води і знову розтирають до утворення однорідної маси. Після цього розтерту масу за допомогою води кількісно переносять в мірну колбу на 100 мл і доводять об'єм до мітки. Через 30-40 хвилин суміш фільтрують або

центрифугують. Дві порції чистого фільтрату або центрифугату (20 мл) вміщують в колби на 100 мл. Одну із колб кип'ячать 2-3 хвилини для інактивації ферменту і потім охолоджують. В обидві колби приливають по 20 мл води і по 3 мл 1%-вого розчину пероксиду водню. Через 20-30 хвилин в обидві колби добавляють 4-5 мл 10%-вого розчину  $H_2SO_4$  і титрують 0,1 н. розчином  $KMnO_4$  до слабо-рожевого забарвлення, яке не зникає на протязі хвилини. За різницею між контрольним і досліджуваним титруванням визначають кількість розкладеного пероксиду водню в розрахунку на 1 г вихідної рослинної речовини.

Розрахунки проводять за формулою:

$$X = \frac{(a - b) \cdot T \cdot 1,7}{n}$$

X – активність каталази в міліграмах  $H_2O_2$ ;

a – кількість 0,1 н розчину  $KMnO_4$ , яке пішло на титрування контрольного розчину, мл;

b – кількість 0,1 н розчину  $KMnO_4$ , яке пішло на титрування досліджуваного розчину, мл;

T – поправка до титру 0,1 н.  $KMnO_4$ ;

1,7 – кількість міліграмів  $H_2O_2$ , яке відповідає кожному мілілітру 0,1 н.  $KMnO_4$ ;

n – наважка матеріалу, взятого для аналізу, г.

### **Робота 9. Виявлення алкалоїдів у рослинах**

**Матеріали та обладнання:** 1) скляна паличка; 2) піпетка; 3) чашка Петрі; 4) розчин йоду в йодистому калію; 6) алкалоїдні рослини: люпин, беладона, дурман.

#### **ХІД РОБОТИ**

Шматочок кореня, листка і плоду досліджуваної рослини ретельно розминають скляною паличкою до отримання однорідної маси, добавляють декілька крапель розчину йоду в йодистому калію. Червонувато – бурий осад вказує на наявність алкалоїдів.

Зробити запис за наступною формою:

Назва рослини	Частина рослини	Кількість осаду		
		багато	посередньо	мало

### **Робота 10. Хімічний аналіз з соку рослин ( за К.П. Магніцьким)**

**Матеріали та обладнання:** 1) рослинний матеріал; 2) польова лабораторія Магніцького; 3) дистильована вода; 4) марлева серветка.

**Мінеральні речовини** відіграють важливу роль в процесах обміну. Вони є основними частинами цілого ряду вітамінів, ферментів, гормонів. Мінеральні речовини безпосередньо пов'язані з ферментними системами клітин, приймають участь в ряді окислювально - відновних процесах, впливають на синтез вуглеводів, білків, нуклеїнових і органічних кислот, вітамінів і ін. В плодах і овочах мінеральні речовини знаходяться найчастіше в легкодоступній для організму формі.

Аналіз з соку рослин дає можливість контролювати умови живлення рослин і орієнтовно визначити необхідність підживлення їх відповідними добривами. Користуючись лабораторією Магніцького, можна швидко і досить точно визначити вміст у клітинному соку азоту, фосфору, калію та магнію. До крапель соку рослинного матеріалу додають відповідні реактиви. Забарвлення одержаних розчинів чи осадів порівнюють з кольоровою шкалою, що додається до лабораторії Магніцького, і виражають вміст відповідних елементів у мг/г соку чи балах.

### ХІД РОБОТИ

З 5 – 6 рослин зрізують по одному листку певного ярусу. В картоплі, томатів, соняшнику беруть листки, що закінчили ріст: до бутонізації – 2- 3 листок, під час цвітіння і пізніше – 3 – 4 листок, у злаків – після виходу в трубку беруть 2 – 4 листок, у буряків пробу беруть із зовнішніх листів розетки. Для аналізу беруть черешки, а в сидячих листків вирізають із нижньої третини середню жилку. Можна також використовувати нижні частини молодих пагонів.

Витирають взяту пробу чистою серветкою. Якщо черешки товсті, то їх розрізають навпіл і використовують половину чи четвертину. Із нижньої частини кожного черешка, жилки чи стебла вирізають ножицями шматок довжиною 2 – 3 см. Матеріал кладуть під прес, видавлюють сік і зливають в суху крапельницю. Прес ретельно вимивають водою і витирають серветкою чи фільтрувальним папером.

Для визначення **нітратного азоту** насипають в заглиблення фарфорової пластинки сухий реактив на азот об'ємом як зернівка жита, приливають 3 краплі буферного розчину, а потім додають одну краплю досліджуваного соку. Ретельно розмішують сік скляною паличкою і через 1 хвилину порівнюють забарвлення з кольоровою шкалою лабораторії Магніцького.

Для визначення **фосфору** вносять краплю соку в заглиблення пластинки, додають 3 краплі води і 2 краплі реактиву на фосфор. Ретельно перемішують олов'яною паличкою, поки забарвлення не стане стійким. Порівнюють забарвлення одержаного розчину з кольоровою шкалою.

Для визначення калію в заглиблення пластинки вносять краплю соку, додають краплю реактиву на калій і одну краплю соляної кислоти, перемішують скляною паличкою і порівнюють забарвлення одержаного осаду з кольоровою шкалою.

Для визначення **магнію** в заглиблення пластинки вносять краплю соку, три краплі води і краплю титанового жовтого, перемішують скляною паличкою і додають краплю розчину NaOH. Якщо забарвлення змінюється не чітко, аналіз повторюють, додаючи перед внесенням NaOH краплю свіжо виготовленого 1 - % розчину крохмалю. Забарвлення порівнюють із кольоровою шкалою.

Із деяких рослин виділити сік досить важко або він не може мати інтенсивне забарвлення, що затрудняє проведення кольорових реакцій. В таких випадках готують водну витяжку: подрібнюють матеріал, беруть наважку 2 г, додають 0,2 – 0,5 г активного вугілля, 6 мл води і ретельно розтирають в фарфоровій ступці. Розтерту масу загортають в тонку щільну тканину і віджимають пресом.

Для визначення фосфору і магнію, як зазначалось раніше, сік розводять водою у відношенні 1:3, коли для аналізу беруть витяжку, такого розведення робити не слід, витяжку зразу ж використовують для визначення.

Для визначення азоту і калію в заглиблення пластинки вносять 4 краплі витяжки і дають їй випаруватися в теплому місці або на сонці. Потім до сухого залишку додають краплю води і проводять аналіз згідно з інструкцією. Одержані результати записують в таблицю.

Грунтуючись на одержаних даних досліджень, роблять висновки щодо ступеня забезпеченості досліджуваних рослин відповідними елементами мінерального живлення.

Рослина	Елемент	Кількість елементів	
		Мл/л соку	Бал

### **Робота 11. Виявлення нітратів у рослинах**

**Матеріали та обладнання:** 1) свіжі рослинні об'єкти з коренями; 2) 1%- ний розчин дифеніламіну в концентрованій сірчаній кислоті; 3) біла фарфорова чашка; 4) скляна паличка; 5) фільтрувальний папір.

Азот, що поглинається коренями із ґрунту в нітратній формі відновлюється рослиною до аміаку, який потім зв'язується кетокислотами (піровиноградною, щавелевооцтовою,  $\alpha$  - кетоглутаровою) з утворенням в процесах прямого амінування відповідної амінокислоти (аланін, глутамінову і т. д.). При достатньо

високому рівні вмісту вуглеводів і активності відповідних ферментів (нітратредуктаза та інші) вище згадані фізіологічні біохімічні процеси інтенсивно проходять в коренях. Проте, частина нітратів може в незмінному стані по висхідній течії досягти листків, де також відбувається їх відновлення. Для виявлення нітратів використовують реакцію з дифеніламіном, який в присутності іона  $\text{NO}_3^-$  утворює синього кольору аніліновий барвник. Виходячи з інтенсивності посиніння можна орієнтовно судити про кількість нітратів у досліджуваних об'єктах.

За інтенсивністю та тривалістю синього забарвлення рослинних зразків після дії дифеніламіну зробити висновок про кількість нітратів у різних органах рослин.

### ХІД РОБОТИ

В білу фарфорову чашку вміщують шматочки черешка, листової пластинки, коренів, плодів та інших частин рослини, розминають чистою скляною паличкою і наносять піпеткою розчин дифеніламіну (з ним слід поводитись дуже обережно) і дифеніламін можна наносити на свіжі зрізи рослинних об'єктів. Досліджують декілька рослинних об'єктів. Ступінь забарвлення оцінюють за п'ятибальною шкалою.

Шкала вмісту нітратів у рослинних об'єктах:

Характер забарвлення	Бали	Вміст нітратів % на сиру речовину
Зріз і розчин швидко забарвлюються в темно-синій колір. Забарвлення зберігається певний час	5	0,0221 + 0,0005
Зріз і розчин забарвлюються в синій колір. Забарвлення спостерігається не відразу	4	0,0174 + 0,0007
Зріз і розчин забарвлюються в світло-синій колір. Забарвлення зникає через 2-3 хв	3	0,0151 + 0,0006
Забарвлюються лише провідні пучки у світло-голубий колір і забарвлення швидко зникає	2	0,0067 + 0,0004
Слабко помітне голубе забарвлення, що швидко зникає	1	0,0028 + 0,0006

Результати заносять у таблицю:

Об'єкт	Кількість нітратів		
	у черешках	у листовій пластинці	у коренях

У висновках вказують, в яких органах рослин відбувається відновлення нітратів.

## **Робота 12. Пігменти зеленого листка**

**Матеріали та обладнання:** аналітичні терези, ножиці, скальпелі, фарфорові ступки, лійки, фільтрувальний папір, скляні палички, колбочки, пробірки; зелені листки; 96-% етиловий спирт, бензин, петролейний ефір, чистий кварцовий пісок, крейда.

Оволодіти методикою добування пігментів і вивчення їх фізичних та хімічних властивостей.

### **ХІД РОБОТИ**

1. Оцінити інтенсивність забарвлення листка різних рослин за п'ятибальною системою.
2. Отримати спиртову витяжку пігментів з листків різних рослин.
3. Кількісно визначити вміст хлорофілу фотоколориметричним методом.
4. Розділити пігменти методом Крауса (розчинність пігментів у спирті та бензині).
5. Провести омилення хлорофілу лугом (хімічні властивості, вплив луку на хлорофіл).
6. Провести розділення пігментів адсорбційним методом, методом хроматографії.
7. Одержати феофітин (хімічні властивості, вплив кислот).
8. Дослідити явище флуоресценції (фотохімічні властивості).

***Оцінка інтенсивності забарвлення листка різних рослин за п'ятибальною системою***

**Мета роботи:** оцінити інтенсивність забарвлення листка різних рослин за п'ятибальною системою. Обладнання, об'єкти: листок паперу; листки досліджуваних рослин. Основні відомості: крім генетичних факторів, для утворення хлорофілу велике значення мають умови навколишнього середовища: світло, температура, кисень, ґрунтове живлення, вода тощо. Найважливішою умовою, необхідною для утворення хлорофілу у рослинах, є світло, насамперед його спектральний склад.

### **ХІД РОБОТИ**

1. Покладіть в рядок всі листки з різних рослин і оцініть їх за 5-ти бальною системою за інтенсивністю зеленого кольору.
2. Дані занесіть в таблицю:

№ п/п	Назва рослини	Оцінка зеленого	Оцінка спиртової	Дані ФЕКа
-------	---------------	-----------------	------------------	-----------

		листка	ВИТЯЖКИ	
1				
2				
3				
4				

### ***Одержання спиртової витяжки пігментів з листків різних рослин***

**Мета роботи:** освоїти методику одержання спиртової витяжки пігментів з листків різних рослин.

Щоб детально вивчити хімічні і фізичні властивості хлоропластів, їх вилучають із зелених рослин. Пігменти зелених листків добре розчиняються в ліпоїдних розчинниках. Вибираючи розчинники, потрібно враховувати розчинність самих пігментів. Залежно від хімічного складу, розрізняють полярні (спирти, ацетон) і неполярні (бензин, петролейний ефір, гексан) розчинники.

### **ХІД РОБОТИ**

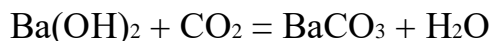
1. Візьміть наважку (1-2 г) листків дослідних рослин.
2. Ножицями або скальпелем нарежьте зелені листки і гомогенізуйте (розтирайте біоматеріал з чистим кварцовим піском).
3. До гомогенізованого матеріалу додайте трохи крейди (для нейтралізації кислот клітинного соку).
4. Зелену масу розтирайте при додаванні спирту доки вся зелена маса стане напіврідкою.
5. Гомогенізовану масу через фільтр перенесіть в колбу.
6. В лійку долийте спирту, доки з маси не буде вилучений весь хлорофіл (спиртова витяжка хлорофілу).

### **Робота 13. Визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеного діоксиду вуглецю ( за Бойсеном-Ієнсенем)**

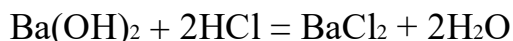
**Матеріали та обладнання:** 1) проросле і не проросле насіння, бруньки, листки, стебла, квітки і інший рослинний матеріал; 2) 0,025 Н розчин  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; 3) 0,025 Н розчин  $\text{HCl}$ ; 4) фенолфталеїн; 5) технічні терези; 6) однакові конічні колби на 250-300 мл (3шт); 7) марлеві мішечки (2шт); 8) бюретки (2шт).

Для визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеного вуглецю в конічну колбу вміщують наважку досліджуваного матеріалу (2-3 г) і певну кількість розчину луго (25 мл). Діоксид вуглецю, що виділяється в процесі дихання, реагує з лугом:





Через певний час луг, що залишився в колбі, титрують:



Порівнюють одержувану величину з результатом титрування такої ж кількості вихідного розчину лугу. Останнє потрібно для визначення початкової концентрації лугу і для обліку невеликої кількості  $\text{CO}_2$ , що була в посудині до досліду, а також поглинутого лугом під час відкривання посудини. Різниця між результатами титрування контрольної і дослідної посудини прямо пропорційна кількості виділеного під час дихання  $\text{CO}_2$ .

Тривалість експозиції залежить від маси наважки та інтенсивності дихання досліджуваного об'єкту. При дуже короткій експозиції різниця між результатами титрування контрольної і дослідної і дослідної колб буде недостовірною. Навпаки, якщо в колбі залишається дуже мало бариту, то може відбутися неповне поглинання  $\text{CO}_2$ . Тому, бажано підібрати таку експозицію, щоб на зв'язування  $\text{CO}_2$  було використано 20-50% лугу (якщо, наприклад, на титрування бариту в контрольній колбі пішло 10 мл  $\text{HCl}$ , то на титрування розчину в дослідній колбі повинно піти не більше 8 і не менше 5 мл.

### ХІД РОБОТИ

Наважку пророслого насіння (2-3 г) або іншого досліджуваного матеріалу висипають у марлевий мішечок і закріплюють його гачечком до гумового корка (мішечок повинен легко проходити крізь горловину колби і не торкатись розчину). Коли все підготовлено, в колбу швидко наливають 25 мл 0,025 Н розчину  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , додають 2-3 краплі фенолфталеїну, відразу опускають в колбу мішечок з насіння і щільно закривають колбу гумовим корком. У контрольну колбу наливають таку саму кількість бариту і фенолфталеїну, але досліджуваний матеріал в неї не опускають.

Колби з об'єктами, що містять хлорофіл потрібно на весь період досліду поставити в темне місце для виключення процесу фотосинтезу. Через 1-2 години насіння чи інший досліджуваний матеріал виймають, колби швидко закривають корками з бюретками і відтитровують залишок бариту 0,025 Н розчином соляної кислоти до зникнення рожевого забарвлення. Вміст контрольної колби титрують через 20 хв. після заповнення її розчином  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . За цей час колбу періодично збовтують (дослідні колби також легенько збовтують, щоб на поверхні рідини не утворювалася плівка  $\text{BaCO}_3$ ).

Інтенсивність дихання вираховують за такою формулою:

$$I_{\text{д}} = \frac{(a - b) \times K \times 0.55}{p \times T}, \text{ де:}$$

Ід - інтенсивність дихання досліджуваного матеріалу, мг CO<sub>2</sub> на 1 г за 1 годину;  
 а - кількість 0,025 Н розчину НСІ, використаного на титрування контролю, мл;  
 в - кількість 0,025 Н розчину НСІ, яку використано на титрування дослід, мл;  
 К - поправка до титру розчину НСІ, мл;  
 р - наважка, г;  
 т - тривалість дослід, год.

Результати дослід записують за такою схемою:

Об'єкт	Варіант дослід	Маса проби, гр	Тривалість дослід, год т	Використано на титрування 0,025 Н розчину НСІ, мг		Поправка до титру НСІ, К	Інтенсивність дихання мг/г/год Ід
				контроль, а	дослід, в		

Під час цієї роботи вивчають інтенсивність дихання сухого, набубнявілого, пророслого насіння, листків, квіток, бруньок різних культур за звичайних умов і під впливом різних температур. На підставі добутих середніх даних дослідів роблять висновок про вплив досліджуваного фактору на інтенсивність дихання об'єкта, вибраного для дослідів.

#### **Робота 14. Будова хромосом. Мітотичний поділ клітини. Порівняння мітозу, мейозу**

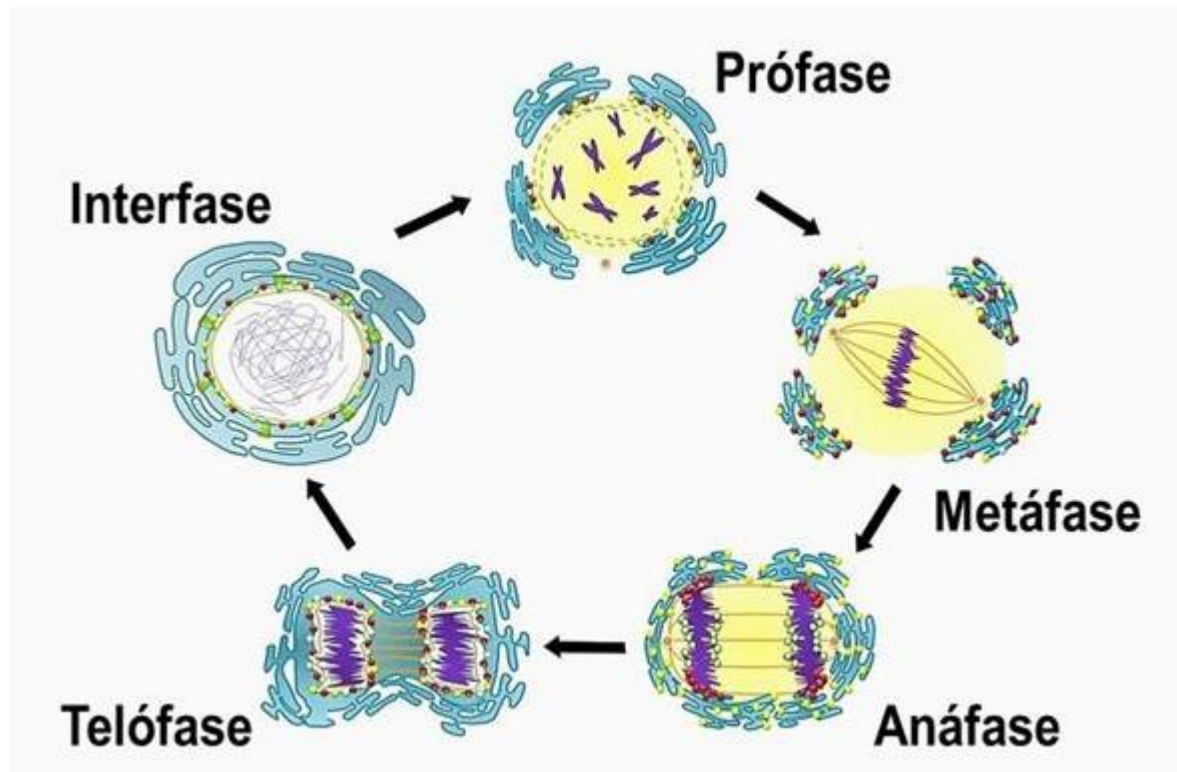
**Матеріали та обладнання:** 1) цитогенетичні препарати мітозу, мейозу, 2) схеми будови хромосом.

Мітоз - це процес поділу клітини, коли клітина бере початок з двох клітин, однакових з материнською клітиною, тобто з однаковою кількістю хромосом. Термін мітоз походить від грецького слова *Myths*, що означає плести нитки.

Функція мітозу полягає у забезпеченні росту та заміщення клітин. Важливість цього розмноження клітин полягає у підтримці розмноження одноклітинних істот, для здійснення процесів загоєння та відновлення тканин.

Цей тип поділу клітин відбувається в диплоїдних клітинах і в деяких клітинах тварин і рослин.

### Фази мітозу:



### Профаза

Профаза є **першою стадією мітозу**. Під час профазы конденсуються хромосоми та формується веретено поділу. У деяких організмів, зокрема тварин та рослин, руйнується ядерна оболонка (відкритий мітоз). Якщо вона не руйнується (закритий мітоз, як у більшості грибів), веретено поділу формується всередині неї.

### Метафаза

Метафаза (від давньогрец. *μετά* (поруч) та *φάσις* (стадія)) — одна зі стадій мітотичного поділу клітини. Протягом метафазы ядерна мембрана руйнується і утворюється веретено поділу, а хромосоми прикріплюються до його центру, утворюючи метафазну пластинку. Важливо відзначити, що вони залишаються в такому положенні протягом досить тривалого часу. У зв'язку з цим метафаза є найзручнішою для підрахунку кількості хромосом у клітині.

### Анафаза

Анафаза (від грецьк. *ἀνά*, «вверх» and *φάσις*, «стадія»). Під час анафазы хроматиди роз'єднуються й розходяться до протилежних полюсів клітини. Цей рух відбувається синхронно й забезпечується взаємодією двох процесів: скорочення ниток веретена поділу клітини, що зв'язують хромосоми з її полюсами, та

подовження центральних ниток веретена, що зв'язують обидва полюси. Завдяки такому механізму хромосоми чітко розходяться до полюсів клітини.

### **Телофаза**

Фаза деспіралізації однохроматидних хромосом. Її називають ще "профазаю навпаки", оскільки відбуваються процеси, що є протилежними до процесів профазі: деспіралізація однохроматидних хромосом, розташування центріолей біля ядра, формування ядерця (ядерець), утворення ядерної оболонки та руйнування веретена поділу.

**Мейоз** – це спосіб поділу еукаріотичних клітин, унаслідок якого з однієї материнської утворюються 4 дочірні клітини з удвічі меншим набором хромосом.

Цей тип поділу включає 2 послідовних поділи, кожний з яких складається з 4 фаз: *профази, метафази, анафази і телофази*. Набір хромосом перед поділом у материнських клітинах диплоїдний, а в дочірніх клітинах – гаплоїдний. Стан спадкової інформації після поділу видозмінений завдяки процесам кон'югації і кросинговеру. Мейоз вперше описав німецький біолог О. Гертріг у 1876 році на прикладі яєць морських їжаків. Проте важливість мейозу в спадковості була описана лише в 1890 році німецьким біологом А. Вайсманом.

### **Етапи і фази мейозу:**

#### I етап – редуційний поділ, або Мейоз I:

**Профаза I** – є найтривалішою за часом у мейозі, під час неї відбувається ряд процесів. В ній виділяють:

Лептотена (стадія тонких ниток) — початок конденсації хромосом, в цілому нагадує ранню профазу мітозу, відрізняючись більш тонкими хромосомами і великими ядрами.

Зиготена (стадія ниток, що зливаються) — зближення та початок кон'югації гомологічних хромосом; наприкінці її всі гомологи поєднуються в біваленти.

Пахітена, чи пахінема — (найдовша) — в деяких місцях гомологічні хромосоми щільно з'єднуються, утворюючи хіазми. В них проходить кросинговер — обмін ділянками між гомологічними хромосомами.

Диплотена, чи диплонема — проходить часткова деконденсація хромосом, при цьому частина геному може бути активна: проходять процеси транскрипції (синтез РНК), трансляції (синтез білка); гомологічні хромосоми залишаються з'єднаними між собою. У деяких тварин в ооцитах хромосоми на цій стадії набувають характерної форми хромосом типу лампових щіток.

Діакінез — ДНК знову максимально конденсується, синтетичні процеси припиняються, розчиняється ядерна оболонка; центріолі розходяться до полюсів; гомологічні хромосоми залишаються з'єднаними між собою.

**Профаза I** - це спіралізація двохроматидних хромосом. Хромосоми вкорочуються й ущільнюються та набувають вигляду паличкоподібних структур.

Після цього гомологічні хромосоми зближуються і кон'югують (тісно прилягають одна до одної по всій довжині, обвиваються, перехрещуються). Так утворюються комплекси з 4 хроматид, сполучених між собою в певних місцях, так звані *тетради*, або *біваленти*.

**Кон'югація** (зближення і злиття ділянок гомологічних хромосом) і **кросинговер** (обмін певними ділянками між гомологічними хромосомами). У результаті кросинговеру утворюються нові комбінації спадкового матеріалу. Таким чином, кросинговер є одним із джерел спадкової мінливості. Через певний час гомологічні хромосоми починають відходити одна від одної. При цьому стає помітним, що кожна з них складається з двох хроматид.

В профазі I також відбувається:

- Розходження центріолей до полюсів.
- Зникнення ядерцець.
- Розпад ядерної оболонки на фрагменти.
- Формування веретена поділу.

**Метафаза I** – фаза розташування *тетрад* на екваторі:

- короткі нитки прикріплюються до центромер лише з одного боку і хромосоми розташовуються двома лініями;
- на екваторі клітини розташовуються *тетради*.

**Анафаза I** – фаза розходження *двохроматидних* гомологічних хромосом.

- кожна тетрада розділюється на *двохроматидні* хромосоми;
- нитки веретена поділу скорочуються і розтягують *двохроматидні* хромосоми до полюсів. Наприкінці анафази біля кожного з полюсів клітини опиняється гаплоїдний (половинний) набір хромосом. Розходження хромосом кожної пари є подією випадковою, що є ще одним джерелом спадкової мінливості.

**Телофаза I** – фаза *деспіралізації* *двохроматидних* хромосом:

- утворення двох клітин з *гаплоїдним набором* *двохроматидних* хромосом;
- у клітинах тварин та деяких рослин хромосоми *деспіралізуються* і поділяється цитоплазма материнської клітини, але в клітинах більшості видів рослин цитоплазма не ділиться.

Результатом Мейозу I є утворення з однієї материнської клітини двох дочірніх клітин з гаплоїдним набором *двохроматидних* хромосом.

## **II етап – мітотичний, або Мейоз II**

**Профаза II** – фаза *спіралізації* *двохроматидних* хромосом.

**Метафаза II** – фаза розташування *двохроматидних* хромосом на екваторі.

- короткі нитки прикріплюються до центромер;
- на екваторі клітини в один ряд розташовуються *двохроматидні* хромосоми.

**Анафаза II** – фаза розходження *однороматидних* хромосом до полюсів клітин:

- кожна хромосома розділюється на хроматиди;
- нитки веретена поділу скорочуються і розтягують хроматиди до полюсів.

**Телофаза II** – фаза *деспіралізації* *однороматидних* хромосом:

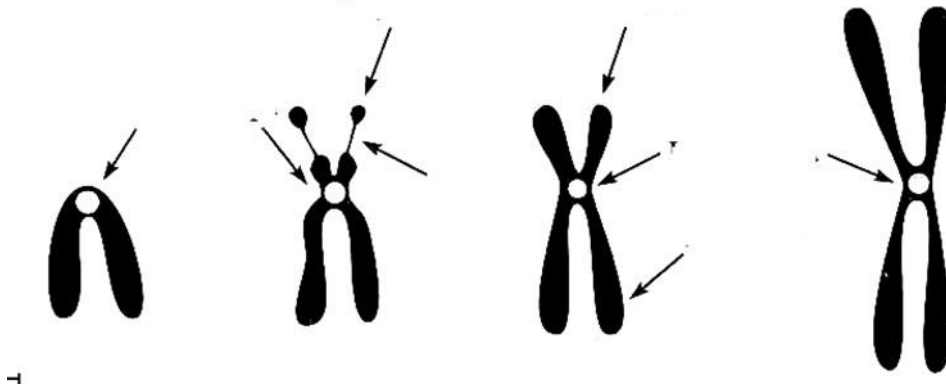
- утворення двох клітин з гаплоїдним набором однохроматидних хромосом.

Отже, загальним результатом мейозу є утворення з однієї материнської клітини 4 дочірніх клітин з гаплоїдним набором однохроматидних хромосом.

Біологічне значення мейозу:

- 1) забезпечує видозміну спадкового матеріалу;
- 2) підтримує сталість каріотипу при статевому розмноженні;
- 3) лежить в основі статевого розмноження.

**Завдання 1.** На рисунку 2 позначте цифрами особливості морфології хромосом та вкажіть їх типи.



**Рис.2 Типи хромосом**

- 1 – центромера
- 2 – теломера
- 3 – тіло хромосоми
- 4 – супутник
- 5 – вторинна перетинка
- 6 – акроцентрична хромосома
- 7 – метацентрична хромосома
- 7 – субметацентрична хромосома
- 8 – коротке плече (p)
- 9 – довге плече (q)

**Завдання 2.** Розгляньте на фіксованих препаратах та схемах клітини в період інтерфази, профази, анафази та телофази мітозу і зобразіть ці етапи в таблиці.

**Характеристика фаз мітозу**

Фаза	Малюнок	Короткий опис
Інтерфаза		
<b>Мітоз</b>		
Профаза		

Метафаза		
Анафаза		
Телофаза		

### Характеристика фаз мейозу

Фаза	Малюнок	Короткий опис
<b>Профаза 1</b>		
Лептотена		
Зиготена		
Пахітена		
Диплотена		
Діакінез		
Метафаза1		
Анафаза1		
Телофаза 1		
<b>Мейоз 2</b>		
Метафаза2		
Анафаза 2		
Телофаза2		

**Завдання 3.** Позначте в таблиці існуючі відмінності між процесами мітозу та мейозу.

**Відмінності мітозу від мейозу**

Зміст	Мітоз	Мейоз	
		Редукційний поділ	Еквацийний поділ
Профаза			
Метафаза			
Анафаза			
Телофаза			
Кількість дочірніх клітин			
Дочірні клітини генетично ідентичні			
Місце поділу			
Біологічне значення			



## Робота 15. Будова вищих рослин

**Матеріали та обладнання:** 1) гербарій фонових представників місцевої флори та флори Карпатського регіону країни, зібраних у різних біотопах.

1. Вивчити будову рослини, вегетативної, генеративної бруньок, кореню, квітки, форми галуження пагонів, їх видозміни, типи кореневих систем,

метаморфози коренів.

2. Підготувати доповіді на наступні теми:

- «Явище подвійного запліднення».
- «Запилення. Його різновиди».

3. За допомогою підручників, гербарного матеріалу заповнити таблицю 1:

Таблиця 1

### Органи рослин

Орган рослин	Типи (видозміни) та різновиди органу (замалювати)	Рослини, яким притаманні	Функції, (видозміни) та різновиди органу	Примітка
--------------	---	--------------------------	--	----------

Органи рослин поділяють на *вегетативні* та *генеративні*. До вегетативних органів відносять *корінь, стебло, листок і бруньку*, до генеративних – квітку. Квітка є генеративним органом покритонасінних рослин, у спорових це *спорангій*, у голонасінних – *шишка*.

*Пагін* є основним надземним органом вищих рослин. Він складається з осьової частини – стебла і розташованих на ньому листків і бруньок.



Рис. 1. Пагін, частини пагона

Листки є основними бічними вегетативними органами, розташованими на стеблі в певному порядку. Ділянка стебла, від якої відходить один або декілька листків, називається вузлом, ділянка стебла між двома сусідніми вузлами — міжвузлям.

Стебло виконує опорну функцію і здійснює взаємозв'язок різних, частин рослини. Основні типи стебел – прямостоячі, виткі, повзучі, чіпкі та розеткові.

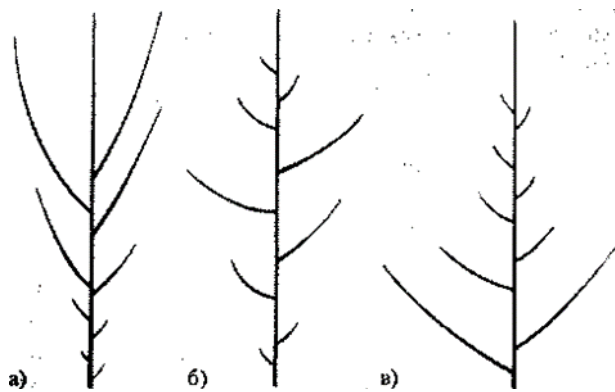


**Рис. 2. Типи стебел:** 1) повзуче (суниця), б) витке (березка), в) прямостояче (соняшник), г) розеткове (кульбаба)

*Галуження і формування крони.* За ступенем галуження стебла рослини умовно поділяються на *розгалужені, слабо розгалужені і дуже розгалужені.* Відсутність або мала кількість бічних гілок характерна для стародавніх форм папоротей і голонасінних, поширених у тропічній, рідше, субтропічній зонах. Серед квіткових до таких рослин належать більшість пальм, драцени, юки, агави, алое, багато кактусів. Крона таких рослин формується не бічними пагонами, а великими листками.

Залежно від розташування найсильніших бічних гілок на материнській осі розрізняють такі форми галуження, як акротонія і базитонія. *Акротонія* – розташування наймасивніших бічних гілок ближче до верхівки материнського пагона (сосна, дуб, клен, волошка синя, волошка польова, ромашка аптечна). *Базитонія* – розташування масивних бічних гілок у нижній частині материнського пагона (кущі).

У дерев найдовші, добре освітлені пагони виконують фотосинтезуючу функцію і тому несуть на собі велику вегетативну масу листків. Квітки, навпаки, розташовуються всередині крони на вкорочених генеративних пагонах. У трав'янистих форм, які ведуть основну конкуренцію не за освітленість, а за запилювачів, вегетативні пагони укорочені (розеткові), а генеративні (які несуть квітки) подовжені, часто позбавлені фотосинтезуючих листків (стрілка).



**Рис. 3. Форма галуження пагонів:** а) акротонія, б) мезотонія, в) базитонія

Важливою характеристикою, що описує наростання пагонів є система росту. У разі моноподіальної системи ріст рослини відбувається у висоту за рахунок верхівкової бруньки, розташованої на верхівці головного пагона – пагона першого порядку, і є результатом діяльності однієї й тієї ж меристеми, що самооновлюється. Бічні пагони з пазушних бруньок, що з'являються на осі першого порядку, називаються пагонами другого порядку, на пагонах другого порядку – пагонами третього порядку і т. д. Пагони другого, третього та подальших порядків також нарастають моноподіально верхівковою брунькою. У голонасінних, за рідкісним винятком, моноподіальне наростання зберігається впродовж усього життя. Листяні дерева з віком часто втрачають моноподіальність. Моноподіальність більш притаманна травам, ніж деревам і кущам

У дерев і кущів частіше спостерігається *симподіальна система росту*. Перші декілька років ріст рослини відбувається моноподіально – за рахунок верхівкової бруньки осі першого порядку. Потім верхівкова брунька відмирає, і формування головного вертикального стовбура продовжується за рахунок найближчої бічної бруньки. Відбувається *перевершення*: один з бічних пагонів починає рости швидше за інші, стаючи пагоном заміщення, який приймає напрям росту головного пагона і стає його продовженням. Подальше перевершення відбувається щорічно, так що стовбур таких рослин є не *моноподієм*, а *симподієм* - складовою віссю. Пагони того ж порядку, що й пагін, який здійснив перевершення, стають бічними пагонами (гілками), які теж нарастають симподіально. В одних видів відбувається чергування моноподіальної і симподіальної систем наростання (береза). Для інших видів симподіальне наростання обов'язково відбувається щороку (липа, купина).

Системи галуження поділяються на три типи залежно від кількості утворюваних бічних пагонів. *Монохазій* – тип галуження, за якого на осі якогось порядку утворюється тільки одна вісь наступного порядку. *Дихазій* – тип галуження, за якого на осі якогось порядку утворюється тільки дві осі наступного порядку. *Плейохазій* – тип галуження, за якого на осі якогось порядку

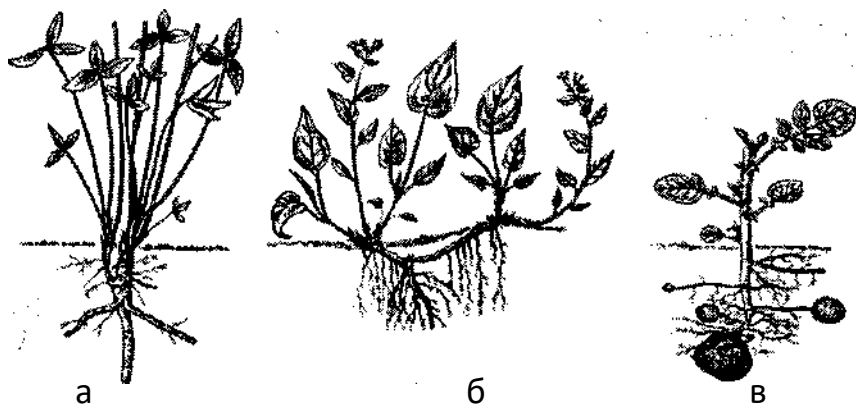
утворюється декілька осей наступного порядку.

### Видозміни пагонів.

*Каудекс* – потовщена основа пагона, що містить запасні речовини і несе бруньки відновлення. Разом із коренем є зимуючою частиною рослини.

Відрізняється від кореневища тим, що не відмирає на старішому (проксимальному) кінці, оскільки переходить у головний корінь, разом з яким розростається з року в рік. Характерний для багаторічних трав.

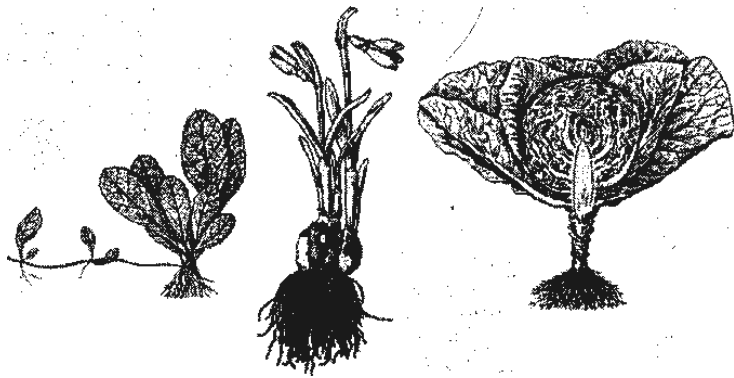
*Кореневище* (ризомом) – довговічний підземний пагін, як правило, з горизонтальним напрямом росту. Виконує функцію оновлення, запасання, вегетативного розмноження. Зазвичай має чітко виражену метамерну будову, від кореня відрізняється наявністю вузлів, міжвузлів, бруньок, видозмінених лускоподібних листків. У міру наростання верхівки протилежний кінець поступово відмирає. У більшості випадків формує додаткові корені.



**Рис. 4. Видозміни пагонів:** а – каудекс конюшини гірської; б – кореневище медунки неясної; в – підземні столони з бульбами у картоплі.

*Підземні столони та бульби* формуються з бруньок, що знаходяться на рівні ґрунту або в ґрунті. Бічні пагони, що ростуть з цих бруньок, – *столони* розташовуються в ґрунті; до кінця вегетативного періоду в їхній верхівковій частині відкладаються запасні речовини й утворюється *бульба*. Поряд із бульбою формується система додаткових коренів. Бульба являє собою видозмінений укорочений пагін, на його поверхні знаходяться бруньки, розташовані в пазухах лускових листків, – *вічка*. З вічок на початку наступного вегетативного періоду починають формуватися нові надземні пагони.

*Надземні столони* виконують функцію вегетативного розмноження і переселення. Коли стolon досягає певної довжини, на його верхівці формується дочірня особина, що складається з додаткових коренів і укороченого розеткового пагона. Якщо стolon позбавлений фотосинтезуючих листків і має довгі міжвузля, його називають *вус*.



**Рис. 5. Видозміни пагонів:** а – надземні столони живучки повзучої; б – цибулина білого проліска; в – качан капусти.

*Цибулина* – орган вегетативного розмноження і відновлення, є підземним (зрідка надземним) пагоном з короткою сплющеною віссю, лускоподібними, м'ясистими, соковитими листками, які виконують захисну і запасуючу функції. З верхівкових і пазушних бруньок формуються надземні пагони, а з основи — додаткові корені.

Перетворення надземних пагонів, як правило, пов'язані з функціями запасання та захисту. Потовщення стебла або листків для запасання води характерні для рослин посушливого клімату. Качан є одним з небагатьох прикладів перетворень бруньки і пристосований до накопичення води.

Утворення колючок з листків, прилистків, пагонів або шпильок з виростів покривної тканини захищає рослину від поїдання тваринами та зменшує площу транспірації.

### **Корінь**

*Корінь* – осьовий вегетативний орган рослини, що виконує функцію всмоктування води з ґрунту і фіксацію рослини, здатний невизначено довго рости в довжину завдяки діяльності апікальної меристеми. Основною відмінністю кореня від пагона є те, що на корені ніколи не утворюється листків.

**Зони кореня.** Кінчик кореня прикритий захисним утвором кореневим чохлаком. Кореневий чохлак захищає нижні клітини меристеми зони поділу від механічного ушкодження частинками ґрунту під час росту. Він складається із живих клітин, які постійно злущуються і продукують слиз, який зволожує ґрунт і полегшує просування кореня. Утворення клітин чохлака забезпечується роботою апікальної меристеми. У клітинах центральної частини чохлака містяться крохмальні зерна, що виконують роль органа рівноваги та забезпечують позитивний геотропізм кореня.

Під чохлаком розташовується зона поділу, товщина якої, як правило, не перевищує 1 мм. У цій зоні розташовуються клітини апікальної меристеми, які

діляться й утворюють усі інші клітини та тканини кореня.



**Рис. 6. Будова кореня.**

*Позитивний геотропізм* означає, що корінь росте вниз (у бік земного тяжіння). На відміну від кореня стебло має негативний геотропізм, тобто росте вгору.

Далі розташована зона розтягування. Поділ клітин у цій зоні майже припинений, вони дуже розтягуються в подовжньому напрямі за рахунок збільшення вакуолей.

На поверхні клітин у всисній зоні утворюється безліч корневих волосків, які є виростами клітин, проникають у ґрунт і виконують функцію всмоктування води. Тканина, на поверхні клітин якої є волоски, називається *ризодермою*.

Наступною йде провідна зона, позбавлена корневих волосків. Вона покрита щільною твірною тканиною, яка захищає корінь, – *екзодермою*.

### **Внутрішня будова кореня.**

На поперечному зрізі кореня розрізняють два шари – *кору і стелу (осьовий, або центральний, циліндр)*.

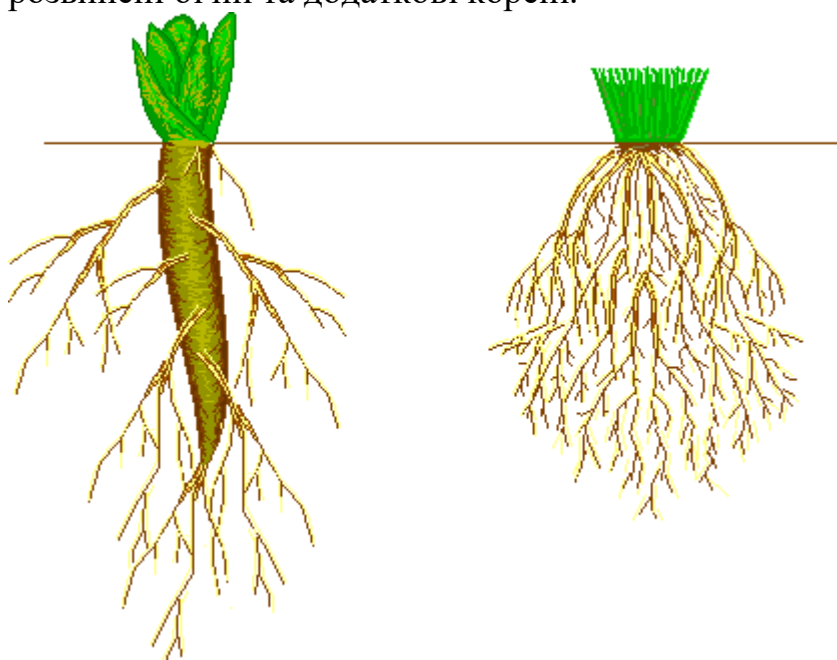
Внутрішній шар кори називається *ендодермою*. Оболонки клітин ендодерми непроникні для розчинів, тому вода і розчинені в ній речовини можуть пройти в стелу тільки по протопластах. Зовнішній шар кори – *екзодерма* представлений шаром клітин, розташованих між ризодермою та ендодермою. Вона виконує провідну функцію, а після відмирання ризодерми перетворюється на захисну покривну тканину.

Стела складається з твірної тканини, розташованої зовні від провідних елементів флоєми та ксилеми. У голонасінних і дводольних рослин згодом між флоємою і ксилемою виникає камбій, а екзодерма відмирає і заміщається перидермою.

## Види коренів.

Головний корінь утворюється із зародкового корінця і є продовженням стебла. Бічні корені виникають на головному (бічному, додатковому) корені вище за всисну зону, забезпечують галуження кореневої системи, збільшують всмоктуючу поверхню і міцність фіксації рослини в ґрунті. Додаткові корені дуже різноманітні. Додаткові корені, на відміну від бічних, можуть утворюватися на стеблі, а у рослин з повзучим стеблом або кореневищем складати основу кореневої системи.

Кореневі системи поділяють на дві основні групи *стрижневу* і *мичкувату*. Стрижнева коренева система характеризується добре розвиненим і помітним *головним коренем*. Мичкувата коренева система представлена численними *додатковими коренями*, головний корінь недорозвинений або відсутній. Зовнішні відмінності між мичкуватою і стрижневою системами можуть бути непомітні, якщо головний корінь не дуже розвинений або дуже розвинені бічні та додаткові корені.



**Рис. 7. Кореневі системи:** а) стрижнева; б) мичкувата

Такий розподіл є вельми умовним. Кожна коренева система постійно зазнає структурних змін, які зумовлені зміною віку рослини, порою року, кліматом, морфологією надземної частини рослини тощо. Ці чинники істотно впливають на формування кореневої системи і можуть викликати відмінності навіть у двох представників одного й того ж виду.

## Спеціалізація та метаморфози коренів.

*Мікориза* — симбіотичний спосіб співіснування гриба та рослини, за якого гіфи гриба проникають у корінь рослини. Грибний компонент

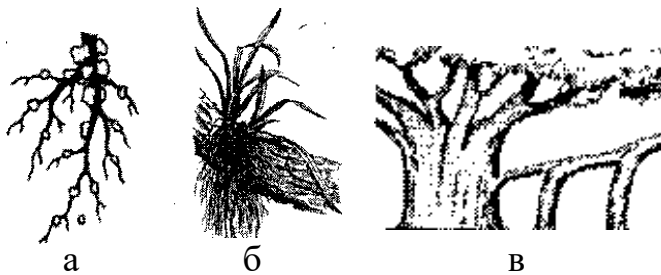
полегшує рослині споживання води і розчинів мінералів з ґрунту і забезпечує її біологічно активними речовинами, стимулюючи обмінні процеси; від рослини гриб отримує органічні речовини.

*Бактеріальні бульби* – утвори, які виникають у результаті поселення в бічних коренях бактерій роду *Rhizobium*. Ці бактерії здатні засвоювати молекулярний азот повітря і постачати його рослинам; з кореня бактерії отримують речовини, необхідні для життєдіяльності. *Втягуючі корені* здатні коротшати біля основи, втягуючи стебло в ґрунт. Це пристосування важливе для рослин, паростки яких перецікують у ґрунті несприятливі умови.

*Повітряні корені* характерні для епіфітів (родини Ароїдні, Архідні) – рослин, що живуть на верхівках дерев. Ці рослини не паразитують, а уловлюють воду з повітря. Ризодерма їхніх коренів має будову, що дозволяє вбирати туман або росу капілярним способом.

*Дихальні корені* характерні для деяких тропічних рослин, що живуть у заболоченій місцевості. Вони ростуть угору з ґрунту та забезпечують кореневу систему киснем через аеренхіму.

*Ходульні корені та стовпчасті корені* характерні для рослин, що живуть на мулистому нестабільному ґрунті або мають велику площу крони. Вони звисають з гілок або утворюються на стовбурі, доростають до землі і забезпечують додаткову опору рослині.



**Рис. 8. Спеціалізація та метаморфози коренів:** а – бактеріальні бульби на коренях люпину; б – повітряні корені епіфітних орхідей; в – стовпчасті корені баньяна.

### Квітка

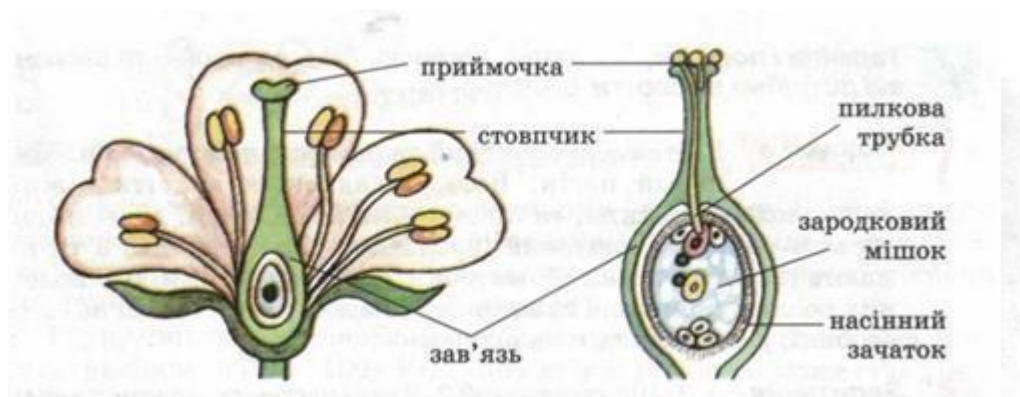
*Квітка* – генеративний орган покритонасінних рослин, який утворився в ході еволюції з пагона в результаті спеціалізації та метаморфозу його частин.

Осьовою частиною квітки є квітколоже, на якому розміщена решта компонентів квітки *оцвітину*, *тичинки*, *маточки*. Міжвузля під квіткою називається квітконіжкою. Квітки, що не мають квітконіжки, називаються *сидячими*.

*Оцвітину* це листочки, які оточують тичинки та маточки. Листочки оцвітини виконують дві основні функції: захищають тичинки та маточки квітки,



що не розкрилася, і принадають запилювачів. Оцвітина буває *простою і подвійною*. Подвійна оцвітина складається з *чашечки та віночка*. Чашечка утворює зовнішнє коло оцвітину. Листочки чашечки – *чашолистки* зазвичай мають невеликі розміри та зелене забарвлення. Чашечка буває *роздільно листкова* (чашолистки вільні) і *зрослолисткова* (чашолистки зростаються, утворюючи трубку із зубчиками). У деяких рослин чашечка зредукована або видозмінена (парашут кульбаби). У ході еволюції чашолистки утворилися з листків верхівкової формації, що доводиться подібністю їхньої морфологічної та анатомічної будови. *Віночок* – внутрішня частина подвійної оцвітину, його листочки називаються пелюстками. Вони, як правило, добре розвинені та мають яскраве забарвлення. За різноманітністю форм, розмірів і кольору пелюсток віночок перевершує всі інші частини квітки.



**Рис. 9. Будова квітки**

Сукупність *тичинок* квітки називається *андроцеєм*. Тичинка продукує *пилку*, усередині якого утворюються спермії. Тичинка складається : *тичинкової нитки* і *пиляка*. Пиляки складаються з двох половинок, усередині кожної з них утворюються *пилкові зерна*. Кількість тичинок може коливатися від однієї до декількох сотень, вони можуть зростатися або бути вільними, відрізнятися за довжиною або бути однаковими. У процесі еволюції тичинки утворилися з листків.

*Гінецей* – сукупність *плодолистків* у квітці, які утворюють одну або декілька маточок. Плодолистки сформувалися в процесі еволюції із спорофілів, а розміщені на них насінні зачатки із спорангіїв. У маточці розрізняють *зав'язь* – нижню розширену частину, що містить насінні зачатки, *приймочку* – верхівку, що сприймає пилку, і *стовпчик* – перехід від зав'язі до приймочки.

Залежно від положення щодо решти частин квітки *зав'язь* буває *верхньою* або *нижньою*. Верхня зав'язь розташовується на квітколожі вільно, решта частин квітки розташована нижче. Нижня зав'язь розташована під оцвітиною та тичинками.

Будову квітки можна стисло описати умовними знаками — так званою формулою квітки.

Якщо квітка має тільки тичинки, але не має маточок, її називають *чоловічою*  $O$ . Якщо ж має маточки і не має тичинок — *жіночою*  $\$$ .

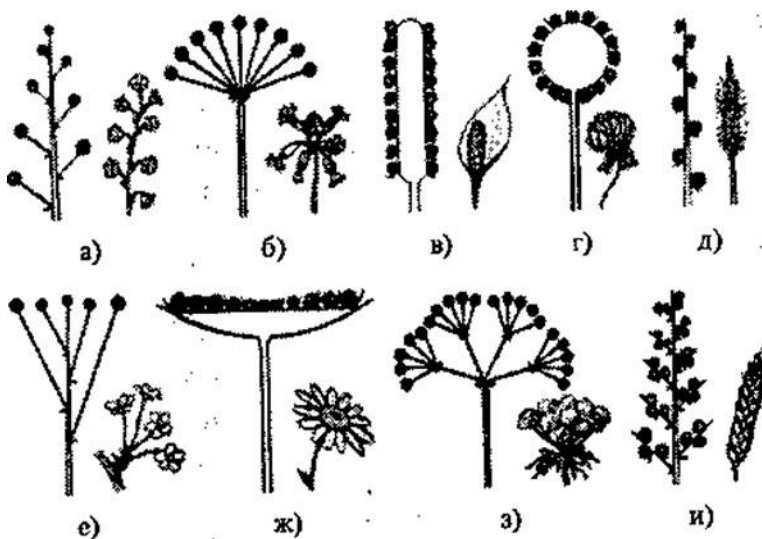
Переважає більшість рослин має *двостатеві квітки*. Проте існують види, у яких одні особини утворюють тільки *чоловічі квітки*, а інші тільки *жіночі*. Такі рослини називають *двodomними*. Рослини, у яких є двостатеві квітки або ж різностатеві квітки розміщені на одному організмі, називаються *одномдомними*.

### Суцвіття

*Суцвіття* — спеціалізована для утворення квіток частина пагона. Більшість верхівкових меристем у суцвітті утворюють квітки, тому такі пагони втрачають здатність до подальшого росту.

Залежно від ступеня галузнення суцвіття поділяють на *прості* та *складні*. У простих суцвітті галузнення не перевищує двох порядків, тобто на головній осі квітки розташовуються поодинокі. У складних суцвітті галузнення може досягати трьох, чотирьох і більше порядків. Описуючи морфологічні ознаки суцвіття, враховують наявність і ступінь розвитку листків, порядок галузнення осей, моно- і симподіальні способи наростання, поведінку верхівкових меристем головного пагона.

В одних рослин на верхівці формується квітка, яка, як правило, випереджає бічні, розкриваючись раніше. Такі суцвіття називають *закритими*. В інших суцвітті верхівкова меристема залишається у вегетативному стані, не утворює квітки та іноді зберігає здатність до росту. Такі суцвіття називають *відкритими*. Квітки в них, як правило, розпускаються послідовно від нижніх до верхніх.



**Рис. 10. Види суцвіття:** а) китиця; б) зонтик; в) початок; г) головка; д) колос; е) щиток; ж) кошик; з) складний зонтик; і) складний колос.

Прості суцвіття зазвичай моноподіальні, а порядок галуження осей не перевищує двох. *Китиця* має подовжену головну вісь і виражені квітконіжки, більш-менш однакові між собою. Якщо квітконіжки не однакові (нижні довші за верхні) і квітки розташовуються в одній площині, то суцвіття називається *щиток*.

Якщо на розвиненій головній осі квітки сидять, то суцвіття називається колос, а якщо головна вісь при цьому м'ясиста – *качан*.

Якщо головна вісь укорочена, а квітконіжки мають однакову довжину, то суцвіття називається *зонтик*. Якщо на головній укороченій (іноді м'ясистій) осі розташовуються сидять квітки, то суцвіття називається *головка*.

У суцвітті *кошик* квітки розміщуються на поверхні головної сплющеної осі.

До складних суцвіть, що мають моноподіальне наростання відносять *подвійну китицю, складний зонтик і складний колос*. У цих суцвіть на головній осі розташовуються прості суцвіття, будова яких описана вище.

*Волоть* має більше ніж три порядки галуження, причому нижні галуження розвинені більше за верхні, наростання моноподіальне.

*Цимоїди* – складні суцвіття, що мають симподіальне наростання і головну невиражену вісь. До цимоїдів належать суцвіття *монохазії, дихазії і плейохазії*. У цих суцвіттях материнська вісь змінювалася однією, двома або багатьма дочірніми осями наступного порядку відповідно.

*Біологічне значення суцвіть*: зближення квіток збільшує ймовірність перехресного запилення; дрібні квітки, зібрані в суцвіття, стають помітнішими для запилювачів.

## Плід

Плід є утворенням, характерним тільки для покритонасінних рослин. Різноманітність і класифікація плодів визначається будовою оплодня, способом розкривання плоду і особливостями розповсюдження. Залежно від будови оплодня плоди поділяють на *сухі та соковиті*.

*Ягода* – соковитий плід, що містить багато насіння; оплодень соковитий, м'який, тверді покриви насіння утворені покривами насінного зачатка (томат, картопля, огірок, кавун).

*Кістянка* – соковитий однонасінний плід; шкірка, м'якоть і тверда кісточка утворені шарами оплодня (вишня, слива, персик, абрикоса).

*Складна кістянка* – соковитий плід, утворений зрослими кістянками, розташованими на спільному квітколожі (малина й ожина).

*Яблуко* – соковитий багатонасінний плід; соковита частина утворюється внаслідок зростання оплодня та квітколожа, яке обростає його (яблуно, груша, айва).

*Горіх* – сухий однонасінний плід із здерев'янілим оплоднем (ліщина).

*Зернівка* – сухий однонасінний плід; тонкий оплодень дуже щільно

прилягає до насінної шкірки, тож плід є нерозкривним (злаки).

*Сім'янка* — сухий однонасінний плід із тонким шкірястим оплоднем (соняшник).

*Біб* – сухий багатонасінний плід; насіння прикріплене до стулок зав'язі зсередини (горох). На відміну від боба, у стручка насіння розмішується на перегородці між стулками (капуста).

*Гарбузина* – м'ясистий багатонасінний плід (патисон, кабачок, гарбуз).

*Коробочка* – сухий багатонасінний плід (тюльпан, мак, дурман, чистотіл).

Плоди розповсюджуються *за допомогою води, вітру, тварин*. Плоди, що поширюються вітром, дуже дрібні та легкі, мають пристосування для польоту: ворсинки, крильця, пух, повітроносні порожнини (кульбаба, тополя, клен).

Розповсюдження за допомогою води характерне для водяних рослин. Їхнє насіння покрите щільною оболонкою і здатне довгий час зберігати життєздатність у воді. Багато сухих плодів розноситься, зачепившись за вовну тварин; для цього на їхній поверхні є різноманітні вирости та гачечки (лопух, череда). Насіння багатьох рослин розповсюджується тваринами, які поїдають плоди (омела, вишня, калина, малина, суниця, горобина). Оплодні таких рослин м'ясисті та їстівні, а насіння покрите оболонкою, яка захищає його від перетравлення. У такий спосіб насіння розноситься на значні відстані та висівається разом із «добривами». Насіння багатьох таких рослин не може прорости без обробки травними ферментами тварин. Плоди деяких рослин пристосовані для самостійного поширення насіння. У деяких видів африканських кавунів під час дозрівання вміст плоду стає рідким, а плодоніжка відсихає і на її місці утворюється отвір. Коли плід, що відокремився, перекочується вітром, через отвір насінин потрапляє в ґрунт і відразу ж поливається рідиною з плоду, що дуже важливо в посушливому африканському.

## **Робота 16. Визначення вищих спорових та насінневих рослин**

**Матеріали та обладнання:** визначники вищих рослин, гербарний матеріал, свіжозібраний рослинний матеріал.

### **Завдання.**

1. Використовуючи визначники рослин, ознайомтесь із наступними родинami вищих спорових та насінневих рослин, замалюйте типових представників:

- *Відділ Плауноподібні (Lycopodiophyta)*. Родина Плаунові.
- *Відділ Хвоцеподібні (Equisetophyta)*. Родина Хвощові.
- *Відділ Папоротеподібні (Pteridophyta)*. Родина Багатоніжкові.
- *Відділ Голонасінні (Pinophyta)*. Родина соснові. Родина кипарисові.
- *Відділ Покритонасінні (Magnoliophyta)*.

*Клас дводольні*. Родини: лататтеві, жовтецеві, барбарисові, макові, в'язові, кропивові, букові, березові, гвоздикові, щиріцеві, гречкові, звіробійні, фіалкові,

хрестоцвіті, вербові, брусничні, первоцвіті, липові, молочайні, тимелеєві, товстолисті, ломикаменеві, росичкові, розові, бобові, водянососонкові, льонові, квасеницеві, геранієві, бальзамінові, деренові, зонтичні, бруслинові, жостерові, омелові, маслинові, маслинкові, жимолостеві, валеріанові, барвінкові, тирличеві, маренові, березкові, повитицеві, шорстколисті, пасльонові, ранникові, подорожникові, вербенові, губоцвіті, дзвоникові, складноцвіті.

*Клас Однодольні.* Родини: жабурникові, рдесникові, лілійні, амарилісові, аспарагусові, півникові, орхідні, ситникові, осокові, злакові, ряскові.

2. Опануйте методику опису рослин за загальноприйнятим планом.

3. Навчитися працювати з визначником рослин та засвоїти методику визначення рослин.

4. За гербарними зразками та натуральними об'єктами визначте запропоновані рослини та їх українські і латинські назви.

### **Відділ Покритонасінні (Квіткові)**

Основними відмінними особливостями покритонасінних є наявність квітки, плоду, подвійного запліднення. Відділ складається із 2-х класів – дводольні та однодольні.

*Клас Дводольні.* Включає близько 180 тис видів. До них належать дерева, кущі, трави. Зародок дводольних має 2 сім'ядолі (у чистяка, чубарки і деяких зонтичних – 1, у дегенерії – 3). Листки з перистим жилкуванням. Рідше пальчастим або дуговим. Провідні пучки, як правило, відкриті, розташовані в одне коло. Зародковий корінець перетворюється на головний корінь стрижневої системи, у багатьох трав коренева система мичкувата. Квітки пятичленні, рідше чотири- або тричленні.

*Клас однодольні.* Включає близько 60 тис видів. Представлений в основному травами, зрідка зустрічаються вторинно-деревні форми (пальми). Жилкування паралельне, рідше дугове, перисте або пальчасте. Провідні пучки закриті, можуть розташовуватися в декілька кіл. Зародковий корінець відмирає, замінюючись мичкуватою системою додаткових коренів.

### **План опису квіткової рослини (морфологічний аналіз)**

1. *Життєва форма.* Рослина трав'яниста чи дерев'яниста. Особливості підземних органів (наявність кореневищ, цибулин, бульб, потовщення кореня тощо). Рослина однорічна, дворічна, багаторічна, висота рослини.

2. *Види коренів:* головний, бічні, додаткові. Тип кореневої системи: стрижнева, мичкувата, змішана.

3. *Види стебел:* просте чи розгалужене, з листками чи без них, прямостояче, лежаче, повзуче, чіпке, витке. Форма стебла на поперечному зрізі (кругле, чотиригранне, багатогранне, опушення, наявність колючок, шипів, вусів та інші особливості.

4. *Види листків*: прості чи складні, черешкові або сидячі. Форма листкових пластинок за загальним обрисом, ступенем розчленування, формою краю. Жилкування (дугове, паралельне, пальчастосітчасте, перистосітчасте). Листкорозміщення (супротивне. кільчасте, почергове). Опушення. Метаморфози листка (вуса, колючки, лусочки і т. д.). Наявність гетерофілії чи мозаїки.

5. *Наземні пагони*. Типи галуження. Метаморфози пагонів (вкорочені, стрілки, колючки, вуса і т. л). Особливості будови і розміщення бруньок

6. *Квітка*: одностатева, двостатева, безстатева. Розміри квіток. Оцвітина: проста, подвійна, правильна (актиноморфна), неправильна (зигоморфна), асиметрична. Чашечка: роздільнолиста, зрослолиста, правильна, неправильна. Кількість чашолистків, їх забарвлення, опушення та інші особливості. Наявність підчаші. Віночок: зростопелюстковий, роздільнопелюстковий, правильний, неправильний. Кількість пелюсток, їх забарвлення, форма та інші особливості. Тичинки (андроцей): кількість, місце їх прикріплення, наявність зростання (одно-, дво- та багатобратній), двосильний, чотирисильний. Маточка (гінецей) кількість, число стовпчиків. Приймочка цілісна чи лопатева. Зав'язь верхня, нижня, середня. Кількість гнізд у зав'язі. Кількість плодолистків (карпел), що утворюють маточку. Гінецей (апокарпний, ценокарпний). Формула квітки. Діаграма квітки.

7. *Суцвіття*. Квітки поодинокі чи в суцвіттях. Тип суцвіття. Приквітники, їх форма і розміри. Приквітнички (плівчасті, лусковидні), їх забарвлення.

8. *Плід* (тип, розмір, форма). Оплодень (сухий, соковитий). Плід справжній чи несправжній, розкривний чи нерозкривний. Число камер. Багатонасінний чи однонасінний.

9. *Насіння*: величина, форма, колір, інші особливості.

10. *Місце зростання*: ліс, луки, посіви культур, водойма, берег водойми, болото, звалище, вигін, присадибні ділянки тощо.

11. *Господарське значення*: харчова, кормова, декоративна, технічна, медоносна, лікарська, ефіроолійна, вітамінна, бур'янова, отруйна.

## **Робота 17. Особливості основних типів рослинних тканин**

**Матеріали та обладнання**: фрагмент здерев'янілого кореню, фрагмент пагона трав'янистої рослини, фрагмент здерев'янілого пагона. Мікроскопічні препарати основних типів рослинних тканин.

### **Завдання:**

1. Розглянути будову, локалізацію, функції твірних тканин – меристем.
2. Розглянути будову, локалізацію, функції основної тканини – паренхіми.
3. Розглянути будову, локалізацію, функції механічних тканин – коленхіми та склеренхіми;
4. Розглянути будову, локалізацію, функції провідних тканин – ксилеми та флоєми.
5. Розглянути будову, локалізацію, функції покривних тканин – епідерми,

протодерми.

6. На основі отриманих даних заповнити наступну таблицю 1

Група взаємопов'язаних між собою клітин, однорідних за походженням, однакових за функцією і будовою, називається тканиною. Із тканин формуються органи, а з органів – організми вищих рослин. Вони функціонально взаємопов'язані між собою і забезпечують цілісність організму.

За фізіолого-морфологічною класифікацією всі тканини ділять на шість основних груп: твірні або меристемні, покривні, механічні або арматурні, провідні, основні, видільні.

**Твірні тканини або меристеми** – це такі тканини, що здатні безперервно ділитися й утворювати постійні спеціалізовані тканини, завдяки чому рослинні організми ростуть і розвиваються. Меристеми складаються з невеликих тонкостінних паренхімних клітин, які щільно прилягають одна до одної та заповнені густою цитоплазмою. Значну частину об'єму клітини займає ядро. У клітинах цієї тканини не виявлено хлоропластів та вакуолей. Вони локалізуються в певних місцях рослини і тому класифікуються за розміщенням: *апикальні* (верхівкові), *латеральні* (бічні), *інтеркалярні* (вставні), *раневі* або травматичні тканини. За походженням твірні тканини поділяють на *первинні* (ті, що утворюються з ініціальних клітин) і *вторинні* (ті, що утворилися з первинних або основних тканин). До первинних належать конус наростання стебла і кореня, прокамбій, інтеркалярна меристема та перицикл: до вторинної – камбій, корковий камбій або фелоген, пучковий і міжпучковий камбій. З первинної меристеми складаються зародок насінини, верхівкові меристеми стебла і кореня, що отримали назву конусів наростання, так як забезпечують ріст стебла у висоту, а кореня в довжину. Починається точка росту ініціальними клітинами, які постійно діляться і завжди залишаються меристематичними. В результаті ділення меристематичних клітин конуса наростання утворюється промеристема, яка поступово диференціюється на постійні тканини первинної анатомічної будови.

**Основні тканини** називають паренхімами. Клітини живі, тонкостінні, за формою паренхімні. Ці тканини називаються ще виповнюючими, оскільки вони заповнюють простори між провідними та механічними тканинами. В основних тканинах добре розвинені міжклітинники. Класифікують їх за походженням – на первинні та вторинні і за функціями – на асимілюючу, поглинаючу, запасаючу, водоносну, повітряносу.

*Асимілююча* паренхіма (хлоренхіма) представлена живими клітинами, що містять хлоропласти і виконують функцію фотосинтезу, характерна для всіх органів рослини, що мають зелене забарвлення.

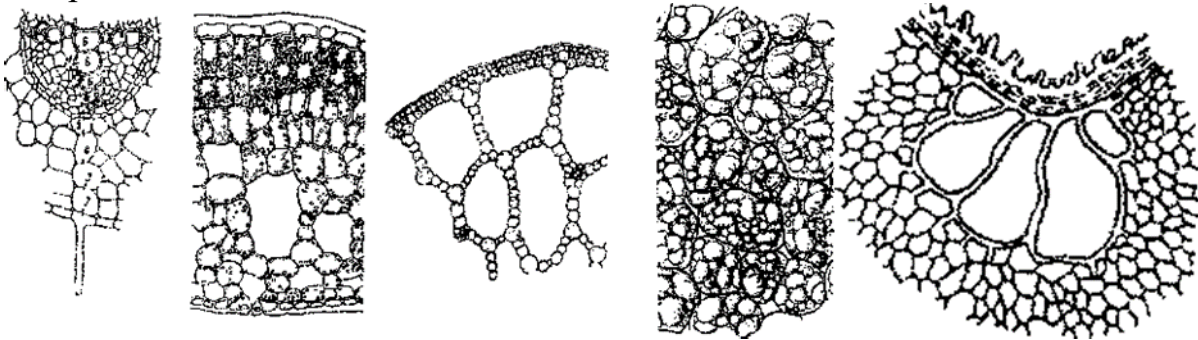
*Запасаюча* паренхіма – живі паренхімні клітини, що знаходяться в

кореневищах, бульбах, насінні та інших органах запасання поживних речовин і нагромаджують білки, жири та вуглеводи.

*Водоносна* паренхіма – безбарвні клітини з великими вакуолями, заповненими водянистим вмістом. Вони, як правило, мертві, і їх називають гіаліновими. Тут відбувається не лише запасання води, а й накопичення різних речовин, які є поживним резервом. Такий тип паренхіми характерний для рослин, які ростуть у посушливій місцевості.

*Повітроносна* паренхіма (аеренхіма) зустрічається у рослин, органи яких занурені у воду. Вона характеризується великою кількістю міжклітинників, заповнених повітрям, і забезпечує рослину не тільки киснем і вуглекислим газом, а й її плавучість.

*Поглиналина* паренхіма – це тканина, яка всмоктує поживні речовини, складається з великих паренхімних клітин, в оболонках яких багато пор і різний осмотичний тиск. Знаходиться під епіблемою в зоні всмоктування кореня.



**Рис. 1. Типи основних тканин:** 1 – поглинаюча, 2 – фотосинтезуюча, 3 – повітроносна, 4 – запасуюча; 5 – водоносна.

### Покривні тканини

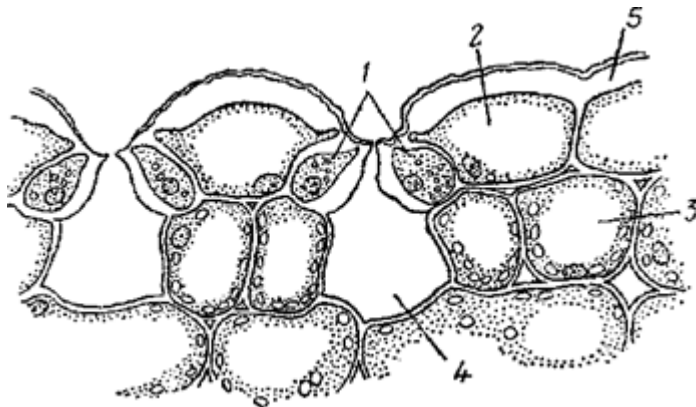
Первинна покривна тканина є двох видів – це епідерміс і епіблема. Вони різняться між собою розміщенням, походженням і функціями.

*Епідерміс* виникає із туніки конусу наростання пагона і покриває надземні частини: молоді пагони, листки, плоди, всі частини квітки. Він представлений одним, рідше кількома шарами живих клітин, що щільно прилягають одна до одної. Клітини паренхімні, або дещо витягнуті, оболонки звивисті для щільного з'єднання, а також для того, щоб не заважати росту органа, який вони покривають. Зовнішня частина оболонки може бути кутинізована, мінералізована, покрита восковим нальотом. Все це пристосування для зменшення випаровування води. Клітини мають цитоплазму, ядро, вакуолі. Але не мають хлоропластів.

Серед клітин епідермісу розрізняють клітини, що складають продихи.



Продихи складаються з двох замикаючих клітин, рідше чотирьох. Між замикаючими клітинами продиху розміщена продихова щілина. Замикаючі клітини містять хлоропласти, оболонки яких з боку продихової щілини потовщені. Продихи, в залежності від умов, можуть бути закритими і відкритими. Наявність хлоропластів забезпечує процес фотосинтезу, що сприяє накопиченню моносахаридів і тим збільшує концентрацію клітинного соку. Завдяки цьому із сусідніх клітин всмоктується вода.



**Рис. 2.** Поперечний зріз епідерми листка півників німецьких: 1 – замикаючі клітини; 2 – клітини епідерми; 3 – клітини хлоренхіми; 4 – повітряна порожнина; 5 – шар кутину

Вакуоля збільшується, концентрація клітинного соку зменшується, але збільшується тургорний тиск. При цьому вміст клітини тисне на оболонку, розтягуючи тонку частину оболонки замикаючих клітин продиху, вони округляються і відтягують товсту частину оболонки від продихової щілини продих відкривається. Ступінь закриття і відкриття продихів залежить від екологічного типу рослин, від інтенсивності процесу фотосинтезу та від забезпечення рослин водою і поживними речовинами.

У дводольних рослин продихи розміщені в нижньому епідермісі листка, у однодольних – і в верхньому, і в нижньому.

У частини рослин клітини епідермісу утворюють вирости – епідермальні волоски (тріхоми). Тріхоми виконують захисну функцію: зменшують випаровування, захищають від сонячних опіків, пошкодження тваринами. Епідермальні волоски можуть бути одноклітинними і багатоклітинними, живими і мертвими, целюлозними і насиченими солями кремнію і кальцію, кутинізованими і здерев'янілими. У деяких рослин зустрічаються жалкі волоски, які виділяють різні секрети та ефірні масла.

*Епіблема* – це первинна покривна тканина, що вкриває корені до зони проведення, а в зоні всмоктування на ній розміщені кореневі волоски. Від епідермісу вона відрізняється за своєю структурою і функцією. На відміну

від епідермісу, клітини якого вкриті кутикулою і непроникні для води, клітини епіблеми ніжні тонкостінні, проникні для води з розчиненими мінеральними речовинами. Формується епіблема з самого верхнього шару конусу наростання кореня – дерматогену (за Ганштейном). Продихів в епіблемі немає.

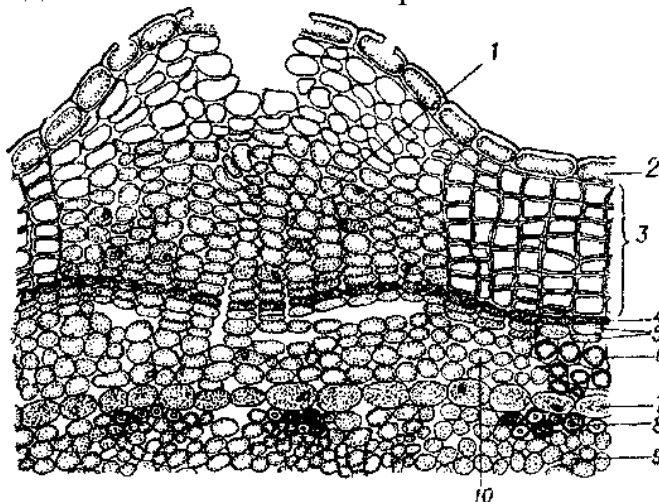
*Епідерміс* у дводольних рослин функціонує протягом одного вегетаційного періоду. На зміну йому у деревних форм виникає вторинна покривна тканина – *корок*. Для цього необхідне закладання вторинної меристеми – коркового камбію (*фелогена*).

*Фелоген* утворюється з клітин самого епідермісу, але частіше він виникає з паренхімних клітин основної тканини первинної кори. Закладається він кільцем або окремими ділянками.

В результаті ділення фелогену, назовні відкладаються клітини, з яких виникає *корок (фелема чи флоема)*. Це багатошарова тканина, клітини якої розміщені правильними радіальними рядами, без міжклітинників. Оболонки клітин корку поступово насичуються суберином, корковіють. Живий вміст клітини відмирає, порожнина заповнюється повітрям, смолянистими речовинами, в результаті чого тканина стає непроникною для води і повітря. До середини стебла фелоген відкладає один або два шари фелодерми, представленої живими паренхімними клітинами, які містять хлоропласти.

Комплекс клітин корку (фелеми), коркового камбію (фелогену) та коркової паренхіми (фелодерми) називається *перидермою*.

З утворенням перидерми, під деякою частиною продихів формуються *сочевички*, які здійснюють газообмін і транспірацію. Сочевичка заповнена виповнюючою тканиною, клітини якої зкорковілі і розміщені пухко зі значною кількістю міжклітинників. Влітку сочевички відкриті і виконують функції продихів, а на зиму закриваються смолянистими речовинами. Працюють сочевички кілька років. *Фелоген* – меристема періодичної дії і закладається в стеблі багато разів.



**Рис. 3. Перидерма гілки бузини чорної з сочевичкою:** 1 – виповнюючі клітини; 2 – епідерміс; 3 – фелема (корок); 4 – фелоген (корковий камбій); 5 – фелодерма; 6 – коленхіма; 7 – ендодерма; 8 – склеренхіма перициклічного походження; 9 – паренхіма вторинної кори; 10 – паренхіма первинної кори.

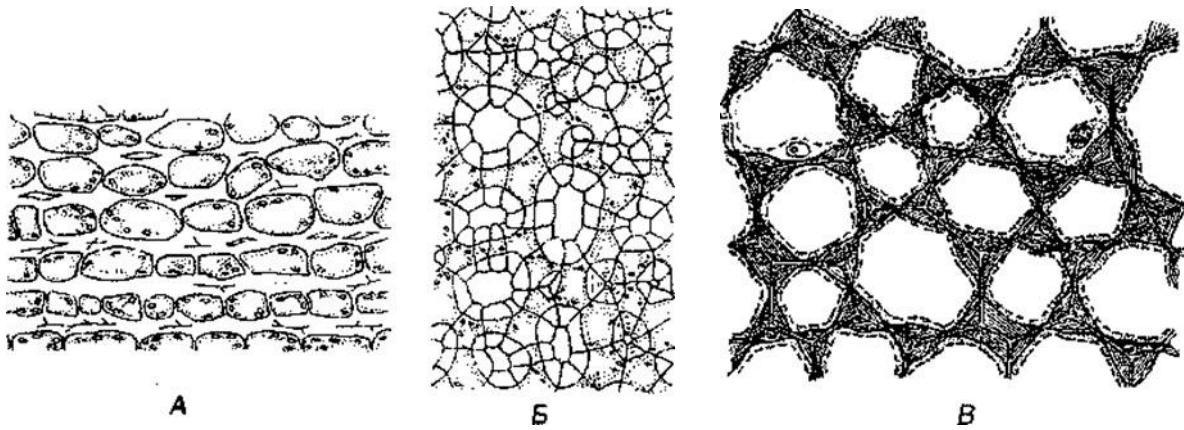
По мірі росту стебла в товщину зовнішній шар корку розривається і в більш глибоких шарах первинної кори закладається новий фелоген, який формує нову перидерму. Між шарами перидерми знаходяться клітини кори, які відмирають, тому що до них не надходять поживні речовини. Таким чином, на периферії стебла з часом нагромаджується комплекс мертвих тканин до працюючого фелогену. Таке утворення називається *кіркою*. По мірі росту рослини кірка злущується. Розрізняють два типи кірки: лусковидну, коли фелоген закладається окремими ділянками, і кільцеву, коли фелоген закладається суцільним кільцем.

Якщо за допомогою мікроскопа обстежити периметр поперечного зрізу стебла бузини, видно, що зовні стебла помітний зруйнований епідерміс, за яким розміщені правильні ряди вторинної покривної тканини – фелеми (корку) з потовщеними оболонками і без живого вмісту. Під корком знаходиться один шар живих тонкостінних клітин вторинної твірної тканини – фелогену (коркового камбію). Корок розміщується над клітинами коркового камбію, утворюючи чіткі ряди клітин. Нижче розташовані живі фотосинтезуючі клітини основної тканини – фелодерми. У молодих сочевичках їх розміщення збігається з клітинами фелогену, а в старих цей порядок порушується.

Сочевичку на препараті видно у вигляді розриву, в якому клітини пухко розміщені, несуберизовані – це клітини виповнюючої тканини, через міжклітинники якої відбувається газообмін і транспірація тканин. Розміщені сочевички, як правило, напроти серцевинних променів.

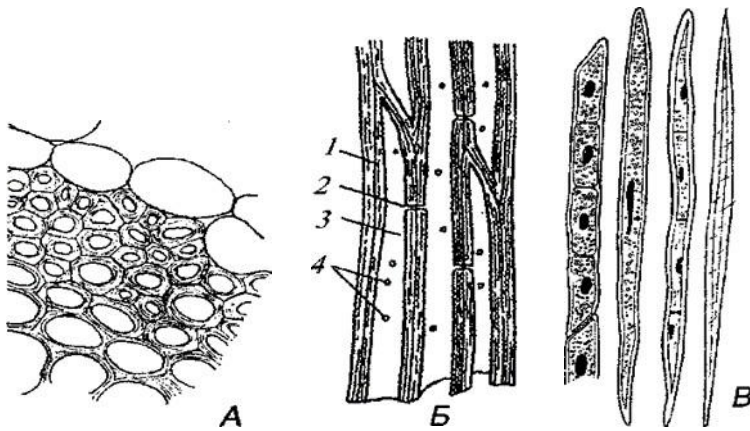
*Механічні тканини* відносяться до постійних і на протязі життя рослин не змінюються. Вони виконують опорну функцію і їх ще називають арматурними і скріплюючими. До них відносять: *коленхіму, склеренхіму та склереїди*.

*Коленхіма* – первинна механічна тканина, що входить до складу первинної кори стебла, черешків і центральної жилки листка дводольних рослин, розміщена відразу під епідермісом. Вона представлена живими клітинами з частковим потовщенням оболонки, що складається з целюлози, пектинових речовин і води (60%). Залежно від характеру потовщення розрізняють *пластинчасту* (потовщені тангентальні стінки), характерна для стебла соняшника, *кутову* (потовщення стінок по кутах), характерна для стебла гарбуза та *пухку* (потовщення на тих частинах стінки, що звернуті до міжклітинників). Крім опорної, коленхіма виконує ще й асиміляційну функцію, тому що в клітинах знаходяться хлоропласти.



**Рис. 4. Типи коленхіми:** А-пластинчаста; Б-пухка; В-кутова

*Склеренхіма* – механічна тканина, яка складається з товстостінних видовжених клітин, розміщена під епідермісом. Вона може бути первинною і вторинною за походженням. Первинна – перициклічного походження – починає центральний циліндр у стеблі та прокамбіального – складає деревні та луб'яні волокна судинно-волокнистих пучків стебла і листка. Вторинна склеренхіма камбіального походження складає деревні і луб'яні волокна судинно-волокнистих пучків та входить до складу флоєми і ксилеми стебла дерев'янистих рослин. Клітини склеренхіми прозенхімні з загостреними кінцями, багатогранні з рівномірно потовщеними стінками, які можуть бути чисто целюлозними (луб'яні волокна) або здерев'янілими, що просочені лігніном (деревні волокна). Окремі клітини склеренхіми називають елементарним волокном, а пучок волокон у вигляді тяжа – технічним волокном.



**Рис. 5. Будова клітин склеренхіми:** А – склеренхіма; Б – сформовані волокна; 1 – оболонка; 2 – пори; 3 – порожнина клітини; 4 – пори (вигляд зверху); В – різні деревні волокна.

Склеренхіму, розміщену у вторинній деревині, що утворюється з камбію, називають *лібриформом*. Він поширений у вищих рослин. Клітини лібриформу

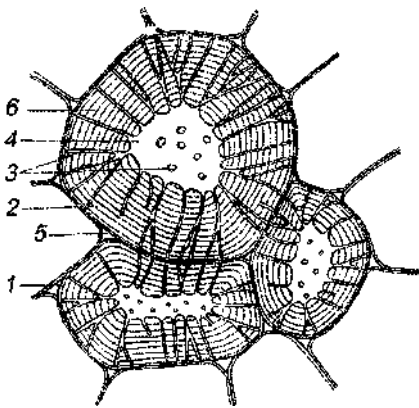
прозенхімні, загострені на кінцях, їхні оболонки завжди здерев'янілі, пори у вигляді щілин. *Склерейди* мають потовщені, здерев'янілі оболонки і бувають найрізноманітнішої форми, розмірів і особливостей будови їхніх оболонок. Утворюються з паренхімних клітин лубу, в яких відбулася склерифікація. Розрізняють такі *типи склерейд*:

*брахісклерейди* (кам'янисті клітини) – паренхімні клітини з дуже потовщеними, здерев'янілими оболонками і часто утворюються в корі, флоемі, серцевині стебла, м'якоті плодів, складають суцільну тканину екзокарпія плодів кісточкових порід;

*макросклерейди* – паличковидні клітини, що зустрічаються в шкірці насіння бобових, груші та ін. культур;

*остеосклерейди* – стовпчасті клітини, розширені на кінцях, зустрічаються в листках дводольних рослин;

*астросклерейди* – зірчасті, розгалужені клітини, зустрічаються також в листках дводольних рослин.



**Рис. 6. Кам'янисті клітини (склерейди) мезокарпію груші:** 1 – первинна оболонка, 2 – вторинна оболонка; 3 – порові канали; 4 – порожнина; 5 – міжклітинники; 6 – шаруватість вторинної оболонки.

**Видільні тканини** виводять з рослинного організму речовини, які рослиною не використовуються і поділяються на видільні тканини зовнішньої екскреції та внутрішньої секреції.

До структур *зовнішньої екскреції* відносять:

1. *Гідатоди* (водні продири) – це структури, через які виділяється вода у вигляді крапель при високій вологості повітря. Цей процес виділення крапель води називається гутацією.

2. *Залозисті волоски*, які виділяють солі, камеді, ефірні олії, кислоти.

3. *Нектарники* – група тонкостінних паренхімних клітин, які виробляють напіврідкі виділення – нектар (водний розчин цукру, вітамінів, алкалоїдів та мінеральних солей) і виділяють його у зовнішнє середовище.

Нектарники можуть мати вигляд ямки або горбочка, що утворюються на оцвітині, тичинкових нитках, зав'язі, квітколожі та інших частинах квітки.

4. *Осмофори* – схожі за будовою до нектарників, але виробляють ефірну олію, яка створює аромат квіток та інших частин рослини.

До структур *внутрішньої секреції* відносять:

1. *Вмістища виділень*, які діляться на два типи: *схізогенні*, що формуються в результаті розсування раніше щільно з'єднаних клітин та *лізигенні*, що виникають шляхом лізису оболонки групи клітин. Нагромаджують смоли, дубильні речовини, ферменти, ефірні олії, на які багаті плоди апельсинів та лимонів.

2. *Молочні судини* – це система каналців, або ходів, які пронизують паренхіму кори стебла або кореня. Нагромаджують молочний сік (латекс). Латекс

– буває білого, жовтого, оранжевого кольорів. В ньому містяться білки, цукри, крохмальні зерна, смоли, каучук, дубильні речовини, алкалоїди, вітаміни. Вони, крім видільної функції, виконують ще запасну і провідну. Молочні ходи характерні квітковим рослинам (мак, латук, кульбаба, осот жовтий, чистотіл, молочай та ін.), бувають *членисті* – утворені з групи клітин, що розростаються та діляться, і *не членисті* – з однієї клітини, що розростається.

3. *Смоляні ходи* виконують аналогічну функцію. Вони продукують смоли та є їхнім вмістищем. *Смоли* – складні органічні сполуки, які в рослині виконують роль антисептика. В смоляних ходах накопичується живиця, з якої виробляють скипидар, у сосни вони знаходяться у корі, деревині, серцевинних променях та листках.

4. *Ідіобласти* – крупні поодинокі клітини, що нагромаджують кінцеві продукти обміну в рідкому стані (крім води – дубильні речовини, оксалат кальцію, ефірні масла).

Таблиця 1

**Особливості основних типів рослинних тканин**

Тканина	Типи клітин	Локалізація	Функції

## Робота 18. Характеристика відділів водоростей, групи водоростей залежно від середовища мешкання

**Матеріали та обладнання:** Носток (Відділ Ціанобактерії), Осциляторія (відділ Ціанобактерії), Пінулярія (відділ Діатомові водорості), Вошерія (відділ Жовто-зелені водорості), Спірогіра (відділ Зелені водорості), Хара (Зелені водорості. За рядом джерел – Харові водорості).

### **Завдання:**

1. За допомогою допоміжного матеріалу (мікроскоп, таблиці, підручники, матеріали презентації) розгляньте особливості будови водоростей на різних стадіях життєвого циклу;
2. Заповніть таблиці 1;
3. Замалюйте в зошитах Носток (Відділ Ціанобактерії), Осциляторію (відділ Ціанобактерії), Пінулярію (відділ Діатомові водорості), Вошерію (відділ Жовто-зелені водорості), Спірогіру (відділ Зелені водорості), Хару (Зелені водорості, за рядом джерел – Харові водорості).

### **Коротка характеристика відділів водоростей.**

**1. Cyanophyta** – синьо-зелені водорості. Прокаріотичні фотоавтотрофні рослини. Ряд джерел відносять їх до несправжніх водоростей. Усі інші відділи водоростей – справжні водорості.

Класифікація побудована на особливостях будови слані і способах розмноження. Виділяють 3 класи ціанобактерій: хроококові, хамесифонові та гормогонієві.

Представники класу *Гормогонієвих* - найвисокоорганізованіші ціанобактерії. Це виключно колоніальні організми з нитчастою структурою слані. Вони мають гетероцисти і розмножуються гормогоніями. Типовим представником є **осциляторія** (*Oscillatoria*). При великому збільшенні мікроскопа видно, що кожна нитка складається із однакових клітин, які не мають ядра і хлоропластів. Внутрішня частина клітини містить нуклеїнові кислоти – центролазма. Зовнішня частина містить пігменти – хроматолазма. У зовнішньому шарі нагромаджується глікоген у вигляді дрібних зерняток.



**Рис. 1. Осциляторія (*Oscillatoria*): 1 - хроматолазма; 2 - центролазма.**

*Носток* (*Nostoc*) має вигляд слизових мас або кульок. Забарвлення синьо-зелене, темно-синє або буре. При великому збільшенні мікроскопа має вигляд

звивистих ланцюжків, які складаються з округлих синьо-зелених клітин із зернистим вмістом. Серед цих клітин зустрічаються великі клітини – гетероцисти. Ці клітини служать для розривання ланцюжків на окремі частини – гормогонії, які служать для вегетативного розмноження.

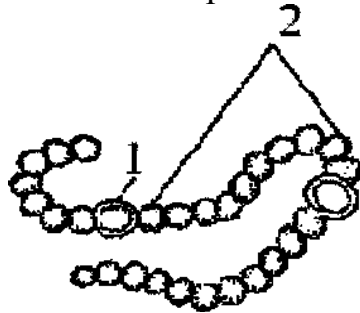


Рис. 2. Носток (*Nostoc*) 1 - гетероциста; 2 - гормогоній

**2. Euglenophyta** – еугленофітові водорості. Евкаріотичні первинні гетеротрофні, фотоавтотрофні та вторинно гетеротрофні дискокрисати. Мають клітинний покрив, представлений пелікулою. Фотоавтотрофні представники мають вторинно-симбіотичні пластиди хлорофітного типу.

**3. Chlorarachniophyta** – хлорарахніофітові водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні тубулокрисати, у яких клітини голі, а вегетативне тіло представлене амебоїдами, здатними об'єднуватися у плазмодії. Пластиди вторинно симбіотичні, хлорофітного типу, з нуклеоморфом.

**4. Dinophyta** – динофітові водорості. Евкаріотичні первинно гетеротрофні, фотоавтотрофні та вторинно гетеротрофні тубулокрисати. Клітини вкриті альвеольованою амфієсмою. Пластиди вторинно симбіотичні і вельми різноманітні – хлорофітного та родофітного типів. У примітивних представників ядро типово евкаріотичне. У еволюційно продвинутих представляє особливий варіант ядерного апарату – *динокаріон*.

**5. Rhaphidophyta** – рафідофітові водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні тубулокрисати, у яких клітини голі. Пластиди вторинно симбіотичні, родофітного типу. Джгутикові стадії мають ретронеми. Продукт асиміляції – олія. Характерна особливість – наявність глотки. Всі представники мають виключно монадний тип структури тіла.

**6. Chrysophyta** – золотисті водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні та вторинно гетеротрофні тубулокрисати, у яких клітини голі або вкриті пектиновою оболонкою. Пластиди вторинно симбіотичні, родофітного типу. Джгутикові стадії мають ретронеми. Продукт асиміляції – хризоламінарин. Характерна особливість – наявність у життєвому циклі стадії ендогенних кремнеземових цист.

**7. Eustigmatophyta** – евстигматофітові водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні тубулокрисати, у яких клітини вкриті пектиновою оболонкою. Пластиди вторинно симбіотичні, родофітного типу. Джгутикові стадії мають ретронеми. Продукт асиміляції – хризоламінарин. Характерна особливість –



наявність у монадних стадій унікального фоторецепторного апарату, розташованого у цитоплазмі біля основи джгутиків. Всі представники виключно одноклітинні.

**8. Xanthophyta** – жовтозелені водорості. Еукаріотичні фотоавтотрофні тубулокрисати, у яких клітини вкриті пектиновою або целюлозно-пектиновою оболонкою. Пластиди вторинно симбіотичні, родофітного типу. Джгутикові стадії мають ретроні. Продукт асиміляції – хризоламіарин. Характерна особливість – відсутність жовтого ксантофілу фукоксантину.

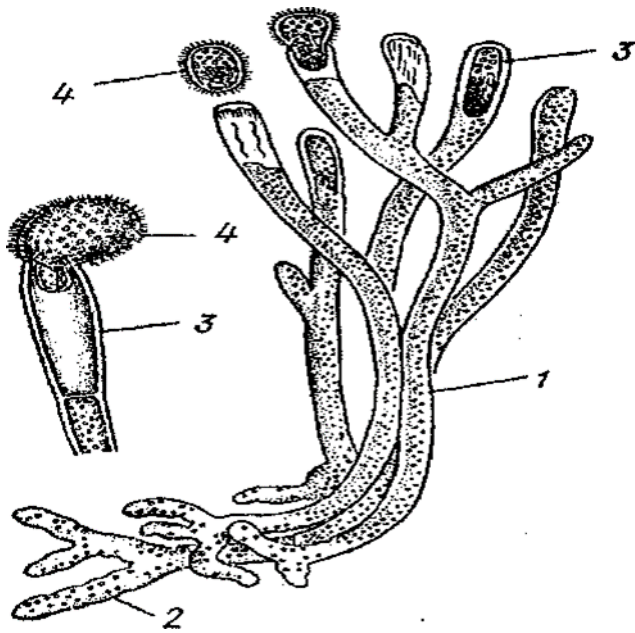
Розмножуються жовто-зелені водорості нестатево (автоспорами та зооспорами), вегетативно (частинами слані, поділом клітин) та статево (ізогамія та оогамія). Статеве розмноження зустрічається тільки у вошерії. Статевий процес оогамний. Антеридії та оогонії утворюються на бічних гілочках, в кожному оогонії міститься по одній яйцеклітині. На час дозрівання оогонія в ньому залишається одне ядро, утворюється перегородка, яка відділяє його від талому. Антеридій завжди розташований поряд, має вигляд циліндричного виросту, загнутого у вигляді рогу. В антеридії містяться багато ядер і хлоропластів.

**Вошерія (*Vaucheria*)** має одноклітинну, нитчасту, багатоядерну слань без піреноїдів, хлоропласти зернисті. В центрі слані є велика вакуоля. У хлоропласті містяться пігменти гетероксантин і хлорофіл. До субстрату прикріплюється безбарвним лапчасторозгалуженим ризоїдом.

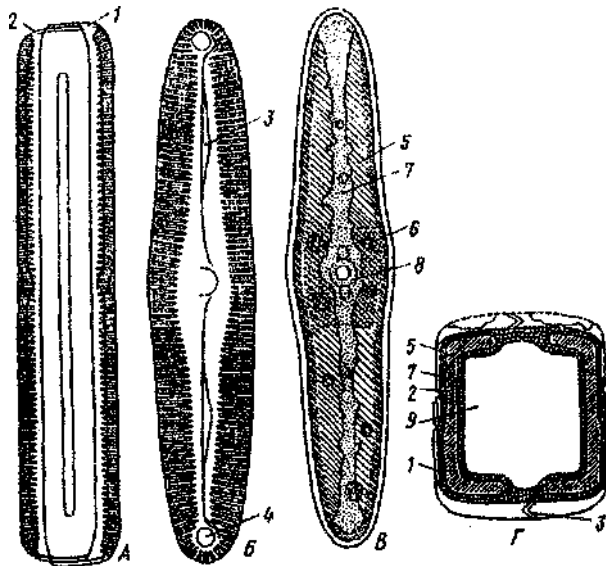
**9. Phaeophyta** – бурі водорості. Еукаріотичні фотоавтотрофні тубулокрисати, у яких клітини вкриті целюлозно-пектиновою оболонкою з альгінатами. Пластиди вторинно симбіотичні, родофітного типу. Джгутикові стадії з ретроні. Продукт асиміляції – ламіарин. Характерна особливість – виключно багатоклітинна будова сланей.

**10. Bacillariophyta** – діатомові водорості. Еукаріотичні фотоавтотрофні тубулокрисати, у яких клітини вкриті кремнеземовим панциром. Пластиди вторинно симбіотичні, родофітного типу. Монадні стадії нерухомі, джгутики мають ретроні. Продукт асиміляції – хризоламіарин. Характерна особливість – виключно одноклітинна будова сланей.

Відомо понад 10 тис. видів. Клітина діатомей складається з протопласта, зовні до якого прилягає панцир. Він складається з двох окремих частинок, що щільно налягають одна на одну. Зовнішня (верхня) частина має назву епітека, а внутрішня (нижня) – гіпотека. Епітека і гіпотека мають стулку – плоский бік панцира і поясок (вузьке кільце, що щільно з'єднане зі стулкою). Цитоплазма у клітині займає пристінне положення, містить вакуолу з клітинним соком, зернисті або пластинчаті хлоропласти з одним або кількома піреноїдами. Хлоропласти мають жовте або буре забарвлення, зумовлене наявністю пігментів: хлорофілу, фукоксантину та віолаксантину. Запасними поживними речовинами є олія, волутин, лейкозин та хризоза.



**Рис. 3. Жовто-зелена водорість вошерія (*Vaucheria*):** 1 – неклітинний талом; 2 – ризоїди; 3 – зооспорангій; 4 – зооспора



**Рис. 4. Діатомова водорість пінулярія (*Pinnularia viridis*).**

А – вигляд зі сторони пояски; Б – вигляд з боку шва; В – поздовжній зріз; Г – поперечний зріз: 1 – епітека; 2 – гіпотека; 3 – шов; 4 – вузлик; 5 – хлоропласт; 6 – піреноїди; 7 – цитоплазма; 8 – ядро; 9 – вакуоля.

**11. Dictyochophyta** – диктохофітові водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні та вторинно гетеротрофні тубулокрістати, у яких клітини голі (у частини представників мають внутрішній кремнеземовий скелет). Пластиди вторинно

симбіотичні, родофітного типу. Монадні стадії мають ретронеми. Продукт асиміляції – хризоламінарин. Характерна особливість – асоційованість базальних тіл джгутиків безпосередньо з ядерною мембраною, без участі джгутикових коренів.

**12. Haptophyta** – гаптофітові водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні та вторинно гетеротрофні платикристати, що мають мітохондрії з трубчастими кристами, клітинний покрив представлений плазмалемою, що з зовнішнього боку вкрита субмікроскопічними органомінеральними лусочками, а з внутрішнього підстелена оперізуючою цистерною ендоплазматичної сітки. Пластиди вторинно симбіотичні, родофітного типу.

**13. Cryptophyta** – криптофітові водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні та вторинно гетеротрофні платикристати, що мають клітинний покрив, представлений перипластом. Пластиди вторинно симбіотичні, родофітного типу, з нуклеоморфом.

**14. Glaucocystophyta** – глаукоцистофітові водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні платикристати, що мають амфієсмоподібний клітинний покрив. Пластиди первинно симбіотичні, глаукоцистофітного типу (цианели), між зовнішньою та внутрішньою мембранами хлоропластної оболонки зберігається шар муреїну. Продукт асиміляції – крохмаль, що відкладається у цитоплазмі.

**15. Rhodophyta** – червоні водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні платикристати, клітини яких вкриті целюлозно-пектиновою оболонкою з фікоколоїдами. Пластиди первинно симбіотичні, родофітного типу (родопласти), з поодинокими тилакодами. Продукт асиміляції – багрянковий крохмаль, що відкладається у цитоплазмі. Специфічна ознака – повна відсутність джгутикових стадій.

**16. Chlorophyta** – зелені водорості. Евкаріотичні фотоавтотрофні платикристати, вкриті плазмалемою або клітинною оболонкою. Пластиди первинно симбіотичні, хлорофітного типу (хлоропласти). Продукт асиміляції – крохмаль, що відкладається у хлоропласті.

В основу класифікації зелених водоростей покладено структуру слані, будову клітин та способи розмноження. Виділяють 5 класів: хлорофітові, требуксиофітові, ульвофітові, сифонові, харові. За рядом джерел Харових відносять до окремого відділу.

Існують й інші підходи до класифікації водоростей.

**Харові водорості.** Вони є найбільш високоорганізованими серед нижчих рослин. Для них характерна слань харальної структури, розчленована на ризоїд, каулоїд та філоїд. Ризоїди розгалужені, служать для прикріплення водорості до субстрату. Стеблорозподібна частина слані розчленована на вузли та міжвузля, бічні розгалуження розміщені кільчасто. Ріст слані апікальний, за рахунок поділу верхівкової клітини та інтеркалярний. Клітини слані вкриті товстою оболонкою, мінералізованою солями заліза та кальцію, слань крихка, ламка.

Клітини одно-, багатоядерні, хлоропласти зернисті, численні, без піреноїдів. Пігменти дуже близькі до пігментів вищих рослин, запасна поживна речовина – крохмаль – теж дуже схожий до вищих рослин. Хлоропласти такої ж будови, як у вищих рослин. Слань харових має складну анатомічну будову. Міжвузля складається з однієї великої довгої клітини циліндричної форми, яка зовні вкрита шаром дрібних корових клітин. Вузол складається з 8 коротких клітин, з них 2 центральні, а 6 периферичні, які, ділячись, утворюють бічні розгалуження слані.

Розмножуються харові водорості вегетативно і статеві. Вегетативне розмноження відбувається частинами слані та бульбочками, які виникають на ризоїдах або нижніх стеблових вузлах. Статевий процес – оогамія.

Типовим представником харових є **хара ламка** (*Chara fragilis*. Порядок Харові).

До порядку Zignematales відноситься добре розповсюджена **Спірогіра** (*Spirogyra*), яка розвивається в акваріумах та стоячих водоймах. Слань її утворює зелено-бурі вільно плаваючі скупчення. Нитки спірогіри складаються з довгих, циліндричних, посередині трохи здутих клітин, розміщених в один ряд, з добре вираженою товстою оболонкою. Оболонка клітин суцільна, не має пор. Цитоплазма займає пристінне положення, в ній знаходяться один або кілька спіральних закручених неподібних хлоропластів, по краях розсічених піреноїдами. Порожнину клітини займає велика вакуоля з клітинним соком, а в центрі на цитоплазматичних тяжках підвішене ядро. Розмножується спірогіра вегетативно (частинами слані) і статеві (кон'югація). Найбільш поширена драбинчаста кон'югація. Вона відбувається між двома гетероталічними сланями. Перехід протопласту і клітин однієї нитки в клітини другої нитки відбувається через вузький канал виростів клітин за допомогою пульсуючих вакуолей, які, скорочуючи протопласт, втягують його з віддаючої до приймаючої клітини. Зигота покривається щільною оболонкою і після періоду спокою ділиться редуційним поділом з утворенням чотирьох гаплоїдних ядер. Три з них відмирають, а з однієї клітини з гаплоїдним ядром, яка виходить з материнської клітини, шляхом мітотичного поділу розвивається нова молода нитка спірогіри. Отже, рослина спірогіри – гаметофіт, а спорофіт – зигота.

**Таблиця 1.**

Відділ	Характеристика слані	Характеристика клітин	Пластини	Пігменти	Продукт асиміляції	Особливості розмноження	Характерна особливість	представники

## **Робота 19. Гриби: систематика, коротка характеристика відділів**

**Матеріали та обладнання:** гербарна колекція  
мультимедійна презентація «Гриби. Систематика, екологія».

### **Завдання:**

1. За допомогою допоміжного матеріалу (підручники, таблиці, матеріали лекції, презентації) заповніть таблиці 1.

2. На гербарних зразках, в матеріалах презентації розгляньте наступних представників царства Гриби:

- збудника фітофторозу картоплі (*Phytophthora infestans*).
- головчасту цвіль (*Mucor mucedo*).
- пивні дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae*).
- сизу цвіль (*Penicillium glaucum*).
- збудника борошнистої роси агрусу (*Sphaerotheca mors-uvae*).
- ріжки пурпурові (*Claviceps purpurea*).
- трутовика звичайного (*Pomes fomentarius*).
- печерицю звичайну (*Agaricus campestris*).
- збудника твердої сажки пшениці (*Tilletia caries*).
- збудника порошистої сажки пшениці (*Ustilago tritici*).

Замалуйте, охарактеризуйте їх систематичне положення.

За *характером живлення* Гриби поділяють на *сапротрофи* (чи сапробіонти) – мешкають на органічних залишках рослинного чи тваринного походження, або *паразити* – харчуються іншими організмами. У будь-якому випадку їжа абсорбується після часткового її перетравлення ферментами, що виділяються назовні клітинами Грибів. Іноді Гриби – сапротрофи прикріплюються до поверхні субстрату спеціалізованими гіфами *ризоїдами*, облігатні паразитичні форми часто утворюють особливі гіфи – *гаусторії*, які потрапляють усередину клітини господаря для поглинання поживних речовин (*борошністосорсяні*, (відділ Аскоміцети) вражають практично усі рослини, від злаків до смородини й троянд, а також дуби, «подарунок» Нового Світу; *іржавчинні* (Базидіоміцети), вражають стебла злаків, проміжний господар – барбарис).

### **Паразити:**

*факультативні* – зазвичай розвиваються як паразити, та за певних обставин здатні до сапротрофного існування (ряд із них – патогенні для людини: представники роду – *Mucor* (відділ Хітрідіоміцети) зумовлюють дерматомікози людини, вражають центральну нервову систему чи органи слуху; представники роду *Candida* – різновид дріжджів (відділ Аскоміцети), зокрема *Candida albicans*, можуть навіть зумовлювати системні кандидози у людей, особливо на фоні антибактеріальної терапії. Один із прикладів переходу від сапротрофного існування до паразитарного і навпаки);

- *облігатні* (справжні) – у природі розвиваються виключно на живих

організмах, усередині клітини господаря;

**За характером впливу паразитів на господаря виділяють:**

- *некротрофних* паразитів;
- *деструктивно біотрофних* (збудник білої мускардини комах – *Beauveria bassiana*. На його основі створюють навіть біопестициди);
- *збалансовано біотрофних* паразитів (Гриби Септозасидіум (відділ Базидіоміцети): Гриби розростається усередині комах щитовки, поступово поїдаючи її, але не викликаючи загибелі протягом досить тривалого часу. До враженої комах поступово підповзають здорові щитівки. Гриб розростається над ними, утворюючи «будиночок» - лабіринт з тунелями, кімнатами та «дахом», де комаха переховується від своїх природніх ворогів).

**У результаті адаптації до певних комплексів умов середовища**

утворились наступні екологічні групи Грибів:

- *Грунтові, водні* – виділені на основі середовищ мешкання;
- *Копрофільні, ксилофільні, кератинофільні* – на основі субстратів, на яких вони мешкають.

*Грунтові* Гриби. Різні за таксономічними ознаками та за способом живлення. Сапротрофи, хижаки (полюють на безхребетних нематод, коловраток, амеб. Представник – Глива звичайна). Мікроскопічні форми та міцелій шляпкових Грибів.

*Водні* Гриби. Сапротрофи, паразити водоростей, вищих водних рослин, тварин. Представники – сапролегнієві (відділ Ооміцети, вражають риб, креветок і т.д.). У водних аскоміцетів конідії та аскоспори мають *характерні пристосування* (променеvidні вирости та ін.), що дозволяють їм перебувати у звішеному стані у товщі води.

Типові представники *ксилофілів* (Гриби, що мешкають на деревині) – Базидіо-, Дейтеро-, деякі Аскоміцети. Зумовлюють розклад деревини, утворюючи комплекс ферментів, гідролізуючих целюлозу та клітини деревини. Викликають *деструктивну* – *буру* гниль деревини (гідролізують переважно целюлозу) або *корозійну*, чи *білу* (лігнин).

У результаті діяльності людини формуються нові екологічні групи Грибів – такі, що розвиваються на папері, промислових матеріалах (пластмасі, текстилі), витворах мистецтва

**Таблиця 1**

**Коротка характеристика відділів грибів**

Відділ	Систематична група	Характерні ознаки	Вегетативне тіло	Розмноження	Представники

## **Робота 20. Місце і роль лишайників у природі та життєдіяльності людини. Ліхенометрія, ліхеноіндикація, індикаторні види лишайників**

**Матеріали та обладнання:** гербарій, мультимедійна презентація «Лишайники. Систематика, анатомія, морфологія, екологія», готові мікроскопічні препарати з анатомічної будови лишайників.

### **Завдання:**

1. За допомогою колекційного матеріалу та мультимедійної презентації ознайомитись з лишайниками різних морфологічних груп.
2. Розглянути на готових препаратах анатомічну будову гомеомерної та гетеромерної слані лишайників, будову соредій та ізидій.
3. Використовуючи мультимедійну презентацію та колекційний матеріал, ознайомитись із типовими представниками різних екологічних груп лишайників.
4. Ознайомитись із методами ліхенометрії, ліхеноіндикації, розглянути індикаторні види лишайників.
5. Заповнити таблицю 1.

*Лишайники* (Lichens чи Lichenophyta у більш ранніх визначеннях) – це особлива група симбіотичних організмів, тіло яких складається із 2-х компонентів: грибного (*мікобіонту*) та водоростевого (*фікобіонту*).

*Мікобіонти* лишайників – представники класів Аскоміцети, рідше Базидіоміцети. *Фікобіонти* – зелені (представлені родами Требуksія, Палмелла, Глеоцистис, Коккоміцес, Трентепохлія, Кладофора), жовтозелені, у деяких – синьозелені (Носток, Анабена, Глеокапса, Хроококкус) водорості.

**Природа взаємин** лишайникових компонентів трактується неоднозначно до сих пір. Її визначають як:

1. *Істинний паразитизм* гриба на водорості, що пов'язано з тим, що гриб утворює *різноманітні присоски* (гаусторії, апрессорії, імпрессорії), за допомогою яких може проникати у мертві, рідше у живі клітини водорості. Утворення гаусторій не являється облігатним, і присутнє лише у деяких клітинах мікобіонту. Гриб також може харчуватись сапротрофно, вживаючи відмерлі клітини водоростей та продукти їх обміну. Фікобіонт також може іноді переходити до міксотрофного харчування, вживаючи грибні гіфи, що розкладаються.

2. *Сбалансований паразитизм*, чи ілотизм, згідно якому мікобіонт відіграє роль регулюючого «господаря», що експлуатує водорість, але при цьому створює умови, за яких фікобіонт здатний існувати та розмножуватись (аналог збалансовано біотрофного паразитизму у грибів).

3. *Мутуалізм* – облігатне взаємовигідне співіснування двох

організмів, де водорість постачає грибові органічні сполуки: *синьозелені* водорості асимілюють глюкозу, *зелені* – багатоатомні спирти поліоли (рибіт, еритрит, сорбіт), а гриб водорості – воду та мінеральні речовини (аналог взаємин між мікоризоутворюючими грибами та вищими рослинами). У грибах водоростеві вуглеводи перетворюються у грибні *поліоли* – манніт, арабіт. У лишайниках із синьо-зеленими Водоростей (ціанобактеріями) поряд з передачею вуглеводів відбувається передача *фіксованого азоту* від водорості до гриба.

Разом з цим лишайники – це біологічно цілісні організми, що мають свій еволюційний шлях розвитку і характерні лише для них риси будови і обмін речовин.

За *морфологічною будовою* лишайники поділяють на: коркові, листуваті, кущисті. Існують також дрібнолистоваті кочуючі Лишайники.

За *анатомічною будовою* розрізняють лишайники з *гомеомірною* та *гетеромірною* сланню. У *гомеомірних слань* на зрізі має симетричну будову: між верхньою та нижньою «корою», утвореною грибними гіфами, розміщений рихлий шар міцеліальних тяжів, серед яких рівномірно розміщені клітини водоростей. У *гетеромірних* верхній та нижній шари відрізняються за щільністю та товщиною, а водоростеві клітини розміщені під зовнішнім корковим шаром.

За відношенням до субстрату та факторів оточуючого середовища лишайники підрозділяють на ряд *екологічних груп*:

- епігейні – мешкають на поверхні ґрунту,
- епілітні – живуть на поверхні гірських порід,
- епіфітні – на корі дерев та кущів,
- епіксильні – на гниючій деревині,
- епіфільні – на хвої та листі вічнозелених рослин,
- епібріюфітні – на дерновинах мохів,
- амфібічні (водні) – безпосередньо біля води (у зоні припливів, прибоїв).

Видове представництво лишайників у тій чи іншій екологічній групі обумовлено *фізичними та хімічними властивостями субстрату*. Так, на вапнякових гірських породах (*епілітні лишайники*) зустрічаються види, слань яких цілком або частково поміщена у субстрат. Це пов'язано із доброю розчинністю вапняків під впливом лишайникових кислот. На не вапнякових породах (гранітах, гнейсах, кварках та ін.) практично немає видів зі сланню, повністю зануреною у субстрат. Переважають види зі сланню, що має вигляд скоринок. Особливо сильно фізичні властивості та хімічний склад того чи іншого субстрату впливають на видове представництво *епіфітних лишайників*. Для них велике значення має структура кори, її розмежованість, жорсткість, частота відшаровування та інші особливості. Видова належність лишайників на різних породах дерев відрізняється.



*Епігеїні* лишайники частіш за все селяться на піщаних, торф'янистих, досить защебнених ґрунтах. Багато з них є *ацидофільними* (мешкають на ґрунті із кислою реакцією) – кладонії, цетрарії. Представлені кушоватими видами (кладонії, цетрарії, алекторії, стереокаулона та ін.), листуватими (найбільш широко розповсюджені види пельтигери), накипними (найчастіше зустрічаються представники родини лецидієвих).

Серед *епілітних* лишайників є: накипні (ризокарпони, лецидеї, калоплаки, леканори, гематоми), слані яких утворюють на скелях яскраві плями; листуваті (пармелії, умбілікарії, ксанторії, лепгогіуми та ін.; незначна кількість кушоватих (роди *Neurogogon*, деякі види *Alectoria*, *Ramalina* та ін.).

Для *епіфітних* лишайників, як вже було сказано, характерна залежність видового складу від типу субстрату. Так, на стовбурах сосен мешкають *Neurogymnia physodes* та *Pseudevernia furfuracea*. На дубах, липах та інших листвяних породах дерев розвиваються види листуватої пармелії (особливо *Parmelia sulcata*, *P. caperata* та ін.) та кушоватих рамаліни та евернії. Для осик характерні угруповання, утворені видами фісція, ксанторія, калоплака та ін.

Видовий склад епіфітних лишайникових угруповань залежить також від віку дерева, висоти розміщення по відношенню до поверхні землі. У останньому випадку на розподіл лишайників, окрім особливостей субстрату впливають також екологічні фактори – світло, вологість та ін.

Незважаючи на тісну залежність, що існує між лишайниками та субстратом, до цього часу не існує достеменних свідчень щодо напрямків використання лишайниками субстрату – чи лише як місце прикріплення, чи вони використовують поживні речовини субстрату для забезпечення процесів своєї життєдіяльності. З одного боку здатність Лишайників рости на субстратах, бідних поживними речовинами, дає підставу вважати, що вони використовують субстрат лише як місце кріплення. З іншого боку вибіркова здатність, якою характеризуються Лишайники при заселенні субстратів, строга приуроченість більшості з них до певного виду субстрату, залежності їх видового складу не лише від фізичних, але й хімічних властивостей субстрату може свідчити про використання ними субстрату як додаткового джерела живлення. Доказом цього може слугувати наявність у Лишайників позаклітинних ферментів (інвертаза, амілаза, целюлоза та ін.), що характеризуються досить високою активністю, особливо у нижній частині слані, якою Лишайники прикріплюється до субстрату. Це вказує на можливість Лишайників активно впливати на субстрат з метою видобування з нього поживних речовин.

*Амфібічні (водні)* лишайники. Частина з них мешкають під водою чи на скелях вздовж берегів морів, річок, озер, на каміннях і валунах у гірських ріках. Більшість рослин-амфібії: частину свого життя вони проводять під водою, іншу – на повітрі, оскільки зазвичай селяться на поверхні скель, що омиваються бризками хвиль, чи на морських скелях, які опиняються під водою лише під час

припливів, у гірських ріках, заповнених водою лише під час танення льодовиків тощо.

### **Ліхеноіндикація.**

Поглинуті разом із вологою повітря шкідливі домішки, до яких особливо чутливі Лишайники (отруйні речовини зумовлюють руйнування хлорофілу у клітинах водоростей), призводять до уповільнення росту Лишайників або ж до їх загибелі. Ріст Лишайників – досить чутливий індикатор наявності у повітрі шкідливих домішок. На цій основі створено метод *ліхеноіндикації*, за допомогою якого встановлюють ступінь забрудненості повітря, насамперед двоокисом сульфуру.

При вивченні Лишайників у містах були встановлені загальні закономірності:

1 – чим більше індустріалізоване місто, чим сильніше забруднене повітря, тим менше зустрічається у ньому видів Лишайники, тим меншу площу вони займають на стовбурах дерев та інших субстратах і тим нижча їх життєздатність.

2 – при підвищенні ступеню забрудненості повітря першими зникають кущоваті лишайники, потім – листуваті, останніми – накипні.

У містах розрізняють так звані «зони лишайників»:

1. Лишайникову «пустелю» (центр міста із сильно забрудненим повітрям. Лишайники майже відсутні), вміст двоокису сульфуру складає  $0,3 \text{ мг/м}^3$ .

2. Зону «змагання» (частини міста із помірною забрудненістю повітря. Флора Л. бідна, види характеризуються пониженою життєздатністю), вміст двоокису сульфуру у межах  $0,05\text{—}0,2 \text{ мг/м}^3$ . На стовбурах дерев присутні види Л., стійкі до забруднювача – ксанторії, фісції та ін.

3. «Нормальну» зону (периферійні райони міста, де зустрічається багато видів Л.), вміст  $\text{SO}_2$  нижче  $0,05 \text{ мг/м}^3$  на стовбурах зустрічаються види Л., що переважають у природних угрупованнях – пармелії, алекторії та ін.

Зі шкідливих домішок у повітрі найбільш негативним впливом на Лишайники характеризується двоокис сульфуру. Окрім нього – окиси нітрогену, карбону, сполуки фтору та ін. Мікрокліматичні умови міста (підвищена, порівняно з природними умовами, температура, знижена вологість повітря, зменшений доступ світла) також призводять до зниження процесів життєдіяльності Лишайників.

### **Ліхенометрія.**

Тривалість життя багатьох видів Лишайників досить велика, що обумовлено уповільненим ростом сланей (так, вік окремих сланей ризокарпона (*Rhizocarpon geographicum*) досягає 4000 років, аспіцилії – 1000 років), а їх приріст у тій чи іншій кліматичній зоні величина більш-менш постійна. Це привело до ідеї використання Лишайників для визначення віку субстратів, на яких вони мешкають. Відповідний метод отримав назву *ліхенометрія*. На

субстраті вимірюють діаметр самих великих сланей Лишайників, а далі, використовуючи відомості щодо їх середньорічного приросту, визначають мінімальний вік цього субстрату. Так, було визначено вік багатьох льодовикових морів у Арктичній Канаді та Гренландії, встановлена динаміка руху льодовиків тощо.

Однак для ліхенометричного датування необхідні лише ті лишайники з повільним ростом сланей (особливо види ризокарпона, аспіцилії, гематомми, лецидеї, леканори, калоплаки), для яких є точно встановленим середньорічний приріст сланей у даній місцевості.

Достеменні свідчення щодо приросту будь-якого виду у певних місцевостях отримують шляхом виміру контрольних сланей з року в рік, виміром сланей на субстратах з відомим віком тощо.

Таблиця 1.

Екологічні групи лишайників

Екологічна група	Характеристика екогрупи	Представники
------------------	-------------------------	--------------

## Робота 21. Будова тваринної клітини. Порівняльна характеристика основних класів Найпростіших

**Матеріали та обладнання:** табличний матеріал рослинної та тваринної клітини, будова найпростіших.

### **Завдання:**

1. Розгляньте та замалюйте клітини прокариот, еукариот (рослинну та тваринну). Охарактеризуйте їх структурні компоненти, вкажіть відміни між ними.
2. Замалюйте амебу, інфузорію туфельку, евглену зелену.
3. Вкажіть структурні компоненти даних організмів. Охарактеризуйте їх біологічне значення. Охарактеризуйте систематичне положення вказаних організмів.

### **Структура тваринної клітини.**

У тварин, як і всіх інших живих організмів, *основа всіх структур клітини* – агрегація молекул *білків*.

При всіх відмінах між одноклітинними та багатоклітинними тваринами (наприклад амебою та бджолою чи мавпою) клітини тварин обох груп володіють багатьма однаковими структурами.

*Плазматична мембрана.* Складається із білків у комплексі з ліпідами (*ліпідно-протеїновий комплекс*) – органічними жироподібними сполуками. У клітин багатьох тварин ззовні вона покрита напіврідким шаром білків з вуглеводами. Цей шар – *глікокалікс*. Така складна структура оболонки клітини робить її вибірково проникною для речовин, які оточують клітину: глікокалікс за рахунок своєї в'язкості знижує швидкість дифузії речовин, що потрапляють у клітину, а білки мембрани розпізнають речовину і сприяють чи не сприяють її проникненню у клітину. Отже, білки глікокаліксу та мембрани – це молекулярні *рецептори* клітини.

*Цитоплазма* – внутрішнє середовище клітини, що складається із двох субстанцій – напіврідкої *гіалоплазми* (це колоїдний розчин білків) та певних агрегацій молекул білків.

Мембрани, що лежать у цитоплазмі, утворюють *ряд слідуєчих структур*:

- *ендоплазматичний ретикулум* – це велика кількість мембранних мішечків чи каналів. На їх внутрішніх сторонах розміщені рибосоми (певним чином складені молекули РНК та білків), на яких відбувається синтез білка. По мембранним каналам ретикулума синтезовані білки розподіляються по клітині.

- *Вакуолі* – пухирці із мембранними стінками. Одні вакуолі – травні. Інші – поглинають воду. Вакуолі утворюються випячуванням стінки клітини назовні. Краї цитоплазми змикаються і оточують частину їжі чи води.

- *Комплекс Гольджі* – структурно впорядкований лабіринт мембранних каналів, у яких відбувається упаковка білків, надання їм просторової конфігурації, саме утворення мембран.

- *Мітохондрії* – мішечки, кожен з яких відгороджений (оточений) подвійною мембраною, зі втягуваннями внутрішньої мембрани (кристи). На кристах відбувається формування молекул АТФ. Молекули цієї кислоти у зв'язках своїх компонентів утримують енергію. У наслідку розриву цих зв'язків вивільняється *енергія*, що використовується на усі *процеси синтезу та руху*.

- *Лізосоми* – мішечки із непроникними мембранними оболонками, наповнені травними та іншими *ферментами* (ферменти – білки, що сприяють хімічній взаємодії молекул у клітині). Лізосоми впливають ці ферменти у мембранні травні вакуолі, у яких клітина розщеплює складні молекули білків. Через інші вакуолі лізосоми вивільняють свої ферменти за межі клітини і в цілому організму (*навуки, змії*), підготовлюючи таким чином їжу для перетравлювання усередині організму.

*Мембрани постійно руйнуються і формуються наново*. Це пов'язано із їх безперервною участю у процесах обміну речовин та поділу клітин. Більша частина енергії, що утримується в клітинах використовується саме для біосинтезу мембран.

Окрім мембранних структур, молекули білків утворюють у цитоплазмі мікро трубочки і пучки молекул, із яких складаються дуже тонкі нитки – *фібрили*. *Мікротрубочки* – опірна структура клітини. Її скелет, що підтримує форму клітини (навіть у амеб) вони створюють опору руховим війкам та джгутикам, хвостам сперматозоїдів, штовхають хромосоми при поділові клітин.

Мікро трубочки утворюють певні ділянки цитоплазми – *центріолі*.

Як і мембрани, мікротрубочки безперервно розпадаються і безперервно формуються.

*Гіалоплазма*, як колоїд, може бути у більш рідкому (*золь*) та більш густому (*гель*) стані. Ці стани зворотні, що пов'язано із функціонуванням клітини, її водним балансом. Але золь – це краєві ділянки цитоплазми (*ектоплазма*), а гель – глибинні (*ендоплазма*). Ектоплазма формує зовнішню мембрану з її глікокаліксом, в ендоплазмі лежить ядро. У цитоплазмі також присутні молекули РНК.

*Ядро* у період між поділами клітин відгороджене від цитоплазми *ядерною мембраною*. Мембрана має пори, через які у цитоплазму виходять рибосоми та РНК. Ядро утримує певні білки (*гістони*), велику кількість ДНК та РНК, які, відповідно, розміщуються у хромосомах та ядерцях.

*Хромосоми* – окремі тільця, у яких молекули ДНК знаходяться у тісному просторовому контакті зі специфічним для ядра комплексом білків (*гістонів*). Цей комплекс має назву *хроматину*. *Функції хромосом* – переніс генів при поділі клітин, опора молекул ДНК.

*Хроматиди* складаються із більш тонких ниток хроматину.

*Ядерця* – усередині ядерні структури, що складаються із РНК та білків. Цей комплекс молекул утворює рибосоми, які так само швидко розпадаються.

Царство Тварини

Підцарство Найпростіші, або  
Одноклітинні Тип Саркомастигофори  
Клас Саркодові  
Клас Радіолярії, або Променяки  
Клас Джгутикові  
Тип Апікомплекси  
Клас Споровики  
Тип Інфузорії  
Тип Саркомастигофори

- Клас *Саркодові (Корененіжки)*. Представники – різні види амеб, серед морських видів – вкриті раковинами форамініфери, планктонні радіолярії чи променевики, диск цитоплазми яких підтримується кремнієвими спікулами).

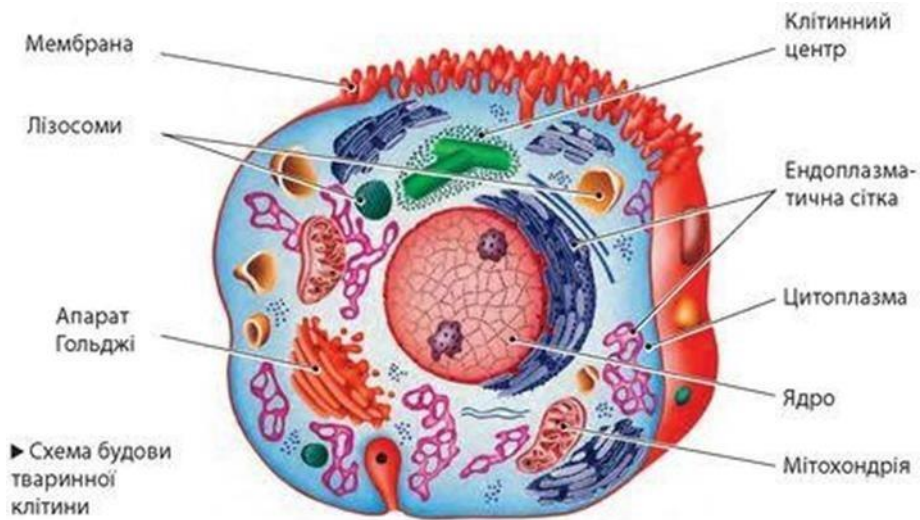
- Клас *джгутикові*. Серед них є представники, здатні до фотосинтезу (у цитоплазмі присутні хлоропласти) за умов достатнього освітлення, за інших умов вони переходять до гетеротрофного харчування – так звані *факультативні гетеротрофи*. Наприклад, Евілена зелена. За іншими джерелами – це водорість. Серед джгутикових відомі *паразити* людини. Особливо небезпечні – *трипаносоми* (переважно у тропічних країнах), зараження якими супроводжується складними ураженнями нервової системи. Проміжний господар цих паразитів – тропічний кровососучий клоп. Інший паразит – *лейшманія*, зараження яким супроводжується появою язв на тілі (лице, руки). Переносник – комахи москити. Цей паразит та його переносник розповсюджені у Середній Азії. до джгутикових також належить паразит людини – лямблія. Має 8 джгутикув, 2 ядра, на черевному боці – присоску, за допомогою якої прикріплюється до стінок кишечника. Через жовчні протоки потрапляє до жовчного міхура, викликаючи захворювання, що за симптоматикою нагадує холецистит.

### ***Тип Апікомплекси.***

- Клас Споровики. Численні види *усередині клітинних паразитів*, для яких характерна *наявність спеціальних структур*, необхідних для проникнення до клітини господаря – більш жорсткі ділянки зовнішньої мембрани та мембранні мішечки, наповнені ферментами, що розчиняють клітинні покриви господаря. Типові представники – малярійні плазмодії – збудники різних форм малярії.

### ***Тип вільчасті чи інфузорієві.***

Живуть у морях і прісних водоймах. Є колоніальні та вільно існуючі інфузорії. Серед прісноводних – інфузорія тувелька, інфузорія трубач. Серед морських – тинтиниди, які будують будиночки з піску. Відомі ще з юрського періоду. Серед інфузорій є *симбіонти* (ті, що живуть у одному із відділів шлунка жуйних тварин. Підтримують корисну для травлення флору бактерій) та *паразити* (наприклад, шкідлива для людини кишкова паличка, яка зумовлює важкий коліт.



**Рис. 1. Будова тваринної клітини.**



**Рис. 2. Будова евглени зеленої.**



Рис. 3. Будова інфузорії туфельки

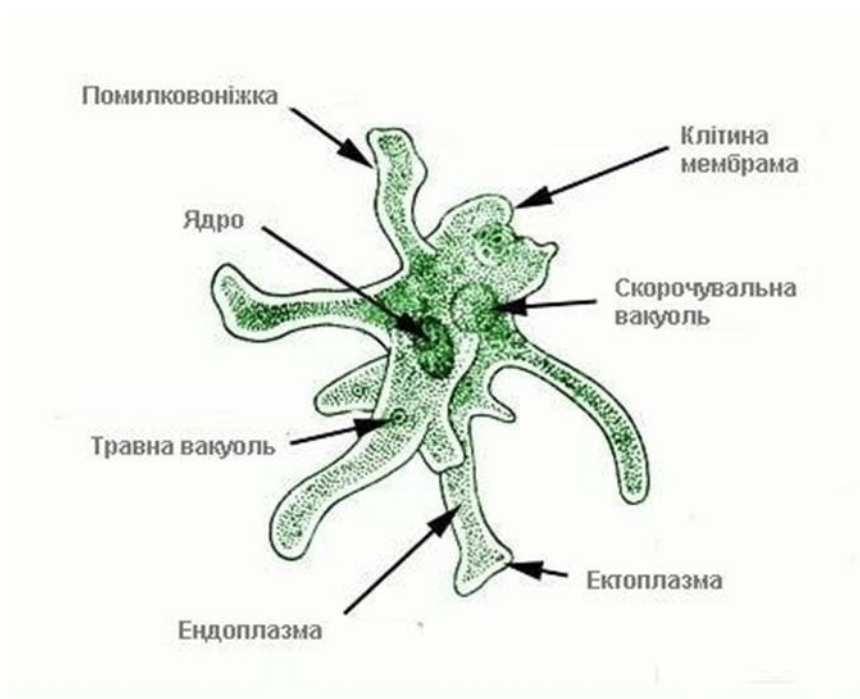


Рис. 4. Будова амеби звичайної

**Робота 22. Порівняльна характеристика Губок та Кишководорожнинних**

**Матеріали та обладнання:** табличний матеріал губок, гідроїдних поліп, сцифоїдних медуз, коралових поліп.

**Завдання:**



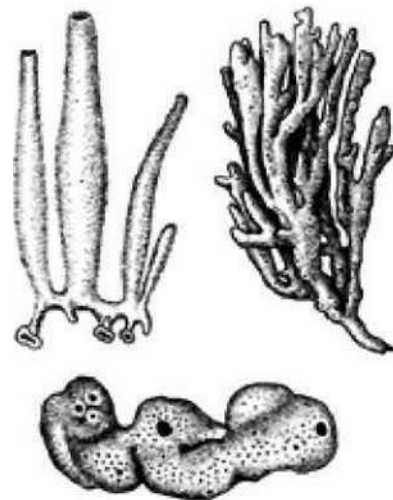
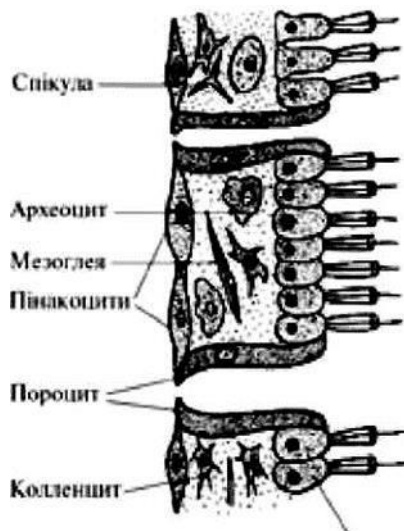
1. Замалюйте у зошитах будь-якого представника Губок, різних класів Кишковопорожнинних. Вкажіть систематичне положення.

2. Користуючись допоміжним матеріалом, заповніть таблиці.

**Вапнякові губки** (*Calcispongia*, або *Calcarea*). Винятково морські, зазвичай дуже невеликі за розмірами й невиразні губки. Найчастіше вони не забарвлені, а їхній скелет представлений вапняними трипроменевими, чотирипроменевими й одноосьовими голками

**Скляні губки** (*Hyalospongia*). Морські, причому найчастіше глибоководні організми. Бувають вони як одиночними, так і колоніальними. Досягають 50 см у висоту. У деяких скляних губок кістякові голки зростаються своїми кінцями, утворюючи надивовижу гарні ажурні конструкції.

Більшість губок належить до класу звичайних губок (*Demospongia*). Кістяк у них складається з кремнезему, іноді в поєднанні зі спонгіном, іноді представлений одним спонгіном або, що незвичайно для губок, відсутній зовсім.



**Рис. 1. Поперечний зріз стінки**    **Рис. 2. Різноманітні форми колоній губок тіла губки**

Прісноводні бадяги, що також належать до класу звичайних губок, у вигляді порошку, який складається переважно з голок-спікул, продаються в аптеках і використовуються як препарат для розтирання в разі ревматизму й гематом. Багато губок, що містять Іод, допомагають у лікуванні базедової хвороби.



**рис. 3. Спінкули губок** оувають двох сортів: великі макросклери (угорі) та дрібні мікросклери (унизу).

Серед представників класу звичайних губок є й свердлильні організми. Хто бував на Чорному морі, пам'ятає, як часто доводилося викидати черепашку понтійського гребінця через те, що вона вся була поїдена, пронизана якимись ходами. Це робота свердлильної губки *Clione*.

Хоча морські губки віддають перевагу тропічному й субтропічному мілководдям, вони зустрічаються скрізь, у тому числі й у водах Арктики й Антарктики. Просто видів тут менше. Зате на глибині близько 100 м губки утворюють суцільне намисто навколо антарктичного материка.

#### **Тип жалкі.**

#### **Клас гідроїдні поліпи.**

*Гідра* прикріплюється до стебел водних рослин в ставках, озерах або річках. Тіло її буро-зеленого кольору завдовжки до 1 см. Рот оточений віночком із 6–12 щупалець, які можуть витягуватися до декількох сантиметрів. На протилежному кінці тіла знаходиться підосва, за допомогою якої тварина прикріплюється до субстрату.

У ектодермі розвинені декілька типів клітин. Покривно-м'язові клітини утворюють покрив тіла. У кожній такій клітині є м'язове волокно. Завдяки скороченню волокон гідра може стискуватися, витягуватися, згинатися убік і таким чином поволі пересуватися. Нервові клітини мають зірчасту форму, їх відростки з'єднуються між собою, утворюючи нервову сплетення, або дифузну нервову систему. Проміжні клітини дрібні, круглі, великими ядрами і невеликою кількістю цитоплазми. При пошкодженні тіла гідри вони починають посилено рости. З проміжних клітин можуть утворюватися покривно-м'язові, нервові і інші клітини. Тому гідра дуже швидко відновлює (регенерує) втрачені або пошкоджені ділянки тіла. Кропив'яна, або жалка, клітина містить кулькоподібну жалячу капсулу із спіральній складеною усередині жалячою ниткою. Порожнина капсули заповнена отруйною рідиною.

Якщо яка-небудь дрібна тварина торкнеться його, жалка нитка швидко викидається назовні і по ній в тіло здобичі отрута, що паралізує її. Кропив'яні особливо багато на щупальцях гідри. Паралізовану здобич гідра підтягує щупальцями до ротового отвору і проковтує її.

Кишкову порожнину гідри вистилає ентодерма. У ній знаходяться епітеліально-м'язові клітини, що мають скоротливі м'язові волокна і залозисті

клітини 1–3 тонкими джгутиками, які постійно рухаються, переміщаючи вміст кишкової порожнини і підгрибаючи частинки їжі ближче до клітин. Залозисті виділяють в кишкову порожнину травний (протеолітичний) фермент, під дією якого тіло здобичі розпадається на дрібні частинки. На поверхні епітеліально-м'язових ентодерми утворюються помилкові ніжки (схожі на таких у амеби), які захоплюють частинки їжі.

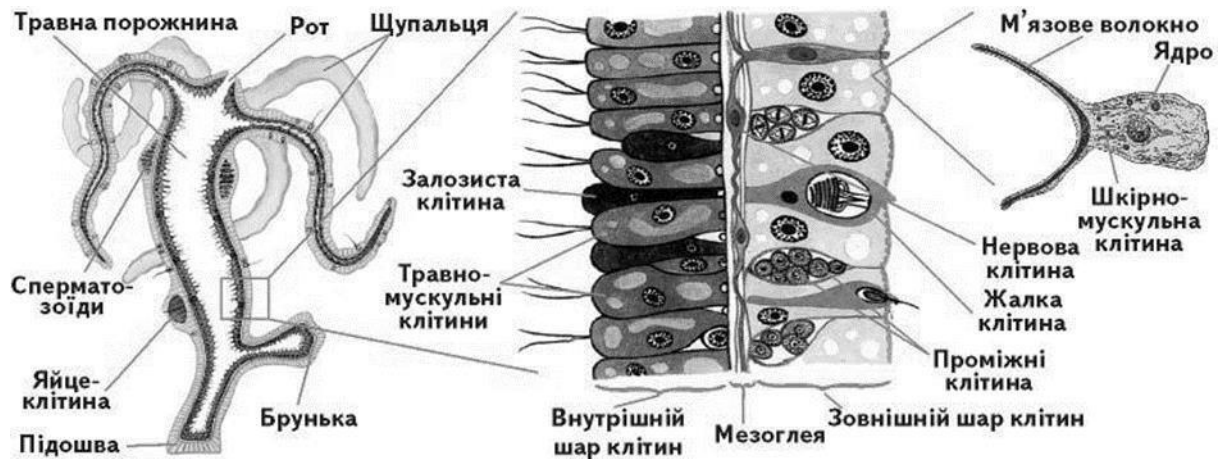


Рис. 4. Будова гідри.

Подальше перетравлення їжі відбувається усередині, як Найпростіших.

Гідра розмножується влітку безстатевим шляхом – брунькуванням. На її тілі на кінці яких з'являються щупальця і ротовий отвір. З часом дочірня гідра відокремлюється від тіла матері і живе самостійно. Восени в ектодермі гідри з проміжних утворюються статеві – яйця і сперматозоїди. Останні мають довгий джгутик, за допомогою якого вони плавають у воді. Один з них проникає в яйце і запліднює його. Запліднене яйце ділиться, покривається товстою подвійною оболонкою, опускається на дно водоймища і зимує там. Дорослі гідри гинуть пізно восени. Навесні розвивається нове покоління.

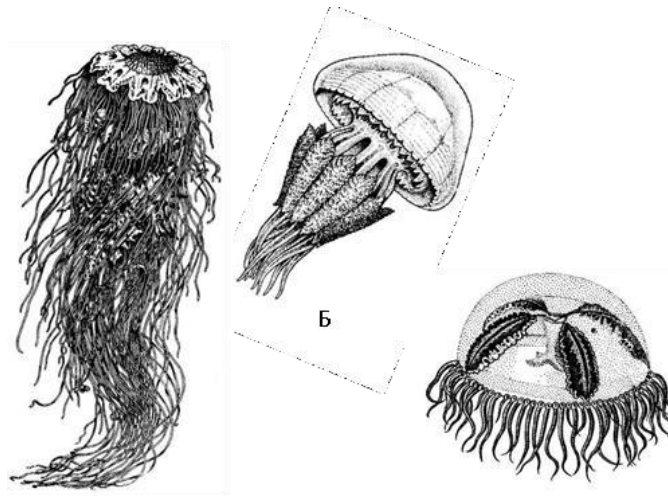
Гідри – хижаки, вони харчуються інфузоріями, дрібними ракоподібними (дафніями і т. п.), мальками риб.

Більшість кишковопорожнинних живуть в морях. На дні морів зустрічаються окремі поліпи – актинії (*Тип жалкі, клас Коралові поліпи*) з великою кількістю щупалець, які схожі на квіти. Більшість поліпів утворюють колонії завдяки тому, що дочірні особини при брунькуванні не від материнської. Багато коралових поліпів мають вапняний скелет. Впродовж тисячоліть скелетів загиблих коралових поліпів в південних морях утворилися коралові рифи і острови. Скелети коралових поліпів використовують для отримання вапняку. Зі скелетів червоного корала роблять намиста і інші прикраси.

У морях і океанах зустрічаються схожі на парасольку медузи (*Тип жалкі. Клас Гідроїні, Сцифоїдні медузи*). По краях тіла у них звисають щупальця, в центрі увігнутої сторони на стеблинці знаходиться ротовий отвір. Кишкова

порожнина має вид центрального шлунку і пов'язаної з ним системи каналів.

Медузи бувають різного розміру — від мікроскопічних до гігантської ціанеї, якої діаметр парасольки перевищує 2 м, а щупальця досягають 30 м.



**Рис. 5. Різноманіття медуз.** Гідроїдні: А – гігантська ціанея; Б – корнерот. Сцифоїдні: В – «хрестовичок».

Таблиця 1

### Біологія Губок

Місце положення у системі органічного світу (характерні лише для цих тварин риси)	
риси подібності до рослин	
риси подібності до тварин	
живлення	
травлення	
виділення	
дихання	
розмноження	
інші особливості	
представники	

Таблиця 2

### Біологія, різноманітність Кишковопорожнинних

Ознака	Гідроїдні поліпи	Коралові поліпи	Сцифоїдні медузи
живлення			
травлення			
виділення			
дихання			

нервова система			
розмноження			
інші особливості			
представники			

**Робота 23. Порівняльна характеристика Плоских та Круглих червів**  
**Матеріали та обладнання:** табличний матеріал.

**Завдання:**

1. Замалюйте та охарактеризуйте бичачого ціп'яка, печінкового сисуна, аскариду людську, гострика, ехінокока. Охарактеризуйте їх систематичне положення, пристосування до паразитичної форми існування.
2. Схематично відобразіть життєві цикли бичачого ціп'яка, печінкового сисуна, аскариди людської, гострика, ехінокока. Вкажіть основних та проміжних господарів.
3. Заповніть таблиці.

**Клас Стьожкові черви.**

*Свинячий і бичачий ціп'яки або солітери.*

Дорослі ціп'яки паразитують в кишечнику людини. Личинки бичачого ціп'яка розвиваються в організмі великої рогатої худоби, свинячого — в організмі свиней.

Тіло ціп'яка завдовжки 4—10 м, складається з маленької голівки короткої шийки і великої кількості (близько тисячі) члеників.

На голівці знаходяться органи прикріплення: бичачого ціп'яка чотири круглі присоски, свинячого окрім них є ще і хоботок із двома рядами гачків. За допомогою присосків і гачків ціп'як прикріплюється до стінки кишки. Від заднього кінця шийки постійно відокремлюються нові членики; спочатку вони маленькі, а з їх розміри збільшуються. У кожному членику розвиваються органи розмноження: один яечник і багато сім'яників. Запліднені, сформовані яйця поступово дозрівають в матці. У кінцевих члениках тіла ціп'яка матка дуже розростається, вона заповнена зрілими яйцями. Задні членики поступово відриваються і разом з екскрементами виводяться назовні.

Велика рогата худоба може проковтнути яйця бичачого ціп'яка із забрудненою травою. Після цього в кишечнику тварини з яєць виходять мікроскопічні личинки з шістьма гострими гачками. За допомогою їх личинки продірявлюють стінку кишки, разом з кров'ю розносяться по всьому тілу тварини і осідають найчастіше в м'язах. Тут вони перетворюються на міхури величиною з горошину, усередині яких є голівка і шийка ціп'яка (така личинка називається фінною). Людина може заразитися ціп'яком, вживаючи недостатньо проварене або прожарене м'ясо, в якому залишилися жвавi фінни. У кишечнику людини з

фінни вивертається голівка і прикріплюється до стінки кишечника. Поступово від шийки відростають членики *ціп'яка*.

Таким чином, *цикл розвитку* бичачого *ціп'яка*, як і багатьох інших паразитів, відбувається зі зміною *двох господарів*: остаточного (людина) і проміжного (велика рогата худоба). У тілі остаточного господаря відбувається статеве розмноження, в тілі проміжного розвиваються личинки паразита.

*Особливості будови ціп'яків* тісно пов'язані з необхідністю *приспосовування до паразитичного способу життя*. *Травна система* у них повністю відсутня. Харчуються паразити поживними речовинами, які знаходяться в кишечнику, всмоктуючи їх всією поверхнею тіла. *Нервова система* у них розвинена слабо — вона складається з центрального нервового вузла, розміщеного в голівці, і двох подовжніх нервових стовбурів, які тягнуться уздовж всього тіла. *Органи чуття* відсутні. *Приспосовуванням до паразитичного способу життя є дуже добре розвинена статева система і гермафродитизм, а також надзвичайно висока плодючість* (у кожному членику бичачого солітера знаходиться до 175 тис. яєць, за добу з організму їх виводиться близько 5 млн.). Велика яєць гине в зовнішньому, і лише невеликий відсоток потрапляє до проміжного господаря.

У кишечнику людини бичачий *ціп'як* може існувати більше 10 років. Він виділяє *отруйні продукти обміну речовин*. У зараженої людини спостерігаються нудота, блювота, біль і розлад шлунку, недокрів'я, безсоння, підвищена дратівливість і інші нервові явища. З кишечника хворих людей *ціп'яків* виганяють лікарськими препаратами, наприклад екстрактом папороті.

#### **Ехінокок.**

Статевозрілі особини *ехінокока* паразитують в кишечнику собак, лисиць, вовків (основні господарі), личинки — в печінці, легенях інших внутрішніх органах великої рогатої худоби, овець, свиней, коней, кролів, а також людини (проміжні господарі). У середині однієї фінни *ехінокока* розвивається декілька тисяч голівок (тобто відбувається чергування статевого і безстатевих поколінь). Збільшення кількості голівок у фіннові зростання чисельності потомства і, таким чином, підвищує ймовірність зараження остаточного господаря.

#### **Клас сисуні.**

*Печінковий сисун*. Паразитує в дорослому в печінці великої рогатої худоби, свиней, коней, людей (основні господарі), личинка — в тілі водного молюска малого ставковика (проміжний господар). Личинка сисуна розмножується партеногенетично, що призводить до збільшення числа зародків, які можуть потрапити до остаточного господаря. У цьому полягає біологічна роль чергування поколінь паразита.

### **Таблиця 1**

Біологія Плоских (на прикладі класу Стьожкові черви) та Круглих червів

Ознака	Плоскі черви	Круглі черви
--------	--------------	--------------

будова тіла		
нервова система		
травлення		
живлення		
виділення		
розмноження		
дихальна система		
кровоносна система		
приспосовування до паразитичного способу існування		
представники		

## Робота 24. Порівняльна характеристика М'якунів та Кільчастих червів

**Матеріали та обладнання:** табличний матеріал.

### **Завдання:**

1. Замалюйте узагальнену схему будови молюсків. Замалюйте будову Ставковика звичайного, як типового представника легеневих червононогих. Вкажіть його систематичне положення.
2. Замалюйте будову Дощового черв'яка. Вкажіть місцеположення у системі Кільчастих черв'яків.
3. Охарактерзуйте біологію та замалюйте червоного компостного (гнойового) черв'яка (*Eisenia foetida* Savigny) (СРС).
4. Заповніть таблиці.

### **Загальна характеристика та різноманітність типу Кільчасті черви, або Кільчаки**

*Систематичне положення*

Царство тварини

Під царство Багатоклітинні

Тип Кільчасті черви, або Кільчаки

*Різноманітність типу*

1. Багатощетинкові (поліхети). Більшість – мешканці морів. Декілька видів – прісноводні. Це вторинні вселенці у прісні водойми або види, що адаптувались до опріснення після перерви зв'язку водойму з морем. Ряд видів – паразити, сильно змінені у своїй будові. Багатощетинкових поділяють на дві групи – *сидячі* та *бродячі*. Для перших характерним є здатність до утворення шкірястих трубок, у яких вони живуть. У деяких ці трубки завапнуються та прикріплюються до каменів або таломів макролітів. Рот оточений численними щупальцями, якими вони захоплюють їжу – планктонні водорості та органічний

дендрит. Бродячі представлені планктонними та повзаючими видами. Органи руху – параподії – дволопастні вирячування стінки тіла, що пронизані пучками пружних хітинових щетинок. У сидячих параподій нема, зате добре розвинуті щетинки.

2. Малощетинкові (олігохети). Більшість з них – прісноводні та ґрунтові тварини. Органи руху – щетинки, що виступають з обох боків сегмента. Серед них зустрічаються гігантські види – з довжиною тіла до 2 м. Деякі прісноводні формують шкірясті трубки. Це дозволяє їм переносити значні забруднення водою органічними речовинами. Їх значна кількість у водоймі – ознака його забруднення. Особливу роль у біосфері відіграють ґрунтові малощетинкові. Серед них – дощовий черв'як.

3. П'явки (гірудіни). Прісноводні та наземні види. Декілька – солоноватоводні. Наземні мешкають у багатьох тропічних країнах, де нападають на тварин та людину (потрапляючи у взуття і т.д.). Прісноводні досить широко розповсюджені. Завдають значної шкоди малькам риб. Усі п'явки – хижаки – кровососи. Адаптація до такого способу існування призвела до утворення передніх та задніх присосок – шляхом злиття декількох передніх та задніх сегментів, а також бокових виростів середньої кишки – кишень, у які тварина направляє кров і там її запасає. Наявність особливого ферменту – гірудіну дозволяє крові не згортатися протягом тривалого часу. Біологічно активні ротові виділення п'явок складають основу гірудотерапії.

4. Малосегментні (олігомери). Не чисельна група морських тварин, тіло яких складається із 5 – 7 сегментів. Вони не мають параподій чи щетинок. Вважаються найбільш древніми.

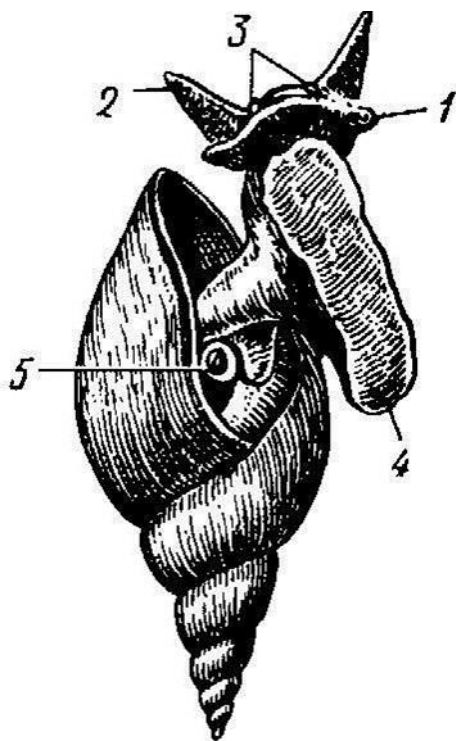


Рис. 1. Зовнішня будова Ставковика:



1 – ротові лопаті; 2 – щупальця; 3 – очі; 4 – нога; 5 – дихальний отвір.

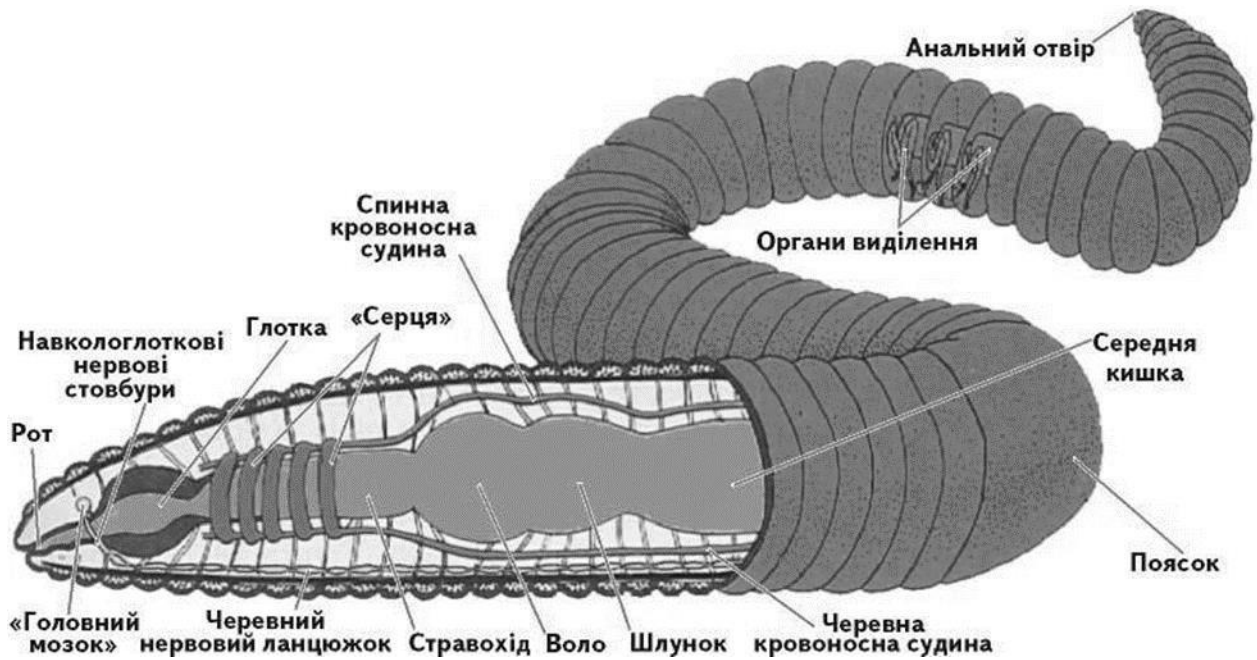


Рис. 2. Будова дощового черв'яка

Таблиця 1

Біологічна характеристика Кільчастих червів та Мякунів

<u>Ознака</u>	<u>Кільчасті черви</u>	<u>М'якуни</u>
<u>Будова тіла</u>		
<u>Нервова система</u>		
<u>Травлення</u>		
<u>Живлення</u>		
<u>Виділення</u>		
<u>Розмноження</u>		
<u>Дихання</u>		
<u>Представники</u>		

**Робота 25. Порівняльна характеристика Павукоподібних, Ракоподібних у контексті філогенезу тваринних організмів**

**Матеріали та обладнання:** табличний матеріал Павукоподібних, Ракоподібних, будова тіла, системи органів.

**Завдання:**

1. Замалюйте Павука-хрестовика, Річкового рака. Охарактеризуйте їх систематичне положення. Вичленіть прогресивні еволюційні риси.
2. Охарактеризуйте систематику Павукоподібних, Ракоподібних.
3. Заповніть наступні таблиці.

**Інформаційний матеріал.**

*Загальна характеристика Павукоподібних.*

Павукоподібні – переважно наземні членистоногі, але серед кліщів і павуків є вторинноводні форми. Їхнє тіло зазвичай складається з головогрудей і черевця. Вусиків павукоподібні не мають. Характерною ознакою групи є наявність у багатьох видів на черевці павутинних бородавок з павутинними залозами. Вони виробляють павутинні нитки, які павукоподібні використовують для створення ловчих сіток, вистилання нірок, виготовлення коконів та інших цілей.

*Особливості зовнішньої будови павукоподібних. Форма тіла й розміри.*

Тіло павукоподібних розділене на окремі сегменти, має двобічну симетрію. Групи подібних між собою сегментів утворюють відділи тіла павукоподібних. Найчастіше виокремлюють два основні відділи – головогруди й черевце. На головогрудях розташовані шість пар кінцівок: хеліцери, ногощупальці й чотири пари ходильних ніг. На черевці кінцівок немає або вони видозмінені (павутинні бородавки, легеневі мішки). Розміри павукоподібних варіюють у широких межах – від часток міліметра до 20 см.

*Покриви тіла.*

Зовні тіло павукоподібних укрите хітиною кутикулою. Її основу становить хітин (полісахарид, до складу якого входить Нітроген). Затвердіння кутикули зумовлює просочування її особливими білками. Зовнішній шар кутикули є водонепроникним.

*Особливості внутрішньої будови павукоподібних.*

*Опорно-рухова система.*

Типова для типу Членистоногі. Для пересування використовуються ходильні кінцівки (4 пари).

*Травна система.*

Травна система павукоподібних включає передню, середню й задню кишки, а також печінку. Ротовий апарат сисний. Передня кишка зазвичай утворює розширення – глотку, що має сильні м'язи та здатна виконувати роль насоса, який втягує напіврідку їжу (павукоподібні не вживають тверду їжу шматками). Під час харчування секреті слинних залоз і печінки вводяться в тіло здобичі й забезпечують позакишкове травлення.

### *Дихальна система.*

Дихання в найдрібніших видів здійснюється всією поверхнею тіла, а у решти – легeneвими мішками та трахеями.

### *Кровоносна система.*

Типова для типу Членистоногі. Зазвичай добре розвинена, особливо у видів з великими розмірами тіла

### *Видільна система.*

Типова для типу Членистоногі. Добре розвинені мальпігієві судини.

*Центральна нервова система* представлена головним мозком (ганглії, що злилися) і черевним нервовим ланцюжком. У павукоподібних спостерігається злиття розташованих поряд вузлів нервового ланцюжка, що утворюють підглоткову нервову масу. Органи чуттів павукоподібних: прості очі, механо- й хеморецептори, органи слуху.

### *Розмноження.*

Павукоподібні представлені роздільностатевими формами. Розвиток частіше прямий, але може бути й непрямим (наприклад, у кліщів).

### *Підклас Кліщі.*

У представників ряду головогруді й черевце цілком зливаються. У передній частині тіла розташована голівка, що утворена хеліцерами й ногощупальцями. Розвиток непрямий.

Серед кліщів є ґрунтоутворювачі, хижаки й паразити. Види, що паразитують на людині, є збудниками захворювань (корости, дерматитів). Багато паразитичних кліщів здатні переносити різні захворювання (енцефаліти, геморагічні лихоманки тощо).

Кліщі, що паразитують на рослинах, можуть завдавати значних утрат урожаю сільськогосподарських культур.

### *Підклас Скорпіони.*

У представників ряду черевце розділене на дві частини – широку передню й вузьку задню. На останньому члену черевця розташовується отруйна залоза. Хижаки, великі тропічні види своїм укусом можуть спричинити смерть. Види, що живуть в Україні, не становлять небезпеки, хоча їхні укуси болючі.

### *Підклас Павуки.*

Велика група, представники якої мають будову, типову для павукоподібних. Розміри значною мірою варіюють (від часток міліметра до 20 см). Усі представники – хижаки. Розвиток прямий.

Відіграють важливу роль у біоценозах як регулятори кількості дрібних тварин. Представники: павук-хрестовик, паук-сріблянка (живе у водоймах), павук-птахоїд.

Деякі павуки отруйні й становлять небезпеку для людини.

З отруйних павуків на території України живуть тарантул і каракурт. Укуси тарантула дуже болючі та спричиняють набрякання тканини в місці укусу, а укуси каракурта можуть призводити навіть до смертельного результату.

## Загальна характеристика Ракоподібних.

Переважно водні безхребетні (лише деякі види пристосувалися до існування в наземних умовах). Для них характерна наявність двох пар вусиків (антен) і двогіллястих кінцівок.

Органом дихання ракоподібних є зябра. Особливості зовнішньої будови ракоподібних. Форма тіла й розміри.

Тіло ракоподібних розділене на окремі сегменти, має двобічну симетрію. Групи подібних між собою сегментів утворюють відділи тіла ракоподібних. Найчастіше виокремлюють три основні відділи – голову, груди й черевце. У деяких випадках голова і груди можуть нерухомо з'єднуватися, утворюючи головогруди. Розміри ракоподібних варіюють у широких межах – від кількох міліметрів до 3 метрів.

### *Покриви тіла.*

Зовні тіло ракоподібних укрите хітиною кутикулою. Її основу становить хітин (полісахарид, до складу якого входить Нітроген). Затвердіння кутикули зумовлює просочування її вуглекислим вапном.

### *Особливості внутрішньої будови ракоподібних.*

#### *Опорно-рухова система.*

Скелет ракоподібних зовнішній, утворений хітиною кутикулою. Мускулатура представлена окремими м'язовими пучками й не утворює суцільного шкірно-мускульного мішка. Для пересування можуть використовуватися ходильні кінцівки, хвіст або подовжені й розгалужені вусики.

#### *Травна система.*

Типова для типу Членистоногі.

#### *Дихальна система.*

Дихання в найдрібніших видів здійснюється всією поверхнею тіла, а у решти — зябрами. Зябра є розгалуженими або пластинчастими виростами кінцівок.

#### *Кровоносна система.*

Типова для типу Членистоногі. Зазвичай добре розвинена, особливо у видів з великими розмірами тіла.

Розглянемо представників найбільш розповсюджених рядів, що належать до різних класів підтипу Ракоподібні.

#### *Ряд Десятиногі раки.*

Найширше відомий ряд ракоподібних. До його представників належать широко відомі їстівні ракоподібні. Це річковий рак, омари, лангусти, краби, креветки.

Представниками десятиногих раків є раки-самітники. Вони мають м'яке черевце, яке ховають у порожніх черепашках моллюсків.

### *Ряд Рівноногі раки.*

З водних видів цього ряду в Україні часто зустрічається водяний ослик. Але найширше відомі рівноногі раки, що живуть на суходолі, — мокриці. Переселившись на суходіл, вони не втратили зябрового дихання. Зябра мокриць прикриті кришечкою, що утворена розширеною парою черевних ніжок. Завдяки цьому навколо зябер завжди волога атмосфера і вони можуть здійснювати газообмін. Деякі види мокриць живуть навіть у пустелях.

### *Ряд Гіллястовусі раки.*

Представниками ряду є дафнії. Їхні розміри дуже невеликі. Дафнії плавають з допомогою другої пари вусиків. На їхні голові розташовані два складних й одне просте око. Харчування фільтраційне, з допомогою грудних ніжок. Розвиток прямий. Улітку дафнії розмножуються партеногенетично (з яєць виходять лише самки), а восени – статевим шляхом (з партеногенетичних яєць виходять і самки, і самці). Дафнії відіграють важливу роль у біоценозах прісних водойм, тому що є основною кормовою базою багатьох водних організмів.

### *Ряд Веслоногі раки.*

Представниками ряду є циклопи. Їхні розміри дуже незначні. Циклопи плавають з допомогою першої пари вусиків і грудних ніжок. На голові розташоване одне просте око. Зябра відсутні, газообмін відбувається крізь зовнішні покриви. Розвиток непрямий.

Таблиця 1

### Порівняльна характеристика Павукоподібних, Ракоподібних

Біологічна ознака	Тварини	
	клас Павукоподібні	підтип Ракоподібні
покриви тіла, функція		
будова тіла		
ротівий апарат		
ходильний апарат		
нервова система		
органи чуття		
кровоносна система		
живлення		
травлення		
дихальна система		
видільна система		
статева система		
представники		

## **Робота 26. Систематичний огляд Комах**

**Матеріали та обладнання:** гербарій комах, табличний матеріал.

### **Завдання.**

1. Використовуючи колекційний матеріал, розгляньте фонові види найбільш розповсюджених родин ентомофауни. Вичленіть їх характерні риси.

2. Вкажіть, для яких із представлених комах характерний повний та неповний метаморфоз.

3. За допомогою підручників, теоретичного матеріалу методичних рекомендацій заповніть таблиці.

### **Будова і життєві функції Комах.**

1. Розміри комах дуже варіюють – від 0,25 мм (їздці, яйцеїди) до 20–26 см (тропічні види: жук-геркулес, паличник та ін.). Тіло завжди складається із трьох відділів (рис. 1): голови, грудей і черевця. Голова складається з акрона і чотирьох сегментів, груди – завжди з трьох, черевце – з 11 сегментів.
2. Голова несе чотири пари придатків: одну пару вусиків та три пари ротових органів (видозмінених кінцівок). Вусики бувають різні за формою (рис. 2). Форма вусиків – важлива систематична ознака комах. Ротові органи залежно від способу живлення можуть бути різних типів. Вихідним типом є гризучий ротовий апарат, пристосований до живлення твердою їжею – органічними рештками, частинами живих рослин та ін. Гризучий ротовий апарат (рис. 3) властивий прямокрилим, тарганам, жукам та ін.
3. Найменших змін порівняно з гризучим зазнав гризучолижучий ротовий апарат (рис. 4), характерний для перетинчастокрилих, що живляться нектаром квітів (бджіл, джмелів).
4. Колючосисний ротовий апарат (рис. 5) служить для проколювання шкіри і тканини та висмоктування крові або соку (наявний у комарів, мошок, клопів, гедзів, попелиць, метеликів). Характеризується наявністю стилетів, які разом утворюють міцний колючий хоботок.
5. Ротовий апарат смоктального типу (рис. 6) притаманний метеликам.

Лижучий ротовий апарат є в багатьох мух. За його допомогою ці комахи можуть шкребти, смоктати і фільтрувати поживу. Основна його частина – видозмінена нижня губа (хоботок), лопаті якої несуть фільтраційний апарат.

Груди комах складаються із трьох сегментів – передньо-, середньо- і задньогрудей. Кожний сегмент грудей, як і черевця, складається з 3-х частин. На кожному сегменті грудей розташовано по парі ніг, які бувають різних типів залежно від способу життя і переміщення комах: ходильні, бігальні, стрибальні, хапальні, риучі та ін. Найбільш типовими для комах є ходильні та бігальні ноги. Перші характеризуються порівняно короткими частинами та розширеними члениками лапок; другі – більш видовженими і стрункими складовими частинами. При цьому всі три пари ніг більшою чи меншою мірою подібні між собою. Унаслідок пристосування до життя в різних типах середовищ кінцівки (1 і 3 пари) зазнають істотних змін.

У більшості комах на 2-му і 3-му сегментах грудей є по парі крил.

Первиннобезкрилі комахи ніколи не мали крил; у деяких вони редукувалися в процесі еволюції (воші, блохи, пухощі та ін.). Крила – пластинчасті придатки, які розвиваються з складок покривів середньо- і задньогрудей. У крило, як і в усі частинки тіла, заходять трахеї і нерви. У місцях їх проходження на крилі утворюються характерні трубчасті хітинові потовщення – жилки. По жилках, крім того, під час формування крила в нього нагнітається гемолімфа, унаслідок чого пластинка крила розправляється. Уздовж крила проходять поздовжні жилки; їх з'єднують поперечні. Типи крил і характер жилкування – важливі систематичні ознаки комах. Розрізняють крила кількох типів. Для сітчастих крил, які наявні в бабок (Odonoptera) і сітчастокрилих (Neuroptera), характерною ознакою є наявність між поздовжніми жилками великої кількості поперечних жилок.

Перетинчасті крила, властиві для перетинчастокрилих (Hymenoptera), метеликів (Lepidoptera), двокрилих (Diptera) і інших комах, характеризуються невеликою кількістю поперечних жилок та негустим жилкуванням. У деяких комах (жуків – Coleoptera, тарганів – Blattoptera, прямокрилих – Orthoptera) передня пара крил перетворюється в надкрила, або елітри: вони стають щільними і виконують покривну (захисну) функції, не беручи участі в польоті. У клопів (Hemiptera) вершина крила ніжна, перетинчаста, а решта щільна. Такі крила виконують захисну роль, а також беруть участь у польоті. Друга пара крил у зазначених вище комах – перетинчасті крила.

Отже, комахи – перші на Землі істоти, здатні до активного польоту, при цьому крила не є видозміненими кінцівками, за якими зберігається їх первісна функція.

Рух крил у комах і їх політ обумовлені з'єднанням крил з тулубом і роботою особливих крилоподібних м'язів.

Завдяки польоту комахи змогли розселитися по всій Землі й освоїти різні біотопи.

Черевце комах складається з неоднакової кількості сегментів у різних представників класу: найчастіше їх буває 8 – 9, а у високоорганізованих до 4 – 5. Кінцівки на черевці відсутні. У деяких комах зачатки кінцівок видозмінилися в придатки черевця. Самки багатьох видів комах на кінці черевця мають яйцеклад, а в окремих він перетворився на жало, на якому відкривається протока отруйної залози.

Тіло комах, як і інших членистоногих, вкрите кутикулою. У наземних комах кутикула має дуже тоненький зовнішній шар – епікутикулу, яка перешкоджає випаровуванню води з тіла комах, а також погано змочується водою, тобто є гідрофобною, оскільки в ній наявні віск і ліпоїди, а хітин відсутній. У ґрунтових і водних комах епікутикула або позбавлена воскового шару, або не виражена зовсім. Внутрішній шар кутикули (прокутикула) складається переважно з хітину та білків. Хітин дуже стійкий до хімічних впливів: він не розчиняється в спиртах, ефірах, на нього не діють слабкі кислоти. Механічної міцності кутикулі надають білки, які

можуть утворювати сполуки з дубильними речовинами, сприяючи її склеротизації. У багатьох комах, зокрема, жуків (Coleoptera) кутикула дуже склеротизована, вона утворює твердий панцир. Проте в личинок і деяких дрібних комах вона тонка й дуже еластична. Така сама еластичність властива кутикулі в місцях з'єднання частин тіла, що забезпечує необхідну його гнучкість та рухомість.

Усю прокутикулу пронизують численні (до 10–15 тис. на 1 кв. мм) вертикальні перові каналці, усередині яких проходять тоненькі відростки гіподермальних клітин. Вони забезпечують зв'язок гіподерми з кутикулою і утворення епікутикули під час линьок.

Отже, кутикула захищає від механічних пошкоджень, перешкоджає випаровуванню води з тіла комахи, а також проникненню в організм хімічних речовин (крім тих органічних отрут, які розчиняються в жирах). Усе це слід враховувати при розробці й застосуванні засобів регулювання чисельності комах.

Хітинова кутикула утворює внутрішні вирости — своєрідний ендоскелет (тенторій), до якого із середини прикріплюються м'язи.

Похідними шкіри є різні кутикулярні утворення (шипики, горбки, боріздки), а також волоски, щетинки та їх видозміна – лусочки. Нерідко (наприклад, у нічних метеликів, джмелів) волоски утворюють густий покрив, що має значення в терморегуляції. У більшості випадків волоски і щетинки розміщені поодинокі і відіграють роль чутливих елементів.

У комах добре розвинені різноманітні шкірні залози: воскові (у бджіл, попелиць, кокцид), пахучі (у клопів), отруйні (у гусениць деяких метеликів), шовковидільні (у личинок лускокрилих, волохокрилих, перетинчастокрилих) та ін.

Забарвлення тіла комах залежить від пігментів, що містяться в кутикулі; металевий блиск спричинений заломленням або відбиттям променів світла. Найпоширенішими пігментами є меланіни, які зумовлюють забарвлення в темні кольори, а також каратиноїди – у жовті та червоні.

Для м'язової системи комах характерною особливістю є те, що і скелетні м'язи, і м'язи внутрішніх органів є поперечносмугастими. У той же час в них спостерігається значна диференціація та спеціалізація окремих елементів м'язової системи.

Порожнина тіла – місоцель – поділена перетинками (діафрагмами) на три відділи – синуси. У верхньому, або перикардальному, синусі міститься спинна кровоносна судина; у середньому (вісцеральному) – травна, видільна й статева системи; у нижньому (перинеуральному) – черевний нервовий ланцюжок. Порожнина тіла заповнена гемолімфою.

Проміжки між внутрішніми органами в комах виповнені жировим тілом.

Нервова система комах, порівняно з іншими членистоногими, має значно вищий рівень розвитку і спеціалізації. Центральна нервова система включає парний надглотковий ганглії («головний мозок»), підглотковий ганглії та ганглії черевного нервового ланцюжка. Комахи, що мають складну поведінку, характеризуються більшими розмірами головного мозку. У бджоли він становить



1/174 об'єму тіла, а в жука-плавунця – лише 1/420.

Головний мозок складається з трьох відділів: переднього (протоцеребрума), середнього (дейтоцеребрума) і заднього (тритоцеребрума). У гуртових комах у передньому відділі розміщені так звані «грибоподібні тіла», які краще розвинені у форм зі складною поведінкою (наприклад, у робочих бджіл порівняно з маткою і трутнями) і є вищим асоціативним та координуючим центром нервової системи.

Крім того, передній відділ інервує складні очі, середній – вусики і задній – верхню губу. Підглотковий вузол інервує ротові органи і передній відділ кишечника.

Черевний нервовий ланцюжок у примітивних комах складається з трьох грудних і восьми черевних гангліїв. Від гангліїв центральної нервової системи відходять нерви, що регулюють роботу внутрішніх органів та м'язової системи.

У всіх відділах центральної нервової системи є нейросекреторні клітини. Найбільше їх у протоцеребрумі: вони виділяють мозковий, або активаційний, гормон, який активізує виділення гормонів іншими ендокринними органами, що впливають на розвиток організму, линьку (екдізон), обмін речовин, затвердіння кутикули (бурсикон) та ін.

Органи чуття комах складні й різноманітні. Морфологічною і функціональною основою кожного з них є сенсили, що розкидані по тілу поодиночки, або ж зібрані в більші чи менші скупчення.

Хеморецептори комах представлені нюховими і смаковими сенсилами. Нюх допомагає комахам у пошуках їжі. Крім того, орієнтація за запахом є каналом передачі інформації, тобто своєрідною «мовою» комах. Доведено, що комахи виділяють у навколишнє середовище біологічно активні речовини феромони, які сприймаються іншими особинами даного виду і впливають на їх поведінку, а іноді й на ріст і розвиток. Є феромони тривоги, оборони, слідові та ін. Статеві феромони-атрактанти – сприяють знаходженню особин протилежної статі.

Статеві органи самки складаються з яєчників (парних), яйцепроводів, що зливаються у піхву, яка відкривається на кінці черевця під анальним отвором. У піхву відкривається сім'яприймник, де зберігається сім'я після запліднення (у деяких комах протягом кількох років; сперматозоїди при цьому залишаються живими). У деяких комах самки мають яйцеклад для відкладання яєць у ґрунт, тканини рослин та ін.

Статеві органи самця теж парні і складаються із сім'яників, сім'япроводів, які зливаються в сім'явивідний канал. У більшості екопулятивний орган; якщо його немає, то сперматозоїди склеюються в сперматофори і в такому вигляді вводяться в статеві органи самки.

Запліднення внутрішнє, рідше – зовнішньовнутрішнє, при якому самець відкладає сперматофори у зовнішнє середовище, а самка захоплює його статевим отвором. Запліднені яйця комах відкладають у зовнішнє середовище: поодиночки чи групами, відкрито, або ж маскуючи їх різними способами. Деякі комахи за допомогою яйцеклада відкладають яйця в ґрунт чи в тканини рослин.

Протягом індивідуального розвитку, або онтогенезу, комахи проходять два

періоди: розвиток всередині яйця, або ембріональний, і розвиток після виходу з яйця, або постембріональний. Розвиток комах відбувається з перетворенням (метаморфозом). Ембріональний розвиток розпочинається з дробіння яйця. Завдяки особливостям ембріогенезу створюються сприятливі умови для розвитку зародка, що поряд із прогресивною організацією і особливостями поведінки дозволило комахам стати домінуючою групою серед безхребетних тварин суші.

Розрізняють три основних типи постембріонального розвитку комах: 1) прямий розвиток без метаморфозу – аметаболія, або протометаболія; 2) розвиток з неповним перетворенням – геміметаболія; 3) розвиток з повним перетворенням – голометаболія.

При неповному метаморфозі (геміметаболії) властивому нижче організованим комахам, з яйця виходить личинка, подібна до дорослої форми (імаго), але менша за розмірами, з недорозвиненими крилами і статевими органами. Вона кілька разів линяє, росте й перетворюється на імаго без стадії лялечки. Личинки старшого віку з добре вираженими зачатками крил називаються німфами. Імагоподібні личинки однокілі, двокілі, бабок, які живуть у воді і дихають за допомогою личинкових зябер, дістали назву наяди.

У комах з повним метаморфозом (голометаболії) із яйця виходить личинка, зовсім не схожа на імаго: у неї відсутні крила, слабо розвинені органи чуття (немає фасеткових очей, маленькі вусики), інший тип ротового апарату, інша кількість і будова кінцівок. Часто личинки комах, що розвиваються з повним метаморфозом, живуть в іншому середовищі і споживають іншу їжу, ніж імаго. Ріст личинки супроводжується линьками, яких буває декілька; личинка останнього віку перестає живитися, стає нерухомою, линяє востаннє і перетворюється на лялечку.

У фазі лялечки відбуваються складні процеси гістолізу (розпад внутрішніх органів личинки шляхом фагоцитозу за допомогою гемоцитів і самоперетравлення – автолізу) і гістогенезу – утворення органів, властивих імаго. Не зазнають гістолізу нервова, статева системи, спинна кровоносна судина і частково трахеї. У стадії імаго комахи не линяють і не ростуть.

Доведено, що цикл розвитку комах, послідовність фаз, тривалість їх линьки регулюються гормонами (екдізоном та ювенільним), надходження яких у гемолімфу координується нейросекреторними клітинами мозку. Нейросекреторні клітини мозку продукують активаційний гормон, що надходить у гемолімфу; він стимулює виділення проторакальними залозами гормону линяння – екдізону. Останній діє на клітини гіподерми, спричиняючи розчинення старої кутикули і виділення нової.

Крім описаного вище бісексуального розмноження за участю обох статей і відкладання яєць у зовнішнє середовище, у комах спостерігаються й інші способи розмноження: живонародження, партеногенез, педогенез і поліембріонія. Педогенез, або дитяче розмноження, – це партеногенетичне розмноження у фазі личинки. Спостерігається в деяких жуків, клопів. Поліембріонія являє собою розмноження у фазі яйця і властива, наприклад, паразитичним перетинчастокрилим. З одного яйця, відкладеного в тіло хазяїна, розвивається кілька десятків або й сотень яєць.

Весь цикл розвитку комах від фази яйця до фази імаго називається генерацією (поколінням). Тривалість генерації залежить від двох основних факторів – спадковості і впливу навколишнього середовища.

Комахи є кормовою базою для багатьох груп тварин. Величезне значення мають комахи і в житті людини. Деякі з них дають технічну сировину: шовк (тутовий шовкопряд), віск (медоносна бджола, червець), дубильні кислоти (гали, утворені горіхотворками), фарби (червець). Цінним харчовим продуктом є мед. Постачальниками лікарської сировини є бджола медоносна, мурашки, жуки-навивники, шпанська мушка та ін. Людина використовує комах-запилювачів для збільшення урожаю сільськогосподарських рослин, комах-ентомофагів – для біологічної боротьби зі шкідниками. Останнім часом, використовуючи біоорганічні відходи, спеціально розводять синантропних мух, адже вони – ефективні утилізатори: на одній тонні органічного субстрату можна виростити стільки личинок мух, що їх біомаса становитиме близько 92 кг. З цієї біомаси одержують кормовий білок для свійських тварин, а перероблені личинками біовідходи – чудове органічне добриво. Це шлях до безвідходного сільськогосподарського виробництва.

Біоніки досліджують комах для створення досконалих приладів та механізмів. Так, очі мухи стали прототипом приладу, що вимірює миттєву швидкість літака. Багато видів комах приносять людині велику естетичну насолоду, збагачуючи живу природу барвами, рухами, звуками.

Проте серед комах є і небезпечні масові шкідники сільськогосподарських та лісових рослин. Мухи, комарі, блохи, воші, москіти поширюють багато небезпечних хвороб (малярію, туляремію, енцефаліт, чуму, висипний тиф та ін.). Комахи завдають матеріальних збитків, пошкоджуючи продукти харчування (довгоносики, зернівки, чорнотілки), шкіру, хутро, шерсть, пір'я (жуки-шкіроїди, міль, пухоїди), дерев'яні будівлі та меблі.

Тому не випадково до Червоної книги України (другого її видання) потрапило 173 види комах, серед яких і такі нещодавно досить поширені, як красотіл пахучий (*Calosoma sycophanta*), жук-олень (*Lucanus cervus*), великий дубовий вусач (*Cerambyx cerdo*), дибка степова (*Saga pedo*), сатурнія мала (*Eudia ravonia*), махаон (*Papilio machaon*), джмелі: звичайний (*Bombus proteus*), моховий (*B. muscorum*), степовий (*B. pratorum*) та багато інших. Перше видання Червоної книги України включало 18 видів комах (жужелиця кримська – *Carabus tauricus*, вусач альпійський – *Rosalia arfina*, аполлон – *Parnassius apollo*, бражники: мертва голова – *Manduca atropos*, дубовий – *Marumba quercus*, прозерпіна – *Proserpinus proserpina* та ін.). Усі ці комахи потребують особливої уваги з боку людини. Необхідно посилити також охорону комах-запилювачів, насамперед – джмелів та поодиноких бджіл. Важливий засіб їх охорони – повне припинення застосування отрутохімікатів у період цвітіння медоносних рослин, а також створення ентомологічних мікрозаказників.

## Систематичний огляд комах

Клас	Підклас	Ряд	Підряд	Родина	Фонові види

### **Робота 27. Характеристика Риб та Земноводних у контексті філогенезу тваринних організмів**

**Матеріали та обладнання:** табличний матеріал.

#### **Завдання.**

1. Використовуючи інформаційний матеріал, розгляньте загальну будову Риб, Земноводних.
2. За допомогою матеріалів проведіть порівняльну характеристику Риб, Земноводних. Вичленіть спільні риси.
3. Охарактеризуйте прогресивні еволюційні риси. Охарактеризуйте риси, отримані Земноводними внаслідок виходу Хребетних на суходіл.
4. Вкажіть ознаки, що вказують на близькість Земноводних до первинного середовища мешкання.
5. За допомогою підручників, теоретичного матеріалу методичних рекомендацій заповніть таблиці.

#### **Загальна характеристика Риб.**

**Опорно-рухова система та локомоція.** Уже у Круглоротих у сполучнотканинній оболонці хорди формуються елементи хребців. У Хрящових риб хребці протягом усього життя хрящові, у кісткових у ході онтогенезу хрящ заміщується кісткою. Верхні елементи хребців утворюють верхні дуги з остистими відростками. Під верхніми дугами розміщується спинний мозок. Нижні – дають початок поперечним відросткам, до яких, приміром прикріплюються ребра, що підтримують стінки черевної порожнини та служать опорою для прикріплення міомерів.

У хвостовому відділі поперечні відростки утворюють нижні дуги з гемальним каналом, у якому розміщені крупні кровоносні судини.

У Хрящових риб хорда зберігається протягом усього життя і розміщується у каналі, який проходить крізь центри тіл хребців. У деяких кісткових риб (Лососеподібні, Осетроподібні) вона частково зберігається протягом життя, у інших – повністю витісняється кістковими тілами хребців. Розмежування цілісного осьового стержня на рухливо з'єднані хребці та диференціація хребта на тулубний та хвостовий відділи сприяє збільшенню гнучкості тіла.

Осьова мускулатура первинноводних тварин має сегментну будову і

складається із конусовидних міомерів. Послідовні скорочення окремих сегментів зумовлюють бокові рухи тіла і хвоста. Така будова опорно-рухового апарату і обтічна форма тіла забезпечують ефективну локомоцію у щільному водному середовищі.

**Луска.** Ефективність локомоторного апарату підвищується за рахунок наявності поверхневого покриття із луски. Спочатку луски розвивались як захисні утворення, але в ході еволюції зростали їх гідродинамічні функції, які забезпечувались формою луск та слизом.

**Парні кінцівки.** У риб – грудні і черевні плавники. Їх поява пов'язана із гідродинамічною функцією підтримки плавучості. Нерухома риба обов'язково буде тонути, оскільки маса її тіла більша, ніж у води (особливо у крупних Хрящових – акул та скатів). У рухливому стані цьому протидіє підйомна сила, що виникає під час похилого положення тіла. Горизонтально розміщені бокові плавники посилюють цей гідродинамічний ефект.

Гідродинамічна функція посилюється також за рахунок накопичення жиру у печінці та м'язах (у акул), що зменшує питому вагу їх тіла. У кісткових риб цьому сприяє спеціальний гідродинамічний орган – плавальний міхур, який формується як виріст передньої частини кишечника. Особлива частина кровоносних судин дозволяє регулювати ступінь заповнення міхура газом і відповідно змінювати положення тіла у Риб по вертикалі.

Для активної роботи парних кінцівок потребується опора їх основань у тілі – пояса кінцівок: плечовий – для грудних плавників, тазовий – для черевних.

Череп поділяється на осьовий та вісцеральний. Функція осьового – захист головного мозку та органів чуття, вісцерального – опора ротового та зябрового апарату. До вісцерального апарату входять вісцеральні дуги, що складаються із декількох елементів, рухомо з'єднаних між собою. Це зумовлює участь вісцерального апарату у активних рухах, пов'язаних із захватом їжі (передні вісцеральні дуги, що переутворюються у рухливі челюсті) та диханням (зяброві дуги).

**Дихальна система** представлена зябрами, які складаються із чисельних зябрових пелюсток ектодермального походження, прикріплених до зябрових дуг вісцерального скелету. Розширення ротової порожнини і глотки у хрящових риб утворює різницю тиску між ротовою порожниною та зовнішнім середовищем. Це сприяє засмоктуванню води. Акули посилюють цей ефект за рахунок плавання із відкритим ротом, використовуючи «напірний» тип вентиляції.

У кісткових риб з'являється зяброва кришка. Це сприяло зростанню ефективності дихальних рухів: сформувалась система нагнітача (ротова порожнина) і всмоктуючого (зяброва порожнина) насоса, що забезпечило інтенсивність руху води крізь зябра.

**Кровоносна система.** Серце двокамерне. Одне коло кровообігу. **Артеріальна система** представлена черевною аортою, зябровими артеріями (що приносять та виносять кров), спинної аорти, сонних та підключичних

артерій. Останні несуть кров до голови та передньої частини тулуба. Спинна аорта направляєтсь до заднього кінця тіла. Від неї відходять судини до різних органів та тканин, що розгалужуються на капіляри. *Венозна кров* по капілярам надходить до дрібних вен, далі – до крупних парних судин – кардинальних вен (передніх і задніх).

**Травна система.** Загальні принципи будови травної системи та її відділів склались у еволюції тварин досить рано і являються подібними у різних систематичних груп. У риб – ротний апарат (функція – захват та подрібнення їжі), далі – глотка (у водних хребетних суміщує функції дихання та проведення їжі), далі – стравохід (лише транспортна функція), далі – шлунок (початок процесу перетравлення їжі), далі – тонкий кишечник (продовження процесу перетравлення їжі). Перша петля тонкого кишечника формує дванадцятиперстну кишку, у яку впадають протоки підшлункової залози та жовчовивідні протоки. Процес травлення закінчується у товстому кишечнику, де також відбувається всмоктування води і поживних речовин. Пряма кишка закінчується анальним отвором у клоаці – розширеному задньому відділі кишкової трубки, у який також відкриваються отвори сечових та статевих протоків.

**Видільна система** представлена органами зі складною будовою – нирками. У більшості риб, особливо прісноводних, основним продуктом білкового обміну є досить ядовитий аміак. Його вивід із організму потребує багато води, що для мешканців водойм не складає труднощів.

У сечі морських риб збільшений вміст сечовини – речовини, менш токсичної, ніж аміак, для виведення якої із організму потребується значно менша кількість води.

Утворена в нирках сеча по сечоводам потрапляє до сечового міхура або виводиться прямо назовні.

**Статева система.** Усі водні хребетні роздільностатеві. Переважно у всіх них (окрім Хрящових риб та деяких Кісткових) запліднення зовнішнє, а яйця розвиваються у зовнішньому середовищі. Розвиток, переважно, включає стадію личинки. У багатьох видів Хрящових риб яйця затримуються у матці, де утворюється особлива сітка кровоносних судин, що морфологічно та функціонально нагадує плаценту ссавців.

**Нервова система.** ЦНС представлена головним та спинним мозком. *Головний мозок*, як у всіх хребетних, має 5 відділів:

1. передній мозок. Від нього відходять нерви нюху.
2. проміжний мозок, від якого відходять зорові нерви до очей.
3. середній мозок, який у багатьох риб здійснює аналіз зорових сприйнятів.
4. мозочок, що регулює координацію рухів та збереження рівноваги.
5. довгастий мозок, який переходить у спинний.

Серед *органів чуття* у риб розвинуті органи *зору* (представлені очима із округлим кришталіком та плоскою рогівкою і здатні до акомодації (здатність ока ясно бачити предмети, розміщені на різній відстані за допомогою переміщення кришталіка по відношенню до сітківки)), *слуху* (представлені внутрішнім вухом. Риби здатні утворювати різні звуки зубами, тертям кісток зябрової кришки, шляхом зміни об'єму плавального міхура. Звукова сигналізація відіграє значну роль у поведінці риб), *нюху* (відкриваються назовні двома ніздрями. Відіграють важливу роль у пошуках їжі, забезпечують зустріч статевих партнерів і т.д.), *смаку* (розміщені на губах, у ротовій порожнині, в інших ділянках тіла і на його поверхні), *бокової лінії* (це канал, що лежить у шкірі по бокам тіла і поєднується із зовнішнім середовищем за допомогою дрібних отворів, які проходять крізь луску. У стінках каналу знаходяться численні нервові закінчення, за допомогою яких риби сприймають зміни тиску і руху води.

### Загальна характеристика Земноводних.

Головним локомоторним органом стають парні кінцівки, що облаштовані за принципом важелю і дозволяють поєднувати опорну функцію із функцією поступального руху. Головні відділи кінцівок: Передньої:

- Плече,
- Передпліччя,
- Кисть.

Задньої:

- Стегно,
- Гомілка,
- Стопа.

Відділи об'єднуються рухливими суглобами. Прогресують у розвитку пояси кінцівок (плечовий та тазовий), біологічна функція яких – зміцнення кінцівок. Тазовий фіксується у поперековому відділі хребта, плечовий не фіксується у осьовому скелеті, а утримується у мускулатурі спини. У Земноводних, спеціалізованих до переміщення за допомогою стрибків, кістки головних відділів задніх кінцівок подовжені.

**Осьовий скелет.** У зв'язку із виникненням рухливості голови формується шийний відділ хребта (1 хребець), який рухливо поєднується із осьовим черепом. Відокремлюється поперековий відділ (1 хребець). До нього прикріплюються органи тазу. Між ними – тулубний відділ, до якого прикріплюються короткі ребра. Кінцевий відділ хребта – хвостовий, який у Хвостатих складається із великої кількості хребців, у Безхвостих, за рахунок їх злиття утворюється кісточка – уростиль, що слугує опорою задній частині тіла під час стрибків.

**М'язова система.** Виникнення парних кінцівок та зміна локомоції супроводжується ускладненням м'язів – значної ваги набуває порційна мускулатура – окремі м'язи набувають вузькоспеціалізованих функцій, що сприяє ускладненню рухів. Ускладнюються і м'язи ротового апарату, які

забезпечують рухи, пов'язані із живленням та диханням.

**Череп.** 1) Характеризується відносно невеликою кількістю покривних кісток та сильно розвинутим хрящем у мозковій коробці. Це, очевидно, пов'язано із необхідністю полегшити череп у повітряному середовищі.

2) рухливе поєднання голови із тулубом за допомогою 2 виростків. Це забезпечує рух голови у дорзо-вентральному напрямку та полегшує орієнтацію.

3) міцне поєднання осцевого черепа із вісцеральним, внаслідок чого утворюється жорстка конструкція скелета голови.

4) утворюється середнє вухо – порожнина, гомологічна зябровій щілині, яка із однієї сторони поєднується із навколишнім середовищем, з іншої (за допомогою Євстахієвої труби) – з глоткою. Одна із кісток вісцеральної дуги входить у цю порожнину і перетворюється у слухову кісточку – стременце. Виникнення середнього вуха пов'язано із низькою щільністю повітряного середовища, у якому звукові коливання швидко затухають та відносно низько інтенсивні. У Хвостатих, які більшу частину життя проводять у воді цей апарат вторинно редукований.

**Дихальна система.** Представлена:

1) легені (порожнинні, слабо комірчасті мішки).

2) підвідних шляхів (трахей та бронхів) ще нема.

3) вентиляція легень здійснюється за допомогою скоординованих рухів ротової порожнини, ніздрів та гортані, яка у дорослих особин приходить на зміну редукованій у процесі онтогенетичних переутворень глотці (разом з якою редукуються і зяброві щілини, що у всіх наземних хребетних мають місце лише на стадії ембріона).

4) у процесі дихання важливу роль відіграють внутрішні ніздрі (хоани) – отвори, які поєднують ротову порожнину із навколишнім середовищем. Вони вперше формуються у Земноводних і присутні на всіх наступних сходинках філогенезу

5) оскільки поверхня легень порівняно незначна газообмін частково відбувається і на поверхні слизистої ротової порожнини, а найбільше – на шкірі, яка не має покривних утворень (гола), покрита густою сіткою капілярів та слизистих залоз, що підтримують шкіру у вологому стані.

6) принцип газообміну між кров'ю та зовнішнім середовищем залишається таким самим, як і у водних тварин – кисень, розчинений у тонкій плівці вологи, яка покриває дихальний епітелій, дифундує в кров. Зволоження дихального епітелію відбувається за рахунок діяльності спеціальних залоз.

**Кровоносна система.**

1) Поява легеневого дихання супроводжується формуванням другого (малого) кола кровообігу та трикамерного серця. Рух крові по малому колу здійснюється у слідуєму напрямку – шлуночок серця → легенева артерія → легені (де збагачується киснем) → легенева вена → ліве передсердя серця.

2) Велике коло кровообігу представлено слідуєчими основними судинами – сонні артерії (постачають кров'ю голову), дуги аорти, спинна аорта



(через численні більш дрібні судини постачає кров'ю задню частину тулуба та внутрішні органи), порожнинні вени (парні передні і непарна задня), які впадають у праве передсердя.

3) Наявність одного шлуночка призводить часткового змішування артеріальної та венозної крові у основній порожнині шлуночка серця. Наслідок – часткова гіпоксія внутрішніх органів та інших структур, що частково компенсується за рахунок кисню, який потрапляє до венозної крові через шкіру. До головного мозку за допомогою функціонування спеціального утворення – артеріального конуса – потрапляє найбільш артеріальна кров. Саме тому Земноводним притаманна низька інтенсивність метаболічних процесів.

**Органи травлення** – 1) рот → 2) ротова порожнина (містить зуби, липкий язик, який у безхвостих переднім кінцем прикріплений до нижньої щелепи, задній – вільний і викидається назовні під час ловлі здобичі, слинні залози, (виділяють секрет, який сприяє проковтуванню їжі, але не приймає участі у її перетравленні. Також сприяють проковтуванню їжі очні яблука)) → 3) шлунок (слабко відмежований від стравоходу) → 4) кишки (дванадцятипала, тонка, пряма) → 5) клоака. Як і у Риб важливу роль у процесі перетравлення їжі відіграють печінка та підшлункова залоза.

**Видільна** система представлена нирками, розміщеними у черевній порожнині у області поперекового відділу хребта. По сечоводах сеча надходить до сечового міхура, що відкривається у клоаку. Частково продукти обміну виділяються через шкіру.

**Статева система.** Земноводні – роздільностатеві, багатьом притаманний статевий диморфізм. У Безхвостих запліднення зовнішнє, у більшості Хвостатих та Безногих – внутрішнє. Сечо- та сім'япроводи відкриваються у Вольфові канали, що впадають у клоаку. Розвиток яйця (ікри) відбувається у водному середовищі. Онтогенез проходить через метаморфоз (пуголовки → жаба).

**Нервова система.** Головний мозок має 5 відділів (як у інших хребетних). Збільшується розмір переднього мозку, відбувається його поділ на півкулі. Мозочок розвинутий слабо. Це зумовлено одноманітністю рухів Земноводних.

**Органи чуття** прогресували –

1) очі захищені повіками, рогівка випукла, кришталик – двояко випуклий. Акомодація досягається за рахунок переміщення кришталика по відношенню до сітківки.

2) Складна будова органів слуху – внутрішнє вухо, середнє вухо (барабанна порожнина), що відокремлюється від зовнішнього середовища за допомогою барабанної перетинки (далі див. початок лекції).

3) Розвинутий голосовий апарат (голосові зв'язки, резонаторні мішки).

4) органи нюху (хоани, яacobсові органи).

5) органи бічної лінії (розкидані по всьому тілу на поверхні шкіри, сприймають температурні, больові і тактильні відчуття).

б) Органи смаку розвинуті слабо.

## Систематичний огляд риб

Надклас	Клас	Підклас	Надряд	Ряд	Фонові види
---------	------	---------	--------	-----	-------------

## Систематичний огляд Амфібій

Клас	Ряд	Родина	Фонові види
------	-----	--------	-------------

### **Робота 28. Порівняльна характеристика Плазунів та Птахів у контексті філогенезу тваринних організмів**

**Матеріали та обладнання:** табличний матеріал.

**Завдання.**

1. Розгляньте матеріали. За зразком попереднього матеріалу заповніть наступні таблиці:

- «Систематичний огляд Плазунів»,
- «Систематичний огляд Птахів».

2. На основі матеріалів заповніть наступні таблиці (за зразком попереднього заняття): «Групи Рептилій», «Групи Птахів».

Проресивні еволюційні риси Рептилій (порівняно із Земноводними):

- Внутрішнє запліднення, збільшення розмірів яєць, поява зародкових оболонок, які забезпечують можливість розвитку зародка у повітряному середовищі (без води). У яйцеховодах самок є залози, які формують навколо заплідненого яйця білкову, пергаментоподібну, а в Крокодилів – ще й вапнякову оболонку. Розвиток прямиий, без стадії личинки, що пов'язано із достатньою кількістю поживних речовин у яйці.

- Збільшення відносних розмірів головного мозку, у якому особливо розвинені великі півкулі переднього мозку, мозочок. Із формуванням зачатка кори великих півкуль, яка складається із сірої мозкової речовини пов'язана їх більш складна рефлекторна діяльність.

- Органи чуття прогресували – очі захищені повіками (верхньою та нижньою) та перепонкою. Акомодація кришталіка досягається не лише за допомогою його руху по відношенню до сітківки, але і шляхом зміни його кривизни. Механічні подразнення сприймаються за допомогою дотикових «волосків», розміщених по краям лусок. Деякі Змії мають органи термічного чуття, що дозволяє їм полювати на теплокровних тварин навіть уночі.

- Подовження шиї і відокремлення двох перших шийних хребців, що забезпечує більшу рухливість голови та більш досконале використання органів чуття. Череп утворений великою кількістю кісток, з'єднаний із хребтом за

допомогою одного виростка. Хребет складається із 4 відділів – шийний, поперековий, крижовий, хвостовий. Шийний відділ утворений декількома хребцями, з яких 2 перших мають особливу будову, що сприяє рухливості голови. Хребці поперекового відділу несуть ребра, частина яких об'єднується із грудиною, внаслідок чого утворюється грудна клітка.

- Пояси кінцівок міцніше приєднуються до хребта, що покращує функціонування рухового апарату – краща опора на кінцівки.
- Шкіра тонка, з малою кількістю залоз. Від механічних ушкоджень та зайвого випаровування води її захищають рогові утворення – луски і щитки.
- Дихання виключно легеневе. Внутрішню поверхню легень збільшує складна сітка перегородок, внаслідок чого вони набувають складчастої структури. Більш досконалий механізм дихання забезпечується роботою грудної клітки за допомогою міжреберної та черевної мускулатури. Розвинуті бронхи та трахеї.
- Мускулатура більш розмежована, виникла добре розвинута система міжреберних м'язів, що забезпечують рух грудної клітки при диханні.
- Трикамерне серце з неповною перегородкою у шлуночку та 3 судини, що відходять від різних відділів шлуночка, сприяють кращому, ніж у Земноводних, розділенню артеріального та венозного потоків крові. Хоча кров залишається змішаною.
- Але теплопровідні рогові покриви ще не виконують функцію теплоізоляції (як пір'я чи шерсть), тому температура тіла у Рептилій непостійна. Вони пойкилотермні.
- Травна система більш чітко диференційована.
- Тулубні нирки замінюються тазовими.

### **Загальна характеристика Птахів.**

Птахи – високоспеціалізований та широко розповсюджений клас вищих хребетних, що являє собою прогресивну гілку плазунів, які пристосувалися до польоту. Про *подібність* Птахів до Плазунів свідчать наступні ознаки:

1. тонка, бідна на залози шкіра;
2. сильний розвиток на тілі рогових утворень, наявність клоаки та ін..

Відмінні риси Птахів від їх еволюційних предків (Плазунів):

1. більш високий рівень розвитку ЦНС, що забезпечує пристосувальну поведінку Птахів;
2. висока і постійна температура тіла (41 – 42°C). що підтримується за допомогою складної системи терморегуляції;
3. більш досконалі форми розмноження (гніздобудівництво, насиджування яєць, вигодовування пташенят).

Еволюція Птахів йшла у напрямку пристосування до повітряного середовища мешкання. Основний відбиток на їх зовнішню та внутрішню будову наклav політ, як основний спосіб їх переміщення. Це обумовило зовнішню одноманітність цієї групи Хребетних.

**Тіло.** Покрите пір'ям. *Основа оперення* – *контурне пір'я*, яке складається зі стержня, очина (частина стержня, занурена у шкіру) та опахала (див. малюнок, замалювати), яке має вигляд пружної еластичної пластинки. Контурне пір'я надає тілу Птахів обтічної форми. Крупне контурне пір'я, що утворюють літальну площину крила називають маховими, а ті, що утворюють площину хвоста – рульовими. Під контурним пір'ям розміщене дрібне, із тонким стержнем *пухове пір'я*, яке позбавлене бородок 2-го порядку і, відповідно, не утворюють зімкнутого опахала. Власне пух – має укорочений стержень із пучком бородок 1-го порядку, що відходять від нього. Пір'яний покрив сприяє збереженню сталості температури тіла птахів.

### **Будова тіла.**

*На голові* – органи чуття, дзьоб, утворений роговими чохлами, у які вдягнені щелепи, що не мають зубів. Форма дзьоба різноманітна, що пов'язано із характером вживаної їжі.

*Шия* різної довжини, відрізняється великою рухливістю.

*Тулуб* має округлу форму.

*Передні кінцівки* перетворені у крила.

*Задні кінцівки* – ноги – різної будови, що пов'язано із різноманітністю місць мешкання птахів. Зазвичай на ногах є 4 пальці, що закінчуються кігтями. Нижня частина ніг покрита роговими щитками.

Укорочений *хвіст* має віяло рульового пір'я, що у різних птахів має різну будову.

**Шкіра** у Птахів суха. Шкірні залози відсутні, за виключенням кобчикової, яка розміщена на спинній стороні у основи хвоста (функція – її секрет слугує для змащування пір'яного покриву та надання йому водонепроникності).

### **Опорно-рухова система.**

*Скелет* (мал.) Птахів у зв'язку із пристосуванням до польотів легкий та міцний. Легкість обумовлена пневматичністю багатьох кісток, а міцність – зрощенням окремих кісток ще у ранньому віці.

*Череп* характеризується великими розмірами мозкової коробки та очних западин, беззубими челюстями. Тонкі кістки черепа зростаються між собою, не утворюючи швів. Поєднується із хребтом за допомогою 1 виростка (з'єднання рухливе, як і в Рептилій).

*Хребет* складається із шийного, грудного, поперекового, крижового та хвостового відділів. Рухливим є лише шийний відділ. Інші щільно з'єднані між собою. Кінцеві хвостові хребці зростаються у кобчикову кістку, яка слугує опорою для прикріплення рульового пір'я. Грудна клітина, утворена грудними хребцями та ребрами і грудиною, що відходять від них. У літаючих Птахів і пінгвінів грудина має високий гребінь – киль, до якого прикріплюються м'язи, що забезпечують рух крил чи ластів.

*Плечовий пояс* складається із 3 парних кісток – лопатка, коракоїд та ключиця, що сходяться своїми передніми кінцями, створюючи опору для крил.

*Скелет крила* утворений великою плечовою кісткою, двома кістками передпліччя (ліктьова та променева) ті кісточками кисті з 3 пальцями.

*Тазовий пояс* складається з 3 парних кісток – клубова, сіднича, лобкова. Вони зростаються між собою, а також із хребцями поперекового і частково сусідніх відділів хребта, утворюючи складний поперек. *Кістки тазу знизу не з'єднані*, що пов'язано із відкладанням птахами великих яєць, покритих твердою шкаралупою.

*Скелет задніх кінцівок* утворений довгою кісткою стегна, великою та малою гомілковими кістками, що зрослися між собою, «цівкою», що виникла у результаті зрощення ряду кісточок плесна і передплесна, та фалангами пальців.

У зв'язку із великою рухливістю птахів та різноманіттям їх рухів спостерігається більш сильне, ніж у Рептилій, диференціювання мускулатури та збільшення їх відносної маси.

***Травна система*** характеризується еволюційним ускладненням:

Нема зубів – функцію захоплення та утримання їжі виконує дзьоб. У роті – слина, що зволожує їжу. Далі – глотка → стравохід (у більшості птахів утворює розширення – зоб, де їжа тимчасово резервується і розпочинається її перетравлення) → залозистий шлунок (хімічна переробка їжі під впливом секрету травних залоз) → мускульний шлунок з товстими м'язовими стінками та щільною оболонкою зсередини (механічна обробка їжі, посилюється за допомогою дрібних камінчиків, які заковтують багато Птахів) → тонкий (відкриваються протоки печінки та підшлункової залози) та товстий відділи кишечника → клоака. Пряма кишка недорозвинена, що пов'язано із частим видаленням фекальних мас із кишечника. Це має важливе значення для збереження сталості маси тіла.

Процес перетравлення їжі досить активний – у комахоїдних Птахів – не перевершує 1 год, у зерноїдних – 4 год. Із інтенсивним обміном речовин пов'язане вживання великої кількості корму, особливо у дрібних видів, яким властиві великі втрати тепла.

***Дихальна система*** має ряд особливостей, пов'язаних із польотом – легені (губчасті), повітряні мішки (при вдиханні всмоктують повітря, хоча газообмін в них не відбувається. Зате при видиханні повітря з них знову надходить у легені – додатковий газообмін. Також запобігають перегріву тіла під час польоту та сприяють видаленню із організму неперетравлених решток їжі).

***Кровоносна система*** характеризується відокремленням артеріального та венозного потоків крові – 4-х камерне серце. Кров циркулює із великою швидкістю, що сприяє підвищенню рівня обміну речовин. Кровоносні судини, що відходять від серця:

1. легенева артерія (розділяється на 2 гілки і несе венозну кров із правого шлуночка до легень);

2. права дуга аорти (відходить від лівого шлуночка і постачає артеріальною кров'ю усі тканини і органи тіла).

**Нервова система.** ЦНС характеризується більш значним, порівняно із Рептиліями збільшенням головного мозку. В основному за рахунок розвитку півкуль переднього мозку, середнього мозку та мозочку. Прогресивний розвиток головного мозку у птахів пов'язаний із високим загальним рівнем їх життєдіяльності, із більш складними, ніж у Рептилій, їх взаєминами із умовами середовища мешкання. Птахам властива більш різноманітна та складна адаптивна поведінка. Збільшення розмірів середнього мозку пов'язано із значним розвитком його зорових часток, які забезпечують досконалість зору. Розвиток мозочку зумовлений його роллю у координації рухів Птахів під час польоту.

Найважливіші **органи чуття** – зору та слуху. Очі крупні, мають верхні і нижні повіки або мигальну перетинку. Усі Птахи володіють кольоровим зором. Гострота зору дуже висока. Акомодація досконала, забезпечується зміною форми кристалика і відстанню від нього до сітківки. Органи слуху, як і в Рептилій, представлені внутрішнім і середнім вухом. Органи нюху у багатьох Птахів розвинені слабо.

**Видільна система** – тазові нирки. Від них відходять сечовивідні канали. Що відкриваються у клоаку. Сечового міхура у дорослих Птахів нема. Видалення із організму продуктів обміну супроводжується незначною втратою води. Це, насамперед пов'язано з тим, що сеча птахів, як і Рептилій, складається в основному із погано розчинної у воді кашкоподібної сечової кислоти. Також у клоаці вода, яка супроводжує продукти обміну, всмоктується і знову повертається в організм, а сеча змішується із калом і виводиться назовні. Це зумовлює низьку потребу птахів у воді.

**Органи розмноження.** Птахи – роздільностатеві тварини, часто із гарно вираженим статевим диморфізмом. Запліднення внутрішнє. Розмножуються, як і Рептилії, шляхом відкладання яєць. Власне яйцеклітину називають жовтком, на поверхні якого знаходиться зародковий диск (з нього розвивається зародок). Основна маса жовтка слугує запасом поживних речовин і води. У яйце водах яйце спочатку оточується шаром білку (захист від механічних ушкоджень та джерело води для зародка), потім – підшкаралупова оболонка, потім – щільна вапняна оболонка. Шкаралупа пронизана дрібними порами для забезпечення газообміну зародка із навколишнім середовищем.

Таблиця 1

Групи Рептилій

з огляду на біотичні взаємини			залежно від середовища мешкання		
екологічна група	характерні адаптивні ознаки	представники	екологічна група	характерні адаптивні ознаки	представники

## Групи Птахів

з огляду на біотичні взаємини			залежно від середовища мешкання		
екологічна група	характерні адаптивні ознаки	представники	екологічна група	характерні адаптивні ознаки	представники

**Робота 29. Групи Ссавців залежно від середовища мешкання**

**Матеріали та обладнання:** табличний матеріал.

**Завдання.**

1. Розгляньте матеріали та охарактеризуйте основні прогресивні еволюційні риси Ссавців.
2. Замалуйте схему «Різноманіття класу Ссавців».
3. Заслухайте доповіді. На основі отриманого матеріалу (або самотіно) охарактеризуйте роль біотичних та абіотичних факторів у житті Ссавців, періоди їх річного біологічного циклу.
4. Заповніть таблицю.

**Загальна характеристика Ссавців (або Звірів).**

Ссавці, ймовірно, походять від стародавніх рептилій з групи звірозубих. Це найбільш високоорганізований клас Хребетних. Характеризуються наступними *прогресивними рисами*:

1. високорозвинений головний мозок, у якому важливе місце займає кора великих півкуль переднього мозку;
2. здатність до навчання – вироблення умовних рефлексів та передача накопиченого досвіду іншим поколінням;
3. живоннародження та вигодовування дітей материнським молоком;
4. інтенсивний обмін речовин і складна система терморегуляції. Що забезпечує постійну температуру тіла (37 – 38 °С).

Ці особливості організації зумовлюють складну пристосувальну поведінку Ссавців. Можливість широкого розповсюдження у різній природній обстановці, створюють більш сприятливі умови для виживання потомства.

*Розміри та зовнішній вигляд різноманітні.* Маса тіла коливається від 2–3 г (землерийка-крихітка) до 150 т (синій кит). *Форма тіла*, як і співвідношення окремих його частин, варіює залежно від умов середовища мешкання та образу життя. *Передні та задні кінцівки* (особливо довгі у наземних тварин) розміщуються не з боків тіла, як у Рептилій, а під тулубом, що забезпечує значну підведенність тіла над поверхнею землі.

**Шкіра** більш товста і щільна, ніж у Птахів. Двошарова.

– Поверхневий шар епідерміс (підлягає ороговінню і поступово зношується –

– лупа), внутрішній шар – дерма (добре розвинена, у нижній частині відкладається жир). У шкірі розміщені корені волосся, яке утворює характерний для Ссавців волосяний покрив.

*Шкірні покриви.*

*Волосся* – рогові утворення, похідні епідермісу. Густих волосяний покрив (хутро) відіграє важливу роль у терморегуляції. Його втрата пов'язана із пристосуванням тварин до особливих умов існування (водне середовище у китоподібних). Основа волосяного покриву – пухові волоски (забезпечують теплозахисні властивості хутра). Між ними – грубі, товсті та довгі осеві волоски (захищають пухові та шкіру від механічних ушкоджень).

*Похідні епідермісу також* (рогові утворення) – кігті, нігті, копита, роги.

*Шкірні залози* – потові, сальні, пахучі, молочні. Найбільш чисельні – *потові* (виділяють з організму піт, який складається із води, сечовини, солей). Випаровування води із поверхні тіла сприяє його охолодженню. У собак потові залози розвинені слабо, охолодження організму забезпечується за рахунок прискореного дихання. *Сальні* залози виділяють жирний секрет, який змащує волосяний покрив, захищаючи його від висихання та намокання. За допомогою пахучих залоз тварини розпізнають особин іншої статі, мітять територію і захищаються. *Молочні* залози виділяють молоко.

### **Опорно-рухова система.**

*Скелет* складається із черепа, скелету кінцівок та їх поясів.

*Череп* утворений товстими масивними кістками, з'єднаними між собою за допомогою швів. Характеризується збільшенням розмірів мозкової коробки, що вміщує великий обсяг головного мозку. Очні западини порівняно невеликі. Зічленований із хребтом за допомогою 2-х виростків.

*Хребет* складається із хребців, що мають пласкі поверхні, між якими знаходяться хрящові прошарування. Відділи – шийний (7 хребців), грудний, поперековий, крижовий та хвостовий. Грудні хребці несуть ребра, які разом із грудиною утворюють грудну клітку. У крижовому відділі хребці зростаються, в інших – залишаються вільними, що забезпечує більшу чи меншу рухливість хребта у різних видів Ссавців.

*Пояс передніх кінцівок* – парні лопатки та ключиці, які відсутні у тварин, що здійснюють рухи у одній площині (вперед-назад, наприклад у копитних).

*Пояс задніх кінцівок* – парні клубова, сіднича, лобкова кістки, що зазвичай зрощені між собою.

*Кінцівки* побудовані за типом п'ятипалих кінцівок наземних тварин.

*Передня кінцівка* – плече, передпліччя (ліктьова та променева кістки), кисть.

*Задня кінцівка* – стегно, гомілка (велика та мала гомілкові кістки), стопа.

У тварин, що найбільш швидко бігають, число пальців скорочене: у парнокопитних розвинуті 2 пальці – 3-й і 4-й, у непарнокопитних – 1 (3-й) палець.



*Мускулатура* сильно диференційована і представлена чисельними м'язами різноманітного призначення. Характерна *діафрагма* – ділить черевну порожнину Ссавців на грудну (із серцем та легеньми) та черевну (із травним трактом) частини. Діафрагма має вигляд купола, вершина якого повернена до легень. Приймає участь у диханні.

**Травна система:** губи, зуби (різці, ікла, корінні. Їх число, форма, функції є важливими систематичними ознаками, що дозволяють свідчити про образ життя та характер харчування), язик, слина (початок хімічного переробки їжі), глотка, стравохід, шлунок (його будова тісно пов'язана із особливостями харчування. Продовження хімічної обробки їжі за допомогою шлункового соку, що містить соляну кислоту), дванадцятипала кишка (відкриваються протоки печінки ,підшлункової залози), тонка кишка (подальше перетравлення їжі, всмоктування поживних речовин у кров), сліпа кишка (забезпечує бродіння рослинної клітковини, тому найбільш розвинена у гризунів та зайцеподібних), товста кишка (потрапляють неперетравлені рештки їжі), пряма кишка, анальний отвір (відкривається назовні). Клоака у більшості видів відсутня.

**Дихальна система:** носоглотка, трахея, бронхи, бронхіоли, альвеоли (легеневі пухирці, що власне і складають легені. У їх стінках утворюється густа сітка капілярів, де відбувається газообмін). Механізм дихання пов'язаний зі зміною об'єму грудної клітини у результаті руху міжреберних м'язів та діафрагми.

Кровоносна система – 4-камерне серце, 2 кола кровообігу.

**Нервова система.** Головний мозок складається із 5 відділів (як і в інших хребетних). Основна відміна – значно більші розміри, що пов'язано із розвитком великих півкуль переднього мозку та мозочка. Поверхневий шар півкуль покритий сірою мозковою речовиною, що складається із нервових клітин та нервових волокон і носить назву кори. Кора – центр ВНД Ссавців. У вищих Ссавців (особливо мавп), кора переднього мозку утворює велику кількість звинин, що значно збільшує її площу.

Особливо розвинені із **органів чуття** – нюху та слуху. Органи нюху характеризуються збільшенням об'єму нюхової капсули і її розділенням на нюхові раковини.

*Орган слуху* – вушна раковина, зовнішній слуховий прохід (посилують гостроту слуху), середнє вухо (містить 3 кісточки – стременце, молоточок, наковальня, які забезпечують кращу передачу мозкової хвилі), внутрішнє вухо. *Органи зору* розвинуті слабше, ніж у Птахів. *Органи дотику* – вібриси (переважно вуса, брови).

**Видільна система** – тазові нирки, сечовивідні протоки, сечовий міхур. Основний продукт білкового обміну – сечовина (як у Амфібій. У Рептилій, Птахів – сечова кислота).

**Статева система.** Ссавці – роздільностатеві. Часто розвинений статевий диморфізм. Статеві залози самців – парні сім'яники, самок – парні яєчники. Запліднення внутрішнє, у яйцєводах самок (виключення – качкодзьоб,

ехидна, які відкладають яйця). Більшість живонароджують. Розвиток зародка відбувається у матці. Живлення зародка здійснюється через плаценту.

Таблиця 1

### Групи Ссавців

з огляду на біотичні взаємини			залежно від середовища мешкання		
екологічна група	характерні адаптивні ознаки	представники	екологічна група	характерні адаптивні ознаки	представники

### **Робота 30. Харчові захворювання та шляхи їх знешкодження**

**Мета:** ознайомлення з захворюваннями бактеріальної природи – харчовими інфекціями та харчовими отруєннями, їх симптомами і шляхами передачі. Вивчення збудників харчових захворювань шляхом їх мікроскопічного дослідження. Ознайомлення із заходами щодо боротьби з харчовими захворюваннями.

**Завдання 1.** Виконати практичні завдання по дослідженню патогенних мікроорганізмів. 1. Провести на постійних мікропрепаратах мікроскопію (об'єктив 90x) збудників харчових захворювань: сальмонел, паличок Коха, стафілококів. 2. Замалювати збудників, визначити захворювання, які ними викликаються. Описати прояви псування харчових продуктів через патогенних мікроорганізмів та можливі шляхи захворювання.

Харчовими називаються захворювання, які виникають в результаті вживання недоброякісної їжі. Їх збудниками є патогенні або умовно-патогенні мікроорганізми. У харчові продукти вони потрапляють з ґрунту, повітря, води, обладнання, з рук працівників, від бацилоносіїв і хворих тварин. За зовнішніми ознаками і походженням харчові захворювання діляться на харчові інфекції і харчові отруєння. У харчових інфекціях їжа є джерелом передачі інфекції. Інфекційний процес настає в результаті розмноження в організмі людини мікроорганізмів, які надійшли з їжею. Ці захворювання заразні. Найбільш поширені харчові інфекції – черевний тиф, паратифи, холера, бактеріальна дизентерія, туберкульоз, бруцельоз, сибірка.

**Завдання 2.** Вивчити типи інфекційних захворювань та методи їх профілактики

*Черевний тиф і паратифи* – це гострі інфекційні захворювання людини, що

характеризуються інтоксикацією, лихоманкою, ураженням лімфатичного апарату і утворенням виразок в тонкому кишечнику. Збудники черевного тифу і паратифів А і В належать до групи сальмонел (рід *Salmonella*). За морфологічними ознаками вони не відрізняються. 68 Збудники – невеликі, безспорові, аеробні рухливі палички, які фарбуються грамнегативно. Вони утворюють сильнодіючий ендотоксин. Оптимальна температура дії токсинів 37 ° С. Збудники в рідинах витримують нагрівання до температури 50 °С протягом години. Загибель настає при нагріванні до 65 ° С протягом 30 хвилин. Кип'ятіння вбиває їх миттєво. Добре витримують низькі температури. У воді ставків зберігаються до 12 діб, в проточній – 4 доби, в мулі – кілька місяців, в м'ясі і салі – до 3 місяців, сирі – 36 днів, житньому хлібі – 30 днів і пшеничному – 2 дня. Середовищем для розмноження є різні напівфабрикати. Поширення збудника відбувається через різні предмети навколишнього середовища, забруднені спороженнями хворої людини. Заражаються також при вживанні продуктів харчування або води з наявністю збудників. Інкубаційний період захворювань в середньому становить 14 днів. Ознаки захворювань: сильний пронос, загальна слабкість, високатемпература тіла. Після одужання людина тривалий час залишається бацилоносієм.

*Холера* – гостре карантинне кишкове захворювання. Характеризується ураженням тонкого кишечника і порушень водно-сольового обміну в результаті зневоднення організму. Збудник хвороби – холерний вібріон, рухливий, що не утворює спор, грамнегативний, факультативний анаероб. Гине при нагріванні до 80 °С через 5 хвилин, а при 100 °С – миттєво. Добре зберігається при низьких температурах. На харчових продуктах залишається життєздатним до 10-15 діб, в ґрунті – до 2 місяців, у воді – кілька діб. Холерний вібріон продукує екзотоксин (холероген), ендотоксин і велика кількість ферментів патогенності. Зараження людини відбувається при споживанні сирої води, немитих овочів, фруктів і інших продуктів харчування. Інкубаційний період триває від кількох годин до 2-3 діб. Перебіг хвороби характеризується наявністю діареї у вигляді «рисового відвару», сильної блювоти. При запізнілому лікуванні – можлива смерть.

*Бактеріальна дизентерія* – гостре інфекційне захворювання, що протікає з переважним ураженням слизової оболонки товстого кишечника і загальною інтоксикацією. Хвороба характеризується загальною слабкістю, підвищенням температури тіла, проносом, нерідко з домішками і навіть згустками крові. Хвороба викликається різними видами дизентерійних бактерій з роду Шигел. За морфологічними ознаками це палички довжиною до 3 мкм, з закрученими кінцями. Вони нерухомі, грамнегативні, здатні утворювати сильний ендотоксин. Дизентерійні бактерії досить чутливі до дії низьких і високих температур, а також до впливу різних дезінфікуючих речовин. У молоці і молочних продуктах, на поверхні плодів і овочів бактерії здатні виживати до 2 тижнів. Джерелом зараження є люди, хворі на гостру або хронічну форму дизентерії, а також

бактеріоносії. Інфікування відбувається при вживанні води, молока, харчових продуктів, заражених збудниками дизентерії. Інкубаційний період хвороби триває від 2 до 6 днів.

*Туберкульоз* – різноманітне за своїми проявом інфекційне захворювання, яке викликають бактерії роду *Mycobacteriit*, що належать до актиноміцетів. Це тонкі прямі або ледве зігнуті аеробні палички довжиною 0,5- 4 мкм і шириною 0,3 мкм. Вони нерухомі, грамнегативні, не утворюють спор і капсул. Стійкі до дії кислот, лугів, спирту, нагрівання і висушування. У воді, замороженому м'ясі зберігаються до одного року, в жирі – 2 місяці, олії – до 3 місяців. Чутливі до сонячного світла, ультрафіолету, високої температури і при 70 ° С гинуть через 10 хвилин, при 100 °С – через 10 секунд. Джерелом інфекції є хвора людина, а також домашні тварини та птиця. Збудник в організм людини найчастіше проникає повітряно-крапельним шляхом, але можливо аліментарне зараження (через ротову порожнину). Інкубаційний період хвороби може тривати від декількох тижнів до декількох років. Клінічні ознаки хвороби характеризуються дещо підвищеною температурою тіла, загальною слабкістю, кашлем (часто з мокротою).

*Бруцельоз* – зоонозних інфекційно-алергічне захворювання, супроводжується лихоманкою, ураженням судинної, нервової і статеві систем, опорно-рухового апарату, печінки, селезінки і часто набуває хронічної форми. Збудниками захворювання є бруцели - дрібні кокоподібні, нерухомі, грамнегативні аеробні бактерії, які не утворюють спор і об'єднані в рід *Bricella*. Розміри їх від 0,5 до 1,5 мкм в довжину і 0,4-0,6 мкм завширшки. Для бруцел характерна висока життєздатність. У харчових продуктах (маслі, сирі, бринзі, замороженому м'ясі) вони здатні залишатися життєздатними протягом декількох місяців. При нагріванні до 60-65 °С гинуть через 25-30 хвилин, при кип'ятінні – через кілька секунд. Люди заражаються при прийомі їжі, головним чином через молоко і молочні продукти, а також шляхом контакту з тваринами і при оброблення туш. Для людей найбільш небезпечним є збудник бруцельозу овець і кіз. Інкубаційний період триває 1-3 тижні.

*Сибірська виразка* – гостре інфекційне захворювання, характеризується лихоманкою, ураженням шкіри, лімфатичного апарату, інтоксикацією. Збудник – велика, нерухома, аеробне, спороутворююча грампозитивна пряма паличка довжиною від 4 до 8 мкм і шириною 1-1,5 мкм. Вегетативна форма нестійка до високої температури і дезінфікуючих засобів. При температурі 75 °С бактерії гинуть через 1-3 хвилини. Спори витримують кип'ятіння протягом 45-60 хвилин, зберігаються в солоні м'ясі кілька місяців, в ґрунті – десятки і сотні років. Люди заражаються сибірку при прямому контакті з хворими тваринами, через м'ясо і молоко, шкірне і хутрове сировину та вироби з них. Перебіг хвороби можливо в трьох формах: кишкової, легеневої і шкірної. Інкубаційний період триває від кількох годин до 8 днів, частіше все – 2-3 діб.

**Завдання 3.** Ознайомитися з типами харчових отруєнь і методами їх профілактики. Мікробні харчові отруєння виникають в результаті розмноження в харчових продуктах мікроорганізмів і накопичення токсинів при порушенні санітарно-гігієнічних і технологічних норм виготовлення, зберігання і реалізації продукції. Харчові отруєння поділяються на харчові токсикоінфекції та харчові інтоксикації.

*Харчові токсикоінфекції* можливі лише за умови наявності в продуктах значної кількості живих токсигенних мікробів і їх токсинів.

*Харчові інтоксикації (токсикози)* виникають як наслідок вживання їжі, яка містить мікробні токсини, хоча сам збудник може бути відсутнім.

### **3.1 Харчові токсикоінфекції**

*Сальмонельоз* – поширені токсикоінфекції, які викликаються різними видами бактерій роду *Salmonella*. Збудники сальмонельозів – короткі, неспороутворюючі палички, факультативні анаероби. Ростуть при кімнатній температурі, холодостійкі, зберігаються життєздатними при температурі 20 °С. Зупиняється розвиток при рН нижче 5, концентрації кухонної солі 12-15%. Нагрівання до 75 °С протягом 10 хвилин викликає загибель. Причиною токсикоінфекції може бути м'ясо, фарш, птиця, яйця, риба, бацилоносії. Продукти, заражені сальмонелами, смакові якості не змінюють. Інкубаційний період – 6-36 годин. Термостійкий ендотоксин потрапляє в кишечник людини і викликає такі клінічні ознаки: нудоту, блювоту, болі в животі, пронос, посилене серцебиття, загальну слабкість.

Заходи щодо профілактики:

- виявлення і усунення бацилоносіїв;
- виконання вимог санітарно-ветеринарного нагляду до умов забою тварин, первинної обробки та оброблення туш;
- дотримання персоналом правил особистої гігієни;
- виконання гігієнічних вимог, що пред'являються до приміщень, обладнання та готових продуктів;
- термічна обробка продуктів при температурі 100 °С протягом 30 хвилин і зберігання готової продукції в холодильнику при 3-4 °С;
- систематичний мікробіологічний контроль за станом виробництва і продукції.

### **3.2 Харчові інтоксикації (токсикози)**

*Стафілококові харчові інтоксикації* займають провідне місце серед отруєнь бактеріальної природи. Збудники – стафілококи. Вони зустрічаються в повітрі, гнійники на шкірі, в носі і гортані людини. Серед патогенних стафілококів представляє особливу загрозу є золотистий стафілокок, який утворює в харчових продуктах ентеротоксин, «кишковий отруту», який викликає отруєння. Збудник – безспоривий, факультативний анаероб, стійкий до висушування, 12% концентрації кухонної солі і 50% концентрації цукру, рН середовищі вище 4,5. Оптимальна

температура токсинування – 30- 37 °С. При кімнатній температурі в молоці, кашах, рибної та м'ясної кулінарії освіти токсинів може викликати масове отруєння. При цьому продукти зовнішніх ознак псування не мають. Інкубаційний період – 1-6 годин. Ознаки отруєння: нудота, блювота, біль у шлунку, пронос, загальна слабкість.

Заходи щодо профілактики:

- виявлення і усунення бацилоносіїв;
- зберігання продуктів при температурі 3-4 ° С; - термічна обробка продуктів при 100 ° С протягом 30 хвилин із забезпеченням температури всередині продукту 80 ° С;
- дотримання санітарних норм, які виключають повторне обсіменіння готової продукції.

*Ботулізм* – важке харчове отруєння, характеризується ураженням центральної нервової системи. Отруєння виникає при вживанні недоброякісної їжі (консервів з овочів, м'яса, грибів, сирокочених окостів, непросоленої копченої риби, ковбас). Збудник – рухома паличка з плектридіальним спороношенням, схожа на тенісну ракетку. Утворює найсильніший з отрут екзотоксин (нейротоксин) – ботулін. Збудник знаходиться в ґрунті, шлунку тварин і риб, на овочах і плодах; строгий анаероб, капсул не утворює, що не розкладає білки, викликає бродіння цукру з утворенням масляної кислоти і газів. Спори гинуть при 120 °С за 10 хвилин, але в заморожених продуктах зберігаються місяцями. Оптимальна температура токсинування 30-37 °С. Токсин стійкий до розсолу, маринадів, копильні речовин, заморожування і соляної кислоти шлункового соку. Інкубаційний період -від 12 до 24 годин і більше. Токсин пошкоджує центральну нервову і серцево- судинну системи. Температура не підвищується, симптоми з боку розлади шлунково-кишкового тракту бувають не завжди, хворий знаходиться в свідомості. Ознаки захворювання: двоїння предметів, втрата слуху і голосу. Смерть настає від паралічу серця або органів дихання. Ознаки недоброякісних стерильних консервів: видування кришки, скупчення газів, при відкупорюванні– запах масляної кислоти. Причиною отруєння можуть бути консерви без ознак «бомбажу», якщо вони недопастеризовані, мають рН вище 4,3 і зберігаються в теплому приміщенні.

Заходи щодо профілактики:

- ретельне миття сировини;
- суворе виконання технологічних норм соління, маринування, копчення і режиму стерилізації (120 °С протягом 30 хвилин);
- суворе виконання вимог мікробіологічного контролю над технологічним процесом, зберіганням сировини та готової продукції;
- ефективний засіб лікування ботулізму –антитоксична сироватка.

## **СИТУАЦІЙНІ ЗАДАЧІ НА ТЕМУ: ПАТОГЕННІ МІКРООРГАНІЗМИ. ХАРЧОВІ ЗАХВОРЮВАННЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ ЗНЕШКОДЖЕННЯ**

1. У студентському таборі виник спалах захворювання\_\_\_\_\_. У день захворювання дві групи, де були хворі, обідали не о 14.30, як встановлено за розкладом дня, а о 17.00. Обід для цих груп після приготування зберігався на кухні та перед роздачею був короткочасно розігрітий. Вкажіть можливу причину виникнення захворювання. Як слід чинити з готовими стравами, реалізовувати які одразу після приготування не виявляється можливим?

2. У літньому таборі виник спалах\_\_\_\_\_захворювання. На обід другою стравою були курчата з гарніром. Курчата варились протягом 30 хвилин. Поясніть причину виникнення захворювання, визначить його. Вкажіть порушення технології приготування других страв.

3. Відмічене групове отруєння при вживанні жареної риби. В осіб, які вживали рибу, захворювання почалось раптово, скаргами на нудоту, блювання, болі в животі. Реалізація готової риби була проведена через 3-7 годин після приготування. Зберігалась вона при температурі 26 °С. Бактеріологічними дослідженнями був виділений\_\_\_\_\_з сирої риби та з води, в якій замочували рибу, а також з готової риби. Ідентичні культури виділені з блювотиння та калу хворих. Яка причина захворювання? Вкажіть на порушення санітарно-гігієнічних норм зберігання та реалізації риби.

4. У дитячому колективі на протязі 3 днів захворіло 30 дітей. В усіх захворілих перебіг хвороби був за типом харчового отруєння. З фекалій та блювотиння виділені Шигели Зонне. Встановлено, що сметана, отримана напередодні, зберігалась протягом ночі на кухні при кімнатній температурі. Вранці діти їли її на сніданок. В інших дитячих закладах, де давали сметану з цієї партії, захворілих не було. При отриманні сметани з бази буфетниці допомагала її сестра. Які порушення мають місце при зберіганні продукту? Вкажіть на ймовірне джерело інфекції. Яких заходів необхідно прийняти для попередження розповсюдження захворювання?

5. У серпні виникла епідемія гострого харчового отруєння серед дітей однієї з груп дитячого садку. В інших групах усі діти здорові. Встановлено, що за 3-4 години до появи ознак захворювання діти їли торт із заварним кремом, виготовлений матір'ю однієї дитини. Торт зберігався на кухні при кімнатній температурі. Із залишків тарту та блювотиння захворілих виділена культура\_. Вкажіть на джерело зараження та порушення умов зберігання продукту.

6. У лікарню прибув пацієнт. Діагноз – . Наступного дня виявлено захворювання ще в 6 осіб. Усі хворі були учасниками святкового обіду. На обід були подані різноманітні страви, в тому числі: покупні рибні консерви, риба копчена, гриби домашнього консервування, торт, морозиво тощо. Висловіть свою думку щодо причини захворювання. Поясніть власні припущення.

## Рекомендована література

### Базова

1. Соболев В. І. Повний курс біології. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисич О.В. 2019. – 416 с.
2. Леонтюк І.Б. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Біологія» (для студентів спеціальності 091 «Біологія» факультету плодоовочівництва, екології та захисту рослин) / І.Б. Леонтюк. – УНУС, 2022 – 190 с.
3. Біологія: Навчальний посібник / А.О. Слюсарев, О.В. Самсонов, В.М. Мухін та ін. За ред. та пер. з рос. В.О. Мотузного - 2 видання, випр. - К.: Вища школа, 1997. - 607 с.
4. Біологія: Підручник для студентів ВНЗ / М-во освіти і науки України ; З. М. Шелест [та ід,]. - 2-е, доп. і перероб. - К: Кондор, 2011. -760 с.
5. Ковальчук Г.В. Зоологія з основами екології: Навчальний посібник / Ковальчук Г.В. . – [2-ге вид.] – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007 – 615 с.
6. Сигида В.П. Загальна біологія: Навчальний посібник / Сигида В.П., Заплічко Ф.О., Миколайко В.П. – Умань: Уманське видавничо-поліграфічне підприємство, 2008 – 358 с.
7. Сиволоб А. В. Молекулярна біологія: підручник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр Київський університет, 2008. 384 с.
8. Губський Ю. І. Молекулярна біологія. Вінниця : Нова книга, 2004. 464 с.
9. Боєчко Ф.Ф. Основи молекулярної біології. / Ф.Ф. Боєчко, Л.О. Боєчко, І.В. Шмиголь. – Черкаси : Вид. відділ ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2010. – 460 с.
10. Столяр О. Б. Молекулярна біологія: навч. посібник. 2-ге вид., доповнене та перероблене. Київ: Вид-во "КНТ", 2017. 224 с.

### Допоміжна

1. Резніченко В.П. Цікава біологія. – Кам'янець-Поділ.: Аксіома, 2005.– 243 с.
2. Ситник І.О., Климнюк С.І., Творко М.С. Мікробіологія, вірусологія, імунологія. - Тернопіль: Укрмедкнига, 1998. - 392 с.
3. Екологія тварин : навчальний посібник / Гайченко В.А., Царик Й.В. - Херсон : Олді-плюс, Київ : Ліра-К, 2012. - 232 с.
4. Коляденко Г.І. Анатомія людини. - К.: Либідь, 2001. - 384с.
5. Довідник з біології / ред. К. М. Ситник. - 2-е випр. і доп. - К.: Наукова думка, 2003. - 794 с.
6. Біологія: довідник для абітурієнтів. Кучеренко М.С, Вервес Ю.Г., Балан П.Г., Войціцький В.М., Матишевська О.П. К.: Генеза, 2003. - 496 с.



7. Трускавецький Є.С. Цитологія. - Київ: Вища школа, 2004. - 254 с.
8. Червона Книга України. Тваринний світ. / За ред. І.А. Акімова. - К.: Глобалконсалтинг, 2009. - 600 с.
9. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха - К.: Глобалконсалтинг, 2009. - 900 с.
10. Людина. Навчальний атлас з анатомії і фізіології. Під ред. Е. Сміт. К: 2003. – 240 с.
11. Гавриленко Н.О. Атлас видів рослин «Червоної книги України», які культивують в дендропарку «Асканія-Нова». Асканія-Нова. 2015. 70 с.
12. Фауна України в 40 томах / Ред. колегія: В. О. Топачевський [та ін.]. – К.: Науко

## ЗМІСТ

<b>Передмова</b>	2
<i>Робота 1.</i> Дослідження органел клітини рослин. Якісні реакції на основні запасні речовини	4
<i>Робота 2.</i> Визначення вмісту води і сухих речовин методом висушування	5
<i>Робота 3.</i> Визначення вмісту сухих розчинних речовин у плодах і овочах рефрактометричним методом	6
<i>Робота 4.</i> Одержання розчину білків і вивчення їх властивостей. Якісні реакції на білок	8
<i>Робота 5.</i> Визначення вмісту глюкози і фруктози у рослинах	12
<i>Робота 6.</i> Визначення загальної кислотності рослин титрометричним методом	15
<i>Робота 7.</i> Визначення вмісту вітаміну С в рослинах	16
<i>Робота 8.</i> Визначення активності каталази	17
<i>Робота 9.</i> Виявлення алкалоїдів у рослинах	18
<i>Робота 10.</i> Хімічний аналіз з соку рослин ( за К.П. Магніцьким)	18
<i>Робота 11.</i> Виявлення нітратів у рослинах	20
<i>Робота 12.</i> Пігменти зеленого листка	22
<i>Робота 13.</i> Визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеного діоксиду вуглецю ( за Бойсеном-Іенсеном)	23
<i>Робота 14.</i> Будова хромосом. Мітотичний поділ клітини. Порівняння мітозу, мейозу	25
<i>Робота 15.</i> Будова вищих рослин	32
<i>Робота 16.</i> Визначення вищих спорових та насінневих рослин	43
<i>Робота 17.</i> Особливості основних типів рослинних тканин	45
<i>Робота 18.</i> Характеристика відділів водоростей, групи водоростей залежно від середовища мешкання	54
<i>Робота 19.</i> Гриби: систематика, коротка характеристика відділів	60
<i>Робота 20.</i> Місце і роль лишайників у природі та життєдіяльності людини. Ліхенометрія, ліхеноіндикація, індикаторні види лишайників	62
<i>Робота 21.</i> Будова тваринної клітини. Порівняльна характеристика основних класів Найпростіших.	67
<i>Робота 22.</i> Порівняльна характеристика Губок та Кишковопорожнинних	71
<i>Робота 23.</i> Порівняльна характеристика Плоских та Круглих червів	76

<i>Робота 24.</i> Порівняльна характеристика М'якунів та Кільчастих червів	78
<i>Робота 25.</i> Порівняльна характеристика Павукоподібних, Ракоподібних у контексті філогенезу тваринних організмів	80
<i>Робота 26.</i> Систематичний огляд Комах	85
<i>Робота 27.</i> Характеристика Риб та Земноводних у контексті філогенезу тваринних організмів	91
<i>Робота 28.</i> Порівняльна характеристика Плазунів та Птахів у контексті філогенезу тваринних організмів	97
<i>Робота 29.</i> Групи Ссавців залежно від середовища мешкання	102
<i>Робота 30.</i> Харчові захворювання та шляхи їх знешкодження	105
<b>Рекомендована література</b>	111
<b>Зміст</b>	113