

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РАЗУМОВА С.Т., ДРОНОВА О.О.

БІОЛОГІЯ

Конспект лекцій

Одеса – 2009

ББК 28  
Р 17  
УДК 57

*Друкується за рішенням Вченої ради Одеського державного екологічного університету (протокол № 9 від 30.10. 2008 року)*

**Разумова С.Т., Дронова О.О.**

Біологія

Конспект лекцій. – Одеса: Вид-во « ТЭС », 2009. – 238 с.

У конспекті лекцій викладено основні положення біологічної науки, розкриті поняття клітинної теорії, генетики, походження людини. Наведений систематичний огляд органічного світу.

Конспект лекцій призначений для студентів напряму «Екологія» денної та заочної форми навчання, а також може бути корисним для екологічних факультетів сільськогосподарського профілю.

Одеський державний  
Екологічний університет, 2009

*Із спілкування з природою ви візьмете стільки світла  
скільки захочете, і стільки мужності та сили,  
скільки вам треба.  
Йоганн Готфрід Зьойме*

## **Вступ**

Біологія – наука про життя, його форми та закономірності. Назва її утворена шляхом поєднання двох грецьких слів „біос” – життя і „логос” – слово, вчення. Об’єктом вивчення біології є живі організми – віруси, бактерії, гриби, рослини, тварини; їх різноманітність, будова тіла, розвиток, поширення, еволюція та форми співіснування в екологічних системах.

Залежно від предмету вивчення біологію підрозділяють на окремі науки: мікробіологію – вона вивчає світ бактерій; ботаніку, предмети вивчення якої є будова та життєдіяльність рослин; зоологію – науку про тварин. В процесі розвитку науки сформувалися більш вузькі області: теріологія про ссавців, орнітологія – про птахів, іхтіологія – про рибу, ентомологія – про комах, гельмінтологія – про черв’яків, протистологія – про найпростіших, альгологія – про водорості, мікологія – про гриби та багато інших зоологічних та ботанічних дисциплін. В загальних розділах цих дисциплін вивчаються властивості, притаманні усім організмам даної форми живого. Головні напрямки цих наук: морфологія – вчення про структуру об’єктів живої природи і фізіологія – наука про функції живих організмів. До числа загальних напрямків у біології відноситься генетика – наука про дві найбільш універсальні властивості живих об’єктів – спадковість і мінливість. Генетика – це методологічна основа всіх біологічних наук, має велике світоглядне значення, бо це теоретична основа еволюційного вчення, наука, яка відкриває шлях до пізнання суттєвості життя.

Можна виділити у біології дисципліни, поєднані з використанням визначних методів дослідження, наприклад біохімію, яка застосовує хімічні методи для розкриття закономірностей основних життєвих процесів; біофізику, яка застосовує знання фізичних закономірностей для аналізу процесів. Біохімічні та біофізичні напрямки досліджень часто тісно сплітаються між собою (в радіаційній біохімії) та з іншими біологічними дисциплінами. Так виникли прикордонні дисципліни: біоніка, космічна біологія, астробіологія та інші, які межують між собою.

У зв’язку з вивченням живого на різних рівнях його організації виділяють молекулярну біологію, яка досліджує життєві прояви на субклітинному, молекулярному рівні; цитологію і гістологію, які вивчають

клітини і тканини живих організмів; анатомію – науку про органи; а також біологію груп організмів – популяцій та видів.

Досягнення біології останнього часу обумовили виникнення принципово нових напрямків у науці, які стали самостійними розділами у комплексі біологічних дисциплін. Так розкриття молекулярної будови одиниць спадковості – генів стало основою для до виникнення генної інженерії – комплексу заходів, за допомогою яких можна створити організми з новими, у тому числі і такими, що не зустрічаються у природі, комбінаціями спадкових властивостей і ознак.

Із наведеного далеко не повного переліку біологічних дисциплін видно, яка велика і складна сучасна біологія і як міцно разом із суміжними науками вона пов'язана із практикою.

Кожна наука має свої методи дослідження. Основними методами у біології є: описовий, порівняльний, історичний та експериментальний.

На початку розвитку науки біології використовувався в першу чергу описовий метод, оснований на спостереженнях з наступним їх описом. На основі цього методу виникли морфологічні науки. Збирання та опис фактів і в теперішній час не втратили свого значення.

Порівняльний метод дозволяє шляхом порівняння вивчати схожість та різницю між організмами та їхніми частинами. На принципах цього методу заснована систематика, зроблені найвидатніші узагальнення, створена клітинна теорія органічного світу. Порівняльний метод переріс у історичний, але не втратив значення і зараз.

Історичний метод виявляє закономірності виникнення та розвитку організмів, утворення їхньої структури та функцій. Затвердженням у біології історичного методу наука вдячна англійському природодосліднику Ч. Дарвіну.

Експериментальний метод дослідження у біології пов'язаний з активним впливом на організм різних факторів шляхом постановки досліду у точно обчислювальних обставинах та шляхом зміни перебігу процесів у потрібному напрямку. Цей метод дозволяє вивчати явища ізольовано та дає змогу повторювати їх при відтворенні ідентичних умов. Експеримент забезпечує не тільки більш глибоке проникнення у суть явищ, але і безпосереднє оволодіння ними. Вищою формою експерименту є моделювання процесів, які вивчаються.

Однак в дослідницькій роботі відбувається взаємне проникнення методів дослідження різних дисциплін тому, що форма і функція організму, його окремих частин невіддільні. Живий організм представляє собою єдине ціле (його регулюючі механізми впливають на кожен його частину), а тому його будову і функції не можна розглядати окремо.

Загальна біологія є перш за все наукою про загальні закономірності життя і розвитку усіх організмів, які притаманні в тій чи іншій мірі від мікроорганізмів до людини. Сучасна прогресивна біологія розглядає

організм у єдності з навколишнім середовищем існування, з умовами життя; вивчає його в природній обстановці, у взаємовідносинах з іншими організмами, з якими він прямо або побічно зв'язаний.

Практичне застосування досягнень сучасної біології дозволяє одержувати промисловим шляхом необхідні людині біологічно активні речовини. Використання законів спадковості та мінливості лежить у основі створення нових високопродуктивних домашніх тварин та сортів культурних рослин. Вчені нашої країни вивели сотні сортів зернових, бобових, олійних та інших культур, які відрізняються від своїх попередників більш високою продуктивністю, стійкістю до шкідників та хвороб і іншими корисними якостями. На основі цих знань ведеться селекція мікроорганізмів, які створюють антибіотики. Вчені отримали штами мікроорганізмів, які дають вихід препаратів у сотні разів більший, ніж вихідні форми. У подальшому практичне застосування досягнень біології ще більш зросте. Це пов'язано з швидкими темпами росту населення планети, а також з постійним збільшенням чисельності міського населення, яке безпосередньо не бере участі у сільськогосподарському виробництві. У такій ситуації основою підвищення харчових ресурсів може бути інтенсифікація сільського господарства. Важливу роль у цьому процесі буде відігравати виведення нових високопродуктивних форм мікроорганізмів, рослин, тварин; раціональне, науково обґрунтоване використання природних багатств, створення безвідходних технологічних процесів. Велике значення у біології надається вирішенню проблем, пов'язаних із застосуванням механізмів біосинтезу білків та фотосинтезу, які відкривають шлях до отримання органічних харчових речовин поза тваринними та рослинними організмами.

Конспект лекцій розраховано на студентів екологічних факультетів університету, а також може бути корисним для екологічних факультетів сільськогосподарського профілю.

Автори висловлюють подяку начальнику редакційного відділу ОДЕКУ Соколенко О.Д. за допомогу у редагуванні конспекту, а також асистенту кафедри Сіряк Н.В за допомогу у оформленні конспекту.

Вступ, перший та другий розділи конспекту були складені доцентом кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Разумовою С.Т., третій розділ – доцентом кафедри Дроновою О.О..

## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНА БІОЛОГІЯ

#### 1.1 Різноманітність живого світу

Світ живих істот, включаючи людину, являє собою біологічні системи дуже різноманітної форми, які відрізняються за розмірами, за масою, за складністю внутрішньої будови. Різноманітність форм виникла у результаті тривалої еволюції організмів в умовах життя, які постійно змінюються. Життя на Землі представлено доядерними та ядерними істотами, а також доклітинними, одноклітинними та багатоклітинними організмами.

Усі живі організми, за винятком вірусів, складаються із клітин. Віруси – це неклітинні форми життя, вони настільки малі, що лише в кілька разів перевищують розміри великих молекул білків. Вони легко проходять крізь пори спеціальних фільтрів, що затримують бактерії і клітини багатоклітинних організмів. Їх відкрив російський фізіолог рослин Д.І.Івановський у 1892 році. Ця доклітинна форма життя складається із молекули ДНК і молекул білка, які створюють своєрідну оболонку навколо молекули нуклеїнової кислоти. Ці істоти не здатні самостійно синтезувати складові частини, із яких вони утворені (ДНК і білки). І тільки потрапивши у клітину, віруси змінюють, перебудовують обмін речовин у ній, після чого клітина синтезує молекули нових вірусів. Взагалі віруси – збудники різних хвороб людини, тварин і рослин.

Усі інші живі організми складаються із клітин. Клітина може бути окремим організмом, а також елементарною складовою частиною багатоклітинного організму. Вона буває просто упорядкована, як бактеріальна клітина, або значно більш складною, як клітина одноклітинної тварини – Найпростіших. Серед одноклітинних організмів відзначають доядерні форми (прокаріоти) та ядерні (еукаріоти). До прокаріот відносяться бактерії і синьо-зелені водорості, їхні клітини не мають чітко виявленого ядра, відокремленого оболонкою від цитоплазми. Ядерна речовина розсіяна у цитоплазмі, вона складається із сукупності нуклеїнових кислот і білків. Прокаріоти відносять до царства Дроб'янки. Усі інші існуючі організми (еукаріоти) мають у своїх клітинах чітко виявлене ядро, одне або декілька.

Клітина одноклітинного організму універсальна, тобто виконує усі життєві функції. У багатоклітинного організму клітини спеціалізовані, позбавлені універсальності, тобто можуть виконувати тільки одну яку-небудь функцію і неспроможні самостійно існувати поза організмом. Об'єднання клітин, їхня взаємодія формує цілісний організм, якому належать особливі якості.

## 1.2 Рівні організації живої матерії

Вивчення організації живої матерії починається з вивчення будови і властивостей складних органічних молекул. Клітини багатоклітинних організмів входять до складу тканин. Дві або декілька тканин утворюють орган. Складно утворений багатоклітинний організм, який має у своєму складі тканини і органи, у той же час являє собою елементарну одиницю біологічного виду. Взаємодіючи між собою, види складають екологічну систему, яка у свою чергу, є одним із компонентів біосфери. Відповідно до цього розподіляються декілька рівнів організації живої матерії.

*Молекулярний.* Кожна жива система, як би складно не була б організована, проявляється на рівні функціонування біологічних макромолекул, біополімерів: нуклеїнових кислот, білків, полісахаридів та інших важливих органічних речовин. Молекулярний рівень організації живої матерії є предметом вивчення молекулярної біології, яка вивчає будову молекул білків, нуклеїнових кислот, жирів та інших речовин та їхню роль у життєдіяльності клітини. З цього рівня починаються важливіші процеси життєдіяльності організму: обмін речовин та перетворення енергії, передача спадкової інформації. На цьому рівні досягнуто великих практичних успіхів у галузі біотехнології і генної інженерії.

*Клітинний.* Клітина є структурна та функціональна одиниця, а також одиниця розвитку усіх живих організмів, які мешкають на Землі. Вільноживучих неклітинних форм життя не існує. Біологія клітин (цитологія) – один з основних розділів сучасної біологічної науки, включає проблеми морфологічної організації клітини, спеціалізації клітин у ході розвитку, функції клітинної мембрани, механізмів і регулювання поділу клітин. Ці проблеми мають особливо важливе значення для медицини, зокрема становлять основу проблеми раку.

На рівні субклітинних, або надмолекулярних, структур вивчають будову і функції органел (хромосом, мітохондрій, сферосом, лізосом, апарату Гольджи, ендоплазматичної мережі тощо), а також інших частин клітини (включень).

*Тканинний.* Тканина – це сукупність клітин, що мають спільне походження, однакову форму і виконують одну і ту саму функцію; це стійкий, тобто закономірно повторюваний, комплекс клітин, які подібні за походженням, будовою і пристосовані до виконання однієї або декількох функцій. Між клітинами в деяких тканинах знаходиться міжклітинна речовина, яка не має клітинної будови.

*Органний.* Орган – це система тканин, пов'язаних спільністю походження й розвитку, що має певну форму, топографію і функцію. Кожний орган складається з різних тканин, які структурно і функціонально взаємопов'язані. Проте в кожному органі переважає якийсь один тип

тканини. В багатоклітинних організмах багато органів доповнюють один одного, так відбувається формування системи органів. Усі системи органів функціонально взаємопов'язані. Органи, що утворюють ту чи іншу систему розвиваються із спільного зародка, виконують одну функцію і топографічно сполучені між собою. Так в організмі людини розрізняють такі системи органів: апарат руху, травну, нервову, ендокринну, дихання, серцево-судинну, сечову, статеву і систему органів чуття.

На рівні *організму* вивчають функціонування живої матерії як єдине ціле. Це цілісна система органів, спеціалізованих для виконання різних функцій. На цьому рівні вивчають особину – організм як єдине ціле, елементарну одиницю життя, оскільки поза особинами в природі життя не існує. При цьому вивчають характерні ознаки будови організму, фізіологічні процеси та нейрогуморальну регуляцію їх.

*Популяційно-видовий.* Сукупність організмів одного й того ж виду об'єднана загальним місцем мешкання, утворює популяцію як систему надорганізованого порядку. У цій системі здійснюються найпростіші, елементарні еволюційні перетворення. Так всередині популяції відбувається боротьба за існування (природний добір), у результаті чого виживають особини, які найкраще пристосовані до даних умов існування. На популяційно-видовому рівні є фактори, що впливають на чисельність популяцій, проблеми збереження зникаючих видів, динаміку генетичного складу популяцій, дію факторів мікроеволюції. Деякі проблеми популяційної біології, як контроль чисельності видів, що завдають шкоди господарству, підтримання оптимальної чисельності популяцій, що використовуються в господарстві і оберігаються, є важливим для господарської діяльності людини.

*Біогеоценотичний.* Біогеоценоз – сукупність організмів різних та різної складності організації з усіма факторами середовища їх мешкання. Організми в біогеоценозі пов'язані міжвидовими та внутрішньовидовими відносинами. Біогеоценоз – не проста сукупність живих організмів та інших природних тіл, а особлива, узгоджено організована форма існування організмів і навколишнього середовища, що здатна до саморегуляції та самовідтворення. Кожний біогеоценоз характеризується власним кругообігом речовин, трансформацією сонячної енергії і продуктивністю біомаси. Провідними на цьому рівні є проблеми взаємовідносин організмів у біоценозах, умови, які визначають їх чисельність і продуктивність біоценозів, стійкість їх і роль впливу людини на збереження біоценозів та їхніх комплексів.

*Біосферний.* Біосфера – система вищого порядку, яка охоплює усі явища життя на нашій планеті. Біосфера – це термодинамічна оболонка земної кулі з температурою від +50 до -50 °С і тиском близько 1 атм (~100кПа), склад, структура та енергетика якої визначається сукупною діяльністю живих організмів. Вона займає частину земної кори



(літосфери), атмосфери, гідросфери. Біосфера існує з часу виникнення життя на Землі. Умови, придатні для життя в атмосфері, зберігаються в межах до 22 км над рівнем моря. В океанах нижня межа життя сягає глибини понад 10 км, на суходолі (літосфера) живі організми проникають на глибину 4-5 км. Саме в біосфері відбувається перетворення сонячної енергії і нагромадження її в органічній речовині, біогенна міграція атомів. На цьому рівні сучасна біологія вирішує глобальні проблеми, наприклад визначення інтенсивності утворення вільного кисню рослинним покривом Землі або зміни концентрації вуглекислого газу в атмосфері, пов'язаної з діяльністю людини.

Рівні організації живої матерії – це відносно гомогенні біологічні системи, для яких характерний певний тип взаємодії елементів, просторовий і часовий масштаби процесів.

З ускладненням організації нижчий рівень входить до складу наступного вищого рівня і т.д. Так здійснюється принцип ієрархії, властивий живій матерії. Ідея рівнів організації живого дає змогу пояснити цілісність і якісну своєрідність біологічних систем.

### **1.3 Властивості живих систем**

Усім рівням організації живої природи властиві риси, як відрізняють її від неживої природи. Розглянемо загальні, характерні для усього живого властивості та їх різницю від схожих процесів, які відбуваються у неживій природі.

*Єдність хімічного складу.* До складу живих організмів входять ті ж самі хімічні елементи, що і до об'єктів неживої природи. Але співвідношення різних елементів у живому та неживому неоднакове. Елементарний склад неживої природи поряд з киснем (O) становить в основному Si, Fe, Mg, Al та інші. В живих організмах 95-98 % загальної маси їх припадає на 4 елементи: C, O, N, H. Це органогенні елементи. Водночас в живих організмах не виявлено жодного елемента, який би не зустрічався в тілах неживої природи. Цим підтверджується спільність живої і неживої природи.

*Обмін речовин.* Усі живі організми здатні до обміну речовин з навколишнім середовищем, поглинаючи з нього елементи, необхідні для живлення, та виділяючи в нього продукти життєдіяльності. Відзначимо, що у неживій природі також існує обмін речовинами. Однак при небіологічному кругообігу речовин вони переносяться з одного місця у інше або змінюється їхній агрегатний стан: змив ґрунту, перетворення води на пару чи лід. На відміну від обмінних процесів у неживій природі, у живих організмів вони мають якісно інший рівень. У кругообігу органічних речовин самими суттєвими стали процеси синтезу і розпаду. Живі організми вилучають із довкілля різні речовини і внаслідок цілого

ряду складних хімічних перетворень ці речовини уподібнюються до речовин живого організму, з них і будується тіло живого. Ці процеси називають асиміляцією або пластичним обміном.

Інша сторона обміну речовин – процеси дисиміляції, внаслідок яких складні органічні речовини розпадаються на прості, при цьому зникає їх схожість з речовинами організму і виділяється енергія, необхідна для реакцій біосинтезу. Тому дисиміляцію називають ще енергетичним обміном. Обмін речовин забезпечує постійність хімічного складу та будови усіх частин організму і як наслідок – постійність їх функціонування в умовах довкілля.

*Самовідтворення* (репродукція). При розмноженні живих організмів нащадки звичайно схожі на батьків: собаки народжують цуценят, кішки – кошенят, із насіння кульбаби знову ж виростає кульбаба. Ділення одноклітинного організму – амеби призведе до утворення двох амеб, повністю схожих з материнською клітиною. Таким чином розмноження – це властивість організмів відтворювати собі подібних.

Що лежить в основі самовідтворення? Процес цей здійснюється на всіх рівнях організації живої матерії. Завдяки репродукції не тільки цілі організми, але і клітини, органи клітин (мітохондрії, ядро, апарат Гольджі та ін.) після ділення схожі зі своїми попередниками. Із одної молекули ДНК при її подвоєнні утворюються дві дочірні молекули, які повністю повторюють вихідну (початкову). У самому самовідновленні лежать реакції матричного синтезу, тобто утворення нових молекул та структур на підставі інформації, закладеної у послідовності нуклеотидів ДНК. Отже, самовідновлення – одна із основних властивостей живого, тісно пов'язана з явищем спадковості.

*Спадковість* полягає у здатності організмів передавати свої ознаки, властивості, особливості розвитку із покоління у покоління. Вона обумовлюється стабільністю, тобто постійністю будови молекул ДНК.

*Мінливість*. Ця властивість як би протилежна спадковості, але разом з тим тісно пов'язана з нею, оскільки при цьому змінюються спадкові задатки – гени, які визначають розвиток тих чи інших ознак. Якби репродукція матриць – молекул ДНК – завжди відбувалася з абсолютною точністю, то при розмноженні організмів здійснювалася б спадковість тільки існуючих раніше ознак і пристосування видів до змінених умов середовища зробилося б неможливим. Отже, мінливість – це здатність організмів набувати нових ознак і властивостей, в основі яких лежать зміни біологічних матриць.

Мінливість утворює різноманітний матеріал для природного добору, тобто добір найбільш пристосованих особин до конкретних умов існування, що в свою чергу, обумовлює появу нових форм життя, нових видів організмів.

*Ріст та розвиток.* Здібність до розвитку – всезагальна властивість матерії. Під розвитком розуміють неповторну спрямовану закономірну зміну об'єктів живої та неживої природи. У результаті розвитку виникає новий якісний стан об'єкту, внаслідок якого змінюється його склад або структура. Розвиток живої матерії є індивідуальним розвитком, або онтогенезом та історичним розвитком, або філогенезом. На протязі онтогенезу поступово та послідовно проявляються індивідуальні властивості організму. Розвиток супроводжується ростом. Незалежно від способу розмноження всі дочірні особини, які утворені із однієї зиготи або спори, бруньки чи клітини, одержують у спадщину тільки генетичну інформацію, тобто можливість проявляти ті чи інші ознаки. У процесі розвитку виникає специфічна структурна організація індивіду, а збільшення його маси обумовлено репродукцією макромолекул, елементарних структур клітин та самих клітин. Філогенез, або еволюція – це неповторний та спрямований розвиток живої природи, який супроводжується утворенням нових видів та прогресивним ускладненням життя. Результатом еволюції є уся різноманітність живих організмів на Землі.

*Роздратування.* Будь-який організм нерозривно зв'язаний з навколишнім середовищем: здобуває із нього поживні речовини, підлягає впливу недобродійних факторів середовища, вступає у взаємодію з іншими організмами та т.д. У процесі еволюції в живих організмах виробилась та закріпилася властивість вибірково реагувати на зовнішній вплив.

Ця властивість здобула назву роздратування. Всяка зміна умов середовища, які оточують організм, є по відношенню до нього роздратуванням, а його реакція на зовнішнє роздратування служить показником його чутливості та виявленням роздратованості. Реакція багатоклітинних тварин на роздратування здійснюється за допомогою нервової системи і називається рефлексом. Організм, який не має нервової системи, позбавлений і рефлексів.

*Дискретність.* Саме слово дискретність походить від латинського „дискретус”, що означає перервний, розділений. Дискретність – всезагальна властивість матерії. Життя на Землі проявляється у вигляді дискретних форм. Це означає, що окремий організм або інша біологічна система (вид, біоценоз та інша) складається із окремих ізольованих, тобто відокремлених, або відмежованих у просторі, але ж тісно пов'язаних та діючих між собою частин, які створюють структурно-функціональну єдність.

Дискретність будови організму – основа його структурної упорядкованості, вона дає можливість постійного самовідновлення його шляхом зміни структурних елементів, які „зносилися” без припинення виконавчої функції. Дискретність виду забезпечує можливість його

еволюції шляхом загибелі та звільнення від розмноження непристосованих особин і зберігання індивідів з корисними для виживання ознаками.

*Саморегуляція (авторегуляція).* Це здібність живих організмів, які мешкають в умовах навколишнього середовища, що безперервно змінюються, підтримувати постійність свого хімічного складу та інтенсивність ходу фізіологічних процесів. При цьому недолік надходження яких-небудь поживних речовин мобілізує внутрішні ресурси організму, а (збиток) надмір викликає накопичення цих речовин. Подібні реакції здійснюються різними шляхами, дякуючи діяльності регуляторних систем – нервової та ендокринної. Сигналом для включення тої чи іншої регулюючої системи може бути зміна концентрації якої-будь речовини або стан будь-якої системи.

*Ритмічність.* Ця властивість належить як живій, так і неживій природі. Обумовлена вона різними космічними та планетарними причинами: обертанням Землі навколо Сонця, зміною пори року, фазами місяця та ін. Для неживої природи характерні, наприклад, зміни освітлення та температури на протязі року та доби, припливи та відпливи в морях та океанах, переміщення повітряних мас – вітри та ін. Живі організми також підкоряються зовнішнім датчикам часу, але реакція їх значно складніше змін навколишнього середовища.

Всюди у живій та неживій природі розповсюдженні коливальні процеси. Океанські припливи та відпливи, зміна дня та ночі, фаз місяця, чергування пори року, періодичне збільшення сонячної активності, циклічність геологічних процесів, в тому числі періодична зміна суші морем і навпаки – усе це різні форми коливальних процесів. Періодичні зміни у навколишньому середовищі учиняють глибокий вплив на живу природу та на властиві ритми живих організмів. Ритм – це повторення одного й того ж стану через різні інтервали часу. В біології під ритмічністю розуміють періодичні зміни інтенсивності фізіологічних функцій з різними періодами коливань (від декількох секунд до року, століття). Ритмічність спрямована на узгодження функцій організму з навколишнім середовищем, тобто на пристосування до умов середовища, які постійно змінюються.

*Енергозалежність.* Живі тіла являють собою „відкриті” для вступу енергії системи. Це поняття запозичене з фізики. Під „відкритими” розуміють динамічні, тобто, які знаходяться у стані спокою, системи, стійкі лише за умовами безперервного доступу до них енергії та матерії ззовні. Отож, живі організми існують до тих пір, поки до них поступає енергія та матерія в вигляді їжі з навколишнього середовища. Слід відмітити, що живі організми на відміну від об'єктів неживої природи відмежовані від навколишнього середовища оболонками (зовнішня клітинна мембрана у одноклітинних, покривна тканина – у багатоклітинних). Ці оболонки утруднюють обмін речовин між організмом

та зовнішнім середовищем, зводять до мінімуму втрати речовин та підтримують просторову єдність системи.

Таким чином, живі організми гостро відрізняються від об'єктів фізики та хімії – неживих систем – своєю виключною складністю та високою структурною та функціональною впорядкованістю. Ці відміни надають життю якісно нові властивості. Живе являє собою особливий ступінь розвитку матерії.

Отож, усі живі істоти володіють сукупністю одних та тих же властивостей. Схожість життєвих властивостей в організмах, які знаходяться на різних рівнях складності будови, обумовлена схожістю їх біологічної організації. Усі організми складаються з кількох типів макромолекул:

- 1) нуклеїнові кислоти (ДНК – збереження інформації про структуру білків, РНК – транспортування, переніс інформації);
- 2) білків (структурні компоненти клітин, каталізатори біохімічних реакцій);
- 3) вуглеводи та полівуглеводи (джерела енергії та структурні компоненти);
- 4) жири (джерела енергії та структурні компоненти).

Ще важливо те, що майже в усіх вивчених формах живих організмів схожі послідовності біохімічних перетворень і редуплікація та транскрипція нуклеїнових кислот, біосинтез білків, жирних кислот, розщеплення глюкози та ін.

## **1.4 Вчення про клітину**

Клітина представляє собою елементарну цілісну систему, це найменша життєздатна одиниця живого. Усі відомі науці організми мають клітинну будову. Неклітинних організмів, ведучих вільний образ життя, не існує. Як виняток можна назвати віруси. Віруси – неклітинні форми життя, не здібні розмножуватися і проявляти інші ознаки життєдіяльності поза клітиною, це паразити на генетичному рівні.

Відкриття і вивчення клітини пов'язано з винаходом мікроскопу та вдосконаленням методів мікроскопічних досліджень. Вперше англійський вчений Р. Гук розглядав зріз пробки у сконструйований ним мікроскоп і зробив опис клітини. Згодом з'ясувалося, що то були лише зовнішні оболонки рослинних клітин. З вдосконаленням мікроскопічної техніки була відкрита і вивчена клітина з усіма її компонентами. Численні відомості про тонку структуру тканин дали змогу зробити узагальнення, яке запропонував німецький біолог Т. Шванн в 1838 р. у вигляді клітинної теорії. Незалежно від нього другий німецький вчений М. Шлейден у 1839р. також прийшов до такого ж узагальнення і його вважають співавтором клітинної теорії органічного світу. Створення клітинної теорії стало найважливішою подією в біології, одним із вирішальних доказів єдності

всієї живої природи. Вона стала основою для матеріалістичного розуміння життя, пояснення еволюційного взаємозв'язку організмів, розуміння суті індивідуального розвитку.

Сучасна клітинна теорія включає такі положення

- клітина – структурно-функціональна одиниця будови і розвитку всіх живих організмів;
- клітини всіх одно і багатоклітинних організмів подібні за походженням, будовою, хімічним складом, основними виявами життєдіяльності;
- клітини розмножуються тільки поділом;
- у багатоклітинних організмів, які розвиваються із однієї клітини (зиготи, спори), різні типи клітин формуються у результаті їхньої спеціалізації протягом онтогенезу особини і утворюють тканини;
- тканини утворюють органи, тісно пов'язані між собою й підпорядковані нервово-гуморальним та імунним системам регуляції;
- ядро-головна складова частина клітини;
- клітинна будова організмів – свідоцтво того, що рослини і тварини мають спільне походження.

Формування клітинної теорії створило основу для подальших фундаментальних досліджень процесів життєдіяльності, будови та розвитку всіх організмів на Землі.

**Будова клітини.** Клітина – це структурна одиниця живого організму відокремлена, цілісна система із складною будовою і володіє усіма життєвими властивостями, у тому числі здібністю до самовідтворення та саморегуляції. У кожній живій клітині закладено генетичний код цілого організму, усіх його органів, тобто комплекс спадкових ознак. Багатоклітинний організм – це єдність великої кількості клітин, тісно пов'язаних між собою, які впливають одна на одну та залежать одна від одної. Клітини існують і як самостійні організми. Тіло бактерій багатьох водоростей, нижчих грибів, Найпростіших тварин представлено однією клітиною, яка виконує усі життєві функції – живлення, дихання, росту, розмноження, руху. Ця клітина універсальна. У більшості видів рослин, тварин тіло складається із величезної кількості клітин, які спеціалізовані на виконанні окремих функцій. Ці клітини диференційовані. І все ж клітини з різною будовою і виконанням ними різних функцій мають багато спільних морфологічних особливостей і подібних функціональних властивостей (обмін речовин, перетворення енергії, біосинтез білків, розмноження).

За формою і розмірами клітини дуже відрізняються між собою. Форма їх буває циліндрична і кубічна (епітелій), дископодібна (еритроцити), куляста (яйцеклітини), видовжена і веретеноподібна (м'язові тканини),

зірчасті (нервові). Серед клітин бувають і амебоїдні, тобто без постійної форми (лейкоцити).

Розміри клітин у багатоклітинного організму дуже варіюють, деякі досягають 100 мкм, а найдрібніші – 2-4 мкм. Клітини м'якоті кавуна, лимона дуже великих розмірів, їх видно неозброєним оком.

Кількість клітин у тілі різних багатоклітинних організмів різна.

Будь-яка клітина відмежована від навколишнього середовища клітинною мембраною, заповнена цитоплазмою, в якій розміщені органоїди. Серед живих організмів зустрічаються два типи організації клітин: прокаріотичні (доядерні) як у бактерій і ціанобактерій і еукаріотичні (ядерні), властиві всім останнім представникам як одно- так і багатоклітинним.

Прокаріотична клітина – примітивна, дуже просто улаштована, зберігає риси організмів глибокої давнини. Ці клітини існували на різних етапах розвитку життя на Землі і збереглися до наших днів. До прокаріотів відносяться бактерії та синьо-зелені водорості (ціанобактерії). На основі спільності будови та різних відмін від других клітин їх виділяють у самостійне царство – Дроб'янки (рис.1.1).

Еукаріотичні клітини – від найпростіших до клітин вищих рослин і ссавців відрізняються і складністю і різноманіттям структури. Типової клітини не існує, але ж із тисяч типів клітин можна виділити загальні риси. В клітині відрізняють цитоплазму, ядро, органели, вклучення, клітинні мембрани, а в рослинних клітинах, крім того, оболонку.

Розглянемо будову клітини на прикладі рослинної клітини (рис. 1.2).

Форма їх різноманітна. Поодинокі клітини мають кулясту, овальну, або яйцевидну форму, у той час, як в багатоклітинних рослинних організмах форма їх залежить від місцеположення, тобто від тиску на них маси інших клітин, а також від їх призначення. В основному клітини рослин поділяються на два типи: паренхимні та прозенхимні. У перших – довжина, ширина та висота приблизно однакові; другі – витягнуті у довжину та мають частіше загострені кінці, довжина у них перевищує ширину у 3 та багато більше разів. Розміри їх різні та вимірюються мікронами. Найбільш великі паренхимні клітини досягають 1 мм. Це клітини соковитих плодів: томату, лимону, кавуна, бульби картоплі та інші. Прозенхимні клітини бувають крупніші: волокно льону, коноплі досягають 20-40 мм, кропиви – 80 мм, рамі – 200 мм, волоски бавовни – 65 мм, при цьому ширина клітин залишається мікроскопічною. Клітини між собою з'єднані за допомогою пектину, а розділити їх можна у процесі пектинового бродіння – мацерації.

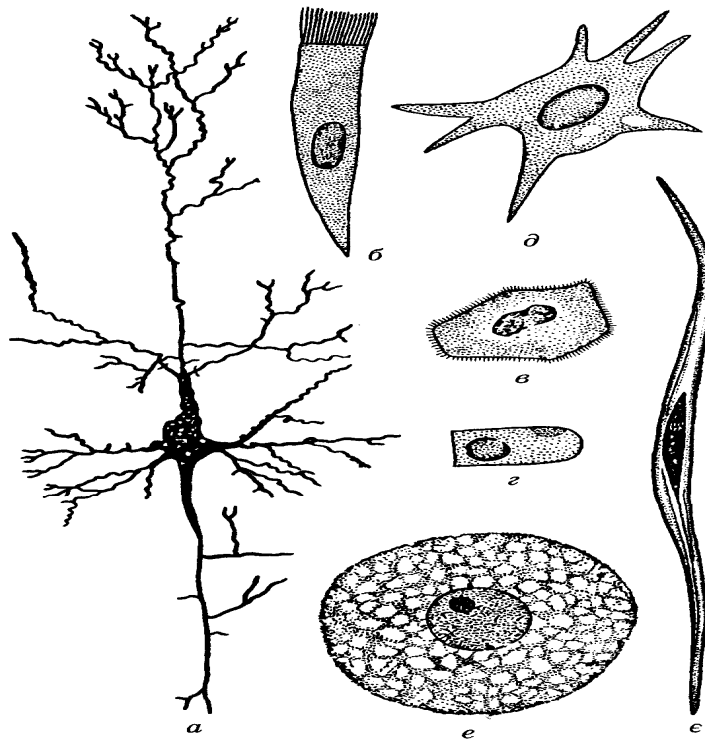


Рис. 1.1. Форми клітин організмів людини і тварин: а – нервова клітина (нейрон); б – г – різні види епітеліальних клітин; д – клітина сполучної тканини; е – яйцеклітина; е – м’язова клітина.

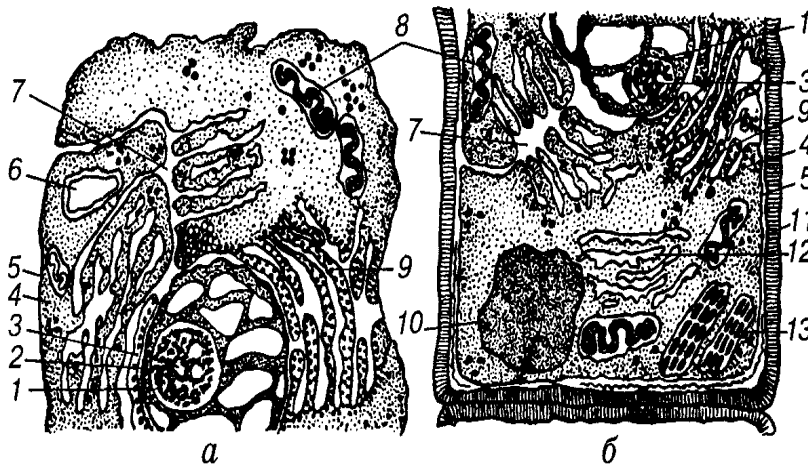


Рис. 1.2. Будова тваринної (а) і рослинної (б) клітин: 1 – ядро; 2 – ядерна мембрана; 3 – ядерце; 4 – протоплазма; 5 – плазматичні мембрани; 6 – лізосома; 7 – комплекс Гольджі; 8 – мітохондрії; 9, 12 – відповідно шорстка і гладенька ендоплазматична сітка; 10 – вакуоля; 11 – оболонка; 13 – хлоропласт.



Компоненти клітини. Рослинна клітина має більш, менш шорстку клітинну стінку чи оболонку, слизьку цитоплазму, ядро і вакуолю, заповнену розчинним клітинним соком. Цитоплазма та ядро складають живий вміст клітини – протопласт, а клітинна оболонка та клітинний сік – це продукт життєдіяльності органел цитоплазми.

Цитоплазма та ядро, як показали електроскопічні дослідження представляють собою складні структурні утворення, які складаються із багатьох органел, виконуючих специфічні функції.

Протопласт – це:

I. Цитоплазма з її органелами (ендоплазматична мережа, апарат Гольджі, рибосоми, мітохондрії, сферосоми, лізосоми, центріолі, пластиди трьох типів – хлоропласти, хромопласти, лейкопласти);

II. Ядро (ядерна оболонка, ядерний сік або каріолімфа та хромосомно-ядерцевий апарат).

Органели цитоплазми розташовані між двома внутрішніми комплексами – цитоплазмою і ядром. Більшість їх покрито мембраною, володіє вибірковою проникністю, регулює вхід та вихід із цієї органели.

Органели діляться на чотири групи:

- 1) двохмембранні (мітохондрії та пластиди);
- 2) одномембранні (ендоплазматична мережа, комплекс Гольджі, лізосоми, вакуолі);
- 3) немембранні (центріолі, рибосоми);
- 4) органели руху у одноклітинних Найпростіших (джгутики, війки, псевдоподії, міофібрили).

Похідні протопласту:

- клітинна оболонка;
- продукти обміну речовин (запасні поживні речовини, продукти другорядного обміну речовин);
- фізіологічно-активні речовини (ферменти, вітаміни, гормони).

*Цитоплазма* є основою за об'ємом частиною клітини, це внутрішньоклітинний колоїдний розчин, у якому містяться органели клітини. Агрегатний стан цитоплазми може бути різним: рідким – золь і в'язким – гель. За хімічним складом цитоплазма досить складна. У ній здійснюються найскладніші біохімічні реакції та фізіологічні процеси, які лежать в основі життєдіяльності організмів. Називають її ще основною плазмою, або матріксом, гіалоплазмою. Цитоплазма – це напіврідка, прозора, безкольорова речовина, яка добре заломлює світло. Це складна система колоїдів – речовин, не здібних кристалізуватися. За характером колоїдних систем цитоплазма – гідрозолі. Але ж у стані спокою цитоплазма може бути гелем (в живих клітинах насіння). Цитоплазма існує у процесі безперервного обміну речовинами, у якому здійснюється ріст і розвиток, збільшення маси та її диференціація. Цитоплазма реагує на дію зовнішніх факторів: світла, температури, вологості, сили тяжіння, тобто

володіє роздратуванням. Вона здібна відтворювати себе, тобто розмножуватися. Невід'ємна властивість цитоплазми – рух, який регулює обмін речовин у клітині. При підсиленні діяльності клітини рух стає енергійнішим. Розрізняють два типи руху цитоплазми: струмчатий та обертовий і як проміжний – фонтануючий.

Обертовий рух цитоплазми для клітин, в яких сформована одна центральна вакуоля. Навколо неї і обертається цитоплазма. У молодих клітин, де містяться дві і більше вакуолю спостерігається струмчатий рух цитоплазми. Швидкість руху цитоплазми 1-2 мм/сек, але ж вона залежить від зовнішніх умов та стану самої клітини. Рух стимулюється підвищенням температури (оптимум 40<sup>0</sup>С), освітленням, наявністю кисню, спирту та ефіру. Отруйні речовини зупиняють рух цитоплазми.

У молодих рослинних клітин цитоплазма заповнює усю порожнину клітини, а потім внаслідок інтенсивнішого росту клітинної оболонки у цитоплазмі з'являються невеликі простори – вакуолі, які поступово збільшуються і в дорослих клітинах вони зливаються в одну велику центральну вакуолю. В таких клітинах цитоплазма утворює тільки вузький понадстійний шар. У вакуолях накопичуються розчинні продукти обміну речовин у вигляді клітинного соку. Цитоплазма відділена від клітинної оболонки та від вакуолі поверхневими протоплазматичними мембранами. Мембрана, яка межує з оболонкою, називається плазмалемою або ектопластом. В ній є найдрібніші пори, скрізь які проходять іони та молекули визначного розміру. На ній є ферменти, які розщеплюють різні речовини. Плазмалема приймає участь у захисній функції, управляє проникливістю – поглиненням та виділенням речовин. Вона тісно пов'язана з оболонкою та внутрішнім вмістом клітини. Мембрана, яка оточує вакуолю, називається тонопластом. Йому також властива вибіркова проникливість та здібність до активного проведення різних речовин. Серединну частину цитоплазми, що знаходиться між поверхневими мембранами, називають мезоплазмою. В ній відрізняють основну безструктурну речовину (матрикс) та структурні елементи у вигляді внутрішніх мембран та гранул, які там знаходяться. Матрикс володіє ферментативною активністю. Він пронизаний мінливою системою ультрамікроскопічних каналів, бульбочок, цистерн, які з'єднані між собою і утворюють *ендоплазматичну мережу* (ретікулум). Функції її дуже суттєві. Мембрани завтовшки 6-8 нм мають ліпідно-білкову природу і за структурою подібні до зовнішньої мембрани клітини. Вони обмежують дуже розгалужену взаємозв'язану систему каналців, щілин, міхурців, яка сполучає різні ділянки клітини. Ендоплазматична мережа у багато разів збільшує робочу поверхню цитоплазми, зв'язує цитоплазму з ядром та суміжними клітинами через плазмодесми, безпосередньо зв'язана з мембранами комплексу Гольджі. Вона бере активну участь у біосинтезі білків, жирів і вуглеводів, транспортує хімічні речовини в різні ділянки

клітини. Ендоплазматичні мембрани бувають двох типів: гладенькі (агранулярні) і шорсткі (гранулярні). Стінки гранулярних мембран несуть на собі багато рибосом.

*Рибосома* – органела сферичної форми діаметром 15-20 нм, що складається з молекул рибонуклеїнової кислоти і білків. Кожна рибосома має дві неоднакові субодиниці – велику і малу. Форма і конфігурація рибосом різних організмів і клітин подібні, хоча й різняться в деталях. Утворюються рибосоми в ядрцях у вигляді окремих субодиниць. Субодиниці об'єднуються у рибосому поза ядром. Основною функцією рибосом є матричний синтез білків, під час якого рибосоми зв'язують і утримують компоненти білкосинтезуючої системи, виконують каталітичні функції і транспірацію. Особливо багато рибосом у клітинах тканин, які швидко ростуть.

*Мітохондрії* або *хондріосоми* – це найдрібніші органоїди клітини із видимих у світловий мікроскоп. Форма їх надзвичайно різноманітна; від сферичних зернин до тілець нитковидної форми. Мітохондрії пересуваються у клітині, при цьому вони концентруються переважно навколо ядра, хлоропластів та других органел, де життєві процеси йдуть найбільш енергійно. Вони складаються із білків, ліпідів, РНК і ДНК. У них подвійна мембрана. Від внутрішньої мембрани відходять гребені, які називають мітохондріальними кристами. Проміжки між кристами заповнені матриксом, у якому виявляються мітохондріальні трубочки, багато разів переплетені між собою. Мітохондрії якби внутрішньоклітинні лабораторії, де здійснюється процес дихання. При цьому звільнюється енергія запасних речовин, яка йде на підтримку життєдіяльності клітини. Мітохондрії накопичують енергію у вигляді АТФ. Накопичення АТФ робить мітохондрії своєрідними акумуляторами енергії клітини. Розпад АТФ і виділення енергії, необхідної для нормальної життєдіяльності клітини, відбувається з мірою необхідності. Збільшення кількості мітохондрії здійснюється двома шляхами: перешнуровкою по кристам та виникненням мікротілець у цитоплазмі, із яких розвиваються мітохондрії. Висловлюється припущення, що збільшення кількості мітохондрій йде частково за рахунок ендоплазматичної мережі, оболонки ядра та інше.

*Пластиди* – органели, специфічні для рослинних клітин. Вони знаходяться в клітинах усіх рослин, за винятком деяких водоростей. Вони відсутні в клітинах тварин, бактерій, грибів та синьо-зелених водоростей. У клітинах вищих рослин їх багато і вони мають форму двоопуклої лінзи, трапляються у формі паличок, пластинок, лусок, зерен.

Розрізняють три типи пластид залежно від характеру пігменту, який в них знаходиться: хлоропласти – зелені пластиди (гр. chloros – зелений), вони містять зелений пігмент хлорофіл; хромопласти – жовтого, оранжевого, червоного кольорів, так як містять пігменти каротин та ксантофіл; лейкопласти – безбарвні пластиди. У процесі розвитку рослин

пластиди одного типу можуть перетворюватися на пластиди іншого типу. Це явище можна спостерігати в природі під час осіннього забарвлення рослин, а також під час досягання плодів, коли вони змінюють своє забарвлення. У цьому разі хлоропласти перетворюються у хромопласти, а під час листопаду – у лейкопласти. Бульби картоплі при довгому освітленні зеленіють, бо їхні лейкопласти перетворюються на хлоропласти.

Внутрішня будова пластид досить складна. Хлоропласти мають власні рибосоми, ДНК, РНК, включення жиру, зерна крохмалю. Вони двох мембранні, всередині заповнені строною, в якій містяться грани – пакети круглих плоских мішечків (тилакоїдів). Тилакоїди складаються подібно до стовпчика монет і розташовуються перпендикулярно до широкої поверхні хлоропласта. Вони зв'язані між собою в єдину систему каналцями мембранними. Хлорофіл розміщується у певному порядку в цих мембранних каналцях.

Хлоропласти в цитоплазмі рухаються, змінюють своє положення. Вони пасивно переміщуються з током цитоплазми або ж шляхом активного орієнтованого переміщення, особливо при значному посиленні однібічного освітлення. Внутрішня просторова структура хлоропласта забезпечує ефективне поглинення і використання променевої енергії в процесі фотосинтезу (рис.1.3).

Відрізняють декілька типів хлорофілу. У вищих рослин і зелених водоростей міститься хлорофіл *a* і *b*, які різняться між собою кольором та хімічним складом. Хлорофіл здатний ефективно поглинати променисту енергію і передавати її іншим молекулам, завдяки чому він єдина структура на Землі, яка забезпечує процес фотосинтезу. Поряд з фотосинтезом у хлоропластах відбувається синтез інших речовин: білків, ліпідів, деяких вітамінів.

Завдяки наявності в пластидах ДНК вони відіграють певну роль у передаванні спадкових ознак (цитоплазматична спадковість). Хлоропласти найчастіше знаходяться в клітинах хлорофілоносних тканин, які утворюють листя, зелені стебла рослини.

Хромопласти містяться в усіх рослинних клітинах, де вони частково приймають участь у фотосинтезі, захищають хлоропласти від світлого перевтомлення. Більше їх зустрічається в пелюстках квітів, шкірці плодів. Вони надають яскраве забарвлення пелюсткам квітів, приваблюючи комах-запилувачів, виконуючи таким чином визначну роль у розмноженні квіткових рослин.

Лейкопласти, як правило, у більшості своїй містяться в клітинах тих тканин, які утворюють запасуючі органи рослин і мало освітлені. Це бульби картоплі, кореневища, цибулини, коренеплоди, коренебульби, насіння злаків і таке інше. В лейкопластах відкладаються запасні поживні речовини.

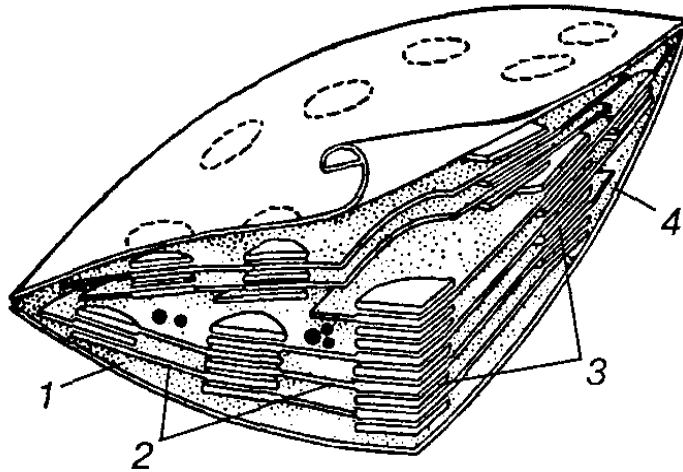


Рис.1. 3. Схема субмікроскопічної будови хлоропласта: 1 – строма; 2 – ламели; 3 – оболонка.

*Комплекс Гольджі* розташовується навколо ядра, має вигляд сітки або зігнутих паличкоподібних тілець. Міститься в усіх клітинах: і рослинних і тваринних. Органела ця утворена гладенькими мембранами, зібраними як би в пакет з міхурцями різного розміру на кінцях мембран. Функція, яку виконує апарат Гольджі – вивезення синтезованих клітиною речовин або назовні, або використовується у подальших процесах життєдіяльності клітини. Ці органели частково синтезують речовини, з яких будується клітинна мембрана.

*Лізосоми* – органели, назва яких утворюється від грецького слова lysis – розпад, розчинення. Вони дуже дрібні, вкриті щільною мембраною і містять ферменти лізису, тобто ферменти, які розщеплюють білки, жири, вуглеводи, що потрапили у клітину в процесі піноцитозу, або фагоцитозу. В різних клітинах міститься різна кількість лізосом. Особливо багато їх в тваринних клітинах, так як основним способом живлення цих клітин є заковтування. При цьому у клітину поступають високомолекулярні сполуки, які розпадаються на мономері під дією ферментів лізосом. З рештою із мономерів в клітинах синтезуються сполуки, ідентичні сполукам самої клітини. Утворення нових лізосом пов'язане з міхурцями комплексу Гольджі, або безпосередньо із ендоплазматичної сітки. Лізосоми наближаються до піноцитозних або фагоцитарних вакуолю і зливають у їх порожнину свій вміст. Таким чином, лізосоми приймають участь у внутрішньоклітинному переваренні харчових речовин. Крім того, вони можуть руйнувати структури самої клітини при її відмиранні у ході ембріонального розвитку, коли відбувається заміна зародкових тканин на постійні, і в інших випадках. Однак залишається загадковим той факт, яким чином лізосоми „розрізняють” внутрішньоклітинний матеріал, який підлягає руйнуванню.

*Центросома* – органела, яку ще називають клітинним центром. Розміщена навколо ядра, складається із декількох центріолей, оточених щільним шаром цитоплазми, яку називають центросферою. Центріоль у вигляді циліндра вимірюється мкм (0,2-0,3 довжина, 0,1-0,15 діаметр). Дев'ять пар мікротрубочок, утворених фібрилами, складають стінку циліндра.

Центріолі здібні до самозбірки і відносяться до самовідтворюваних органоїдів цитоплазми. Вони грають важливу роль при клітинному діленні: від них починається ріст мікротрубочок, які утворюють ахроматинове веретено ділення. Центросома визначає орієнтацію веретена поділу клітини між центріолями. Вони ж розходяться до полюсів клітини і впливають на розходження хромосом до полюсів. Центросом у вищих рослин немає, а із сполук ядра і цитоплазми формується веретено поділу.

*Сферосоми* формуються у гіалоплазмі у вигляді зернистих кулястих тілець ліпоїдно-протеїнової природи. Вони багаті ферментами, необхідними для синтезу жиру. Розвиток сферосом та виникнення у клітинах краплин олії є єдиний процес.

В рослинних клітинах трапляються включення, які відрізняються від органел своєю тимчасовістю і відсутністю протоплазматичних мембран. На їх кількість в клітині впливає інтенсивність обміну речовин і стан організму. Вони мають різну величину і форму у вигляді зерен або крапель та за хімічним складом розрізняють вуглеводні, білкові та жирові включення. Вуглеводи в рослинних клітинах відкладаються найчастіше у вигляді крохмальних зерен, які у кожного виду рослин мають свою форму і розміри. Так в насінні злакових (пшениця, жито, ячмінь, кукурудза) і в бульбі картоплі крохмальні зерна дуже відрізняються. В тваринних клітинах запасний крохмаль відкладається у вигляді глікогену. Білкові включення частіше зустрічаються в насінні рослин у вигляді алейронових зерен. В насінні олійних рослин жирові включення є у вигляді крапель олії. В рослинних клітинах трапляються і кристалічні включення (солі органічних кислот). Так в сухій лусці цибулини, в листах традесканції і в інших рослинах зустрічаються кристали оксалату кальцію у вигляді квадратів, паралелепіпедів, октаєдрів і т.д. в процесі життєдіяльності клітина використовує усі види включень, а потім знову їх накопичує.

*Ядро* – це найважливіша складова частина клітини, центр керування її життєвими процесами – обміном речовин, рухом, розмноженням. Воно вміщує основну масу молекул ДНК, тобто гени і відповідно цьому виконує дві головні функції: зберігання та відновлення генетичної інформації про всі ознаки організму і передає її під час поділу дочірнім клітинам і по-друге, регулює процеси обміну речовин, які протікають у клітині.

Клітина, яка втратила ядро, не може існувати. Ядро також нездібне до самостійного існування, тому можна сказати, що ядро і цитоплазма утворюють взаємозалежну систему. Для кожного типу клітин існує певне

ядерно-плазматичне співвідношення, порушення якого призводить до поділу клітини або її загибелі.

Більшість клітин мають одне ядро. Але є клітини з двома-трьома ядрами та багатоядерні (декілька десятків). Форма ядра залежить частіше від форми клітини. Ядро оточене оболонкою, яка складається із двох мембран. Зовнішня мембрана покрита рибосомами, внутрішня – гладка. Вирости зовнішньої мембрани ядра з'єднуються з каналами ендоплазматичної мережі, утворюючи єдину систему спільних каналів. Головну роль у життєдіяльності ядра грає обмін речовин між ядром та цитоплазмою, який здійснюється двома основними шляхами. Крізь пори ядерної оболонки відбувається обмін молекулами між ядром та цитоплазмою. А по-друге речовини із ядра у цитоплазму і навпаки попадають шляхом перешнурування виростів ядерної оболонки. Не дивлячись на активний обмін речовин між ядром і цитоплазмою, ядерна оболонка відмежовує ядерний вміст від цитоплазми, роблячи можливим існування особливого ядерного середовища, яке відрізняється від навколишньої цитоплазми.

Ядро складається із ядерного соку або каріоплазми, хроматину та ядерець. Ядерний сік має більш густу консистенцію, ніж цитоплазма. До складу ядерного соку входять різні білки та більшість ферментів ядра, в ньому знаходяться самостійні нуклеотиди, амінокислоти, а також продукти діяльності ядерець та хроматину, переміщуються із ядра у цитоплазму.

Хроматином називають гранули та сітководні структури ядра, які інтенсивно забарвлюються деякими фарбами та відрізняються по формі від ядерця. Хроматин містить у собі ДНК та білки і являє собою спіралізовані та ущільнені ділянки хромосом. Спіралізовані ділянки хромосом у генетичному відношенні інертні. Передачу генетичної інформації здійснюють деспіралізовані ділянки хромосом, які у силу своєї малої товщини невидимі у оптичний мікроскоп.

У клітинах, які діляться, усі хромосоми дуже спаралізуються, скорочуються та набувають компактних розмірів і форму.

Будова хромосом добре видна на стадії метафази мітотичного поділу. Вивчення хромосом дозволяє встановити такі факти:

- у всіх соматичних клітинах будь-якого рослинного або тваринного організму кількість хромосом однакова і виражається парним числом;
- у статевих клітинах міститься завжди вдвоє менше хромосом, ніж в соматичних клітинах даного виду організмів;
- у всіх організмів, які відносяться до одного виду, число хромосом в клітинах однакове.

Сукупність кількісних (число та розміри) та якісних (форма) ознак хромосомного набору соматичної клітини називають каріотипом. Число хромосом у каріотипі завжди парне. Це пояснюється тим, що в соматичних

клітинах містяться дві однакові по формі та за розміром хромосоми, одна походить від батьківського організму, друга – від материнського. Хромосоми, однакові за формою та розміром і які несуть однакові гени, називають *гомологічними*.

Хромосомний набір соматичної клітини, в якому кожна хромосома має собі пару, носить назву подвійного, або диплоїдного і позначається  $2n$ . У статеві клітини із кожної пари гомологічних хромосом попадає тільки одна, тому хромосомний набір гамет (статевих клітин) називають одинарним або гаплоїдним й позначають  $n$ . У означенні форми хромосом велике значення має положення так називаємої первинної перетяжки, або центромери – області, до якої під час мітозу прикріплюються нитки ахроматинового веретена. Центромера ділить хромосому на два плеча. Розташування визначає три основних типи хромосом:

- рівноплечі – з плечима рівної або майже рівної довжини;
- нерівноплечі – ті, що мають плечі різної довжини;
- паличковидні – з одним довгим, а другим дуже коротким, іноді важкопомітним плечем.

В процесі історичного розвитку ядро, як і інші органели клітини, виникло майбуть у результаті спеціалізації та диференціації окремих ділянок цитоплазми. Однак у процесі індивідуального розвитку воно виникає тільки від ядра шляхом поділу. Поділ ядра завжди випереджує поділ клітини.

Після завершення поділу клітини хромосоми деспіралізуються і в ядрах дочірніх клітин знову стає видимою тільки тонка сітка та глибки хроматину. До складу хромосом, крім ДНК, входять лужні та кислі білки. Їх функція – блокування тої частини генетичної інформації, яка постійно або тимчасово не використовується клітиною.

Третьою характерною структурою ядра клітини є ядерце. Воно являє собою щільне округле тільце, розміщене у ядерному соку. В ядрах різних клітин та у ядрі одної і тої ж клітини залежно від її функціонального стану число ядерць коливається від 1 до 5-7 і більше. Ядерця є тільки в клітинах, які не діляться. Під час мітозу вони зникають, а після завершення поділу клітин утворюються знову. Ядерця не самостійні органоїди клітини, у них немає мембрани і утворюються вони навколо ділянки хромосоми, у якій закодована структура рРНК. Ця ділянка носить назву ядерцевого організатора, на ньому синтезуються рРНК. Крім накопичення рРНК у ядерці формуються і рибосоми, які потім переміщуються у цитоплазму. Таким чином, ядерце – скупчення рРНК та рибосом на різних етапах формування.

Клітинна оболонка, вакуоля з клітинним соком та біологічно активні речовини є похідними живої цитоплазми, тобто утворюються вони в процесі життєдіяльності живої біологічної системи.



*Клітинна оболонка* або зовнішня клітинна мембрана – це щільна плівка тришарова, товщиною приблизно 7,5 нм. Вона складається із білкових молекул, між якими знаходяться два шари ліпідів (рис.1.4).

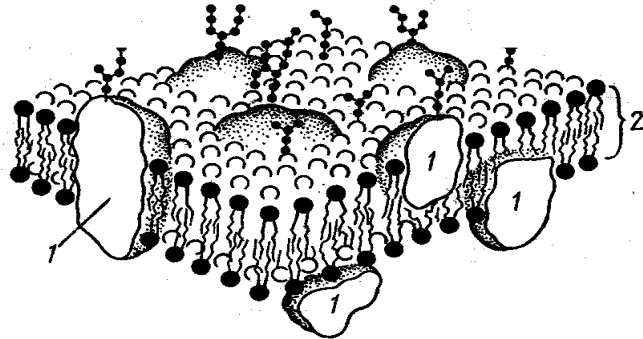


Рис.1.4. Модель біологічної мембрани: 1 – білки; 2 – шар ліпідів, який складається із двох рядів молекул.

Зовнішня клітинна мембрана утворює рухливу поверхню клітини, вона може мати вирости та вп'ячування, в ній постійно пересуваються макромолекули. Клітинна поверхня неоднорідна, структура її в різних ділянках неоднакова, неоднакові і фізіологічні властивості цих ділянок. В зовнішній клітинній мембрані локалізовані деякі ферменти, тому дія факторів довкілля на клітину визначається її цитоплазматичною мембраною. Поверхня клітини володіє високою міцністю та еластичністю, легко і швидко відтворюється після невеликих пошкоджень

Цитоплазматична мембрана має багаточисленні найдрібніші пори, через які у клітину можуть проникати йони і молекули. Дрібні молекули і йони можуть поступати у клітину безпосередньо через мембрану. Надходження молекул і йонів до клітини – це активний транспорт речовин, який супроводжується затратою енергії і має вибірковий характер. Клітинна мембрана прониклива для одних речовин і не прониклива для других, тобто напівпрониклива. Крім вказаних двох способів хімічні сполуки та тверді часточки можуть поглинатися клітиною шляхом піноцитозу та фагоцитозу. Завдяки тому, що мембрана вип'ячується, кінці вип'ячувань з'єднуються, охоплюючи краплину рідини (піноцитоз), або тверду часточку (фагоцитоз) і втягують у клітину. Ферменти лізосом, які тут скупчуються, розщеплюють ці органічні речовини і продукти розщеплення переносяться у цитоплазму, вбираються нею і засвоюються. Рештки виводяться назовні, це екзоцитоз.

За допомогою зовнішніх мембран здійснюються різні типи міжклітинних контактів, тобто зв'язок між окремими клітинами. У багатьох типів клітин на їхній поверхні містяться виступи, складки,

мікроросинки у великій кількості, що значно збільшує площу поверхні, прискорює обмін речовин та зміцнює зв'язок між окремими клітинами.

В зовнішній клітинній мембрані рослинних клітин містяться товсті оболонки. Вони добре видимі у оптичний мікроскоп. Складаються ці оболонки із целюлози і являються вторинними клітинними стінками, утвореними як продукт життєдіяльності органел цитоплазми. Це міцна опора рослинним тканинам (деревина). Целюозна оболонка рослинних клітин пронизана численними каналцями, крізь які проходять плазмодесми – вирости цитоплазми і з'єднують сусідні клітини між собою. Це забезпечує надходження продуктів життєдіяльності із однієї клітини в іншу.

*Вакуолі* – особливі органели містяться в цитоплазмі багатьох рослинних клітин і деяких тваринних. У одноклітинних Найпростіших тваринних організмах є в цитоплазмі два типи вакуолей – травні та пульсівні. В перших під впливом ферментів ними виробляємих відбувається переварювання їжі, поглинення та всмоктування поживних речовин. Пульсівні вакуолі періодично скорочуються, виводять із клітин продукти розпаду та регулюють осмотичний тиск, що називають осморегуляцією.

У рослин вакуолі утворюються в процесі росту клітин. Клітинна оболонка випереджає у рості цитоплазму. Так утворюються пустоти в порожнині клітини, які заповнюються розчинними продуктами життєдіяльності. Дрібні і численні вакуолі поступово збільшуються, зливаються одна з одною й утворюють одну велику центральну вакуолю, яка займає більшу частину клітини. В клітинному соку вакуолі в розчиненому стані містяться солі, цукрові речовини, білки, амінокислоти, органічні кислоти, ліпіди, а також пігменти, головним чином, групи флавоноїдів. Речовини клітинного соку сприяють живленню рослин, створюють пружний стан (тургор) у клітинах і тканинах і являються осмотично діяльним розчином, підтримуючи в клітинах нормальний осмотичний тиск. Пігменти клітинного соку сприяють забарвленню пелюстків квітів та другим частинам рослин. Так, пігменти антоціани надають рослинам червоне, фіолетове, синє забарвлення. Червоне забарвлення коренів столового буряка обумовлене наявністю у клітинному соку бетаніна – пігмента, аналога антоціана. Відомі також дані про протеолітичну функцію вакуолей. Основна функція вакуолі – підтримка гомеостазу клітини.

*Біологічно активні речовини.* Для живої системи характерні не окремі хімічні процеси, а той закономірний порядок, в якому вони здійснюються в клітині організму, а також співвідношення окремих груп процесів, їх взаємна координація.

Біологічна саморегуляція притаманна усьому живому і визначає саме явище життя. Саморегуляцію можна розглядати як гомеостаз фізіологічної

діяльності рослин, підтриманий за допомогою внутрішньоклітинних регуляторних систем. Хімічна та електронна взаємодія між клітинами, тканинами і органами у процесі розвитку рослинного організму може здійснюватися за участю різних речовин – регуляторів: ферментів, вітамінів, гормонів, інгібіторів, мінеральних сполук. Специфічні речовини-регулятори об'єднують у дві великі групи: фітогормони (ауксини, гібберліни, цитонініни) та інгібітори.

Фітогормони – сполуки, які приймають участь у регуляції ростових процесів у рослині і володіють слідуючими загальними властивостями:

- синтезуються в одному із органів рослини (молоді листя, бруньки, верхівки коренів та пагонів) і транспортуються в місця, де вони активують процеси органогенезу і росту;
- синтезуються і функціонують в рослинах у мікрокількостях;
- викликають в рослинах формативний ефект, їм властиві регуляторні функції.

Інгібітори росту – це сполуки, які пригнічують активність фітогормонів і ріст рослин, сповільнюючи обмін речовин. Встановлено, що при зниженні рівня вмісту інгібіторів ріст відновлюється.

Ростучі органи, частини і тканини рослин характеризуються присутністю як фітогормонів, так і інгібіторів, в той час як у стані спокою тканини мають тільки інгібітори.

*Відзнака рослинної клітини від тваринної.* У рослинній клітині є всі органоїди, властиві і тваринній клітині: ядро, ендоплазматична мережа; рибосоми, мітохондрії, апарат Гольджі. Поряд з цим, вона має суттєві властивості будови. Рослинна клітина відрізняється від тваринної такими ознаками:

- 1) міцною клітинною стінкою значної товщини;
- 2) особливими органоїдами – пластидами, в яких відбувається первинний синтез органічних речовин із мінеральними за рахунок енергії світла;
- 3) розвинутою мережею вакуолей, у значній мірі обумовлюючих осмотичні властивості клітин.

Рослинна клітина, як тваринна, оточена цитоплазматичною мембраною, але крім неї обмежена товстою клітинною стінкою, яка складається із целюлози і якої немає у тварин. Клітинна стінка має пори, крізь які канали ендоплазматичної сітки сусідніх клітин (плазмодесми) з'єднують клітини між собою.

**Хімічна організація клітини.** До складу клітин входять майже всі хімічні елементи періодичної системи Д.І. Менделєєва. Усі ці елементи містяться і в тілах неживої природи, що служить одним із доказів спільності живої та неживої природи. Однак, співвідношення хімічних елементів у живих тілах інше, ніж в об'єктах неживої природи. В клітинах живих організмів 95-98 % загальної маси становить вміст чотирьох

елементів O, C, H, N. Їх називають органогенними елементами. В земній кулі найбільш поширені Si, Al, O, Na, на них приходить 90 %. Вміст у живому організмі таких елементів: Mg, Fe, Ca, Cl, P, K, S, Na, становить десяті частки відсотка. Їх називають мікроелементи. Хімічні елементи: Co, Zn, Cu, Mn, Cr, Br, B, Z, Zi, Ra називають ультрамікроелементами, так як містяться в клітинах у дуже малих кількостях (менше 0,01 %). Важливість того чи іншого хімічного елемента для живих істот визначається не його кількістю. Багато мікро- та ультрамікроелементів входять до складу ферментів, гормонів, вітамінів, фітагормонів, тобто життєвоважливих сполук, які впливають на важливіші процеси життєдіяльності організмів. Вони також входять до складу клітинних структур. Так в рибосомах містяться такі метали: Mg, Ca, Mn; у ядрі – Ca, Mg, Na, K, Fe, Zn, Cu, Mo; у хлоропластах – Mg, Ca, K, Na, Mn, Fe, Cu, Mo; у мітохондріях – Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Zn. Водень, кисень, вуглець, азот виявилися найбільш придатними для формування молекул, виконуючих біологічні функції.

Водень, кисень і вуглець здібні утворювати міцні ковалентні зв'язки. Кисень, вуглець, азот утворюють і одинарні і подвійні зв'язки, завдяки чому виходять різноманітні хімічні сполуки. Особливо важлива здібність атомів вуглецю взаємодіяти один з одним шляхом виникнення ковалентних вуглець-вуглецевих зв'язків. Кожний вуглецевий атом може встановити ковалентні зв'язки з чотирма іншими атомами вуглецю. Ковалентно зв'язані атоми вуглецю можуть формувати каркаси численних різних органічних молекул. Оскільки атоми вуглецю можуть вступати в ковалентні зв'язки з киснем, азотом, сіркою органічні молекули досягають виключної складності і різноманіття будови.

Кожний з елементів виконує важливу функцію у клітині. Так, іони  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  забезпечують проникність клітинних мембран для різних речовин та проведення імпульсу по нервовому волокну. Ca та P приймають участь у формуванні кісткової тканини, забезпечуючи міцність кістки. Ca – один із факторів, які впливають на процес згортання крові. Fe – входить до складу гемоглобіну крові. Mg – в клітинах зелених рослин компонент хлорофілу, який забезпечує процес фотосинтезу; а в клітинах тварин він входить до складу багатьох ферментів. Такі хімічні елементи як Zn, Cu,  $\text{Z}$ , Fe зустрічаються, головним чином, в спеціалізованих клітинах, де беруть участь в утворенні біологічно активних речовин. Так, Fe входить до складу інсуліну, регулюючого вуглеводний обмін;  $\text{Z}$  – компонент гормону щитовидної залози – тироксину, регулюючого інтенсивність обміну речовин та росту організму у процесі розвитку. Усі хімічні елементи знаходяться в організмі або у вигляді іонів, або входять до складу мінеральних чи органічних речовин.

*Вода* – найбільш поширена сполука в живих організмах. Її вміст в клітинах різного типу коливається в широких межах: в клітинах емалі зубів – біля 10 %, в клітинах зародку – 90 %, в тілі медузи – 98 %. Але в

середньому у багатоклітинному організмі вона складає біля 80 % маси тіла. Вода в клітинах знаходиться у двох формах: вільна і зв'язана. Вільна вода складає 95 % всієї води в клітині, вона використовується як розчинник і як дисперсійне середовище колоїдів системи протопласта. Зв'язана вода складає 4-5 % - це молекули води, які з'єднані водневими зв'язками та іншими типами зв'язків з білками. До зв'язаної води відноситься та, що входить до складу фібрилярних структур макромолекул.

Більшість хімічних реакцій у клітині здійснюється між розчинними у воді речовинами. Проникнення речовин у клітину та виведення з неї продуктів життєдіяльності також можливе тільки у розчиненому вигляді. Вода приймає участь у явищах осмосу, який відіграє дуже велику роль у підтриманні постійності хімічного складу клітини. Не менш важлива для клітини й чисто хімічна роль води. Під дією спеціальних ферментів вона вступає до реакцій гідролізу, тобто до реакцій, при яких до вільних валентностей різних молекул приєднується іони  $\text{OH}^-$  та  $\text{H}^+$  води. В результаті утворюються нові речовини з новими властивостями. Вода має добру теплопровідність та велику теплоємність, тому температура всередині клітини (та організму) більш стійка, ніж в навколишньому середовищі.

*Мінеральні речовини* в клітинах знаходяться у вигляді солей або в сполуках з білками, вуглеводами, ліпідами. Солі, які дисоціюють на аніони ( $\text{Cl}^-$ ) і катіони ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) грають дуже важливу роль у підтримці осмотичного тиску та кислотно-лужної рівноваги клітини.

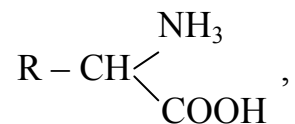
Мінеральні речовини обумовлюють зміни фізико-хімічного стану колоїдів і тим самим безпосередньо впливають на внутрішню архітектоніку клітини. Метали та неметали чинять токсичну та антитоксичну дію на живі тканини і органи, виконують функцію каталізаторів біохімічних реакцій, грають роль у підтримці тургору та проникненості цитоплазми. Вони являються центрами електричних та радіоактивних явищ в клітині.

*Органічні речовини*, які входять до складу клітини, становлять у середньому 20-30 % маси клітини живого організму. До них відносяться біологічні полімери-білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, жири та ряд невеликих молекул – гормонів, пігментів, амінокислот, нуклеотидів, АТФ та ін. До різних типів клітин входить неоднакова кількість тих чи інших органічних сполук. Проте кожна група органічних речовин виконує схожі функції.

*Білки* складають 10-18 % від загальної маси клітини. Це високомолекулярні поліпептиди з молекулярною масою від 12000 до 10000000, розчини їх володіють колоїдними властивостями. Елементарний склад білкових речовин слідує: % С – 55-56; N – 15-18; H – 6.5-7.5; S – 0.3-2.5; O – 20-25. таким чином, до складу білків в найбільшій кількості входять вуглець, азот та кисень. Як писав Д.Н. Прянишников, без азоту

немає білків, без білків не може бути протоплазми, без протоплазми немає життя. Білкові речовини, які входять до складу цитоплазми – основні носії життєвих явищ, проте ізольовані у чистому вигляді, вони не проявляють ознак життєдіяльності. Білки, виділені із організму, втрачають властиву їм структуру і стають такими ж речовинами, як вуглеводи, жири. Білкові речовини знаходяться у міцних комплексних зв'язках з іншими сполуками і на першому місці серед них стоять нуклеїнові кислоти, ліпіди та ліпоїди. Тільки у присутності ліпідів та інших речовин, хоч в найнезначніших кількостях у порівнянні з білками, можлива підтримка структури протопласта, необхідної для життя.

Всі білки – полімери, мономерами яких є амінокислоти, яких усього двадцять. Амінокислоти – амфотерні сполуки забезпечують буферність їхніх розчинів і можливість сполучення їх у довгі ланцюги. Загальна формула амінокислот:



де R – радикал, який може бути циклічною або ланцюговою сполукою; NH – амінна і COOH - карбоксильна групи. Зв'язок між амінною групою іншої молекули називають пептидним (-CO – NH-). Крім того в білковій молекулі існують нековалентні водневі зв'язки, які можуть виникати між пептидними групами, між карбоксильною та гідроксильною групами. В кожній молекулі білка, збудованої із 20 амінокислот, загальна кількість амінокислотних залишків складає сотні і навіть тисячі.

Кожному виду білка суворо індивідуально притаманний визначений склад і послідовність амінокислот в поліпептидному ланцюгу. Довгий ланцюг з амінокислотних залишків, сполучених пептидними зв'язками (поліпептид), є первинною структурою білка. Усі існуючі у природі білки відрізняють за первинною структурою, яка у кожного індивідуального білка зберігається у поколіннях, тобто закріплена генетично завдяки передачі спадкової інформації. Число можливих первинних структур молекул білка практично необмежено. Заміна, відсутність або просто перестановка хоча б одного амінокислотного залишку у поліпептидному ланцюзі спричиняє появу нових білків. Просторова конфігурація поліпептидного ланцюга білка створюється завдяки виникненню додаткових зв'язків – „водневих місточків”, які утворюються як в межах одного поліпептидного ланцюга, так і між ланцюгами. Якщо водневі зв'язки утворюються в межах одного поліпептидного ланцюга, то вона закручується у спіраль. Між двома ланцюгами, утвореними кількома сотнями амінокислотних залишків, з виникненням водневих місточків, утворюється структура складчастого типу або вторинна структура білка.

Спіральні поліпептидні ланцюги жорстко фіксуються за рахунок бокових груп амінокислот, набуваючи специфічної для кожного білка просторової структури. Це третинна структура білка. Залежно від розташування поліпептидних ланцюгів форма молекул може варіювати від фібрилярної (витягнутої, нитковидної) до глобулярної (кулястої). На цій стадії білок виконує притаманні йому функції, тобто стає активним.

Деякі білки утворюють комплекси, до яких входять кілька глобул – це четвертинна структура білка, при цьому утворюються біологічно активні молекули. Так молекула гемоглобіну складається із чотирьох великих глобул, зв'язаних слабкими зв'язками. Такі молекули мають величезну молекулярну масу. Усі види структури білка мають велике значення для проявлення каталітичної активності ферментів і регуляторної дії ферментів у клітині.

Просторова структура білка при зміні умов середовища (підвищення температури або різкому підкислюванні) може змінюватися: порушується вторинна, третинна або четвертинна структура і утворюється безпорядний клубок. Цей процес називають денатурацією білка, при цьому ж не відбувається розрив ковалентних зв'язків, але ж активність ферменту може втрачатися.

Білки відрізняють як по амінокислотному складу, так і по формі молекул. За формою молекул усі білки ділять на фібрилярні (нитковидні) і глобулярні (кулясті). Білки ще ділять на дві великі групи: протеїни – прості білки, які складаються тільки із амінокислот, і протеїди – складні білки, до складу молекул яких входять, крім амінокислот, і інші сполуки.

Протеїни відрізняються по розчиненості у воді та в водних розчинах.

Альбуміни – розчиняються у воді, глобуліни – у слабких водних розчинах різних солей; проламіни – в 60-80 % водному розчині етилового спирту; глютеліни – в 0,2 %-ній лугів.

У групу протеїдів входять слідуючі білки.

Ліпопротеїди – у якості небілкової групи містять ліпіди, вони складають основу всіх мембранних структур клітини.

Хромопротеїди – (гемоглобін) білок зв'язаний з групою сполук, які містять залізо, тобто пігмент + білок.

Глікопротеїди – містять будь-який високомолекулярний углевод, пов'язаний з молекулою білка.

Нуклеопропротеїди – білки пов'язані з нуклеїновою кислотою. Знаходяться в клітинних ядрах та цитоплазмі..

*Функції білків* різноманітні. Одна з найважливіших – будівельна. Білки входять до складу цитоплазми, усіх клітинних мембран та мембран органів клітини, а також позаклітинних структур. Друга важлива функція білків – ферментативна або каталітична, так як усі ферменти – речовини білкової природи. Всі вони біологічні каталізатори, чітко спеціалізовані. Їхня активність обмежена вузькими температурними

рамками (35-45 °С) і розчин повинен бути нейтральним (рН – 6,0-6,5). Дуже велика рухова функція білків. Комплекси деяких білків здатні до скорочення; тому можливе скорочення м'язів, переміщення хромосом, рух у найпростіших одноклітинних джгутиків, війок. Подразливість клітин та організмів пов'язана ще з однією функцією білків – сигнальною. Захисна, важлива функція, забезпечується особливими білками (антитілами). Вони знешкоднують та нейтралізують чужорідні для організму речовини, які проникають у клітину. І при розщепленні білків виділяється багато енергії, яка використовується клітиною, організмом, тому білки являються також джерелом енергії. При неповному розщепленні білків, на рівні амінокислот, відбувається ресинтез. Амінокислоти вступають в повторний синтез, утворюючи нові білки.

*Ферменти.* Каталізатори в хімічних реакціях та біокаталізатори в живих організмах значно прискорюють реакції і полегшують їх перебіг. Якщо для реакції в умовах хімічної лабораторії необхідні підвищена температура, великий тиск і висока концентрація реагуючих речовин, то в живому організмі вона здійснюється при 20-30 °С, тиску, близькому до атмосферного, і часто при незначній концентрації вихідних продуктів, з набагато більшою швидкістю, ніж в лабораторних умовах.

В живих організмах роль таких каталізаторів виконують складні білкові молекули, які називають біокаталізаторами або ферментами (ензимами).

Таким чином, ферменти – це речовини білкової природи, які утворюються в процесі життєдіяльності організму і своєю участю в обміні речовин забезпечують єдність між середовищем та організмом. Без ферментів немає життя.

Ферменти діляться на одно- та двох компонентні. Перші складаються тільки із молекул білка, другі – із білкової частини (апоферменту) і сполуки небілкової природи (простетичної групи). В двох компонентних ферментах білок-носії називають фероном, а небілкову активну групу – агоном або коферментом.

Коферментами можуть бути різні органічні речовини, в тому числі і вітаміни, а також метали. Специфічна діяльність ферментів є одним із важливіших факторів здійснення процесів обміну речовин в організмі, їх узгодження і спрямованості. Розрізняють ферменти – ліпази (розщеплюють ліпіди), амілази (розщеплюють вуглеводи), пептидази (розщеплюють білки). Існують також ферменти окислювально- відновних реакцій (оксидоредуктази), реакцій гідролізу (гідролази), синтезу (синтеази або лігази), реакцій перенесення (трансферази), реакцій приєднання або відщеплення певних органічних залишків або груп (ліази) та ізомерази. Назву ферментам дають по назві реакції, яку вони каталізують, або по назві субстратів, перетворення яких каталізують



ферменти, з доданням до цих назв у більшості випадків закінчення „аза”. Наприклад амілаза, сахараза, ліпаза і т.д.

Дії ферментів узгоджені: продукти каталізу одного ферменту поступають до другого, а не розсіюються у вмісті клітини; реакції, виділяючи енергію, тісно пов'язані з реакціями, вимагаючими її затрати. На напрямок і активність дії ферментів впливають такі фактори, як обезводнення, охолодження, збільшення осмотичної концентрації та зміна рН.

Ферменти виконують у організмі ще одну важливу функцію: вони захищають організм від ядовитих речовин, погрожуючих його нормальній життєдіяльності. Активність окисних ферментів є одними із показників імунітету рослинних тканин (пероксидази). При підвищенні активності окисних ферментів рослини-хазяїна активність гідролітичних ферментів міцелія гриба-паразита буде пригнічуватися. Крім того, окисні ферменти сприяють окисненню токсинів, які виділяються мікроорганізмами-паразитами, і активують процеси окислення фенолів до хинонів, утворюючи тим самим в тканинах рослин хімічний „бар'єр” проти паразитів. Усе це свідчить про велике фізіологічне значення ферментів в житті організмів.

*Вуглеводи* або сахариди – органічні сполуки з загальною формулою  $C_n(H_2O)_m$ . В тваринних клітинах вуглеводів небагато, 1-2 % іноді до 5 % від загальної маси. Багаті вуглеводами рослинні клітини, де їх вміст досягає 90 % від маси сухих речовин (бульба картоплі). Вуглеводи ділять на прості (моносахариди). Із шестивуглецевих моносахаридів (гексоз) найбільш важливі глюкоза і фруктоза і т.д. Так глюкоза і фруктоза містяться в клітинах багатьох плодів і в меду і зумовлюють солодкий смак їх. Глюкоза є в крові людини (0,1-0,2 %) та служить основним джерелом енергії для клітин і тканин організму. П'ятивуглецеві моносахариди (пентози) – рибоза та дезоксирибоза входять до складу нуклеїнових кислот ДНК та РНК.

Полісахариди утворені великою кількістю моносахаридів в процесі полімеризації. Мономером таких полісахаридів як крохмаль, глікоген, целюлоза являється глюкоза. Найпоширенішими дисахаридами є сахароза, лактоза; а серед полісахаридів – крохмаль, глікоген, целюлоза.

Вуглеводи виконують дві основні функції: будівельну та енергетичну. Так целюлоза входить до складу стінок усіх рослинних клітин, що являється механічною опорою клітин, а також тканин і органів рослини.

Складний полісахарид хітин – є структурний компонент зовнішнього скелету членистоногих, загальна кількість яких біля 1 млн видів. Будівельну функцію хітин виконує і у грибів (їх 100 тис видів), бо входить до складу оболонки гіфів. Вуглеводи грають роль основного джерела енергії у клітині. В процесі окислення 1 г вуглеводів звільнюється (7,6 кДж енергії). Крохмаль у рослин та глікоген у тварин, відкладаючись у клітинах про запах, служать енергетичним резервом.

*Жири та жироподібні* речовини або, як їх ще називають ліпіди та ліпоїди. Вони являються одним із головних компонентів клітин тварин, рослин і мікроорганізмів. Ліпіди грають важливу роль у протопласті, беруть участь в адсорбційних процесах і регулюванні проникності цитоплазми для речовин, поступаючи у клітину. Тільки в присутності ліпідів і деяких інших речовин можлива підтримка структури протопласта, необхідної для життя клітини. Вміст ліпідів в різних органах неоднаковий. Їх особливо багато в насінні і плодах деяких рослин; а в тваринних організмах – в крові, нервовій тканині, серці, нирках, печінці. Ліпіди різноманітні за хімічною будовою і молекули їх дуже складно утворені. Їх поділяють на нейтральні (жири) і фосфоліпіди. Молекули ліпідів містять в собі вищі жирні кислоти, альдегіди, спирти, альмінокислоти, азотисті основи, вуглеводи і фосфорну кислоту.

Нейтральні ліпіди або тригліцериди – похідні вищих жирних кислот. Якщо в молекулі гліцерину всі три гідроксильні групи тарифіковані жирними кислотами, то такі сполуки і називають тригліцеридами. Тригліцериди, які складаються в основному із насичених жирних кислот (стеаринової, пальмітинової) і тверді при кімнатній температурі, називають жирами. Якщо до складу тригліцеридів входять ненасичені жирні кислоти (олеїнова, лінолева, ліноленова), при кімнатній температурі рідкі, їх називають маслами.

Ліпіди розчиняються в різних органічних розчинниках: ефірі, бензолі, хлороформі та не розчиняються у воді. Самі ж ліпіди являються розчинниками для деяких вітамінів.

Вміст жиру в клітині від 5 до 15 % від маси сухої речовини. У жировій тканині його до 90 %. Важливішою функцією є будівельна, так як разом з білками утворюють зовнішні клітинні мембрани. Також жири використовуються як джерело енергії; один грам жиру при розщепленні виділяє 38,9 кДж енергії. жир підшкірний виконує теплоізоляційну функцію (кити, моржі, тюлені, дельфіни і т.д.) накопичуючись у клітинах жирової тканини тварин, у насіннях і плодах рослин, вони служать запасним джерелом енергії.

Фосфоліпіди – жироподібні речовини, у яких одна або декілька спиртових груп гліцерину утворюють складний ефір не з жирною, а з фосфорною кислотою і будь-якими органічними сполуками. Вони разом з білками утворюють біологічні мембрани і споруджують основу органел клітини – ядра, пластид, мітохондрій, рибосом та ін. Фосфоліпіди або ліпоїди являються попередниками деяких гормонів. Отож, цим речовинам властива і функція регуляції обмінних процесів.

*Нуклеїнові кислоти* – полімерні сполуки біологічного походження, які складаються із нуклеотидів, і грають велику роль в біосинтезі білків. Вперше вони були виявлені та виділені із ядер клітин. До складу нуклеотидів входять фосфорна кислота, пентози та азотисті органічні

сполуки (пуринові та піримідинові). До пуринових відносять аденін та гуанін; а до піримідинових – цитозин, урацил і тимін. До нуклеїнових кислот відносяться два типи кислот: рибонуклеїнова (РНК) і дезоксирибонуклеїнова (ДНК). Значення їх дуже велике. Особливості їх хімічної структури забезпечують можливість зберігання, переносу у цитоплазму та передачі і в спадок дочірнім клітинам інформації про структуру білкових молекул, які синтезуються у кожній клітині. Білки обумовлюють більшість властивостей і ознак клітин, тому стабільність структури нуклеїнових кислот – найважливіша умова нормальної життєдіяльності клітин і організму в цілому. Будь-які зміни будови нуклеїнових кислот тягнуть за собою зміни структури клітин або активності фізіологічних процесів в них, впливаючи таким чином на життєздатність.

РНК – біополімер, мономером якого служать нуклеотиди. Вони містять сахар рибозу, аденін (А), гуанін (Г), цитозін (Ц), урацил (У) і фосфорну кислоту. У ланцюгу РНК нуклеотиди з'єднуються ковалентними зв'язками між рибозою одного нуклеотида і залишком фосфорної кислоти другого. Молекулярна маса РНК досягає 1-2 млн. Знаходиться РНК в ядрях, а також у цитоплазмі кожної клітини. Молекула РНК має простішу будову, ніж ДНК. Вона складається з одного полінуклеотидного ланцюга. Відомі і двохланцюгові РНК, які служать для зберігання та відтворення спадкової інформації у деяких вірусів, тобто виконують у них функції хромосом. Одноланцюгові РНК здійснюють переніс інформації про послідовність амінокислот в білках від хромосом до місця їх синтезу і приймають участь у процесах синтезу. Існують декілька видів одноланцюгових РНК. Їх назви обумовлені функцією, яку вони виконують, або місцем знаходження у клітині. Основну частину РНК цитоплазми складає рибосомна РНК (рРНК). Вона міститься у рибосомах, органоїдах клітини, які здійснюють синтез білків. Слідуючий вид РНК – інформаційна (іРНК), вона переносить від хромосоми до рибосоми інформацію про послідовність амінокислот в білках, які повинні синтезуватися. Третій вид РНК – транспортна (тРНК), яка виконує декілька функцій: транспортує амінокислоти до місця синтезу білка, „впізнає” триплет іРНК, відповідний перенесеній амінокислоті та здійснює орієнтацію амінокислоти на рибосомі.

Молекула ДНК – біополімер, довгий полінуклеотидний ланцюг з дуже великою молекулярною масою (декілька мільйонів умовних одиниць) (рис.1.5). Кожна молекула ДНК складається з двох сполучених між собою ланцюгів нуклеотидів. Мономери, які складають кожний із двох ланцюгів ДНК, представляють собою складні органічні речовини, куди входять одна із чотирьох азотистих основ: аденін (А) або тимін (Т), цитозін (Ц) чи гуанін (Г); п'ятиатомний сахар дезоксирибоза, за назвою якої одержала назву і сама ДНК, а також залишок фосфорної кислоти. В кожному

ланцюзі нуклеотиди з'єднуються шляхом утворення ковалентних зв'язків між дезоксирибозою одного і залишком фосфорної кислоти послідуєчого нуклеотиду. Об'єднуються два ланцюги у одну молекулу за допомогою водневих зв'язків, виникаючих між азотистими основами, які входять до складу нуклеотидів, утворюючих різні ланцюги. Кількість таких зв'язків між різними азотистими основами неоднакова і внаслідок цього вони можуть з'єднуватися тільки попарно: аденін одного ланцюга сполучений з тиміном другого ланцюга завжди двома водневими зв'язками, а гуанін сполучений з цитозіном так само, тільки трьома водневими зв'язками. Сполучення інших типів у нормі ніколи не виникають. Пояснюється це тим, що між вказаними парами нуклеотидів існує особливий тип зв'язку, названий комплементарним (принцип комплементарності або доповнення). Знаючи послідовність сполучення нуклеотидів одного ланцюга молекули ДНК, можна встановити порядок розміщення нуклеотидів другого. У молекулі ДНК закодовані (зашифровані) спадкові ознаки. Цей код у ссавців складається приблизно із п'яти мільйонів інформаційних одиниць. Порушення послідовності нуклеотидів і заміна навіть одного нуклеотида приводить до спадкової зміни ознаки.

ДНК володіє здібністю самоподвоюватися при участі спеціальних клітинних ферментів. Це подвоєння називається реплікацією. В процесі реплікації подвійна спіраль ДНК розплітається на два ланцюги нуклеотидів. Кожний із цих ланцюгів із вільних нуклеотидів, які є в ядрі клітини, синтезує комплементарний ланцюг нуклеотидів. Таким чином, із однієї початкової молекули ДНК утворюється дві нові подвійні нитки молекули ДНК. Один ланцюг у кожній новоутвореній молекулі ДНК походить від початкової молекули (материнської), а другий синтезується заново (дочірній).

ДНК міститься головним чином у хроматині клітинного ядра і складає значну частину його сухої маси. Однак зустрічається ДНК і в цитоплазмі – в мітохондріях і пластидах.

**Обмін речовин та перетворення енергії у клітині** – одна з важливіших загальних властивостей живих систем. Всі живі організми із навколишнього середовища вилучають і поглинають різні органічні і неорганічні сполуки та хімічні елементи і в навколишнє середовище виділяють кінцеві продукти обміну – неорганічні та прості органічні речовини. У цьому заключається загальнобіологічна суть обміну речовин, як важливішої специфічної властивості живого. Обмін речовин – це комплекс біохімічних та фізіологічних процесів, він забезпечує життєдіяльність організмів, які тісно зв'язані з довкіллям.

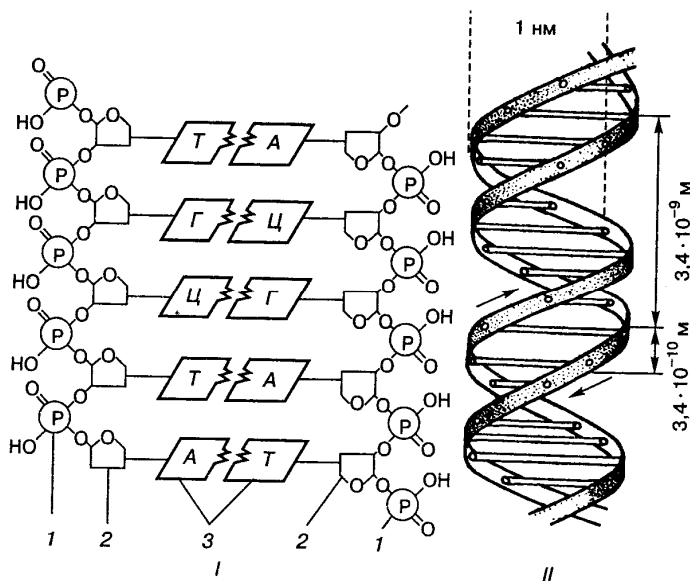


Рис.1.5. Схема будови молекули ДНК (I) та її спіральної структури (II):  
1 – залишок фосфорної кислоти; 2 – дезоксирибоза; 3 – азотисті основи.

Деякі клітини та одноклітинні організми володіють високою інтенсивністю обміну, другі, навпаки, мають настільки низький рівень обміну, що його часом важко виявити. Характер обміну речовин у різних видів живої матерії володіє специфічними властивостями.

Сезонним змінам інтенсивності обміну речовин особливо підвладні рослини, а також деякі тварини. У визначні періоди року при надмірному підвищенні або зниженні температури або при відсутності вологи життя організмів якби замирає. До такого стану рослини і тварини повинні бути підготовлені. Так, наприклад, навіть один із самих морозостійких організмів; береза, гине, якщо її заморозити влітку. Зниження інтенсивності обміну речовин буває зв'язане з визначною стадією розвитку. Так, у насіння рослин в період тривалого спокою життя практично замирає. Такий стан не буває нескінченним, тому насіння поступово втрачають свою прорість. В тваринному світі багато комах зимують у стадії яєць, інші – в стадії лялечки, треті – в стадії дорослої комахи. Ці останні вилуплюються восени, а потім всю зиму проводять в стані оціпеніння (комарі, мухи).

Показником інтенсивності процесу обміну речовин у тварин являється температура їх тіла. Деякі тварини не можуть підтримувати постійну температуру тіла, їх називають холонокровними, або пойкилотермними. У птахів та ссавців в процесі еволюції виробилась властивість регулювати інтенсивність обмінних процесів, у них постійна висока температура тіла. Таких тварин називають теплокровними, або гомойотермними. Але ж у деяких із них (летючі миші, хом'яки, їжаки, сурки, ховрахи) при переохолодженні температура тіла різко падає, а в період зимової сплячки

вона буває  $4^{\circ}\text{C}$  і навіть  $1^{\circ}\text{C}$ . Такий стан одержав назву анабіоз. В цьому стані різко падає споживання кисню і вповільнюється діяльність усіх органів.

У процесі обміну речовин відрізняють дві сторони: асиміляцію та дисиміляцію.

Асиміляція – це сукупність реакцій біологічного синтезу, використання, засвоєння клітиною різних речовин, вилучених із навколишнього середовища, з вміщеною в них енергією, побудова і заміщення розчеплених складових частин клітинного тіла. Асиміляція означає уподібнення, її називають ще пластичним обміном. Усі реакції асиміляції відбуваються з поглинанням енергії (ендотермічні). За участю великої кількості ферментів в клітині із простих низькомолекулярних речовин утворюються складні високомолекулярні сполуки (нуклеїнові кислоти, полісахариди, білки, жири). Це відбувається в результаті перебігу кількох сотень послідовних хімічних реакцій, які відрізняються видовою та індивідуальною специфічністю, при чому кожний етап послідовних реакцій здійснюється специфічним ферментом. Синтезовані речовини використовуються клітиною у процесі росту та побудови усіх структур.

Поряд з цим у клітинах відбувається розпад складних молекул із синтезованих у клітинах і тих, які надішли ззовні з їжею. Розщеплення і окислення органічних сполук у клітині називають дисиміляцією, або енергетичним обміном. Всі реакції енергетичного обміну відбуваються з виділенням енергії (екзотермічні).

При цьому утворюються сполуки, багаті енергією: АТФ. АТФ та подібні їм сполуки (макроергічні) забезпечують різноманітні процеси життєдіяльності: біосинтез, підтримання різниці речовин, переніс речовин крізь мембрану, проведення електричних імпульсів, м'язову роботу, виділення різних секретів та інше.

Хімічна енергія поживних речовин, які поступають в організм, міститься в ковалентних зв'язках між атомами у молекулах органічних сполук. Енергетичний обмін, його ще називають катаболізмом, взагалі підрозділяється на три етапи. Перший етап – підготовчий, його називають травленням. Здійснюється він, головним чином, поза клітиною на внутрішньоклітинних мембранах, де є відповідні ферменти. На цьому етапі великі молекули полімерів розщеплюються на мономері, при цьому виділяється невелика кількість енергії, яка розсіюється у вигляді теплоти. На другому етапі невеликі молекули підлягають подальшому розщепленню. Найбільш важливим є процес, який називають гліколіз. Це розщеплення молекул глюкози, які супроводжуються утворенням молекул АТФ. Гліколіз – процес анаеробний і називають його бродінням, тобто виділення енергії при відсутності кисню. Цей етап енергетичного обміну неповний. Третій етап катаболізму – повне або кисневе розщеплення. Він потребує наявності молекулярного кисню і називається диханням. Реакції

кисневого розщеплення або окисного катаболізму протікають у спеціальних органоїдах клітини – мітохондріям. Основну роль у забезпеченні клітини енергією грає аеробне дихання.

**Типи живлення живих організмів** формувалися у процесі історичного розвитку і кожний вид виробив власний, особливий, притаманний йому тип обміну речовин. Організми відрізняють по тому, яке джерело енергії (світлове або хімічне) та яке джерело вуглецю (органічне чи неорганічне) вони використовують. Існують два типи організмів за характером живлення і використання енергії – автотрофи і гетеротрофи.

Перші живі організми на Землі були *гетеротрофами*. Джерелом їх живлення були органічні сполуки „первинного бульйону”. Гетеротрофи (гр. heteros – другий, trophos – жити) – організми, які не здібні синтезувати органічні сполуки із неорганічних навколишнього середовища. Вони використовують для синтезу власних органічних сполук вуглець у формі інших органічних речовин, заздалегідь синтезованих автотрофами. Це і є для них джерело енергії і будівельний матеріал. Серед гетеротрофів виділяють паразитів і сапрофітів. Паразити отримують готові органічні речовини від живих організмів, а сапрофіти використовують органічні речовини відмерлих організмів. Паразитами в тваринному світі є більшість Найпростіших, а також черви, кліщі, комахи; серед інших живих організмів – це віруси, фаги, хвороботворні бактерії, паразитичні, хижі гриби та квіткові рослини – омела, повіліка, заразиха та інші. Сапрофітами являються більшість тварин, бактерії бродіння, гнилісні бактерії, шапкові гриби, дріжджові та цвільові гриби.

Особливу роль гетеротрофів складають симбіонти. Симбіозом називають будь-яку форму тісного взаємозв'язку між двома живими організмами, або взаємовигідне співіснування двох живих організмів. Найпоширенішими формами симбіозу є мікориза та лишайники.

Оскільки тіло цих живих організмів складається із двох компонентів: автотрофного і гетеротрофного, то вони і мають два типи живлення.

*Автотрофи* (гр. autos – сам, trope – жити) – організми, які живляться неорганічними речовинами ґрунту, повітря, води і утворюють з них органічні речовини, з яких будують своє тіло. До автотрофів відносяться деякі бактерії та усі зелені рослини. Залежно від джерел енергії, які вони використовують для синтезу органічних сполук із неорганічного вуглецю, автотрофи поділяють на *фототрофи* і *хемотрофи*. Для фототрофів необхідна сонячна радіація і світло як джерело енергії для утворення органічних речовин із діоксиду вуглецю, води і розчинених в них мінеральних сполук. Хемотрофи утворюють органічні речовини із аміаку, сірководню, оксиду заліза та води за рахунок енергії екзотермічних реакцій окислення неорганічних речовин. До фототрофів належать із тваринного світу евгена зелена (кл. Джгутикові), а

також забарвлені бактерії (пурпурові, зелені), які містять бактеріохлорофіл. Основна група фототрофів – це всі зелені рослини, які містять хлорофіл.

До хемотрофів відносяться нітрифікуючі бактерії, залізобактерії, сіркобактерії.

Фототрофи за допомогою хлорофілу, який міститься в хлоропластах, здійснюють унікальний процес, процес фотосинтезу – перетворення сонячної енергії в енергію хімічних зв'язків. Цей процес протікає у дві фази: світлову та темнову. У світловій фазі відбувається фотоліз води, тобто розщеплення молекули води під дією променевої енергії, а також синтез макроергічних сполук АТФ і АДФ. У темнову фазу, де не потрібна пряма участь світла, відбувається синтез органічних сполук, які містять вуглець. Не всі клітини вищої зеленої рослини автотрофні. Так клітини кореня, пелюстків квітів, камбію нездатні до фотосинтезу, бо не вміщують в собі хлоропласти з зеленим пігментом хлорофілом.

**Розмноження. Життєвий цикл клітини.** На будь-якому рівні організації жива матерія представлена елементарними одиницями, тобто вона дискретна; а дискретність – одна із властивостей живого. Для клітини структурними одиницями є органоїди і її цілісність обумовлена постійним відтворенням нових органоїдів замість зношених. Кожний організм складається з клітин. А розвиток та існування організму забезпечується розмноженням клітин. Невід'ємною властивістю всіх живих організмів є розмноження або відтворення собі подібних. Основою розмноження є поділ клітини. Розрізняють три способи поділу клітин: амітоз (пряме ділення); мітоз (акваційний каріокінез) – непряме ділення та мейоз – редуційне ділення.

Суть амітозу полягає в тому, що ядро, а потім і клітина поділяться на дві частини, дочірні клітини, без якихось попередніх змін структури органел, у тому числі і ядра. При цьому ядро дробиться на дві або більше частин навіть без попереднього розчинення ядерної оболонки. Слідом за утворенням нових ядер відбувається поділ цитоплазми. При амітозі не відбувається рівномірний розподіл ядерної речовини між дочірніми клітинами, тобто не забезпечується ядерно-плазмова рівновага або біологічна рівноцінність. Однак утворені клітини не втрачають ні своєї структурної організації, ні життєздатності. Амітоз спостерігається у молодих, зовсім нормально розвинутих клітин (у донці цибулини, у тканинах кореня). Але частіше він властивий високо диференційованим та більш старим клітинам.

**Мітоз** – найбільш поширена форма поділу клітин на всіх рівнях розвитку органічної природи. Ділення клітин відкрито в 1874 р. російським фізіологом І. Чистяковим та німецьким вченим Страсбургером у 1875 р.

Комплекс процесів, внаслідок яких з однієї клітини утворюються дві нові, називають мітотичним циклом. Він включає інтерфазу, власне мітоз



та цитокінез (поділ цитоплазми між двома дочірніми клітинами). При мітозі поділу клітин передують глибокі перетворення цитоплазми і особливо ядра. Суть мітозу в тому, що форма та число хромосом дочірніх клітин залишається такими ж як були у початковій, материнській клітині. Отож, при поділі клітин діють біологічні механізми, які забезпечують спадкову схожість дочірніх клітин з материнською. Цей спосіб поділу характерний для соматичних клітин. У період між актами поділу активність клітини дуже висока. Цей період здобув назву *інтерфази*.

Під час інтерфази в клітині здійснюються всі процеси обміну речовин та перетворення енергії. Хромосоми зберігають свою індивідуальність хоч і невидимі. Молекули ДНК, основа хромосом, деспіралізовані і направляють синтетичні реакції у клітині. Самоподвоєння (редуплікація) молекул ДНК в хромосомах ядра відбувається перед поділом. Під впливом ферменту дезоксирибонуклеази подвійний ланцюг молекули ДНК розплітається на дві однакові нитки, до кожної із яких за принципом компліментарності приєднуються вільні нуклеотиди. Так із кожної подвійної молекули ДНК утворюються дві, тобто кожна молекула сама себе подвоює. Редуплікація молекул ДНК забезпечує подвоєння числа хромосом. Так в інтерфазу в ядрі клітини хромосом вдвічі більше, ніж в ядрі початкової молекули. Кожна із них складається із двох хроматид, зв'язаних центромерою. В інтерфазі клітина готується до поділу і найважливіші зміни, які відбуваються у клітині – це спіралізація та скорочення хромосом, подвоєння центріолей, синтез білків майбутнього ахроматичного веретена, синтез АТФ, при цьому припиняється ріст клітини.

В безперервному процесі поділу умовно виділяють чотири фази, або стадії: профаза, метафаза, анафаза, телофаза.

*Профаза* характерна тим, що відбувається ціла серія важливіших перетворень. На самому початку дві центріолі клітинного центру прямують до протилежних полюсів клітини, віддаляючись одна від одної; спаралізуються хромосоми, тобто довгі та тонкі хроматинові нитки закручуються у спіраль, скорочуються, товстішають і становляться видимими хромосомами. Вони спочатку розташовуються хаотичними клубочками, але ж помітно, що кожна з них – це дві спіралеподібні хроматиди, сполучені між собою центромерою. Центромера ділить хромосому на два плеча. Залежно від місця розташування центромери, а воно для кожної пари хромосом постійне, розрізняють рівноплечі, різноплечі та одноплечі хромосоми. В останньому випадку одне плече таке коротке, що ледь помітне, тому такі хромосоми і називають одноплечими. Потім в клітині зникає ядерце, розчиняється ядерна оболонка і цитоплазма змішується з каріоплазмою. Таким чином, клубок хромосом виявляється у центрі клітини. Тим часом починають формуватися ахроматинові нитки із речовин цитоплазми і ядра. Вони відходять від центріолей (дев'яти

мікротрубочок), розташованих на полюсах і утворюють „веретено поділу”, тобто фігуру, загострену на полюсах і розширену в центральній частині. Тут, в центральній частині (екваторі) до ахромати нових ниток центромерою прикріплюються хромосоми.

*Метафаза* закінчується утворенням веретена поділу із ахроматинових ниток. Хромосоми здобувають характерну форму, властиву кожному виду організмів. Частіше вони бувають двохплечими. У метафазі виразно видно, що кожна вихідна хромосома має дві хроматини. У кінці цієї фази хроматини роз'єднуються.

*Анафаза*, парні хроматиди відділяються одна від одної і розходяться до протилежних полюсів клітини. Кожна хроматида при цьому стає самостійною дочірньою хромосомою. Тепер вільні кінці хроматид спрямовані до екватору, а перетини до полюсів. Кількість хромосом і їхня структура на кожному полюсі клітини однакові, оскільки одна хроматида кожної хромосоми виявляється на протилежному полюсі. Хромосоми внаслідок розкручування та подовження стають менш помітними. Але ж на полюсах помітні скупчення із хромосом. В кінці фази по центру клітини іноді з'являються ділянки клітинної оболонки.

*Телофаза*. Продовжується процес розкручування (деспіралізації) хромосом і ближче до полюсів клітини з'являються клубки із довгих ниток, які переплітаються між собою. Це характерно для ядра у період між поділами. В клубках з'являються ядерця, а навколо клубків – ядерна оболонка, тобто формуються ядра. Ахроматинове веретено і всі ахроматинові нитки зникають у цитоплазмі. В екваторіальній частині з'являється суцільна клітинна оболонка і відбувається цитокінез, тобто утворюються дві клітини. При цьому поділяють всі органели між дочірніми клітинами, які по закінченню мітозу переходять у довгий період інтерфази.

Характерною ознакою певного виду являється його каріотип, тобто число, розмір, форма хромосом в клітинах особин даного виду. При нормальних оптимальних умовах існування певного виду число хромосом і їхні морфологічні особливості в клітині є постійними. У різних видів каріотип різний. Сталість каріотипу даного виду підтримується механізмами мітозу та мейозу. Він не залежить від рівня розвитку і філогенетичної спорідненості. Зміни каріотипу можуть відбуватися внаслідок хромосомних та геномних мутацій.

Всі клітини кожного організму за числом хромосом у ядрі поділяють на соматичні, безстатеві клітини тіла і гамети – статеві клітини. Число хромосом в соматичних клітинах будь-яких живих організмів завжди парне. Ці хромосоми ідентичні за розміром і будовою і називаються гомологічними. Такий набір хромосом у ядрі соматичної клітини називають диплоїдним і позначається він  $2n$ .

В статевих клітинах, тобто в гаметах із двох гомологічних хромосом соматичних клітин міститься тільки одна. Такий набір хромосом називають гаплоїдним і позначають  $n$ , в ньому немає гомологічних хромосом і кожна хромосома відрізняється від інших. Гаплоїдний набір виникає в процесі мейозу при формуванні статевих клітин із соматичних.

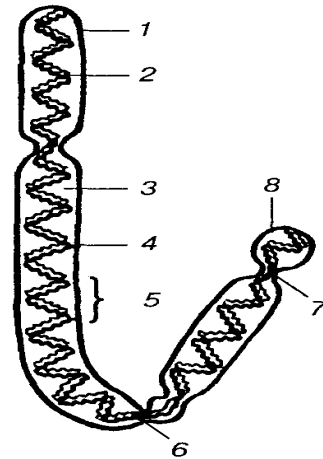


Рис. 1.6. Будова хромосоми: 1 – пелікула; 2 – хроматини; 3 – матрикс; 4,5 – відповідно мала і велика спіралі; 6,7 – відповідно первинна і вторинна перетяжки; 8 – супутник.

**Мейоз** або редукційний поділ зустрічається у переважній більшості видів, однак властивий невеликим групам клітин, зв'язаних із статевим розмноженням. На відміну від мітозу при мейозі відбувається зменшення хромосом і кількості ДНК вдвічі. Мейоз – це комплекс двох послідовних поділів з одноразовим подвоєнням числа хромосом. Як при мітозі у кожному з поділів мітозу умовно виділяють профазу, метафазу, анафазу і телофазу. Найбільшу тривалість має профазу першого поділу і в ній відбуваються найважливіші процеси: зближення двох гомологічних хромосом, складених з двох спаралізованих хроматид і сполучених між собою центромерою; далі гомологічні хромосоми кон'югують між собою, може відбуватися кросинговер (перехрестя кон'югованих хромосом) і обмін ділянками між хромосомами. Кросинговер має велике біологічне значення, бо забезпечує рекомбінацію генетичної інформації у майбутніх гамет. В профазу першого поділу внаслідок кон'югенції в клітині утворюються тетради – комплекси з чотирьох хроматид. Число тетрад рівне гаплоїдному набору хромосом. В метафазу першого поділу мейозу тетради знаходяться в центральній частині клітини (екватор), а вже в анафазу кожна тетрада ділиться вдвоє і хромосоми (кожна з двома хроматидами) наближаються до полюсів. В телофазу в цитоплазмі кожної із дочірніх клітин потрапляє одна хромосома із кожної пари гомологічних

хромосом. Так утворилися дві клітини з числом хромосом вдвічі меншим, але з подвійною кількістю ДНК.

Інтерфаза після першого поділу дуже коротка, не відбувається в цей час синтез ДНК, а настає другий поділ мейозу. Результатом його є утворення чотирьох клітин з гаплоїдним набором хромосом, які перетворюються у статеві клітини-гамети.

Загальнобіологічний зміст цього процесу розкрито уже давно: гаплоїдні статеві клітини-гамети при статевому процесі зливаються у зиготу, при цьому кількість ядерної речовини та кількість хромосом збільшується вдвічі, тобто відновлюється диплоїдний набір хромосом. Зигота одержує спадкову інформацію від обох гамет.

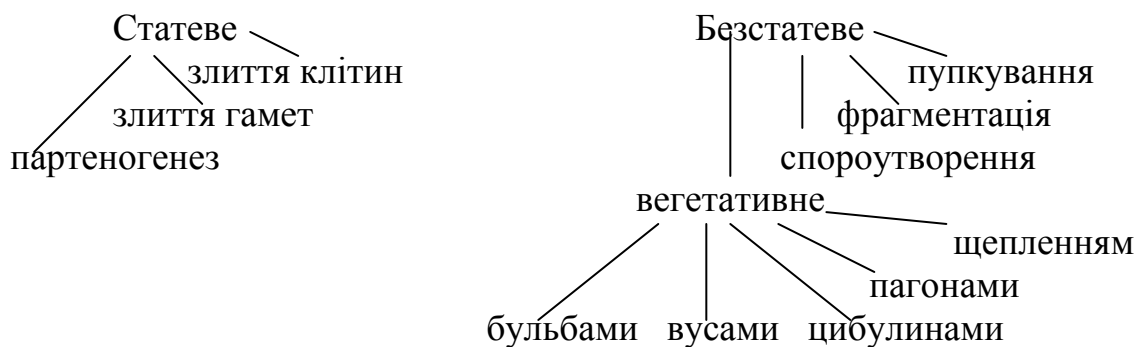
Отже, редукційне ділення регулює постійність кількості хромосом при розмноженні, а також внаслідок послідовних поділів, коли відбувається перекомбінування генетичного матеріалу між утворюваними гаметами, виникає велика різноманітність комбінацій спадкових ознак у наступному поколінні організмів.

У всіх живих організмах мейоз відбувається за єдиною схемою.

**Форми розмноження організмів.** Розмноження можна визначити як властивість організмів залишати нащадків. В природі існують дві основні форми розмноження: статеве і безстатеве. Принципова відмінність між цими формами полягає в тому, що в разі безстатевого розмноження нащадки беруть початок лише від одної батьківської особини і утворюються вони з соматичних клітин.

При статевому розмноженні в утворенні нового організму приймають участь обидві батьківські особини (чоловіча та жіноча), бо з їх соматичних клітин формуються спеціалізовані клітини-гамети з гаплоїдним набором хромосом. При заплідненні гамети зливаються, утворюючи диплоїдну зиготу, із якої у процесі розвитку і з'являється зрілий організм.

Форми розмноження можна подати так:



Безстатеве розмноження, спороутворення здійснюється завдяки утворенню спеціальних клітин-спор, з них і виникають нові організми.

Спороутворення дуже поширене серед рослин і деяких тварин. Спори у водоростей, вищих спорових рослин, водяних рослин, грибів мають рухливі джгутики і називаються зооспорами. В благоприємних умовах кожна спора дає одну особину. У вищих рослин є спеціальні органи-спорангії, в яких утворюються спори. В тваринному світі у Найпростіших (споровики) зустрічається спороутворення як безстатеве розмноження. У прокаріот (бактерій) спороутворення не є спосіб розмноження. Одноклітинний організм при неблагоприємних умовах перетворюється в спору або цисту, вкривається зверху слизовим чохлам, всі життєві функції завмирають, він впадає в стан анабіозу. В цьому стані бактерії можуть знаходитися дуже довго, не втрачаючи життєздатність.

Всі інші види безстатевого розмноження: пупкування, фрагментація, вегетативне не потребують утворення спеціалізованих клітин, з яких бере початок новий організм. У цих випадках розвиток починається із звичайних соматичних клітин. Так одноклітинні організми (бактерії, Найпростіші, водорості, деякі гриби) розмножуються поділом клітини вдвоє, особини багатоклітинних тваринних організмів (черви) діляться на дві або більше частин. Цей поділ називають фрагментацією. У кишковопорожнинних (гідри прісноводної, коралових поліпів) має місце пупкування як спосіб розмноження. На материнському організмі утворюється виріст-пупок, який розростається, перетворюється в самостійну особину і може відокремитися від материнської особини. У коралових поліпів відокремлення частіше всього не відбувається, а утворюються великі колонії, які разом з багаточисленними відмерлими організмами називають кораловими рифами. У вищих рослин вегетативне розмноження може здійснюватися частинами вегетативного тіла: коренем, стеблом, листям та різними метаморфозами їх (бульбами, цибулинами, вусами, бруньками, коренеплодами, коренебульбами і т. ін.).

При будь-яких формах безстатевого розмноження усі нащадки мають генотип, ідентичний материнському. Безстатеве розмноження приводить до збільшення чисельності особин даного виду, але ж не супроводжується підвищенням генетичного різноманіття всередині виду. Нові ознаки, які можуть виявитися корисними при зміні умов середовища, з'являються тільки внаслідок мутацій.

Поява статевого процесу дала колосальну генетичну перевагу порівняно з безстатевим розмноженням. При статевого процесі відбувається комбінація генів, які раніше належали обом батькам. Оскільки в нормі рекомбінація кожної пари генів здійснюється у кожному поколінні, то пристосувальні комбінації генів викають частіше, ніж за рахунок відносно рідких мутацій. Різноманіття генотипів особин, складаючих вид, забезпечує можливість більш успішного і швидкого пристосування виду до умов мешкання, які постійно змінюються, та до освоєння нових екологічних ниш.

Статеве розмноження на відміну від безстатевого завжди відбувається шляхом злиття двох спеціалізованих статевих клітин – яйцеклітин та сперматоозонів, які утворюються в статевих залозах. Невід'ємний процес статевого розмноження – сингамія, тобто запліднення, обов'язкове злиття двох статевих клітин, які походять від різних особин. Саме цей тип розмноження найкращим чином забезпечує генетичну різновидність нащадків.

Чоловічі статеві клітини-сперматоозони – невеликих розмірів і майже завжди рухливі. Їх функція – внесення генетичної інформації в яйцеклітину і активізація її розвитку. Для виконання цієї функції і спеціалізована будова сперматоозона. Він має головку, шийку, хвіст. Головка – це, в основному, ядро, вкрите цитоплазмою, спереду на ній твердий, гострий горбик для просування сперматоозона в яйцеклітину. В цитоплазмі шийки є центріоль, мітохондрії та АТФ як джерело енергії, яке забезпечує рух сперматоозона. Хвіст як орган руху збудований з тонких волокон, вкритих цитоплазматичним циліндром. У ссавців та у людини чисельність сперматоозонів дуже велика, досягає упродовж життя сотні мільйонів.

Яйцеклітини, жіночі статеві клітини, більших розмірів, ніж сперматоозони, і нерухливі. Розміри їх збільшуються в основному, за рахунок накопичення жовтка, який являється сукупністю поживних речовин – білків, жирів, вуглеводів. Кількість жовтка залежить від тривалості ембріонального періоду розвитку. Так у птахів велике яйце із значною кількістю жовтка, бо розвиток продовжується три тижні і повністю формується організм. У ссавців довгий ембріональний період, а жовтка в яйцеклітині мало, бо зародок живиться через плаценту за рахунок материнського організму.

Збільшення розмірів яйцеклітини обумовлено не тільки жовтком. У порівнянні з соматичною клітиною об'єм цитоплазми в яйцеклітині збільшується, бо там накопичується велика кількість нуклеотидів, рибонуклеїнових кислот, білків; а також зростає об'єм ядра.

У деяких тварин (черви, бджоли, оси, мурахи, нижчі ракообразні) яйцеклітина може розвиватися без запліднення. Такий розвиток називають партеногенез. При цьому утворюються організми з гаплоїдним або диплоїдними наборами хромосом. При партеногенезі утворюються тільки особини одної статі – чоловічої чи жіночої. Так у бджіл та індиків із незапліднених яєць розвиваються самці.

Дозрівання і розвиток статевих клітин називаються **гаметогенезом**. У тварин і людини він відбувається в статевих залозах: яйцеклітини розвиваються в яєчниках, а сперматоозони – в сім'яниках.

Процеси розвитку чоловічих статевих клітин (*сперматогенез*) і жіночих статевих клітин (*оогенез*) мають ряд спільних рис. І в яєчнику, і в сім'яниках розрізняють три різні ділянки: зону розмноження, зону росту і

зону дозрівання статевих клітин (рис.1.7). У *першій зоні* сперматогонії і овогонії (клітини – попередники сперматозоонів і яйцеклітин) розмножуються мітотичним шляхом і кількість їх збільшується. У чоловіків мітотичний поділ сперматогоній розпочинається в період статевого дозрівання і триває десятки років. У жінок поділ овогоній відбувається лише в ембріональний період їхнього життя і закінчується ще до їхнього народження. У тварин поділ цих клітин залежить від строків і періодів розмноження.

У *другій зоні* сперматогонії і овогонії перестають розмножуватися, починають рости і збільшуватися в розмірах, перетворюючись на первинні сперматоцити і овоцити. Особливо зростають розміри овоцитів.

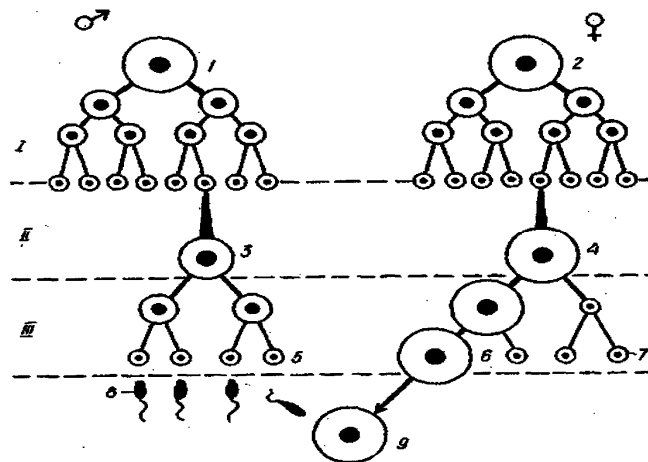


Рис. 1.7. Схема спермато- і овогенезу: I – зона розмноження сперматогоній (1) і овогоній (2) шляхом мітозу; II – зона росту; III – зона дозрівання. Первинні сперматоцити (3) і овоцити (4) діляться шляхом мейозу; 5 – сперматиди; 6 – незріла яйцеклітина; 7 – половити (напрямні тільця); 8 – сперматозоони; 9 – яйцеклітина.

Це пов'язано з тим, що в них нагромаджуються поживні речовини, які будуть необхідні для розвитку зародка. Найбільш важливі зміни з майбутніми статевими клітинами відбуваються в зоні дозрівання. Саме тут проявляються і суттєві відміни між спермато- і овогенезом. Ооцити першого порядку в результаті першого мейозу перетворюються на дві неоднакові за розмірами клітини: ооцит другого порядку – велика клітина, а друга – маленька, яка називається первинним половитом (перше полярне, або напрямне, редуційне тільце). Таким чином зберігається максимальна маса цитоплазми, що потрібно для розвитку майбутнього організму; полярні тільця лише виносять з яйцеклітини надлишок хромосом. При другому мейозі вторинний ооцит утворює велику незрілу яйцеклітину і маленький вторинний половит (друге полярне тільце). Первинний половит також може поділитися ще на два половити. Отже, в результаті двох мейотичних поділів (мейозу) з одного первинного ооцита утворюється

чотири гаплоїдні клітини – незріла статеві клітина, що перетворюється на зрілу яйцеклітину і три полоцити, які розсмоктуються і зникають.

Під час сперматогенезу первинний сперматоцит у зоні дозрівання також ділиться двічі шліхом мейозу. Однак при цьому утворюються чотири однакові гаплоїдні сперматиди, що перетворюються в зрілі сперматоозони.

Отже, між статевим і безстатевим розмноженням існує принципова відмінність, яку можна подати слідкуючою таблицею 1.

Таблиця 1 – Порівняння безстатевого і статевого розмноження

	Безстатеве розмноження		Статеве розмноження
1	Одна батьківська особина.	1	Зазвичай дві батьківські особини.
2	Гамети не утворюються.	2	Утворюються гаплоїдні гамети, ядра яких зливаються (запліднення) утворюються диплоїдна зигота.
3	Мейоз відсутній.	3	На якійсь стадії життєвого циклу відбувається мейоз, що перешкоджає подвоєнню хромосом у кожному поколінні.
4	Нашадки ідентичні батьківським особинам.	4	Нашадки не ідентичні батьківським особинам. У них спостерігається генетична мінливість, виникаюча у результаті генетичної рекомбінації.
5	Характерна для рослин, деяких нижчих тварин і мікроорганізмів. У тварин не зустрічається.	5	Характерно для більшості рослин і тварин.
6	Часто приводить до швидкого утворення великої кількості нащадків.	6	Менш швидке збільшення чисельності нащадків.

Знання про безстатеве та статеве розмноження активно використовуються в практиці рослинництва і тваринництва.

Безстатеве розмноження використовується у сільському господарстві для розмноження рослин з набором ознак, корисних для людини. Однак вегетативне розмноження можливе не для всіх рослин. Науковці вивчають механізми розмноження, щоб навчитися управляти ними. Так із клітинної культури спочатку розмножують клітини з необхідною спадковою інформацією, а потім одержують із них цілу рослину.

Знання про статеве розмноження використовують у селекції. Утворення виробничого потенціалу базується на використанні сортів і порід тварин, одержаних в процесі селекції, де в основному використовується статеве розмноження у рослин, в деяких випадках, у поєднанні з вегетативним, що дозволяє розводити поліплоїдні рослини та міжвидові стерильні гібриди.



## 1.5 Основи генетики та селекції

Генетика – це наука про дві найбільш універсальні властивості живих об'єктів – спадковість та мінливість.

Спадковість – це властивість батьків передавати свої ознаки і особливості розвитку наступному поколінню. Вона забезпечує певну консервативність живої матерії завдяки наявності матеріальних носіїв спадковості – генів, забезпечує специфічний характер індивідуального розвитку в певних умовах середовища. Завдяки спадковості батьки і потомки мають подібний тип біосинтезу, який визначає подібність хімічного складу тканин, характеру обміну речовин, фізіологічних функцій, морфологічних ознак та інших властивостей. Внаслідок цього кожний вид організмів відтворює себе із покоління в покоління.

Мінливість – це властивість, протилежна спадковості. Її суть полягає в змінах структури та комбінацій спадкових задатків – генів і в змінах їх прояву в онтогенезі, тобто у будь-якому поколінні окремі особини чимось відрізняються і одна від одної, і від своїх батьків. Відбувається це тому, що властивості і ознаки кожного організму – це результат взаємодії двох причин: спадкової інформації і конкретних умов зовнішнього середовища, які можуть впливати як на зміну спадкових задатків, так і на варіабельність виявлення їх.

Роком народження генетики вважають 1900 р., коли незалежно один від одного Г. де Фріз (Нідерланди), К. Корренес (Німеччина) і Е. Чермак (Австрія) повторно відкрили основні закони успадкування, зміст яких був опублікований Г. Менделем ще у 1865 р., але залишився поза увагою наукової громадськості. Назву «Генетика» запропонував англійський вчений В. Бетсон у 1906 р. Слово «генетика» походить від латинського *geneo* (породжую).

Перші ідеї щодо природи спадковості висловили ще філософи древньої Греції – Демокріт, Гіппократ, Платон, Аристотель. Основи цього вчення були закладені класичною працею Г. Менделя «Досліди над рослинними гібридами», він своїми дослідженнями набагато випередив загальний розвиток науки, і значення цих досліджень не змогли оцінити його сучасники.

Значних успіхів в розвитку цієї науки досягла школа американського генетика Т.Г. Моргана, який сформував хромосомну теорію успадкування (1911). Школа Т. Моргана доказала, що гени знаходяться у хромосомах та розташовуються в них у лінійному порядку. Успіхи цієї школи у звісній мірі обумовлені введенням нового об'єкту генетичних досліджень – плодової мушки – дрозофіли. Для неї характерні простота утримання та розведення, відносно нескладний каріотип (4 пари хромосом), інтенсивне розмноження, швидка зміна поколінь (до 30 за рік), наявність чітко

означених альтернативних властивостей: колір тіла, очей, розмір та форма крил і т.д.

На початку ХХ ст. панувала уява про стабільність та незмінність генів. Вважалося, якщо зміни генів можливі, то відбувається це незалежно від впливу середовища, тобто самостійно (Г. де Фріз). У наступні роки була відкрита можливість одержувати спадкові зміни (мутації) в лабораторних умовах дією певних факторів. Це спростувало помилкові уяви про автономність та незмінність генів. На цьому етапі розвитку науки визначення гена тільки як ділянки хромосоми вже перестало задовольняти дослідників. З 1953 р., після опублікування праці Дж. Уотсона і Ф. Кріка про структуру ДНК, розпочався період так званої молекулярної генетики.

Таким чином, у історії генетики можна виділити 3 етапи: перший – вивчення явищ наслідування на організменому рівні, другий – на клітинному, третій – на молекулярному.

Генетика – це методологічна основа всіх біологічних наук, тому її вважають центральною наукою в біології. Генетика має світоглядне значення, бо це теоретична основа еволюційного вчення, наука, яка відкриває шлях до пізнання суттєвості життя.

Генетика тісно пов'язана з анатомією, морфологією, фізіологією, вона широко використовує методи цитології, біохімії, молекулярної біології. Від зоології та ботаніки виникла популяційна генетика. Існує генетика мікроорганізмів, вірусів, окремих тварин та рослин. Це свідчить про тісний зв'язок генетики з біологічними науками. Але не менш важливий для генетики зв'язок з такими науками, як філософія, хімія, фізика, математика, методичні арсенали яких мають велике значення для прогресу генетики.

Основним методом генетики є генетичний аналіз. Цей метод поєднує в собі можливості специфічного для генетики гібридологічного аналізу з іншими методичними, біохімічними, молекулярно-генетичними та іншими дослідженнями.

*Метод гібридологічного аналізу* полягає в гібридизації і кількісному врахуванні розщеплення ознак серед нащадків наступних поколінь. В завершеному вигляді він був запропонований Г. Менделем (чеським вченим). З тих пір математичний метод дослідження став невід'ємною складовою генетичного аналізу.

*Цитологічний метод* використовується для вивчення клітини як носія і місця реалізації генетичної інформації.

Генетика активно використовує методи всіх суміжних наук – фізики і біофізики, хімії і біохімії, молекулярної біології і імунології, мікробіології і вірусології і інших наук, які збагачують генетику і самі оновлюються в світі її досягнень.

**Основні поняття та терміни сучасної генетики.** Науковці поруч з поняттям ген використовують і інші: геном, генотип, фенотип, генетичний код, кодовий триплет і т.д.

Ген (фактор успадкування) – функціональна неподільна одиниця генетичного матеріалу, відрізок молекули ДНК, кодує первинну структуру білка. ДНК кодує синтез білкових молекул. Залежність між азотистими основами ДНК та амінокислотами називають *генетичним кодом*. Це система розташування нуклеотидів в молекулі ДНК, контролююча послідовність розташування амінокислот в молекулі білка. Самі гени участі у синтезі білка не приймають. Ген – це матриця для синтезу і-РНК (інформаційної РНК). У молекулі ДНК містяться декілька сотень генів. У процесі транскрипції (зчитування інформації про структуру білка) з кожного гена знімається і-РНК – копія, яка переносить генетичну інформацію від ДНК до білоксинтезуючого апарату, тобто до рибосом. Туди ж із цитоплазми за допомогою транспортних РНК (т-РНК) поступають амінокислоти. Кожна амінокислота попадає у рибосому у супроводженні спеціалізованої т-РНК, яка має форму «листа конюшини»; у його верхівки розташований триплет (це три або кратна трьом кількість нуклеотидів) нуклеотидів, який по генетичному коду відповідає визначній амінокислоті. Цей триплет називається *кодовим триплетом*. У ніжки «листа конюшини» знаходиться ланцюг, зв'язуючий амінокислоту. Механізм, з допомогою якого послідовність триплетів основ в молекулах і-РНК переводиться у специфічну послідовність амінокислот в поліпептиді, називається *трансляцією*. Цей процес відбувається у рибосомах. Декілька рибосом, чіпляючись до молекул і-РНК утворюють полісому. Зчитування інформації відбувається у одному напрямку триплетами. Рибосома по і-РНК переміщується стрибками. За допомогою спеціальних ферментів т-РНК, з'єднана з амінокислотою підходить до рибосоми і залишає амінокислоту на «своєму» місці. Т-РНК, звільнившись від амінокислоти, повертається у цитоплазму. Сусідні амінокислоти в рибосомі з'єднуються між собою пептидними зв'язками, утворюючи поліпептид – первинну структуру білка.

Статеві клітини (гамети) містять гаплоїдний набір хромосом. Сукупність генетичної інформації в гаплоїдному наборі хромосом називають *геномом*. У зиготі, з якої розвивається зародок, а згодом і організм, тобто у соматичній клітині, міститься диплоїдний набір хромосом. Сукупність генетичної інформації, властиву соматичній клітині даного організму, називають *генотипом*. Часто генотипами генетики називають самі організми.

Інформація певного генотипу реалізується у вигляді *фенотипу*. Це сукупність ознак і властивостей, характерна для даного організму (генотипу). Кожна функція або ознака забезпечується функцією одного або багатьох білків (інком РНК). Саме структуру цих білків і кодують гени. Кожний ген може існувати в кількох формах, які називають *алелями*. Алельні гени розміщені в гомологічних хромосомах в одних і тих же самих місцях (локусах).

*Гомозиготними* називають такі особини, в гомологічних хромосомах яких містяться однакові алелі даного гена (AA). Особини не виявлять в потомстві розщеплення і зберігають свої ознаки у «чистому вигляді».

*Гетерозиготними* називають такі особини, в гомологічних хромосомах яких містяться різні алелі (Aa), в їх потомстві виявляють розщеплення. Отож, зигота, утворена злиттям гамет з однаковими алелями певного гена, називається гомозиготою. Гетерозигота утворюється злиттям гамет, які несуть різні алелі даного гена. Один і той самий організм може бути гомозиготним за одним геном і гетерозиготним за іншим.

Ген, що обумовлює певну ознаку, в генотипі соматичної диплоїдної клітини знаходиться у вигляді двох копій – одна від матері, друга – від батька. Нерідко ці два гена неіdentичні, тобто представлені двома різними алелями.

Алель – це структурна різновидність даного гена. В багатьох випадках одна із таких різновидностей являє собою домінуючий алель. За його наявності інші алелі не виявляються і тому називаються рецесивними. Домінуючі алелі позначають великими буквами того чи іншого алфавіту (A, B, C, D і т.д.), а рецесивні алелі цих генів – тими ж, але малими буквами (a, b, c, d).

### **Основні закономірності спадковості. Закони Г. Менделя.**

Процес успадкування здійснюється за певними законами. З'ясувати закономірності успадкування однієї, двох або й більшої кількості ознак дозволяє гібридологічний аналіз. Суть його полягає в гібридизації і врахуванні вияву досліджуваних ознак у нащадків. Основні вимоги до цього методу сформулював ще Г. Мендель:

- 1) організми, що схрещуються, мусять належати до одного виду;
- 2) батьківські форми повинні чітко відрізнятися окремими ознаками і бути гомозиготними з відповідних генів;
- 3) ознаки, що враховуються, повинні проявлятися в усіх поколіннях;
- 4) необхідна чітка характеристика і кількісне врахування фенотипових класів в усіх отриманих поколіннях.

В основі аналізу лежить метод схрещування. Батьківські форми, що схрещуються позначають буквою P (parentale – батьки), їх нащадків буквою F (filiale – діти). Жіноча стать позначається символом ♀ (дзеркало Венери), чоловіча – ♂ (щит Марса). Схрещування позначають знаком «х», а покоління – F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> і т.д.

Схрещування, в якому батьки відрізняються однією парою альтернативних (контрастуючих ознак), називається моногібридним. Відповідно існує дигібридне, тригібридне та полігібридне схрещування. У схрещуванні рівнозначна участь жіночого і чоловічого геномів у спадковості. Але першою у формулі схрещування вказується жіноча стать: ♀ AA x ♂ aa, тому символи статі у подібних записях не обов'язкові.

Однією з найважливіших особливостей методу Менделя був ретельний підрахунок результатів кожного досліду, який і дав можливість сформулювати закон успадкування. Перше покоління ( $F_1$ ) від схрещування сортів гороху Г. Мендель отримав шляхом штучного запилення. За цього досліду у всіх гібридів  $F_1$  виявляється лише одна з двох альтернативних ознак, тобто був наявним ефект домінування. Зрозуміло, що всі особини  $F_1$ , у яких структура генотипів однакова, будуть ідентичними і за фенотипом. У цьому і полягає суть *першого закону Менделя* – закону одноманітності гібридів першого покоління ( $F_1$ ).

Після отримання гібридів  $F_1$ , у яких ген  $a$  не проявляється, перед Г. Менделем виникли питання, що є причиною відсутності ознаки  $a$  – повне зникнення фактора спадковості у гібридів  $F_1$ , чи цей фактор все ж зберігається у них у якійсь прихованій формі. Щоб уяснити це, Г. Мендель схрестив гібриди першого покоління і переконався, що приблизно у  $\frac{1}{4}$  нащадків  $F_2$  виявляється рецесивна ознака.



Таким чином, було сформульовано два найважливіших генетичних принципи – домінантності і рецесивності.

За Г. Менделем, рецесивний фактор  $a$  не зникає, не розчиняється у гібрида  $Aa$ , а зберігається у чистому стані і в подальшому проявляється у фенотипі  $aa$ . Центральним моментом в концепції Г. Менделя була ідея, що алелі в процесах дозрівання статевих клітин розходяться і знову сходяться в момент запліднення. Кожна гамета, утворена генотипом  $Aa$ , утримує лише один алель  $A$  або  $a$  у чистому стані. Те, що алельні фактори у гетерозиготному не змішуються і в чистому стані розходяться по гаметах, відомо як правило *чистоти гамет*, сформульоване У. Бетсоном на початку ХХ ст. Його основні положення:

1. Ознаки контролюються парами факторів;
2. Парні фактори розділяються при утворенні гамет;
3. Кожна гамета одержує один із пари факторів;
4. Фактори передаються із покоління до покоління як дискретні одиниці;
5. Кожний організм успадковує по одному фактору із батьківських особин.

У разі схрещування гетерозиготних гібридів першого покоління між собою у другому поколінні з'являються особини як з домінантними, так і з рецесивними станами ознак, тобто виникає розщеплення. Узагальнивши фактичний матеріал, Г. Мендель дійшов висновку, що у другому поколінні  $F_2$  - 75 % особин мають домінантний стан ознаки, а 25 % - рецесивний (розщеплення 3:1). Ця закономірність дістала назву *другого закону Менделя*, або закону розщеплення. Формулюється він так: у разі

схрещування двох гібридів першого покоління, які аналізуються за однією ознакою з альтернативними проявами станів, у потомстві спостерігається розщеплення за фенотипом у співвідношенні 3:1 і за генотипом у співвідношенні 1:2:1.

*Третій закон Менделя*, або закон незалежного успадкування ознак. Вивчаючи розщеплення в разі дигібридного схрещування, Г. Мендель звернув увагу на те, що у другому поколінні з'явилися нові комбінації ознак, яких не було у вихідних форм. Г. Мендель зробив висновок, що розщеплення за кожною ознакою (за кожною парою алелів) відбувається незалежно від другої ознаки (других пар алелів). Ця закономірність дістала назву третього закону Менделя, або закону незалежного розподілу генів. Формулюється він так: у разі схрещування гомозиготних особин, які відрізняються за двома (або більше) ознаками, у другому поколінні ( $F_2$ ) спостерігається незалежне успадкування і комбінування станів ознак, якщо гени, які їх визначають, містяться у різних парах хромосом. Це можливе тому, що під час мейозу розподіл (комбінування) хромосом у статевих клітинах під час їх дозрівання йде незалежно і може зумовити появу нащадків з комбінацією ознак, відмінних від батьківських і прабатьківських особин.

Цитологічною основою незалежного успадкування алельних і неалельних генів є незалежне розходження по гаметах гомологічних і гетерологічних материнських і батьківських хромосом.

*Генетика статі.* Як уже відомо, хромосоми відіграють велику біологічну роль і мають безпосереднє відношення до передавання спадкових властивостей. Одним із перших і вагомих доказів ролі хромосом у явищах спадковості стало відкриття закономірності, згідно з якою стать успадковується як менделююча ознака, тобто як спадкова ознака, що підкоряється законам Менделя.

Відомо, що хромосоми однієї гомологічної пари подібні між собою, але це справедливо не для всіх пар хромосом. Порівнянням хромосомних наборів із соматичних клітин жіночої і чоловічої особин в одній парі хромосом виявлено відмінності, хоча в однієї із статей і ці хромосоми однакові. Їх називають X-хромосомами. У другій статі – одна така сама X-хромосома, а друга відрізняється за своєю будовою. Вона названа Y (ігрек)-хромосома. Цю пару прийнято називати статевими хромосомами, а всі пари хромосом, ідентичні у чоловічої і жіночої особин – аутосомами. Статеві (X і Y) хромосоми відрізняються не лише за морфологією, а й за інформацією, яка міститься в них. Сполучення статевих хромосом у зиготі визначає стать майбутнього організму. Стать з однаковими статевими хромосомами (XX) називають гомогаметною, а різними (XY) – гетерогаметною.

У багатьох видів тварин (а також у людини) гомогаметна стать жіноча, у птахів – чоловіча. У тварин із гомогаметною жіночою статтю

яйцеклітини містять Х-хромосому, інші – У-хромосому, тому в разі запліднення можливі 2 комбінації:

1) яйцеклітина з Х-хромосомою запліднюється сперматозооном, який також має Х-хромосому. В зиготі зустрічаються дві Х-хромосоми; з такої зиготи розвивається жіноча особина.

2) яйцеклітина з Х-хромосомою запліднюється сперматозооном, який має у-хромосому. В зиготі виявляється поєднання Х і У- хромосом; із такої зиготи розвивається чоловіча особина.

Отже, поєднання статевих хромосом у зиготі і розвиток статі організму (у людини, інших ссавців) залежить від того, яким сперматозооном буде запліднена яйцеклітина. Схема успадкування статі, на якій статеві хромосоми позначені Х і У, гаплоїдний набір аутосом – А, диплоїдний набір аутосом – 2А, слідує:

Р (parentale – батьки)	2А + ХХ	х	2А + ХУ
Гамети	А + Х		А + Х, А + У
F <sub>1</sub> (filiale – діти)	2А + ХХ,		2А + ХУ

Відношення числа особин жіночої статі (2А + ХХ) до числа особин статі (2А + ХУ) – 1:1.

Сперматозоонів з Х і У- хромосомою приблизно однакові кількості, тому особин обох статей народжується порівну.

Ознаки, які успадковуються через статеві Х і У-хромосоми, називають зчепленими зі статтю. У людини ознаки, які успадковуються через У-хромосому, характерні лише для особин чоловічої статі, а успадкування через Х-хромосому – як для однієї так і для другої статі. Особини жіночої статі можуть бути як гомо-, так і гетерозиготними за генами, які локалізуються в Х-хромосомі, а рецесивні алелі в них виявляються лише в гомозиготному стані. Оскільки в особин чоловічої статі лише одна Х-хромосома, то всі локалізовані в ній гени, навіть рецесивні, відразу ж виявляються у фенотипі.

Так, наприклад успадковується дальтонізм, тобто аномалія зору, коли людина не розрізняє кольорів. Нормальне сприйняття кольорів зумовлене домінантним алелем, який локалізується в Х-хромосомі; його рецесивний алель у гомозиготному стані призводить до виникнення дальтонізму. Звідси зрозуміло, чому дальтонізм частіше трапляється у чоловіків: у них лише одна Х-хромосома і якщо в ній міститься рецесивний алель дальтонізму, він обов'язково виявиться. У жінок дві Х-хромосоми, вони можуть бути як гетерозиготними за цим геном, так і гомозиготними, але тільки в останньому стані вони страждатимуть на дальтонізм.

*Зчепне успадкування* є однією з причин відхилень від формул менделівського розщеплення. Незалежне розходження неалельних генів у різні гамети за мейотичного поділу клітин не завжди можливе і чимало генів успадковується сумісно, або зчепно. Генів значно більше ніж хромосом. У людини нараховують біля 30 тисяч генів на 23 пари

хромосом, в одній хромосомі можуть знаходитися сотні генів, тому чимало ознак можуть успадковуватися сумісно, тобто зчепно.

Гени, які належать одній хромосомі, створюють групу зчеплення. Кількість груп зчеплення у диплоїда рівна кількості пар хромосом, або кількості хромосом гаплоїдного набору. Сам термін «зчеплення хромосом» належить Т. Моргану. Хромосома (по Моргану) являється окремою матеріальною і функціональною одиницею в процесі мейоза. Всі гени, що знаходяться в одній хромосомі, зв'язані один з одним субстратом хромосоми і їх успадкування визначається поведінкою цієї хромосоми в мейозі. Розрізняють неповне і повне зчеплення генів. Повне зчеплення генів в природі надзвичайно рідке. Частіше всього генам властиве неповне зчеплення. Це пояснюється тим, що алельні гени гомологічної пари хромосом можуть обмінюватися місцями, тобто гени батьківської хромосоми можуть переміщуватися у материнську і навпаки. Цей обмін генетичним матеріалом між двома гомологічними хромосомами називають генетичною рекомбінацією. Процес обміну генами або гомологічними ділянками гомологічних хромосом називають ще *кросинговером* або перехрестям хромосом (від англ. crossingver - перехрестя). Обмін ділянками може відбуватися у будь-якому місці. Чим далі один від одного гени в одній хромосомі, тим частіше між ними може відбуватися перехрещування і обмін ділянками.

Явище перехресту має велике значення для еволюції органічного світу і селекції. Завдяки перехресту хромосом можуть виникати нові комбінації генів (і кодованих ними ознак), розміщених не тільки у різних хромосомах, а й тих, які належать до однієї групи зчеплення. Зчеплення генів, розміщених в одній хромосомі, і перехрест хромосом були відкриті генетиком Т. Морганом.

**Основні положення хромосомної теорії спадковості.** Дуже довгий час «спадковий фактор» Г. Менделя багатьом казався міфічною одиницею, в кращому випадку – статистичною, що науковців не влаштовувало. А. Вейсман ще в 1894 р. припустив, що спадкові фактори знаходяться у хромосомах, а Т. Морган з учнями в 20-х – 30-х роках ХХ століття підтвердили це експериментально і розробили хромосомну теорію спадковості. Її основні положення:

- гени – дискретні елементарні одиниці спадковості розташовані у хромосомах лінійно;
- ген – матеріальний фактор, має певний локус хромосоми і відповідає за визначення однієї фенотипічної ознаки;
- в генах відбуваються нечасті мутації, що ведуть до утворення нових форм генів або алелів і відповідних змін у фенотипі;
- ген мутує як одне ціле і може розглядатися як одиниця мутації;



- внаслідок кросинговеру (генетичної рекомбінації) між гомологічними хромосомами здійснюється перекомбінація існуючих у генотипі генів.

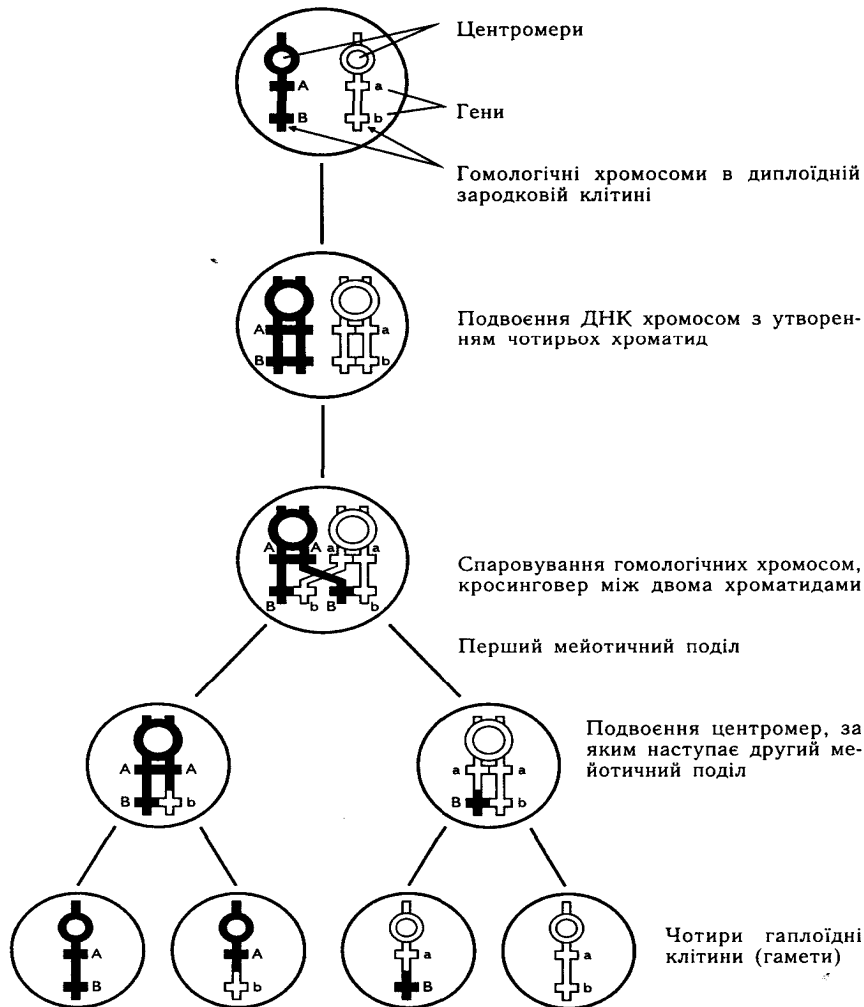


Рис.1.8. Схема перехрещування хромосом (кросинговер)

Отже, ген уявляється як одиниця функції, мутації, рекомбінації.

**Типи взаємодії генів.** Генотип – це система взаємодіючих генів. Розрізняють взаємодію одної алельної пари, або різних алельних пар, тому виділяють декілька типів взаємодії генів: домінування (повне і неповне), наддомінування, кодомінування, а також комплементарну дію, епістаз та полімерію.

**Домінування** виявляється в випадках, коли алельні гени вступають у відношення типу домінантності-рецесивності. Це означає, що в генотипі існують гени, які реалізуються у вигляді ознаки – домінантні, і гени, які не можуть проявлятися у фенотипі – рецесивні. Повне домінування здійснюється у тих випадках, коли за фенотипом гібриди подібні лише до

одного із батьків, тобто один алель гена повністю приховує наявність іншого. Але у багатьох випадках наявність рецесивного алеля виявляється якимось чином, це явище неповного домінування, яке реалізується у гетерозиготних форм. Це можна пояснити тим, що домінантний алель контролює активну форму білка-фермента, а рецесивний – ті ж самі білки-ферменти тільки зі зниженою ферментативною активністю.

*Наддомінування* в тому полягає, що домінантний алель в гетерозиготному стані проявляється сильніше, ніж у гомозиготному.

*Кодомінування* – у гетерозигот проявляються ознаки, які детермінуються обома алелями, тобто кожний з алелів кодує певний білок і у гетерозигот вони обидва синтезуються.

*Комплементарними* називають такі гени, які доповнюють один одного при формуванні певної ознаки, тобто прояв ознаки залежить від наявності декількох неалельних домінантних генів.

*Епістаз* – це пригнічення неалельним геном дії іншого гена.

*Полімерія*. Прояв будь-якої ознаки може бути підсилений різними домінантними неалельними генами. Це однозначні або полігенні гени, це два або більше домінантних алелів, однаково впливають на розвиток однієї й тієї самої ознаки. Їх позначають однією літерою з цифровими індексами ( $A_1$ ;  $A_2$ ;  $A_3$ ).

Отож, вивчення типів взаємодії генів свідчить про те, що генотип є цілісна система і розвиток його обумовлений складними взаємовідносинами між генами. На розвиток якоїсь однієї ознаки діють багато генів і в той же час один і той же ген може діяти на розвиток декількох ознак; можливо, що кожний ген проявляє основну дію на якусь «свою» ознаку і одночасно є модифікатором для інших ознак. В процесі індивідуального розвитку генотипу фенотип виявляється результатом взаємодії усіх його генів з зовнішнім середовищем. В історичному розвитку органічного світу виживали лише ті організми, в яких взаємодія генів дала найсприятливішу реакцію в онтогенезі.

**Закономірності мінливості.** Мінливість розглядають як результат реакції генотипу на умови зовнішнього середовища. Властивість живої природи змінюватись є одним із факторів еволюційного процесу. Саме мінливість забезпечує різноманітність організмів, є джерело нових форм генотипів і фенотипів для природного і штучного добору.

Розрізняють мінливість: фенотипову, комбінаційну та мутаційну.

Фенотипова мінливість організмів складається із спадкової і неспадкової. До спадкової відносять ту мінливість, яка пов'язана із зміною генетичного матеріалу, що передається нащадкам. Неспадкова мінливість – це лише прояв здатності генотипу реагувати на умови довкілля в межах норми реакції. Зміни фенотипу як наслідок змін генотипу є спадковою мінливістю, а неспадковою лише зміни фенотипу, які не чіпають генотип.

Неспадкову мінливість називають ще модифікаційною, вона не передається наступним поколінням.

Спадкову мінливість поділяють на комбінаційну і мутаційну. Комбінаційна мінливість – наслідок таких явищ як: незалежного розподілу хромосом у мейозі та випадкового поєднання їх у зиготі, що створює розмаїття гібридних форм; та процесів генетичної рекомбінації, за яких у хромосомах утворюються нові комбінації алельних генів вихідних батьківських форм. При комбінаційній мінливості структура хромосом і генів не змінюється, варіюють лише комбінації генів та взаємодія їх у геномі. Ця мінливість – явище вторинне, а мутаційні процеси – первинні.

Мутаційна мінливість – така мінливість, за якої виникають нові алелі генів і істотніші перебудови генетичного апарату клітини. Ці перебудови можуть відбуватися на рівні хромосом та інших носіїв генетичної інформації, вони завжди незворотні і передаються із покоління в покоління.

*Модифікаційна мінливість.* Нездатність модифікаційної мінливості успадковуватись була з'ясована не відразу. Ж.Б. Ламарк (1744-1829) в своїй еволюційній теорії припустив помилку, за якою зміни, що набуваються у процесі життя, успадковуються. Ч. Дарвін (1809-1882) також допускав можливість успадкування набутих ознак.

Першим науковцем, що спеціально досліджував модифікаційну мінливість був К. Негелі (1865), але ж він залишався прибічником помилкової теорії Ж.Б. Ламарка. Тільки А. Вейсман (1833-1914) заявив, що фенотипові зміни в соматичних клітинах не можуть впливати на властивості клітин генеративного зародкового ряду і, врешті, гамет. В. Йогансен експериментального підтвердив неспадковість модифікацій. У подальшому дослідями інших авторів цей висновок був підтверджений і набув силу закону у вигляді центральної догми молекулярної біології, за якою інформація може передаватися від нуклеїнових кислот до білків і ні як не в зворотному напрямку.

Не слід думати, що генетичний апарат клітини не має ніякого відношення до модифікацій, бо модифікаційна мінливість здійснюється в межах норми реакції, а вона визначається генотипом. Ступінь варіювання ознаки називають нормою реакції. Широчінь норми реакції обумовлена генотипом і залежить від важливості ознаки у житті організму. Вузька норма реакції властива таким ознакам, як розміри серця або головного мозку. В той же час кількість жиру в організмі змінюється у дуже широких межах. Переважна більшість модифікацій, які виникають у межах норми реакції генотипу, є адаптивними, тобто сприяють виживанню даного організму за конкретних умов середовища. Більш ефективно виживання особин, в свою чергу, сприяє збереженню популяції і виду. Тому адаптивні модифікації грають важливу роль у процесах еволюції, хоч у порівнянні із спадковою мінливістю вони значно менші.

Таким чином, модифікаційна мінливість характеризується:

- неспадковістю;
- груповим характером змін;
- відповідністю змін дії певного фактора середовища;
- обумовленістю меж мінливості генотипом.

*Мутаційна мінливість.* Генетична нуклеїнова кислота – матеріальний носій спадковості змінюється із покоління до покоління, завдяки цьому здійснюється біологічна еволюція. Передача ознак від батьків до нащадків – процес загалом консервативний, але ця консервативність не абсолютна. У функціонуванні систем реплікації, репарації, рекомбінації ... трапляються іноді помилки, внаслідок чого кількість ДНК у дочірній клітині та послідовність нуклеотидів у ній змінюється. Ці зміни спадкового матеріалу називають мутаціями, тобто це структурні зміни генетичного матеріалу, які ведуть до появи нових властивостей у клітині чи організмі.

Термін „мутація” вперше ввів в науку Г. де Фріз. Основні тези мутаційної теорії Г. де Фріза такі:

- мутація виникає раптово, без перехідних форм;
- нові форми, що виникли внаслідок мутацій, досить стійкі;
- мутації стійко передаються з покоління до покоління;
- мутації неспрямовані, змінюватися може будь-який локус, викликаючи зміни як безпечних, так і життєво важливих ознак;
- одні і ті ж мутації можуть виникати повторно;
- за своїм напрямком мутації можуть бути як корисними, так і шкідливими; як домінантними, так і рецесивними.

В сучасній генетиці залежно від принципів класифікації мутації поділяють на такі:

1. Залежно від виникнення мутацій:

- спонтанні, що постійно виникають у природі без очевидних причин і з певною частотою;
- індуковані мутації, що виникають у відповідь на дію різних факторів середовища.

2. За виявом у гетерозиготи:

- домінантні мутації;
- рецесивні мутації.

3. За відношенням до норми або так званого дикого типу:

- прямі мутації, за яких гени дикого типу перетворюються в алельні форми;
- супресорні і зворотні мутації, за яких відновлюється дикий фенотип.

4. За локалізації в еукаріотній клітині:

- ядерні, якщо мутації відбуваються в ДНК ядра;
- цитоплазматичні, якщо мутації відбуваються в ДНК цитоплазми.

5. В залежності від типу клітин, в яких виникають мутації:

- генеративні – виникають у статевих клітинах та їх попередниках;

- соматичні – виникають у соматичних клітинах і розповсюджуються за їх мітотичного поділу.

6. За фенотиповим виявом:

- морфологічні – мутації, що проявляються тими чи іншими змінами будови клітини та організмів;

- фізіологічні – супроводжуються порушенням фізіологічних функцій;

- біохімічні мутації, для яких встановлена суть основних порушень обміну речовин, в першу чергу на рівні білкових молекул.

7. За впливом на адаптивну здатність клітин і організмів:

- корисні мутації – за фенотиповим проявом імітують адаптивні модифікації і тому сприяють збереженню виду за даних умов;

- нейтральні мутації – не впливають на життєздатність клітин і організмів;

- субвітальні мутації – знижують життєвість генотипів на 10-50 %;

- напівлетальні мутації – знижують життєвість генотипів на 50-90 %

- летальні – призводять до загибелі 100 % генотипів, що мають таку мутацію;

- умовно-летальні мутації – проявляються лише за певних умов.

8. Залежно від змін генотипу:

- генні або точкові мутації – зміни структури ДНК в межах гена; змінюється хімічна структура ДНК, змінюється послідовність нуклеотидів, змінюється білок, кодований даним геном;

- хромосомні мутації або хромосомні перебудови, змінюється видима структура хромосом: 1) переніс хромосоми на негомологічну хромосому – *транслокація*; 2) поворот ділянки хромосоми на  $180^{\circ}$  – *інверсія*; 3) зникнення ділянки хромосоми – *делеція*; 4) кратне збільшення числа хромосом – *поліплоїдія*. Зміна числа хромосом може відбутися при мейозі і при мітозі. Порушення при мейозі ведуть до триплоїдності ( $3n$ ), при мітозі – до чотирьохплоїдності ( $4n$ ). Поліплоїдні організми більші і продуктивніші і це використовується в селекції;

- геномні мутації – випадкові зміни кількості окремих хромосом або кількості хромосомних наборів.

*Частота і причина мутацій.* Облік мутацій складний, так як вони рецесивні. Мутації виникають в статевих клітинах, проявляються фенотипово, якщо мутантний ген розмножується в популяції. Імовірність мутацій мала. Наприклад, тільки 5 % гамет мушки-дрозофіли несуть мутантні гени, а загальна кількість генів у неї декілька тисяч. Стійкість гена до мутацій приводить до більшої стійкості виду до змін. Мутації викликаються зовнішніми факторами: хімічними, космічними променями, радіацією.

Експериментальне отримання мутацій можливе за:

- рентгенівське та ультрафіолетове випромінювання;

- радіації;

- зміни температури та газового складу оточуючого середовища;
- зміни обміну речовин, яке приводить до зміни швидкості синтезу ДНК.

Отримання мутацій має практичне значення, тому що підвищує спадкову мінливість і дає матеріал для природного добору.

**Закон гомологічних рядів спадкоємної мінливості за М.І. Вавиловим.** Основні положення мутаційної теорії Г. де Фріза в подальшому були поглиблені і доповнені. Найвизначнішим і найважливішим із таких доповнень став закон гомологічних рядів спадкової мінливості, сформульований М.І. Вавиловим у 1920 р. Він звучить так: „Види та роди, генетично близькі, характеризуються схожими рядами спадкової мінливості з такою правильністю, що знаючи ряд форм у межах одного виду, можна передбачити знаходження паралельних форм у інших видів та родів. Чим ближче генетично розташовані у спільній системі роди та види, тим повніше схожість у рядах їх мінливості”.

Причиною схожих мутацій є спільність походження генотипів. М.І. Вавілов вказує, що гомологічні ряди часто виходять за межі родів і навіть родин. На прикладі злакових рослин він показав, що схожі мутації виникають у цілого ряду видів цієї родини. Так чорне забарвлення насіння зустрічається у жита, пшениці, ячменю, кукурудзи та ін., за винятком вівса, проса, пирію.

Таким чином, виявлення спонтанних або індивідуальних мутацій у одного виду дає підставу для пошуків схожих мутацій у споріднених видів рослин або тварин. Закон гомологічних рядів спадкової мінливості М.І. Вавилова стоїть у ряду найвидатніших наукових досягнень, які свідчать про єдність живої природи і про універсальність багатьох біологічних структур і функцій. Цей закон має пряме відношення до селекційної практики, до вивчення спадкових хвороб людини, тобто до медицини.

Питання лікування та профілактики спадкових захворювань не можуть бути вирішені без досліджень на тваринах із спадковими аномаліями, подібними до тих, що зустрічаються у людини. Відповідно до закону М.І. Вавилова, мутації, аналогічні спадковим хворобам людини, повинні зустрічатися у тварин. Дійсно, багато мутацій, виявлених у тварин, можуть служити моделями спадкових хвороб людини. Так, у собак спостерігається гемофілія. Альбінізм буває у багатьох видів гризунів, собак, свиней. Спадкова глухота існує у морських свинок, мишей, собак, свиней. Пороки розвитку у будові обличчя, гомологічні „заячій губі” та „вовчої пащі”, бувають у мишей, собак, свиней. Спадковими хворобами обміну речовин такими, як ожиріння та діабет, страждають миші. Крім відомих мутацій шляхом дії мутагенних факторів можна здобути у лабораторних тварин багато нових аномалій, схожих з тими, що зустрічаються у людини.

*Центри походження культурних рослин.* М.І. Вавілов озброїв селекціонерів методом пошуку вихідного матеріалу. Під його керівництвом і за безпосередньої участі були організовані експедиції по всій території колишнього Радянського Союзу, Ірану, Афганістану, Середземномор'я, Абіссинії, Центральної Азії, Японії, Північної, Центральної і Південної Америки. Результатом цієї роботи було вивчення М.І. Вавиловим світових рослинних ресурсів. Він встановив, що найбільше різноманіття форм певного виду зосереджено в тих районах, де цей вид виник. М.І. Вавілов на підставі своїх досліджень виділив сім світових центрів походження культурних рослин:

1) *Південноазійський тропічний* (тропічна Індія, Індокитай, південний Китай, острови південносхідної Азії) – батьківщина рису, цукрової тростини, бананів, кокосової пальми, баклажанів, солодкого перцю, деяких цитрусових та багатьох плодових;

2) *Східноазійський* – китайський (центральный і східний Китай, Японія, острови Тайвань, Корея) – батьківщина сої, проса, гречки, груші, яблуни, сливи, цитрусових;

3) *Південно-Західноазійський* (Мала Азія, Середня Азія, Афганістан, північнозахідна Індія) – батьківщина м'якої пшениці, жита, бобових, винограду, бавовника;

4) *Середземноморський* (всі країни узбережжя Середземного моря) – батьківщина маслини, усіх видів капусти, буряка, бобових кормових, сечовиці, цукрового буряка, конюшини;

5) *Абіссінський* (Ефіопія) – батьківщина кавового дерева, твердої пшениці, сорго, ячменю, нуту, бананів;

6) *Центральноамериканський* (південна Мексика, Гватемала, Гондурас) – батьківщина кукурудзи, американської квасолі, гарбуза, перцю, какао, мексиканської бавовни;

7) *Південноамериканський або Андійський* (Чилі, Перу, острів Чилое) – батьківщина картоплі, тютюну, арахісу, хинного дерева, ананасу, кокаїнових кущів.

**Селекція як наука.** Селекція (selection – добір) – наука про біологічні основи і методи створення сортів рослин, порід тварин і штамів мікроорганізмів з необхідними для людини ознаками та властивостями.

Теоретичною базою цієї науки є генетика, хоч селекція як сфера практичної діяльності людини стихійно виникла дуже давно – ще на зорі розвитку рослинництва і тваринництва, а генетика як наука нараховує лише століття. Величезне значення генетики для селекції полягає в тому, що без знання загальних законів спадковості і мінливості, без конкретної інформації про особливості організації геному і механізми успадкування досліджуваної ознаки у конкретного виду неможливо раціонально планувати і проводити селекційну роботу. І все ж таки селекція – це самостійна наука, яка враховує всі сучасні досягнення біології. Вона не є

чисто прикладною наукою при її надзвичайній важливості для сільського господарства, промисловості, медицини. Селекція являє собою еволюцію, спрямовану волею людини – так сказав про цю науку М.І. Вавілов.

Основними методами в селекції є підбір, гібридизація, добір і виховання. Гібридизація спирається на комбінативну мінливість. Завдяки їй вдається в одному гібридному організмі поєднувати цінні ознаки, які раніше існували у різних сортів рослин і порід тварин. Для цього потрібен ретельний підбір вихідного матеріалу, а вже потім добір вихідного матеріалу, виховання найкращих якостей із гібридного матеріалу. В селекції переважають дві форми добору: масовий та індивідуальний. Масовий добір здійснюється за фенотипом, при цьому враховують вплив природного добору, бо він завжди супроводжує штучний. Індивідуальний добір – це відбирання особин з відомим генотипом за аналізом продуктивності потомства.

Потомство однієї самозапиленої рослини, яка має однорідний гомозиготний генотип, називають чистою лінією.

У перехреснозапилювальних рослин і у тварин однорідність генотипу досягається схрещуванням близько споріднених форм. Цей процес називають *інбридингом*. Групу особин з однаковим гомозиготним генотипом називають інбредною лінією. Генотип чистих інбредних ліній більш-менш стабільний, але не абсолютно стабільний, так як в них відбуваються мутації. До того ж у них знижена життєздатність: стійкість проти захворювань, тому в селекції створюють декілька чистих інбредних ліній, між якими проводять схрещування. Цей процес називають міжлінійною гібридизацією, вона часто приводить до створення високопродуктивних рослин і тварин.

*Гетерозис* або „гібридна сила”, явище описане ще І.Г. Кельрейтером, попередником Г. Менделя. Воно виявляється у підвищенні життєздатності, росту і деяких інших особливостей і тому широко використовується у сільськогосподарській практиці. Гетерозис може торкатись далеко не всіх ознак рослин або тварин, тому часто ведуть селекцію на гетерозисний прояв певних ознак. А. Густафсон виділив декілька типів гетерозису у рослин:

- репродуктивний гетерозис проявляється підвищеною родючістю, збільшенням врожайності сільськогосподарських культур;
- соматичний гетерозис супроводжується підсиленням розвитком і ростом, збільшенням вегетативної маси рослин;
- пристосувальний або адаптивний гетерозис виражається підвищенням загальної життєздатності і стійкості до несприятливих умов.

Вияв гетерозису з деяких господарських ознак не завжди супроводжується підвищенням життєздатності і адаптивності рослин і



тварин. Навпаки, висока врожайність та велика маса роблять їх більш чутливими до несприятливих умов середовища. Ефект гетерозису можна закріпити шляхом вегетативного розмноження рослин або поліплоїдизації.

Максимальний вияв гетерозису спостерігається в  $F_1$ ; в наступних поколіннях ефект гетерозису зменшується і приблизно в  $F_8$  зникає зовсім.

Є кілька гіпотез пояснення причин гетерозису. Одна із них – у гібридів збільшується число доміантних алелів, які впливають на розвиток сприятливої ознаки. Друга гіпотеза – у багатьох алелях гетерозиготи можуть мати більш виражені ознаки, ніж доміантні гомозиготи.

В селекції істотну роль відіграє метод *віддаленої гібридизації* – це процес схрещування між сортами, які належать до одного виду; але ж проводять і міжвидове і міжродове схрещування. Так виведені перспективні гібриди пшениці і пирію, жита і пшениці; жита і ячменю (тритикале).

*Методи роботи І.В. Мічуріна.* Великий вклад в науку селекцію та в практичне застосування її знань для сільського господарства вніс І.В. Мічурін. Він широко користувався методами гібридизації, враховуючи складну природу гібридів, вважав, що гібридні сіянці на деяких стадіях розвитку проходять критичні періоди, в які відбувається реалізація різноякісних батьківських генів. В своїй роботі І.В. Мічурін використовував такі методи, як метод ментора, метод вегетативного зближення, метод посередника, метод суміші пилку. Він також приділяв багато уваги акліматизації південних плодкових рослин, започатковував просування їх на північ (виноград, абрикос, черешні...). В результаті такої кропіткої роботи І.В. Мічурін вивів значну кількість сортів та гібридів плодкових рослин, високоврожайних, зимостійких, з високими смаковими якостями.

*Селекційна наука і практика в Україні.* Перші генетичні і селекційні дослідження в Україні належать А.О. Сапегіну, який ще в 1912 р. читав цикл лекцій з генетики і цитогенетики в Новоросійському (Одеському) університеті, а організована ним Одеська селекційна станція в 1928 р. була реорганізована в Український селекційно-генетичний інститут, який і сьогоднішній день є провідним закладом у селекції зернових культур і розробці теоретичних основ селекції. Перший у країні селекційний вуз (Маслівський сорто-селекційний технікум) підготував багато кваліфікованих спеціалістів, серед яких відомі селекціонери Ф.Г.Кириченко, П.Ф. Гаркавий, В.С. Губернатор, П.А. Лубенець – автори видатних сортів пшениці, ячменю та інших культур. Вони працювали в Одеському селекційно-генетичному інституті.

Вчені України приймали активну участь у розробці її еволюційно-генетичних проблем (Поляков І.М., Шмальгаузен, Ситько Н.О., Лукін Е.І.). Вперше в Україні В.М. Лебедев в 1931 р. отримав плодючі міжродові пшенично-житні тетраплоїдні гібриди, а в 1976 році А.Ф. Шуліндін

створив перший вітчизняний сорт озимого гексоплоїдного тритикале зернового напрямку. Добре відомі роботи українських дослідників по віддаленій гібридизації (В.П. Зосимович; І.І. Марченко; С.Х. Дука).

Широке використання в сільському господарстві України знайшли гетерозисні форми рослин, виведені дослідниками Б.П. Соколовим, О.С.Мусійко, П.Ф.Ключко, В.С. Козубенко, Т.К. Шиманським і багатьох інших.

Досягнення біохімічної та молекулярної генетики також сприяють селекції рослин і тварин. Українські вчені розробили ряд нових підходів щодо визначення і прогнозування цінних властивостей форм і сортів на підставі електрофорезного вивчення поліморфізму запасних білків (О.О.Созінов, Ф.О. Попереля, В.І. Глазко, Ю.М. Сиволап).

Добре відомі досягнення українських вчених у селекції сільськогосподарських та промислових тварин. Центром такої роботи став заповідник Асканія Нова на Херсонщині.

## **1.6 Закономірності біологічної еволюції.**

Еволюційне вчення – це вчення про історичний розвиток живих істот, який відбувався на протязі багатьох мільйонів років, починаючи з виникнення життя на Землі. За цей час з'явилися і вимирали різні види рослин і тварин. Кожний вид добре пристосувався до умов існування. Звідки така різноманітність форм життя і така пристосованість їх до умов довкілля, „доцільність” у будові і функціях організмів? Незворотний, природний процес зміни одних видів другими йшов безперервно і привів до формування тваринних і рослинних форм, існуючих в сучасний період. Наука володіє багатьма доказами еволюції органічного світу, походженням одних видів від других. Ці докази засновані на даних палеонтології, ембріології, порівняльної анатомії та цілого ряду других наук. Вчення про походження біологічних видів та шлях їх змін є важливішою теоретичною основою сучасної біології.

Еволюційне вчення виникло і розвивалося в процесі тривалої боротьби між його прихильниками та послідовниками різних ідеологічних напрямків, відстоюючи ідею створення світу, незмінності органічних форм.

Видатніші біологи – Ж.Б. Ламарк, Є. Жоффруа, Сент-Ілер, Ч. Дарвін і багато інших внесли свій вклад в розробку еволюційного вчення.

Рішучу роль у доказах теорії еволюції, її творчому і логічному обґрунтуванні, визнанні і широкому розповсюдженні зіграли роботи Ч.Дарвіна. Саме тому, хоч теорія еволюції продовжує удосконалюватися і одержала подальший розвиток в роботах його послідовників, увесь цей розділ біології носить назву дарвінізму.

Думка про те, що сучасні живі організми походять від простіших, примітивніших, виникла давно. Зародки подібних ідей зустрічаються ще в трудах стародавньоіндійських та стародавньогрецьких філософів-матеріалістів. В античний період уже можна виявити багато відомостей про рівень природознавства того періоду. Адже в силу недостатнього накопичення фактичного матеріалу, але високого розвитку філософської думки увійшов у історію науки як період, коли всі зроблені висновки являлися ланцюгом умовиводів. У середні віки в науці панував застій. Матеріалістичні твори античних авторів знищувались як єретичні. У епоху Відродження після середньовічного занепаду відбувається стрімкий ріст науки.

Важливу роль в розвитку еволюційних уявлень відіграли роботи К.Ліннея, шведського вченого, який створив першу наукову класифікацію органічного світу.

Хоч ця класифікація і була штучною з великою кількістю різних недоліків, але ж він поклав початок науковій систематизації тварин і рослин. Основні принципи класифікації К. Ліннея збереглися до наших днів. Він запропонував усі види рослин і тварин називати латинською мовою двома словами. Перше – назва роду, до якого належить вид, пишеться з великої літери. Друге – назва даного виду, пишеться з малої літери. Такий спосіб найменування видів називають подвійною (бінарною) номенклатурою.

Близькі види об'єднуються у роди, роди – в родини, родини – в ряди, ряди – у порядки, а потім – в класи. Клас був вищою систематичною категорією в систематиці Ліннея, а основною одиницею являється вид.

На відміну від штучних систем сучасна нам систематика добре вивчених груп природна. Вона враховує не тільки внутрішню і зовнішню будову організму, а головне, спільність походження і відображає історію розвитку – еволюцію органічного світу.

У XVIII та в першій половині XIX ст. у розвиток еволюційних уявлень вагомий внесок зробили вчені М.В. Ломоносов, О.М. Радищев, К.Ф.Вольф, А.А. Каверзнев, І.Є. Дядьківський, К.М. Бер, К.Ф. Рульє, М.О. Сєверцов.

Думки про розвиток природи висловлювали і філософи-демократи О.Г. Герцен, М.Г. Чернишевський, М.О. Добролюбов, Д.І.Писарєв. У „Листах про вивчення природи” О.Г. Герцен висловлював думку, що в основі світу знаходиться матерія, ніким не створена і не знищувана, а всі форми і властивості живої природи є продуктом розвитку матерії. З цих позицій він підходив і до трактування загальнобіологічних положень; походження живого та його якісної своєрідності, взаємозв'язку процесів і явищ у природі, розвитку органічного світу, поступового ускладнення видів рослин і тварин, спорідненості живих істот, походження і розвитку свідомості, психічної діяльності.

Наприкінці XVIII ст. у біології нагромадився величезний описовий матеріал, але ж панували метафізичні уявлення. Багато вчених в той складний час все ж висловлювали ідеї про історичний розвиток природи. Першою теорією еволюції живої природи була теорія французького натураліста Ж.Б. Ламарка. Він був дійстом і вважав, що природу і закони її руху створив вищий божественний творець, але ж весь подальший розвиток природи відбувся без його впливу, а згідно з законами самої природи. Ж.Б. Ламарк стверджував, що всі живі тіла в своєму історичному розвитку проходять шлях поступового ускладнення організації, яку він назвав градацією. Процес еволюції живих організмів, градацію і пристосування до умов існування Ж.Б. Ламарк розглядав як результат впливу двох основних факторів: внутрішнього прагнення організму до вдосконалення та активного впливу середовища. Змінені умови середовища за Ж.Б. Ламарком в разі тривалого їх впливу настільки змінюють рослинний організм, що його можна віднести до нового виду. Отже, змінені умови зовнішнього середовища є безпосереднім фактором видоутворення. Свої основні погляди на механізм еволюції Ламарк формулює двома «законами». Перший «закон» оголошує: якщо орган або частина організму тварини тренуються, вони розвиваються; постійне невправлення послаблює орган, що призводить до зникнення, атрофірується. Другий «закон» Ламарка, або закон спадковості стверджує, що зміни, набуті особиною внаслідок вправлення чи невправлення, успадковуються. Погляди Ж.Б. Ламарка на успадкування придбаних ознак, виявились помилковими. Механізм еволюції заснований лише на природному доборі спадкових змін.

Ж.Б. Ламарк зробив великий науковий подвиг, так як у період панування метафізичних уявлень, створив першу еволюційну теорію, проголосивши принцип мінливості видів. Ч. Дарвін вважав Ж.Б. Ламарка своїм попередником. Однак, Ламарк не зміг з'ясувати механізм і рушійні сили еволюції, це зробив Ч. Дарвін. І все ж таки теорія Ж.Б. Ламарка пробуджувала думку дослідника і сприяла нагромадженню фактів на користь еволюції.

**Вчення Ч. Дарвіна про походження видів.** В першій половині XIX ст. економічний розвиток Англії сприяв розвитку еволюційних поглядів. На цей час Англія – дуже розвинена капіталістична країна, в якій зростало сільське господарство поряд з промисловістю. Це викликало зростання попиту на сільськогосподарську продукцію, що потребувало поліпшення методів селекції у рослинництві та тваринництві. З'явилися за короткий час нові високопродуктивні сорти зернових та інших культур та цінні породи великої рогатої худоби та овець. Ці досягнення в селекції спрямували думку науковців в бік визнання мінливості видів, історичного погляду на живу природу.

В цей же час Англія стала найбільшою колоніальною державою з добре розвинутим морським флотом, в склад екіпажів кожного корабля входили досвідчені натуралісти. Це дало змогу накопичення величезної кількості природничо-наукових фактів і колекцій в різних галузях науки, в тому числі і біології, який свідчив на користь еволюції. Накопичений матеріал потребував правильного пояснення і тлумачення. Необхідна була теорія, яка змогла б все розставити на свої місця. Такою теорією була теорія Ч. Дарвіна. В своїй основній праці «Походження видів шляхом природного добору», який він присвятив двадцять років, а також в трудах «Походження людини і статевий добір» і «Змінювання свійських тварин і культурних рослин» Ч. Дарвін розкрив рушійні сили еволюції. Він вважав, що ними являються: спадковість і мінливість; боротьба за існування та природний добір.

Дарвін матеріалістично пояснив виникнення та відносний характер пристосування дією тільки природних законів, без втручання будь-яких надприродних сил, відхиляючи вчення про види не пов'язані між собою і випадково створені Богом. Дарвін показав причини розвитку органічного світу від простих форм до складних, від нижчих до вищих, різноманіття видів і органічної доцільності і користь будь-яких пристосувань в даних умовах середовища.

На основі багаточислених наукових фактів він стверджував, що в природі спостерігається мінливість організмів, боротьба за існування, природний і штучний добір, що нові види, нові породи тварин, сорти рослин утворюються шляхом «розходження» ознак, або дивергенції. Згідно його теорії види рослин і тварин не сталі, а мінливі; сучасні види виникли природним шляхом від інших видів, які існували на Землі раніше; природна доцільність у живій природі сформувалась і формується шляхом природного добору корисних для організму неспрямованих змін. За теорією Ч. Дарвіна рушійні сили розвитку природи закладені в ній самій, і цими силами є спадкова мінливість, боротьба за існування, внаслідок чого виживають найбільш пристосовані до даних умов мешкання, тобто природний добір.

Результатом розвитку дарвінізму і біологічних наук на сучасному етапі є *синтетична теорія еволюції* (СТЕ), яка охоплює такі положення:

1. Матеріалом для еволюції є спадкові зміни – мутації.
2. Мутаційний процес має випадковий і неспрямований характер.
3. Природний добір ґрунтується на збереженні і нагромадженні випадкових і дрібних мутацій.
4. Найменша еволюційна одиниця – популяція, а не особина. Популяція – елементарна структурна одиниця виду.
5. Еволюція має дивергентний характер. Кожний вид має єдиний предковий вид.

6. Еволюція має поступовий і тривалий характер. Видоутворення як етап еволюційного процесу є послідовною зміною однієї тимчасової популяції низкою поступових тимчасових популяцій.
7. Вид складається з підвидів і популяцій, які відмінні між собою морфологічно, біохімічно, генетично, але репродуктивно не ізольовані. Вид з обмеженим ареалом і реліктові види недовговічні.
8. Обмін алелями, «потік генів» можливі лише всередині виду. Мутація з позитивною селекційною цінністю на території ареалу поширюється по всіх популяціях і підвидах, тому вид – генетично цілісна і замкнена система.
9. Основний критерій виду – його репродуктивна ізоляція для тих форм, яким притаманне статеве розмноження.
10. Макроеволюція, тобто еволюція на рівні вище виду, здійснюється шляхом мікроеволюції, в їх закономірностях немає різниці.
11. Еволюція непередбачувана, неспрямована, не має закінченого характеру.

**Вид, його критерії і структура.** В основі еволюційної теорії Ч.Дарвіна лежить уявлення про вид. Що таке вид та наскільки реальне його існування у природі? Ч. Дарвін не дав точного визначення виду, він вважав, що ця категорія умовна, тимчасова, історична. Утворення видів в природі, а також виникнення нових порід свійських тварин і сортів культурних рослин завжди супроводжується розходженням, або дивергенцією ознак як слідство мінливості, спадковості та добору. Так, по Ч. Дарвіну, утворюються нові види, бо вид – це колишня різновидність. Зрозуміло, виникнення нових різновидностей зв'язане з придбанням ними якихось нових вигідних особливостей, яких не було у вихідної форми. Тому вихідна форма виявляється непереможеною у боротьбі за життя і або згинула повністю, або відтиснута у інші райони. Перехідні форми між окремими видами, як правило, відсутні; вони гинуть у боротьбі за існування в результаті природного добору, так як не витримують конкуренції. Кожний вид виник із іншого виду і існує доти, доки не змінилися умови. Змінені умови спричиняють або вимирання виду, або його зміну і виникнення нових видів. І все ж таки вид реально існує у певному інтервалі часу.

Отже, види існують реально. Особини, що належать до одного виду, мають спільні, лише їм властиві морфологічні, фізіологічні, біохімічні, еколого-географічні і цитологічні особливості, а також однаковий каріотип і мешкають в однакових екологічних умовах, маючи свій ареал.

Видом називають сукупність особин, схожих за будовою, поведінкою, маючих загальне походження, які вільно схрещуються між собою і дають плодове потомство, та займають визначний ареал мешкання.

Одна з важливіших характеристик виду – його репродуктивна ізоляція, тобто наявність механізмів, що перешкоджають схрещуванню з

особинами іншого виду, внаслідок чого запобігають притоку генів ззовні. Захищеність генофонду від притоку генів від інших, у тому числі близькорідних видів, досягається різними шляхами: терміни розмноження у близьких видів не співпадають; при одних і тих же строках розмноження – не співпадають переважні місця розмноження. Випадкове запліднення між різними видами виключається. При міжвидовому схрещуванні іноді запліднення відбувається, але створені гібриди або визначаються зниженою життєздатністю, або виявляються безплідними і не дають потомства. Звісний приклад: мул – гібрид коня та осла, безплідний. Усі ці механізми в комплексі утворюють в природних умовах практично непроникливу генетичну ізоляцію між видами. Отож, вид – реально існуюча, генетично неділима одиниця органічного світу, здатна до еволюційного розвитку. Всі особини виду – не просто сума, а певна сукупність особин, яка має свою внутрішньовидову структуру.

**Популяція – форма існування виду.** Кожний вид займає більш або менш широкий ареал. Ареалом того чи іншого виду живих організмів називають територію, у межах якої цей вид зустрічається на земній поверхні. У різних видів ареали дуже різноманітні по розмірам і формі. Ареали одних видів охоплюють значну територію, других – значно меншу, третіх – зовсім маленьку. Форма ареалу також дуже варіює, часто являючи собою фігури дивовижних обрисів. У одних випадках – це єдина, цілісна територія, у других – окремі ізольовані ділянки і т.д. Різноманіття ареалів дуже велике, причому ареал кожного виду, як правило, індивідуальний, неповторний. Так, для видів, які мешкають на Байкалі, він обмежується тільки цим ареалом. Ареал виду може охоплювати величезні території в межах не тільки одного континенту, а і декількох континентів. Так, чорна ворона майже скрізь розповсюджена у Західній Європі, а Східна Європа і Західний Сибір населені іншим видом – сірою вороною. Існування визначних кордонів розповсюдження виду не означає, що особини вільно переміщуються всередині ареалу. Ступінь рухливості особин визначається відстанню, на яку може переміститися тварина – радіусом індивідуальної активності. У рослин цей радіус визначається відстанню, на яку розповсюджується пилок, насіння або вегетативні частини, здібні дати початок новій рослині. Для виноградного слимака радіус активності складає декілька десятків метрів, а для північного оленя – більше ста кілометрів, для ондатри – декілька сот метрів. Трав'яні жаби відкладають ікру в одному озері, вони ізольовані від жаб іншого озера, розташованого за декілька кілометрів від першого. Ізоляція неповна, оскільки окремі жаби можуть мігрувати від одного озера до іншого.

Особини будь-якого виду розподіляються всередині видового ареалу нерівномірно. Ділянки території з відносно високою щільністю особин чергуються з ділянками, де чисельність виду низька, або вид зовсім відсутній. Ні один вид не займає всю територію свого ареалу суцільно, бо

він далеко не всюди знаходить сприятливі для себе умови існування. Ареал кожного виду складається із окремих місць находжень, кожен із яких – це точка, де вид знаходить для себе необхідні умови існування (відповідний водний і поживний режим ґрунту, оптимальні температурні умови, відсутність сильніших конкурентів і т.д.) тому вид розглядається як сукупність окремих груп організмів – популяцій.

*Популяцією* називають певним способом відокремлену від інших сукупність особин одного виду, яких об'єднує спільність походження, місця існування, а також механізмів розмноження і адаптації. Популяція – це група організмів одного виду, що заселяє певну територію і розмножується ізольовано від інших популяцій того ж виду.

В біології є поняття *ідеальних і реальних* популяцій. Ідеальна популяція складається із безмежної кількості особин, між якими можливі вільні випадкові схрещування без будь-яких обмежень. Така популяція повністю ізольована і на неї не діють ніякі чинники, що можуть змінювати її структуру. Ідеальних популяцій у природі немає. Природні популяції завжди підлягають дії факторів зовнішнього середовища, вони завжди обмежені чисельністю особин. Природні популяції називають реальними.

Більшу внутрішньовидову сукупність становить підвид, який включає в себе популяції, зазвичай близькі за своїм ареалом.

Особини, які належать до різних підвидів і популяцій одного виду, вільно схрещуються між собою, тому підвиди і популяції – це генетично відкриті системи. Представники різних видів, як правило, між собою не схрещуються, тому вид є генетично закритою системою.

Реально вид існує у вигляді популяцій, які являються елементарною одиницею біологічної еволюції.

**Мікроеволюція. Генетичні процеси в популяціях.** Мікроеволюція – це процеси формування внутрішньовидових угруповань (популяцій, підвидів) до становлення нових видів. Ці процеси відбуваються всередині виду. Природний добір діє в групах організмів, тобто в популяціях. Сукупність генотипів усіх особин, які входять у популяцію, становить її генофонд. У популяції одночасно знаходяться особини як з домінантними, так і з рецесивними ознаками. Рецесивні алелі не витісняються домінантними. Це явище пояснили незалежно один від одного англійський вчений Х. Харді і німецький лікар В. Вайнберг. На основі математичного аналізу вони встановили, що в ідеальній популяції частота алельних генів, а природно, і генотипів залишається незмінною із покоління у покоління. Таким чином, процес успадкування як такий не впливає на частоту алелей в популяції і можливі зміни її генетичної структури є слідство інших причин. Ця закономірність і була названа законом Харді – Вайнберга, вона справедлива для ідеальних популяцій. В природних популяціях генофонд популяції змінюється.



Відносно стабільні гени з часом можуть змінюватися шляхом мутацій. В окремих генах мутації виникають рідко, але в генотипі генів дуже багато. В середньому одна гамета із ста тисяч – мільйона гамет несе знов виниклу мутацію у визначному локусі. Через те, що одночасно змінюються багато генів, то в середньому 10-15 % гамет несуть ті чи інші мутантні алелі. Природні популяції насичені самими різноманітними мутаціями, які широко розповсюджені в них. Однак, багато мутацій зустрічаються рідко і на протязі довгого часу кількість носіїв таких мутацій зберігається на низькому рівні. Це не дивно, так як генотип особин природних популяцій є наслідком тривалого добору кращих комбінацій генів. Тому більшість мутацій – відхилення від норми – виявляється шкідливими. Мутації, шкідливі в одних умовах, можуть підвищувати життєздатність особини в інших умовах.

Біологічна еволюція – це процеси змін і дивергенції біологічних форм у плані часу. Елементарною одиницею біологічної еволюції є популяція. Такою одиницею не може бути окремий організм, бо він представляє лише одне покоління і не може спадково змінюватися у часі, який в еволюції вимірюється багатьма поколіннями. Індивідуальні варіації, навіть спадкові, можуть не виявитися у даної особини і навіть у цілого покоління у відповідності з домінантно-рецесивними співвідношеннями алельних генів. Лише популяція відповідає всім вимогам елементарної одиниці еволюційного процесу і генетичні зміни, що в ній відбуваються протягом поколінь, називаються мікроеволюцією.

Будь-яку спадкову зміну в популяції називають елементарною еволюційною подією. Вважається, що генетичні процеси, які відбуваються в популяціях, тобто елементарні події мікроеволюції, лежать в основі *макроеволюції*, яка оперує видами і більш високими таксономічними одиницями. Отже, мутаційний процес – джерело резерву спадкової мінливості популяцій. Підтримуючи високий ступінь генетичного різноманіття популяцій, він створює основу для дії натурального добору.

*Дрейф генів* – випадкова, неспрямована зміна частоти алелів, які зустрічаються в популяції, що обумовлене періодичними популяційними хвилями, тобто періодичними коливаннями чисельності особин в популяції. *Популяційні або життєві хвилі* – це пристосувальні механізми, контролюючі та регулюючі заміщення індивідів у популяціях. Вони сприяють міцності популяцій. Їх дії забезпечують збереження такого розміру популяцій, при якому введення доступної енергії, необхідної для виживання популяцій, не перевищує деякої межі. Частіше всього дрейф генів зустрічається в нечисленних популяціях. В результаті дрейфа генів в популяції може збільшитися частота зустрічальності рідкісних алелей; деякі алелі можуть зникнути, тривалий період можуть зберігатися мутантні алелі, які знижують пристосованість особин до умов життя.

Генофонд популяції наповнюється також за рахунок генного притоку – міграцій особин із других популяцій, що несуть нові гени. Вони, як і мутації, при схрещуванні перший час у гетерозиготних організмів не проявляються. Одним із шляхів відносно швидкої зміни частот генів є випадковий розподіл генів, що і називається дрейфом генів.

В результаті дрейфу генів популяції, які спочатку мали подібну генетичну структуру, з часом все більше розрізнятимуться за нею незалежно від умов існування.

**Природний добір і його форми. Штучний добір.** Природний добір – це процес збереження і переважаючого розмноження в ряді поколінь організмів і груп організмів, у яких є корисні для їх життя і розвитку ознаки і властивості, що виникли в результаті різнонаправленої індивідуальної мінливості. Це тлумачення природного добору по Ч. Дарвіну допомогло йому розробити матеріалістичне пояснення причин виникнення доцільності будови живих організмів і прогресивної еволюції органічного світу.

Доцільність – це взаємозв'язок і відповідність всіх органів в організмі, пристосованість їх будови і функцій до існування в визначних умовах середовища. Вона виникає в процесі природного добору і тому еволюційний процес завжди має пристосувальний характер.

Дія мутаційного процесу, який створює генетичну неоднорідність всередині виду, не спрямована. Еволюційний процес – процес спрямований, пов'язаний з виробленням пристосовань, з прогресивним ускладненням будови і функцій тварин і рослин. Існує лише один спрямований еволюційний фактор – природний добір. Отож, природний добір – процес виживання найбільш пристосованих особин, які ведуть до переважного підвищення або зниження чисельності одних особин в популяції порівняно з іншими.

У ході природного добору основне значення має фенотип організму, який формується на основі генотипу. А оскільки за однаковими фенотипами можуть приховуватися різні генотипи, то схожі фенотипи, найбільш пристосовані до конкретної ситуації, можуть формуватися на різній генетичній основі. Тому природний добір – єдиний фактор еволюції, здійснюючий спрямовану зміну фенотипічного вигляду популяції і її фенотипічного складу внаслідок розмноження організмів з різними фенотипами.

В теперішній час відомо багато форм природного добору. Найбільше значення мають три з них: стабілізаційний, рушійний та розривний.

*Стабілізаційний добір* (відкрив І. Шмальгаузен) у постійних умовах середовища спрямований проти особин, ознаки яких відхиляються від середньої норми в ту чи іншу сторону. Помітні відхилення від середньої величини ознаки можуть виявитися несприятливими і вибраковуюються добром. У цьому разі добір спрямований на збереження мутацій, які

забезпечують меншу мінливість ознаки. Приклад: під час бурі гинуть довгокрилі (їх розбиває вітер) і короткокрилі (не вспівають ховатися) горобці.

В стабілізаційному доборі при відносно сталих умовах розмножуються особини, ознаки яких найбільш відповідають встановленій біологічній рівновазі. Виникаючі відхилення від встановленої норми відмітаються добором.

Приклад: у рослин – комахоопилювачів розміри і форма квіток дуже стійкі. Джмелі не здібні проникати в дуже вузький віночок квітки, хоботок метелика не може торкнутися надто коротких тичинок у рослин з довгим віночком. Квіти, не цілком відповідні будові комах – опилювачів, не утворюють насіння, і гени, обумовлюючі відхилення від норми, усуваються із генофонду популяції.

Стабілізаційна форма природного добору захищає створений генотип від руйнівного впливу мутаційного процесу. Цим пояснюється існування стародавніх форм. Завдяки стабілізаційному добору до наших днів збереглися „живі копалини”, які мешкають у відносно сталих умовах зовнішнього середовища. Це – гатерія з рисами рептилії мезозойської ери; латимерія – нащадок кистеперих риб, широко розповсюджених в палеозойську еру; північно-американський опосум – сумчаста тварина, відома з крейдового періоду; голонасінна рослина гінкго, схожа з деревинними формами, вимерлими в юрському періоді мезозойської ери.

*Рушійний добір* описав Ч. Дарвін. Він показав, що це – добір, який сприяє зрушенню середнього значення ознаки або властивості. Такий добір призводить до появи нової норми замість старої, яка вже не відповідає новим умовам. Рушійна форма добору діє при змінених умовах зовнішнього середовища. Зміна ознаки може відбуватися як в напрямку її підсилення, так і в напрямку послаблення. Як придбання нової ознаки, так і втрата будь-якої ознаки – результати дії рушійної форми добору. Редукція органів, втративших своє функціональне значення відбувається саме таким шляхом. В змінених умовах середовища більшу можливість вижити мають особини, генотипи яких забезпечують формування нових найбільш відповідних цим умовам ознак. Рушійний добір призводить до появи нового виду. Прикладом цього виду добору є: поява рослин – паразитів, без коренів і листя: стьожкових червів без травної системи (паразити), безкрилих птахів та комах. В Плімутській бухті (Англія) внаслідок постійного забруднення води органічними залишками на зміну попередній популяції краба виникла нова, здатна існувати в таких умовах.

*Розривний добір* призводить до дивергенції попередньої ознаки і формування не однієї, а двох або більше різних норм реакції. Цікавий приклад навів Ч. Дарвін стосовно комах-мешканців невеликих океанічних островів. Вони або добре літають, або зовсім не мають крил. Комахи раптовими поривами вітру зносились у море; зберігалися лише ті, які

могли протидіяти вітру, або зовсім не літали. Добір у цьому напрямку призвів до того, що на острові Мадейра із 550 видів жуків 200 видів – не літають.

У трав'янистих рослин тундри короткий вегетаційний період, за який вони утворюють насіння. За коротке північне літо рослини з довгим вегетаційним періодом не зможуть залишити потомство. В процесі добору перемагають рослини з коротким вегетаційним періодом, із генофонду виду зникають ті, які не змогли пристосуватися до навколишніх умов. Розривний добір протилежний стабілізаційному, він зберігає крайні варіанти і вибраковує проміжні. Цей добір зіграв певну роль в утворенні рас людини, він сприяв носіям адаптивних ознак в різних природних умовах.

Різні види природного добору діють сумісно. В природі рідко трапляються певні форми добору у чистому вигляді.

Процес видоутворення – складний процес, він може початися з однієї форми добору, але згодом починає переважати інша форма, тому що умови існування виду постійно змінюються. Загалом природний добір вдосконалює адаптації, створює різноманіття форм життя.

*Штучний добір* відрізняється від природного тим, що він здійснюється людиною на її розсуд з метою отримання нових сортів рослин, порід тварин і штамів мікроорганізмів. Природний добір відбувається в природних умовах під впливом факторів середовища, але без цілеспрямованого втручання людини. Друга особливість штучного добору полягає в тому, що людина може відібрати потрібні їй генотипи в значно коротший час, обмежити або повністю виключити випадкові схрещування, штучно збільшити мутаційну мінливість. Мінливість не створюється людиною: вона лише піддає організм новим життєвими умовам, у відповідь на що можуть виникати зміни. Ч.Дарвін виділив дві форми мінливості: визначену (групову) і невизначену (індивідуальну). Визначена або групова мінливість характерна тим, що велика кількість особин сорту чи даної породи змінюється однаково за якихось певних причин, тобто вона виникає внаслідок прямого впливу конкретних умов довкілля, зберігається в усіх організмах цієї породи чи сорту до тих пір, поки діють ці умови зовнішнього середовища.

Невизначна мінливість, або індивідуальна виявляється тоді, коли вона проявляється у окремих особин сорту чи породи як відповідь на зміни довкілля. Саме вона є добрим матеріалом для селекціонерів, бо відбувається в різних напрямках, не має прямого пристосувального значення і стало передається у спадок. Систематичне збереження людиною особин сорту або породи з певними цінними ознаками і властивостями в ряду поколінь і є процес утворення нових сортів культурних рослин і порід свійських тварин і має назву штучного добору. В своїх дослідженнях Ч.

Дарвін виділив дві форми штучного добору: несвідомий і методичний (або свідомий).

*Несвідомий добір* використовувався людиною ще на зорі розвитку землеробства та тваринництва як форма селекції. При одомашненні тварин і інтродукції рослин не ставилась пряма задача виведення нових сортів та порід, але ж процес збереження для розмноження кращих особин, більш урожайних або з іншими цінними якостями, несвідомо відбувався. Вибраковувалися, тобто використовувалися в їжу гірші особини. Ця форма штучного добору існує і нині. А прояв позитивних сторін виявляється повільніше.

*Методичний добір* тим і характерний, що науковець, накресливши конкретне завдання вивести новий сорт або породу з цінними ознаками, тривалий час, на протязі десятка років, веде ретельну роботу до вибору вихідного матеріалу у кожному поколінні. Ретельність роботи в тому, що для відібраних особин створюють відповідні умови життя і особливий догляд, а потім методично із покоління в покоління ведуть суровий добір кращого матеріалу і вибраковують той, що не задовольняє вимогам. Отже, ця форма добору – процес творчий. Для успішного штучного добору необхідний насамперед високий ступінь мінливості вихідного матеріалу і величина вихідної партії. Збереженню відібраного матеріалу сприяє запобігання схрещуванню з іншими формами. Людина проводить штучний добір у різних напрямках, це призводить до розходження ознак – дивергенції.

Виникнення нових форм завжди пов'язане з пристосуванням до місцевих географічних та екологічних умов існування. Так, клас ссавців розпався на багаточисленні ряди, для яких характерний визначний рід їжі, особливості місцемешкання, тобто умови існування (комахоїдні, рукокрилі, хижакі, копитні, китовидні, гризуни). Кожний із цих рядів, в свою чергу, розділювався на родини, яким властиві не тільки специфічні морфологічні ознаки, а і екологічні особливості (форми бігаючи, лазаючи, стрибаючи, плаваючі). Всередині кожної родини роди і види відрізняються по образу життя, об'єктам харчування. Тобто в основі всього еволюційного процесу лежить явище розходження ознак – дивергенція. Дивергувати можуть не тільки види, а і роди, родини, класи. Дивергенція будь-якого масштабу – це результат дії природного добору в формі групового добору (зберігаються або усуваються види, роди, родини...). Груповий добір заснований на індивідуальному доборі всередині популяції. При цьому своєрідність морфологічних особливостей організмів, придбаних у процесі дивергенції, має деяку єдину основу у вигляді генофонду споріднених форм. Кінцівки лазаючих, стрибаючих, плаваючих, риючих ссавців відрізняються одні від одних, але всі вони мають єдиний план будови і є п'ятипалою кінцівкою, характерною для класу ссавців в цілому. Тому органи, відповідні один до одного за будовою і маючі загальне

походження, незалежно від виконуваних ними функцій називають гомологічними. Приклади гомологічних органів: крило птаха, крило кажана, передня кінцівка кішки, рука людини, ласт тюленя, риюча кінцівка крота. У рослин: вуса гороху, голки барбарису, шпичаки кактуса (видозміннені листя). Різноманіття форм виникає саме за дивергенції.

В процесі штучного добору у різних за походженням організмів за подібних вимог виникають однакові ознаки, тобто відбувається зближення ознак, що називають *конвергенцією*. Схожість ознак виникає при однаковій функції і обмежується лише органами, на які безпосередньо впливають одні і ті ж фактори середовища.

У хребетних тварин конвергентну схожість виявляють ласти морських рептилій і ссавців. Схожий образ життя сумчастих і плацентарних ссавців привів їх незалежно один від одного до формування пристосувань шляхом конвергенції (європейський кріт і сумчастий кріт, сумчастий летун і білка-летяча, сумчастий вовк). Але історично сформована організація у цілому ніколи не конвергує. Зближення ознак торкається в основному лише тих органів, які безпосередньо зв'язані з подібними умовами середовища. Конвергентна схожість будови органів спостерігається у груп тварин, які далеко відстоять один від одного у систематичному відношенні. У організмів, які мешкають у повітрі є крила для польоту. Але ж крила птаха і кажана – змінені кінцівки, а крила метелика – виріст стінки тіла. Органи, які виконують схожі функції, але мають принципово різну будову і походження, називають *аналогічними*.

Одне із загальних правил еволюції – правило її необерненості. Так, якщо на якомусь етапі від примітивних амфібій виникли рептилії, то рептилії не можуть знову дати початок амфібіям. Для будь-якої групи організмів історія розвитку не проходить безслідно, і пристосування до середовища, в якому колись мешкали предки, здійснюється вже на іншій генетичній основі.

Вчення Ч. Дарвіна про штучний добір допомогло йому з'ясувати причини і форми еволюції у природі, де зміни існуючих видів і виникнення нових відбуваються незалежно від бажання і впливу людини.

*Основна рушійна сила еволюції – природний добір.* Організми у своїй життєдіяльності утворюють безліч зародків, дякуючи чому завжди народжується більше число особин, ніж можуть вижити. Навіть у тварин, які повільно розмножуються число потомків дуже велике. Так, кожна пара слонів дає шість дитинчат за 100 років життя. Виходячи з цього, через 750 років потомки однієї пари слонів склали б 19 млн. особин. У організмів, які швидко розмножуються, вражаючі цифри: одна пара мишей, вільно розмножуючись через 7 років дала б стільки потомків, що вони заповнили б усю сушу земної кулі. Одна особина інфузорії-туфельки за один рік шляхом ділення дає  $75 \times 10^{108}$  особин. Одна молочнокисла бактерія за дві доби утворює 50 млрд. потомків. Декілька діб достатньо, щоб вони при

сприятливих умовах цілком вкрили б всю Землю. Потомство однієї пари сірих пацюків через рік могло б досягти 40 тисяч особин. Тобто всі організми в природі мають тенденцію розмножуватися у геометричній прогресії, причому кожний вид потенційно має можливість збільшувати свою чисельність необмежено. Але ж у природі геометрична прогресія розмноження ніколи не реалізується, фактично організмів народжується завжди більше, ніж їх виживає. За образним висловленням В.І. Вернадського „тиск життя” обумовлює виживання нечисленної кількості організмів у „боротьбі за існування”, що являє собою усю багатовидовість взаємовідносин між тваринами, рослинами і мікроорганізмами. Боротьба за існування, по Ч. Дарвіну, - поняття метафоричне. Вона може бути трьох видів: боротьба з силами природи; міжвидова та внутрішньовидова.

Перший вид боротьби – боротьба з силами природи – являє собою складні взаємовідносини організму з навколишніми умовами, з середовищем. Виживають при цьому тільки ті форми, які краще пристосовані до навколишніх умов існування (клімат, ґрунт, вода і т.і.). Наприклад, рослини пустель не мають широкого листя, яке випарювало б дорогоцінну вологу в посушливому кліматі. Високогірні рослини і рослини тундри частіше бувають низькорослими, що краще захищає їх від холодних сильних вітрів і сприяє найпродуктивнішому використанні теплонижчих шарів повітря. Тварини арктичних областей мають густіше хутро, товсту шкіру, жировий шар підшкіряної клітчатки у них більш розвинутий. „Кораблі пустелі” – верблюди мають товсту шкіру на подошвах ніг, яка захищає їх від розпеченого піску, а в горбах – запас жиру, який окислюючись, не тільки дає необхідну енергію, а утворює ще необхідну для життєдіяльності воду.

*Міжвидова боротьба*, по Дарвіну, це боротьба між різними видами; між різними рослинами, між рослинами і рослиноїдними тваринами, між рослиноїдними хижаками.

Деякі види рослин нерідко є антагоністами. Одні із них гинуть навіть в присутності других. Так, озиме жито пригнічує розвиток озимої пшениці. Через три роки сумісного вирощування жито повністю витісняє пшеницю. Антагоністами є багато квітів: троянда пригнічує резеду; конвалія, поставлена в одну вазу з другими весняними квітами, знищує їх.

Боротьба між видами призводить до виникнення цілого ряду спеціальних пристосувальних особливостей організму.

Рослини і тварини часто володіють корисним для них захисним забарвленням. Гриби забарвлені під колір облетілого листя, біле зимове забарвлення полярної куропатки, зайця-біляка, горностаю робить їх мало помітними на снігу. У левів шкіра забарвлена під колір піску, у тигрів і леопардів барви шкіри імітують тінь тропічних лісів.

Деякі тварини володіють захисною схожістю за формою, кольором з різними предметами або організмами, така схожість називається мімікрією

від грец. мімос – актор). Гусениця метелика пядениці, яка сидить на гілочці, схожа на сухий пагін, комахи-палічники – на зелені гілочки, тропічний метелик каліма має крила, нижня поверхня яких нагадує засохлий листок. На лист дуже схожі хижі богомоли. Мальки морських сомів, мешкаючих у водах, які омивають західне узбережжя Африки, мають „колективну мімікрію”. Навіть при незначній небезпеці вони збираються у кулястий клубок (хвостами в середину, гострими головками назовні) і погрожуючи коливаються, схожі на морського їжака.

Деякі організми маскуються під отруйних або під хижі форми. Так, метелик-скловидка не тільки зовні схожий на осу, але він ще і погрозово гудить.

Зустрічаються організми, наділені спеціальними органами захисту, до яких відносяться шипи, колючки (кактуси, шипшина), голки (дикобраз), панцирі (черепахи, броненосці), отруйні волоски (кропива, деякі кишковопорожнинні), отруйні залози (павуки, змії, жалячі комахи), неприємний відлякуючий запах (багато рослин, лісові та постільні клопи). Американський скунс має під хвостом залозу, огидно пахучий секрет якої доводить до бігства навіть великих хижаків, а у людини може викликати запаморочення. Гострими зубами володіють акули, багато рептилій, ссавці; швидкими ногами – рослиноїдні тварини, що дозволяє їм тікати від ворогів, а хижакам – наздоганяти жертву.

У результаті міжвидової боротьби з'явилися ті пристосування, які потрібні рослинам і тваринам в їхніх складних взаємовідносинах між собою. Так, у деяких рослин, крім іншого, виробилась здатність виділяти антибіотики і фітонциди, у тварин виробився імунітет, тобто несприятливість до багатьох хвороб. При цьому паразити набули властивих лише їм ознак: значний розвиток статевої системи, інтенсивне розмноження, ферменти, які не дають змоги перетравлювати їх у кишках хазяїна. Хазяї паразитів теж пристосувалися до співжиття з ними.

Особливої інтенсивності на різних етапах еволюції міжвидова боротьба набувала у тому разі, коли вдосконалення однієї групи організмів зумовлювало потребу вдосконалення іншої, залежної групи: хижаки та їхні жертви; паразити і хазяї; комахи і комахозапилювальні рослини. Це приклади так званої спряженої еволюції (кoeволюції), яка є дуже важливою формою розвитку, оскільки приводить до тривалого взаємного вдосконалення багатьох груп живих організмів.

*Внутрішньовидова боротьба* – це конкуренція між особинами одного і того ж виду за їжу, світло, повітря, життєвий простір. Сюди ж відноситься боротьба за самку, яка визначає, хто із конкуруючих самців залишить потомство і передасть спадкові ознаки. Цей вид боротьби за існування має найгостріший характер. Особини популяції певного виду, найменш пристосовані до умов мешкання (неяскраве захисне забарвлення, менше виражена пристосувальна форма тіла, більш повільна реакція



сховатися і т.д.) насамперед стануть жертвами хижаків. Щодо хижаків, то здобич достається легше більш спритному, вмілішому, швидкому і т.д. Отже, всередині виду, в популяціях певного виду, перевагу в забезпеченні власного виживання мають найбільш пристосовані, вони також можуть краще подбати за своє потомство (забезпечити їжею, сховати від ворогів, навчити виживати).

До внутрішньовидової боротьби можна віднести також розподіл території мешкання на «мисливські ділянки», які визначаються у співочих птахів голосом, у ссавців найчастіше пахучими виділеннями.

«Контроль» за чисельністю популяцій здійснює сама природа. Надмірне збільшення особин призводить до нестачі кормів і при цьому у деяких мишоподібних гризунів падає родючість, а деякі птахи вбивають ослаблених, хворих пташенят.

Спалахи епізоотій, викликані надмірним зростанням чисельності популяцій, регулюють її. Так, хвороби лемінгів значно зменшують їх чисельність, але ж при цьому різко зменшується і чисельність песців, які живляться лемінгами. Але ж серед лемінгів виживуть ті, що мають імунітет проти хвороб, а серед песців ті, що швидше добудуть лемінгів; тобто і в тому і в другому випадках виживуть більш пристосовані.

Багато видів тварин живуть стадами (олені, косулі, гірські козли, дикі барани-муфлони, зубри, антилопи, моржі, морські котики, види морських риб) і колоніями (чайки, пінгвіни, чаплі, лелеки, граки). В стаді і в колоніях кращий захист від ворогів, цей образ життя також має пристосувальний характер. Але і хижаки також об'єднуються у зграї для спільного полювання (вовки, койоти, гієни).

В природі усі форми боротьби за існування тісно переплітаються між собою, що забезпечує формування доцільності будови живих організмів. Доцільність – це взаємозв'язок і відповідність усіх органів в організмі, пристосованість їхньої будови і функцій до існування в певних умовах середовища, тобто це результат історичного розвитку видів в певних умовах, тому вона завжди відносна і має тимчасовий характер.

**Відносність пристосування організмів.** Ні одна із пристосувальних ознак не забезпечує абсолютної безпеки для їх володарів. Завдяки мімікрії більшість птахів не займають ос і бджіл, однак серед них є види, які живляться і осами і бджолами і їх імітаторами. Їжак і птах-секретар поїдають без усякої шкоди для себе отруйних змій. Панцир наземних черепах захищає їх від ворогів, але хижі птахи підіймають їх у повітря і розбивають об землю, або об каміння.

Отже усі доцільні пристосування не абсолютні, а відносні; будь-які пристосувальні особливості організму допомагають у боротьбі за життя тільки в певних умовах. При зміні умов середовища вони виявляються непотрібними, некорисними або шкідливими для організму.

Постійний ріст різців гризунів – дуже важлива особливість, але ж при харчуванні їх твердою їжею. Якщо пацюків тримати на м'якій їжі, різці не зносяться, виростають до таких розмірів, що харчування стає зовсім неможливим. Тварини, які мають білий колір у зимовий період, добре помітні у безснігову зиму.

Крім того, разом з виробленням в процесі еволюції захисних властивостей у одних форм і у других виробляються пристосування, дозволяючі нейтралізувати ці захисні механізми. Так, рослини, вкриті пекучими волосками, наприклад кропива добре захищена від багатьох ворогів. Але гусінь деяких метеликів (німфалід) поїдає саме кропиву. Отруйна рослина молочай зазнає нападу від гусені молочайного бражника. Тверді ракушки, оточуючі м'яке тіло молюсків, зовнішній скелет голкошкірих не перешкода для риби зубатки, яка поїдає їх разом з ракушками та скелетами. Еволюційні зміни – утворення нових популяцій та видів, виникнення або зникнення органів, ускладнення організації – обумовлені розвитком пристосувань (адаптацій).

В деяких випадках за опанування нового середовища мешкання у тварин виявляються розвинутими ті органи або структури, які необхідні в цьому новому середовищі. Такі явища носять назву преадаптацій. Приклад преадаптації – вихід хребетних на сушу в девонському періоді. Для цього необхідні були дві предпосилки: наявність кінцівок, дозволяючих пересуватися по твердому ґрунту в умовах значно збільшеної сили тяжіння, і органів повітряного дихання – легенів. Цими особливостями будови володіли кистепері риби, саме вони дали початок наземним хребетним. Для кистеперих риб кінцівки були необхідні для повзання по дну водоймищ. Ковтання повітря і використання кисню за допомогою вип'ячування стінки кишки – примітивних легень – удавало можливість компенсувати дефіцит кисню у водоймах того часу. Зрозуміло, що подальше вся організація риб витерплювала глибокі зміни в процесі пристосування до життя на суші.

Явище преадаптації зайвий раз підкреслює пристосовний характер еволюції, заснованої на доборі корисних спадкових змін та прогресивних перетворень існуючих структур в процесі освоєння нових умов середовища.

**Біологічні наслідки набуття пристосувань. Біологічний прогрес.** Придбання популяціями і видами різновидних пристосувань забезпечує не тільки виживання їх в якомусь певному середовищі. Нові ознаки і властивості можуть сприяти освоєнню популяцією нових місць мешкання, нових джерел їжі. У цьому випадку виникає нова екологічна ніша, де конкуренція між спорідненими організмами різко ослаблена або відсутня. Це призводить до спалаху розмноження і широкому розселенню виду, що у свою чергу сприяє формуванню багаточислених популяцій, кожна із яких виявляється в декілька різних умовах і підпадає різноманітно спрямованій

дії добору. Генетична неоднорідність популяцій слугує основою для утворення нових, іноді багаточислених близькоспоріднених видів.

Показник доброї пристосованості групи організмів – її значна чисельність, широкий ареал і велика кількість підпорядкованих систематичних груп.

Таким чином, біологічний прогрес є результатом успіху у боротьбі за існування.

Відсутність необхідного рівня пристосованості призводить до біологічного регресу – зменшенню чисельності, скороченню ареалу, зниженню систематичних груп більш низького рангу. Біологічний регрес може призвести до вимирання. Так, на грані вимирання знаходиться уссурійський тигр, різко звужився ареал розповсюдження соболя, зникають деякі види птахів, не витримуючи змін в біоценозах із-за господарської діяльності людини.

**Головні напрямки еволюції.** Ч. Дарвін підкреслював, що природний добір не обов'язково веде до підвищення організації. Адаптації, благоприємні для виживання популяції, можуть бути спрямовані на спеціалізацію, в результаті якої групи організмів усуваються від конкуренції. Придбання спеціальних пристосувань за обмежених умов середовища не змінює рівня організації, але ж сприяє процвітанню виду. В деяких випадках виявляється вигідним перехід до сидячого образу життя і пасивного живлення, а також перехід до паразитизму. Такі адаптації, як правило, ведуть до спрощення рівня організації, до втрати органів активного життя.

При цьому виділяють три головних напрямки еволюції, кожний із яких веде до біологічного прогресу: 1) *ароморфоз* (морфофізіологічний прогрес); 2) *ідеоадаптацію*; 3) *загальну дегенерацію*.

*Ароморфоз* означає ускладнення організації, підняття її на більш високий рівень. Зміни в будові тварин в результаті ароморфозу не є пристосуванням до будь-яких спеціальних умов середовища, вони носять загальний характер і дають можливість розширити використання умов зовнішнього середовища (нові джерела їжі, нові місця мешкання).

Морфофізіологічний прогрес досягається підсиленням, диференціюванням і ускладненням функцій органів тварин і відповідними змінами в будові цих органів.

Ароморфози забезпечують перехід від пасивного живлення до активного (поява щелеп у хребетних), підвищують рухливість тварин (поява скелету як місця прикріплення м'язів та заміна пластів гладкої мускулатури у червів на пучки посмугованої у членистоногих), дихальну функцію (виникнення зябер і легень), забезпечення тканин киснем (поява серця у риб і розподіл артеріального і венозного кровопотоків у птахів і ссавців). Усі ці зміни, не будучи окремими пристосуваннями до конкретних умов середовища, збільшують інтенсивність життєдіяльності

тварин, зменшуючи їх залежність від умов існування. Загальна риса ароморфозів в тому, що вони зберігаються при подальшій еволюції і призводять до виникнення нових значних систематичних груп – класів, типів. В основі ароморфозів лежить будь-яке часткове пристосування, яке в даних умовах середовища зразу дає значну перевагу для організму, ставить його в благоприємні умови розмноження, збільшуючи чисельність.

*Ідіоадаптація* – пристосування до спеціальних умов середовища, корисне у боротьбі за існування, але воно не змінює рівня організації. Оскільки кожний вид організмів мешкає в певних умовах, у нього виникають пристосування саме за цих умов. До ідіоадаптацій відносяться захисне забарвлення тварин, колючки рослин, плоска форма тіла скатів і камбали. Багаточисленні перетворення п'ятипалої кінцівки ссавців, які дають можливість виконувати плавальну, лазаючу, риучу, хапаючи, літальну функції, також являють собою ідіоадаптації. Після виникнення ароморфозів і особливо при виході групи тварин в нове середовище мешкання починається пристосування окремих популяцій за умов існування саме шляхом придбання ідіоадаптацій.

Так, клас птахів в процесі розселення по суті дав величезне різноманіття форм. Розглядаючи будову ніг та дзьобів колібрі, горобців, чайок, страусів, папуг, шпаків, граків, орлів, пеліканів, пінгвінів і т.д., можна прийти до висновку, що уся різниця між ними зводиться до часткових пристосовань, хоч основні риси будови у всіх птахів однакові.

Щонайменша ступінь пристосування за дуже обмежених умов існування носить назву *спеціалізації*. Перехід до живлення тільки одним видом їжі, мешкання в дуже однорідному і постійному середовищі (в печерах) призводить до того, що поза цих умов організми жити не можуть. Так, колібрі живляться тільки нектаром тропічних квітів; або ж ведмідь-коала живиться тільки молодим листям певних евкалиптів, які ростуть в Австралії. Спеціалізація пригнічує еволюційні можливості групи і при швидких змінах умов середовища призведе до вимирання.

Біологічний розквіт досягається і спрощенням організації. *Загальна дегенерація* як шлях біологічного прогресу спостерігається у багатьох форм організмів. Види, які перейшли до паразитизму, втрачають органи активного життя. У рослин-паразитів атрофіруються коріння, листя. У стьожкових черв'яків (бичачий цип'як) редукуються органи чуття, травна система. Замість цього у них розвиваються різні присоски, причепки і особливо статеві системи. В результаті спрощення організації веде до біологічного розквіту.

**Утворення нових видів** – найважливіший процес в еволюції органічного світу. Процеси мікроеволюції постійно відбуваються всередині виду і це зумовлює утворення нових популяцій і підвидів. Відбувається цей процес тому, що в різних популяціях виникають різні мутації і, таким чином, формуються відмінні між собою генофонди. В

різних частинах ареалу виду неоднорідні умови існування можуть спрямувати добір у різних напрямках. Це призводить до дивергенції (розходження ознак).

Так по Ч. Дарвіну утворюються нові види. Згідно його поглядів, вид – це минула різновидність, „різновидність – призвідник виду”. Зрозуміло, поява нових різновидностей пов’язана з придбанням ними деяких нових вигідних особливостей, яких не було у вихідної форми. Тому остання виявилась переможеною у боротьбі за життя і або зникла повністю, або виявилась витісненою у другі райони.

Перехідні форми між окремими видами, як правило, відсутні: вони гинуть у боротьбі за існування в результаті природного добору, так як не витримують конкуренції. Це призводить до все більшого і більшого відокремлення виникаючих нових видів. Цей процес триває упродовж великого геологічного періоду.

Розрізняють у природі географічне та екологічне видоутворення.

*Географічне видоутворення* пов’язане з розривом, або роз’єднанням ареалів видів за різних причин. Ареали видів не залишаються незмінними протягом довгого часу. Площа їх в одних випадках розширюється, в інших скорочується. Первісно, в момент свого виникнення, вид часто має незначний за площею ареал (первісний ареал). Потім, якщо умови середовища сприятливі, відбувається розселення виду і ареал поширюється. Отож, коли вид досягає своєї мети розповсюдження, ареал перестає суттєво збільшуватися по площі і його межі більш менш стабілізуються. Іноді ареали виду бувають розділені на окремі більш менш значні частини (диз’юнктивний ареал). Причини роз’єднання ареалів бувають різними. В деяких випадках – це наслідок розходження континентів, або дрейфу материків. Друга можлива причина – катастрофічні зміни природного середовища (гірські утворення, морська трансгресія, обледеніння). Виникаючі при цьому непереборні завади можуть визвати диз’юнкцію ареалу. Це веде до ізоляції популяцій і видів, а згодом спричиняє і створення нових популяцій, підвидів і видів. В разі розширення ареалу популяції виду в нових умовах види вступають в контакт з іншими географічними факторами (клімат, ґрунт) і новими угрупованнями організмів.

*Екологічне видоутворення.* Кожний вид займає певний ареал, у різних частинах якого умови дещо відрізняються. І чим більший ареал, тим істотніші ці відмінності, бо видовий ареал охоплює, як правило, декілька екосистем. В екологічно розчленованому середовищі відбувається екологічна диференціація виду на біотики та екотипи (група особин будь-якого виду, пристосованих до умов певного середовища). Чим різноманітніші умови середовища в місцях існування даного виду, тим сильніше його екологічне розчленування. Вид поступово диференціюється на екологічні популяції. Формуються ізолюючі механізми, зменшується

потік генів, що поступово приводить до формування дочірнього підвиду, а потім і нового.

Межі між різними способами видоутворення умовні: на різних етапах мікроеволюції один спосіб змінює інший або вони діють сумісно. Первинна географічна ізоляція може згодом приєднатися до дії екологічної, що приведе до вдосконалення пристосувань, тому процес видоутворення має пристосувальний характер. Утворений вид стає генетично замкненою системою, на цьому мікроеволюція закінчується. І все ж таки вид, реально існуюча категорія, в історичному плані являється тимчасовою ланкою в ланцюзі процесу еволюції.

Результати еволюції виявляються у трьох взаємно пов'язаних наслідках: органічної доцільності, поступового вдосконалення організмів, різноманітності видів.

1. Дивовижна доцільність в будові органів і їх функцій живих організмів – наслідок виживання найбільш пристосованих. Вона має відносний характер. При зміні умов існування доцільність органів і їх функцій втрачається, тобто доцільність існує за певних конкретних умов і є наслідком добору.

2. Високоорганізовані, удосконалені за своєю будовою організми з'являються протягом тривалого часу в процесі еволюції. Цьому сприяє і підтримує добір. Але ж спеціалізація, тобто пристосування до вузьких умов існування не призвело до ускладнення організації. Тому і сформувалися численні види живих організмів з різними рівняннями організації.

3. Дивергенція, боротьба за існування (природний добір) зумовили велику різноманітність видів, пристосованих до різних умов існування.

*Макроеволюція.* Процеси мікроеволюційного і макроеволюційного рівня не мають між собою відмінності, вони здійснюються за одними і тими ж закономірностями. Макроеволюційні процеси приводять до формування надвидових систематичних категорій (родів, родин, рядів). Але і ж самі по собі ці категорії виникнути не можуть. Поява цих категорій – результат утворення нових видів, наслідок процесів, які відбуваються на мікроеволюційному рівні. Це пов'язано з перетворенням генофонду і дивергенцією в популяціях та природним добром. Нагромаджуючись, ці зміни спричиняють макроеволюційні явища. Особини, схожі за походженням, займаючи один і той же ареал, які вільно схрещуються між собою, і дають плодове потомство, утворюють вид. В наслідок дивергенції і природного добору цей вид дає нові види, тобто споріднені, тому утворюють рід. Споріднені роди об'єднуються у родини, родини – в ряди, ряди – в класи, класи – в типи.

## РОЗДІЛ 2

### ПОХОДЖЕННЯ ЛЮДИНИ

#### 2.1 Положення людини у системі тваринного світу

Проблеми походження людини у всі часи цікавило людство. Це одне із основних питань природознавства. Рішення цієї проблеми має принципове, світоглядне значення. Навколо питання про становлення людини з давньої давнини йшла ідеологічна боротьба. Ідея про природне походження людини змогла виникнути тільки на підставі матеріалістичного світогляду, зародки якого слід шукати ще в античному періоді (Емпедокл). Перші наївні уявлення про природне походження людини є також у творах римського натурфілософа Лукреція Кара. Римський лікар К. Галей вивчав анатомію мавп, вважаючи їх близькими до людини. В період середньовіччя матеріалістичні погляди стародавніх філософів були віддані забуттю. Прогресивні, природно наукові ідеї переслідувалися церквою. У 1619 році був спалений на вогнищі італійській філософ Лючіліо Ваніні за думку, яку він висловив в одному із своїх творів – про можливу спорідненість людини і мавпи. Засновник першої класифікації живих організмів К. Ліней, що стояв на позиціях незмінності видів, розділяв ідею про створення людини Богом, однак він помістив її у ряді приматів та дав бінарну назву їй – *Homo sapiens*.

По-справжньому наукова розробка поняття про антропогенез зв'язана з вченням Ч.Дарвіна. Думки про близькість людини до тваринного світу він висловив ще в 1837 році, а в книзі „Походження людини і статевий добір” (1871) спробував довести походження людини від мавпоподібних предків шляхом послідовних змін у результаті добору.

Проте в цій праці Ч.Дарвін враховував в основному біологічні фактори, які визначали еволюцію людини. І вже Ф.Енгельс у 1876 році в творі „Роль праці в процесі перетворення мавпи в людину” розкрив соціальні фактори.

Ч. Дарвін навів багато фактів, що підтверджували походження людини від тварин, які пізніше були доповнені працями багатьох вчених: Я.Я. Рогинського, М.Ф.Неструха, О.Н.Бадера, англійської сім'ї антропологів – Луїса Лікі, Мері Лікі, Роберта Лікі та інших.

Яке ж місце займає людина у системі тваринного світу? В ембріональному періоді розвитку людини існують ознаки, характерні для усіх представників типу Хордових: хорда, нервова трубка на спинній стороні тіла, зяброві щілини у глотці. Розвиток хребтового стовпа, двох пар кінцівок, розташування серця на черевній стороні тіла визначають належність людини до підтипу Хребетних. Чотирьохкамерне серце, дуже розвинута кора головного мозку, теплокровність, молочні залози, наявність

волосся на поверхні тіла свідчать про належність людини до класу ссавців. Розвиток плоду у тілі матері та харчування його через плаценту – це властивості, характерні для підкласу плацентарних. Такі ознаки, як кінцівки хапального типу (перший палець протистоїть усім іншим), нігті на пальцях, одна пара молочних залоз, добре розвинуті ключиці, зуби трьох типів, зміна молочних зубів на постійні у процесі онтогенезу, народження одного маля обумовлюють положення людини у ряді приматів. Більш особливі ознаки (редукція хвостового відділу хребта, наявність апендиксу, велика кількість звивин на півкулях головного мозку, чотири основні групи крові, розвиток мимічної мускулатури...) дозволяють віднести людину до підродини вищих вузьконосних мавп.

Тваринне походження людини підтверджується цілим рядом рекапітуляцій (коротке повторення основних етапів розвитку предків), вказуючи на те, що поява людини – наслідок тривалої еволюції хребетних.

У ембріональному періоді розвитку в зародку людини закладається двохкамерне серце, шість пар зябрових дуг, хвостова артерія, м'язи мають сегментарну будову. Це все ознаки рибоподібних предків. Від амфібій людина успадкувала плавальні перетинки між пальцями, які є у зародка. Слабка терморегуляція немовлят та дітей до п'ятирічного віку вказує на походження від тварин з несталою температурою тіла. Головний мозок плоду гладкий, без звин, як у нижчих ссавців. У шеститижневого зародка є декілька пар молочних залоз, закладається хвостовий відділ хребта, котрий згодом редукується і перетворюється у куприк. Таким чином, основні риси будови та ембріонального розвитку чітко визначають положення *Homo sapiens* у класі ссавців, ряді приматів. Разом з тим, людина має специфічні, присутні тільки їй властивості: прямоходіння, опорну стопу з дуже розвинутим першим пальцем, рухливу кисть руки, хребет з чотирма згинами, розташування тазу під кутом 60°С до горизонталі, дуже великий та об'ємний мозок з розвинутою корою, великі розміри мозкового та малі лицевого відділів черепа, біокулярний зір, обмежену плодовитість та ін. Ці властивості будови та фізіології людини – наслідок еволюції його тваринних предків.

Найважливішою якісною особливістю людини як біологічного виду є її здатність до праці.

Порівняльна морфологія дає багато фактів, які є свідомством про походження людини від вищих тварин. Про спорідненість людей з іншими тваринами свідчить ембріональний розвиток людини.

Тіло людини вкрите слабо розвинутим волоссяним покривом, але іноді зустрічаються люди, тіло і лице яких надмірно густо покрите волоссям (атавізм). Такий покрив у сучасних мавп, таким він був і у наших предків – стародавніх мавп. Так, в 70<sup>-х</sup> роках XIX століття в Росії на ярмарках та балаганах заповзятливий антрепренер демонстрував селянина Костромської губернії Андріана Євтіхіяєва і його сина Федора як „людей-



собак”: їх тіла і обличчя були вкриті волоссям. Звісний також „Левовий хлопчик” Стефан Бобровський, все лице і тіло якого були вкриті тонким довгим золотистим волоссям. Мексиканська танцюристка Юлія Пастрана (1834-1860) відрізнялася тою ж ознакою. У віці двадцяти шесті років вона померла при народженні мертвої волосатої дитини. А її волосата сестра народила нормальну дочку. В Індії зареєстрована волосата сім'я, де дід, батько і його син, а також всі жінки були волосаті.

Другий приклад атавізму у людей - додаткові соски, зустрічаються дуже рідко (число їх нерідко досягає навіть восьми і більше).

Предки людини, безсумнівно, володіли хвостом. Рудимент хвоста у вигляді куприка є у кожної людини. Як велика рідкість народжуються люди, які мають хоч і не дуже розвинутий хвіст. Зазвичай хвіст м'який, без хребців, але звісно випадки, коли у такому хвості були рудиментарні хребці. У 1848 році в Німеччині народився хлопчик з хвостом довжиною до 10 см. Хвіст ворухився, коли хлопчик плакав, кричав, сердився.

При дослідженні трупів людей приблизно в 10% випадків виявляються зародкові м'язи – залишку м'язів, які рухали хвіст у наших далеких предків.

У всіх людей є рудиментальні плавальні перетинки між пальцями, вони добре видні, якщо подивитися на кисть руки з затылля. Нашим віддаленим предкам – амфібіям, жившим у воді, такі перетинки були необхідні. Рідко вони бувають розвинуті у людей майже так як у жаб.

У людей у вушній раковині знаходять рудиментальні м'язи, які у наших предків викликали свавільний рух вуха. Проте доволі часто зустрічаються люди, здібні рухати вухами, - знову приклад атавізму.

На вушній раковині людини нерідко можна помітити і другий рудимент – дарвінів пагорбок. Це залишок гострокінцевого вуха стародавньої мавпи. Подекуди бувають люди з гострокінцевими вухами. До дуже стародавніх ознак, доказуючих нашу спорідненість з первинними хребетними – рибами, відносяться шийна фістула на місце незаростаючої другої зябрової щілини (дуже рідко зустрічається цей атавізм).

Напівмісячна складка або третя повіка, у внутрішньому куті ока, зуби „мудрості”, морганеві шлуночки у гортані людини, червоподібний відросток, або апендикс – все це рудиментарні органи, таких органів і структур у людини звісно біля 100.

Рудименти і атавізм рішуче свідчать на користь еволюційного походження людини.

Факти підтверджують велику подібність будови організмів і фізіології людини та людиноподібних мавп. Але ж ні горіли, ні шимпанзе не є прямими предками людини, насамперед тому, що вони її сучасники. Наука доводить, що людина і сучасні людиноподібні мавпи виникли від спільних предків, які жили в далекому минулому.

Важливою морфофізіологічною відміною людини від людиноподібних мавп є об'єм головного мозку. У людини в середньому він становить 1400

– 1600 см<sup>3</sup>, у мавп – до 600 см<sup>3</sup>. Площа поверхні півкуль переднього мозку у людини – 1250 см<sup>2</sup>, а в мавп у 3,5-4 рази менше.

## 2.2 Еволюція приматів. Тваринні предки людини

Плацентарні ссавці виникли у самому кінці мезозойської ери. Від примітивних комахоїдних ссавців відокремився ряд приматів. Понад 30 млн років тому з'явилися парапитеки, невеликі тварини, які жили на деревах і харчувалися рослинами та комахами. Їх щелепи та зуби були такими ж як у людиноподібних мавп. Їхньою батьківщиною була північно-східна частина Африки. Від цих мавп еволюція пішла в різних напрямках, вони дали початок гібонам, орангутангам і дріопітекам – деревним мавпам, які пізніше вимерли. Дріопітеки також дали три гілки, із яких дві повели до шимпанзе і горили, а третя – крізь ряд проміжних форм дала початок розвитку предків сучасної людини. Ця форма шляхом дивергенції утворила велике число видів австралопітеків (від лат. „аустраліс” – південний), які жили у Східній і Південній Африці.

Походження людини від мавпи, яка вела деревний спосіб життя обумовило особливості його будови, які в свою чергу стали анатомічною основою його здібності до праці та подальшої соціальної еволюції.

Образ життя тварин, які мешкають на гілках дерев, лазять і стрибають за допомогою хапальних рухів, обумовило відповідну будову кисті руки з протиставленням першого пальця. Розвивається плечовий пояс, який дозволяє виконувати рух з розмахом до 180°, грудна клітка стає широкою і плоскою у спинно-черевному напрямку; у той час, як у наземних тварин вона стає плоскою з боків. Ключиця зберігається у приматів, рукокрилих (летючі миші), але не розвивається у наземних тварин, що швидко бігають. Пересування на деревах у самих різних напрямках із змінною швидкістю, з необхідністю швидкої орієнтації привело до потужного розвитку головного мозку. Необхідність точного визначення відстані при стрибках викликає зближення очниць та появу бінокулярного зору. У той же час життя на деревах сприяло обмеженню плодючості. Зменшення чисельності нащадків компенсувалося ретельністю догляду за ними, а життя у стаді забезпечувало захист від ворогів.

У другій половині палеогену у зв'язку з початком горотворних процесів настало похолодання. Тропічні та субтропічні ліси відступили на південь, з'явилися широкі відкриті простори. Потім льодовики, які сповзли із гір Скандинавії, проникли далеко на південь. Мавпи, що не відкочували до екватора, залишилися на менш покритих лісом територіях, вони перейшли до наземного життя. Їм треба було пристосуватися до нових суворих умов і вести тяжку боротьбу за існування. Беззахисні проти ворогів, нездатні швидко бігати, доганяти поживу або рятуватися від

ворогів, могли вижити тільки дякуючи стадному образу життя, а також використанню звільнених від пересування рук.

Рішучим еволюційним кроком від мавп до людини виявилось прямоходіння. До цього висновку прийшов Ч. Дарвін у своїй праці про походження людини.

Одна із груп мавп, що мешкала 10-12 млн років тому назад, дала початок гілці, що веде до людини. Ці тварини, предками яких були дріопітеки, одержали назву австралопітеки. Ці мавпи жили на рівнинах, для пересування використовували в основному задні кінцівки, тобто були прямоходячими. Вони мали масу 20-30 кг та зріст 120 – 150 см, об'єм черепа – 500 см<sup>3</sup>. Знарядь праці у них ще не було. Очевидно, для захисту і нападу вони користувалися лише камінням та палицями, як це роблять і сучасні мавпи. Далі два-три мільйона років тому назад жили істоти більш близькі до людини, ніж австралопітеки. Рештки їх було виявлено у Східній Африці, в Кенії на березі озера Рудольфа. Вони мали масу мозку до 650 г, вміли обробляти каміння з метою виготовлення зброї. Ці людиноподібні мавпи здобули назву „людина вміла”. Таким чином, еволюція австралопітеків йшла у напрямку прогресивного розвитку прямоходіння, здібності до праці та досконалості головного мозку. Виготовлення знарядь обумовило перехід до нової стадії еволюції – появи стародавніших людей, або архантропів. Це I етап становлення людини. До нього відносять багато різноманітних знахідок скелетів. Зокрема, в Африці (олдувайський пітекантроп), в Азії (яванський пітекантроп і сінантроп), в Європі (гейдельбергська людина). Жили вони в різні часи: стародавніші – понад один мільйон років тому, „молодші” – 400 тисяч років тому. Натуральний добір зберіг ознаки, які сприяли зміцненню суспільного характеру пошуків здобичі та захисту від хижаків, здібності до навчання та досконалості руки.

Використання знарядь, стадний образ життя сприяли подальшому розвитку мозку та виникненню мови. Однією з ознак, що відокремлює людиноподібних мавп від людей, маса мозку, рівна 750 г. Якраз при цій масі мозку оволодіває мовою дитина. Мова стародавніх людей була дуже примітивною, але ж вона має якісну різницю вищої нервової діяльності людини від вищої нервової діяльності тварин. Слово, яке означає дію, трудові операції, предмети, а потім і абстрактні поняття стало важливішим засобом спілкування між людьми. Мова сприяла ефективній взаємодії членів первісного стада у трудових процесах, передачі накопиченого досвіду від покоління у покоління. У боротьбі за існування здобули перевагу ті первісні стада стародавніх людей, які стали піклуватися про старих, підтримувати особин, слабких фізично, але що володіють досвідом та виділяються своїми розумовими здібностями. Непотрібні раніше старі, яких спокійно з'їдали при нестачі їжі, тепер стали цінними членами суспільства, як носії знань. Мова сприяла розвитку мислення, досконалості трудових процесів, еволюції суспільних відносин. У процесі становлення

людини умовно виділяють три стадії: архантропи (найстародавніші люди), палеотропи (стародавні люди), неоантропи (сучасні люди).

Архантропи виникли біля 1 млн років тому. Відомо декілька форм найстародавніших людей: пітекантроп, синантроп, гейдельбергська людина. Зовнішньо вони вже схожі були з сучасною людиною, але відрізняються великими надбрівними дугами, відсутністю підбородкового виступу, великим похилим лобом. Маса мозку досягала 800-1000 г. Мозок мав більш примітивну будову, ніж у пізніших форм. Ці люди з успіхом полювали на буйволів, носорогів, оленів, птахів. За допомогою обтесаних каменів вони розробляли туші вбитих тварин. Жили вони, в основному, в печерах, де використовували вже вогонь. Водночас існувало багато форм архантропів, які стояли на різних ступенях розвитку та еволюція яких йшла у різних напрямках. Найбільш прогресивним напрямом еволюції людини було подальше збільшення маси головного мозку, розвиток суспільного образу життя, досконалість знарядь праці, більш широке використання вогню (не тільки для обігріву та пологання хижаків, але і для приготування їжі).

Палеонтропи з'явилися біля 200 тисяч років тому. Вони займали проміжне положення між архантропами та неоантропами. Їх ще звать неандертальцями за назвою долини Неарденталь поблизу м. Дюссельдорфа в Німеччині, де найвідоміші знахідки скелетів цих людей. Це була неоднорідна група. Вивчення чисельних скелетів показало, що в еволюції неандертальців при всьому різноманітті будови можна відмітити дві лінії. Одна йшла в напрямку міцного фізичного розвитку. Це були істоти з низьким скошеним лобом, низькою потилицею, з суцільним надбрівним валиком, слабозвинутим підборідковим виступом, великими зубами. При порівнянню невеликому рості (155-165 см) вони володіли надзвичайно міцно розвинутою мускулатурою. Маса мозку складала 1500 г. Гадають, що у неандертальців була в зародковому стані членороздільна мова.

Друга група неандертальців характеризувалася більш тонкими рисами – меншими надбрівними валиками, високим лобом, більш тонкими щелепами та більш розвинутим підборіддям. У загальному фізичному розвитку вони помітно поступалися першій групі, але у них значно збільшилися лобні долі головного мозку. Ця лінія розвитку неандертальців перемогла у боротьбі за існування не шляхом підсилення фізичного розвитку, а через розвиток внутрішньогрупових зв'язків під час полювання, захисту від ворогів, від несприятливих природних умов, тобто через об'єднання сил окремих особин. Цей еволюційний шлях 40 – 50 тисяч років тому привів до появи виду Людина розумна - *Homo sapiens*. Деякий час неандертальці та перші сучасні люди співіснували, а потім, приблизно 28 тисяч років тому неандертальці були остаточно витіснені першими сучасними людьми – кроманьйонцями. Таку назву вони одержали від назви містечка Кро-Маньон у Франції, де зроблені найвідоміші

знахідки рештів неантропів. Це були люди високого росту до 180 см з високим лобом і вмістом черепної коробки – 1600 см<sup>3</sup>. Суцільний надбрівний валик відсутній, розвинутий підборідковий виступ свідчить про володіння членороздільною мовою. Високий ступінь розвитку мозку, суспільний характер праці призвели до різкого зменшення залежності людини від навколишнього середовища, до встановлення контролю над деякими сторонами середовища мешкання. Еволюція людини вийшла з під ведучого контролю біологічних факторів і придбала суспільний фактор.

Такі властивості людини, як високозвинута центральна нервова система і мова, як засіб спілкування між людьми; розподіл функцій рук, ніг; неспеціалізована рука; створення суспільства - з'явилися наслідком трудової діяльності людини. На цю якісну своєрідність антропогенезу вказував Ф.Енгельс у роботі „Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека».

### 2.3 Сучасний етап еволюції людини

Усе сучасне людство належить до одного виду - *Homo sapiens*. Єдність людства витікає із спільності походження, схожості будови, необмеженого схрещування представників різних рас та плодовитості нащадків від змішаних шлюбів. У середині виду *Homo sapiens* виділяють три великі раси: *австралонегроїдну* (чорну), *європеїдну* (білу), *монголоїдну* (жовту). Кожна з них ділиться на малі раси. Крім того, існують і змішані раси, які сформувалися у місцях контактів великих рас.

Кожна з основних рас має свої характерні ознаки будови і свій ареал поширення. Різниця між расами зводиться до властивостей кольору шкіри, волосся, очей, форми носу, губ та інше. Виникли ці різниці у процесі пристосування людських популяцій до місцевих природних умов. Наприклад, чорний колір шкіри людей негроїдної раси захищає тіло від ультрафіолетового випромінювання в умовах інтенсивного сонячного освітлення, а кучеряве волосся, яке не щільно прилягає до шкіри, створює повітряний прошарок і запобігає перегріванню голови. Навпаки, світла шкіра людей європеїдної раси є наслідком пристосування їх до північного клімату, оскільки за малої інтенсивності сонячного освітлення тільки світла шкіра забезпечує синтез в організмі достатньої кількості вітаміну Д. У людей монголоїдної раси тонкі губи, вузький розріз очей, шкірна складка у внутрішньому куті ока (епікантус) – це наслідок пристосування до постійних вітрів у степу, що несли пісок і пил.

Виникнення рас – явище вторинне, так як всі основні ознаки людини як біологічного виду з'явилися до поділу рас, яка розпочалася 25-40 тисяч років тому, пов'язана з міграцією людей в різні зони і континенти Землі. В сучасний період внаслідок змішаних шлюбів триває процес стирання відмінностей між окремими расовими групами людей. Народи різних рас

перебувають на різних рівнях культурного розвитку, проте ці відміни визначаються суспільно-економічними факторами, а не біологічними особливостями людей.

Для сучасного етапу еволюції людини характерне різке зниження ролі біологічних факторів; провідне значення придбали соціальні фактори. Однак життєдіяльність кожної окремої людини підпорядкована біологічним законам. Зберігає своє значення і мутаційний процес як джерело генетичної мінливості. У відомій мірі діє стабілізуюча форма природного добору, яка усуває різко виявленні відхилення від норми. Втрачає своє значення ізоляція як еволюційний фактор. Зникнення класових, релігійних, расових та інших бар'єрів, підвищення частоти змішаних шлюбів приводить до підсилення фенотипічного різноманіття людства. У процесі соціальної еволюції все більш привабливі можливості для розкриття індивідуальності кожної людини. Суспільний характер праці дозволив людині виділитися із природи і створити штучне середовище мешкання.

## РОЗДІЛ 3

### СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД ЖИВОГО СВІТУ

Живі істоти вперше з'явилися на Землі приблизно три з половиною мільярда років тому. Їхні нащадки досягли такої великої різноманітності, що на цей час число видів, які населяють Землю, сягає біля 1.5 мільйона видів тварин та 0.5 мільйона видів рослин. Серед них є організми, що складаються з однієї клітини – одноклітинні форми, такі як бактерії і дріжджі, які мають мікроскопічні розміри. Великі організми, які ми звикли бачити навколо себе – багатоклітинні, що складаються з багатьох клітин, наприклад, тіло людини побудовано з багатьох мільярдів клітин.

Весь світ живих організмів поділяється на дві великі групи: *доядерні*, або *прокаріоти* (від грецьк. "про" – раніше і "каріон" – ядро). Сюди належать організми, що мають ядерну речовину, але не мають ядерної оболонки, і *ядерні*, або *еукаріоти* (від грецьк. "еу" – справжній). Ці організми мають оформлене ядро з ядерною оболонкою.

Базуючись на основних ознаках вияву життя, особливостях будови і життєдіяльності організмів, увесь сучасний світ живого на планеті систематики поділяють на 5 царств: *Віруси*, *Дроб'янки*, *Рослини*, *Гриби* і *Тварини*.

Вивченням різноманітності організмів, виявленням їх схожості та різниці, класифікацією по групах (таксонах) різного рангу займається наука – *систематика* (від грецького слова "sistematicos" – впорядкований, який відноситься до системи). Систематика служить базою для багатьох біологічних наук. Особливе її значення полягає у можливості орієнтуватися у безлічі існуючих та вимерлих видів організмів. Систематика важлива насамперед тому, що вона упорядковує все різноманіття живого та дає можливість легко знаходити місце для нового виду або різновидності. Ця наука дає картину філогенетичного розвитку живого світу, відображаючи родинні зв'язки між окремими групами організмів та допомагаючи вирішити одну з найважливіших проблем біології – походження нових видів та других систематичних категорій.

Основи систематики як науки були закладені видатним шведським вченим – природознавцем Карлом *Лінеєм* (1707 – 1778). Для позначення видів рослин та тварин він запропонував бінарну (подвійну) номенклатуру. Відповідно з нею кожний вид має назву, яка складається із двох слів. Перше слово означає назву роду, його пишуть з великої букви, друге – назву виду, його пишуть з маленької букви. Наприклад: – заєць– боягузливий *Zepus timidus*. Усього рід заєць включає 23 види. Інший приклад: картопля – *Solanum tuberosum*, баклажан – *Solanum melongena* та ін.

Наукові назви всіх живих організмів, у тому числі й рослин, слід подавати латинською мовою. У різних країнах цю рослину або тварину можуть називати по-різному, але наукова назва латинською мовою однакова у будь-якій країні, тому зрозуміла всім ученим.

Тому в наукових працях із ботаніки та зоології, визначниках і довідниках разом з українськими назвами рослин подаються назви латинською мовою.

Друге дуже важливе положення системи Лінея – у встановленні їм ієрархічної співпорядкованості таксонів нижчого порядку. Так близькі за ознаками *роди* утворюють *родину*. Декілька родин об'єднуються у *ряд*, *ряди* – у *класи*.

Основними таксонами є **відділ, клас, порядок (ряд), родина, рід і вид**.

Найвища категорія систематики – *тип*. Він включає декілька споріднених класів. Часто виникає необхідність у виділенні проміжних категорій: підтип, підклас, надклас та ін. Наприклад, місце розташування *собаки свійського* таке:

*царство* – тварини; *тип* – хордові; *підтип* – черепні; *клас* – ссавці;  
*ряд* – хижі; *родина* – собачі; *рід* – собака, *вид* – свійський.

*Вид* – це реально існуюча у природі категорія, вона основна найменша одиниця класифікації в системі живих організмів. Усі останні, вище розташовані в ієрархії категорії, придумані систематиками. Назва систематичних груп, більш значних, ніж рід, у ботаніці та зоології можуть відрізнятися. Отже, класифікація, яка відображає реальні співвідношення між групами, повинна враховувати їх родичеві зв'язки та погодження, тобто бути генеалогічною. Така класифікація називається природною.

З розвитком науки у систему живого світу вносять уточнення та доповнення. Так до недавнього часу органічний світ поділяли на 2 царства – царство Рослин та царство Тварин. У теперішній час до цих двох додали ще царство Дроб'янок, куди відносять прокаріот – бактерій та синьо-зелених водоростей, які не мають оформлене ядро, та царство Грибів. Виділення Грибів у окреме царство засновано на таких ознаках: гетеротрофний тип живлення, вміст у клітинній оболонці хітину (а не целюлози), відсутність хлоропластів, утворення у якості запасного енергетичного матеріалу глікогену (а не крохмалю) та присутність в обміні речовин сечовини.



### 3.1 ЦАРСТВО ВІРУСІВ (VIRA)

Віруси вивчає наука *вірусологія*. Відкриття цих організмів належить російському вченому Д.І. Івановському. Він тривалий час працював в Україні, зокрема в Нікітському ботанічному саду (Крим). Досліджуючи мозаїчне захворювання тютюну. За допомогою мікробіологічних фільтрів вчений намагався виділити його збудника, який, як припускав учений, мав належати до бактерій. Але навіть фільтри з найдрібнішим діаметром пор не могли його затримати, і профільтрований сік хворої рослини спричинював зараження здорових. Таким чином, у 1892 році Д.І.Івановський довів існування нової, невідомої досі науці, групи збудників захворювань, які згодом назвали *віруси* (від лат. *вірус* – отрута). Трохи пізніше були відкриті віруси, які вражають клітини тварин, а згодом - і бактерій (так звані *бактеріофаги*). Але оскільки більшість вірусів неможливо помітити у світловий мікроскоп, справжнє вивчення будови і життєдіяльності вірусів стало можливим лише у 30-ті роки нашого сторіччя завдяки електронному мікроскопу.

**Місце вірусів у системі органічного світу.** За сучасними уявленнями віруси як внутрішньоклітинні паразити складають окреме царство живої природи - царство *Vira*. Від представників інших царств (бактерій, рослин, грибів і тварин) віруси відрізняються тим, що *не мають клітинної будови*. Тривалий час точилася дискусія, чи можна взагалі вважати віруси живими об'єктами, оскільки поза клітиною-хазяїном вони не проявляють ніяких властивостей живого: у них відсутні обмін речовин, ріст, розмноження, подразливість тощо. Лише взаємодіючи із синтезуючими апаратами клітин-хазяїв, віруси здатні проявляти свою життєдіяльність.

У вірусів є лише *один вид нуклеїнової кислоти* (РНК або ДНК, унаслідок чого розрізняють *РНК- та ДНК-вмісні віруси*). У них *відсутні власні білоксинтезуючі системи*: нуклеїнова кислота вірусів здатна викликати синтез вірусних частинок клітиною-хазяїном. Отже, віруси можна визначити як *своєрідні неклітинні форми життя*, які здатні проникати в живі клітини і лише там здійснювати свої процеси життєдіяльності. Подібно до інших організмів віруси мають власний спадковий матеріал, який кодує синтез вірусних частинок з біохімічного матеріалу клітини-хазяїна, використовуючи її біосинтетичний апарат та енергію.

**Особливості будови та процесів життєдіяльності вірусів.** Вірусні частинки мають розміри від 15 до сотень нанометрів (найбільший серед вірусів тварин і людини збудник природної віспи – до 450нм), іноді - до 2000 нм (деякі віруси рослин).

Життєвий цикл вірусу складається з двох фаз: *позаклітинної*, на якій він не проявляє жодних ознак життєдіяльності (*фаза вірусних частинок*) та

*внутрішньоклітинної* (утворення комплексу вірус – клітина під час розмноження вірусів).

Вірусні частинки утворюються в клітині-хазяїні та потрапляють у зовнішнє середовище після її загибелі. Вони складаються з молекули нуклеїнової кислоти (ДНК чи РНК) та оболонки, яка її оточує.

Залежно від структури та хімічного складу оболонки віруси поділяються на прості та складні. Оболонка *простих вірусів* складається лише з білкових субодиниць, які утворюють упорядковані спіральні або багатогранні структури (наприклад, вірус тютюнової мозаїки). Вони можуть мати паличкоподібну, нитчасту або кулясту форми. Геометрична конфігурація оболонки вірусної частинки є важливою ознакою під час визначення вірусів.

*Складні віруси*, на відміну від простих, можуть бути додатково вкритими ліпопротеїдною поверхневою мембраною, яка становить собою частину плазматичної мембрани клітини-хазяїна, та крім того включає також глікопротеїди (наприклад, віруси віспи, гепатиту В). Основною функцією цих глікопротеїдів є *розпізнавання специфічних рецепторів на поверхні оболонки клітини-хазяїна* та прикріплення вірусної частинки до неї. До того ж, ця додаткова оболонка може зливатись з плазматичною мембраною клітини-хазяїна, забезпечуючи проникнення вмісту вірусної частинки всередину клітини. До складу додаткових оболонок можуть входити і ферменти, що забезпечують синтез вірусних ДНК або РНК у клітині-хазяїна та деякі інші реакції.

За будовою вірусні нуклеїнові кислоти помітно відрізняються від таких у клітинних організмів. Вірусні ДНК чи РНК можуть мати вигляд одноланцюгових або дволанцюгових спіралей, що утворюють лінійні чи кільцеві форми; спіралі можуть скручуватися у вторинні витки тощо.

Поза організмом хазяїна вірусні частинки деякий час не втрачають здатності до зараження. Наприклад, вірус поліомієліту може зберігати інфекційну активність протягом кількох діб, а віспи - місяців; вірус гепатиту В витримує навіть короткочасне кип'ятіння.

Проникнення вірусу в клітину-хазяїна починається із взаємодії вірусної частинки з поверхнею клітини, на якій є особливі рецепторні ділянки. Оболонка вірусу має відповідні прикріпні білки, що «впізнають» ці ділянки. Саме цим забезпечується *висока специфічність* вірусів стосовно клітин-хазяїв: часто віруси вражають лише певний тип клітин певного виду організмів. Якщо вірус прикріплюється не до рецепторних ділянок, а до інших місць поверхні клітини, то її зараження може і не відбутись. Отже, наявність рецепторних ділянок поверхні клітини визначає її чутливість до того або іншого виду вірусів. Прикріпні білки вірусних частинок у простих вірусів містяться у білковій оболонці, а у складних - розташовані на поверхні додаткової мембрани у вигляді шипів, голок тощо.

Усередину клітини-хазяїна вірус може проникнути різними шляхами. В одних випадках *вірусні оболонки зливаються з клітинною мембраною* (як у вірусу грипу), в інших – вірусна частинка *потрапляє в клітину шляхом піноцитозу*, після чого ферменти клітини-хазяїна розщеплюють її оболонку, звільняючи нуклеїнову кислоту (вірус поліомієліту тварин). У рослинні клітини віруси можуть проникати через пошкоджені ділянки клітинної стінки.

**Розмноження вірусів.** Після проникнення вірусу в клітину-хазяїна його нуклеїнова кислота передає спадкову інформацію про вірусні білки в білоксинтезуючий апарат клітини.

У подальшому віруси за допомогою продуктів власної життєдіяльності пригнічують синтез білків клітини-хазяїна, тобто трансляцію інформації з ДНК на іРНК клітини, і стимулюють синтез власних білків, використовуючи білоксинтезуючий апарат клітини-хазяїна та її енергетичні ресурси. Водночас молекули нуклеїнової кислоти вірусу подвоюються.

Завершується процес розмноження вірусів у клітині-хазяїні складанням вірусних частинок, тобто вірусна нуклеїнова кислота «одягається» в оболонку із синтезованого клітиною вірусного білка.

Звільняються вірусні частинки з клітини-хазяїна по-різному. Часто (наприклад, під впливом бактеріофагів) клітина-хазяїн руйнується, звільняючи вірусні частинки, які здатні проникати в інші клітини. У багатьох складних вірусів їхні частинки можуть виходити з клітини, «відбруньковуючись» від неї назовні. В останньому випадку клітина-хазяїн може тривалий час зберігати свою життєздатність, продукуючи нові покоління вірусів, доки не будуть вичерпані її енергетичні та біохімічні ресурси.

**Роль вірусів у житті людини та природі.** Проникнення вірусу в клітину спричинює в ній інфекційні процеси. *Інфекцією* називають комплекс процесів, які відбуваються під час взаємодії інфекційного агента (бактерії, гриби, віруси) з організмом хазяїна. Розрізняють *гострі* та *хронічні* вірусні інфекції. Внаслідок гострої інфекції після утворення нового покоління вірусів клітина, як правило, гине. За хронічної інфекції нові покоління вірусних частинок утворюються в клітині протягом тривалого часу.

Шляхи проникнення вірусів в організм хазяїна різні. Віруси передаються від хворого організму до здорового *повітряно-краплинним шляхом*, тобто через органи дихання (віруси грипу, віспи, кору тощо). В інших випадках віруси проникають в організм хазяїна з *їжею* (наприклад, вірус ентериту собак або збудник ящура, який може передаватись із сирим молоком ураженої корови), *через пошкоджену чи непошкоджену шкіру* (віруси сказу, віспи, герпесу, папіломи тощо), *під час переливання крові*,

*хірургічних або стоматологічних операцій* (збудники СНІДу, гепатиту В тощо), *статевим шляхом*, (віруси герпесу, папіломи ВІЛу тощо).

Проникнення вірусу в організм хазяїна можливе і *за участю переносників*, якими можуть бути різноманітні членистоногі (комахи та кліщі). Віруси, які передаються людині та хребетним тваринам за участю членистоногих, називаються *арбовірусами*. За участю комах (попелиць, цикад), круглих черв'яків (нематод) можуть передаватись і різноманітні віруси рослин.

Організм людини, тварин і рослин має захисні механізми, здатні протистояти вірусним інфекціям. Так, у відповідь на проникнення вірусів, які розпізнаються як антигени, в організмі людини і тварин виробляються антитіла білкової природи (*імуноглобуліни*). Вони здатні зв'язувати антигени у комплекс антиген-антитіло, який знешкоджується імунною системою. У результаті такої взаємодії змінюється структура вірусної оболонки або антитіла блокують її прикріпні білки, унаслідок чого вони не можуть зв'язуватись з рецепторними ділянками плазматичної мембрани клітин.

Крім *гуморального імунітету*, який здійснюється завдяки виробленню антитіл, є й *клітинний*, що ґрунтується на здатності певних видів лейкоцитів розпізнавати інфіковані вірусами клітини й знищувати їх.

Віруси спричинюють різноманітні, часто масові (*епідемічні*) та дуже небезпечні захворювання людини, тварин і рослин, чим завдають їм значної шкоди. У людини, наприклад, віруси вражають органи дихання (грип, аденоінфекції тощо), травну (гастроентерити, гепатити) чи нервову (поліомієліт, енцефаліти) системи, шкіру та слизові оболонки (кір, герпес, папіломи, вітряна віспа), пригнічують імунні реакції організму (СНІД), призводять до ракових захворювань. У свійських тварин віруси спричинюють ящур, чумку собак, чуму та грип курей та багато інших захворювань. Віруси спричинюють і різноманітні захворювання культурних рослин: мозаїчність, плямистість, некрози, пухлини тощо.

Для того, щоб уникнути вірусних захворювань, необхідно дотримуватись певних правил. Хворих людей та свійських тварин слід ізолювати від здорових до їхнього одужання (*карантин*); їх потрібно лікувати за допомогою антивірусних препаратів; варто знищувати кровососних та паразитичних членистоногих – переносників вірусних захворювань.

Особливе значення в боротьбі з вірусними захворюваннями має *профілактичне щеплення*, у результаті якого в організмі виробляється імунітет до певного виду захворювань.

Роль вірусів у природі полягає у регуляції чисельності своїх хазяїв. Людина використовує віруси у *біологічному методі боротьби* зі шкідливими видами (личинками кровососних комарів, шовкопряда недопарки тощо). Наприклад, проблему масового розмноження кролів в

Австралії, що загрожувало виснаженню пасовищ, вдалося розв'язати за допомогою вірусу, який ефективно знизив чисельність цих тварин. Застосовуючи вірус проти шкідливого виду, треба попередньо переконатися, чи не вражатиме він й інші організми.

Віруси використовують і в *генетичній інженерії*: за їхньою допомогою певний ген, виділений з іншого організму або синтезований штучно, можна переносити в клітини бактерій. Так забезпечується синтез речовин, необхідних людині (наприклад, гормону інсуліну для лікування цукрового діабету, захисних білків-інтерферонів).

Учені вважають, що віруси відіграють певну роль і в еволюції прокариот, оскільки можуть передавати спадкову інформацію від одних особин цих організмів до інших, як у межах одного виду, так і між різними, вбудовуючись у спадковий матеріал клітини-хазяїна.

## 3.2 ЦАРСТВО ДРОБ'ЯНОК

Царство дроб'янок налічує близько 4500 видів мікроскопічних, здебільшого одноклітинних організмів. Їх міряють у тисячних частках міліметра – мікронах. У царстві виділяють два відділи: бактерії (від грецьк. "бактеріон" – паличка) і ціанобактерії (від лат. "ціанос" – блакитний, лазурний і грецьк. "бактеріон"). Вивченням представників царства займається наука *мікробіологія*.

### 3.2.1 Відділ Бактерії

Бактерії відносять до числа найбільш просто побудованих організмів, які можна побачити тільки у світловий мікроскоп, а деякі види тільки у електронний. Крім того поряд з малими розмірами однією з особливостей бактерій є давність їх походження.

**Будова.** Довжина бактерій коливається у межах 1-10 мкм (рідко більше), ширина – від 0.2 до 1 мкм. На розміри бактерій дуже впливають зовнішні умови. Кожна клітина бактерії – це єдиний організм. Звичайно клітина бактерії має щільну оболонку. Вона виконує захисну та опорну функції, а також надає клітині постійну для неї форму. За формою бактерії поділяють на коки або кулеподібні. Якщо бактерії розташовуються по одній, їх називають *монококи* (від грецьк. "монос" – один і "кокус" – кулька), по дві – *диплококи* (від грецьк. "диплос" – подвійний і "кокус"), *тетракоки* (від грецьк. "тетра" – чотири і "кокус"), вони можуть мати вигляд грона – *стафілококи* (від грецьк. "стафіле" – виноградне грона і

"кокус"), можуть бути закручені – *спірохети* (від. лат. "спіра" і грецьк. "хета" – щетинка).  
(рис. 3.1).

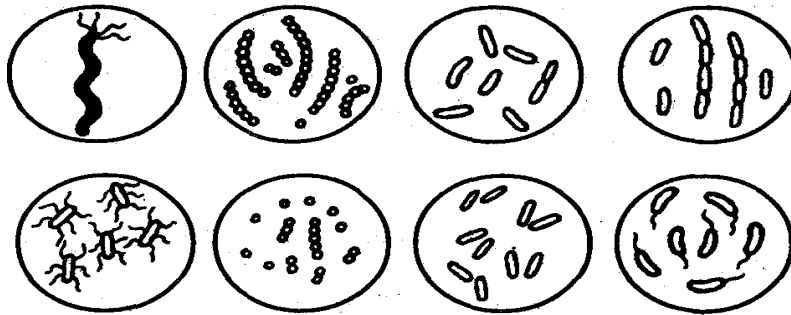


Рис.3.1. Різні форми бактерій

Також вони можуть мати форму паличок, тоді їх називають *бацилами*.

Серед бактерій є рухомі й нерухомі форми. Рухомі пересуваються за допомогою джгутиків, які часто бувають довші, ніж сама бактерія і являють собою вирости цитоплазми. Їх кількість у різних видів неоднакова (один, два і більше). Також рух бактерій може відбуватися за рахунок ритмічного скорочення клітини, наприклад у спірили. За допомогою джгутиків деякі бактерії здібні пересуватися у вологому середовищі на відстань, яка перевищує довжину клітини у 2000 разів. На поверхні деяких бактеріальних клітин є тоненькі ворсинки – фімбрії.

Більшість бактерій безкольорові, але зустрічаються і забарвлені – червоні, зелені та пурпурові бактерії, які містять специфічний для них *бактеріохлорофіл* та *бактеріопурпурин*.

Основним структурним компонентом стінок бактерій є глікопептид муреїн. Клітинна стінка бактерій проникна – скрізь неї поживні речовини з зовнішнього середовища вільно надходять до клітини, а продукти обміну речовин виводяться у зовнішнє середовище.

Клітинна стінка у багатьох бактерій ззовні вкрита шаром слизової речовини – *капсулою* (*цистою*). Бактерія, вкрита цистою, називається *спорою*. Вона не є обов'язковою частиною клітини й утворюється залежно від умов, у які потрапляє бактерія. Капсула виконує захисну роль і приймає участь у водному балансі бактерії. За біохімічним складом вона частіше всього складається з полісахаридів.

Спори витримують тривале висушування, нагрівання понад 100°C і охолодження майже до абсолютного нуля.

У звичайному стані бактерії нестійкі до зовнішніх впливів і можуть швидко гинути при висушуванні, при нагріванні до 65 - 80°C і під дією сонячного світла або дезінфекційних речовин.

*Цитоплазма* має надзвичайно складну структуру. Зовнішній шар протопласта бактерій має назву цитоплазматичної мембрани. Вона має

особливий хімічний склад та фізичні властивості і регулює надходження речовин у клітину та виділення продуктів обміну речовин у зовнішнє середовище.

Між цитоплазматичною мембраною та клітинною стінкою є зв'язок. Цитоплазматична мембрана часто утворює вип'ячування у середину клітини. Вони утворюють у цитоплазмі особливі структури – мезосоми, які виконують функції ендоплазматичної мережі, апарату Гольджі, є аналогами мітохондрій. Справжніх мітохондрій у бактерій немає. Таким же шляхом утворюється фотосинтетичний апарат бактерій – стопки тілаколоїдів. У них локалізуються пігменти (бактеріохлорофіл, каротиноїди) і ферменти (цитохроми).

В цитоплазмі є також рибосоми – центри синтезу білків. У неї часто зустрічаються гранули різних розмірів та форми, які містять крохмаль, глікоген. У деяких бактерій зустрічаються краплини жиру.

Крім різних структурних компонентів у цитоплазмі є рідка фракція. Вона містить білки, ферменти, пігменти, амінокислоти, сахари. У цитоплазмі бактеріальних клітин є включення, які містять запасні поживні речовини – крохмаль, глікоген, жири. Багато бактерій здібні запасати фосфор у вигляді гранул поліфосфатів та елементарну сірку.

Бактерії - прокаріоти (від грецьк. "про" - раніше і "каріон" - ядро), оскільки вони мають клітинну будову, але не мають відокремленого ядра. Ядерна речовина присутня в клітині, проте не має ядерної оболонки. У центральній частині клітини знаходиться ДНК (нуклеотид), яка виконує роль ядерної речовини. Нуклеотид не має мембрани і ядерця. Бактеріальна ДНК розташовується у вигляді пучка фібрил.

**Розмножуються** бактерії поділом однієї клітини на дві способом пупкування - від старої клітини відділяється нова. Іноді дві бактерії зливаються одна з одною. При цьому між ними утворюється цитоплазматичний місток по якому речовини з однієї клітини переходять у іншу. Такий процес нагадує статеве розмноження. Швидкість розмноження залежить від зовнішніх умов середовища - при сприятливих умовах поділ відбувається кожні 20–30 хвилин.

За **способом живлення** бактерії поділяються на *гетеротрофні* і *автотрофні*. *Гетеротрофні* бактерії, яких більшість, в свою чергу, поділяються на *сапрофітів*, *паразитів* і *симбіонтів*. Сапрофіти живляться органічними речовинами залишків тварин і рослин, поселяються на продуктах харчування. Вони викликають гниття та бродіння (ферментацію) органічних речовин. Це має як позитивне так і негативне значення. Сюди відносяться ґрунтові бактерії і ті, що поселяються на рослинних і тваринних залишках (*бактерії гниття*, *бродіння* та ін.).

*Гниття* – це розщеплення білків, жирів та інших азотовмісних сполук під впливом бактерій гниття. В процесі гниття виділяється азот і сірковмісні речовини, які мають неприємний запах. Цей процес грає у

природі важливу роль, тому що очищує ґрунт від трупів тварин і рослинних залишків. *Бактерії гниття* називають продуктами-санітарами. Вони відіграють велику роль у підвищенні родючості ґрунту Речовини, які утворюються при гнитті містять отруйні речовини і можуть викликати отруєння та навіть смерть людини і тварин. Тому забороняється споживати у їжу або давати тваринам продукти, що гниють. Для того, щоб не допустити гниття продуктів харчування та зеленої маси, їх стерилізують, висушують, солять, маринують, заморожують і т. ін. Такі методи обробки знищують бактерії гниття та їх спори і утворюють такі умови, при яких бактерії не можуть розмножуватися.

Гетеротрофні бактерії одержують енергію для біосинтезу шляхом окислення органічних сполук (вуглеводів та ін.). Цей процес може відбуватися з участю кисню (*дихання*) або в анаеробних умовах (*бродиння*). Бродіння – це анаеробне розщеплення вуглеводів під впливом ферментів бактерій. Воно було давно відоме людям. На протязі тисячоліть людина використовувала спиртове бродіння для виготовлення вина, молочно - кисле бродіння – для виготовлення молочнокислих продуктів харчування (сиру, кислого молока, сметани, кефіру, масла); силосуванню кормів; заквасці і засоленню капусти, огірків, помідорів. Бактерії оцтовокислого бродіння сприяють окисненню спирту в оцтову кислоту, яка використовується при маринуванні і консервуванні плодів і овочів. В залежності від кінцевого продукту відрізняють декілька видів бродіння:

а) спиртове: це розщеплення сахарів до етилового спирту та вуглекислого газу в присутності фосфату;

б) молочно - кисле бродіння – виникають бактерії, які перетворюють сахара у молочну кислоту ( квашення молока, капусти);

в) олійно - кислі бактерії – зброджують вуглеводи, у тому числі й високомолекулярні – крохмаль, глікоген, спирти, органічні кислоти до олійної кислоти (здійснюється у природі на дні боліт, у заболочених ґрунтах, у мулі, куди не досягає кисень). Побічними продуктами є ацетон, бутанол, ізопропіловий спирт , гліцерин та інші.

г) метаноутворюючі бактерії – зброджують спирти та органічні кислоти у метан та вуглекислий газ. Мешкають у болотах, де й утворюють “болотний газ” (метан).

Негативна роль процесів бродіння - псування продуктів.

Зустрічаються також хижі бактерії, які захоплюють дрібні живі організми. Деякі гетеротрофні бактерії у процесі еволюції набули здібність до симбіозу з вищими рослинами. Це азотфіксуючі (*бульбочкові бактерії*), що живуть у бульбочках коренів бобових рослин, засвоюють азот із повітря і збагачують ним ґрунт. За один вегетаційний період азотфіксуючі бактерії можуть накопичувати до 100 кг азоту на 1 га. Це враховується при складанні сівозмін у сільському господарстві.



*Паразитами* називають бактерії, які поселяються на (або в) живих організмах і живляться їхніми речовинами. Паразитизм у бактерій дуже поширений. Існують бактерії, які паразитують у тілі бактерій іншого виду. Серед них багато хвороботворних, що викликають захворювання людини та тварин (тиф, холеру, дифтерію, туберкульоз, пневмонію, сепсис, менінгіт, ангіну, ботулізм, стовбняк, газову гангрену та ін.), інші є причиною захворювань рослин. Особливо велику шкоду вони чинять у сільському господарстві.

*Автотрофні* бактерії можуть синтезувати органічні речовини з неорганічних за рахунок процесу фотосинтезу (*фототрофні бактерії*) і хемосинтезу (*хемотрофні*). До фототрофних відносять пурпурові та зелені сіркобактерії. Вони синтезують складові частини свого тіла за рахунок мінеральних речовин і вуглекислого газу, використовуючи енергію світла.

Хемотрофні, або хемосинтетики, синтезують органічні речовини з неорганічних за рахунок енергії хімічних реакцій. До них відносять нитрофікуючі, залізо- та сіркобактерії. Явище хемосинтезу у бактерій відкрив у 1887 р. С.М.Виноградський.

Нітрифікуючі бактерії перетворюють амонійні солі та аміак у нітрати, які засвоюються рослинами. Вони розповсюджені у водоймищах та ґрунті. Залізобактерії окислюють закисні сполуки заліза у окисні. Ці бактерії мешкають у прісних водоймищах, приймаючи участь у природному кругообігу заліза. Сіркобактерії також мешкають у солених і прісних водоймищах. Вони окислюють сірководень та інші сполуки сірки.

*Дихають* бактерії усією поверхнею клітини. Вони поділяються на *аеробів* та *анаеробів*. Аероби використовують для дихання вільний атмосферний кисень. Анаероби ростуть і розмножуються у безкисневому середовищі. Вони отримують його з різних сполук при розщепленні органічних речовин.

*Розповсюджені* бактерії у природі дуже широко. Вони зустрічаються у ґрунті, воді, повітрі, живих та мертвих організмах. Кількість бактерій у зовнішньому середовищі змінюється під впливом різних факторів: інсоляції, обробки ґрунту, кількості гумусу, температури та ін.

У *ґрунті* більш за все бактерій зосереджено в окультуреному чорноземі: у 1 га ґрунту – 2,5–3 млрд. бактерій. Тут вони відіграють велику роль у ґрунтоутворенні (азотобактерії, нітрифікуючі і гнильні бактерії). Вони можуть проникати у ґрунт на глибину до 5 метрів.

У *воді* кількість бактерій набагато менша ніж у ґрунті. так, у 1 мл води може знаходитися від 5 тис. до 100 тис. бактерій. Менш всього бактерій у воді артезіанських свердловин та джерелах; більш всього – у відкритих водоймищах та річках, особливо в межах міста. Найбільша їх кількість спостерігається у поверхневих шарах та поблизу берегів. Вони служать джерелом інфекційних хвороб (дизентерія, холера, бруцельоз, тиф).

Середовищем проживання бактерій може бути *повітря*, вони піднімаються у верхні шари біосфери (частина оболонки Землі, населеної живими організмами) до 30 км. Через повітря розповсюджуються збудники ангіни, скарлатини, туберкульозу. Більш всього бактерій спостерігається у закритих приміщеннях. Там їх може накопичуватися до 300 тис. в 1 мм<sup>3</sup>. У сільській місцевості повітря більш чисте, чим у містах. Практично відсутні бактерії у соснових та кедрових лісах, тому що фітонциди хвойних дерев пригнічують ріст та розмноження всіх видів бактерій.

На тілі людини, її одязі можуть бути різноманітні бактерії. Багато їх буває в ротовій порожнині, на відкритих ділянках шкіри та інших частинах тіла. Практично вільні від бактерій ті органи людини та тварин, які не мають зв'язку з зовнішнім середовищем ( м'язи, головний та спинний мозок, кров та ін.).

У живих організмах бактерії бувають хвороботворні (які викликають різні захворювання) і симбіотичні, що живуть в органах травлення тварини і людини і допомагають їм розщеплювати і засвоювати їжу.

**Значення бактерій** у природі та народному господарстві дуже велике. Багато видів бактерій приймають участь у процесах гниття та бродіння, тобто виконують роль санітарів на Землі. Також бактерії грають велику роль у кругообігу вуглецю, кисню, водню, азоту, фосфору, сірки, кальцію та багатьох інших елементів.

Багато видів бактерій сприяють фіксації атмосферного азоту та переводять його у органічну форму, підвищуючи, таким чином, родючість ґрунту. Особливо велике значення мають ті бактерії, які розкладають целюлозу та пектинові речовини, що є основним джерелом вуглецю для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів.

*Сульфатредукуючі* бактерії приймають участь в утворенні нафти та сірководню. Насичений сірководнем шар води у Чорному морі є результатом життєдіяльності сульфатредукуючих бактерій. Діяльність цих бактерій у ґрунтах приводить до утворення соди та содового засолення ґрунтів. Вони переводять поживні речовини ґрунтів рисових плантацій у доступну для рослин форму. Також ці бактерії можуть викликати корозію металу.

Знання біології бактерій дозволяє використовувати корисні види в промисловості й сільському господарстві та попереджати поширення шкідливих, застосовуючи стерилізацію (витримання при температурі 120°C протягом 20 хвилин), пастеризацію (консервування молока та інших продуктів шляхом одноразового нагрівання їх до 60–70°C протягом 15–20 хвилин). Щоб запобігти захворюванням {тиф, холера, туберкульоз, правець та ін.}, проводять щеплення, які роблять людину несприйнятливою до певного виду захворювань.

Багато видів бактерій використовують у різних галузях промисловості для отримання ацетону, етилового та бутилового спирту, оцтової кислоти,

ферментів, гормонів, вітамінів, антибіотиків та ін. Бактеріальні препарати використовують для боротьби з багатьма видами комах-шкідників у сільському господарстві.

В наш час завдяки успіхам генної інженерії з'явилася можливість використовувати кишкову паличку для отримання інсуліну, інтерферону; водневої бактерії – для отримання харчових та кормових білків. Без бактерій не можливий процес вичинки шкіри, сушки тютюну, обробки шовку, каучуку, льону, коноплі, виготовлення кави, какао, очищення стічних вод і т. п.

### 3.2.2 Відділ Ціанобактерії, або Синьо–зелені водорості (CYANOPHYTA)

*Синьо-зелені водорості, або ціанеї, широко розповсюджені в усіх середовищах життя і здібні існувати практично у будь-яких умовах: при температурі  $83^{\circ}\text{C}$  нижче нуля у Антарктиді, та  $+ 85-90^{\circ}\text{C}$  в гарячих джерелах.*

**Будова.** Відносяться вони до прокаріотів тому, що у них генетичний матеріал не відокремлений від цитоплазми а є єдиною хромосоною. Цитоплазма та її органіди побудовані просто і нагадують аналогічні структури бактерій, добре розвинутий фотосинтетичний апарат, та знайдено біля 30 різних внутрішньоклітинних пігментів. Різноманітним та своєрідним складом фотоасиміляційних пігментних систем пояснюється стійкість цих водоростей до тривалого затемнення та анаеробних умов. Частково цим же пояснюється їхнє існування у крайніх (екстремальних) умовах: у печерах, у багатих сірководнем шарах придонного мулу, у мінеральних джерелах. Продуктом фотосинтезу в їх клітинах є поживні речовини, але не крохмаль, як це відбувається в зелених рослин, а тваринний крохмаль – глікоген, який відкладається у цитоплазмі у вигляді зерен. Утворюються гранули ліпопротеїдів та протеїнів. Є газові вакуолі. За формою клітини бувають кулясті, витягнуто-плоскі. Клітини живуть або окремо, або колоніями.

Крім здібності до фотосинтезу багато видів цих водоростей можуть фіксувати атмосферний азот. Обумовлена цим споживна незалежність дозволяє їм заселяти незаселені скелі. Вони першими освоюють безжиттєві місця мешкання – лавові потоки, вулканічні острови.

**Розмножуються** синьо-зелені водорості поділом клітин, а багатоклітинні, нитчасті види – поділом нитки на ділянки. Статевий процес відсутній. Деякі види здатні утворювати спори.

**Живуть** синьо-зелені водорості головним чином у прісних водоймищах, стаючи поживою для водних тварин. Іноді вони утворюють плівку на воді болота, ставка, на стінках акваріума, їхнє накопичення в поверхні водоймищ називають "цвітінням води". Іноді відмирання великих

мас ціанобактерій та їхнє гниття призводять до вимирання риб у водоймищі і роблять воду непридатною для пиття. У прісних водоймищах живуть хроокок, осцилаторія, анабена та ін. Деякі види добре пристосовані до життя в морях. Наприклад, Червоне море отримало свою назву від масового розвитку в ньому синьо-зеленої водорості триходесміум, яка має червонувате забарвлення.

За участю синьо-зелених водоростей утворені лікувальні грязі (Євпаторія, Самара та ін.). Деякі види зустрічаються в умовах Арктики, у спекотних пустелях, гарячих джерелах, тобто вони поширені по всій земній кулі. У симбіозі з грибами синьо-зелені водорості утворюють лишайники. Деякі азотфіксуючі бактерії вносять на рисові поля з метою збагачення їх сполуками азоту.

Синьо-зелені водорості відрізняються доброю пристосованістю до умов зовнішнього середовища. Це сприяло тому, що вони збереглися до наших часів майже без змін.

Відомо понад 1 400 видів синьозелених водоростей.

*Хроокок* (*Chroococcus*) – одноклітинна водорість кулястої форми. Іноді вони утворюють колонії. Частіше такі водорості зібрані у групи по 2-4, які розділені між собою тоненькою перегородкою. Ззовні вони оточені великим слизовим шаром.

*Осцилаторія* (*Oscillatoria*) – нитчаста синьо-зелена водорість. Розповсюджена у водоймищах зі стоячою водою. Часто утворює темно-зелену плівку на поверхні води або на дні. Клітини цієї водорості мають циліндричну форму та щільно з'єднані між собою у нитку.

*Носток* (*Nostoc*) – нитчаста синьо-зелена водорість. Нитки її з'єднані у колонії, часто кулястої форми, розміром 4-5 см. Ззовні ці колонії вкриті слизовою масою. Розповсюджений носток по берегах ставків та озер, на вологому ґрунті та на дні водоймищ.

### 3.3 ЦАРСТВО ГРИБІВ

Більшість представників царства наземні рослини, але зустрічаються вони і в водному середовищі. Їх налічується близько 100 тис. видів. Усі вони позбавлені хлорофілу і живляться готовими органічними речовинами. У царстві грибів виділяють відділи: *слизовики*, *гриби*, *лишайники*.

За способом живлення гриби поділяють на *сапрофіти*, *паразити* і *симбіонти*. *Симбіонти* – це ті, в яких взаємовигідно живуть разом міцелій гриба з коренем рослини, *утворюючи мікоризу* (грибокорінь). Грибниця забезпечує рослину-хазяїна азотом та іншими мінеральними речовинами, отримуючи натомість вуглеводи, які утворюються в процесі фотосинтезу рослин.

Розмножуються гриби вегетативно, спорами і статевим способом.

### 3.3.1 Відділ Слизовики

Кількість представників цього відділу невелика. Їх налічується близько 450 видів. Вони не мають постійної форми, їх тіло називають *плазмодієм* (від грецьк. "плазма" – виліплена фігура, "ейдос" – вид). Вони дуже маленького розміру (від кількох міліметрів до кількох сантиметрів), яскраво пофарбовані, можуть активно рухатися. При несприятливих умовах слизовики впадають у стан спокою. Слизовики за способом живлення як *паразити*, так і *сапрофіти*. Поселяючись на рослинах викликають різні захворювання: *гулю* в капусти, *паршу* в картоплі, помідорів та інших пасльонових рослин.

### 3.3.2 Відділ Гриби

Цю своєрідну групу організмів довгий час розглядали як частину світу рослин. Їх виділяють у самостійне царство, оскільки з ряду суттєвих ознак вони відрізняються і від рослин, і від тварин. Тому до цього часу не існує єдиної думки щодо класифікації грибів. Гриби, не мають *хлорофілу* і потребують для споживання готову органічну речовину, тобто за типом живлення вони *гетеротрофи*. Гриби – сапрофіти отримують органічні речовини з неживого субстрату, а паразити – із живих організмів. Запасною поживною речовиною у них є *глікоген*, а не крохмаль, який характерний для більшості рослин. Крім нього гриби запасують ліпіди, жирні кислоти, тощо. Опорна структура клітинних стінок, як правило, являє собою *хітин*. *Целюлозні* клітинні стінки властиві лише примітивним формам грибів та служать вказівкою на спільність походження грибів та рослин від єдиного предка. В обміні речовин грибів присутня *сечовина*, це зближує їх з тваринами. За способом споживання – шляхом *всмоктування*, а не *заковтування* вони наближаються до рослин. У клітинах грибів є ферменти, білки. Їстівні гриби містять багато *вітамінів* і *мінеральних солей*. Приблизно 50% сухої маси грибів складають азотовмісні речовини серед яких на білки припадає близько 30%.

**Будова грибів** різноманітна – від одноклітинних форм до складно утворених шапкових грибів. Основою вегетативного тіла гриба служить *грибниця* або *міцелій* (від грецьк. "гіфе" – тканина та "мікес" – гриб), який є системою тонких гіллястих *гіф* (безбарвні нитки) (рис. 3.2).

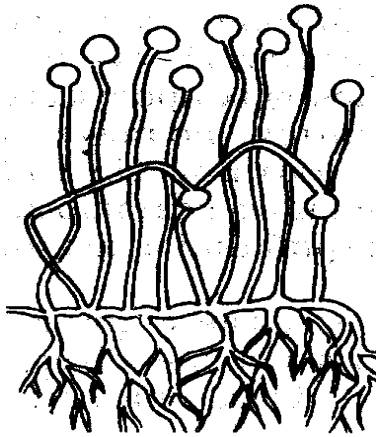


Рис.3.2. Гриб мукор

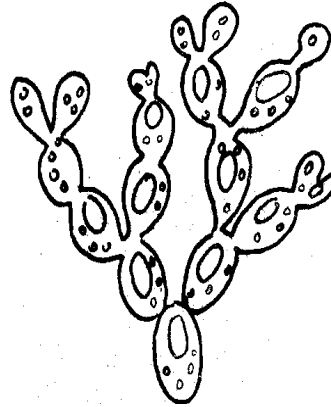


Рис.3.3. Дріжджі

Поверхня грибниці звичайно дуже велика і служить для поглинення споживних речовин. Міцелій має різну тривалість життя: від декількох днів (у цвіль) до багатьох років (шапкові гриби). Відрізняють *субстратний* міцелій, безпосередньо контактуючий із середовищем, з якого витягуються споживчі речовини, а також *повітряний* міцелій, розташований на поверхні. На повітряному міцелії утворюються органи розмноження. Таким чином, виступаючі над поверхнею землі плодові тіла шапкових грибів – це сплетіння гіф повітряного міцелію.

Гриби **розмножуються** вегетативно, безстатевим та статевим шляхом.

Для статевого розмноження більшість видів грибів не має спеціалізованих органів. Частіше всього розмноження грибів відбувається за допомогою *спор* та *вегетативно* – шматочками *міцелію*, *брунькуванням*.

Залежно від будови міцелію гриби поділяють на *нижчі* (одноклітинні) і *вищі* (багатоклітинні).

До *нижчих* грибів належить *біла плісень*, або *гриб мукор*.

Цей гриб часто з'являється на хлібі, овочах у вигляді пухнастого білого нальоту, який через деякий час стає чорним.

Грибниця мукора складається з тонких безбарвних ниток. Вона являє собою одну клітину, що сильно розрослась, з безліччю ядер у цитоплазмі. Розмножується мукор спорами. Деякі *нитки грибниці (міцелію)* підіймаються вгору й розширюються на кінцівках у вигляді чорних голівок. Тут утворюються спори, які після дозрівання розсипаються й розносяться вітром.

Поселяючись на харчових продуктах, мукор викликає їх псування. У природі мукор відіграє позитивну роль, розкладаючи залишки відмерлих організмів.

Також до нижчих грибів відноситься фітофтора, яка викликає гниль картоплі.

*Вищі* гриби – багатоклітинні організми. У них гіфи поділені поперечними перегородками на окремі клітини. Серед вищих грибів, як і серед нижчих, є сапрофіти і паразити. До сапрофітних вищих грибів належать *плісняві* гриби – *пеніцил* і *аспергил*. У природі вони відіграють позитивну роль санітарів, тому що розкладають органічні залишки до простих складових. У світі людей вони грають негативну роль, оскільки, поселяючись на харчових продуктах і промислових товарах, руйнують і псують їх.

Пеніцил поселяється на харчових продуктах і на ґрунті. Його грибниця складається з ниток, що галузяться і поділені перегородками на окремі клітини. Цим він відрізняється від гриба мукора. Спори пеніцила розташовані не в голівках, а на кінцях деяких ниток грибниці в дрібних китицях. Пеніцил розводять спеціально для одержання ліків – *пеніциліну*, котрий широко застосовується для пригнічення багатьох хвороботворних бактерій. Наприклад, при ангіні, запаленні середнього вуха, при запаленні легенів.

*Дріжджі* – мікроскопічні дрібні багатоклітинні гриби овальної або подовженої форми, міцелії не утворюють (рис.3.3). Живуть у поживній рідині, багатій цукром. *Розмножуються брунькуванням*. Спочатку на дорослій клітині з'являється невелика опуклість, яка поступово збільшується і перетворюється в самостійну клітину, яка невдовзі відділяється від материнської.

Клітини дріжджів схожі на галузисті ланцюжки. У тісті дріжджі розкладають цукор на спирт і вуглекислий газ. При цьому звільнюється енергія, необхідна дріжджам для їхньої життєдіяльності. Бульбашки вуглекислого газу, утворюючись у тісті, роблять його м'яким й пористим.

Цей процес з давніх-давен застосовується в хлібопекарській справі, пивоварінні, виноробстві та інших галузях промисловості й сільського господарства (кормові дріжджі). Хлібні, або пивні дріжджі існують тільки в культурі, винні ж зустрічаються і в природі на різноманітних соковитих плодах.

*Дріжджові грибки* можуть викликати захворювання слизових оболонок – *пліснявку (молочницю)* Пліснявка може поширюватися і на внутрішні органи.

Гриби пеніцил, аспергил і дріжджові належать до *сумчастих грибів* або їх ще *називають аскоміцети*, оскільки в них внаслідок статевого процесу утворюються *аскоспори* (від грецьк. "аскос" – мішок, сумка і "спора").

До *аскоміцетів* ще належать *гриби трюфелі* – дуже цінні їстівні гриби, що ростуть у листяних лісах, заростях чагарників на півдні Європи.

До вищих грибів належать *базидіоміцети*. Це велика група грибів, серед яких є як сапрофіти, так і паразити.

Приклад грибів – паразитів базидіоміцетів – трутовик . Спочатку він поселяється на живому дереві, а після його загибелі продовжує жити за рахунок мертвих тканин. Спори трутовика, попадаючи в рослину скрізь поранену поверхню, проростають, утворюючи грибницю, яка руйнує деревину. На корі дерева з'являються плодові тіла, в яких формуються спори. Заражені дерева гинуть.

На березі паразитує *гриб губка*, дуже цінна лікарська сировина. Таблетки, екстракт, або настій плодових тіл цього гриба використовуються в медицині як протираковий засіб.

*Сажкові гриби* паразитують переважно на злакових рослинах: пшениці, ячмені, просі, кукурудзі, викликаючи захворювання сажку.

Назва "сажка" пов'язана з тим, що колос, на якому розвивається сажковий гриб, покривається великою кількістю чорних спор і нагадує обгорілу головню.

*Іржасті гриби* паразитують у вигляді бурих плям, які нагадують іржу. Звідси й назва.

Трутовики, сажкові й іржасті гриби завдають великої шкоди лісовому господарству, садам і паркам. Основним засобом боротьби з трутовиками є санітарна рубка хворих дерев і негайне їх знищення. Основними методами боротьби із сажковими й іржастими грибами є виведення стійких сортів культурних рослин, виконання правил агротехніки, хімічна обробка й т. ін.

Особливу групу *грибів базидіоміцетів* становлять *шапкові гриби*, їх налічується близько 8 тис. видів, розповсюджених по всій земній кулі. Усі вони за способом живлення є сапрофітами. Назву "шапкові" вони отримали тому, що на поверхні міцелію утворюються плодові тіла, що мають вигляд ніжки й шапки. Ніжною гриб з'єднаний з міцелієм, а на шапочці з нижнього боку розміщуються пластинки або трубочки, на яких утворюються органи спороношення зі спорами.

Плодові тіла (ніжка й шапка) багатьох шапкових грибів їстівні, а у деяких вони отруйні й небезпечні для життя людини. Найбільш цінне і їстівне тіло в білого гриба; його ще називають гриб-боровик.

Відомо, що деякі гриби мають цілющі властивості. Це дощовик, білий гриб, шампінйон. Вони прекрасні антисептики!

Гриби широко розповсюджені та пристосувалися до різних умов мешкання. Деякі види грибів знаходяться у симбіозі з водоростями (лишайники) та дерев'янистими рослинами, утворюючи *мікоризу*. Залежно від пристосування до тих чи інших умов життя, до визначених субстратів розрізняють різні екологічні групи грибів.

Велику екологічну групу складають *грунтові гриби*. Вони заселили різні типи ґрунтів й приймають активну участь у мінералізації органічної речовини та утворенні гумусу. Серед ґрунтових грибів багато видів утворюють мікоризу з вищими рослинами. Деякі види спеціалізуються на руйнуванні лісового опаду (листя, хвоя та ін.). Важливу та досить велику



за кількістю видів групу складають *гриби-ксилофіти*. Вони розвиваються на мертвій та живій деревині, на дерев'яних спорудах. Існують хижі гриби, будова яких пристосована до захоплення дрібних круглих черв'яків, які мешкають у ґрунті. До спеціалізованих форм грибів відносяться види, які поселяються на гнійних кучах, місцях накопичення кізняка тварин. Також з ґрунтом пов'язані *гриби-кератинофіли*, які пристосувалися до специфічного субстрату, багатого на рогові речовини (волосся, роги, копита тварин). Група *водних грибів* включає : паразитуючі види, які викликають хвороби риб, ікри та водних рослин; сапрофітні гриби, які розкладають органічні залишки у воді.

Найбільш важливими є групи грибів – *паразитів рослин та тварин*. Серед них немало небезпечних. Вони викликають хвороби культурних та цінних промислових рослин. Серед них є ті, що викликають мікози людини та тварин, деякі – продуценти токсинів, які приводять до мікотоксикозів великої рогатої худоби та птахів. Зараз відомо багато грибів – збудників біокорозії різних матеріалів та виробів. Гриби руйнують не тільки деревину та органічні залишки, серед них є ті, які приводять до руйнування синтетичних волокон, органічного скла, бетону, будівельних конструкцій і т.п. Гриби пошкоджують книги, мистецькі твори, розкладають різноманітні види нафтопродуктів.

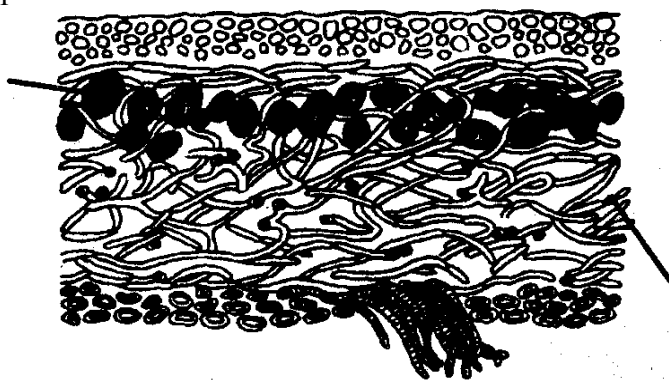
Широке різноманіття та розповсюдження грибів обумовило їх важливу роль у природі та в житті людини. Багато видів грибів поражають культурні рослини або їх плоди. Так деякі види *Penizilum* викликають гниття яблук, цитрусових і т.д.. Широке розповсюдження має хвороба рослин (вилт), або усихання рослин, обумовлене грибами. Великої школи народному господарству наніс вилт бавовни, плодових культур. Деякі види *Аспергілу*, що поселяються в умовах високої вологи на харчових продуктах (арахіс, насіння льону, бавовни та ін.) виділяють отруйні речовини і можуть стати причиною тяжких отруень. Відомі гриби – збудники хвороб людини (стригучий лишай, парша та ін.)

Разом з тим гриби широко використовуються людиною. В країнах СНД ростуть біля 150 видів їстівних шапкових грибів. Деякі з них (шампінйони) культивуються. Плісняві гриби роду *Пеніцил* служать джерелом антибіотика, який дуже широко використовується у медицині. Гриби знаходять застосування у хлібопекарній промисловості (дріжджі), у виготовленні сирів, виноробстві. Гриби – збірна група організмів. Різні класи їх мають незалежне походження від різних груп безкольорових амебоїдних найпростіших.

### 3.3.3 Відділ Лишайники

Ці своєрідні організми можуть бути віднесені як до царства грибів, так і до царства рослин. Наука, яка вивчає лишайники, має назву *ліхенологія* (від грецьк. "лейхен" – лишайник, "логос" – наука). Це своєрідна група нижчих рослин, які являють собою комплексні симбіотичні організми. Вони складаються з водорості і гриба. Симбіонти утворюють стійкі морфологічні типи та характеризуються особливими фізіологічними та біохімічними процесами. Будова, життєві форми лишайників, виникаючі при взаємодії грибів та водоростей, не виявляються у цих організмів по одинці, тобто їх структура – наслідок тривалого формоутворюючого процесу на основі симбіозу. Лишайники утворюють також особливі речовини, які не зустрічаються у інших групах організмів. Тіло лишайників називають *талом* або *слань*. Воно цілком складається із переплечених грибних гіф, між якими розташовуються водорості. У більшості лишайників щільні сплетення грибних ниток утворюють верхній та нижній коркові (пробкові) шари. Під верхнім шаром корки розташовується шар водоростей, де здійснюється фотосинтез та накопичуються органічні речовини. Нижче знаходиться серцевина із пухких гіф та повітряних порожнин, її функція – проведення повітря до клітин водоростей (рис. 3.4).

Водорості



Грибниця

Рис.3.4. Поперечний розріз тіла листуватого лишайника

Гриби, які входять до складу лишайників, повністю знаходяться у повітряному середовищі і мають ряд особливостей. Стінки клітини перфорировані і клітини з'єднуються цитоплазматичними місточками. Оболонки гіф потовщені, забезпечуючи механічну стійкість талому. В багатьох лишайниках гіфи можуть ослизнути, чого не буває у вільноживучих грибах. Лишайникові гриби мають *жирові клітини* (жирові

гіфи), що також не буває у вільноживучих. За допомогою цих клітин вони прикріплюються до субстрату.

За **анатомічною** будовою лишайники поділяють на *гомеомерні* (по всій слані водорості розташовані рівномірно) та *гетеромерні* (водорості розташовані тільки під пробковим шаром).

Лишайникові водорості можуть бути і у вільноживучому стані, але ж деякі відомі тільки у лишайників. Лишайнику, як цілісному організму, присутні свої біологічні властивості, чого немає окремо ні в грибах, ні у водоростях. При цьому гриб забезпечує водорості водою та мінеральними солями, а сам користується органічними речовинами, які синтезують водорості.

Відомо більш ніж 20 тис. видів лишайників. Залежно від будови талому їх поділяють на три морфологічні групи: *накипні* (коркові), *листуваті*, *кущисті* (рис.3.5). Найбільш високоорганізовані *кущисті*. Їх талом – прямостоячий або пониклий кущик від кількох міліметрів до 30-50 см. До субстрату вони прикріплюються тільки основою. *Накипні* мають вигляд кірочки, яка щільно зрослась із субстратом, товщиною від 1 до 5 мм. Зустрічаються на корі дерев, чагарників, на ґрунті, на поверхні гірських порід, руйнуючи їх за допомогою кислоти, яку вони виділяють. Ця група складає біля 80% усіх лишайників. *Листуваті* мають вигляд пластинки різного кольору. До субстрату вони прикріплюються окремими виростами. Діаметр – 10-20 см.

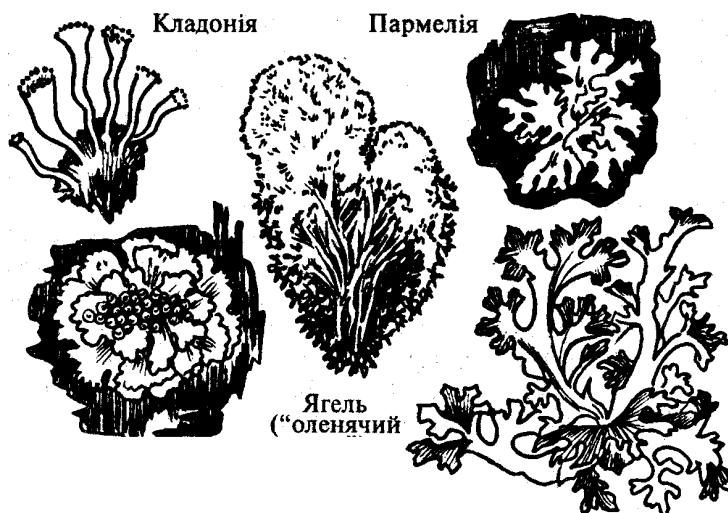


Рис. 3.5. Різноманітність лишайників: накипні (пармелія), листуваті (ксанторія настінна), кущисті (ягель, кладонія, цетрарія)

Лишайники широко **розповсюджені**. Разом із синьо-зеленими водоростями вони – піонери в освоєнні безжиттєвих просторів, де інші рослини жити не можуть. Лишайники руйнують поверхневий шар скелі і,

відмираючи, утворюють шар гумусу, на якому вже можуть поселятися інші рослини.

Розповсюджені лишайники на усіх континентах. Вони невибагливі рослини. Ростуть на деревах, каміннях, ґрунті. Лишайники заселили величезні простори тундри, де представники роду Кладонія (ягель) служать основним джерелом живлення північних оленів.

Суворі умови мешкання лишайників обумовлюють їх повільний ріст: так приріст ягелю – 2-7 мм за рік, а лишайників, які селяться на ґрунтах та мохах – до 1-3 мм за рік. Повільний ріст обумовлює високу тривалість їх життя – 50-100 років.

**Розмножуються** вони спорами, вегетативно та статевим шляхом. При розмноженні *спорами* утворюються *конідії* та *пінкоспори*. Спори гриба проростають, утворюють первинний міцелій, який зустрічає характерну для цього виду лишайника водорість та утворює слань лишайника. *Вегетативне* розмноження відбувається шматочками слані або за допомогою спеціальних утворень – *соредіїв* та *ізидіїв*. При *статевому* розмноженні утворюються плодові тіла гриба (*апотеції* або *перитеції*). Залежно від типу статевого плодоутворення лишайники поділяють на два класи: *сумчасті* та *базидіальні*.

**Значення лишайників.** Лишайники грають важливу роль у наземних біоценозах. Їх маса досягає 20–40 ц/га (у тундрі та тайзі). Серед лишайників живуть та живляться ними багато видів безхребетних та хребетних тварин (кліщі, ногохвости, сіноїди, північні олені та ін.) Розпад їх після відмирання створює необхідні умови для утворення гумусу.

Також значну роль вони відіграють і у господарській діяльності. Ягель, або "оленячий мох", за своєю поживністю перевищує картоплю. Деякі види лишайників застосовуються в медицині: ісландський лишайник, або "ісландський мох", багатий вітаміном С, лікує цингу (захворювання ясен), пармелія застосовується для запобігання нагноєнню ран. У пустелях росте їстівний лишайник: він має вигляд грудочок, які можуть перекочуватися вітром на далекі відстані і бути цінною знахідкою для каравану. Називають цей лишайник манною. Ісландський лишайник використовується в Ісландії як їжа для людей: з нього готують хліб і кашу. Деякі види лишайників використовуються в парфумерії для надання стійкості парфумам. Відомі антибіотичні властивості лишайників. Із деяких видів виробляють лакмус та фарби. Лишайник "дубовий мох" широко використовують в парфумерній промисловості як фіксатор запаху.

Лишайники дуже чутливі до забруднення повітря, особливо сполуками сірки. Тому ступінь їх розвитку може служити індикатором екологічної обстановки у містах.

### 3.4 ЦАРСТВО РОСЛИН

Значення рослин у біосфері величезне. Воно зумовлюється їхньою здатністю створювати органічні речовини з вуглекислого газу і води з використанням світлової енергії у процесі фотосинтезу. Таким чином, рослини є продуцентами – утворювачами органічної речовини. Вони являються першою ланкою у будь-якому харчовому ланцюгу і характер рослинних спільників визначним чином позначається на фауні усякого біоценозу.

Рослини служать джерелом кисню на Землі і чинять значний вплив на клімат. Кисень, який виділяється у процесі фотосинтезу, сприяв утворенню сучасної атмосфери та визначив напрямок еволюції організмів. Рослини приймають участь у процесах ґрунтоутворення, відіграють також велику ґрунтозахисну і водоохоронну роль. Вони утворюють ландшафти, рослинні угруповання є місцем існування тварин та мікроорганізмів. Земля, позбавлена рослин, перетворюється в безплідну пустелю. Великим є й естетичне значення рослин у житті людини.

На Землі налічується близько 500 тис. видів рослин. Життя сучасної людини залежить від використання культурних рослин, яких у теперішній час нараховується біля 1500 видів, серед яких є *харчові, кормові, технічні, лікарські, ефіроолійні, декоративні* і т. ін.

Рослини поширені в чіткій відповідності з природними зонами, де вони знаходяться в типових для них екологічних умовах. Винятком є культурні рослини, які людина перенесла з місць природного зростання в інші умови існування.

Рослини використовуються людиною не тільки як джерело харчування, палива і будівельних матеріалів, а також як сировина для переробки в різних галузях (паперовій, текстильній, хімічній, фармацевтичній, харчовій, парфумерній та ін.).

Науку про рослини називають *ботанікою* (від грецьк. "ботане" – трава, рослина і "логос" – вчення).

Вона містить у собі різноманітні знання про рослини, про їхню будову, розвиток, розмноження, розповсюдження, еволюцію, систематику, екологію та ін.

Кожний напрямок вивчається самостійною наукою.

Наприклад, *морфологія рослин* вивчає зовнішню будову рослин, їх форму, зміни в залежності від зовнішніх умов.

Внутрішню будову вивчає *анатомія рослин*. Живлення, дихання, ріст і розвиток рослин, тобто процеси життєдіяльності, вивчає *фізіологія рослин*.

Класифікує рослини, поєднуючи їх у групи (таксони) за ступенем спорідненості, наука *систематика*.

Закономірності і причини розподілу рослин на земній кулі вивчає *географія рослин*.

Взаємозв'язок рослин із навколишнім середовищем вивчає *екологія рослин*.

Наука ботаніка одна з найдавніших. Вона відома з часів життя й діяльності давньогрецького вченого Теофраста, який жив у 370–286 рр. до н. е. Він з повним правом вважається засновником ботанічної науки.

Подальшому становленню і розвитку ботаніка як наука зобов'язана таким видатним ученим-натуралістам як Карл Лінней (1707-1778), Олександр Гумбольдт (1769-1859), Чарлз Дарвін (1809-1882) та ін.

К. Лінней вперше створив систему рослинного світу. Гумбольдта вважають засновником географії рослин, Ч. Дарвіна – засновником теорії розвитку рослинного світу на Землі.

У розвитку окремих галузей ботаніки провідна роль належить видатним ученим. Так, К. А. Тимірязєва вважають фізіологом рослин, М.І.Вавилова – агрономом, ботаніком, генетиком, І. В. Мічуріна – садівником, селекціонером.

У наш час про життя рослин відомо дуже багато, але це не означає, що всі питання вже вирішені. Перед ботанічною наукою життя висуває все нові й нові проблеми, пов'язані із збільшенням багатств рослинного світу для користі людства. Учені ботаніки всього світу зайняті вирішенням багатьох проблем вивчення рослинного покриву планети.

**Особливості царства Рослин.** Учені вважають, що спочатку колискою життя була вода. Щоб жити у воді, рослинам не потрібні спеціальні пристосування, оскільки сама вода підтримує і живить організми, що живуть у ній. Спочатку рослини могли жити тільки у воді на певній глибині від поверхні. На поверхню води вони змогли вийти лише тоді, коли навколо Землі утворився озоновий шар, який зменшив згубний вплив на живі організми ультрафіолетового випромінювання. Це й дозволило рослинам вийти на сушу.

Залишивши гостинне водне середовище, рослини повинні були пристосуватися до життя на суші. Для цього їм довелося утворити ряд нових органів. Листя, яке знаходиться в повітрі, поглинає світло і здійснює фотосинтез; корені служать для закріплення рослин і поглинання води і мінеральних солей із ґрунту. Внаслідок цього представники царства рослин нездатні до активного руху, вони мають необмежений ріст; їхня клітинна оболонка складається з целюлози, що надає їм міцність.

За усім різноманіттям рослин їм властиві *загальні риси*:

1. Наявність у складі рослинних клітин твердої оболонки або стінки. Вона складається із целюлози, не пропускає тверді частинки, обумовлює єдиний спосіб живлення – адсорбційний (всмоктувальний). Забезпечення рослинного організму поживними речовинами залежить від розміру поверхні зіткнення рослин з навколишнім середовищем. Внаслідок цього органи рослин, які забезпечують їх живлення – пагони та коріння досягають високого ступеню розгалуження.

2. Прикріплення більшості рослин до твердого субстрату обумовлює й обмеження їх рухливості. Хоч рухливість частин рослини спостерігається часто (рух листя при зміні освітлення, пелюстків квітів у залежності від часу доби, стебла ліан у процесі росту), в цілому рослини непорушні.

3. Розселення рослин здійснюється зачатками (спорами, насінням), які знаходяться у стані спокою.

4. За типом живлення рослини відносяться до *автотрофів*. Властиве деяким рослинам гетеротрофне живлення (рослини - паразити, хижі рослини) завжди другорядного походження. Запасною речовиною служить *крохмаль*.

5. У рослин спостерігається закономірне чергування поколінь в життєвому циклі при статевому розмноженні.

Рослинний організм, на якому формуються гамети, органи статевого розмноження, називається *гаметофітом*. (від грецьк. "гамета" – статеві клітина і "фітон"). Гаплоїдні гамети зливаються, утворюючи диплоїдну зиготу, із якої розвивається зародок та виростає доросла рослина – *спорофіт* (від грецьк. "спора" і "фітон" – рослини). При чергуванні поколінь гаметофіт закономірно змінюється спорофітом, який потім знову гаметофітом. Гаметофіт та спорофіт можуть бути однаковими як за будовою, так і за тривалістю життя. Але в наземних рослинах обидва покоління різні. При цьому вони можуть бути самостійними або одне розвивається на іншому. Так, у мохів спорофіт (коробочка із спорами) – частина однієї рослини, тіло якої є гаметофітом. У сім'яних рослин дуже змінений, позбавлений хлорофілу, гаметофіт удає з себе клітини зародкового міхура. Таким чином, еволюція рослин йшла у напрямку збільшення розмірів безстатевого покоління (спорофіту) та редукції статевого покоління (гаметофіту). Чергування поколінь у рослин пов'язано із зміною гаплоїдної та диплоїдної фаз розвитку. Диплоїдний спорофіт виробляє гаплоїдні спори. З них виростає гаплоїдний гаметофіт, який утворює гамети. При заплідненні диплоїдне число хромосом відновлюється у зиготі, із якої виростає диплоїдний спорофіт.

**Класифікація царства Рослин.** Систематичне положення всіх відділів царства Рослин відображає послідовність їхньої появи на Землі і ускладнення будови тіла, пов'язане із змінами умов життя.

Щоб розібратися в різноманітності рослин учені вивчили особливості їхньої будови і за спільністю ознак класифікували їх у групи – таксони.

Основними таксонами царства Рослин є **відділ, клас, порядок (ряд), родина, рід, вид**.

**Вид** – це найменша одиниця класифікації живих організмів.

**Рід** – велика систематична одиниця, яка об'єднує споріднені види.

**Родина** – систематична група, яка об'єднує споріднені роди.

**Порядок (ряд)** – об'єднує споріднені родини.

**Клас** – об'єднує порядки.

**Відділ** – об'єднує близькі класи.

Наукові назви рослин подають латинською мовою. Назва виду складається з двох слів. Перше – назва роду, друге – видовий епітет. Наприклад, пшениця тверда – *Triticum durum*.

Крім того, рослини умовно ділять на *нижчі* та *вищі*. У нижчих рослин тіло не розгалужене на органи і тканини і називається *верствище* або *талом*. Органи статевого і безстатевого розмноження у нижчих рослин здебільшого одноклітинні. До Нижчих рослин відносяться *Водорості*.

У вищих рослин є органи, які утворені складно диференційованими тканинами. Зигота вищих рослин розвивається у багатоклітинний зародок, з чим пов'язана одна із назв рослин – Зародкові рослини. До Вищих рослин відносяться: *Мохоподібні*, *Плавуноподібні*, *Хвоцоподібні*, *Папоротьоподібні*, *Голосім'яні* та *Покритосім'яні*.

### 3.4.1 Характеристика відділів царства Рослин. Нижчі рослини. Водорості

**Загальна характеристика та значення у природі.** Справжні водорості – це найдавніша група рослинних організмів, яка включає до 30 тис. видів. Розміри водоростей залежать від рівня їх організації. Їх тіло може бути утворене однією клітиною або колонією клітин, або ж багатоклітинним верствищем. Справжніх тканин немає. Вегетативні органи відсутні. Розміри одноклітинних водоростей складають від 0,25 до 30 мікронів. Представники багатоклітинних видів досягають 10–12 та навіть 50 м (бурі водорості). Усі водорості містять *пігмент хлорофіл* (від грецьк. хлорос" – зелений і "філон" – лист), але в багатьох з них є інші пігменти, які й надають рослинам специфічне забарвлення.

Водорості розповсюджені у морських та прісних водоймищах, у вологому середовищі та на суші. В залежності від екологічних властивостей водорості поділяють на *планктонні*, *бентосні* (донні), *наземні*, *грунтові*, *водорості гарячих джерел*, *водорості снігу*, *льоду*.

*Планктонні* та *бентосні* – служать основними утворювачами органічних речовин у водоймах. Від їх чисельності залежить чисельність різних рослинноїїстівних безхребетних та хребетних тварин (моллюсків, риб та ін.). Біомаса водоростей Світового океану оцінюється у 1,7 млрд. тон, біомаса тварин – у 32,5 млрд. тон. Таким чином біомаса тварин майже у 20 разів перевищує рослинну біомасу.

Виникає питання, як же забезпечується їжею тваринне населення морських водойм? Відповідь полягає у надзвичайно високій продуктивності фітопланктону, який складає 550 млрд. тон на рік. Безперервне розмноження водоростей утворює кормову базу для численних морських тварин, продукція яких складає 56,2 млрд. тон на рік,



тобто у 10 разів менше. Ця цифра відповідає правилу екологічної піраміди, яка відображує втрати енергії у цілях живлення.

*Наземні* водорості поселяються і в твердих субстратах, де є постійна або періодична вологість: на корі дерев, валунах, скелях, на тинах чи дахах та ін. На протязі свого життя вони оточені повітрям, джерелом води для них є дощ або роса. Наземні місця мешкання заселяються одноклітинними, колоніальними, нитяними водоростями. Вони утворюють порошковидні слизові нальоти, або м'які та тверді скоринки. При пересиханні чи перемерзанні наземні водорості знаходяться у стані анабіозу, у сприятливих умовах їх ріст встановлюється.

До умов життя у *грунті* пристосувались біля 2000 видів різних водоростей. Основна їх маса виявляється у поверхневому шарі глибиною до 1см. На глибині 10см і більше вони зустрічаються у нечисленній кількості. В ґрунтових водоростях широко розповсюджені пристосування, які дозволяють їм переносити засуху. Вони полягають в утворенні слизових чохлах, зібраних із полісахаридів і здібних швидко поглинати та стримувати велику кількість води.

Водорості грають величезну роль у накопиченні органічних речовин у ґрунтах. Біомаса водоростей на різних ґрунтах складає від 0,6 до 1,5 тон на 1га та неодноразово обновлюється за вегетаційний період. Органічні речовини, які виділяють водорості, живі тіла та продукти розпаду клітин водоростей служать їжею багатьом ґрунтовим організмам: бактеріям, грибам, найпростішим, червам та ін. Водорості впливають також на структуру ґрунту. Так нитяні водорості оплітають часточки ґрунту, склеюють слизом і тим самим закріплюють їх. Водорості, які мешкають у *гарячих джерелах* та на *снігу*, свідчать про високу пристосованість цих організмів до життя у самих різних, в тому числі, екстремальних умовах.

У формуванні опадових порід велику роль грали і грають одноклітинні водорості діатомеї, які будують свій панцир з кремнезему. Деякі дослідники стверджують, що лише діатомові водорості синтезують 50% органічних речовин, які створюються взагалі на Землі. Вважають, що у Світовому океані ці водорості витягують за рік від 70 до 150·10<sup>9</sup> тон кремнезему. Відмираючи, водорості спускаються на дно, де утворюють опади, складені з їх панцирів.

**Живлення** або споживання водоростей *автотрофне*. Деякі одноклітинні водорості, наприклад, ґрунтові, які мешкають у глибоких горизонтах, можуть переходити на гетеротрофне живлення. Запасні поживні речовини відкладаються у вигляді крохмалю, рідше – олії.

У процесі фотосинтезу водоростями виділяється кисень, який розчиняється у воді і є необхідним для дихання риб і інших водних тварин.

Водорості **розмножуються безстатевим та статевим** шляхом.

*Безстатеве* розмноження здійснюється за допомогою зооспор. У клітині водорості утворюються зооспори – клітини грушоподібної форми,

що мають ядро і хроматофори, а також джгутики, за допомогою яких зооспори пересуваються у воді після виходу з материнської клітини. Згодом зооспора прикріплюється до субстрату і дає початок новій водорості.

*Статеве* розмноження водоростей зустрічається у трьох формах: *ізогамія, гетерогамія і оогамія.*

*Ізогамія* (від грецьк. "іzos" – рівний і "гамос" – шлюб) відбувається так. У клітинах водорості утворюється безліч найдрібніших гамет (статевих клітин), що мають джгутики і схожі на зооспори. Усі гамети схожі між собою, відрізняються лише рухливістю: більш рухомі *чоловічі гамети*, менш рухомі – *жіночі*. Після злиття гамет утворюється *зигота*. Згодом зигота поділяється, росте дочірній організм. Клітини, що утворюють гамети, називаються *гаметангіями*.

*Гетерогамія* ( від грецьк. "гетеро" – різний , "гамос" – шлюб) більш складний процес. У клітинах водорості утворюються морфологічно різні гамети. В одних клітинах дрібні рухомі чоловічі гамети, *мікрогамети*. В інших – великі жіночі гамети, *макрогамети*. Після їхнього злиття утворюється зигота, яка дає початок новій водорості.

*Оогамія* є найбільш складною формою статевого розмноження (від грецьк. "оон" – яйце). На рослині утворюються два типа особливих материнських клітин. Одні мають назву *антеридії* (від грецьк. "антерос" – квітучий). У них утворюються дрібні рухомі чоловічі гамети, які називають сперматозоїдами. Це чоловічі статеві клітини.

Другий тип клітин називають *оогонії* (від грецьк. "оон" – яйце, "гоне" – народження). Вони містять по одній великій нерухомій клітині – *яйцеклітині*. Після злиття сперматозоїда та яйцеклітини утворюється зигота, з якої після деякого спокою виростає нова рослина.

**Господарське значення** водоростей неухильно зростає. Водорості мають велике економічне значення для людини. Багато видів водоростей вживається в їжу в Японії, Китаї, Індії, Англії, Ірландії, Норвегії, Росії та інших країнах. Деякі види багрянних водоростей вживаються в їжу під збірною назвою морського салату. Широко відома морська капуста з ламінарії.

Переробка водоростей як харчового продукту проводиться на заводах у широких масштабах.

З багрянок добувається *агар-агар*, з бурих і червоних водоростей одержують *йод і бром*, а також *калійні солі*. Водорості багаті *вітамінами*. З ламінарій і інших водоростей одержують *клей*, що використовується в паперовій і текстильній промисловості. Суха перегонка водоростей дає *вугілля, смолу, метиловий спирт, ацетон* та ін.

У приморських районах водорості використовуються на корм худобі і для удобрення ланів як органічне добриво. Водорості планктону і бентосу, осідаючи на дно водоймища, утворюють відкладення *органічного мулу*, що

називається *сапропелем*. Він використовується в хімічній промисловості, у сільському господарстві (корм і добриво) і в медицині – *грязелікування*.

Систематики поділяють водорості на 10–12 відділів. Серед них найбільш поширені представники *зелених водоростей, діатомових, бурих, червоних водоростей*.

### Відділ Червоні водорості або Багрянки

Ця група включає біля 4000 видів, переважна більшість яких – мешканці дна моря і лише нечисленні форми зустрічаються у прісних водоймах. Своєрідність червоних водоростей полягає перш за все в наборі пігментів. Окрім звичайних хлорофілів та каротиноїдів у платівках багрянок містяться пігмент червоного кольору – *фікоеритрин*. Є і фікобіліни, які зустрічаються у синьо-зелених водоростей. Різні співвідношення цих пігментів визначають різноманітні фарби – від яскраво-червоної до голубовато-зеленої та жовтої.

У результаті фотосинтезу в цитоплазмі клітин відкладається особливий крохмаль, близький за складом до глікогену.

Друга важлива властивість – складний *статевий процес*, який відрізняється від такого у інших водоростей. Запліднення здійснюється при пасивному переносі чоловічих гамет (вони втратили джгутики) до жіночих. Спостерігається також вегетативний процес розмноження та за допомогою спор.

Більшість багрянок мають розміри від декількох сантиметрів до 1 – 2м, але зустрічаються і одноклітинні організми.

*Зовнішня будова* червоних водоростей дуже своєрідна. Їхня слань здебільшого так розчленована, що нагадує стебло і листя. Серед них є нитковидні, пластинчасті, циліндричні, коркові, у вигляді шнурів або розгалужених кущів. Тіло багрянок дуже ніжне, тендітне. Вони завжди прикріплені до каміння, раковин за допомогою нитковидних виростів – ризоїдів. Мешкають на різних глибинах (до 200м). У деяких (кам'яні водорості) в клітинах відкладається велика кількість  $\text{CaCO}_3$  та  $\text{MgCO}_3$ . Такі багрянки разом з коралами приймають участь в утворенні рифів.

Червоні водорості грають значну роль у житті моря. Разом з бурими це найбільш розповсюджені рослинні організми у морських біоценозах. Вони служать джерелом органічної речовини у морі та їжею морським тваринам, можуть жити на дуже великих глибинах, що дуже важливо для підтримки життя інших живих істот у цих умовах.

*Практичне значення* багрянок для людини велике. Одну із водоростей, що живе в Північному морі, – *хондрус* – вживають як ліки при захворюванні дихальних шляхів. Червоні водорості використовуються для одержання агар – агару, який використовується в кондитерському виробництві. Також речовини, отримані з червоних водоростей

використовують в мікробіології для одержання чистих культур мікробів. Природні запаси багрянок у нашій країні незначні, тому учені займаються розробкою наукових основ вирощування червоних водоростей у Чорному морі.

Найбільш відомими є *порфіра*, *радименія* (рис.3.6).

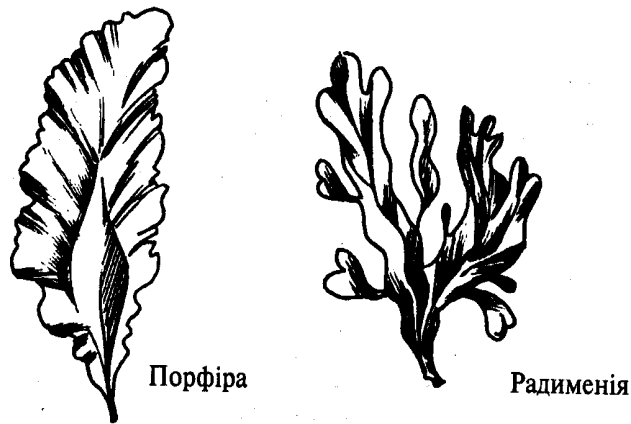


Рис.3.6. Червоні водорості.

### Відділ Діатомові водорості

У цьому відділі більш ніж 150 000 видів одноклітинних і колоніальних рослин. Вони характеризуються наявністю на поверхні талома кремнеземного панцира. Найбільш широко розповсюдженим представником одноклітинних діатомових водоростей є *пінулярія*, *навікула*, *цимбелата* ін.

Пінулярія – це водорість мікроскопічних розмірів. Живе в прісних водоймищах і на вологому ґрунті. Відрізняється тим, що поверхнева оболонка її тіла просякнута кремнеземом. Вона складається з двох стулок, що насуваються одна на одну, як кришка на коробку. У цитоплазмі клітини є ядро і хроматофори, які містять *зелений хлорофіл* і *бурий діатомін*.

Діатомові водорості складають головну масу планктону на поверхні водоймища, зустрічаються і в бентосі як у прісній, так і в солоній воді.

Після відмирання діатомових водоростей їх кремнеземові, панцирі тонуть і накопичуються на дні водоймища в таких величезних кількостях, що утворюють міцні поклади, осадові гірські породи – трепел і діатоміт. З них виробляють будівельні камені. Трепел використовується при поліруванні виробів і як добриво.

## Відділ Бурі водорості

Бурі водорості виключно морські рослини. У теперішній час вони нараховують 1500 видів. Загальною зовнішньою ознакою служить жовтувато-бурий колір їх верствища. Їхні клітини містять у хроματοфорах різні пігменти: *хлорофіл* (зелений), *каротин* (червоний), *ксантофіл* (помаранчевий) і *фукоксантин*, буре забарвлення якого і обумовлює забарвлення водоростей. Крім того вони відрізняються і чітким чергуванням поколінь у життєвому циклі. Розміри їх різноманітні: від 0,1 мм до 10 м та більше.

Також мінлива і форма верствища. Зустрічаються нитковидні, корковидні, кулясті, пластинчасті, кущовидні. Верствище багатьох вміщують газові вакуолі, які удержують водорості у вертикальному положенні. У багатьох видів бурих водоростей верствище складається з декількох рядів клітин, щільно з'єднаних між собою по всій довжині та нагадуючи паренхіму вищих рослин. У багатьох таломах відрізняють кору з інтенсивно пофарбованих клітин, які вміщують велику кількість хлоропластів, і серцевину, яка складається із безкольорових клітин. Вона служить для транспортування продуктів фотосинтезу та виконує механічну функцію. Таким чином, у бурих водоростей накреслюється розподіл клітин верствища на тканини.

Бурі водорості завжди прикріплені до ґрунту або до інших рослин за допомогою ризоїдів. Розповсюджені вони в усіх водах – від тропічних до приполярних. В Атлантичному, Тихому і Індійському океанах бурих водоростей місцями так багато, що вони перешкоджають судноплавству. Найбільш часто зустрічаються на глибинах 6–15 м, але бувають випадки їх мешкання на глибині до 200 м.

У бурих водоростей зустрічаються всі форми розмноження.

Бурі водорості найбільш широко використовуються людиною у порівнянні з іншими представниками цієї групи. Мають запасну речовину *ламінарин*. Вони – єдине джерело такого цінного продукту, як альгінати, які використовуються при виготовленні консервів, фруктових соків, речовин, якими фарбують та клеять. Вживання альгінатів підвищує якість друкування книг, робить натуральні тканини такими, що не втрачають фарби та не промокають; підвищує стійкість фарбованого покриття і будівельних матеріалів. З їх допомогою одержують високоякісні мастильні речовини для машин, мазі та пасти для фармацевтичної та парфумерної промисловості. Широко використовують спирт манніт, добутий з бурих водоростей. У медицині він використовується як кровозамінник при хірургічних операціях. Використовують манніт і у виробництві синтетичних смол, фарб, вибухівки. У сільському господарстві бурі

водорості вживаються у якості кормового додатку. Ще з них видобувають йод.

Типові представники відділу це *макроцистис*, *фукус*, *ламiнарiя*, *саргасум*.

Ламінарія цукрова має слань, розчленовану на стовбур, що досягає 1м у довжину, і слизову листову пластинку від 1 до 13м у довжину. Уся слань живе декілька років, а листові пластинки змінюються щорічно. Ламінарію називають ще морською капустою. Вона накопичує поживну речовину *ламiнарин*, а також йод, завдяки чому ламінарія в деяких країнах культивується.

Деякі види ламінарії в Китаї, Японії, Росії вживаються в їжу (салати, вінегрети, ікра, голубці, мармелад та ін.). З пластинчастої частини слані ламінарії виготовляється порошок, що містить йод. Використовується в медицині для лікування атеросклерозу і зоба.

Також відомим представником бурих водоростей є *саргасум*, який у великій кількості зустрічається у Саргасовому морі і перешкоджає судноплавству. У прибережній смузі Чорного моря зустрічається *цистозейра*.

## Відділ Зелені водорості

Зелені водорості – найчисленніший з усіх відділів водоростей, їх налічується близько 15000 видів, включаючи одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні організми. Усі вони відрізняються чистим зеленим кольором своїх таломів, схожим з зафарбленням вищих рослин, та обумовленим перевагою хлорофілів над іншими пігментами. У зв'язку з будовою тіла їх ділять на 5 класів; 3 основні з них це – *Вольвоксові*, *Протококкові*, *Улотриксіві*.

До класу *Вольвоксові* відносяться найбільш примітивні представники цієї групи. Вони мають джгутики, які рухливі на протязі усього життя. Широко розповсюджені, швидко розмножуються і внаслідок цього грають значну роль у коловерті речовин у природі. Беруть активну участь у вичищенні забруднених та стоячих водойм, у формуванні озерного мулу – сапропелю, служать джерелом їжі для багатьох видів дрібних безхребетних.

Крім одноклітинних водоростей, є ще колоніальні форми, типовим представником яких є *вольвокс*, або *вовчок*. Ця водорість являє собою кулеподібну колонію клітин, розташованих одним шаром. Внутрішня частина кулі заповнена слизом. Кількість клітин у колонії до 50 000. Дуже великі кулі-колонії досягають розміру макового зернятка і помітні

неозброєним оком. Живе вольвокс у прісних стічних водоймищах, невисихаючих калюжах.

Клас *Протококові* постає як одноклітинними (хлорела, хламідомонада) так і багатоклітинними видами. В усіх представників класу у вегетативній фазі життєвого циклу відсутні джгутики. Вони нерухомі. Широко розповсюджені, віддають перевагу забрудненим водоймищам та інтенсивно очищують стічні води. Деякі види прикріплюються до Ракоподібних, покриваючи їх суцільним нальотом. Внаслідок невимогливості до умов мешкання хлорелу вирощують промисловим шляхом, як додаткове джерело протеїнів на корм худоби.

Розповсюдженим представником класу є *хламідомонада*. Вона частіше всього зустрічається у прісних водоймищах та калюжах під час їхнього цвітіння. У перекладі з грецької мови слово "хламідомонада" означає найпростіший організм, покритий оболонкою. Це одноклітинна водорість з двома джгутиками. Вона містить чашоподібний хлоропласт (хроматофор), піреноїд, багатий на білки і крохмаль. Ядро містить два ядерця, біля основи джгутиків є дві пульсуючі вакуолі. Розмножується вегетативним і статевим шляхом. Крізь оболонку хламідомонада вбирає з води мінеральні речовини й вуглекислий газ. На світлі в хроматофорі в процесі фотосинтезу утворюється цукор і виділяється кисень. Але хламідомонада може вбирати з навколишнього середовища й готові органічні речовини, розчинені у воді. Тому хламідомонаду разом з іншими одноклітинними зеленими водоростями використовують в очисних спорудах: вони очищують воду від шкідливих домішок.

Цікавим представником одноклітинних зелених водоростей є *хлорела*, види якої живуть у прісній воді, на вологому ґрунті, на стовбурах дерев, навіть у симбіозі (взаємовигідне співжиття) з тваринами (інфузоріями, гідрами, черв'яками).

*Хлорела* у перекладі означає *зеленушка*. Вона давно привертає до себе увагу вчених насамперед своїми незвичайними поживними властивостями. Цікаві хлорели тим, що досить інтенсивно фотосинтезують, створюючи при цьому велику кількість органічної речовини, значно більше, ніж інші зелені рослини. Врожай хлорели протягом доби становить до 200 кг/га, що удвічі перебільшує врожай кукурудзи. Зібрана маса хлорели на 50% складається з білків на 22% – з жирів, на 12% – з вуглеводів, на 10% – з мінеральних солей. Хлорела містить вітаміни *Д, В, С*. Наприклад, вітаміну *С* у ній міститься в 100, а вітаміну *А* в 500 разів більше, ніж у молоці. Вітаміну *С* у хлорелі вдвічі більше, ніж у лимонному соку. У її складі є десять незамінних для тварин амінокислот.

Нарешті, хлорела в недалекому майбутньому в космічному кораблі допоможе створити замкнутий кругообіг речовин, необхідний для забезпечення космонавтів їжею і киснем у тривалих польотах.

Хлорела – це рослина, що виконує космічну роль, про що мріяв засновник наукової астронавтики К. Е.Цюлковський. Він писав: "Як зелена атмосфера очищується рослинами за допомогою Сонця, так може поновлюватися і штучна атмосфера космічного корабля".

Клас *Улотрикс* об'єднує велику кількість різноманітних зелених водоростей, загальною ознакою яких служить нитяна або пластинчаста будова талому. Найбільш відомі представники цього класу – це рід *Улотрикс*, який мешкає у прісних водах, та рід *Ульва*, який живе у морях і відомий під назвою "морський салат". У проточних водоймах часто можна помітити яскраво – зелені скупчення шовковистих ниток, прикріплених до підводного каміння і корчів. Це багатоклітинна нитчаста водорість улотрикс (рис.3.7). Її нитки складаються з ряду коротких клітин і досягають довжини 10см. У цитоплазмі кожної клітини є ядро і хроматофор у вигляді незамкнутого кільця. Клітини діляться і нитка росте. Живиться улотрикс так само, як і хламідомонада.

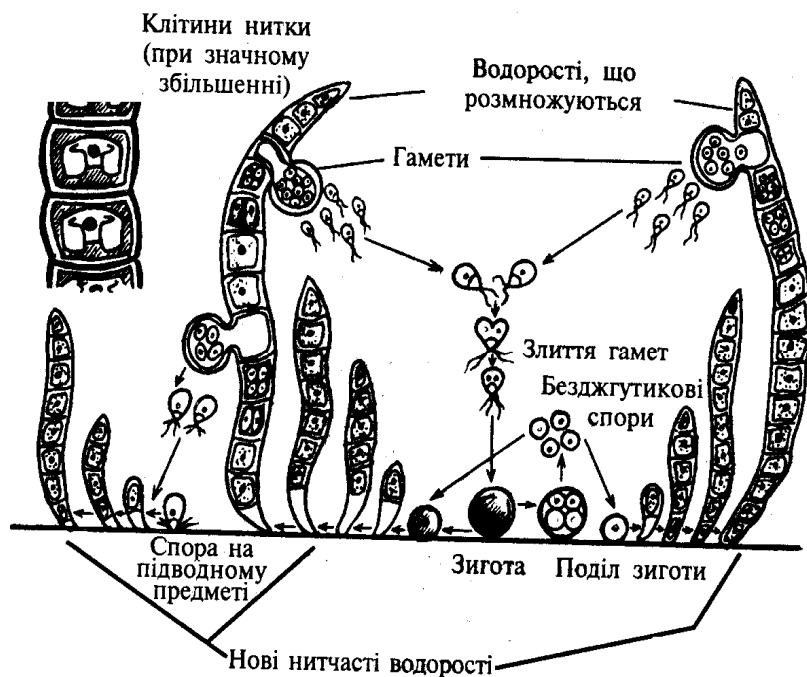


Рис.3.7. Нитчаста водорість улотрикс і її розмноження.

Еволюція зелених водоростей у водному середовищі не привела до утворення складно влаштованих та величезних таломів з диференціацією їх на тканини. Це відбулося при освоєнні зеленими водоростями суші та розвитку Вищих наземних рослин.



### 3.4.2 Вищі Рослини

**Загальна характеристика.** До вищих рослин відносяться ті, розвиток яких супроводжується утворенням зародку, а тіло розчленоване на стебло, корінь та листя. Це складні багатоклітинні організми, клітини яких диференційовані і утворюють різні тканини, які мають визначне функціональне значення. Характерна риса вищих рослин – наявність *провідної системи* (трахеїд та судин), які забезпечують обмін речовинами між полярними частинами організму. Звідси виникла ще одна назва вищих рослин – судинні. До них відносяться: *Мохоподібні, Хвоцєподібні, Плауноподібні, Голонасінні та Покритонасінні*. Вищі рослини – наземні організми і особливості їх будови обумовлені пристосуванням до мешкання на суші. Водні Вищі рослини – це вторинне (другорядне) явище.

Основні загальні особливості Вищих рослин такі:

1. Виникання та поглиблення відмін між спорофітом та гаметофітом. Переважання спорофіту над гаметофітом (за виключенням Мохоподібних).
2. Появлення багатоклітинних статевих органів і шару клітини, захищаючих їх від висихання.
3. Збільшення розмірів спорофіту та, як слідство того, – зростаюче розчленування тіла, викликане необхідністю збільшення поверхні: кореня – для забезпечення споживання рослин у воді та мінеральних солях; листя – для підтримання необхідного рівня фотосинтезу.
4. Виникнення покривної тканини – епідерми, яка зверху має захисну плівку (кутикулу) та зберігає рослину від висихання. Розвиток кутикули привів до утворення продихів – високоспеціалізованого апарату, регулюючого газообмін та випаровування води рослиною.
5. Посилення механічної стійкості стебла шляхом ущільнення клітинної стінки та просякнення її лігніном, надаючи жорсткість целюлозному остову клітинної оболонки.

Вищі рослини з'явилися на суші у кінці силурійського періоду біля 415 – 430 млн. років назад у вигляді невеликих по розмірам та примітивних за будовою риніофітів ( псилофітів). Предками перших наземних рослин були зелені водорості. Основний напрямок еволюції наземних рослин полягав у досконалості спорофіту, який у наземних умовах значно життєздатний, ніж гаметофіт. Рослини, які нас очолюють – папороті, злаки, різнотрав'я, хвойні та листяні дерева – спорофіти. Основну частину біомаси на Землі, біля 90 % – складають наземні рослини.

Вищі рослини поділяються на *Вищі Спорові* та *Вищі Насінні* рослини. Вищі Спорові – це рослини, які розмножуються за допомогою спор. До них відносять слідуєчі відділи: Ринієподібні (викопні рослини),

Псилотоподібні, Мохоподібні, Плауноподібні, Хвощеподібні, Папоротеподібні.

Вищі насінні рослини – розмножуються за допомогою насіння. Існує два відділи насінних рослин – Голонасінні (гіменофіти), Покритонасінні (квіткові або магнолієві).

### **Вищі Спорові рослини**

У всіх спорових рослин в їхньому життєвому циклі розвитку чітко відбувається чергування статевого і безстатевого поколінь.

Статеве покоління являє собою заросток або *гаметофіт*. Він утворюється із спори має гаплоїдний набір хромосом ( $n$ ). Функція заростку – утворення статевих клітин – гамет. На ньому розвиваються органи статевого розмноження: *архегонії* (жіночі статеві органи) і *антеридії* (чоловічі статеві органи). В архегоніях розвиваються яйцеклітини, в антеридіях – сперматозоїди. Назва рослини "гаметофіт" означає рослини, яка утворює гамети.

Безстатеве покоління – спорофіт, утворюється із зиготи і несе диплоїдний ( $2n$ ) набір хромосом. Воно виконує функцію утворення спор, яке проходить у спеціальних органах — *спорангіях*.

Тканина спорангіїв також має подвійний набір ( $2n$ ) хромосом, вона поділяється шляхом мейозу у результаті чого розвиваються спори – *гаплоїдні клітини* з поодиноким набором хромосом ( $n$ ). Назва покоління "спорофіт" означає рослину, що утворює спори.

У мохів у життєвому циклі розвитку переважає *гаметофіт* (статеве покоління), у хвощів, плаунів, папоротей – *спорофіт* (безстатеве покоління).

### **Відділ Ринієподібні (Риніофіти)**

Сюди належать виключно викопні рослини, які жили на Землі близько 450 млн років тому. Риніофіти мали примітивну будову. Листя і справжніх коренів вони не мали, до ґрунту прикріплялись ризоїдами – безбарвними виростами, схожими на кореневі волоски. Тіло їхнє складалося із гілочок, розгалужених на дві частини (дихотомічне галуження). На суші дозволила їм вижити більш складна в порівнянні з водоростями внутрішня будова: наявність покривної і провідної тканин. Представниками риніофітів були куксонія (кущик до 7см висотою) і ринія, яка жила на болотистих місцях і сягала висоти 50см. Вчені вважають, що всі відділи сучасних наземних рослин походять від риніофітів.

## Відділ Псилоподібні (Псилофіти)

Це сучасні тропічні і субтропічні рослини, їх налічується близько 20 видів. Тіло не має листя і як у риніофітів дихотомічне галузиться. Псилофіти – рослини невеликих розмірів, середня висота яких не перевищує 25–40см. У життєвому циклі переважає спорофіт.

## Відділ Мохоподібні (Бріофіти)

Мохоподібні або мохи це відокремлена група Вищих рослин, розвиток якої привів до еволюційного глухого кута. Вони з'явилися майже одночасно з риніофітами, але дожили до наших днів. Це найбільш примітивні сучасні Вищі Спорові рослини.

Мохи мають хлорофіл, фотосинтезують, живуть на суші, у вологих місцях, рідше – у воді. Тіло мохів складається з тканин, але справжніх судин не має.

*Розмноження* в мохів здійснюється трьома способами: *безстатевим (спорами), статевим і вегетативним*. Безстатевий і статевий спосіб розвитку чергуються.

На відміну від усіх других вищих рослин, у життєвому циклі мохів гаплоїдний гаметофіт переважає над спорофітом та здійснює функції фотосинтезу, забезпечення водою і мінеральними солями. Мохоподібні ще існували у кам'яновугільному періоді і в теперішній час їх нараховується біля 35000 видів. Це, в основному, багаторічні рослини, широко розповсюджені у вологих місцях мешкання практично повсюди, від арктичної тундри до помірних зон північної та південної півкуль, до високогірних лісів тропічного поясу. Звичайні розміри мохів від 1мм до декількох сантиметрів. Водяні та епіфітні мохи мають стебла до 60см і більше. У своїй будові мохи являють собою верствище, або ж мають стебло і листя. Характерною ознакою усіх мохоподібних є – відсутність коренів. До ґрунту вони прикріплюються ризоїдами (епідермальними виростами). Інші тканини виражені слабо.

Одна із особливостей мохоподібних полягає у тому, що статеве та безстатеве покоління у них не розділені, а являють собою одну рослину. Гаметофіт розвивається із гаплоїдної спори. У різних видів мохів гаметофіт може бути одностатевим (двodomним) або двостатевим (одномдомним). На гаметофіті утворюється спорофіт у вигляді коробочки із спорами. Спори, висипаючись із коробочки, проростають у *протонему* (або *передросток*), який являє собою зелену розгалужену нитку. На протонемах формуються бруньки, з яких часом розвивається гаметофіт. У життєвому циклі мохів, як вже зазначалося вище, домінує гаметофіт. Характер чергування поколінь у мохоподібних такий: з проростанням спори починається статеве покоління; воно закінчує своє існування

утворенням гамет. Безстатеве покоління розпочинається проростанням зиготи і закінчується утворенням спор. Крім спороутворення мохам властиві і інші від безстатевого розмноження – вегетативний (виводкові бруньки, гілки та багатоклітинні виводкові тільця) (рис.3.8).

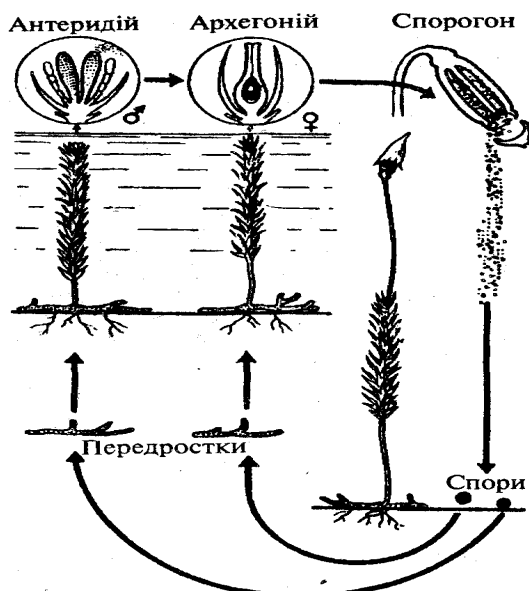


Рис.3.8. Розмноження мохоподібних.

Із трьох класів Мохоподібних тільки листостеблові називають справжніми мохами. Ці мохи грають важливу роль у рослинних суспільствах. До них відносяться широко розповсюджені *зозулин льон* та *сфагнум*. Зозулин льон – багаторічна рослина висотою до 20см, широко розповсюджена у смерекових лісах, на болотах, разом із сфагнумом приймає участь в утворенні торфу. Укриваючи ґрунт суцільним килимом, він витісняє інші зелені мохи. Зозулин льон може вбирати води в 4 рази більше за власну масу. Щільний покрив зозулиного льону затримує атмосферну вологу. Це може спричинити заболочування лісу.

Сфагнові мохи – постійні мешканці вологих місць та боліт помірної зони північної півкулі (рис.3.9). Багато видів – білувато-зелені (звідси назва "білий мох"), відносно великих розмірів. Це багаторічна рослина з дуже розгалуженим стеблом. На відміну від інших зелених мохів сфагнум не має ризоїдів. Стебла покриті численними дрібними листячками. На стеблах у місцях прикріплення листя розташовані безкольорові клітини з порами у зовнішніх стінках. Це так звані водозбірні клітини, здібні поглинати велику кількість води. Кожний листок складається з одного шару клітин двох різних типів. Їх відмінність добре видно в мікроскоп.

Одні з цих клітин зелені, бо в їхній цитоплазмі є хлоропласти. Зелені клітини вузькі. Вони з'єднані одна з одною кінцями і утворюють суцільну сітку. У них відбувається фотосинтез, вони проводять з листків до стебла

органічні речовини. Між зеленими клітинами розташовані більші за розміром клітини. Вони прозорі, мертві. Їхня цитоплазма зруйнована, а збереглися тільки оболонки, у яких з'являються отвори.

Зовні стебла також покриті прозорими мертвими клітинами. Мертві клітини листків і стебел сфагнуму здатні вбирати воду і довго її утримувати, поступово віддаючи живим клітинам. Завдяки цьому рослина вбирає дуже багато води – у 20 – 25 разів більше від своєї маси.

Сфагнум може рости під покривом лісу серед зозулиного льону. Там, де оселився сфагнум, ґрунт заболочується. На занадто вологому ґрунті дерева ростуть погано і ліс поступово зникає, починає розвиватися болото. Сфагнові мохи ростуть верхньою частиною пагонів, нижні відмирають. Накопичення відмерлих мохів у вологому та кислому, анаеробному середовищі створюють умови для складання покладів торфу. Гнилісне розкладання мертвих мохів завдяки кислому середовищу та виділенню мохами особливої антисептичної речовини – сфагналу – припиняється.

Запаси торфу у колишньому СРСР склали 160 млрд. тонн. В Україні торф видобувають у Чернігівській, Житомирській, Львівській, Сумській та Рівненській областях.

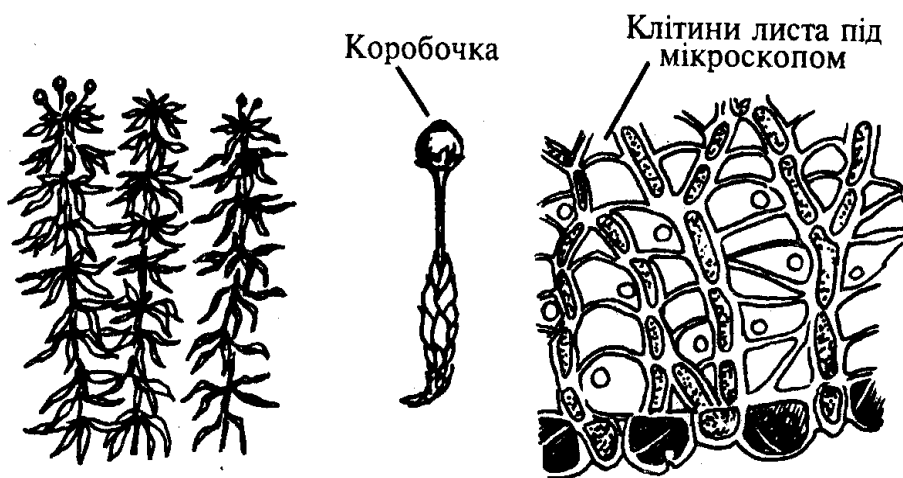


Рис. 3.9 Мох сфагнум.

З торфу виробляють деревний спирт, карболову кислоту, пластмаси, ізоляційні плити, смолу та багато цінних матеріалів. Він широко використовується у народному господарстві, як джерело палива, підстилки для скоту, органічне добриво для ланів. Мохи, як правило, тваринами не поїдаються. Їм належить важлива роль у природі як накопичувачів вологи та регулювальника водного балансу лісів та сусідніх територій.

## Відділ Плауноподібні (Лікоподіофіти)

Плауноподібні – стародавні рослини, виникли від псилофітів, досягли розквіту у кам'яновугільному періоді разом з папоротеподібними. У той час існували гігантські форми плавунів – лепідодендрони – 30м заввишки, 1м у діаметрі, покриті лускатим листям довжиною до 1м та шириною в 1см. Їх корені довжиною до 50см не мали кореневих волосків. Мешкання у напівзануреному стані у болотистому ґрунті та в умовах насиченого водяними парами повітря того періоду викликало сильний розвиток повітряносної тканини, по міжклітинниках якої повітря доходило до всіх органів рослин. До початку мезозойської ери більшість плауноподібних вимерло, і разом з велетенськими хвощеподібними утворило на Землі поклади кам'яного вугілля.

У теперішній час плауноподібні подані біля 1000 видами. Це трав'янисті, багаторічні, переважно вічнозелені рослини. Вони зустрічаються переважно у соснових лісах. Живуть на землі, на стовбурах дерев, гілках. У цих рослин довге повзуче стебло з великою кількістю гілок, покритих дрібними листками. Мають прямостоячі, обвислі, повзучі пагони довжиною до 1.5 – 10м. У тих, що повзають, від головного стебла відходять бокові та додаткові корені. Вершкові пагони закінчуються спороносними колосками. Улітку в плаунів на прямостоячих пагонах розвиваються дрібні жовті спори. Крім розмноження спорами їм властиве вегетативне розмноження бруньками та пагонами. Плауни ростуть дуже повільно, розвиток із спори гаметофіту проходить на протязі 6 – 15 років. Тривалість життя спорофіту може досягнути декілька десятків літ. Типовим представником є *плаун булавовидний* або лікоподіум. Це багатолітня трав'яниста вічнозелена рослина. Вона має повзуче стебло, яке іноді сягає 3 м довжини. Деякі види плаунів вміщують отруту, яка по характеру дії нагадує отруту кураре. Плавун – баранець використовують у медицині. Спори ряду видів плаунів використовують як дитячу присипку. Вони містять близько 50% жиру і не тонуть у воді(звідси пішла і назва рослин). У зв'язку з повільним ростом та винищенням плауни підлягають охороні.

## Відділ Хвощеподібні (Еквізетофіти)

Хвощеподібні – нечисленна група рослин, біля 20 видів. У давнині вони були подані велетенськими деревовидними та кущевидними формами, які вимерли. У сучасний період хвощі представлені багаторічними трав'янистими рослинами з добре розвинутим підземним стеблом – кореневищем, від якого відходять додаткові корені. Надземна частина стебла досягає 1 м; у тропічних видів – більше. На відміну від останніх вищих спорових рослин у хвощів пагони складаються із члеників

(міжвузел) та вузлів з кільчастим розташуванням листя. Листя хвощів – це дуже змінені бокові гілочки. Друга особливість – накопичення кремнезему в стінках клітини усієї рослини, а також на поверхні епідерми. Зовні шар кремнезему грає механічну та захисну роль: хвощі практично не пошкоджуються молюсками, комахами. Їх уникають хребетні тварини. Підземне стебло хвощів – кореневище – розташовується на різній глибині. Хвощі мають два типи кореневищ – горизонтальні та вертикальні. Горизонтальні більш товсті з довгими міжвузлами, ніж у вертикальних. На кореневищах утворюються бульби, які представляють собою потовщене та видозмінене стебло. Клітини бульб великі і заповнені крохмальними зернами (рис.3.10). Весною на кореневищах виростають пагони із спороносними колосками, в яких утворюються гаплоїдні спори. Із спор у ґрунті розвиваються гаметофіти (заростки) у вигляді невеликих платівок з ризоїдами. Вони бувають 3 типів: чоловічі, жіночі та двостатеві. На них утворюються гаметобруньки з гаметами. Для того, щоб відбувся процес запліднення необхідна наявність крапельної води. Гамети, зливаючись утворюють зиготу, із якої розвивається спорофіт. Спори у хвощів однакового розміру, вони – рівноспорові рослини.

Хвощі розповсюджені в основному у північній півкулі. Вони поселяються у місцях з достатньою вологою. Найбільш розповсюджені *польовий, лучний, лісовий і болотяний хвощі*

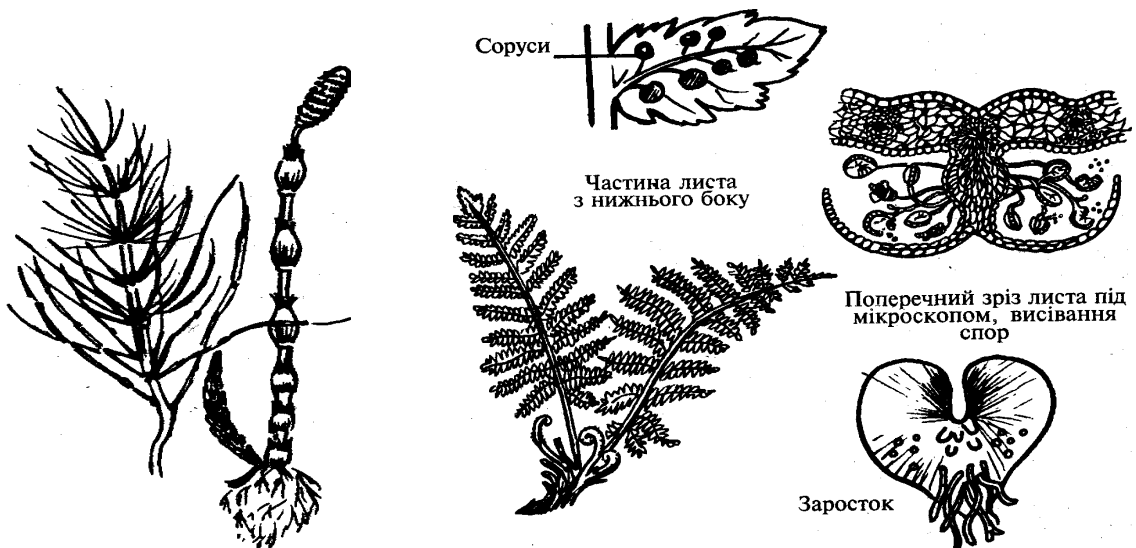


Рис.3.10. Хвощ польовий.

Рис.3.11. Папороть.

## Відділ Папоротеподібні (Поліподіофіти)

Папоротеподібні або папороті досягли розквіту у кам'яновугільному періоді. У теперішній час вони зуміли пристосовуватися до змінних умов і розповсюдилися широко. Вони представлені різноманітними життєвими формами (деревоподібні, трав'янисті, епіфіти – ростуть на стовбурах дерев). Мають широкий діапазон розмірів тіла (тропічні деревовидні до 25м висотою), зустрічаються у самих різних місцях мешкання: у пустелях, болотах, озерах, солонуватих водах і особливо у лісах. Їх до 10 тис. видів. Це багаторічні рослини, вік окремих особин – біля 300 років і більше.

Тіло їх розчленоване на корінь, стебло і листя. Корені у папороті придаткові. Це означає, що первинний зародковий корінь відмирає і замість нього розвиваються корені із стебла. Стебла їх слабо розвинуті і листя по масі та розмірам переважають. Так у деяких тропічних видів при довжині стебла до 1м листя досягають 5м. У стеблах добре розвинута провідна тканина; між пучками якої розташовується паренхімна тканина. Листя у папороті відповідають гілкам їх предків – риніофітів. Вони сплюснені та диференційовані на черешок та пластину. Ще листя називають *вайї*. У більшості випадків листя поєднують функції фотосинтезу і спороношення. Розмножуються папороті спорами. Мають правильне чергування поколінь – безстатевого й статевого.

На нижній стороні листка розвиваються спорангії, у яких утворюються гаплоїдні спори. При визріванні спорангії розкриваються і спори висипаються назовні. *Безстатеве* (спорове) покоління являє собою листостеблову рослину. Спори, потрапивши в сприятливі умови, проростають, утворюючи маленьку рослинку – *заросток*. Заросток – це статеве покоління в життєвому циклі папороті – *гаметофіт*.

На *заростку* утворюються чоловічі й жіночі статеві органи – *антеридії і архегонії* в яких розвиваються сперматозоїди і яйцеклітини. Після їхнього злиття відбувається запліднення, утворюється *зигота*. З утвореної зиготи розвивається зародок нової рослини (рис.3.11).

Багато видів папороті утворюють спори однакові по будові та фізіологічним властивостям. Це рівноспорові папороті. Із таких спор виростає двостатевий гаметофіт – заросток. Серед сучасних папоротів є види, спорангії яких утворюють спори нерівних розмірів: дрібні – мікроспори та великі – мегаспори. Із дрібних розвиваються чоловічі гаметофіти, із мегаспор – жіночі. Так, у різноспорових папоротів гаметофіти одностатеві, невеликих розмірів, простої будови, тобто вони редукуються. Запліднення проходить при наявності води і із диплоїдної зиготи розвиваються спорофіт. Спори нерівної величини (різноспоровість) у еволюції Вищих спорових рослин виникали неодноразово.

Особливо велике значення це явище має для папороті, оскільки воно послужило основою виникнення сім'яних рослин. Біологічні переваги



різноспоровості полягають в тому, що гаметофіт розвивається усередині спори за рахунок накопичення в ній поживних речовин. Поживні речовини мегаспори забезпечують незалежність спорофіту від зовнішніх джерел харчування. Завдяки цьому розвиток відбувається швидше, що дає змогу краще переносити мінливі умови навколишнього середовища. Висота пристосованості папороті обумовила велике різноманіття їх життєвих форм. У лісах, галявинах, у болотах, на лужку поселяються багаторічні трав'янисті форми (орляк, щитник та ін.). На болотах та у інших стоячих водоймах мешкають плаваючі форми (сальвінія). Хоч більшість папоротів віддають перевагу вологим місцям мешкання, серед них зустрічаються засуhostійкі види, які ростуть у пустелі, у розщілинах скель. У тропічних лісах, крім наземних, багато форм – ліан.

Найбільш розповсюджені в нашій країні папороті – *щитник чоловічий, кочедижник жіночий, орляк звичайний, адіантум, міхурник* та інші. Це наземні, багаторічні, трав'янисті рослини, що ростуть у вологих тінистих лісах, на узліссях, на болотистих луках, у розщілинах скель та інших місцях, де є необхідні умови для їхнього життя.

Предки сучасних Вищих спорових, які були дуже розповсюджені у кам'яновугільному періоді, створили великі поклади кам'яного вугілля. Воно має дуже велике значення в практичній діяльності людини: є важливим джерелом енергії, яка використовується людиною для вироблення електрики, тепла, без яких людина не може існувати. Сучасні папороті людина використовує частіше як лікарські або декоративні рослини.

У сільському господарстві використовують папороть Азолу, яка живе у симбіозі з азотофіксуючою синьо-зеленою водорістю. Азолу культивують на рисових ланах як джерело азотного харчування. Молоде листя деяких папоротей їдять. Кореневище щитника чоловічого вміщує глистогінні речовини, тому його вживають у медицині.

## Насінні Рослини

Усі розглянуті вище відділи наземних рослин мають дві загальні функціональні властивості:

- для здійснення статевого процесу їм необхідна вода і це обмежує у цілому їх розповсюдження;
- утворені спори дрібні, вміщують мало поживних речовин і мають слабку життєздатність.

Цим обумовлений повільний ріст та визрівання, як гаметофіту, так і спорофіту.

Більш прогресивними з еволюційної точки зору виявилися групи рослин, у яких жіночі спори збільшувалися у розмірі за рахунок накопичення поживних речовин. Проростаючи, мегаспори давали жіночий

гаметофіт, утворюючи великі яйцеклітини, які після запліднення забезпечували зародок спорофіту харчуванням. Різносторовість виникла незалежно у різних групах спорових, досягла найбільшого відбиття у папоротеподібних. На цій основі ще у пізньому девоні виникли насінні папороті, які дали початок голонасінним рослинам, але вони вимерли у крейдяному періоді. До голонасінних відносяться рослини, які розмножуються насінням, але не утворюють плодів. Рослини, у яких насіння міститься у плоді, називають покритонасінні.

Насінні рослини відрізняються перш за все тим, що головним зародком для розселення виду служить якісно нове утворення – насіння. Це – маленький спорофіт з корінцем, брунечкою і зародковими листочками – сім'ядолями. У ньому вміщується запас поживних речовин, необхідних для першопочаткового етапу розвитку, звільнення із сім'яних оболонок та укорінення .

### Відділ Голонасінні (Пінофіти)

Голонасінні рослини включають 6 класів: *насінні папороті, саговникові, беннетітові, гнітові, гінкгові, хвойні*. Із них насінні папороті та беннетітові повністю вимерли. Всі голонасінні досягли розквіту у мезозойську еру, у кінці якої більшість вимерла. Голонасінні дістали таку назву завдяки тому, що їхнє насіння лежить відкрито на поверхні лусок, воно не захищене стінкою зав'язі.

Голонасінні рослини, які існують тепер, нараховують біля 660 видів. Вони широко розповсюджені, особливо у північній півкулі, де утворюють величезні масиви хвойних лісів. Їх життєві форми – дерева та чагарники. Оскільки найбільш розповсюджені із голонасінних хвойні, то у помірній зоні це майже єдині представники. І у природі, і у житті людини хвойні займають друге місце після квіткових рослин. Їх нараховується 560 видів. Добре відомі *ялина, сосна, піхта, модрина, кипарис, кедр*. Широко розповсюджена у нас назва сибірський кедр – означає сибірську сосну. Види роду Кедр мешкають у країнах Середземномор'я (в тому числі ліванський кедр), один вид – у Гімалаях. До хвойних відноситься *ялівець*. У всіх хвойних корінь стрижневий, із сильним боковим розгалуженням. Він часто вміщує мікоризу. Стебло включає кору, деревину та слабо виражену серцевину. У стовбурах старих рослин серцевина ледь помітна. Як і у корі, так і у деревині багато хвойних мають смоляні ходи (канали). Вони складаються із подовжених міжклітинних порожнин, заповнених ефірними маслами, смолою. Листя хвойних своєрідні. У листопадних видів листя м'які, плоскі, розташовуються спіралью, або пучками (модрина). У більшості хвойних листя вічнозелені, жорсткі, голчасті по формі і різної довжини. Вони покриті шаром кутикули, клітини епідерми мають дуже потовщені стінки. Під епідермою лежать 1 – 3 шари товстостінних клітин,

граючих роль зовнішнього скелету. Продихи глибоко занурені у тканину листка, що зменшує випаровування води.

Як вже зазначалося вище, голонасінні розмножуються насінням. Це основна ознака, яка відрізняє голонасінні рослини від тих, що розмножуються спорами. Навесні на молодих гілках утворюються маленькі шишки – видозмінені пагони. Вони зібрані тисними групами біля основ молодих пагонів. Одні з них жовто-зелені. Інші червонуваті, одиночні. Кожна шишка складається з осі й лусок, що сидять на ній. На лусочках зеленуватих шишок розвиваються по два пилкових мішечка. У них утворюється і досягає пилка – чоловічі гамети. Оболонка кожної пилки має два пухирці, наповнені повітрям. Такі пилки вітер переносить на великі відстані. Коли пилка дозріває він за допомогою вітру переноситься на пилковходи насінних зачатків.

Червонуваті шишки ростуть на тих самих деревах (у сосни, ялини) що й жовто-зелені. Але вони розвиваються на верхівках молодих гілок. На лусках червонуватих шишок по два насінних зачатки – жіночі гамети. Після запилення насінних зачатків луски червонуватих шишок змикаються і склеюються смолою. У насінних зачатках закритих шишок відбувається запліднення. Із зиготи розвивається зародок, який складається з коріння, стеблини, декількох (5—12) сім'ядоль і бруньки. З усього насінного зачатка – насінина. Шишки ростуть і дерев'яніють.

У сосни насіння досягає через півтора роки після запилення, а висипається з шишок майже через два роки.

Голонасінні мають велике значення у природі. Разом з іншими зеленими рослинами вони утворюють органічні речовини, засвоюють вуглекислий газ з повітря і виділяють кисень. Сосна одна з перших починає природне заселення зрубів і згарищ, запущених полів. Оселившись на сипких пісках, сосна закріплює їх. Всі Хвойні, особливо сосни, виділяють леткі речовини, які пригнічують розвиток багатьох шкідливих бактерій не тільки в лісі, а й навколо нього. Також Хвойні широко використовують у господарській діяльності людини, перш за все як будівельний матеріал та сировину для целюлозно-паперової промисловості. При цьому найбільшу площу тайгових лісів займає модрина, потім сосна і смерека. Особливою міцністю і довговічністю відзначається деревина модрини, бо вона стійка до гниття. Дуже міцна та красива деревина тису, вона не має смоляних ходів. Кипарис має міцну, та красиву деревину. До Кипарисових відносяться секвої або мамонтове дерево, виключно довговічне. Деякі особини відзначаються висотою 80 – 110м, їх вік 3 – 4 тис. літ. Секвоя має саму цінну деревину (красне дерево), яка використовується як будівельний та столярний матеріал. Представники класу Саговникових здавна використовувалися людиною у їжу. Назва "хлібне дерево" відбиває вживання серцевини Саговникових як джерело

крохмалю для приготування особливого продукту – саго. Вживається у їжу і насіння Саговникових.

### Відділ Покритонасінні або Квіткові (Магноліофіти)

Покритонасінні або квіткові за часом появи на Землі є наймолодшими і в той же час найбільш високоорганізованою групою рослин. В процесі еволюції представники цього відділу з'явилися пізніше інших, але дуже швидко зайняли домінуюче положення на земній кулі та витіснили багато груп рослин, які з'явилися раніше на Землі. Їх налічують близько 300 тис. видів. Своє непереможне розповсюдження на Землі Покритонасінні почали у крейдяний період, коли деякі групи рослин були вже цілком сформовані, а інші – частково чи повністю вимерли.

Найбільш характерною, визначною особливістю Покритонасінних є наявність у них своєрідного органу – *квітки*, яка відсутня в інших групах рослин. Тому покритонасінні ще називають *Квітковими* рослинами. Насінні зачатки у них приховані, вони розвиваються всередині *маточки*, в її зав'язі, тому покритонасінні ще називають *Маточковими*. Пилок у них уловлюється не насінними зачатками, як у Голонасінних, а приймочкою – особливим утворенням, яким закінчується маточка квітки.

Після запліднення яйцеклітини із насінних зачатків утворюється *насіння*, а із стінки зав'язі – *оплодень*. Отож, насіння у Квіткових розвивається всередині плода, тому цей відділ рослин називають Покритонасінні.

У Покритонасінних так як і в попередніх відділах рослин, відбувається чергування поколінь. Як і у більшості Вищих рослин, найбільш розвинутих, домінуючим у них є безстатеве покоління – спорофіт, статеве ж покоління редуційоване ще більш, ніж у Голонасінних.

Для Покритонасінних також характерним є *наявність подвійного* запліднення, яке відсутнє у представників інших відділів рослинного світу (див с. 146).

Внаслідок подвійного запліднення утворюються дві зиготи. Одна з них потім дає початок зародку, а друга – поживну тканину зародку (*ендосперм*). Ендосперм Покритонасінних є гібридною тканиною, яка поєднує спадкоємні особливості материнського та батьківського організмів, тоді як у Голонасінних він утворюється до процесу запліднення і є гаплоїдним. Зигота, яка дає початок ендосперму Покритонасінних, триплоїдна, так як в утворенні її приймають участь 3 клітини з гаплоїдною кількістю хромосом. Зигота, яка дає початок зародку насіння (запліднена яйцеклітина), диплоїдна.

Отже, у порівнянні з іншими відділами рослинного світу для Покритонасінних характерні такі особливості:

- 1) наявність квітки;

- 2) наявність таких нових органів, як маточка і плід;
- 3) покриття насіння оплоднем
- 4) розташування насінних зачатків у зав'язі маточки;
- 5) подвійне запліднення;
- 6) розвиток плоду із зав'язі, а насіння – у середині плоду.

Покритонасінні найбільш пластичні рослини, вони мають виключну пристосованість до різних природно-історичних умов Землі. Представники їх мають дуже широке географічне розповсюдження. Вони ростуть у надзвичайно різноманітних кліматичних умовах.

Як найбільш пристосовані до умов зовнішнього середовища, Покритонасінні відзначаються великим різноманіттям форм вегетативних та репродуктивних органів: коренів, листя, квіток, плодів, насіння. Вони мають більш складну та більш досконалу анатомічну будову, ніж представники раніш розглянутих відділів рослин. Елементи провідної системи забезпечують їм найбільш швидке переміщення води та пластичних речовин по рослині, що сприяє більш енергійному обміну речовин. В них добре розвинуті справжні судини – трахеї, а не трахеїди, як у голонасінних.

Безмежно різні Покритонасінні і за своїми розмірами. Серед них відомі дуже дрібні рослини – в декілька сантиметрів – (ряска), та рослини – велетні, які досягають більш 100м (евкаліпти).

У походженні Покритонасінних багато ще неясного. Говорячи про походження та швидке розселення їх, Ч.Дарвін ще у 1879 році назвав їх появу "жахливою таємницею". Про походження Покритонасінних існує декілька гіпотез:

- 1) що вони мають монофімічне походження, тобто виникли від одного предка, певно, від примітивних Голонасінних;
- 2) виникнення та подальший розвиток їх зв'язують з розвитком тваринного світу, особливо комах, період масового появлення яких співпадає з періодом формування Покритонасінних рослин.

Одні вчені вважали, що швидкому розселенню та розвитку Покритонасінних сприяє кращий захист насінних зачатків, які містяться всередині зав'язі. Інші бачили причину цього у появленні комах – опилувачів та птахів, які з'явилися рознощиками пилку, насіння та плодів. На погляд М.І.Голенкіна (1927р.) Покритонасінні виявилися більш пристосованими до мінливих умов на Землі – зменшення вологості, збільшення освітленості та збільшення сухості повітря. Очевидно, швидкому розселенню Покритонасінних сприяла спільна дія різних факторів середовища.

Вважається, що первинні Покритонасінні були деревами, але не могутніми, а невеликими деревцями з слабо розвинутою кроною. Вони мали вічнозелене сидяче листя та великі квіти. Із дерев у процесі еволюції розвинулися чагарники, напівчагарники, а вже потім трав'янисті рослини.

Спочатку багаторічні, а потім однорічні. В основному це сухопутні рослини, водяні – це явище другорядне. Як правило Покритонасінні – автотрофи. Але серед них є паразити та комахоїдні, які живляться готовими органічними речовинами.

Покритонасінні мають широке географічне розповсюдження – представники їх ростуть в усіх зонах Земної кулі. Вони зустрічаються як на далекій півночі, так і на крайньому півдні; деякі види ростуть високо у горах (до 5000 м на рівнем моря), але найбільше видове різноманіття їх зосереджене у тропіках.

Про місце першопочаткового виникнення Покритонасінних є надзвичайно суперечливі викази. Одні дослідники вважають, що вперше Покритонасінні з'явилися в області тропіків, на материку, який був розташований у Тихому океані між Америкою, Азією та Австралією, і згодом поринув у воду. Другі, навпаки, припускають, що першорядно Покритонасінні з'явилися в горах субтропіків та помірної зони північної півкулі, де у теперішній час зосереджена найбільша різновидність представників примітивних, більш стародавніх за походженням рослин. Треті припускали, що вони з'явилися в області сучасної арктичної суші, де у минулому був цілком інший клімат і де у теперішньому часі (о.Шпіцберген) при добуванні вугілля знаходять відбитки листя тропічних рослин.

**Тканини рослин та особливості їх будови.** Як правило, у багатоклітинних організмів клітини відрізняються (*диференціюються*) за будовою та виконуваними функціями, утворюючи тканини. *Тканиною називають групу подібних за будовою клітин, структурно і функціонально пов'язаних між собою.*

Тканини виникають у більшості багатоклітинних тварин і вищих рослин, нижчі рослини та гриби тканин не мають. Тканини рослинних організмів, їхню будову, функції, процеси розвитку вивчає наука – *анатомія рослин.*

Всі тканини рослин поділяють на дві нерівні групи: недиференційованні твірні тканини або *меристеми*; диференційованні, *постійні* тканини.

До недиференційованих тканин відносять *твірні* тканини або *меристеми*. До постійних (диференційованих) тканин відносяться; *покривні, основні, механічні, провідні та видільні.*

**Твірна тканина (меристема)** (від грец. *меристос* – подільний) складається з клітин, які мають тоненькі клітинні стінки з незначним вмістом целюлози та велике ядро. Вони здатні до поділу та росту. Клітини меристеми дають початок клітинам інших типів тканин, які називають постійними. Твірні тканини бувають первинні та вторинні. Зародок насіння складається із первинної меристеми, вона присутня також на верхівці пагону і під кореневим чохлаком. Вторинні меристеми більш

спеціалізовані та характерні для голонасінних та покритонасінних рослин. За місцем розташування розрізняють верхівкову, вставну та бічну меристеми. Верхівкові та вставні меристеми забезпечують ріст органів у довжину, бокові – у товщину.

**Покривні тканини** рослин розташовані на поверхні всіх органів рослин і відмежовують їх від зовнішнього середовища. Розрізняють первинну, вторинну та третинну покривну тканину.

**Первинна покривна тканина** або *епідерма* (від грец. *epi* – над, зверху та *derma* – шкіра) складається з одного чи кількох шарів безбарвних живих клітин, які щільно прилягають одна до одної. Головна функція епідерми – захисна. Її клітини міцно зчеплені одна з одною, завдяки чому досягається міцність та еластичність епідермісу. Клітини епідерми певний час зберігають здатність до поділу. Зовнішня стінка епідермальних клітин потовщена та часто містить мінеральні речовини (наприклад, в епідермі у хвощів відкладається двооксид кремнію –  $\text{SiO}_2$ ). Зверху епідерма у більшості рослин вкрита особливим шаром, який запобігає випаровуванню води через її поверхню, – *кутикулою*. Вона є продуктом секреції епідермальних клітин та складається із воскоподібної речовини. Більшість клітин епідермісу не містить хлоропластів, тобто в них не відбувається процес фотосинтезу. Хлоропласти звичайно спостерігаються лише в особливих клітинах, *замикаючих* породи. Завдяки ним відбувається газообмін між зовнішнім середовищем та тканинами рослин.

Поверхня стебел більшості деревних рослин та кущів вже в перший рік життя набуває світло – коричневого кольору. Це свідчить про те, що на зміну епідермі приходить *вторинна покривна тканина* – *пробка* або *фелема*. Стінки її клітин згодом накопичують суберин та воск, стають непроникними для води, що й викликає загибель клітин. Виконуючи захисну роль пробка утворюється і на підземних частинах рослин: коріннях, кореневищах, клубнях. Згодом, на багаторічних міцних стовбурах дерев, коріннях утворюється ще більш надійний покривний комплекс – *кірка* – це *третинна покривна тканина*.

**Основна тканина**, або *паренхіма* (від грец. *паренхіма* – налите поруч) складається з живих клітин, що мають порівняно тоненькі стінки, між якими є великі проміжки – *міжклітинники*. Оскільки ця тканина займає основу органа, а у ній розміщуються інші тканини, її називають основною.

Залежно від особливостей будови клітин та функцій які вони виконують розрізняють різні види паренхіми: асиміляційна паренхіма (хлоренхіма), запасуюча, поглинальна (всмоктуюча), повітряносна (аеренхіма).

**Фотосинтезуюча** або *асиміляційна, паренхіма* утворена з клітин, які містять *хлоропласти*. Вона розтошовується в зелених органах рослини

(переважно в листках). У клітинах асиміляційної паренхіми відбуваються процеси фотосинтезу.

*Запасаюча паренхіма* є в усіх органах рослини, утворюючи інколи окремі шари (наприклад, серцевина стебел). В її клітинах розташовані *лейкопласти*, іноді – ще й *хромoplastи* (паренхіма квіток, плодів). У цих клітинах запасуються крохмаль та інші поживні речовини, у рослин посушливих місцевостей – вода (*водоносна паренхіма*).

*Поглиняльна (всмоктуюча) паренхіма* знаходиться на кінчиках коренів. Вона представлена кореневими волосками та поверхневими клітинами всмоктувальної частини кореня. Завдяки неї рослина отримує з ґрунту поживні речовини.

*Повітряносна паренхіма* або *аеренхіма* (від грец. *аер* – повітря), виконує функції газообміну і проведення газів до різних тканин і тому має добре розвинені міжклітинники. Найкраще розвинена аеренхіма у рослин, які зростають в умовах з ускладненим газообміном (водяні та болотяні рослини).

**Механічні тканини** виконують опорні функції, надаючи рослині пружності та підтримуючи її органи в певному положенні. До них належать коленхіма та склеренхіма. Загальна особливість всіх механічних тканин – потовщення клітинних оболонок (рівномірне або нерівномірне).

*Коленхіма* (від грец. *колла* – клей та *енхіма* – налите) складається з живих клітин із нерівномірно потовщеними стінками. Вона входить до складу первинної кори молодих пагонів переважно дводольних рослин.

*Склеренхіма* (від грец. *склерос* – твердий) – сукупність видовжених мертвих клітин із товстими оболонками, які забезпечують стійкість рослин до стискання, розтягування, згинання. Це, наприклад, луб'яні волокна кори та деревинні – деревини.

**Провідні тканини** забезпечують надходження до рослини поживних речовин з ґрунту (висхідний потік речовин у рослині), та перетік речовин, що синтезуються у процесі фотосинтезу, до інших частин рослини (низхідний потік). Ці потоки обслуговуються двома типами тканин: висхідний – *судинами*, або *трахеями і трахеїдами*; низхідний – *ситовидними трубками та клітинами – супутницями*. Всі типи провідних тканин у рослині розташовуються не поодиноці, а разом з іншими тканинами (механічними, основними) і утворюють комплекс тканин.

Комплекс тканин, головною частиною яких є судини або трахеї, називають *ксилемою*. Сукупність тканин у яких основну частину утворюють ситовидні трубки та клітини – супутниці, – *флоемою* або лубом.

**Видільні тканини** являють собою сукупність клітин у яких накопичуються продукти життєдіяльності рослин (ефірні олії, смоли, нектар). Це залозки та залозисті волоски на поверхні епідермісу. До видільних тканин відносять також нектарники.



*Ефірні олії* – це суміш летких органічних речовин різної хімічної будови. Вони мають певне значення в житті рослин: завдяки своєму сильному запаху приваблюють запилювачів, відлякують ворогів, деякі з них (фітонциди) вбивають або пригнічують ріст і розмноження мікроорганізмів. У світі відомо близько 3 тис. видів покритонасінних та голонасінних рослин, що продукують ефірні олії; з них близько 200 видів використовують у парфумерії, кулінарії, як лікарські засоби, розчинники, для виготовлення лаків тощо. Згадаймо всім відомі трояндову та лавандову олії, олію кропу тощо. Листки ясенцю, який зростає в лісах Криму, виділяють настільки багато ефірної олії, що вона подібно хмарці оточує кущик рослини. Якщо в безвітряну суху погоду до такого кущика піднести запалений сірник, він спалахне яскравим полум'ям. Олія згорає настільки швидко, що не шкодить рослині, звідки і народна назва останньої - «неопалима купина».

*Смоли* – це продукти життєдіяльності голонасінних (сосна, кедр, кипарис та ін.) та покритонасінних (частини бобових, наприклад, астрагалу, деяких зонтичних тощо). Вони становлять складну суміш різних органічних речовин – смоляних кислот, спиртів, високомолекулярних вуглеводів тощо. Утворюються в клітинах, які оточують смоляні ходи. Назовні смоли виділяються переважно у суміші з ефірними оліями у вигляді густих рідин, які дістали назву бальзамів. У разі ушкодження поверхні рослини бальзами витікають зі смоляних ходів та затягують ранку. Цю властивість бальзамів використовують у медицині для загоювання ран, оскільки вони мають антибактеріальні властивості (живиця сосни, перуанський бальзам). Канадський бальзам (дістають з ялиці бальзамічної) застосовують у мікроскопічній техніці для виготовлення мікропрепаратів. Основу бальзамів хвойних становить скипидар; після відгонки його використовують як розчинник фарб, лаків тощо, а тверду смолу, яка лишилась (каніфоль), використовують при паєнні, виготовленні лаків, сургучу, натирання струн смичкових музичних інструментів та ін. Стародавні єгиптяни та інші прадавні цивілізації застосовували консервуючі та антибіотичні властивості бальзамів для збереження трупів (мумій) протягом багатьох тисяч років.

Особливий тип секретуючих органів – *нектарники* - це залози, розташовані в квітці чи на різних частинах пагонів. Вони складаються з основної тканини, клітини якої виділяють нектар, проток, якими він виходить назовні, та виростів епідерми, що оточують протоку та надають нектарникові різної форми (ямкоподібної, горбоподібної, ріжкоподібної тощо). Нектар – це водний розчин глюкози та фруктози, концентрація яких становить від 3 до 72% із домішками ароматичних речовин. Він слугує для приваблення комах і птахів – запилювачів квіток завдяки солодкому смаку. Всім відома здатність кропиви спричиняти опіки (тому в народі її називають жаливою), її листки та молоді пагони густо вкриті волосками,

всередині яких є канал, заповнений рідиною. У цій рідині є особливий фермент, що подразнює тваринні тканини, та мурашина кислота, які викликають відчуття болю та появу пухлинки на шкірі.

Близько 500 видів покритонасінних комахоїдних рослин поширено переважно в тропічних країнах (в Україні – кілька видів, з яких найвідоміші – росичка та пухирник). Вони вловлюють комах та інших членистоногих (пухирник – дрібних рачків) за допомогою видозмінених листків, на яких є волосини з клейким секретом, або самі листки мають форму глечика чи капсули, куди залазить комаха, приваблена запахом. Спеціальні залозки виділяють ферменти, що розкладають білки комах; перетравлені речовини всисаються через продихи. Так комахоїдні рослини поповнюють нестачу азотистих сполук, яких не вистачає у ґрунті місць їхнього зростання.

**Запилення. Мікроспорогенез та мегаспорогенез квіткових рослин.** Для того, щоб відбулося запліднення квітки, необхідно, щоб відбулося запилення; тобто щоб пилок з тичинок був перенесений до маточки квітки. Існує декілька способів запилення. *Самозапилення* – пилок квітки потрапляє на приймочку її ж маточки. *Перехресне* – пилок одної квітки потрапляє на приймочку іншої квітки. *Перехресне* запилення може відбуватися завдяки різним агентам: за допомогою комах (*ентомофілія*), вітру (*анемофілія*), води (*гідрофілія*), птахів (*орнітофілія*). Для того, щоб відбулося запилення необхідно, щоб у тичинках утворилися та дозріли мікроспори, а у середині жіночого гаметофіту утворилася мегаспора (яйцеклітина).

**Мікроспорогенез**, т.б. процес утворення мікроспор, відбувається усередині пилкових гнізд тичинок, що розвиваються. На апексі квітконосного пагону утворюється чотири пилкових гнізда (мікроспорангії). Усередині гнізд відокремлюються по декілька великих клітин – археспоріальних. Кожна клітина археспорія поділяється на дві: усередину відкладаються спорогенні клітини, а к периферії – паріетальні клітини. Спорогенні клітини багато разів поділяються і утворюють материнські клітини мікроспор. Кожна з материнських клітин потім двічі поділяється і утворюється тетрада мікроспор. Один з поділів клітин редуційний, тому мікроспори гаплоїдні. На момент відкриття тичинкових гнізд тетрази розпадаються на окремі мікроспори. Спочатку мікроспора являє собою одноядерну клітину, яка вкрита двома оболонками. Зовнішня оболонка – товста, щільна, з щипами та борознами – *екзина*. Внутрішня – тонка та тендітна – *інтина*. Розвиток чоловічого гаметофіту починається ще у пильнику. Ядро мікроспори поділяється двічі. Навколо кожного з ядер відокремлюється протоплазма і у середині мікроспори утворюється дві клітини. Велика – *вегетативна*, менша – *генеративна*. Вегетативну клітину можна розглядати як гомолог чоловічого заростку, генеративну – як гомолог антеридія.

Подальший розвиток чоловічого гаметофіту звичайно відбувається після перенесення мікроспори на приймочку маточки. Мікроспора проростає, утворюючи трубочку, яка досягає зав'язі, а потім і насінного зачатку. Протопласт вегетативної та генеративної клітин опускається у пилкову трубку. Ядро генеративної клітини двічі поділяється, утворюючи два спермія.

*Мегаспорангій*, або насінний зачаток, також починає свій розвиток з утворення пагорбка на внутрішньому боці плодолистика. Пагорбок оточений валиком, який згодом розвивається у покров насінного зачатка або *інтегумент*. Сам пагорбок перетворюється у *нуцелус*. Інтегумент не повністю оточує нуцелус, а залишає вільний прохід до нього – *пилковхід* або *мікропіле*. Одна з клітин нуцелусу збільшується у розмірі та стає *археспоріальною*, або *материнською*, клітиною мегаспори. Археспоріальна клітина поділяється двічі, утворюючи тетраду мегаспор. Перший поділ редуційний. Одна з клітин тетради починає збільшуватися у розмірі і стає єдиною мегаспорою. Інші клітини дегенерують. Потім починається розвиток жіночого гаметофіту із мегаспори. Розвиток цей супроводжується збільшенням в розмірі всього мегаспорангія. Це відбувається так. Ядро мегаспори поділяється тричі без цитокінезу. Утворюється вісім ядер, чотири з них відходять ближче до мікропіле, чотири – у протилежний бік. Потім від кожного полюсу до центру клітини переміщується по одному з гаплоїдних ядер і тут зливаються. Утворюється вторинне диплоїдне ядро. Це ядро одягається своїм шаром цитоплазми. Інші шість також. Таким чином, із протопласту мегаспори утворюється сім клітин: по три на полюсах і одна у центрі. Це утворення, гомологічне жіночому гаметофіту, має назву *зародковий мішок*. Три клітини, які розташовані ближче до мікропіле, складають яйцевий апарат: одна з них, більш велика – *яйцеклітина*, дві останні – *синергіди* (клітини-супутниці). Клітини на протилежному полюсі називають *антиподами*.

**Запліднення та розвиток насіння.** Два спермія, які утворилися у результаті поділу генеративної клітини за допомогою пилкової трубочки досягають зародкового мішка. Оболонка пилкової трубочки розривається, один зі сперміїв запліднює яйцеклітину, а другий – вторинне диплоїдне ядро. Відбувається *подвійне запліднення*. В результаті із яйцеклітини розвивається *зародок* насіння, а з вторинного ядра – *ендосперм* – поживна тканина насіння. Він використовується у процесі утворення зародку та його подальшого розвитку у нову рослину і має набір хромосом  $3n$ .

У деяких рослин зародок насіння може розвиватися з яйцеклітини без запліднення. Таке явище має назву *партеногенез*. В інших випадках зародок насіння може розвиватися не з яйцеклітини, а з незапліднених клітин – синергід або антипод. Таке відхилення від норми називається *апогамією*. Плоди можуть утворюватися без запліднення та подальшого розвитку насіння. Таке явище має назву *партенокарпія*. Властивість

рослин давати плоди без насіння людина широко використовує у селекції. Зараз існує багато сортів плодкових рослин, які дають плоди без насіння (апельсини, мандарини, лимони, виноград, банани і т. ін.).

**Класифікація Покритонасінних рослин.** Велике різноманіття Покритонасінних рослин ділиться на 2 класи – *дводольні* та *однодольні*. Перш за все вони відрізняються за кількістю сім'ядолей у зародку насіння. Еволюція обох класів, пов'язаних спільністю походження від якихось дводольних предків, проходила самостійно, і вони мають ряд характерних відзнак. Тому поділ Покритонасінних на два класи ґрунтується не тільки на кількості сім'ядолей у зародку насіння, але й на сукупності інших ознак які наведені у таблиці 3.1.

Клас дводольні об'єднує понад 175 тис. видів, близько 350 родин. В основу поділу Покритонасінних на родини покладена будова квіток, враховуються також особливості суцвіть і плодів і в меншій мірі – вегетативних органів.

Слід помітити, що немає ні одної ознаки абсолютного значення, яка б розділила ці 2 класи, а лише сукупність ознак дає цьому підставу.

Загальний напрямок еволюції Покритонасінних найбільш вдало відбито у системі вітчизняного систематика, академіка Гроссгейма.

Однодольні, як гілка еволюції Покритонасінних, беруть початок від примітивних дводольних і тому розглядаються вслід за ними.

Клас дводольні за кількістю видів займає перше місце у світовій флорі. До цього класу відносяться більше 175тисяч видів (більше 2/3 усіх видів Покритонасінних), які розподіляються між майже 350 родинам. Родини, в свою чергу об'єднуються у більш великі систематичні одиниці – порядки. Багато із них мають першорядне практичне значення або являють величезний теоретичний інтерес. До цього класу відносяться такі відомі родини: Льонові Мальвові, Бобові, Розові, Капустяні, Макові, Гречані, Пасльонові, Гарбузові, Складноцвіті та ін. Рослини, які відносяться до цих родин, мають важливе практичне значення, бо це більшість культурних рослин, які вирощують у сільському господарстві.

Клас однодольні вміщує близько 58 тисячі видів (приблизно 25% усіх Покритонасінних) розповсюджених по всій земній кулі. За різноманітністю представників цей клас значно поступається класу дводольних. Про походження однодольних від дводольних вказує наявність у однодольних на ранній стадії розвитку ознак дводольних рослин. Крім того, деяким дводольним притаманні риси однодольних рослин і навпаки. Серед однодольних немає паразитуючих рослин. Як правило, представники цього класу – трав'янисті рослини, деревовидні – виключення (драцени, юки). Серед них багато рослин, пристосованих до визначних умов мешкання: водяно-болотних, ефемерів, епіфітів. однодольні можна характеризувати, як геофіти, тобто рослини, які пристосовані до перенесення несприятливих умов життя у ґрунті, куди

Таблиця 3.1 – Найголовніші ознаки дводольних та однодольних рослин

Дводольні	Однодольні
<b>Коренева система</b>	
Стрижнева, розвинута система головного кореня, корінь має камбій.	Мичкувата. Зародкові коріння рано припиняють ріст тому добре розвинута система додаткових. Корінь не має камбію.
<b>Стебло</b>	
Трав'янисте, дерев'янисте спроможне до вторинного потовщення, галузиться. Провідні пучки стебла на поперечному розрізі розташовані кільцем, відкриті (з камбієм). Кора й серцевина добре диференційовані.	Трав'янисте, неспроможне до вторинного потовщення. Провідні пучки стебла на поперечному розрізі розташовані безладно, закриті (без камбію). Немає чіткої диференціації кори і серцевини.
<b>Листя</b>	
Листя прості або складні, переважно з сітчастим жилкуванням, часто з прилистям. Край листя розсічений або зубчастий. Листорозташування чергове, супротивне. Черешок чітко визначений, рідко має піхвову основу.	Листя переважно прості, лінійні, ланцетні, з паралельним та дуговим жилкуванням, без прилистя. Розташування листків дворядне. Листя здебільшого без черешків. Часто має піхвову основу.
<b>Квітка</b>	
Квітки частіше п'яти-, чотиричленні, рідко тричленні.	Квітки частіше тричленні, іноді чотири- або двохчленні
<b>Насіння</b>	
Зародок з двома сім'ядолями. Сім'ядолі мають бокове положення. Насіння з ендоспермом або без нього. (іноді зародок має одну сім'ядолю, рідше 3-4.	Зародок з одною сім'ядолею. Сім'ядоля розташована зверху. Насіння з ендоспермом.

занурені органи вегетативного розмноження – кореневища, бульби, цибулини та ін. Багато однодольних пристосовано до життя на болотах та на дуже вологих ґрунтах. З іншого боку у таких однодольних, як у злаків добре подана група видів пустельного клімату – ксерофіти та ефемери. Найбільш розвинуті однодольні стоять на вищому ступеню розвитку Покритонасінних. Однодольні являють собою цілком природний ряд розвитку, де окремі ряди та родини демонструють схожу спеціалізацію та взаємозв'язки перехідними формами. Серед них багато цінних для людини

рослин (хлібні злаки, кормові злаки, пальми, лілейні та ін.) Найбільш поширені родини цього класу: Лілійні, Злакові (Тонконогі), Цибулеві, Зозулинцеві.

### 3.4.3 РОЗВИТОК РОСЛИННОГО СВІТУ НА ЗЕМЛІ

Рослинний світ нашої планети надзвичайно різноманітний. У ньому налічується близько 500 тис. видів рослин. Зараз вони заселяють усе різноманіття природних умов, яке створилося на планеті. Вивченням викопних решток давніх рослин займається наука *палеоботаніка*. Перші рослинні організми виникли у воді в дуже далекі часи. Був час, коли рослинний світ на Землі не існував. Потім з'явилися організми, які поступово змінювались, зникали, поступаючи місцем новим. Перші живі істоти були мікроскопічними дрібними грудочками слизу. Значно пізніше в деяких із них з'явилось зелене забарвлення, і ці живі організми стали схожі на одноклітинні водорості. Організми, в клітинах яких виник хлорофіл, пристосувалися до використання енергії сонячного світла для перетворення води і вуглекислого газу в їжу. З появою фотосинтезу в атмосфері почав нагромаджуватися кисень. Склад повітря став поступово наближатись до сучасного. Така атмосфера сприяла розвитку більш досконалих форм життя. Одноклітинні істоти дали початок багатоклітинним організмам, котрі, як і одноклітинні, виникли у воді. З одноклітинних водоростей розвивались різноманітні багатоклітинні водорості.

Перехід рослин до наземного способу життя, на думку вчених, був пов'язаний з існуванням ділянок суші, які періодично заливалися водою. Вода, що відступала, затримувалася в западинах. Вони то пересихали, то знову заповнювалися водою. Осушування цих ділянок відбувалося поступово. У деяких водоростей з'явилися пристосування до проживання без води (рис. 3.12).

Клімат на той час на земній кулі був вологим і теплим. Почався перехід деяких рослин від водного до наземного способу життя. Будова цих рослин поступово ускладнювалася. Вони дали початок першим наземним рослинам. Найдавніша група серед відомих наземних рослин – псилофіти.

Вони існували вже 420 – 400 млн років тому, а пізніше вимерли. Псилофіти росли по берегах водоймищ і були невеликими багатоклітинними зеленими рослинами. Вони не мали коренів, стебел, листя. Роль коренів у них виконували *ризоїди*. Псилофіти мали більш складну зовнішню та внутрішню будову. У них була розвинута первинна покривна тканина а також провідна – деревина й луб. Розмножувалися спорами.

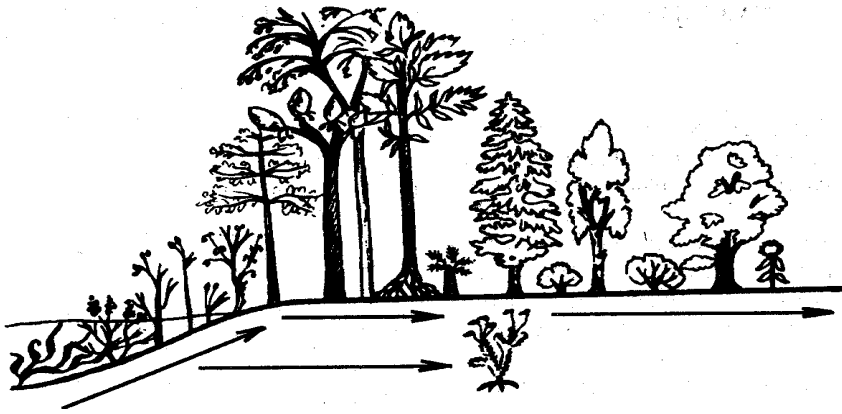


Рис. 3.12. Перехід рослин до наземного способу життя.

Від псилофітів виникли *мохоподібні* і *папоротеподібні*, в яких уже були стебла, листя і корені. Розквіт папоротеподібних був близько 300млн років тому в кам'яновугільний період. Клімат на цей час був теплим і вологим. У кінці кам'яновугільного періоду клімат Землі став помітно сухішим і холоднішим. Деревоподібні папороті, хвоці і плауни почали вимирати, але до цього часу з'явилися *примітивні голонасінні рослини* – нащадки деяких папоротеподібних. Першими голонасінними рослинами були насінні папороті, які згодом повністю вимерли. Насіння в них розвивалося на листі: шишок у цих рослин не було. Насінні папороті були деревоподібними, ліановидними і трав'янистими рослинами. Від них виникли інші голонасінні.

Умови життя продовжували змінюватися. Там, де клімат був більш суворий, давні голонасінні рослини поступово вимирали і на зміну їм з'явилися більш досконалі рослини – давні хвойні, потім їх змінили сучасні хвойні: сосна, ялина, модрина та ін.

Перехід рослин на сушу тісно пов'язаний не тільки з появою таких органів, як стебло, лист, корінь, але, головним чином, з появою насіння, особливим способом розмноження цих рослин. Рослини, що розмножувалися насінням, краще пристосувалися до життя на суші, ніж рослини, які розмножувалися спорами. Особливо чітко це проявилось, коли клімат став менш вологим.

У папоротеподібних на заростках, що розвиваються із спор, *утворюються жіночі і чоловічі гамети* (статеві клітини) – *яйцеклітини і сперматозоїди*. Для того щоб відбулося запліднення (після злиття гамет), необхідна атмосферна або ґрунтова вода, в якій сперматозоїди пересуваються до яйцеклітин.

Голонасінним вільна вода для запліднення не потрібна, оскільки воно відбувається всередині насінних зачатків. У них чоловічі гамети (сперматозоїди) підходять до жіночих (яйцеклітин) по пилкових трубах, що ростуть усередині насінних зачатків. Таким чином, запліднення в

спорових рослин знаходиться в повній залежності від наявності води, у рослин, що розмножуються насінням, цієї залежності немає.

*Покритонасінні рослини* – з'явилися на Землі понад 120–130 млн років тому. Вони є нащадками давніх голонасінних. Покритонасінні виявилися найбільш пристосованими до життя на суші, оскільки тільки в них є спеціальні органи розмноження – квітки, а їхнє насіння розвивається всередині плода і добре захищене оплоднем.

Завдяки цьому покритонасінні швидко розселилися по всій Землі і зайняли найрізноманітніші місця проживання. Уже більше 60 млн років покритонасінні рослини панують на Землі.

### 3.4.4 РОСЛИНИ І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

На Землі різні рослини живуть не ізольовано одна від одної, а спільно, утворюючи угруповання – *фітоценози* (від грецьк. "фітон" – рослина і "коїнос" – спільний). Разом можуть рости не будь-які рослини, а тільки певні види в певних сполученнях. Наука, що вивчає зв'язки організмів між собою і навколишнім середовищем, називається *екологією* (від грецьк. "ойко" – житло, середовище і "логос" – вчення).

Усе, що оточує рослину і впливає на неї, складає середовище її існування. Усі явища, що впливають на рослину, її ріст і розвиток, називають *екологічними факторами*. Екологічні фактори неживої природи, якими є вода, повітря, температура, світло, ґрунт та інші, називають *абіотичними*.

Одним із найнеобхідніших екологічних факторів є *світло*. Без нього не може відбуватися фотосинтез. Від сонця залежить не тільки інтенсивність світла, що використовується при фотосинтезі, але й температура середовища. За відношенням до світла рослини поділяють на три основні групи: *світлолюбні* (сосна, дуб, пролісок), *тіньюлюбні* (копитняк, вороняче око) і *тіньювитривалі* (ялина, граб, липа, черемха та ін.). Для нормального росту і розвитку багатьох рослин неабияке значення має співвідношення тривалості дня й ночі. У зв'язку з цим розрізняють *рослини короткого дня, довгого дня й нейтральні*. Рослини північних широт є звичайно рослинами довгого дня, а тропіків і субтропіків – короткого дня або нейтрального.

Тропічні райони планети цілий рік отримують майже вертикальні сонячні промені, завдяки чому для них характерна досить висока постійна температура. Тут ростуть *теплолюбні* рослини. У інших областях земної кулі температура повітря коливається в залежності від кількості сонячного світла і його інтенсивності в різні пори року. Тут ростуть *холодостійкі* рослини. Так, наприклад, водорості в товщі льоду Антарктиди живуть при температурі  $-80^{\circ}\text{C}$ , модрина в Якутії витримує мороз  $-70^{\circ}\text{C}$ , у той же час



рослини тропіків можуть переносити нагрівання до +60...+65°C на протязі тривалого часу.

Важливим абіотичним фактором є *вологість*, яка частково залежить від кількості сонячного світла і температури. Вода регулює розподіл рослин не тільки по всій земній кулі, але й у межах територій з однаковим кліматом, але з різним рельєфом. Різні рослини потребують неоднакової кількості води. Є *вологолюбні* рослини і *посуhostійкі*. Вологолюбні ростуть у тропіках, де більш за все випадає опадів (від 2 000 до 12 000 мм). Мешканці степів і пустель мають сильно розвинену кореневу систему, видозмінене листя–колючки та інші морфологічні та фізіологічні пристосування до перенесення жаркого та посушливого клімату.

Ще один фактор, що впливає на розподіл організмів – це *грунт*. Він утворюється внаслідок руйнування підстельної материнської породи з додаванням зруйнованих відмерлих частин організмів: рослин і тварин. Завдяки наявності різних типів рослинності на планеті сформувалися різноманітні типи ґрунтів.

*Біотичні фактори* – друга група екологічних факторів, які впливають на ріст і розвиток рослин. Біотичні фактори пов'язані із сумісним проживанням і взаємним впливом рослин і тварин одне на одного. Зокрема, впливу грибів, бактерій, вірусів і тварин. Цей вплив може бути позитивним і негативним. До позитивних впливів належить співжиття коренів рослин з бульбочковими бактеріями і грибами. Внаслідок співжиття водоростей і грибів виникли нові організми – лишайники. Таке співжиття називають симбіозом.

Тваринам належить важлива роль у запиленні і розповсюдженні рослин. Рослини є першою ланкою в ланцюгу живлення, основою спільного життя всіх живих істот на певній території, тобто ценозів.

У ценозах нерідко виникає боротьба за світло, вологу і будь–який інший фактор. Такі відношення між організмами називають *конкуренцією* (від лат. "конкуренція" – зіткнення).

До негативних біотичних факторів належить вплив на рослини бактерій, вірусів, грибів, які викликають ті чи інші захворювання рослин. Випас худоби на степових ділянках, у саванах призводить до необоротних негативних змін і навіть до знищення певних ділянок.

*Антропогенний фактор* – це вплив діяльності людини на рослини. Він може бути негативним: випас домашніх тварин, вирубка лісів, забруднення води, повітря і ґрунту відходами підприємств, внесення в надмірних кількостях гербіцидів, випробування ядерної зброї та ін. Позитивний вплив людини – це інтродукція, тобто переселення окремих видів рослин за межі звичного існування.

*Кожний з екологічних факторів незамінний*. Нестачу тепла не можна замінити великою кількістю світла, мінеральні речовини, необхідні для живлення рослин, – водою.

Дія будь-якого фактору *визначається точками мінімуму* (від лат. "мінімум" – дуже мало) і *максимуму* (від лат. "максимум" – більше, занадто), за межами яких життя організму стає неможливим. Кордони, за якими існування організмів неможливе, називають *нижньою і верхньою межею витривалості*. Умови, найкращі для життя рослин, називають *оптимальними*.

Рослинні угруповання, або *фітоценози*,— закономірне об'єднання рослин, що ростуть спільно на однорідній ділянці земної поверхні. Кожне рослинне угруповання характеризується певною структурою і певними взаємовідносинами рослин як між собою, так і з зовнішнім середовищем.

Характерні властивості рослинного угруповання визначаються за його ознаками, такими як видовий склад, набір життєвих форм, кількісне співвідношення між видами, горизонтальний і вертикальний розподіл, характер і об'єм біомаси, взаємозв'язки між рослинами, особливості місця проживання, ритміка розвитку і т. ін.

У рослинному угрупованні розрізняють види, що кількісно переважають (*домінанти*), і рослини, які сильніше за інших впливають на середовище (*едифікатори*), а також супровідні види.

За переважанням тих чи інших видів і життєвих форм усі рослинні угруповання об'єднуються у великі групи – *типи рослинності* – *лісова, лучна, степова, болотна, пустельна* і т. ін.

У відповідності з переважанням у рослинному покриві угруповань якогось типу рослинності, кожен територію відносять до певної рослинної зони. У залежності від кліматичних умов розрізняють зони тундри, хвойних лісів, широколистих лісів, степів, пустель, тропіків і т. ін. Виділяються й перехідні, проміжні зони (лісотундра, лісостеп, напівпустеля, субтропіки і т. ін.), а також підзони і вертикальні пояси в горах.

*Зональна рослинність* має свої характерні риси, якими рослинні угруповання цієї зони відрізняються від фітоценозів інших зон.

*Тундра* – зона, в якій переважають угруповання низькорослих чагарників, чагарничків і трав, а головним чином – мохів і лишайників. Різноманітні пристосування тундрових рослин дозволяють їм переносити сильні морози. Проте при недовгому й холодному літі рослини тундри ростуть дуже повільно, корені неглибоко проникають у ґрунт, скований мерзлотою, довжина рослин дуже мала. Тому рослинність тундри, яка легко руйнується, потребує особливо дбайливого ставлення.

*Ліси* об'єднують угруповання з переважанням деревних рослин. Північну частину лісової зони утворюють хвойні ліси (тайга), де домінує ялина, сосна, ялиця, кедр, модрина. Ближче до півдня тайга поступово переходить у змішані, а потім у листяні ліси, де переважають листяні деревні породи (береза, дуб, липа, клен, ясен, осина та ін.).

Лісові фітоценози мають велику біомасу, складну структуру, сильний вплив на середовище. Добре відома водоохоронна роль лісових фітоценозів. Ліси – найважливіше джерело деревини та іншої сировини для народного господарства, а також цінних продуктів харчування (грибів, ягід та ін.). У той же час ліс – це середовище проживання багатьох звірів, птахів і комах. Охорона лісів має величезне значення в житті людини.

*Степи* – великі безлісі простори, покриті багатолітніми травами, що ростуть на чорноземних ґрунтах. Степи розрізняють: ковильні (південні) і різнотравні (північні). У степових фітоценозах домінують дернинні злаки, цибулинні рослини, ефемери (рослини, що розвиваються тільки в дуже короткий період, частіше за все весною). Характерна особливість степових угруповань – пристосування до літнього посушливого періоду: розвиток рослин, як правило, відбувається весною.

У наш час степові фітоценози збереглися лише в заповідниках, інша територія залучена до сільськогосподарського виробництва – *агроценози* (штучно створені людиною фітоценози).

*Пустелі* мають рослинність з дуже бідним рослинним покривом, який складається з полину, кураю, саксаулу та інших посухостійких рослин. Розрізняють глинисті, солончакові, кам'янисті і піщані пустелі. Для рослин пустель характерні пристосування, що дозволяють їм економно витратити вологу (колючки, дерев'янисті стебла), які розвиваються тільки в короткий період весни. Зрошення пустель дозволяє вирощувати багато цінних культур (бавовник, виноград, пшеницю).

*Луки* зустрічаються в будь-якій зоні. Лучні угруповання складаються з багатолітніх кореневих злаків, бобових, численних видів різнотрав'я, пристосованих до помірного зволоження. Розрізняють луки заплавні (по долинах рік), суходільні (материкові), високогірні (альпійські). Луки використовують для косовиці і для випасу худоби.

*Болота* також не зональні. Вони розвиваються при надмірному зволоженні. Розрізняють болота верхові, в яких ростуть переважно сфагнові мохи, і низинні, в яких домінують осоки. Болотні рослини мають специфічні особливості, що дозволяють їм жити на бідних, холодних і перезволожених ґрунтах.

*Водні угруповання* прісних внутрішніх водоймищ і морських шельфів включають рослини, які мають численні пристосування для життя у воді. На різних глибинах розвиваються різні угруповання, наприклад, прибережні зарості очерету, потім – латаття, рдесник, кушир, ще глибше – угруповання водоростей і т. ін.

*Штучні угруповання, або агрофітоценози,* – нестійкі, частіше за все маловидові рослинні угруповання, що створюються людиною, головним чином, сільськогосподарські угіддя (поля, сади, городи і т. ін.). Вони можуть існувати тільки при постійній турботі про них, у противному разі їх поступово замінюють природні угруповання.

По вертикалі рослинне угруповання розчленовується на яруси, котрі особливо чітко виявляються у лісових фітоценозах.

Тут *верхній ярус (полог)* утворює крони найвищих дерев; *другий ярус (памолодь)* – більш низькі дерева; *третій ярус (підлісок)* – чагарники; *четвертий ярус складають трави й чагарники; у п'ятому, надґрунтовому, розташовуються - мохи, лишайники, гриби.*

Ярусами розташовані й підземні органи рослин.

Крім рослин, у будь-якому рослинному угрупованні живуть різні тварини: комахи, птахи, звірі. Якщо це ліс, то в ньому можуть жити лосі, косулі, вовки, ведмеді, лисиці, зайці, різні гризуни, птахи й комахи.

Така сукупність рослин і тварин називається *біоценозом*. Ліс росте на ґрунті, в якому знаходяться корені рослин, живуть бактерії, черв'яки, гриби та ін.

Сукупність живої й неживої природи утворює *біогеоценоз* (від грецьк. "біос" – життя, "гео" – земля і "коїнос" – спільний).

Біогеоценози називають ще *екосистемами*. Системи завжди характеризуються певною постійністю або рівновагою. Порушення рівноваги призводить до руйнування екосистеми. Екосистеми поєднуються в біоми, а біоми утворюють *біосферу* Землі. Таким чином, біосфера – це жива оболонка планети, простір, в якому можливе життя.

Нерозумне втручання людини в життя екосистем порушує в них рівновагу, що негативно відображається на житті. Це дуже небезпечно для біосфери, а відповідно, і для життя на Землі. Людині потрібно бути обачливою і жити так, щоб не порушувати *рівноваги біосфери*. Використання рослин у житті людини закономірне й необхідне, але це природокористування повинно бути раціональним.

### 3.4.5 ОХОРОНА РОСЛИН

З давніх–давен люди використовували рослини й тварин для своїх потреб. Поступово вони почали помічати, що внаслідок їхньої господарської діяльності густі ліси почали рідшати. Кількість видів диких тварин зменшилась, а деякі зовсім зникли. Більше утворювалось ярів, частіше почали налітати суховії й чорні бурі. Ґрунти виснажувалися, зменшувалися врожаї.

Такі зміни природи відбувалися всюди, у багатьох країнах світу. За минулі тисячоліття на земній кулі вирубано й спалено 2/3 усіх лісів, понад 500 мільйонів гектарів родючих земель перетворилися на пустелю. Багато видів рослин і тварин зникли, чисельність деяких видів значно зменшилася.

Охороняти рослинні угруповання означає підтримувати в них природні процеси, допомагати відновленню порушеної рівноваги, усувати

небажані фактори і наслідки нерозумного втручання людини в життя екосистеми (*біоценозів*).

Над природою внаслідок антиприродної діяльності людини нависла загроза зникнення багатьох видів, а це для біосфери – справжня катастрофа.

Тому у всьому світі для охорони окремих видів рослин і тварин була створена Червона книга.

*Червона книга – це державний документ, який містить узагальнюючі відомості про сучасний стан видів, які знаходяться під загрозою зникнення, а також способи їх збереження і науково обґрунтованого відродження.*

З рослин у Червону книгу України 1996 р. внесено більше 400 видів Квіткових, 7 видів Голонасінних, 6 видів Плауноподібних, 8 видів Папоротеподібних, 28 видів Мохоподібних, 17 видів Водоростей, більше 30 видів Грибів і 27 видів Лишайників. Серед них знаменита сосна піцундська, сосна лілова, звичайний пролісок, півонія кримська, рябчик великий, ковила Лессінга, венерині черевички, тюльпан Шренка та багато інших.

Найбільш серйозна міра збереження рослин – це охорона їхніх місць проживання. Для цього створюються *заповідники, заказники, природні (національні) парки*. Основна відмінність заказників від заповідників полягає в тому, що на їхній території охороняється не весь природний комплекс, як в заповідниках, а лише та його частина, яка забезпечує існування певних видів. У країнах СНД розроблена програма, яка передбачає створення широкої мережі природоохоронних об'єктів. У відповідності з нею створюються заповідні зони, національні парки, регіональні ландшафтні парки і т. ін.. В Україні діє закон про "Про природно – заповідний фонд України". Цей закон визначає правові основи організації, охорони, ефективного використання природно – заповідного фонду України, відтворення його природних комплексів та об'єктів. Згідно з Законом державній охороні та регулюванню використання на території країни підлягають полезахисні й водоохоронні лісосмуги, зелені насадження, типові ландшафти, державні заповідники і заказники та інші природні багатства як залучені в господарський оборот, так і ті, що не експлуатуються.

Велику роль у охороні рідких рослин відіграють ботанічні сади, дослідні станції та інші установи. Ботанічний сад – це осереддя колекцій живих рослин (представників місцевої, вітчизняної та іноземної флори) не тільки для вивчення, але й для створення нових, більш продуктивних рослинних форм. *Найважливішою ланкою в роботі ботанічних садів є акліматизація рослин, тобто сприяння пристосуванню їх до нових умов існування, до нових біогеоценозів.* Ботанічні сади збагачують місцеву флору новими представниками рослинного світу. Це не тільки науково–

дослідні, але й просвітницькі установи, які пропагують провідні ідеї й досягнення науки ботаніки.

У наш час принципи раціонального природокористування розробляються в усьому світі. Створено міжнародні організації, які намагаються зберегти природні багатства для майбутніх поколінь людства.

### 3.5 ЦАРСТВО ТВАРИН (ANIMALIA)

#### Загальна характеристика. Систематичний огляд

За сучасною систематикою, усі тваринні організми поєднані в єдине царство, яке нараховує понад 1,5 мільйона видів. Серед них є крихітні організми, видимі тільки під мікроскопом (амеба звичайна – 0,2–0,5 мм) і велетні, наприклад кити до 30 м. За кількістю видів царство тварин перевищує всі інші царства, разом узяті. Вони утворюють багато екологічних груп: наземні, водні, повітряні, ґрунтові. Серед тварин є одноклітинні організми, колоніальні і багатоклітинні види.

Наука про тваринний світ – зоологія (від грецьк. "зоон" – тварина і "логос" – вчення), вона вивчає будову, поведінку, розмноження, розвиток тварин, їх походження і еволюцію, значення у природі та в житті людини.

*Значення тварин у природі* важко переоцінити. Вони беруть участь у запиленні багатьох рослин, поширенні насіння, ґрунтоутворенні, у руйнуванні залишків померлих рослин і тварин, в очищенні водоймищ.

Тварини відіграють важливу роль не тільки в біоценозах, але й у житті людини. Це свійські тварини – джерело їжі, шерсті, шкіри; це тварини, які широко використовуються для наукових досліджень. Це помічники людини в праці, спорті, відпочинку, нарешті, це "менші брати", друзі людини. Близько 40 видів людина приручила й одомашнила.

Разом з тим надзвичайно різноманітна й негативна роль тварин у житті людини. Істотну шкоду завдають вони сільськогосподарським рослинам, запасам продовольства, виробам із шкіри, шерсті й дерева. Чимало тварин викликають різні захворювання (малярію, дизентерію, аскаридоз та ін.) або є переносниками збудників небезпечних хвороб.

Тварини відрізняються від рослин своєю рухомістю, яка забезпечується цитоплазматичними органоїдами (у одноклітинних); наявністю цитоскелету (у одноклітинних) та скелету – зовнішнього та внутрішнього у багатоклітинних. Клітини тварин позбавлені целюлозних стінок: за типом живлення усі тварини – гетеротрофи. Реакція на зовнішній вплив у тварин реалізується також формою руху; у більшості багатоклітинних з допомогою нервової системи. У зв'язку з цим тваринам присутні складні поведінкові реакції, які відсутні у рослин. Тварини

освоїли усі середовища мешкання; їм властиві горизонтальні та вертикальні міграції.

Відмінності між тваринами та рослинами представлені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Відмінності між тваринами та рослинами

Тварини	Рослини
Спосіб живлення	
Гетеротрофний	Автотрофний
Обмін речовин	
Відбувається за рахунок розщеплення органічних речовин, отриманих з поживою	Відбувається за рахунок розщеплення органічних речовин, що утворюються у процесі фотосинтезу з неорганічних
Будова клітини	
Целюлозної стінки немає, є тоненька(глікокаліз), немає хлоропластів, вакуоль із клітинним соком. Запасні речовини у вигляді глікогену	Має целюлозну стінку, пластиди і вакуолі з клітинним соком. Запасні речовини у вигляді крохмалю
Тканини	
Епітеліальна, м'язова, сполучна, нервова. Є міжклітинна речовина	Утворювальна, покривна, механічна, основна, провідна. Міжклітинна речовина відсутня
Системи органів	
<i>Соматичні:</i> опорно-рухова, кровоносна, дихальна, травна, видільна, ендокринна і нервова <i>Репродуктивні:</i> статева	<i>Вегетативні:</i> корінь, стебло, лист <i>Репродуктивні:</i> квітка, насінина, плід
Здатність до пересування	
Активно пересуваються. Є амебоїдні, джгутикові, в'їчасті і м'язові рухи	Нерухомі. Є лише ростові рухи – тропізми, таксиси
Здатність до росту	
Ростуть здебільшого лише в молодому віці	Ростуть на протязі всього життя
Активність у пошуках поживи	
Активні	Неактивні
Цикл розвитку	
Зигота – зародок– маля (личинка) – молода тварина – доросла тварина – статевозріла активна тварина – старіюча тварина – померла тварина	Зигота – зародок– кільчик– молода рослина – плодоносна рослина – старіюча рослина – відмерла рослина

Зазначені відмінності виникли в процесі еволюції у результаті розбіжності ознак. Разом з тим між рослинами й тваринами спостерігається багато спільних рис:

- 1) усі вони мають клітинну будову і подібний хімічний склад;
- 2) спільність походження одноклітинних форм;
- 3) обмін речовин і енергії (живлення, дихання, виділення);
- 4) ріст і способи розмноження;
- 5) подразливість;
- 6) передача спадкової інформації.

Схожість доводиться спорідненням та спільністю походження.

**Класифікація тварин.** Наукова класифікація тварин дуже подібна до класифікації рослин. Як і рослини, усі тварини одного виду близькі за будовою. Це не випадково: вона залежить від близького споріднення, від спільного предка. Тварини одного виду ведуть однаковий спосіб життя і в природі живуть на певній території, можуть схрещуватися і давати плодюче потомство, схоже за будовою і способом життя з батьками. Провідна систематична одиниця – *вид*. Близькі види тварин поєднують у *роди*, близькі роди – у *родини*. Подібні родини поєднують у *ряди*, а ряди – у *класи*. Найбільш велика систематична одиниця (таксон) – *тип*, який містить у собі декілька споріднених класів. У систематиці окремих груп тварин виділяються ще допоміжні категорії (таксони), назва яких починається з префіксів "під" або "над": підтип, підряд і т. ін. Наприклад, у царстві тварин виділяються два підцарства: одноклітинні багатоклітинні.

Як і в рослин, у систематиці тварин прийнята *бінарна номенклатура*. За кількістю видів царство Тварин набагато перевищує всі інші царства. Воно вміщує більше 20 типів, які складають два підцарства: Одноклітинні та Багатоклітинні.

### 3.5.1 ПІДЦАРСТВО ОДНОКЛІТИННІ, АБО НАЙПРОСТІШІ

**Загальна характеристика.** До них відносяться тварини, тіло яких складається із однієї клітини, яка за своїми функціями є самостійним організмом. Загальна кількість видів Найпростіших перевищує 30 тисяч. Середовище мешкання Найпростіших надзвичайно різноманітне. Багато з них ведуть вільний образ життя, живуть у морях та прісних водах. Існують види, які мешкають у вологому ґрунті. Широке розповсюдження отримав паразитизм. Багато видів – паразитів викликають тяжкі форми хвороб людини, домашніх та промислових тварин, а також рослин. Відомі хижі Найпростіші, які нападають на представників інших видів. Найпростіші реагують на світло, температуру, солоність і т.ін. Відповіддю на роздратування є *таксис* (від фактора – негативний, до нього – позитивний).



Розміри цих організмів коливаються у дуже широких межах. Найдрібніші з них – паразити у крові ссавців, не перевищують 2-4 мікрони. Деякі інфузорії досягають 1,5 мм у довжину, а паразитичні Найпростіші – грегарини – до 1см; черепашки форамініфер (морські корененіжки), які мешкають на невеликих глибинах, можуть досягати 5-6см у діаметрі.

Важлива біологічна особливість Найпростіших – здібність переносити несприятливі умови у вигляді цист. При утворенні цисти органоїди руху зникають і клітина покривається щільною оболонкою. Тварини переходять у стан спокою і тільки з наступом сприятливих умов повертаються до активного життя.

Широке розповсюдження Найпростіших свідчить про те, що ця група знаходиться у стані біологічного прогресу. Процвітання їх обумовлене як пристосуванням до різноманітних умов середовища (ідіоадаптація), так і виникненням внаслідок еволюції ряду ароморфозів: збільшення кількості органоїдів руху (війки у інфузорій), ускладнення ядерного апарату (збільшення кількості ядер та їх поліплоїдизація), поява ядер з різними функціями як у інфузорій.

**Будова тіла.** Форма їхнього тіла різноманітна і може бути постійною, як у інфузорії, або мінливою, як у амеби. Відносна постійність форми тіла у Найпростіших обумовлена наявністю багатошарової зовнішньої оболонки, до складу якої входять *фібрили*. Тіло найпростіших може бути вкрито панцером або черепашкою (зовнішній скелет) з вуглекислого кальцію або органічної речовини. Деякі найпростіші мають внутрішній скелет з кремнезему або сернокислого стронцію (*променяки, радіолярії*)

Основні компоненти тіла найпростіших – *ядро і цитоплазма*. Цитоплазма клітини поділена на два шари. Зовнішній шар щільний і прозорий має назву ектоплазма. внутрішній – ендоплазма – більш рідкий, зернистий, містить клітинні органели та включення. У цитоплазмі найпростіших поряд із загальноклітинними органоїдами (мітохондрії, рибосоми, апарат Гольджі та ін.) є спеціальні органоїди – травна і скоротлива вакуолі. За допомогою травної вакуолі здійснюється процес травлення. Неперетравлені залишки їжі виводяться у будь-якому місці до якого підходить травна вакуоля або через спеціальні утвори – *відхідник*. Скоротливі вакуолі характерні для більшості прісноводних одноклітинних. Вони регулюють осмотичний тиск. Концентрація солей у клітині значно більша, ніж у воді. Тому до неї постійно потрапляє вода, її залишки а також токсичні продукти метаболізму виводяться за допомогою скоротливих вакуолей. Майже всі найпростіші здатні активно пересуватися. Рух здійснюється за допомогою *псевдоніжок* (у амеби та інших корененіжок), *джгутиків* (евглена зелена) або *війок* (інфузорії).

**Живлення.** За типом живлення Найпростіші бувають *гетеротрофи* або *міксотрофи*. Міксотрофи мають у цитоплазмі органели, подібні до хлоропластів – *хроматофори*. Завдяки їм вони здібні до процесу

фотосинтезу. Тому можуть поєднувати автотрофне, як у рослин, і гетеротрофне, як у тварин, живлення (евглена зелена). Живляться одноклітинні іншими одноклітинними, водоростями, бактеріями, органічними рештками рослин та тварин. Є паразити людини, тварин, рослин. Вони здібні всмоктувати органічні речовини всією поверхнею тіла. Найпростіші здатні захоплювати тверді частинки (амеба), що називають *фагоцитозом*.

**Розмноження.** Безстатеве та статеве. Основна форма ділення ядер Найпростіших – *мітоз*. Поряд з безстатевим розмноженням шляхом ділення спостерігається і статевий процес, який полягає або в утворенні зиготи з наступним безстатевим розмноженням шляхом мітозу, або у формі обміну генетичним матеріалом при контакті двох особин – *кон'югації*.

**Значення у природі та житті людини.** Найпростіші грають важливу роль у кругообігу речовин в природі. Морські одноклітинні, які мають твердий мінеральний скелет, поряд з іншими організмами утворюють осадкові відкладення (вапно, крейда). Черепашок окремих видів використовують для визначення віку гірських порід. *Радіолярії, вольвокс* входять до складу планктону. Найпростіші, які мешкають у ґрунті, підвищують його родючість.

Водні одноклітинні приймають участь у біологічному очищенні води. Вони є їжею для багатьох інших видів тварин. Деякі найпростіші можуть служити біоіндикаторами ступеня забруднення поверхневих вод, тому широко використовуються в екології для біотестування джерел водопостачання. Багато серед найпростіших паразитів людини, тварин, рослин. Це *малярійний плазмодій, трипаносома* (викликає сонну хворобу), *дезинтерійна амеба, кокцидії, споровики*, тощо (більше 3.5 тис. видів). Вони здатні викликати важкі захворювання. Одночасно вони виступають як регулятори чисельності багатьох видів в популяціях. Серед одноклітинних є симбіонти жвачних тварин та комах. Вони допомагають у перетравленні клітковини.

**Класифікація Найпростіших.** Слід зазначити, що нині існує кілька систем Найпростіших: деякі вчені традиційно розглядають їх як тип, інші (їх більшість) – як підцарство, що охоплює різну кількість типів – 5, 7 або 9. Міжнародний комітет по систематиці Найпростіших у 1980 році виділив 7 типів: Саркомастигофори (Саркоджугиконосці), Лабіринтули, Апікомплекси, Мікроспоридії, Асцетоспорові, Міксоспоридії, Інфузорії (Війчасті). Ця класифікація є найбільш прийнятою.

## ТИП САРКОМАСТИГОФОРА

Більшість представників Саркодових – мешканці морів. Поряд з морськими є прісноводні, які мешкають у ґрунті, та невелика кількість паразитів. Всі вони характеризуються непостійною формою тіла, органоїди руху – *псевдоніжки*. Живлення у них гетеротрофне, дихання здійснюється всією поверхнею тіла, розмноження безстатеве, шляхом мітозу. Існує і статевий процес.

*Амеба* – типовий представник Саркодових *класу Корененіжки* (рис.3.13). Амеба звичайно мешкає у прісних водах. Розмір її 0,5 мм. Форма тіла мінлива, рухається за допомогою псевдоніжок, ними ж захоплює їжу. Живиться бактеріями, одноклітинними водоростями, дрібними Найпростішими. Її тіло обвиває поживні частинки з усіх боків і вони опиняються всередині цитоплазми. Виникає травна вакуоля, у яку із цитоплазми проникають ферменти, які здійснюють внутрішньоклітинне травлення. Продукти розщеплення органічних речовин поступають у цитоплазму. Вакуоля з неперетравленими залишками їжі переміщується до поверхні тіла і вони викидаються назовні. Спосіб поглинення оформлених часток їжі за допомогою псевдоніжок називають фагоцитозом. Розчинні речовини із навколишнього середовища поглинаються шляхом піноцитозу. В тілі амеби є також скорочувальні або пульсуючі вакуолі. Функції їх – регуляція осмотичного тиску всередині тіла найпростішого. Концентрація розчинених речовин у тілі амеби вище, ніж у навколишньому середовищі. Завдяки різниці осмотичного тиску всередині і поза тілом амеби вода безперервно поступає у цитоплазму через зовнішню мембрану. Лишок води виводиться назовні за допомогою скорочувальної вакуолі. Разом з водою виділяються назовні і продукти обміну речовин. Розмноження безстатеве, шляхом мітозу. Деякі види амеб, які паразитують у кишечнику людини і тварин, можуть бути – причиною захворювань (приклад – дизентерійна амеба).

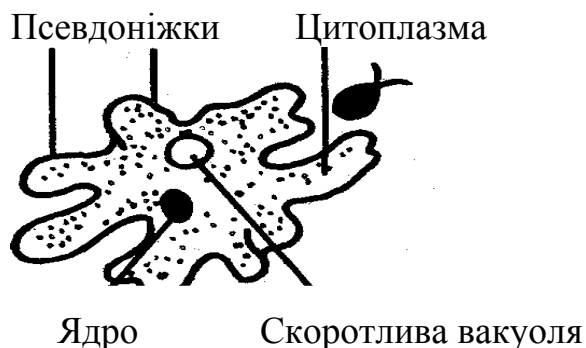


Рис.3.13. Амеба звичайна.

*Евглена зелена* – типовий представник *класу Джгутикових* (рис.3.14). Він також відноситься до типу Саркомастигофори. У неї, як у всіх представників цього класу органами руху є джгутики – один, або два, рідше більше. Вони розташовані на передній частині тіла. Тіло евглени зеленої покрито еластичною оболонкою, яка утворюється за рахунок ущільнення зовнішнього шару цитоплазми і надає їй постійну форму. Серед джгутикових зустрічаються організми, які здібні до фотосинтезу. Саме такою є евглена зелена, у її тілі є зелені пластиди. Але ж вона об'єднує автотрофне та гетеротрофне живлення. Безстатеве розмноження, яке характерне для більшості джгутикових, проходить шляхом ділення надвоє. Зустрічаються паразитичні форми (*трихомонади, лямблії, трипаносоми*) та симбіонти, які живуть у кишечнику термітів та тарганів.



Рис.3.14. *Евглена зелена*.

### ТИП ІНФУЗОРІЇ (ВІЙЧАСТІ)

Цей тип об'єднує найбільш високоорганізованих Найпростіших. Вони ведуть вільноплаваючий, або ж прикріплений образ життя, мешкають як у прісних водах, так і у морях. Серед них є багато симбіонтів та паразитичних форм. Характерна особливість їх будови – наявність війок – органів руху. Коливання війок нагадують веслові пасування, при кімнатній температурі вони здійснюють до 30 помахів у секунду. Рух війок, узгоджений завдяки мережі скорочувальних волоконць, розташованих у цитоплазмі. Збудження, яке проходить по волоконцям, синхронізує скорочення.

В усіх Інфузоріях не менш як два ядра. У інфузорії – туфельки їх два. Одне з них більш велике, друге – менших розмірів. Маленьке грає основну роль у статевому процесі; велике ядро регулює усі життєві процеси, крім статевого. Форма тіла інфузорії – туфельки постійна внаслідок того, що вона покрита тонкою гнучкою еластичною та міцною оболонкою. Під

оболонкою розташовуються чисельні тільця, орієнтовані перпендикулярно поверхні тіла – трихоцисти. При механічному або хімічному роздратуванні вони викидаються назовні, перетворюються у тонкі нитки, які служать для нападу та захисту. Органоїди живлення починаються з *клітинного рота*. Попаданню їжі у ротову порожнину сприяє коливання війок, які викликають рух води із бактеріями та іншими частинками, що у ній знаходяться. Клітинний рот переходить у *глотку*, у куті якої утворюється *травна вакуоля*; вона утворюється кожної хвилини, якщо багато їжі. Неперетравлені залишки їжі виводяться назовні через *відхідник* – спеціальне утворення. Функція виділення здійснюється *скорочувальними вакуолями*. Статевий процес здійснюється через обмін генетичним матеріалом між двома особинами. Статевий процес підвищує спадкоємну мінливість та збільшує можливості організму пристосовуватись до зовнішнього середовища. Від Джгутикових Найпростіших через ряд колоніальних форм з'явилися усі багатоклітинні тварини.

### 3.5.2 ПІДЦАРСТВО БАГАТОКЛІТИННІ ТВАРИНИ

Багатоклітинні організми характеризуються тим, що тіло їх складається із величезної кількості клітин. Клітини цих організмів диференційовані як за формою, так і за функціями. Вони втратили самостійність і є частинами цілісного організму. Клітини виконують різні функції, утворюючи тканини. З тканин утворюються органи, з органів – системи органів

Характерна особливість багатоклітинних – складний індивідуальний цикл розвитку, в процесі якого із заплідненої яйцеклітини утворюється дорослий організм. Серед сучасних багатоклітинних виділяють 2 великі групи: *променеві* або *двошарові*, та *двобічносиметричні* або *тришарові*. Для променевих характерним є декілька площин симетрії та радіальне розміщення органів навколо головної осі симетрії. У тілі променевих існує одна головна ось симетрії, навколо якої у радіальному порядку розміщуються органи тварин. Від кількості органів, які повторюються, залежить порядок симетрії. Наприклад, якщо навколо повздовжньої осі розміщуються 4 однакових комплекти органів, то це 4-променева симетрія, якщо 6, то 6-променева і т.д. Через тіло променевої тварини можна провести декілька площин симетрії (2,4,6,8 і т.д.) тобто площин, якими тіло ділиться на частини, що дзеркально відображають одна одну. Багатоклітинні організми містять 30 типів тварин.

## ТИП КИШКОВОПОРОЖНИННІ

Представники цього типу відносяться до нижчих багатоклітинних тварин. Їх більш ніж 9000 видів, характеризуються променевою симетрією та двошаровою будовою тіла. Вони ведуть виключно водяний спосіб життя, мешкають, в основному, в морях, де досягають великих глибин. Серед представників типу кишковопорожнинних, що живуть у морях, зустрічаються сидячі форми — *поліпи* і вільноплаваючі — *медузи*. Тіло циліндричної форми (у гідри) або стиснуте у напрямку головної осі (медуза). Ротовий отвір, оточений щупальцями, веде у сліпо замкнену травну порожнину, яка часто утворює розгалужені канали. Неперетравлені залишки їжі викидаються через ротовий отвір. Характерною рисою Кишковопорожнинних є наявність жалких клітин у ектодермі. В інших типах вони не зустрічаються. У Кишковопорожнинних вперше з'являються *залозисті, нервові, епітеліально – м'язові й статеві* клітини, а також *нервова система*, яка складається з розкинутих нервових клітин, з'єднаних відростками і утворюючих нервову мережу, яка називається *дифузною*. Дихання здійснюється усією поверхнею тіла. Розмноження статеве і безстатеве. Дозрілі статеві продукти (гамети) виводяться у воду. Запліднення зовнішнє. Багато Кишковопорожнинних роздільностатеві, але зустрічаються і гермафродити. Живуть або окремими особинами, або утворюють колонії. Тип Кишковопорожнинних включає класи: 1) гідроїдних, 2) сцифоїдних медуз, 3) коралових поліпів.

### Клас Гідрозої або Гідроїдні

Відомо близько 9 000 видів. Найбільш типовим представником є *прісноводна гідра*. За образом життя вона хижак, живиться дрібними тваринами, переважно рачками.

У прісноводного поліпа гідри тіло довжиною до 1см має вигляд мішечка (рис.3.15), стінки якого складаються з двох шарів клітин: зовнішнього – *ектодерми* і внутрішнього – *ентодерми*. На одному кінці тіла розташовується *рот*, оточений *щупальцями*, ними гідра захоплює поживу і направляє її в рот.

Іншим кінцем – *підшовою* – гідра прикріплюється до підводних предметів, веде нерухомий спосіб життя. Іноді може пересуватися, вигинаючи тіло в той чи інший бік і переміщуючи підшову на інший предмет, до якого і прикріплюється. Основну масу ектодерми складають *шкірно–м'язові клітини*, у основі яких є скоротливі м'язові волоконця. При їх скороченні тіло гідри стискується в грудочку, однобічне скорочення призводить до вигину тіла. У основі шкірно–м'язових клітин лежать *нервові клітини* зірчастої форми з довгими відростками (*дифузна* нервова система).

На тілі гідри, особливо на щупальцях, розташовані *жалкі клітини*, що мають капсулу із жалкою ниткою. Із жалкої клітини назовні виступає жалкий волосок, при зіткненні з яким у тіло здобичі встромляється жалка нитка, її отрута вбиває тварину, яку потім щупальцями гідра заковтує.

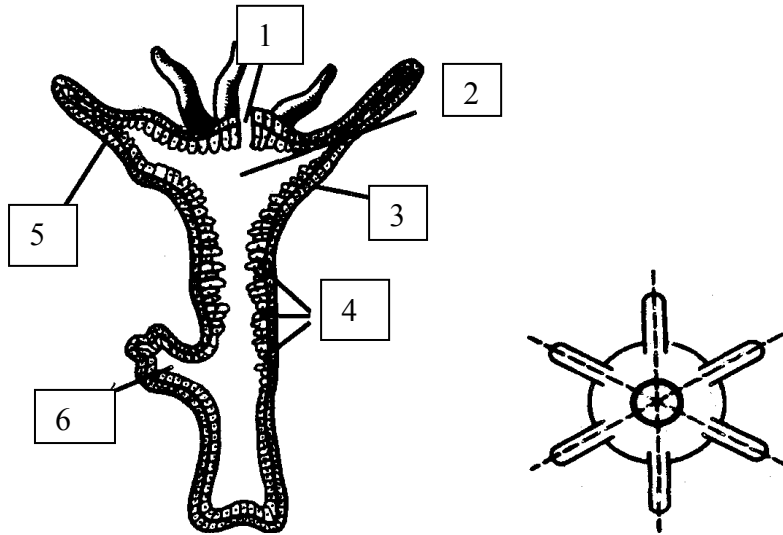


Рис.3.15. Будова прісноводної гідри: 1– Ротовий отвір; 2– Кишкова порожнина; 3– Зовнішній шар клітин; 4– Внутрішній шар клітин; 5– Щупальце; 6– Молода гідра, що розвивається

Основна функція ентодерми – перетравлення поживи. Частина її клітин виділяє травний сік, під впливом якого в кишковій порожнині відбувається часткове перетравлення поживи. Неперетравлені залишки поживи видаляються через рот. Ентодермальні клітини виконують ще й видільну функцію. Дихає гідра усією поверхнею тіла.

Гідрі властиве як *безстатеве*, так і *статеве* розмноження.

Безстатеве розмноження називають *пупкуванням*. Воно відбувається при сприятливих умовах. На стінках тіла гідри утворюються випини – *пупки*, на кінцях котрих з'являються щупальця, а між ними – рот. Маленькі гідри відділяються і живуть самостійно.

При статевому розмноженні в ентодермі на тілі гідр утворюються горбики, в яких в одних особин утворюються дрібні рухомі клітини – *сперматозоїди*, на інших великі – *яйцеклітини*. Дозрілі сперматозоїди підпливають до гідри з яйцеклітиною і проникають усередину – ядра статевих клітин зливаються. Відбувається запліднення. Яйцеклітина перетворюється в яйце, вкрившись щільною оболонкою. Гідра гине, яйце потрапляє на дно водоймища і зберігається там. Весною з нього розвивається маленька гідра.

У гідри високо розвинена здатність поновлювати втрачені й ушкоджені частини тіла – *регенерація*.

## Клас Сцифомедузи

Сцифоїдні медузи зустрічаються в усіх морях. Тіло їх має форму дзвону або парасольки, діаметр їх від кількох сантиметрів до двох метрів. По краях дзвону знаходиться нервово коло, на щупальцях велика кількість жалких клітин. Організація медуз у порівнянні з гідроїдними складніша і виявляється у більш досконалії будові травної порожнини (наявність шлунка і мережі розгалужених каналів), в кращому розвитку нервової системи, появленні світлочутливих вічок та органів рівноваги. Рух їх здійснюється шляхом скорочення “парасольки”, яке забезпечують мускульні волокна. Деякі медузи (коренерот, хрестовичок) небезпечні для людини. Інші мають промислове значення, наприклад, ропілема, яка в Китаї та Японії вживається в їжу. Поряд із дрібними медузами зустрічаються і великі форми. Так, аурелія досягає 25–40 см у діаметрі, а північна медуза ціанея має діаметр понад 2м з довжиною щупалець до 30м.

## Клас Коралові поліпи

Це сама велика група Кишковопорожнинних. Їх біля 6000 видів. Це винятково морські тварини, вони ведуть прикріпленій образ життя. Серед поліпів є поодинокі і колоніальні форми. До поодиноких морських поліпів належить *актинія*. Вона за допомогою м'язової ноги може повільно пересуватися по дну. Одним із способів пересування на великі відстані в актинії є *симбіоз* – співжиття її з раком-самітником: рак-самітник менш помітний на дні, якщо на його черепашці знаходиться актинія, актинія ж отримує можливість пересуватися на великі відстані, що збільшує для неї можливість отримувати поживу.

Колоніальні *коралові поліпи* можуть бути різноманітними за формою (кулеподібні, деревоподібні), мають зовнішній або внутрішній скелет із вапна або рогоподібних органічних речовин різного забарвлення, їх використовують для виготовлення ювелірних виробів. Вони живуть, в основному, на мілководді тропічного поясу і лише деякі проникають у холодні води на велику глибину. Поліпи володіють усіма характерними рисами Кишковопорожнинних. В них є рот, оточений щупальцями. Він веде у глотку, травну порожнину, яка ділиться на велику кількість камер, чим досягається збільшення її поверхні. Щупальця захоплюють дрібних риб, черв'яків, ракоподібних. Нервова система дифузного типу, нервових клітин більше у ротовому отворі. Розмножуються безстатевим та статевим шляхом, однак у них нема чергування поколінь. Можуть бути роздільностатеві і гермафродити. Запліднення здійснюється з потоком води. Личинки формуються там же, а потім виносяться через рот в навколишнє середовище і осідають на дно. Характерна особливість поліпів – наявність захисних утворень – твердого вапняного скелету або



скелету, складеного із рогоподібної речовини. Колоніальні поліпи утворюють на мілководді густі поселення – коралові рифи і коралові острови – *атоли*, які нерідко є небезпечною перешкодою для судноплавства.

Предками Кишковопорожнинних були примітивні багатоклітинні.



Рис. 3.16. Різноманітні пристосування морських кишковопорожнинних: мешканці товщі води: 1 – сцифоїдні медузи, предки яких у стародавні часи перейшли до вільного плавання; мешканці середніх глибин: 2 – поодинокі корали актинії; мешканці тих ділянок морів, куди не доходить хвилювання: 3 – деревоподібні розгалужені коралові поліпи; мешканці зони прибою: 4 – масивні рифоутворювальні коралові поліпи.

### ТИПИ ЧЕРВ'ЯКІВ

Раніше систематики поєднували всіх черв'яків в один тип на основі спільної для них ознаки – наявності шкірно-м'язового мішка. У наш час черв'яки поділяються на три типи: *плоскі, круглі, кільчасті*, оскільки вони різко відрізняються за способом життя й будовою. Деякі основні ознаки всіх типів черв'яків указані в табл. 3.3.

Однією з важливих характерних особливостей типів черв'яків є особливість побудови їхнього тіла. Дійсно, плоских черв'яків відносять до тришарових тварин, оскільки в зародковому розвитку в них закладаються

Таблиця 3.3 – Основні ознаки типів черв'яків

Тип	Травна система	Нервова система	Кровоносна система	Статева система	Порожнина тіла
1	2	3	4	5'	6
Плоскі черв'яки	Розгалужена, без задньої кишки і анального отвору, або відсутня	Мозковий вузол і поздовжні стовбури	Відсутня	Гермафродитна	Заповнена паренхімою
Круглі черв'яки	Наскрізна у вигляді трубки	Навколо глоткове кільце і декілька поздовжніх стовбурів	Відсутня	Різностатева	Первинна, заповнена рідиною
Кільчасті черв'яки	Наскрізна: передньою середньою і задньою кишкою	Черевний нервовий ланцюжок І система навколо глоткових вузлів	Замкнена	Гермафродитна або різностатева	Вторинна

не два, а три зародкових листки, які дають початок розвитку *ектодерми* (зовнішнього шару), *ентодерми* (внутрішнього) і *мезодерми* – середнього шару клітин.

Ці тварини не мають порожнини тіла, вони заповнені паренхімою, яка виконує різні функції: запас поживних речовин, їхнє транспортування і виділення.

Тип круглих черв'яків називають ще *первиннопорожнинними*, оскільки в них є первинна порожнина, що у свою чергу призвело до ускладнення

будови травної системи, є ще й анальний отвір. Як і плоскі черв'яки, первиннопорожнинні не мають дихальної і кровоносної систем.

Тип кільчастих черв'яків відносять до *вториннопорожнинних* тварин, оскільки вони мають *вторинну порожнину* або *целом*. Покривний епітеліальний шар целому утворює перегородки між сегментами, внаслідок чого їхні порожнини відокремлені одна від одної. Перегородки виконують захисну функцію.

## ТИП ПЛОСКІ ЧЕРВ'ЯКИ

Характерна ознака плоских черв'яків – сплющене в спинно–черевному напрямку тіло. На відміну від кишковопорожнинних, у плоских черв'яків між ектодермою і ентодермою (зовнішнім і внутрішнім шаром клітин) розташований третій шар клітин – *мезодерма*. Тому їх називають *тришаровими тваринами*, що не мають порожнини тіла (вона заповнена паренхімою – пухкою клітинною масою, в якій містяться внутрішні органи).

Серед плоских черв'яків є вільноіснуючі види. Вони населяють прісні і морські води, вологі місця ґрунту. Дуже багато видів ведуть паразитичний спосіб життя, поселяючись в організмі людини й тварин.

Симетрія тіла двобічна. У типі налічується понад 12 000 видів.

Тип плоских черв'яків поділяється на класи: *війчасті*, *сисуни*, *стрічкові*.

### Клас Війчасті Черв'яки

Живуть у морях, прісних водоймищах, у вологому ґрунті. Живляться переважно дрібними тваринами. Тіло їхнє вкрите війками, за допомогою яких вони пересуваються. Одним із представників є *біла планарія* (рис.3.17).

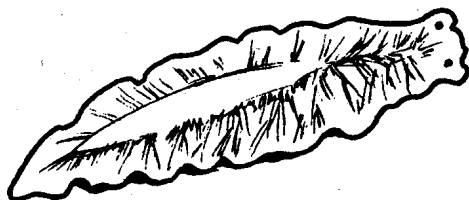


Рис.3.17. Біла планарія.

На передньому кінці тіла видні два бічних вирости (органи дотику). Поруч із ними розташовані два ока, за допомогою яких планарія розрізняє світло. Планарія – хижак. Глотка її – це ловильний апарат, який через рот,

розташований на черевному боці, висовується назовні, проникає всередину здобичі і висмоктує все необхідне. Перетравлення поживи відбувається в розгалуженому кишечнику. Неперетравлені залишки викидаються через рот. Дихає планарія всією поверхнею тіла. Органи виділення складаються із системи розгалужених каналців, розташованих по боках тіла. Рідкі шкідливі продукти обміну речовин виводяться назовні, через видільні пори.

Нервові клітини зібрані у два нервових стовбури, які з'єднуються тонкими перемичками. На передньому кінці тіла вони утворюють потовщення – нервовий вузол, від якого до органів чуття (очей і органів дотику) і до заднього кінця тіла відходять нервові відростки.

Органи розмноження – два овальних яєчники і численні насінники – розвиваються в тілі однієї особини й утворюють статеві клітини – яйцеклітини і сперматозоїди. Тварини, в організмі яких є жіночі й чоловічі органи розмноження, називаються *гермафродитами*. Запліднення в них внутрішнє, перехресне, після чого планарія відкладає кокони з яйцями. Розвиток у неї прямий.

### Клас Сисуни

Налічує близько 4 000 видів, паразитуючих у внутрішніх органах людини й різних тварин.

Представником класу є *печінковий сисун*, що живе в печінці рогатої худоби. Він має ротову і черевну присоски. За їх допомогою сисун утримується всередині печінки хазяїна. Живиться сисун кров'ю, засмоктуючи її крізь ротевий присосок. Перебування його в печінці призводить до руйнації стінок жовчних проток, іноді паразити закупають їх. Крім того, шкідливо впливають на організм господаря, в якому проживає сисун, продукти обміну речовин паразита. Життєвий цикл паразита дуже складний. Запліднені яйця виводяться крізь кишечник господаря назовні (рис.3.18).

Потрапляючи до води, з яєць розвиваються мікроскопічні *личинки*, наділені війками. Вони укорінюються в тіло молюска малого п'явушника, в якому ростуть, розмножуються, з'являються *хвостові личинки*. Ці личинки залишають молюска, активно плавають у воді, потім прикріплюються до рослин, відкидають хвіст, вкриваються товстою оболонкою – утворюється *циста*. З травою або водою циста потрапляє в кишечник корови, де з неї розвивається *дорослий черв'як*. Людина може заразитися печінковим сисуном, якщо вип'є воду з брудного водоймища.

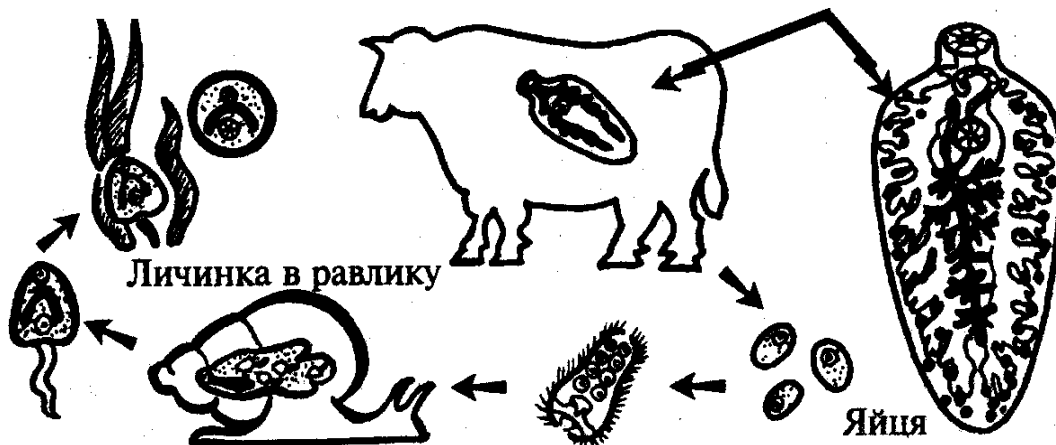


Рис.3.18. Розвиток печінкового сисуна.

Іншим паразитом, яким може заразитися людина і ссавці (собака, кішка, вовк та ін.), є *котячий сисун*. На відміну від печінкового сисуна, його життєвий цикл відбувається за участю двох проміжних господарів: прісноводного черевоногого молюска – бітинії і прісноводних корошових риб. Людина або тварина заражається котячим сисуном, коли вживає в їжу сиру, недостатньо просолену або проварену (просмажену) рибу.

### Клас Стрічкові Черв'яки

Представники цього класу є паразитами, що живуть у кишечнику людини або тварин (основний господар). Клас налічує близько 3 500 видів. Типовий представник класу – бичачий ціп'як. Він живе в кишечнику людини, а його личинки – в організмі великої рогатої худоби. Тіло бичачого ціп'яка стрічкоподібне, довжиною до 10м, має голівку і членики. На голівці розташовані чотири присоски, якими паразит прикріплюється до стінок тонкої кишки господаря. У міру росту ціп'яка в ділянці шийки утворюються нові членики, а більш старі членики відсуваються назад. Кількість члеників може сягати 1 000. Видільна і нервова системи мають характерну для плоских черв'яків будову. Але, на відміну від в'їчастих черв'яків, стрічкові не мають травної системи, оскільки живляться вже переважно перетравленою господарем поживою, всмоктуючи її всією поверхнею тіла.

*Стрічкові черв'яки* – майже всі гермафродити, характеризуються великою плодючістю й розвитком із зміною господарів. Кожний членик бичачого ціп'яка має один яєчник і багато сім'яників. Яйця визрівають у найстаріших, задніх члениках, які відриваються і виходять з калом назовні. Подальший розвиток яєць відбувається в тому випадку, якщо разом із травою їх проковтне велика рогата худоба. У шлунку корови з яйця

виходять личинки, які, просвердлюючи стінки кишечника, потрапляють у кров (рис.3.19).



Рис 3.19. Розвиток бичачого ціп'яка.

Течією крові вони заносяться в м'язи й перетворюються у *фіну*, що має форму бульбашки, всередині якої знаходяться голівка і шийка паразита. Подальший розвиток фіни відбувається, якщо вона потрапляє в організм людини, яка з'їсть погано проварене або непросмажене м'ясо. Паразитуючи в кишечнику людини, ціп'як механічно подразнює слизову кишечника, отрує організм продуктами свого обміну речовин. Тривалість життя паразита близько 10 років. У хворих людей спостерігається слабкість, втрата апетиту.

Ще одним широко розповсюдженим представником класу стрічкових черв'яків є *стьожок широкий*. Крім кишечника людини, він паразитує на собаках, кішках, лисицях та ін. Довжина цього паразита сягає 25 метрів. Зараження людини відбувається, якщо вживати у їжу непросмажену або погано просолену рибу чи ікру.

До класу стрічкових черв'яків відноситься *ехінокок*, у якого, на відміну від стрічкових, у життєвому циклі проміжним господарем є людина, а основним – хижі тварини, собаки, вовки, лисиці.

Людина заражається при необережному поводженні з собакою. На шерсті собаки можуть знаходитися яйця паразита, які з брудними руками потрапляють у їжу, а з нею – у кишечник людини. Потрапляючи в печінку або легені, утворюють *фіни*, розміри яких можуть збільшуватися до 16кг. Позбавитися паразита можна тільки хірургічним шляхом.

## ТИП КРУГЛІ ЧЕРВ'ЯКИ

Центральна група цього типу – клас круглі черви, один із найчисленніших класів тваринного світу. Круглі черв'яки у порівнянні з плоскими черв'яками характеризуються більш високою організацією. Він включає 12 тисяч видів. Сюди входять і вільноживучі, і паразити. Круглі черви заселяють моря, прісні водойми, ґрунти усіх материків світу. Вони

паразитують і на рослинах, і на тваринах, і на людині. Їх тіло не сегментоване. Зовні воно покрите оболонкою, кутикулою, а під нею розміщаються м'язи. Найважливіша особливість їх – це наявність первинної порожнини тіла, яка утворилась шляхом розпаду пареними. Ця паренхіма заповнювала порожнину у предків. Первинна порожнина – це простір між двома стінками тіла і стінками внутрішніх органів, заповнений рідиною. Вона виконує ряд важливих функцій: опорну(придає тілу визначну форму), транспортну (поживні речовини розподіляються по усіх органах), захисну (порожнинна рідина вміщує отруту та дратівливі речовини). Травна система подається ротом, глоткою, кишечником та анальним отвором. Уперше в еволюції їжа проходить від ротового до анального отвору. Це послужило суттєвою передумовою для послідовної обробки їжі ферментами, що можна розглядувати як величезний ароморфоз. Видільна система – протонефридії. Кровоносна система та дихальна система відсутні.

Круглі черви – різностатеві тварини, гермафродитизм між ними надто рідкісний. Представник типу – *аскарида людська* – живе в тонких кишках людини. Має дуже пружне тіло завдяки наявності поздовжніх м'язів. На передньому кінці тіла розташований рот, на задньому – анальний отвір.

Рот оточений трьома губами, якими аскарида захоплює напівперетравлену поживу, її перетравлення відбувається в кишці. Неперетравлені залишки поживи видаляються через анальний отвір.

Нервова система як у плоских черв'яків. Аскариди - різностатеві тварини. У самки є два яєчника, а у самця – один сім'яник. Яйця виділяються в кишечник людини і з калом виводяться назовні. Через деякий час при високій температурі і доступі кисню з них утворюється личинка. Такі яйця можуть опинитися в кишечнику людини, якщо вона з'їсть немиті овочі і фрукти.

З яєць виходить личинка, проникає в стінки кишечника, потрапляє в кров і разом з її течією попадає в легені. З мокротинням личинки відхаркуються в глотку, а потім знову проковтуються. У кишечнику з личинки утворюється дорослий черв'як, викликаючи захворювання – *аскаридоз*,

Самка аскариди досягає 44 см, самці – 25 см. Самка дуже плодюча, за добу може продукувати більше 240 000 яєць, її яйця дуже живучі, можуть зберігатися в навколишньому середовищі до 7 років.

До круглих черв'яків належать *гострики* – паразитичні черв'яки довжиною 5—10 мм, що живуть у товстому відділі кишечника, найчастіше в дітей. Впливають на організм як механічно, так і токсично. Самки гостриків виповзають із відхідного отвору і відкладають яйця на шкіру. Це викликає сильний свербіж. При почухуванні сверблячих місць яйця потрапляють під нігті і через немиті руки відбувається самозараження людини.

Ще одним небезпечним для людини паразитом є *трихонела*. Вона розповсюджена найбільш широко там, де розвинене свинарство, оскільки, крім людини, трихонела паразитує на свинях.

Круглі черв'яки мають латинську назву *Nematoda* звідси у практиці, у санітарно-гігієнічних службах їх називають *нематоди*. Вони у величезних кількостях зустрічаються у ґрунті (іноді до 20 000 000 на 1м<sup>2</sup>). Серед них є група *фітонематод*, які не тільки беруть участь у процесі ґрунтоутворення, але є паразитами рослин. Наприклад, *галова нематода*, проникаючи до коренів рослин, утворює гали (кореневу пухлину), завдаючи велику шкоду рослинам, знижуючи врожайність до 40 - 60%. *Стеблова нематода* картоплі може пошкодити до 80% бульб, які знаходяться на зберіганні в овочесховищах.

У нашій країні проводиться боротьба з паразитичними черв'яками. Паразитичних черв'яків вивчає наука *гельмінтологія*.

## ТИП КІЛЬЧАСТІ ЧЕРВ'ЯКИ

Тип кільчасті черв'яки поєднує близько 9 000 видів, які мають найдосконалішу організацію серед інших черв'яків, їхнє тіло складається з великої кількості члеників, у багатьох по боках кожного членика є щетинки, які відіграють важливу роль при пересуванні. Внутрішні органи розташовані в порожнині тіла, що називається *целом*. Вперше в еволюції у кільчатих черв'яків з'являється *кровоносна система*. Вона замкнена, складається із черевної та спинної судин. Кров червона, за складом схожа з кров'ю хребетних, але іноді вона зелена в залежності від типу дихальних пігментів. Дихання здійснюється всією поверхнею тіла. У деяких видів з'явилися органи дихання – зябра, які уявляють собою вирости стінки тіла на спинній гілці параподій.

У передній частині знаходиться скупчення нервових клітин, що утворюють підглотковий і надглотковий нервові вузли. Живуть кільчасті черв'яки в прісних водоймищах, морях і в ґрунті.

Значна частина представників кільчастих черв'яків належить до класів: *малощетинкові*, *багатощетинкові* і *п'явки*.

### Клас Малощетинкові

Представник – *дощовий черв'як* живе в нірках у вологому перегнійному ґрунті. На поверхню черв'як виповзає в сиру погоду, у присмерках і вночі. У дощового черв'яка легко можна вирізнити передню і черевну частини тіла. У передній частині знаходиться потовщення – *поясок*, на черевній і бічній сторонах тіла – розвинені пружні й короткі *щетинки*.



Тіло черв'яка вкрите шкірою з покривної тканини, в якій клітини щільно прилягають одна до одної. У шкірі містяться залозисті клітини, що виділяють слиз. Під шкірою розташовані кільцеві і глибше – поздовжні м'язи, завдяки скороченню яких тіло черв'яка може подовжуватися або укорочуватися, тим самим посуваючись у ґрунті.

Шкіра і шар м'язів утворюють *шкірно-м'язовий мішок*, всередині якого знаходиться порожнина тіла, де й розташовані внутрішні органи. Живляться дощові черв'яки гниючими залишками рослин. Через рот і глотку пожива потрапляє в кишку і там перетравлюється. Перетравлені речовини всмоктуються в кров, а неперетравлені – разом із землею виділяються крізь анальний отвір.

*Кровоносна система* в дощового черв'яка замкнена і складається із спинних і черевних кровоносних судин, що з'єднуються між собою кільцевими судинами з кожного членика. Навколо стравоходу розташовані більш великі *кільцеві судини*, що виконують роль сердець. Від великих судин відходять бічні гілки, утворюючи густу мережу *капілярів*. Кров ніде не змішується з рідиною порожнини тіла, тому систему називають *замкненою*.

Органи виділення представлені звитими трубочками, крізь які рідкі і шкідливі речовини видаляються з організму.

Нервова система складається з навкологлоткового нервового кільця і черевного нервового ланцюжка. Спеціалізованих органів чуття у дощового черв'яка немає, є тільки різного роду чутливі клітини, які сприймають зовнішні подразники (світло, запах і т. ін.).

Дощові черв'яки – *гермафродити*. Проте осіменіння в них перехресне, у цьому процесі беруть участь дві особини. При відкладенні яєць на пояску черв'яка утворюється густий слиз, в який потрапляють яйця, після чого слиз темніє і твердіє, утворюючи кокон. Потім кокон через головний кінець тіла скидається з черв'яка. Всередині кокона із запліднених яєць розвиваються молоді черв'яки.

Серед малощетинкових є *карлики*, довжина тіла яких не перевищує декількох міліметрів, але є й *велетні*: *австралійський земляний черв'як* довжиною 2,5–3 м.

Для дощових черв'яків характерна здатність до регенерації. Дощових черв'яків називають ґрунтоутворювачами оскільки вони, прокладаючи в ґрунті ходи, розпушують його, сприяють аерації, тобто надходженню в ґрунт повітря.

### **Клас Багатощетинкові**

Сюди належать різноманітні морські черв'яки. Серед них *нереїда*, її тіло складається з великої кількості члеників (рис.3.20). Передні членики утворюють головний відділ, на якому розташовуються рот і органи чуття:

дотику – щупальця, зору – очі. По боках тіла на кожному членнику є лопаті, на яких пучками сидять численні щетинки. За допомогою лопатей і щетинок нереїди плавають або пересуваються по дну моря. Живляться вони водоростями і дрібними тваринами. Дихають усією поверхнею тіла. У деяких багатощетинкових на лопатях є зябра – примітивні органи дихання.

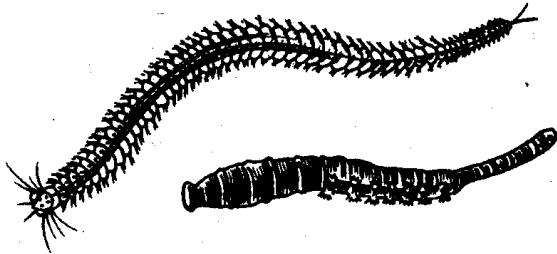


Рис.3.20. Нереїда. Піскожил.

До багатощетинкових належить *піскожил*, що живе у нірках, у піску або будує собі гіпсову черепашку, якою прикріплюється до водоростей. *Нереїдами* та іншими кільчастими черв'яками живляться багато морських риб.

### Клас П'явки

Найбільш відома представниця цього класу – *медична п'явка*, яку ще в глибоку давнину використовували для лікування людей. П'явки характеризуються наявністю двох присосків: переднього, на дні якого розташований рот, і заднього. Задній присосок великий, його діаметр перевищує половину найбільшої ширини тіла. П'явки прокушують шкіру трьома щелепами, усадженими по краях гострими зубчиками (до 100 на кожній щелепі). Сильний кровопивець. У медицині використовують при захворюваннях кровоносних судин (утворення тромбів), гіпертонії, передінсультному стані. П'явки прикладають до певної частини тіла хворої людини, у результаті розсмоктуються тромби, зменшується кров'яний тиск, стан людини покращується. Крім того, слинні залози медичної п'явки виробляють цінну речовину – *гірудин*, котра запобігає згортанню крові. Тому після уколів п'явки рана довго кровоточить. Знаходячись у шлунку п'явки, кров під впливом гірудина місяцями зберігається, не зазнаючи згортання і гниття.

Травна система п'явки побудована таким чином, що може накопичувати великі запаси крові, котра консервується за допомогою гірудина. Розміри п'явки, що насмокталася крові, значно збільшуються. Завдяки цій особливості п'явки тривалий час можуть голодувати (від декількох місяців до 1 року). Живе п'явка до 5 років. *П'явки* – *гермафродити*. У природі досягають статевої зрілості тільки на третьому році життя і відкладають кокони один раз на рік влітку.

Для п'явок характерний прямий розвиток. До п'явок належать некровососна хижа п'явка – *велика псевдокінська*. З'їдає черв'яків (у тому числі і п'явок), м'якотілих, личинок водних комах, дрібних хребетних тварин (головастиків), яких вона може подолати.

## ТИП МОЛЮСКИ АБО М'ЯКУНИ

Це головним чином, водні, рідше наземні тварини Молюски широко розповсюджені вториннопорожнинні безхребетні тварини. Тіло їх сегментоване – складається із голови, тулуба та ноги. Органом руху служить нога – м'язовий виріст черевної стінки тіла. Основа тулубу у молюсків оточена великою шкіряною складкою – *мантією*. Між мантією та тілом знаходиться мантійна порожнина, у якій лежать зябра, деякі органи чуття і куди відкривається отвір задньої кишки, протоки нирок та статевих залоз. На спинному боці, як правило, розташована виділена мантією захисна черепашка – суцільна, рідше двостулкова, або утворена декількома пластинками. У деяких групах молюсків черепашка занурена під шкіру, або зникає зовсім (у паразитів) Зовнішній шар черепашки – органічна рогоподібна речовина.

Нервова система – навкологлоткове кільце з двома парами нервових стовбурів, які відходять від нього та з'єднаних між собою. У молюсків є органи хімічного чуття, рівноваги та зору. Органи дихання – зябра, у наземних – легені. Для кровоносної системи характерне серце та 1 або 2 шлуночка. Вона не замкнена. Травна система складається з передньої та задньої кишки. У глотці є орган для роздрібнення їжі – тертушка з розташованими на ній роговими зубчиками. У середню кишку відкриваються протоки травної залози – печінки. Органи виділення представлені нирками. Молюски переважно різностатеві тварини, рідше – гермафродити. Головними ознаками молюсків є наявність у більшості видів *ванняної черепашки* і *мантії* – шкіряної складки, що прикриває внутрішні органи.

Відомо понад 130 000 видів сучасних і приблизно стільки ж викопних видів. Молюски поділяються на класи: *червоногі, двостулкові, головоногі*.

### Клас Червоногі

Це єдиний клас, представники якого освоїли не тільки водоймища, але й сушу, тому за кількістю видів молюсків – це найчисленніший клас. Його представники порівняно невеликі за розмірами: *чорноморський молюск рапан* до 12 см висотою, *виноградний равлик* – 8 см, деякі *голі слимаки* – до 10 см, великі тропічні види досягають 60 см.

Типовим представником класу є *великий п'явушник*, що живе в ставках, озерах, тихих заводях. Його тіло поділено на голову, тулуб і ногу, що займає всю черевну поверхню тіла (звідси і назва класу).

Тіло молюска вкрито *мантією* і міститься в спіральне закрученій *черепашці*. Пересування молюска відбувається завдяки хвилеподібному скороченню м'язів ноги. На нижній стороні голови міститься рот, а на бічних сторонах - два чутливих щупальця, біля їхньої основи знаходяться очі.

Живиться п'явушник рослинною поживою.

Дихає п'явушник за допомогою *легені* – *особливої кишені мантії*, куди повітря потрапляє через дихальний отвір. Оскільки дихає п'явушник атмосферним повітрям, йому час від часу необхідно підійматися на поверхню води. Стінки легені обплетені мережею кровоносних судин. Тут відбувається збагачення крові киснем і виділення вуглекислого газу.

Серце п'явушника складається з двох камер – *передсердя і шлуночка*. З великих судин через капіляри кров потрапляє в проміжок між органами. Таку кровоносну систему називають *незамкненою*.

Нервова система представлена п'ятьма парами нервових вузлів, розташованих у різних частинах тіла, від них до всіх органів відходять нерви.

П'явушники – *гермафродити*, але запліднення в них перехресне. Яйця відкладаються на поверхню водних рослин. З них розвиваються молоді особини. Розвиток – прямиий.

До черевоногих молюсків належать *слимаки*, які одержали назву через здатність виділяти багато слизу. Черепашки в них немає, живуть на суші й у вологих місцях і живляться рослинами, грибами, деякі зустрічаються на городах, завдаючи шкоду культурним рослинам.

До рослиноїдних черевоногих належать *виноградний равлик* що також завдає шкоди сільському господарству. У деяких країнах його використовують в їжу.

Серед численних видів черевоногих молюсків особливо відомі завдяки красивим черепашкам – *морські*. Їх використовують як сувеніри, з перламутрового шару виготовляють гудзики, а з черепашки дуже дрібного молюска *каури* деякі народи Африки і Азії виготовляють гроші, прикраси.

Багато черевоногих є проміжними господарями паразитичних черв'яків.

Слимаки – шкідники сільськогосподарських культур (озимих хлібів, картоплі, буряків, тютюну, городніх рослин). Ряд видів служить проміжним хазяїном для сисунів (малий ставковик).

## Клас Двостулкові

Виключно водні тварини. Завдяки своїй мантийній порожнині вони перекачують воду, вибираючи з неї поживні речовини. Такий спосіб живлення називається *фільтрацією*. Він не потребує особливої рухомості організмів, тому в представників класу спостерігається деяке спрощення в будові порівняно з представниками інших класів. Усі моллюски цього класу мають *двостулкову черепашку* (звідси й назва класу). Стулки черепашки з'єднані особливою еластичною зв'язкою, яка знаходиться на спинній стороні моллюска. До стулочок черепашки прикріплюються м'язи-замикачі, їхнє скорочення сприяє наближенню стулочок, зачиненню черепашки, при розслабленні їх – черепашка розкривається.

Представниками зазначеного класу є *беззубка*, *перлівниця*, *устриці*, *мідії*. Найбільший морський моллюск – *тридакна*, що важить до 300 кг.

Найбільш розповсюджений моллюск у прісних водоймищах країни – *беззубка*. Тіло беззубки, що складається з тулуба і ноги, вкрито мантиєю, котра зв'язується з боків у вигляді двох складок.

Між складками і тілом є порожнина, в якій знаходяться зябра і нога. Голови в беззубки немає. На задньому кінці тіла обидві складки мантиї притискаються одна до одної, утворюючи два сифони: нижній (вхідний) і верхній (вихідний). Крізь нижній сифон вода потрапляє в мантийну порожнину і омиває зябра, чим забезпечує дихання. З водою приносяться різноманітні найпростіші одноклітинні водорості, залишки відмерлих рослин. Відфільтровані поживні частинки через рот потрапляють у шлунок і кишечник, де потрапляють під дію ферментів. У беззубки добре розвинена печінка, протоки якої впадають у шлунок.

*Беззубка* – *різностатева тварина*. Запліднення відбувається в мантийній порожнині самки, куди через нижній сифон разом з водою потрапляють сперматозоїди. З яйця розвивається личинка, що має двостулкову черепашку із зазубреними колючками на краях. Подальший розвиток личинки відбувається на зябрах або шкірі риби. На тілі риби утворюється пухлина, всередині якої знаходиться личинка. Вона живиться і росте за рахунок риби, перетворюючись у молодого моллюска, який прориває пухлину й потрапляє на дно. Паразитичний спосіб життя личинки сприяє розселенню малорухомої беззубки. Серед двостулкових є й *гермафродити*, наприклад *устриці*.

Двостулкові моллюски використовуються людиною. Мідій, устриць вживають в їжу, інших, наприклад, розводять для отримання перлин і перламутру: *перлівницю*, *перлову скойку*

## Клас Головоногі

Сучасні головоногі налічують близько 700 видів, виключно мешканців морів і океанів з високою концентрацією солей, тому вони не зустрічаються ні в Чорному, ні в Азовському морях. Головоногі – це хижаки середніх або великих розмірів, їхнє тіло складається з тулуба і великої голови, нога перетворилася в щупальця, які оточують рот. Більшість із них мають 8 однакових щупалець, наприклад *восьминоги*, або 8 коротких і 2 довгих, як у *кальмара* (рис.3.21).



Рис. 3.21. Восьминоги.



Кальмар.

На щупальцях знаходяться присоски, за допомогою яких утримується здобич. Присосків не має лише один тропічний вид – *наутилус*, проте має велику кількість щупалець. На голові в представників класу є великі очі, які нагадують очі людини. Знизу, між головою і тулубом, є щілина, яка з'єднується з мантийною порожниною. У цю щілину відкривається спеціальна трубочка, що називається *лійкою*, через яку з'єднується мантийна порожнина з навколишнім середовищем, і вона є видозміненою частиною ноги.

Черепашки в багатьох представників головоногих немає. Тільки в каракатиці вона розташована під шкірою, а в наутилуса є багатокамерна черепашка. У одній з них розташоване тіло, інші – заповнені повітрям, що сприяє швидкій плавучості тварин. У багатьох головоногих завдяки реактивному способу руху швидкість досягає 70 км на годину (кальмари).

Шкіра багатьох представників головоногих здатна миттєво змінювати забарвлення під впливом нервових імпульсів. Забарвлення може бути захисним (маскується під колір навколишнього середовища) або загрозливим (контрастне забарвлення, яке часто змінюється). Це зумовлюється високим рівнем розвитку нервової системи, яка має складний головний мозок, захищений хрящовою оболонкою – "череп", органи чуття, що зумовлюють складну поведінку, зокрема, утворення умовних рефлексів.

Наприклад, у випадку небезпеки слинні залози виділяють отруту, що вбиває здобич, або ж протоки чорнильної залози виділяють рідину, котра утворює у воді чорну пляму, під її прикриттям моллюск тікає від ворогів.

*Головоногі — різностатеві тварини.* Для них характерний прямий розвиток.

Головоногі моллюски мають велике промислове значення: їх вживають у їжу (кальмари, восьминоги, каракатиці), із вмісту чорнильного мішка виготовляють коричневу фарбу – *сепію*, натуральну китайську туш. У кишечнику кашалотів з неперетравлених залишків головоногих утворюється особлива речовина – *амбра*, що використовується в парфумерній промисловості для надання стійкості запаху парфумів. Головоногі моллюски – це харчова база для морських тварин – ластоногих, зубастих китів та ін.

## ТИП ЧЛЕНИСТОНОГІ

У царстві тварин тип членистоногих найчисленніший (більше 1,5 млн. видів), що дозволяє систематикам виділити ряд систематичних груп членистоногих.

***Спільні ознаки членистоногих: двобічно–симетричне тіло, розчленоване на відділи, хітиновий покрив, членисті кінцівки, складна голова з ротовими органами, попережнозмугаста мускулатура, гарно розвинена нервова система і органи чуття, незамкнена кровоносна система.***

*Членистоногі* .– найбільш поширені в природі, їх можна зустріти скрізь: одних – на поверхні землі або на різних предметах, інших – у повітрі, багато видів живе в прісних або солоних водоймищах. Членистоногі не мають собі подібних за різноманітністю способів живлення, поведінки, пристосувань до умов життя.

Їхні розміри коливаються від часток міліметра (деякі *кліщі та комахи*) до десятків сантиметрів (*великі морські раки – омари, лангусти, деякі краби*, наприклад, *японський краб*, розміри ніг якого можуть досягати 3 м).

Цей тип тварин, безперечно, являє собою процвітаючу (у біологічному відношенні) групу: вони найбільш численні, населяють різні місця заселення, не мають собі подібних за різноманітністю способів живлення, поведінки, пристосування до умов життя. Назву "*членистоногі*" вони отримали за характерні *парні членисті придатки*, які використовуються по-різному: як органи плавання, як ходильні кінцівки, як ротові частини, як допоміжні органи статевої системи при перенесенні сперми.

Для всіх членистоногих характерно сегментоване тіло, вкрите кутикулою, – твердим зовнішнім покривом, який виділяється епітелієм, що лежить під ним. Основу покриву складає особлива органічна речовина –

*хітин*, а також білки, що сполучають молекули хітину між собою. У деяких місцях, наприклад, у зчленуванні ніг і на межі між сегментами тіла, шар хітину тонший, що дозволяє кутикулі згинатися. Тварині при рості доводиться періодично скидати, змінювати хітиновий покрив. Цей процес називається *линянням*.

У більшості членистоногих тіло поділяється на *три відділи*: *голову*, яка завжди утворена 6 сегментами, *груди* і *череву*, які можуть складатися з різної кількості сегментів. Розподіл тіла на сегменти зближує їх з кільчастими черв'яками. Проте в них не чітко визначена кількість сегментів, як у черв'яків, а досить різноманітна і численна залежно від виду членистоногих.

*Нервова система* в порівняно примітивних форм подібна до нервової системи кільчастих черв'яків, у вищих форм надглотковий нервовий вузол значно збільшений і називається головною мозолею, яка складається з переднього, середнього і заднього відділів.

У членистоногих добре розвинені органи *чуття*: складні очі, рецептори вусиків, чутливі до дотику і хімічних подразників, органи слуху і, нарешті, дотикальні клітини, розташовані на поверхні тіла.

Порожнина тіла членистоногих змішана і називається *міксоціль*. У ній розташовані внутрішні органи, з'єднувальна тканина, що називається жировим тілом, її клітини запасують поживні речовини у вигляді жирів і глікогену, а також утворюють клітини крові.

*Кровоносна система незамкнена*. Ближче до спинної поверхні тіла знаходиться орган, що відіграє роль насоса – "серце", яке жене кров по просторах, що омивають усі органи. Більшість членистоногих, що живуть у воді, дихають *за допомогою зябер*, наземні форми мають системи тонких розгалужених повітряноносних трубок – *трахей*, що доставляють повітря внутрішнім органам. *Травна система* починається *ротом*, потім – *глотка*, *стравохід*, *шлунок*, *середня і задня кишка*, а закінчується *анальним отвором*. У деяких видів, що живляться твердою поживою, у шлунку є хітинові зубчики для її подрібнення. У комах та деяких інших тварин видільна система складається з трубочок, що відкриваються в травний канал. Продукти обміну виводяться з організму разом з екскрементами (неперетравленими залишками) через анальний отвір.

У членистоногих добре розвинена система залоз внутрішньої секреції. Вони виділяють гормони, що регулюють зміни, статеве дозрівання, линяння.

*Членистоногі* – переважно *різностатеві тварини*, іноді – *гермафродити*. Запліднення в більшості випадків внутрішнє.

Найбільш поширені тварини типу належать до класів: *ракоподібні*, *павукоподібні* і *комахи*.

У найбільш спрощеному вигляді основні систематичні одиниці можна представити так .



Таблиця 3.4 – Основні систематичні одиниці Членистоногих

Класи			
Ракоподібні	Павукоподібні	Комахи	
Ряди			
Гіллястовусі Веслоногі Одноногі Десятиногі Коропоїди	Павуки Кліщі Скорпіони	З неповним перетворенням  Таргани Терміти Прямокрилі Воші Клопи Рівнокрилі	З повним перетворенням  Жуки Метелики Перетинчастокрилі Двокрилі Блохи та ін..

### Клас Ракоподібні

Ці переважно водні тварини населяють моря і прісні водоймища. Тіло їх розчленоване на головогруді і черевце. Вони мають дві пари вусиків, складні, або фасеткові, очі. *Дихають зябрами*. Загальна кількість відомих видів – 20 000.

Типовий представник – *річковий рак* (рис. 3.22).

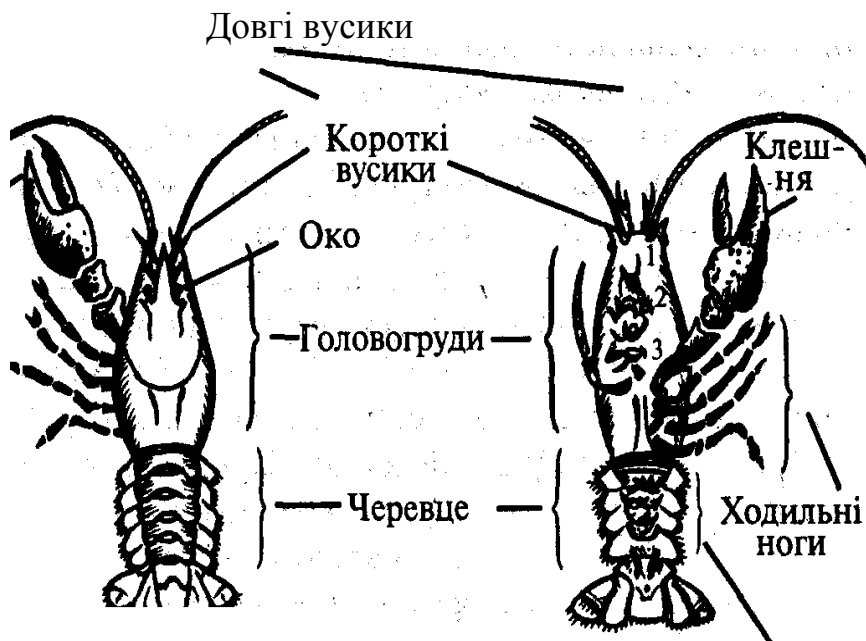


Рис.3.22. Розчленування річкового рака.

Живе в прісних проточних водах. Вдень ховається під камінням або в нірках, виритих на дні, під коренями дерев. Вночі – вони виповзають із своїх сховищ у пошуках поживи. Головогруді рака утворені із зрослих члеників голови і грудей. Передня частина головогрудей витягнута, загострена і закінчується гострою остю. Біля її основи два складних ока, розташованих на стеблинках, завдяки чому рак може повертати їх у різні боки. Складні очі складаються з безлічі дрібних оченят – до 3 000 – і називаються фасетковими.

Головогруді рака несуть дві пари вусиків. Довгі служать *органами дотику*, а короткі – *органами нюху*. Нижче вусиків розташовані ротові органи, що являють собою видозмінені кінцівки. Перша пара утворює верхні, а друга і третя – нижні щелепи, інші три пари – *ногощелепи*. На головогрудях знаходиться п'ять пар членистих ходильних ніг. З них передня пара кінцівок має найсильніший орган нападу і захисту – *клешню*. Клешня ще виконує роль захоплення поживи. Членисте черевце несе черевні ніжки, на яких самки виношують ікру.

*Раки всеїдні*. Подрібнена ротовими органами пожива через глотку і стравохід потрапляє в шлунок, що складається з двох відділів – *жувального і цідильного*. На внутрішніх стінках жувального відділу розташовуються хітинові зубчики, за допомогою яких пожива перетирається. У цідильному відділі – проціджується й потрапляє в кишку, а потім – у травну залозу, де відбувається її перетравлення і всмоктування поживних речовин.

Органи дихання рака – *зябра*, розташовані по боках головогрудей. У кров, що протікає по зябрових судинах, потрапляє кисень, а з крові виділяється вуглекислий газ. *Кровоносна система* рака *незамкнена* і складається із мішкоподібного серця, що лежить на спинній стороні тіла, і судин, що відходять від нього.

*Нервова система* рака складається з великого надглоткового і підглоткового нервових вузлів, що утворюють навкологлоткове кільце, і черевного нервового ланцюжка.

Органи виділення рака – *пара зелених залоз*, розташованих у головній частині тіла. Вивідні канали їх відкриваються назовні біля основи вусиків. Крізь зелені залози з організму рака видаляються розчинені в крові шкідливі продукти обміну речовин.

*Раки – різностатеві*. Взимку самка відкладає яйця, приклеюючи кожне до своїх черевних ніжок. На початку літа з ікринок (яєць) виходять молоді рачки, яких самка ще довго носить на своїх ніжках.

До класу ракоподібних належить декілька рядів. Серед них: *десятиногі ракоподібні, рівноногі, гіллястовусі, веслоногі, коропоїди*.

*Ряд десятиногі*. Сюди відносяться описаний вище *річковий рак*, а також планктонні види *креветок, морські раки великих розмірів – омари, лангусти, різноманітні краби*. Усі вони є цінними харчовими об'єктами і

використовуються для виготовлення всіляких делікатесних страв. До зазначеного ряду належить *рак-самітник*, що веде своєрідний спосіб життя. Молоді рачки знаходять черевонігих молюсків з черепашками відповідних розмірів, вбивають і з'їдають їх, а своє черевце ховають у черепашку. Після кожного линяння розміри рака збільшуються, і йому потрібно шукати нового молюска з великим розміром черепашки, і все повторюється спочатку.

**Ряд рівноногі.** Сюди відносяться як водні, так і наземні ракоподібні, черевні і грудні кінцівки яких мало чим відрізняються, як, наприклад, у *мокриці*. Це невеликих розмірів (до 10–15 мм) сірі чи білуваті тварини, що живуть у вологих місцях, у листяній підстилці, деякі зустрічаються навіть у пустелях.

**Ряд гіллястовусі,** представником якого є *дафнія*. За спосіб пересування стрибками її в народі називають "водяною блохою".

**Ряд веслоногі,** до якого належить циклоп. Це планктонні рачки, якими живляться багато видів морських і прісноводних промислових риб, і навіть такі великі тварини, як вусатий кит.

У ставкових рибних господарствах спеціально розводять дрібних рачків – дафній і циклопів – для вигодовування мальків риб.

Серед ракоподібних є паразитичні види, наприклад коропоїд. Він належить до **ряду коропоїдні**. Ця тварина паразитує на зябрах і лусці риб, живиться їхніми соками. Деякі ракоподібні, наприклад циклопи, можуть бути проміжними хазяїнами паразитичних черв'яків (стьожака широкого).

У цілому до ракоподібних належить близько 50 000 видів.

## Клас Павукоподібні

Представники цього класу, на відміну від ракоподібних, живуть переважно на суші, *дихають за допомогою трахей і легенів*. Клас охоплює три ряди, на представниках яких можна прослідкувати процес злиття відділів тіла. Так, у *ряді павуків* тіло поділяється на головогруді і черевце, у *скорпіонів* – складається з головогрудей, передчеревця і задньочеревця, у *кліщів* усі відділи злиті в один щит.

**Спільні ознаки павукоподібних: відсутність вусиків, чотири пари ходильних ніг, трахейне або легеневе дихання, постійні навколоротові придатки – верхні щупальця і ногощупальця.**

На головогрудях розташовані чотири пари простих очей, ротові органи і кінцівки (ходильні ноги).

Найбільш поширені павуки і кліщі.

**Ряд павуків.** Типовим представником є *павук-хрестовик*. Його можна зустріти в лісах, парках, в садибах, у будинках, де вони плетуть великі ловильні сітки з павутини. У павука перша пара ротових органів – верхні щелепи, обладнані гострими, загнутими вниз кігтками.

Біля кінця кігтиків відкриваються вивідні протоки *отруйних залоз*. Щелепи служать павуку для умертвіння здобичі і для захисту. Друга пара ротових органів – *ногощупальця*, якими павук прощупує і повертає жертву під час живлення.

Чотири пари членистих ходильних ніг вкриті чутливими волосками. Черевце павукоподібних більше, ніж головогруді. На задньому кінці черевця в павуків розташовані *павутинні бородавки*, до яких відкриваються *павутинні залози*. Речовина, яка виділяється залозами, твердішає в повітрі, утворюючи *павутинні нитки*. Одні залози виділяють павутину, стійку і неклеюку, що йде на утворення остова ловильної сітки. Інші залози виділяють дрібні клейкі нитки, за допомогою яких павук будує *ловильну сітку*. Треті залози виділяють м'яку шовковисту павутину, яку використовує самка для *плетіння кокона*.

Жертву, що потрапила до ловильної сітки, павук заплутує клейкою павутиною, устромляє в здобич кігтики верхніх щелеп й упорскує в неї отруйну рідину, яка розчиняє м'які тканини і діє як травний сік. Через деякий час павук всмоктує частково перетравлену поживу. Так у павуків відбувається часткове перетравлення поживи поза організмом.

Павуки мають численні і різноманітні органи чуття: *органи дотику* (волоски на тілі павука і на ногощупальцях), *нюху і смаку* (на ногощупальцях і ходильних ногах), *органи смаку* є ще й на бічних частинах глотки; *органи зору* (вісім простих очей). Деякі павуки *здатні розрізняти колір*, особливо ті, які шукають здобич на квітках рослин (павуки-краби).

*Павуки – різностатеві тварини*. Самки більші, ніж самці. Восени самка плете кокон із павутини і відкладає в нього яйця. У ньому яйця зимують, а навесні з них виводяться павучки. Більшість павуків приносять користь: ними живляться багато дрібних ссавців, птахи, ящірки, деякі комахи. Серед павуків є й отруйні - *тарантул і каракурт* Вони дуже небезпечні для людини й домашніх тварин.

**Ряд кліщі.** У більшості представників ряду тіло не має чіткого поділу на членики або відділи. Кліщів дуже багато. Одні з них живуть у ґрунті, інші – на рослинах, тваринах і людині.

На відміну від павуків, кліщі мають непрямої розвиток. З яйця виходить шестинога личинка, в якій після першого линяння з'являється четверта пара ніг. Після декількох линянь личинка перетворюється в дорослу особину.

*Червоний павутинний кліщ* поселяється на листі бавовнику та інших цінних рослин. Він знижує врожай бавовни і викликає загибель рослин.

*Мучний кліщ* поселяється в цибулі й зерні. Виїдає в зерні зародок майбутньої рослини, що приводить до загибелі насіння. Він викликає псування харчових продуктів на складах, наприклад різних круп, хлібопродуктів, насіння соняшника. Чистота і провітрювання приміщень,

де зберігаються продукти, – один з основних заходів боротьби з мучним кліщем.

*Коростяний кліщ* викликає таке захворювання як *короста* в людей. Самки цього виду кліщів проникають у більш ніжні ділянки шкіри людини і прогризають у ній ходи. Тут вони відкладають яйця. З них виходять молоді кліщі, які знову прогризають ходи в шкірі. Чистота рук запобігає цьому небезпечному захворюванню. *Тайгові кліщі* – дуже небезпечні паразити людини і тварин. При ссанні крові вони можуть викликати тяжке захворювання нервової системи – *енцефаліт*. У природних умовах збудник енцефаліту знаходиться в тілі диких тварин. Роль кліщів у передачі енцефаліту від диких тварин людині була відкрита в кінці 30-х років Є. Н. Павловським.

**Ряд скорпіони.** Скорпіони живуть у країнах із теплим і спекотним кліматом, до того ж зустрічаються в найрізноманітніших місцях проживання: від вологих лісів і морських узбереж до безплідних кам'янистих місцевостей і піщаних пустель. Нерідко скорпіони поселяються в помешканнях людини.

*Скорпіони здебільшого живородні*, деякі види відкладають яйця, в яких зародки вже розвинені, так що невдовзі вилуплюється молодь. Це явище називають *яйцезивонародженням*. Скорпіон стає дорослим через рік-півтора після народження, роблячи за цей час 7 линянь.

Укол скорпіона – засіб нападу й захисту. На дрібних безхребетних, що служать звичайно поживою скорпіону, отрута діє майже миттєво: тварина відразу ж перестає рухатися. Для дрібних ссавців отрута скорпіонів здебільшого смертельна.

Для людини укус скорпіона, як правило, не смертельний, але відомо ряд випадків з дуже тяжкими наслідками і навіть із смертельним кінцем.

## Клас Комахи

Клас комахи об'єднує найбільш досконалих членистоногих, їх відомо більше 1млн видів.

На відміну від інших членистоногих, тіло комах розчленоване на *три відділи: голову, груди, черевце*. Комахи мають складні очі і одну пару вусиків. Однією з характерних особливостей комах є те, що у багатьох є крила. При зміні образу життя, при переході до паразитизму (воші, блохи), або при зміні екологічної ніші, спостерігається редукція крил. Для комах характерний гризучий тип ротового апарата. Він складається з верхньої губи, пари верхніх щелеп, пари нижніх щелеп і нижньої губи.

У свою чергу нижня губа і нижні щелепи несуть членисті придатки – *щупики*, які називаються жувальними. *Гризучий апарат може бути сисним, лижучим, колючим* та ін. Відділ грудей поділяється на передньогруди, середньогруди і задньогруди, які вкриті хітином. Вони

зчленовані нерухомо; тим самим він дає надійну опору апарату, що рухається. Кожний відділ несе по парі *ходильних ніг*, що складаються з *тазика, вертлюга, стегна, гомілки і членистої лапки*. У вищих комах середня і задня частина грудей несуть по парі крил. У комах (прямокрилі, таргани, жуки) передні крила видозмінені у *тверді надкрила*, котрими захищені перетинчасті задні крила від пошкоджень під час польоту. У двокрилих (мухи, комарі) задні крила змінилися на булавоподібні органи рівноваги – *дзизкальця*.

Черевце комах складається з різної кількості сегментів (від 4 до 10), на кожному з них розташовано по парі дихалець. Через них у тіло комахи потрапляє повітря. У самок на кінці черевця нерідко є яйцеклад. Сегменти черевця з'єднуються смужками м'якого хітину, який забезпечує його рухомість. За такої будови все тіло комахи, а також її кінцівки здаються вкритими нотками.

*Травна система* комах починається ротовою порожниною, до якої відкриваються протоки слинних залоз. У багатьох комах вони спеціалізовані і відіграють не тільки травну роль. У деяких личинок метеликів і перетинчатокрылих вони виділяють білкову речовину, з якої утворюються нитки і виготовляється кокон. За ротовою порожниною йде м'язова глотка. Вона служить не тільки органом проштовхування поживи, але й нерідко органом засмоктування. Далі розташований стравохід у вигляді трубки. У ряду комах, наприклад у бджіл, є розширення стравоходу – *зоб*, де пожива накопичується. Із стравоходу пожива потрапляє в *м'язовий шлунок*, де перетирається хітиновими виростами. Після цього пожива проштовхується в *середню кишку*, там відбувається її остаточне перетравлення і всмоктування. На межі між середньою і задньою кишкою в кишечнику розташовані *органи виділення* – *тонкі мальпігієві трубочки*. У задній кишці накопичуються неперетравлені залишки поживи, які викидаються через анальний отвір назовні.

*Органи дихання*, типові для комах, – *трахеї*. Це тоненькі трубочки, всередині яких є спіральна хітинова нитка. Вона не дозволяє злипатися стінкам трубочок, що й забезпечує безперешкодне проникнення повітря до організму комахи.

Трахеї поступово галузяться, проникають у всі органи й тканини, приносять до них повітря без участі кровоносної системи. Останній залишається тільки транспортування до клітин і тканин перетравлених поживних речовин. У зв'язку з цим *кровоносна система комах*, не отримує великого розвитку. Вона незамкнена і складається з однієї довгої *спинної судини* – *серця*. Кров потрапляє в нього з порожнини тіла і виливається між органами.

З крові шкідливі речовини (продукти розпаду) проникають у мальпігієві трубочки, по них потрапляють у задній відділ кишечнику і видаляються назовні.

Характерна особливість комах, яка забезпечує їм процвітання на Землі в наш час, – *хороший розвиток нервової системи і органів чуття*. Нервова система комах складається з великого надглоткового парного нервового вузла, що відіграє роль головного мозку; навкологлоткового кільця і черевного нервового ланцюжка. Нерви до кінцівок і крил відходять від вузлів грудного ланцюжка. Органи чуття в комах різноманітні. На шкірі є утвори у вигляді волосків, всередині яких знаходяться рецептори: дуже чутливі до механічних подразників – органи дотику, руху повітря – органи слуху. Рецептори нюху розташовані на вусиках, рецептори смаку – на ротових органах. Органи зору – очі – побудовані як і в ракоподібних. Багато комах можуть розрізняти колір. Наприклад, медоносна бджола розрізняє всі ті кольори, що й людина (крім червоного). На відміну від людини, вона розрізняє й ультрафіолетові промені.

*Комахи – різностатеві тварини*. Самці й самки часто помітно відрізняються за зовнішніми ознаками: розміром, забарвленням та ін. У метелика античного шовкопряда самці крилаті, а самки безкрилі. У зимового п'ядака – самки мають дуже укорочені крила.

Яєчники самок, як правило, складаються з тоненьких яйцевих трубок, з яких дозрілі яйця потрапляють в яйцевід. У самок багатьох комах є особливий орган, що називається *сім'яприймачем*. У ньому довго зберігається запліднена рідина, яку самка отримує в момент парування. Так, бджола-матка парується один раз у житті і потім зберігає в сім'яприймачі життєдіяльну сперму на протязі трьох років.

Коли яйце проходить по яйцепроводу, воно й запліднюється цією спермою. У самок деяких комах, наприклад у саранових, є додаткові залози, що виділяють слиз, яким вкриваються відкладені яйця. Слиз твердіє, і кладка яєць у землі отримує надійний захист. Таку захищену затверділим слизом кладку сарани називають *кубушкою*.

*Розвиток комах відбувається з повним або неповним перетворенням*. У одних комах із запліднених яєць з'являються личинки, які різко відрізняються за будовою і способом життя від дорослих комах. Вони після ряду линянь і змін перетворюються в, нерухому *люлечку*, з якої через деякий час виходить доросла комаха (рис.3.23). Такий розвиток отримав назву *розвитку з повним перетворенням*. Він властивий жукам, метеликам, мухам, тутовому шовкопряду та ін.

Інші комахи (сарана, коники, клопи) (рис.3.24) *розвиваються з неповним перетворенням*: їхні личинки переважно схожі на дорослу комаху, розрізняються лише розмірами й недорозвитком статевих залоз.

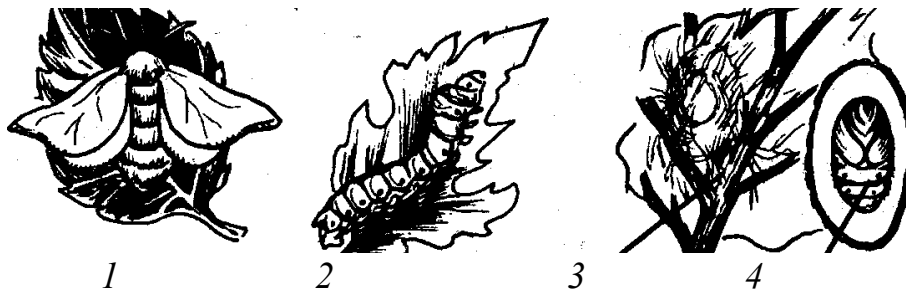


Рис. 3.23. Тутовий шовкопряд. Розвиток з повним перетворенням:  
1 – метелик, що відкладає яйця; 2 – гусениця; 3 – кокон; 4 – лялечка в коконі.

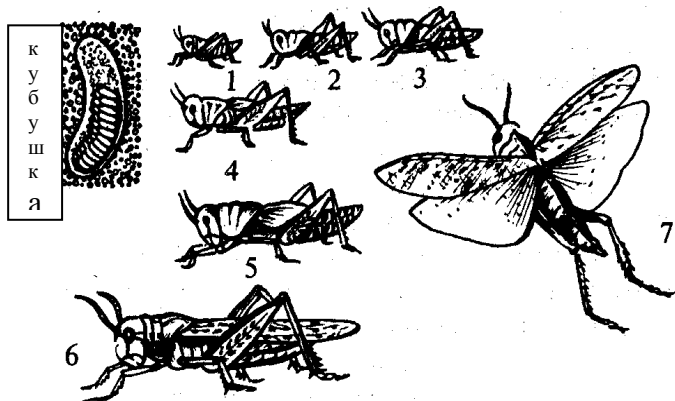


Рис.3.24. Розвиток сарани: 1 – 5 стадії розвитку; 6 – 7 – доросла сарана.

**Поведінка комах.** Складна будова нервової системи і органів чуття забезпечує і складні форми поведінки, наприклад, у бджіл, мурах, ос та інших комах.

Найпростіші форми поведінки – рухова реакція відносно джерела подразнень. Вона може бути позитивною (рух відбувається в напрямку джерела подразнення) і негативною (рух відбувається від подразника).

Наприклад, вранці або ввечері мухи та інші комахи сидять на освітлених сонцем місцях, прогріваючи своє тіло, – позитивна реакція на тепло вдень. Коли сонце сильно припікає, комахи ховаються в затінку (негативна реакція).

Позитивний рефлекс на світло в бджоли і негативний – у жувелиці – приклади *вроджених рефлексів* комах. Більш високий рівень поведінки тварин обумовлений більш високим рівнем розвитку нервової системи. Для деяких комах (бджоли, мурах, ос) властиві *інстинкти* – ланцюг рефлексів, що йдуть один за одним у певній послідовності. Вони властиві насамперед *гуртосімейним* кохам. Вони живуть родинами, в яких одночасно існують декілька поколінь. У родині є одна або декілька самок, самці і робочі особини, нездатні до розмноження.



Розподіл видів по рядах проводять з урахуванням таких ознак, як характер розвитку, особливості будови крил, будова ротового апарату. Основні ознаки деяких рядів комах представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Деякі ознаки найважливіших рядів комах

Ряди	Тип розвитку	Кількість пар крил	Ротовий апарат	Особливість розвитку крил	Деякі представники
1	2	3	4	5	6
Тарганові	3 еповним перетворенням	2 пари	Гризучий	Надкрила	Рудий і чорний таргани
Терміти	—" –	—" –	—" –	Сітчасті	Терміт
Прямокрилі	—" –	—" –	—" –	Надкрила	Сарана, коники, цвіркуни
Воші	—" –	Немає крил	Колючосисний	Безкрилі	Воша головна Воша платяна
Клопи	Воша	2 пари	—" –		Клоп черепашка клоп-хребтоплав- Клоп водомір
Рівнокрилі	—" –	2 пари	—" –	Сітчасті	Цикади
Бабки	—" –	2 пари	Гризучий	Сітчасті	Бабка-дозорець, бабка-коро
Жуки, або твердокрилі	3 повним перетворенням	2 пари	Гризучий	Надкрила тверді	Хрущ, колорадській жук, жуки-могильники жуки-короїди

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
Метелики або лускокрилі	–" –	2 пари	Сисний	Сітчасті з лусочками	Капусниця, бояришниця, тутовий шовкопряд
Перетинчастокрилі	–" –	2 пари	Гризучий, лижучий	Сітчасті	Бджоли, джемелі осі, мурахи
Двокрилі	–" –	1 пара	Колючо-сисний	Сітчасті	комарі, мухи, гедзі, мошки
Блохи	–" –	Немає	–" –	Безкрилі	Блоха людська, блоха пацюкова

*Роль комах у природі й житті людини* зумовлена, насамперед, їх величезною чисельністю, різноманітністю в угрупованнях.

Рослиноїдні комахи своєю біомасою в багато разів перевершують усіх інших тварин, що живляться рослинами, і тому з'їдають основну частину рослинного приросту.

Хижі й паразитичні комахи є природними регуляторами чисельності тварин, якими вони живляться. У свою чергу комахи – основа живлення багатьох хордових тварин. Комахи мають велике значення і як споживачі рослинних і тваринних залишків.

Роль комах дуже велика у ґрунтоутворенні, звичайно у руйнуванні листового опадів. Важливе значення мають комахи у запиленні квіткових рослин. Деякі рослини не спроможні розмножуватися без комах – запилювачів. В одних рослинах квітки запилюються різними комахами, а в інших – тільки визначного виду. Зв'язано це з різницею у будові квітки. Більшість квіткових рослин (80%) зв'язані з життям комах.

Людина використовує у господарстві бджіл, тутових шовкопрядів, лакових червців, які виділяють речовини з винятковими ізоляційними властивостями, а також фарбу – кармін.

Шкода, яку спричиняють комахи культурним рослинам, дуже велика. Вони об'їдають листя, живуть у деревині, у лубі, в плодах, горіхах, жолудях, в голівках конюшини, у соломінах злаків, у стеблах трав'янистих рослин. Комахи – шкідники можуть бути всеїдними або спеціалізованими (цукровий довгоносик, філоксера). Причинами розповсюдження шкідників можуть бути їх природні міграції, а іноді їх завозять з інших країн, регіонів (колорадський жук). Багато комах є хижаками або паразитами інших видів комах. Ці властивості

використовуються для розробки біологічних методів боротьби з шкідниками. Для боротьби з комахами застосовуються і хімічні методи, але ж вони знищують і шкідливих, і корисних. До того ж тривале застосування ядохімікатів веде до пристосування комах до цих речовин і до втрати чутливості.

Під впливом діяльності людини чисельність ряду видів комах настільки скоротилась, що вони стали рідкими, деякі опинились на межі вимирання. Тому всі ці комахи потребують охорони. До Червоної книги вже занесені 202 види комах. Включення того або іншого виду в цю книгу – сигнал про небезпеку, що загрожує йому, про необхідність застосування термінових заходів щодо його захисту.

Вивченням комах займається наука *ентомологія*.

## ТИП ХОРДОВІ

Хордові являють собою дуже своєрідну, численну і різноманітну за складом групу тварин. За кількістю форм вони значно поступаються членистоногим, але загальна кількість хордових усе ж перевищує 40 000 видів.

Тип хордові поділяється на три підтипи: *оболонкові*, *безчерепні* або *головохордові*, *черепні*, або *хребетні*. Підтип безчерепні містить усього лише один клас – *Ланцетники*, до якого належить відомий представник – *ланцетник*.

Оболонкові дуже змінені внаслідок того, що ведуть прикріплений образ життя. Безчерепні подані невеликою кількістю форм (біля 20 видів). Найбільш чисельні та різноманітні за будовою та середовищем мешкання хребетні тварини.

Представники усіх трьох підтипів об'єднуються такими **основними ознаками**:

- 1) на відміну від безхребетних у них є внутрішній *осьовий скелет* – *хорда*. У безчерепних вона зберігається все життя, у хребетних – замінюється хрящовим або кістковим хребтом;
- 2) центральна нервова система має вигляд трубки, розташованої на спинному боці тіла над хордою. Порожнина нервової трубки називається *невроцелем*. У більшості хордових передній відділ нервової трубки розростається, утворюючи *головний мозок*. Невроцель у цьому випадку носить назву шлуночків головного мозку;
- 3) *травна трубка* розташована під хордою; у передньому її відділі знаходиться отвір (зяброві щілини), сполучений з зовнішнім середовищем. Зяброві щілини зберігаються або ж все життя (круглороті, риби), або ж тільки в ембріональному періоді розвитку, а потім замінюється на *легені* (більшість амфібій, наземні хребетні);

- 4) *серце*, або судина, яка замінює його, розташоване на черевному боці тіла і спрямовує кров до головного кінця тіла;
- 5) *зовнішні покриви* мають *двошарову* будову і складаються з епідермісу та розташованої під ним сполучної тканини – дерми.

Хордові володіють рядом ознак, які характерні і для інших груп тварин. До цих ознак відносяться – двобічна симетрія тіла, вторинна порожнина тіла (целом), метамерна (сегментарна) будова багатьох органів.

## ПІДТИП БЕЗЧЕРЕПНІ

### Клас Ланцетники

Це нечисленна група примітивних хордових тварин (всього 25 видів), у яких всі основні ознаки типа зберігаються на потязі усього життя. Мешкають виключно в морях, ведуть донний образ життя, занурюючись у пісок. Типовий представник – *ланцетник*. Це невелика, напівпрозора тварина довжиною 5-8см, з вузьким сплюснутим з боків тілом. Відокремленої голови немає. По спинному боку тягнеться складка – спинний плавник. Огинаючи хвостовий відділ тіла, плавник надає йому ланцетоподібну форму (звідси назва тварини). На спинному боці розташований осьовий скелет – хорда, одягнена щільною сполучною оболонкою; над хордою повздовж усього тіла тягнеться нервова трубка. Справа та зліва у нижній частині тулуба знаходяться складки, які утворюють порожнину. Складки оточують зяброві щілини, скрізь які виходить вода, що поступає у глотку. Ланцетник постійно пропускає через глотку воду за допомогою руху шупалець, які оточують ротову лійку. Живильні частинки, які поступають з током води, задержуються слиззю за допомогою війок мерехтійного епітелію глотки і прямують у кишечник. Вода через зяброві щілини виводиться назовні. Отож, первинна функція зябрового апарату глотки хордових – фільтрація води для захоплення страви.

У перегородках між зябровими щілинами проходять *кровоносні судини* – зяброві артерії, скрізь стінки яких відбувається газообмін між кров'ю та водою, яка омиває їх. Дихальна функція зябрового апарату – не головна для ланцетника. Кров його безкольорова, не має дихальних пігментів. Споживання тіла киснем здійснюється шляхом дифузії крізь шкіряні покриви. Кровоносна система замкнена. Серця немає. Тік крові підтримується пульсуючою черевною артерією. Ланцетники – різностатеві тварини.

Предки ланцетників жили у палеозойській ері і були вільноживучими. Потім частина їх перейшла до пасивного донного існування. Інші обрали вільний образ життя та дали початок хребетним тваринам.

В екологічних системах значення ланцетника невелике. Їх використовують в їжу народи Південно-Східної Азії. Як фільтратор він приймає участь у регуляції чисельності планктонних організмів.

Проте ланцетник є прекрасним об'єктом для наукових досліджень.

### ПІДТИП ЧЕРЕПНІ АБО ХРЕБЕТНІ

Він характеризується значно вищим рівнем організації, ніж оболонкові та безчерепні. Це виявляється як у складній будові тіла, так і в досконалості фізіологічних функцій. Хребетні ведуть активне життя, переміщуються у широких межах в пошуках їжі, рятуючись від ворогів, вибираючи місце для розмноження та розшукуючи особини другої статі. Активне життя та висока пристосованість до найрізноманітніших умов зовнішнього середовища визначається рядом ароморфозів. До них відносяться:

- утворення *головного мозку* та підрозділ його на *5 відділів*;
- формування осьового скелету у вигляді міцного *хребтового стовбура*;
- виникнення *черепу*, який служить засобом механічного захисту для головного мозку та органів чуття; захистом для спинного мозку служать дужки хребців.
- розвиток у передньому відділі кишкової трубки рухомих частин скелету – *щелепного апарату*, який забезпечує схоплення, утримання здобичі, а у вищих хребетних і роздрібнення її;
- розвиток *серця*, яке забезпечує швидкий кровообіг;
- виникнення *парних кінцівок*, які обумовлюють можливість швидкого та спрямованого переміщення у просторі;
- високий рівень *диференціювання* усіх органів та систем.

Крім вказаних властивостей хребетних характеризують такі загальні риси організації:

- тіло їх ділиться на голову, тулуб та хвіст;
- зовнішній покрив – шкіра – двошарова. Вона складається з багат шарового епідермісу, утворюючого чисельні залози та різноманітні додатки (луску, пір'я, волосся, ратиці) та сполучної тканини – дерми, яка має велику міцність.

Мускулатура подана поперечно-смугастими м'язами, у нижчих хребетних вона сегментована, у вищих – м'язи розпадаються на окремі пучки.

*Скелет* хрящовий або кістковий, 4 відділи. Він забезпечує велике різноманіття рухів.

*Травна система* подана трубкою, яка починається ротовим, а закінчується анальним отвором, має 6 відділів.

*Дихальна система* – це зябра (у круглоротих та риб ) та легені у всіх інших класів хребетних.

*Кровоносна система* замкнена. Серце має різну кількість камер, залежно від рівня організації. У нижчих хребетних – одне коло кровообігу, починаючи з амфібій, з'являється друге коло – легеневе. Повний розподіл артеріального та венозного кровотоків у птахів та ссавців – це велетенський ароморфоз у філогенезі Хребетних. Він послужив морфологічною основою теплокровності тварин цих класів та зменшив їх залежність від несприятливих абіотичних факторів зовнішнього середовища.

Видільна система подана парними органами – нирками. Більшість хребетних – різностатеві тварини. Гермафродизм проявляється лише у деяких видів.

Підтип Хребетні включає надклас *Риби* та надклас *Чотириноги* з класами *Земноводні*, *Плазуни*, *Птахи* та *Ссавці*. Також до підтипу відноситься клас *Круглороти*, якій об'єднує найбільш примітивних тварин. За наявності або відсутності зародкових оболонок хребетних поділяють на дві групи – *нижчі* та *вищі*. До I групи хребетних або черепних відносяться: круглороти, хрящові та кісткові риби, земноводні або амфібії. Оскільки зародок у цих тварин розвивається у воді, їх називають *первинноводними*. До II групи входять класи: Плазуни, Птахи та Ссавці. Їх зародок розвивається на суші, тому вони носять назву *первинноназемні* тварини. Зародки їх оточені водною оболонкою (*амніоном*), звідси назва цієї групи – *Амніота*. Деякі представники амніон повернулися до водного середовища (кити). Це *вторинноводні* тварини.

**Круглороті** – це 2 ряди – міноги та міксини. Круглороті – найпримітивніша група хребетних. Вони не мають щелеп та парних кінцівок. Ротовий відділ – це присмоктувальна лійка, на дні якої знаходиться ротовий отвір. На стінках цієї лійки та на язиці розташовані чисельні рогові зуби. Тіло видовжене, шкіра гола з чисельними слизовими залозами. Скелет – це хорда. Мозковий череп – це хрящова платівка, яка підстилає головний мозок. Органи чуття розвинуті слабо.

*Міксини* розповсюджені виключно у морях та океанах, зустрічаються на глибинах від 20 до 350 м, рідко більше. Мають довжину тіла від 50 см до 1 метра. Ведуть виключно паразитичний образ життя; в'їдаються у тіло жертви, занурюючись всередину. У міксин очі дегенерують у зв'язку з паразитичним образом життя. Живляться рибою.

*Міноги* розповсюджені як в морях, так і у прісних водоймищах. Морські міноги для нересту заходять у річки. Довжина тіла у різних видів від 30 до 100 см. Присмоктуючись до риби, живляться її кров'ю та м'ясом. Деякі види поїдають ікру риби. Деякі види міног мають промислове значення.

## Надклас Риби

Група хордових тварин, перебувають у стані вираженого біологічного прогресу. Налічують понад 20 тис. видів риб. Вони живуть виключно у водному середовищі. Виникнення риб було пов'язане з появою низки *ароморфозів*: *череп* – коробки, в якій міститься головний мозок; *щелеп*, які забезпечують активне захоплення здобичі; *парних плавців*, що забезпечують велику рухливість; прогресивного розвитку центральної нервової системи. Для них характерна *наявність парних* (грудних і черевних) і *непарних* – спинного і хвостового плавців. У всіх у них *органи дихання* – *зябра*. Надклас поділяється на два класи: *хрящові*, що мають хрящовий скелет, і *кісткові*, скелет яких складається з кісток.

### Клас Хрящові Риби

Сюди належать мешканці морів і океанів, що мають повністю хрящовий скелет, який складається з хребетного стовпа й черепа. Тіла хрящових хребців двояковгнуті. У проміжках між ними знаходяться залишки хорди: вони зберігаються і в отворах, які є в тілах хребців.

Хрящові верхні дуги хребців, що закінчуються *остистими відростками*, утворюють канал, в якому знаходиться спинний мозок. Головний мозок захищений хрящовою мозковою коробкою. Нижні дуги хребців також утворюють у хвостовому відділі канал, що захищає спинну аорту. У лицевій частині черепа, крім скелета зябрового апарата, розвивається *скелет рухомих щелеп* – важливе новонабуття хордових (крім круглоротих, яких називають ще й безщелеповими).

На відміну від круглоротих, у риб пошук здобичі активний, рухи більш різноманітні й енергійні, краще розвинений скелет плавців, сформовані парні кінцівки: грудні і черевні плавці. Головним органом руху вперед стає *хвіст*, ускладнюється поведінка, нервова система і *органи чуття*: *парні нюхові мішки*, *очі*, *внутрішнє вухо*, *бічна лінія*.

Тіло хрящових риб вкрито *плакоїдними лусками*. Кожна з них являє собою кісткову пластинку, на якій сидить вкритий емаллю і загнутий назад гострий зубоподібний відросток. Позаду кожного ока є невеликий отвір – *бризкальце*. Це залишок однієї із зябрових щілин. На початку хвостового плавця знаходиться *клоака* – орган, в який відкриваються травна, січова і статева системи.

*Травна система* хрящових риб починається ротовим отвором, що веде в ротоглоткову порожнину, на дні якої розташований м'язовий орган – *язик*. На щелепах, що оточують ротовий отвір, є *зуби*, які утворилися з лусочок.

Через стравохід пожива потрапляє в шлунок, потім у кишечник, що складається з трьох відділів: тонкий, товстий кишечник і пряма кишка.

Крім того, є добре розвинена *підшлункова залоза, печінка*. Кровоносна система хрящових риб схожа на таку ж у круглоротих. Кров *червона* завдяки наявності в ній еритроцитів (червоних кров'яних тілець) і *пігменту* – *гемоглобіну*. Є кровотворний орган – *селезінка*. Органами виділення служать *нирки* у вигляді двох темно-червоних смуг, що тягнуться вздовж хребта.

*Статева система* хрящових риб представлена статевими залозами й протоками. Вони, відповідно, називаються: у самців – *сім 'яники* виконуючі роль статевих проток сечові протоки, у самок – *яєчники і яйцеклітини*.

Для хрящових риб характерне *внутрішнє запліднення*: яйцеклітина запліднюється у верхній частині яйцепротоки, куди вона потрапляє з яєчника. Із заплідненої яйцеклітини утворюється яйце, яке може бути відкладене поза організмом або затримується в нижній частині яйцепроводу. У першому випадку яйце розвивається в зовнішніх умовах і з нього виходить мала особина хрящової риби, у другому випадку *ембріон* розвивається в материнському організмі. Таким чином, *хрящові риби бувають яйцекладні і живородні*.

*Ряд акул* налічує близько 250 видів, розміром від 20 – 30 см (катран) до 20 м (велетенська і китова акули), їх вага може досягати 14 – 20 тонн. Але, незважаючи на величезні розміри, вони живляться планктоном і дрібними рибами. Небезпечні для життя й здоров'я людини близько 50 видів акул. Серед них *кархародон* (довжиною до 12 м), *тигрова акула* (до 9м), *риба-молот*.

Типовим представником ряду акул, що живуть у товщі води, є *блакитна акула*. Це дуже ненажерливий морський хижак, який нападає майже без розбору на різних морських тварин і навіть на людей. За формою тіла вона нагадує велетенське веретено довжиною до 4м. Важка голова акули підтримується широкими грудними плавцями, розкинутими в обидва боки. Великий рот акули розташований на нижній стороні голови у вигляді поперечної щілини. Голова закінчується витягнутим рилом – *ростромом*. Щелепи озброєні декількома рядами гострих хижих зубів. По боках голови видно п'ять пар вертикальних зябрових щілин. Потужний хвостовий відділ закінчується плавцем із подовженою верхньою лопаттю. Величезна м'язова сила хвоста робить акулу неперевершеним плавцем. М'ясо її їстівне. У Чорному морі зустрічається один вид акул – *катран* (колюча акула). Це живородна акула довжиною до 1 м, що веде зграйовий спосіб життя. Для людини небезпеки не являє, живиться рибою, молюсками, ракоподібними.

*Ряд скати* – хрящові риби, що ведуть придонний спосіб життя. Здебільшого вони довго лежать на череві, їх тіло сплюснуте зверху вниз. Зяброві щілини в них знаходяться на черевній стороні. Зуби скатів тупі, пристосовані до дроблення черепашок молюсків. Як і акули, скати дуже



різноманітні; розміри їх тіла – від кількох сантиметрів до 6–8 м. Найменший (до 3,5см) індійський *електричний скат*, найбільший – *морський диявол*, або *манта*, важить близько 2,5 тонни і в розмаху грудних плавців досягає 6–7 м. Живляться скати безхребетними тваринами, ракоподібними, молюсками, черв'яками, а також рибою, деякі – планктоном.

Електричні скати, нападаючи на здобич або захищаючись від ворогів, утворюють за допомогою особливих органів електричний удар, що паралізує або вбиває тварин. Великий скат може завдати шкоди навіть людині. Як зазначалося, *хрящові риби різностатеві, мають внутрішнє запліднення*.

Запліднені яйця відкладаються поодиночі. Вони одягнені в щільну рогоподібну оболонку і мають закручені придатки, за допомогою яких підвішуються до водних рослин. *Деякі акули і скати – живородні*.

Господарське значення хрящових риб у тому, що вони є промисловими рибами. Акул виловлюють через їх шкіру (сировина для промисловості), м'ясо (катрани, оселедцеві акули) і плавці, з яких варять суп. Печінка і жир акул багаті вітаміном *A* і *D*. М'ясо деяких видів скатів людина вживає в їжу. Крім того, м'ясо акул і скатів використовують як поживу для тварин, з деяких виготовляється рибне борошно – пожива для тварин і добриво для ґрунтів.

### **Клас Кісткові Риби**

До цього класу належить більшість видів риб (біля 20 000) переважно – мешканці морських і прісних водоймищ, де живуть на різних глибинах, що обумовлюється різноманітністю форм їх тіла, а також розмірами.

Пересування кісткових риб здійснюється за допомогою плавців. Рот озброєний рухомими щелепами. Нові риси більш високої організації в цього класу виявляються, насамперед, у скостенінні їхнього внутрішнього скелета і в появі у багатьох видів різних кісткових утворів в шкірі. Це робить більш міцною опорно-рухову систему тіла, захищає внутрішні органи.

Суттєві зміни помітні в будові зябрового апарата: у кісткових риб розвинені *зяброві кришки*, що захищають органи дихання.

Велике значення в кісткових риб має такий своєрідний орган, як *плавальний міхур*. Він являє собою випин кишечника, що відокремився і перетворився в гідростатичний апарат – один з органів, пов'язаних із плаванням. Він розташований у порожнині тіла вздовж хребта і наповнений сумішшю газів. У стінках міхура знаходяться капіляри. Кров, що протікає по них, поглинає гази з міхура або виділяє їх у нього. Зміни об'єму газів у ньому змінюють щільність риби, внаслідок чого риба опускається в глибину або піднімається у верхні шари водоймища.

В одних риб (осетрових, дводишних, китицеперих) плавальний міхур відкривається в кишечник, у інших (і таких більшість) він не має зв'язку з кишечником. При стисненні міхура тіло риби зменшується в об'ємі, відносно важчає, і риба опускається на дно, при розширенні – об'єм тіла збільшується, і риба піднімається у верхні шари води. Таким чином, плавальний міхур допомагає рибі без великої витрати м'язової енергії триматися на різних глибинах.

Незважаючи на велику різноманітність форм тіла, риби мають велику схожість у зовнішній будові.

Тіло риби має обтічну форму. Голова поступово переходить у тулуб, а тулуб – у хвіст. Тіло вкрито лускою. У шкірі є залози, що виділяють слиз, який зменшує тертя при русі. Парні грудні і черевні плавці забезпечують збереження рівноваги, повороти, різку зупинку або повільні рухи риби вперед. До непарних плавців належать спинні, хвостовий і анальний. Хвостовий плавець виконує роль керма, він потрібний для поступового руху. Спинний і анальний плавці надають рибі стійкість.

**Скелет.** Опорою тіла риб є *кістковий хребет*, що тягнеться від голови до хвостового плавця. Кожний із хребців складається з тіла і верхньої дуги, що закінчується довгим верхнім відростком. Сукупність верхніх дуг утворює *хребетний канал*, в якому знаходиться спинний мозок. У тулубному відділі до хребта прикріплюються ребра. Спереду з хребтом зчленований скелет голови – *череп*. Скелет служить опорою для м'язів і захистом для внутрішніх органів.

Під шкірою риб розташовані прикріплені до костей *м'язи*. Їх скорочення і розслаблення викликає вигинання тіла, рух щелеп, зябрових кришок і плавців. У тулубному відділі, під хребтом, знаходиться порожнина тіла, в якій розташовуються внутрішні органи. Багато риб захоплюють і утримують здобич гострими зубами, що сидять на щелепах. З ротової порожнини через глотку й стравохід пожива потрапляє в шлунок, де під дією шлункового соку починає перетравлюватися. Частково змінена пожива потрапляє в тонку кишку, де вона перетравлюється під дією травного соку підшлункової залози і жовчі, що поступає з печінки. Поживні речовини через стінки кишечника всмоктуються в кров, а неперетравлені залишки через анальний отвір викидаються назовні.

**Дихальна система** представлена зябрами, що складаються із *зябрових пелюсток*, між якими є *зяброві щілини*. Вода крізь зяброві щілини омиває зяброві пелюстки, пронизані *кровоносними судинами* – *капілярами*, і виходить назовні з-під зябрової кришки.

Кров, що тече по капілярах, поглинає кисень і виділяє вуглекислий газ.

**Кровоносна система.** Судини, по яких кров виходить із серця, називають *артеріями*, а судини, що приносять кров до серця, – *венами*. З

передсердя кров виштовхується в *шлуночок*, а з нього – у *велику артерію* – *черевну аорту*.

Зворотній течії крові заважають сердечні клапани. Черевна аорта веде до зябрів, від аорти відходять капіляри, що несуть насичену вуглекислим газом кров до зябер.

У зябрах кров звільняється від вуглекислого газу, насичується киснем і по спинній аорті, її розгалуженнях (тонких капілярах) розноситься до тканин і органів, де через стінки капілярів відбувається газообмін. Кров збирається у вени і по них потрапляє в передсердя. *Кровоносна система замкнена*, оскільки кров безперервно циркулює по одному й тому ж замкненому колу.

**Видільна система.** Між хребтом і плавальним міхуром розташовуються *стрічкоподібні нирки* (рис.3.25). Сеча, яка утворюється в них, по сечоводах збирається в *сечовий міхур*, який відкривається назовні отвором.

Центральна нервова система має вигляд трубки. Передня частина її видозмінена в головний мозок, захищений кістками черепної коробки. У *головному мозку* хребетних тварин *розрізняють передній мозок, проміжний мозок, середній мозок, мозочок, довгастий мозок*. У риб мозок невеликий. Найбільш розвинені середній мозок і мозочок, що керує рівновагою риби і координацією її руху.

Орієнтацію риб у воді забезпечують органи чуття: *зір, слух, нюх, дотик, смак*, а також орган особливого чуття – *бічна лінія*. Це занурений у шкіру канал, в якому розташовуються нервові закінчення, що сприймають зміни тиску і напрямку течії води. Із зовнішнім середовищем канал сполучається через отвори в лусках, що вкривають канал зверху.

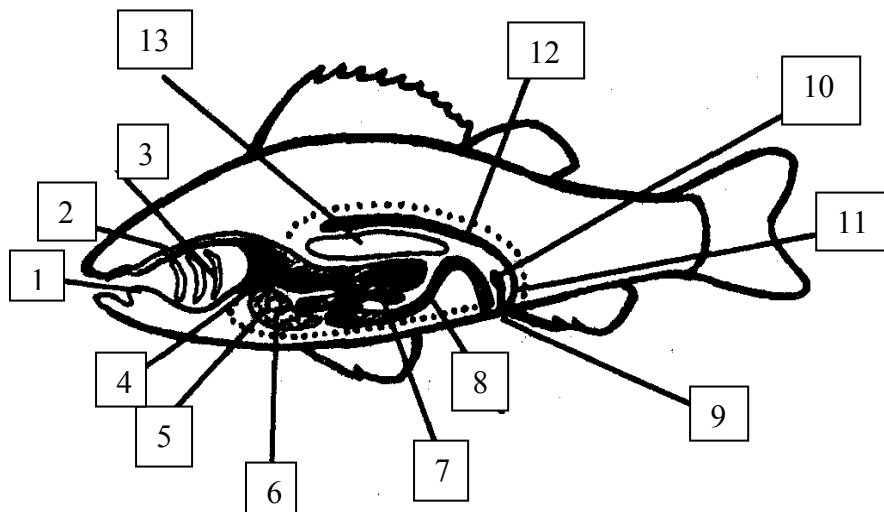


Рис. 3.25. Травна система окуня: 1 – язик; 2 – глотка; 3 – зяброві щілини; 4 – стравохід; 5 – печінка; 6 – жовчний міхур; 7 – шлунок; 8 – кишечник; 9 – анальний отвір; 10 – сечовий міхур; 11 – сечовід; 12 – нирка; 13 – плавальний міхур.

**Розмноження.** Більшість риб *різностатеві*. У самки в порожнині тіла знаходиться яєчник, в якому розвиваються яйцеклітини (ікринки). У самців – пара довгих сім'яників, де розвиваються сперматозоїди. У більшості риб запліднення зовнішнє. Процес викидання ікри й сім'яної рідини у воду, називається *нерестом*.

Личинки, що вийшли з ікри, спочатку живляться за рахунок запасів жовтка, а потім – одноклітинними водоростями і найпростішими. Зазнавши ряд змін, личинки перетворюються в мальків, тіло яких уже вкрито лускою (рис.3.26). Мальки ростуть порівняно швидко, досягаючи розміру дорослих риб. Для розмноження риби шукають місця, куди можна було б відкласти ікру, де є умови для розвитку потомства.

Багато риб відкладають ікру в тих водоймищах, де живуть самі, наприклад, річковий окунь, сазан, сом та ін. Таких риб називають *напівпровідними*.

Інші види долають великі відстані в пошуках місць розмноження, при цьому можуть докорінно змінити своє середовище проживання на інше, одні мігрують з морів у річки, інші – навпаки. Такі мігруючі риби називаються *прохідними* (кета, горбуша, нерпа, сьомга та ін).

Під час нерестового походу риби долають сотні кілометрів, часто після нересту знемагають і гинуть. Нерестові міграції відображають еволюцію видів прохідних риб.

Цікавим прикладом пристосування до розмноження є *прісноводний вугор*. Живучи в прісних водоймищах Європи, на нерест вони відправляються в нейтральну частину Атлантичного океану, у Саргасове море. Звідти дорослі особини не повертаються. Лише личинки вугрів розносяться теплою течією (Гольфстрім) до берегів Північної Європи. Потрапляючи в річку, личинки перетворюються у мальків, які в прісних водоймищах виростають у дорослих особин.

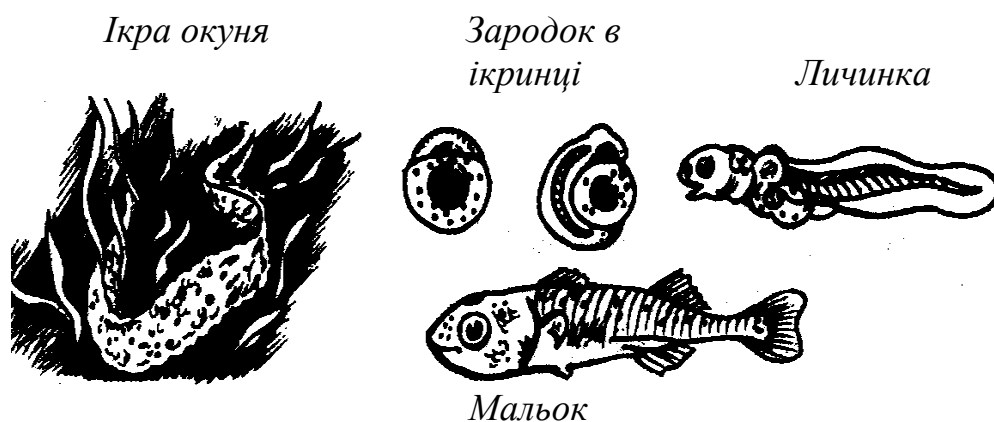


Рис.3.26. Розвиток річкового окуня.

Для вчених і зараз є загадкою, як вугрі знаходять Саргасове море і що їх примушує долати відстань від 4 000 до 7 000 кілометрів у його пошуках?

Деякі риби відкладають величезну кількість ікринок (тріска – 9 млн., короп – 800 000, щука – 300 000), залишаючи свою кладку без всякого захисту від величезної кількості ворогів, що живляться ікрою, від стихійних лих і т. ін. Отже, дуже велика кількість ікринок, що відкладається дорослою рибою, – це свого роду пристосування до продовження роду, оскільки саме це дає можливість хоча б якійсь частині з них розвинутися до личинки, а з неї - у дорослу рибу.

Дуже небагато риб охороняють кладку яєць, відганяючи від неї ворогів, зрошуючи свіжою водою, турбуючись про доступ кисню і т. ін. У таких риб, наприклад *колючка*, *пінагор*, кількість яєць здебільшого незначна. Турбота батьків допомагає майже всім яйцям нормально розвинутися, і більша частина личинок, а потім мальків може Вижити й у подальшому дати потомство.

**Господарське значення риб.** Риби зуміли пристосуватися до самих різних умов середовища. Вони мешкають у прісних водоймах, у тому числі тих, що пересихають, у морях біля поверхні води та на глибині до 10 тисяч метрів. Риби живуть при температурах від  $-2$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , у широкому діапазоні солоності та вмісту кисню.

Щорічно у світі добувають близько 70 млн. тонн риби. М'ясо риб використовують в їжу. Крім того, з риб одержують жир, вітаміни. З відходів рибної промисловості виготовляють кормове борошно для відгодовування худоби.

В різних країнах світу в загальній потребі білку риби складають від 17 до 83%. Основну частину риби добувають у морях. У раціоні людини значне місце займає прісноводна риба, до якої відноситься багато цінних порід. Тому велика увага приділяється штучному розведенню риб, звичайно прохідних (кета).

Крім використання риб у харчових цілях, їх розведення, акліматизацію вживають і в інших цілях. Розселення рослинноїстівних риб (білого амура, товстолоба) у водосховищах та зрошувальних каналах допомагає боротися із заростанням водоймищ. У Закавказзі, Середній Азії акліматизована гамбузія, яка знижує кількість личинок комарів у водоймах у 20 разів.

У останні десятиріччя різко скоротилась чисельність промислових риб (камбала, оселедці, тріска та ін.). Це пов'язано як з інтенсивним виловом, так і з забрудненням річок, озер, морів нафтою, солями важких металів, пестицидами, які змиваються у великій кількості у моря.

Кісткові риби з'явилися у девонському періоді. У цей час розповсюджені двоякодихаючі та кистьопері риби, які дали початок земноводним. Перші хребетні – предки риб – мешкали виключно у прісних водоймах, але швидко заселили моря.

До класу кісткових риб належить багато видів риб (рис.3.27).

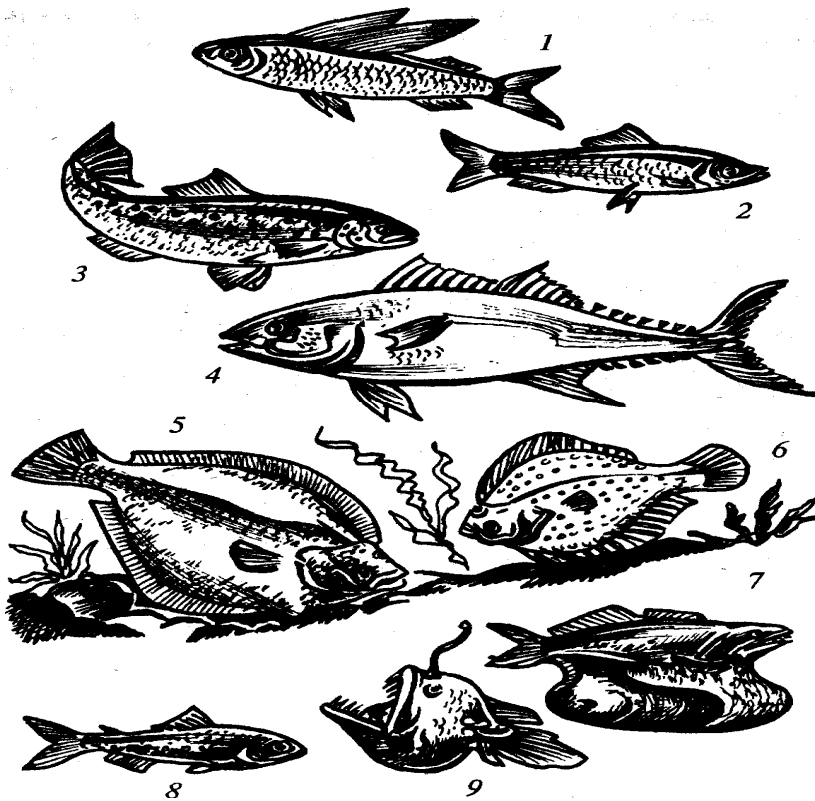


Рис.3.27. Пристосувальна різноманітність у кісткових морських риб: *приповерхневі риби*: 1 – летючі риби; 2 – оселедець; *мешканці товщі води (пелагічні риби)*: 3 – лососі (прохідні риби); 4 – тунці; *придонні риби*: 5 – палтус, 6 – камбала; *глибоководні риби*: 7 – чорний хізмод (що заковтнув здобич більшу за себе), 8 – анчоус, що світиться, 9 – мелан оцет.

**Ряд осетрові.** Представників цього ряду відносять до підкласу *хрящекісткові*. Це найбільш давні за походженням кісткові риби, які деякими рисами нагадують акул. Осьовий скелет їх представлений хордою, що зберігається довічно. Тіла хребців нерозвинені, але закладені їхні хрящеві дуги. Але в осетрових є зяброві кришки, плавальний міхур, кісткові частини скелета. Сучасні хрящекісткові риби – придонні форми. Сюди належать *стерлядь, осетер, севрюга, білуга, калуга*. На відміну від хрящових риб, у них утворюються накладні кістки черепа, кісткові зяброві кришки, кісткова основа черепа, ззовні вздовж тіла розташовується три або п'ять рядів великих кісткових бляшок і кісткових дрібних зерняток між ними.

Осетрові живляться тваринною поживою, найчастіше – безхребетними. Поживу збирають за допомогою *рострума*, риючись на дні. Великі осетрові (білуга і калуга) можуть живитися рибами, а іноді молодими тюленями. *Білуга* живе у водах Волго-Каспійського басейну іно-

ді до 100 років і досягає маси до 1 000 кг. За величиною їй не поступається *далекосхідна калуга* – цариця Амура".

*Стерлядь*, на відміну від інших осетрових, усе життя проводить у прісній воді. Вона найдрібніша з них. Живиться комахами. Вага її досягає 3—6 кг.

Осетрові мають велике промислове значення. В їжу вживається м'ясо, ікра (чорна) і навіть хорда. Але через надмірний вилов і ряд змін у навколишньому середовищі чисельність осетрових риб значно знизилася. Тому промисел на них зменшився. Деякі види – стерлядь, осетер, білуга чорноморська – занесені до Червоної книги.

**Ряд оселедцеві.** Представники цього ряду мають плоске тіло сріблястого кольору, дуже коротку бічну лінію, або вона зовсім відсутня. Більшість оселедцевих живуть у товщі води, живляться планктоном. Відомо близько 300 видів цих цінних промислових риб. Найбільш розповсюджені *атлантичний і тихоокеанський оселедець*. Довжина їх тіла 40—50 см.

Атлантичний оселедець, що живе в Балтійському морі, називається *салакою*. У Чорному морі живе, *чорноморський оселедець* (довжина тіла до 40 см, маса до 1 кг). Частина особин, що йдуть на нерест у Дунай, називається *дунайським оселедцем*. У Чорному морі зустрічається *чорноморська кілька, тюлька* та ін. До оселедцевих належать *анчоусові риби*, наприклад *європейський анчоус*, або *хамса*, що має велике промислове значення.

**Ряд лососеві.** Тіло їх округле або трохи стиснуте з боків. Характерна особливість – наявність жирового плавця, розташованого на спинній стороні перед хвостовим плавцем.

Більшість лососевих - прохідні риби (сьомга), але деякі види постійно живуть у прісних водоймищах (форель, сиг, омуль та ін.). Багато лососевих розповсюджено на Далекому Сході, наприклад, *кета, горбуша, нерка, чавича* та ін. Під час нересту вони мігрують на відстань декількох тисяч кілометрів (кета – 1 000 км, чавича – 4 000 км). У водоймищах країн СНД водяться такі лососеві, як *харіус європейський, форель, дунайський і чорноморський лосось*. Форель живе в гірських річках, її штучно розводять у Закарпатті, Криму.

Лососеві – промислові риби, високо цінуються за високоякісне м'ясо ("красна риба") і красну ікру.

**Ряд корокові** налічує близько 3 000 видів, більшість з яких живе в прісних водоймищах. Деякі з них йдуть на нерест до моря (*вобла, тараня*). Мають м'які плавці, плавниковий міхур як в оселедцевих. Зуби відсутні, але є глоткові зуби, що служать для перетирання поживи.

Найбільш відомий *домашній короп*, предком якого є *сазан*, що живе в прісних водоймищах. Коропа штучно розводять давно. З коропових у наших водоймищах зустрічаються *карась, лин, лящ, плотва, білий амур*,

*товстолобик, синець, плоскирка, чехоня* та ін. Коропи - прекрасні об'єкти промислу й спортивного риболовства.

**Ряд окуневі** – близько 6 500 видів. Характерна особливість у тому, що їх плавальний міхур втрачає зв'язок з кишечником й існує самостійно.. Плавці з колючками. Довжина тіла від 1 см до 5 м, а вага досягає 500 кг. Наприклад, *меч-риба* – довжина 4 м, вага 300 кг. Вона, переслідуючи здобич, може розвивати швидкість до 120 км на годину. До окуневих належать *тунець* (до 3 м довжиною і 680 кг вагою), *ставрида, бички*.

У Чорному морі зустрічаються: *скупбрія звичайна, ставрида звичайна, тунець звичайний, бички*. У прісних водоймищах країни поширені такі промислові види, як *окунь річковий, судак*.

Ряд представників окуневих – *бичок золотистий, йорж смугастий* – занесені в Червону книгу.

**Підклас китицепері** являє собою давню і майже цілком вимерлу парость хребетних, що жили в мілководних прісних водоймищах. У наш час відомий лише один вид китицеперих, що живуть зараз – *латимерія, або целокант*. Відкриття цієї риби в 1938 р. викликало справжню сенсацію у вченому світі, оскільки в той час вважалося, що китицепері вимерли. З тих часів декілька екземплярів цих риб було піймано у східних берегів Південної Африки (у 1952р.).

При вивченні їх виявилось, що у зв'язку з переселенням диких предків латимерії в океан і обживанням ними природних просторів деякі деталі апарату дихання в них щезли: немає наскрізних ніздрів, легеня заповнена жиром. Проте парні плавці, як органи пересування по ґрунту, повністю зберегли особливості будови, властиві давнім китицеперим. Латимерія - хижак, що живе на глибині 400–1 000 м, довжина її до 180 см, маса – до 90 кг. Має велике значення для вивчення походження наземних хребетних тварин.

**Підклас дводишні.** Це нечисленна група риб, яка поєднує риси примітивної організації з рисами спеціалізації і пристосованості до життя у водоймищах, збіднених киснем. Представник дводишних – *неоцератод* – найбільша із зараз існуючих риб цієї групи (довжина до 175 см). Поруч із зябрами у неоцератода є й орган дихання атмосферним повітрям – *легеневий мішок*. Ця риба живе в річках Східної Австралії. Влітку, коли водоймища міліють і збіднюються киснем, вона дихає переважно легенями, часто піднімається на поверхню і заковтує повітря. Проводячи життя в непересихаючих водоймищах, неоцератод у сплячку не впадає.

На відміну від нього, розповсюджений у прісних водах Африки інший представник дводишних – *протоптерус* – при пересиханні водоймища заривається в мул і впадає в сплячку, яка триває близько 5 місяців. У цей час він дихає тільки парною легеню.

**Охорона риб.** У зв'язку з усе зростаючими потребами людини в харчових продуктах, удосконаленням методів і знарядь ловлі, з



погіршенням екологічного стану багатьох водоймищ рибні запаси значно зменшуються і продовжують зменшуватися. Тому рибу необхідно не тільки охороняти, але й турбуватися про її відтворення. Сьогодні в нас існує Державна інспекція з охорони і відтворення рибних запасів і регулювання риболовства, яка встановлює певне обмеження ловлі риби. Крім того, вона веде боротьбу з бракон'єрами, тобто особами, що добувають рибу недозволеними способами, у заповідних зонах або в заборонений час.

Повністю заборонено і тяжко карається законом хиже винищення риб за допомогою вибухових і отруйних речовин, полювання на риб з острогою, відстріл із зброї, перекриття річок сітками, застосування бреднів і т. ін. Нерестовища риб оголошені заповідними зонами, проводяться роботи з врятування молоді і переселення з місць нерестовища в їхню середу проживання.

Особливе значення надається штучному риборозведенню, ставковому рибництву, створена і посилено функціонує спеціальна галузь із ставкового рибництва. Для нересту влаштовують нерестові ставки – *нерестовища*, які добре прогриваються і багаті на рослинність; для зимівлі – глибокі проточні *зимувальні ставки*; для відгодівлі – просторі і багаті кормом *нагульні ставки*. У ставках розводять коропів, товстолобиків, амурів, линів, карасів (у тепловодних господарствах). Форель розводять у холодноводних господарствах. В останні роки широко використовується метод штучного вирощування риб у садках на підігрітих водах ТЕЦ, ГРЕС, ГЕС.

### **Надклас Чотириноги. Клас Земноводні (Амфібії)**

*Амфібії* – нечисленна група хребетних тварин, що займає проміжне положення між рибами і справжніми наземними хордовими. Переважна більшість амфібій живе, у залежності від стадій життєвого циклу, то у воді, то на суші, тому земноводних відносять до *напівводних, напівназемних хордових тварин*. Їх налічують біля 3000 видів. Цей клас наземних тварин зберіг дуже тісний зв'язок із водним середовищем. Про пристосованість до сухопутного способу життя свідчать парні п'ятипалі кінцівки, характерні для наземних тварин. *Кінцівки* їх складаються з трьох відділів (передня кінцівка – з плеча, передпліччя і кості, задня має стегно, гомілку, стопу). Кисть і стопа закінчується пальцями. *Дихають* легенями і вологою шкірою. *Кровоносна система* має більш складну будову. Поява двох кіл кровообігу призвела до ускладнення будови серця. Воно складається з *трьох камер: шлуночка і двох передсердь*. Праве передсердя містить насичену вуглекислим газом венозну кров, ліве – тільки артеріальну, у шлуночку кров змішується. *Травна система* дуже схожа з системою риб тільки в земноводних задня кишка відкривається не назовні, а в особливе її

розширення – клоаку. *Органи виділення* – нирки, сечоводи, сечовий міхур. *Центральна нервова система* земноводних складається з тих же відділів, що й у риб, але передній мозок розвинений сильніше, у ньому можна розрізнити великі півкулі. Мозочок розвинений слабкіше, ніж у риб, що обумовлено більш простими і одноманітними рухами земноводних.

*Розмножуються* і розвиваються у воді. Личинка наділена зябрами. У дорослих амфібій зберігається ряд рис, успадкованих ними від рибоподібних предків. Насамперед, це велика кількість слизових залоз у шкірі, які допомагають зберігати її вологою.

*Шкіра* – це важливий орган дихання амфібій, але в сухому стані вона не може виконувати дихальну функцію, оскільки дифузія кисню відбувається тільки крізь водну плівку. Цим пояснюється багатство фауни амфібій у теплих і вологих районах земної кулі. Про походження земноводних від риб свідчить і спосіб розмноження. Амфібії відкладають яйця, бідні на поживні речовини і незахищені від впливу зовнішнього середовища, внаслідок чого ікринки можуть розвиватися тільки у воді. Як і риbam, амфібіям властиве зовнішнє запліднення яєць. Ще більша схожість з рибами виявляється в личинок амфібії – *пуголовків*. *Органами дихання* в них служать *зябра*, спочатку зовнішні, потім – внутрішні; *серце личинок* *двокамерне* і одне коло *кровообігу*. На тілі зберігається орган бічної лінії, орган пересування – хвіст, оточений плавальною перетинкою.

***Розмноження і розвиток жаби.*** Після пробудження від зимової сплячки жаби залишають глибокі водоймища, переселяючись у добре прогріті сонцем мілкі ставки, канави, калюжі й розливи талих вод. Тут самиці викидають ікру, дуже схожу на ікру риб, а самці поливають сім'яною рідиною. Сперматозоїди проникають у ікринки і запліднюють їх. Оболонки ікринок у воді сильно розбухають, робляться прозорими, склеюються одна з одною, утворюючи грудки, і випливають на поверхню або прикріплюються до підводних предметів. Після запліднення личинки починають швидко розвиватися, у результаті в ікринці утворюється багатоклітинний зародок. Через 12 – 25 днів з ікринки з'являється личинка – *пуголовок*.

*Пуголовок* спочатку має хвостик і нагадує малька риб. Дихає пуголовок трьома парами перистих зябер, що знаходяться по боках голови. У його шкірі є органи бічної лінії. Рот і кінцівки спочатку відсутні. Через деякий час починає прорізуватися рот із двома роговими пластинами і зубчиками на губах, якими пуголовок зіскоблює рослини, що служать йому за поживу.

Потім зовнішні зябра зникають і розвиваються внутрішні. На цій стадії розвитку пуголовок особливо схожий на рибу. У цей час у нього розвинена хорда, двокамерне серце і одне коло кровообігу. У подальшому розвитку з'являються легені, трикамерне серце, два кола кровообігу. Далі з'являються задні і передні кінцівки. Спочатку потоншується, а потім

укорочується і зовсім зникає хвіст, і пуголовок перетворюється в маленьке жабенятко. Цей процес триває 3–4 місяці, і називають його *метаморфозом*. Статевозрілість у жаб настає на третьому році життя. Сезонні явища природи впливають на життєвий цикл земноводних. Так, *річний цикл* у них через умови сезонних кліматичних змін *поділяється на такі періоди: весняне пробудження, період нересту* (розмноження), *період літньої активності і зимова сплячка*. Сплячка може бути наземна (тритони) і підводна (жаби).

**Різноманітність земноводних.** Відомо біля 3000 видів земноводних, їх об'єднують у такі класи: *безногі, хвостаті і безхвості*, що належать до різних екологічних груп: водної, наземної, деревної і ґрунтової. Усі вони виникли внаслідок природного добору в процесі еволюції (рис.3.28).

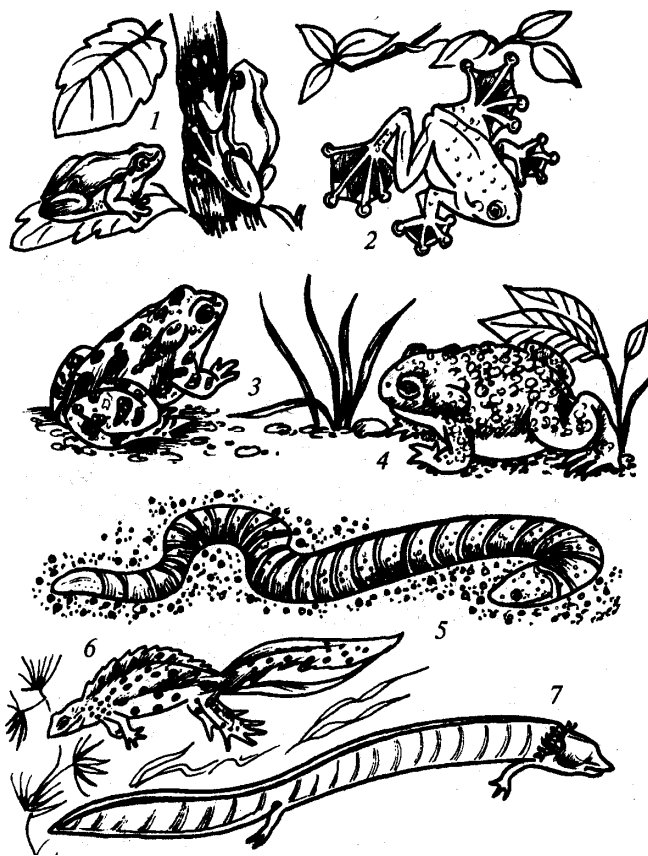


Рис.3.28. Різноманітність пристосувань у земноводних: 1 – квакша деревна, 2 — яванська жаба, що літає; 3 – ропуха зелена, 4 – ропуха сіра; 5 – черв'яга; 6 – тритон гребінчастий, 7 – протей.

До ряду *безногі* належить кільчаста черв'яга, яка має червоподібну форму тіла з кільцевими перетяжками. Кінцівок немає, очі рудиментарні, тіло пристосовано до риучого способу життя. Живуть вони в тропічній зоні Південної Америки, Африки, Південної Азії.

**Ряд хвостаті земноводні.** Мають подовжене тіло, що переходить у хвіст. Передні і задні кінцівки приблизно однакової довжини. У багатьох

видів запліднення внутрішнє. Загальна кількість видів близько 350. *Тритони* мають важливе пристосування до навколишнього середовища. Це – *шкіряста облямівка на спині і хвості* – місце найбільшого галуження шкірних кровоносних судин, крізь стінки яких відбувається дихання у воді. При переході тритонів до наземного життя, коли вони дихають легенями, ця облямівка зникає, а шкіра стає товстіша і сухіша.

До ряду хвостатих належить *гігантська саламандра* (від 10 см до 1,8 м довжиною), що живе в річках Японії і Китаю, живиться черв'яками, рибами, жабами і т. ін. М'ясо саламандри вживається в їжу. У Карпатах зустрічається *плямиста саламандра*, яка має яскраве забарвлення тіла (чорні і жовті кольори). Шкірні залози цієї саламандри виділяють отруйну речовину, яка має для неї захисне значення.

**Ряд безхвості.** Найбільш чисельний ряд високоорганізованих тварин, що населяють усі континенти, крім Антарктиди. Їхні розміри відносно невеликі: від 1,5см (*короткоголов*) до 32см (*голіаф*). Вага може сягати 3,25кг. До безхвостих належать: *жаби, ропухи, квакші*

Найбільш пристосована до наземного способу життя *сіра, або звичайна ропуха*. За зовнішнім виглядом вона нагадує жабу, але відрізняється рядом особливостей: вона не стрибає, а "крокує" по землі. У зв'язку з цим її задні ноги порівняно коротші, ніж у жаби. Шкіра ропухи сіра, горбиста, більш товста і більш суха, ніж у жаби, тому ропуха менш вимоглива до вологості. Потворний вид ропух викликав багато забобонів і був причиною знищення цих корисних тварин. Між тим вони заслуговують на охорону і захист як вірні помічники людини. Одна ропуха протягом літа приносить городу користь, яка вимірюється не одним десятком карбованців. Проте виділення шкірних залоз ропухи отруйні. Тому після спілкування з ними треба ретельно вимити руки.

У Центральній і Південній Америці водиться *ропуха-ага*, її отрутою з давніх–давен користувалися індійці для змазування стріл. Отрута ця має смертоносну дію.

До земноводних, що пристосувалися до деревного способу життя, відносять невелику витончену деревну жабу–квакшу.

*Квакша звичайна* зустрічається на півдні Європи, відрізняється рядом особливостей. Після викидання ікри у водоймище вона забирається на дерева (дуб, граб, вербу та ін.), де живиться комахами. Маючи на кінчиках пальців присоски, квакша може вільно пересуватися не тільки по корі дерев, але й по прямовисних стінах споруд і навіть по склу. Має на спині дуже мінливий колір: якщо сидить на зеленому місці – її колір зелений,

Виключно у воді мешкають деякі хвостаті амфібії та із безхвостих – африканська шпорцова жаба. Майже усі безногі – мешканці ґрунту, рідко виходять на поверхню. В тропічних лісах є види, які живуть на деревах. При всьому різноманітті умов мешкання земноводних, їх географічне розповсюдження обмежене рядом умов. До них відносяться: достатньо

висока температура навколишнього середовища, наявність водойм, значна вологість повітря, визначний хімічний склад ґрунту та води. За цих причин амфібії найчисельніші у тропічних лісах. Вони не витримують низькі температури і практично не зустрічаються за полярним колом. Погано переносять земноводні і жаркий сухий клімат. Тільки деякі види пристосувалися до життя у пустелях, дякуючи ороговінню епідермісу, який зменшує випарування води, та здібності накопичувати воду у сечовому міхурі.

Виникли амфібії від кистьоперих риб.

**Значення** земноводних полягає у тому, що вони поїдають багатьох шкідливих безхребетних (молюсків, комах та їх личинок), а нерідко мишей та пацюків, які переносять та збуджують хвороби людини. Самі амфібії служать їжею для багатьох птахів та ссавців (качки, журавлі, чорний тхір, енотоподібна собака та ін.). Земноводні тварини відіграють значну роль як у природі, так і для людини. Живлячись комахами, що завдають шкоди рослинам, зберігають урожай культурних рослин. Знищуючи багатьох представників безхребетних тварин, контролюють їхню чисельність у навколишньому середовищі.

Деякі земноводні (*саламандра, жаба-голіаф* та ін.) вживаються в їжу. Інші є чудовими об'єктами для лабораторних досліджень, які проводяться вченими—біологами, медиками, їм навіть споруджені пам'ятники в Парижі і Токіо. Багато хто з них використовується для виготовлення ліків.

Таким чином, земноводні заслужено потребують охорони і турботи про них з боку людини. Особливо такі види, як *плямиста саламандра, тритон альпійський, тритон карпатський, жаба прудка* та ін.

## ХРЕБЕТНІ ІЗ ЗАРОДКОВИМИ ОБОЛОНКАМИ (АМНІОТИ)

Плазуни, птахи та ссавці складають групу *вищих хребетних*, які ведуть наземний образ життя. Запліднення в них тільки внутрішнє. Розмноження проходить на суші і тільки деякі види, які народжують живих малюків (морські змії, китоподібні), розмножуються у воді. Для усіх вищих хребетних характерне утворення в ембріональному періоді розвитку зародкових оболонок, у тому числі і водної оболонки – *амніону*.

У видів, які відкладають яйця, зародкові оболонки забезпечують можливість розвитку зародку у повітряній сфері. Нижчі хребетні, в яких зародкові оболонки не утворюються внаслідок розвитку зародку у водній сфері, носять назву *анамній*.

У порівнянні з анамніями вищі хребетні мають ряд прогресивних рис. Збільшується об'єм переднього мозку, де виникає зачаток сірої кори великих півкуль (у плазунів), який досягає максимального розвитку у ссавців. Наявність довгого шийного відділу хребта збільшує рухливість

голови та покращує орієнтацію тварини у просторі. Шкіра стає рогоподібною і має різноманітні додатки (рогову луску, пір'я, волосся), які захищають тіло від висушування та дії інших несприятливих факторів середовища. Дихання у вищих хребетних тільки легеневе. У них є грудна клітка, яка забезпечує більш ефективний – всмоктувальний механізм дихання. Серце і артеріальна система змінюються у напрямку все більш повного розподілу артеріального та венозного кровотоків. З'являється овий орган виділення – тазова нирка, яка володіє високою концентраційною властивістю у порівнянні з нирками водяних тварин.

### **Клас Плазуни, або Рептилії**

Плазуни (рептилії) – широко розповсюджений клас хребетних тварин, який нараховує біля 6000 видів. Плазуни – типові наземні тварини, і основний спосіб їх пересування – повзання, плазування по землі. Найважливіші особливості будови і біологія рептилій допомогли їх предкам покинути воду і широко розселитися по землі. До таких особливостей, насамперед, відносяться внутрішнє запліднення й відкладання яєць, багатих на поживні речовини і вкритих щільною захисною оболонкою, що сприяє розвитку їх на суші. Внаслідок того, що кожний ряд відрізняється істотними особливостями, можна розглянути будову рептилій на прикладі ящірки.

Тіло рептилій має захисні утвори у вигляді *лусок*, що одягають його суцільним покривом. *Шкіра завжди суха*, випарування крізь неї неможливе, тому вони можуть жити в сухих місцях. *Дихають рептилії виключно за допомогою легенів*, які в порівнянні з легенями амфібій мають більш складну будову. Інтенсивне дихання легенями стало можливим завдяки появі в рептилій нового відділу скелета – *грудної клітки*. Грудна клітка утворена рядом ребер, сполучених із спинного боку з хребтом, а з черевного – з грудниною. Ребра завдяки особливій мускулатурі рухомі і сприяють розширенню грудної клітки і легенів під час вдиху і спаданню їх у момент видиху.

Із зміною будови дихальної системи тісно пов'язані зміни в кровообігу. У більшості плазунів *серце трикамерне і два кола кровообігу* (як і в амфібій). Проте *будова серця рептилій* більш складна. У його *шлуночку є перегородка*, яка в момент скорочення серця майже повністю поділяє його на праву (венозну) і ліву (артеріальну) половини.

Така будова серця та інше, ніж у амфібій, розташування головних судин сильніше розмежовує венозний і артеріальний потоки, отже, *тіло рептилій постачається кров'ю, більш насиченою киснем*. Основні судини великого і малого кіл кровообігу типові для всіх наземних хребтових. Основна відмінність малого кола кровообігу амфібій і рептилій полягає в

тому, що в рептилій зникли шкірні артерії і вени, а *мале коло кровообігу* включає тільки легеневі судини.

**Розмноження.** У наземних плазунів *запліднення внутрішнє*: самець вводить сперматозоїди в клоаку самки; вони проникають в яйцеві клітини, де і відбувається запліднення. В організмі самки розвиваються яйця, які вона відкладає на суші (закопує в ямку). Зовні яйце вкрите щільною оболонкою. В яйці знаходиться запас поживних речовин, за рахунок яких відбувається розвиток зародка. З яєць виходять не личинки, як у риб і земноводних, а молоді рептилії, здатні до самостійного життя.

Рептилії подані різними формами і мешкають у самих різноманітних умовах: у тропічних лісах і річках, морях, у полярних широтах; у пустелях Середньої Азії на крайній Півночі. Всі вони групуються у чотири чітко виражених ряди: *дзьобоголови* або *першоаящери* (тільки один вид – гатерія), *лускати* (ящірки, хамелеони, змії), *крокодили* та *черепахи*.

**Ряд першоаящерів.** До першоаящерів належить *гатерія* – єдиний вид, який зберігся до нашого часу тільки на невеликих островах недалеко від Нової Зеландії. Це малорухома тварина, що веде переважно нічний спосіб життя і зовнішнім виглядом схожа на ящірку. Гатерія у своїй будові має риси, що споріднюють плазунів із земноводними: тіла хребців двояковгнуті, між ними зберігається хорда.

**Ряд лускатих.** Типовий представник – *ящірка прудка*, її зовнішній вигляд свідчить про те, що це наземна тварина, п'ятипалі кінцівки не мають плавальних перетинок, пальці озброєні кігтками; ноги короткі, у зв'язку з чим тіло при пересуванні наче повзе по землі, раз у раз із нею стикаючись – плазуючи (звідси і назва).

Ящірка прудка розповсюджена дуже широко від Чорного моря до Архангельської області, від Балтійського моря до Забайкалля. На півночі вона поступається схожій на неї, але більш пристосованій до холодного клімату *живородній ящірці*. Південні райони населяють багато різних видів ящірок. Живуть ящірки в нірках, які в літню погоду покидають ранком і ввечері, але на відстань, не перевищуючу 10–20 м.

*Живляться комахами, слимаками*, а на півдні – *сараною, гусінню метеликів і жуків*. На протязі доби одна ящірка може знищити до 70 комах, шкідників рослин. Тому ящірки заслуговують охорони як дуже корисні тварини.

**Температура тіла ящірки непостійна** (тварина активна тільки в теплу пору року), вона різко падає навіть у тому випадку, якщо на сонце набігає хмара. При більш тривалому зниженні температури ящірка втрачає рухливість і перестає їсти. На зиму вона впадає в сплячку; може переносити замерзання і охолодження тіла до  $-5$ ,  $-7^{\circ}\text{C}$ , при цьому всі життєві процеси тварини значно уповільнюються. Поступове відігрівання повертає ящірку до активного життя.

Крім прудкої й живородної ящірки, існує багато інших видів ящірок. В Україні і на Кавказі розповсюджена велика *зелена ящірка*; у пустельних районах – *ящірки агами* з довгим, гнучким, неламким хвостом.

Хижа ящірка *сірий варан*, яка живе в пустелях Середньої Азії. Довжина її до 60см. Варан поїдає членистоногих, гризунів, яйця черепах і птахів. Найбільш великі екземпляри варанів, знайдені *ученими-герпетологами* (наука, що вивчає плазунів) на о.Комодо, досягають 1 – 2м. У північних районах розповсюджена безнога ящірка – *веретільниця*.

*Хамелеони* за зовнішнім виглядом нагадують ящірок середнього розміру, із шоломоподібним виростом на голові і стиснутим із боків тілом. Це – високоспеціалізована тварина, що пристосувалася до деревного способу життя. У неї пальці зрослися, як кліщі, якими вона щільно охоплює гілки дерев. Довгий і чіпкий хвіст також використовується для лазіння. Хамелеон має дуже своєрідну будову очей. Рухи лівого і правого ока не погоджені і незалежні один від одного, що дає деякі переваги при ловлі комах. Цікавою особливістю хамелеона є його *здатність змінювати забарвлення шкіри* – захисне пристосування. Хамелеони розповсюджені в Індії, на Мадагаскарі, в Африці, Малій Азії і на півдні Іспанії.

До ряду лускатих крім ящірок належать *змії*. На противагу хамелеонам змії пристосовані до повзання на животі і до плавання. У зв'язку з хвилеподібними рухами ноги поступово втратили роль органів пересування, збереглися лише їхні рудименти у деяких змій (удава). Пересуваються змії, згинаючи своє безноге тіло. Пристосованість до повзання проявилась у будові внутрішніх органів змій, деякі з них зовсім зникли. У змій немає сечового міхура і всього лише одна легеня.

Бачать змії погано. У них повіки зрослі, прозорі і прикривають очі на зразок годинникового скла.

Серед змій є *неотруйні і отруйні* види. Найбільша неотруйна змія – *удава* – живе в тропіках. Зустрічаються удави до 10м довжиною. Вони нападають на птахів і ссавців, душать свою здобич, стискаючи своїм тілом, а потім заковтують її цілком. Великі удави, що живуть у тропічних лісах, небезпечні й для людини.

З неотруйних змій широко розповсюджені *вужі*. *Звичайний вуж* легко відрізняється від отруйних змій двома помаранчевими напівкруглими плямами на голові і круглими зіницями очей. Він живе коло річок, озер, ставків, живлячись жабами, а іноді й дрібними рибками, ковтаючи їх живими.

До отруйних змій належать *гадюка, кобра, або очкова змія, гримуча змія* та ін.

Гадюку легко впізнати по довгій зигзагоподібній темній спині, що тягнеться вздовж тіла. У верхній щелепі гадюки знаходяться два отруйних зуби з каналцями всередині (рис.3.29). По цих каналцях у ранку жертви



потрапляє отруйна рідина, що виділяється слинними залозами змії, і жертва, наприклад миша або дрібний птах, гине.

Знищуючи велику кількість мишей і сарани, гадюки приносять користь людині.



Рис.3.29. Отруйний апарат гадюки.

Проте їх укуси можуть викликати у тварин і навіть у людини тривалі захворювання і навіть смерть. Особливо небезпечна отрута таких змій як *азіатська кобра*, *американська гримуча змія*.

Ранки, що утворилися при укусі змією, виглядають як дві червоні цятки. Навколо них швидко виникає хворобливий набряк, що поступово розповсюджується по всьому тілу. У людини розвивається сонливість, виступає холодний піт, з'являється нудота, марення, у важких випадках настає смерть.

При укусі людини отруйною змією необхідно терміново вживати *заходи першої допомоги*: якомога швидше доставити її в лікарню для термінового введення протизміїної сироватки. Там, де водяться отруйні змії, не можна ходити босоніж. Необхідно дотримуватись обережності при збиранні ягід, оберігаючи руки від укусу змій.

**Ряд крокодили.** Це великі і найбільш високоорганізовані хижі плазуни, які пристосувалися до водного способу життя, живуть у тропічних країнах. *Нільський крокодил* більшу частину життя проводить у воді, де чудово плаває, користуючись сильним, стиснутим з боків хвостом, а також задніми кінцівками, що мають плавальні перетинки. Очі й ніздрі в крокодила знаходяться на підвищенні, тому йому досить трохи виставити голову з води, і він вже бачить, що робиться над водою, а також дихає атмосферним повітрям.

На суші крокодили неповороткі і при небезпеці поспішають у воду. Здобич вони швидко тягнуть у воду. Це різні тварини, яких крокодил підстерігає на водопоях. Може нападати і на людину. Полюють крокодили переважно вночі. Вдень часто великими групами лежать нерухомо на обмілинах.

**Ряд черепахи.** Відрізняються від інших плазунів добре розвиненим *міцним панциром*. Він утворюється з кісткових пластин, вкритих ззовні роговою речовиною, і складається з двох щитів: верхнього опуклого і

нижнього плоского. Ці щити з'єднані один з одним із боків, а спереду і ззаду від місць з'єднання є великі щілини. З передньої виставляється голова і передні кінцівки, із задньої – задні кінцівки. Майже всі *водні черепахи – хижаци, сухопутні – рослиноїдні*.

Звичайно черепахи відкладають на суші яйця, вкриті твердою шкаралупою. Ростуть черепахи повільно і належать до числа довгожителів (до 150 років). Є *черепахи-гіганти (супова черепаха* довжиною до 1м, вага – 450кг, *слонова черепаха* – до 2м і до 400кг). Вони є об'єктами промислу.

В їжу вживається м'ясо, жир, яйця, а з панцира роблять різноманітні рогові вироби. У нас водиться один вид черепах – *болотяна черепаха*, живе до 30 років. На зиму впадає в сплячку.

Плазуни заселяють усі кліматичні зони земної кулі, крім арктичної та антарктичної. В гори вони підіймаються до висоти 5 тис. метрів над рівнем моря. Можливість розмножуватися на суші дозволила плазунам пристосуватися до мешкання не тільки в умовах теплого вологого клімату, але ж і в сухих жарких пустелях. Багато видів ящірок і змій живуть на дуже засолених ґрунтах. Змії та черепахи тривалий час проводять у морській воді. Є види, які повністю перейшли до життя в морях, ніколи не виходять на сушу (морські змії). У зв'язку з різноманітністю життя плазуни виробили пристосування, що дозволяють існувати у самих різних місцях мешкання. Серед них є види наземні, водні, напівводні, ті, що живуть на деревах. Сучасні плазуни відсутні тільки у повітрі. Надзвичайно різноманітний характер пересування плазунів. Тільки деякі із них волочать тіло по землі. Крокодили, варани, багато ящірок бігають, високо піднявши тіло, на ногах. Є види, які здібні перебігати велику відстань на одних тільки задніх ногах (агами, ігуани, австралійська плащоносна ящірка). Для плазунів характерна пристосовна поведінка. Багато з них зариваються у землю, або залізають у нори інших тварин, рятуючись від спеки, а пустельні ящірки залізають на гілки кущів або чагарників. Готуючись до зимівлі, ящірки, змії, черепахи занурюються у нори, і часто накопичують там у величезній кількості (гадюки).

Предки зараз існуючих рядів плазунів виникли у різний час. Крокодили сучасного типу існують з крейдяного періоду. Черепахи – одна із найстародавніших груп плазунів. Ящірки стають чисельними у крейдяному періоді. Змії розвинулися пізніше всіх останніх плазунів. Вони з'явилися лише у кінці крейдяного періоду. Розквіт лускатих приходить вже на третичний період, коли більшість груп плазунів вимерло.

Значення плазунів у біоценозах полягає у тому, що вони служать регуляторами чисельності безхребетних та дрібних хребетних тварин. Ящірки та змії активно знищують комах та дрібних гризунів–шкідників сільського господарства. Шкіра деяких змій та крокодилів використовується для виготовлення різних виробів. З цією метою у Центральній та Південній Америці крокодилів розводять штучно. М'ясо

великих ящірок, черепах, змії використовують в їжу. У зв'язку з інтенсивним винищенням багато велетенських плазунів знаходяться на грані зникнення і потребують охорони.

## Клас Птахи

До нього належать теплокровні хребетні тварини, пристосовані до польоту. Їх передні кінцівки перетворилися у крила, що дало їм можливість освоїти повітряне середовище, не втративши можливості пересуватися по твердому субстрату або лазити. Ряд велетенських змін у будові поряд з безліччю приватних пристосувань дозволили птахам широко розселитися та утворити чисельні форми. У теперішній час нараховується більше 8500 видів птахів, це самий чисельний клас серед наземних хребетних. Клас поділяється на 3 надряди: *Пінгвіни* (15 видів), *Безкільові* (страуси та ківі), *Кільогруді*.

Від усіх інших тварин птахи відрізняються багатьма особливостями будови й біології, пов'язаними з польотом. Важлива ознака птахів – *пір'яний покрив*. З пір'я будується їхній літальний апарат, з ним пов'язано багато життєво важливих процесів цих тварин. Пір'я різноманітне за будовою і функціями. Контурні забезпечують польот, пухові – терморегуляцію. При тій великій роботі, яку виконує пір'я, воно швидко зношується, з чим пов'язано в птахів явище *линяння* (2–3 рази на рік). Особливо хворобливо відбувається лinya в гусей та качок, оскільки при цьому в них випадають відразу всі махові пера. Тоді птахи стають цілковито безпорадними і потребують особливої охорони від браконьєрів.

*Голова* у птахів маленька й легка, жувальні м'язи сильно зменшені: щелепи тонкі, одягнені легкими роговими чохлами, що утворюють *дзьоб*. Рухомість голови забезпечує розвинена шия. Тулуб щільний, обтічної форми. Передні кінцівки перетворились у органи польоту – *крила*. Задні кінцівки в більшості птахів невеликі, у польоті притискаються до тулуба. Більшість птахів на задніх кінцівках мають по чотири пальці: три звернені вперед, а четвертий – назад (цівка).

Трубчасті кістки птахів, на відміну від інших наземних хребетних, не містять кісткового мозку і заповнені повітрям. Вони легкі і дуже прозорі. Навіть щільні і міцні кістки черепа птахів тонкі і легкі, зростаючись між собою, вони утворюють дуже міцний череп. Зменшенню маси скелета сприяє скорочення хвостового відділу хребта, відсутність ряду кісток. Таким чином, *скелет птахів дуже міцний і в той же час надзвичайно легкий*. На груднині є великий виступ – *кіль*, до нього прикріплюються добре розвинені м'язи, що призводять до руху крило. У черепі птахів розрізняють велику округлу мозкову коробку з великими очними ямками і витягнутими кістками щелеп, позбавлених зубів.

*Шкіра* в птахів *суха*. Біля основи стернового пір'я майже у всіх птахів розташовується *куприкова залоза*, яка виділяє маслянисту рідину. Птах змащує нею пір'я, що охороняє його від намокання і робить еластичним. Розташування м'язів у організмі птахів своєрідне: на спинній стороні їх майже немає, основна маса знаходиться на черевній стороні і особливо сильно розвинені грудні м'язи, а також м'язи гомілки і стегна.

У зв'язку з *відсутністю зубів у птахів* є ряд особливостей у будові й роботі *органів травлення*. Стравохід птахів утворює випин – воло, де поступово накопичується пожива, тут же вона зволожується, розм'якшується і потім потрапляє в *шлунок*, який складається з *двох відділів: залозистого і мускулистого*. У залозистому пожива переробляється хімічно, під дією шлункового соку. У мускулистому відділі в птахів є дрібні камінці, якими пожива перетирається, роздрібнюється і ще більше розчиняється. Далі пожива обробляється жовчю печінки і соком підшлункової залози і, всмоктуючись стінками короткого кишечника, засвоюється. Травлення відбувається в птахів швидко, неперетравлені залишки поживи не затримуються у задній кишці і викидаються назовні. Усе це має велике значення при польоті.

*Органи дихання*. Легені птахів відрізняються від мішкоподібних легенів земноводних і від ніздрюватих легенів плазунів. *Легені птахів мають губчасту будову*. Бронхи, що входять в них, багаторазово галузяться. Ряд розгалужень бронхів закінчується в порожнині легенів, а деякі, виходячи з них, розширюються, утворюючи повітряні мішки, які розташовані між м'язами, внутрішніми органами і в трубчастих кістках. Дихання в спокої здійснюється завдяки розширенню й звуженню грудної клітини. У польоті таке дихання неможливе. У цей час воно здійснюється так: при кожному змахові крила повітряні мішки розтягуються і заповнюються повітрям, при опусканні крил мішки стискаються і повітря через легені виходить назовні. Завдяки цьому повітря автоматично двічі проходить крізь легені, і птахи навіть при дуже швидкому польоті не страждають від задишки.

*Органи кровообігу*. *Серце* у птахів, на відміну від плазунів, *чотирикамерне*: складається з *двох передсердь і двох шлуночків*. Ліва половина містить артеріальну кров, права – венозну. *Рух крові* відбувається, як в земноводних і плазунів, *по двох колах кровообігу*. Але артеріальна кров ніколи не змішується з венозною. Завдяки цьому в птахів *постійна температура тіла*, у багатьох випадках більш висока, ніж у людини (40–45°C). Проте в пташенят вона коливається, і їх необхідно зігрівати. *Птахи належать до теплокровних тварин*.

*Органи виділення* – парні нирки. Від них відходять сечоводи, по яких сеча потрапляє в клоаку. Сечовий міхур відсутній.

*Головний мозок* птахів, у порівнянні з рибами, земноводними, плазунами, розвинений сильніше, особливо мозочок, що забезпечує

координацію рухів, і великі півкулі, що зумовлює більш складну поведінку птахів. З органів чуття найбільш розвинені органи зору і слуху. Очі в птахів, як і плазунів, мають три повіки: верхню, нижню і мигальну перетинку.

*Орган слуху* складається з трьох відділів: внутрішнього, середнього і зовнішнього слухового отвору.

***Розмноження і розвиток птахів.*** Птахи різностатеві. У самця розвивається два сім'яники, у самки – один яєчник. Від органів розмноження в клоаку тягнуться виводкові трубки(два сім'япроводи або яйцепровід), яйця визрівають поступово і відкладаються по одному через певні проміжки часу. На відміну від плазунів, усі птахи, крім сміттєвих курей, насиджують яйця.

Яйце зверху вкрито вапняною оболонкою, пронизаною порами, через які здійснюється газообмін зародка із зовнішнім середовищем. Зовні на шкаралупі є тонка плівка, що захищає яйце від проникнення в нього мікробів. Яйце птаха може розвиватися тільки при нагріванні (насиджуванні) до температури 38–40°C. Тривалість насиджування в різних птахів різна: у голуба вона триває 15–18 днів, у колібрі – 10–12, у страусів – 55–60 днів, у інших птахів – від 17 до 21 дня.

Залежно від рівня розвитку *розрізняють пташенят виводкових і гніздових*. Виводкові після вилуплювання цілком розвинені, можуть самостійно пересуватися. Гніздові – недорозвинені, голі, сліпі, беспорядні, лише трохи вкриті пухом, їх годують батьки до тих пір, поки вони стануть самостійними.

Крім того, ряд птахів виявляють особливу турботу про пташенят. Це й підбір місць для гніздування, його облаштування, маскування, насиджування яєць, зігрівання і вигодовування пташенят, очищення гнізда і т. ін. Існують й інші форми турботи. Наприклад, відомо, що зозуля відкладає яйце в гнізда інших птахів, і хоча сама не насиджує яйця, але виявляє турботу про майбутнє пташеня: дивиться за тим, щоб господар гнізда не помітив підкидька і не викинув його з гнізда. Турбота птахів виявляється і в тому, що дорослі птахи у випадку небезпеки подають сигнал тривоги пташенят, або ж самка відвертає увагу "нападника" різними маневрами, прикидаючись пораненою, б'є крилами по землі й іншими способами.

***Сезонні явища в житті птахів.*** Річний життєвий цикл у більшості птахів починається весною, з періоду розмноження. На початку періоду розмноження самці і самки утворюють пари: дрібні й середні птахи утворюють пару один раз на сезон розмноження (горобці, ластівки та ін.). Великі птахи (лелеки, лебеді) – на багато років або назавжди. Деякі птахи (тетерева) можуть не створювати пар, а збираються в певних місцях – токовищах, де самці влаштовують своєрідні турніри, обираючи собі самку.

Самки віддають перевагу переможцям турнірів. Після розмноження самці відходять від турбот, надаючи можливість самкам виховувати пташенят.

Але все-таки більшість птахів, об'єднуючись у пари на тривалий період, починають шукати територію для будівлі гнізда і беруться за його будову. Займаються цим самці. Знаходячи місце для гнізда, вони співають. Звукова сигналізація в птахів досягає великої різноманітності і досконалості, особливо в співучих

*Період гніздування* – дуже відповідальна пора в житті птахів. Після парування птахи (самці одні або разом із самкою) починають будувати свої гнізда.

Не будують своїх гнізд зозулі, підкидаючи яйця в чужі гнізда, кайри – відкладають яйця на виступах скель "пташиних базарів" – і пінгвіни, які виводяться на льодах Антарктиди. Конструкція гнізд і місце їх розташування в різних птахів різні.

У гніздо птахи відкладають яєць від 1–2 (чорний гриф, беркут), до 14 (велика синиця) і до 26 штук (сіра куріпка). Після виводу пташенят і їхнього розвитку на протязі літнього періоду птахи починають підготовку до наступного періоду – *до зими*.

Через кліматичні умови сезонного характеру деякі птахи опиняються на протязі року в різних погодних умовах, і в залежності від рівня своєї організації вони переносять їх по-різному.

Птахи, що весь рік проживають на одній і тій же території, називаються *осілими* (домашній горобець, сорока, сіра куртка та ін.). Їх річний цикл складається з двох періодів: *гніздування* (і пов'язані з ним відкладання яєць, насиджування і т. ін.) і *зими*. Осілі птахи знаходять собі поживу в одній місцевості протягом усього року.

*Кочові птахи* (галки, снігурі, сойки, дятли, синиці) переміщуються зимою в пошуках поживи в сусідні області.

*Перелітні птахи* (біла лелека, сірий журавель, дрозди, ластівки, зозулі) здійснюють далекі міграції, дальність яких може бути різною. Наприклад, сільська ластівка з Європи летить на південь Африки (дальній мігрант), граки зимують на Середземномор'ї (ближній мігрант).

*Перельоти птахів* пов'язані з безкорм'ям, що насувається, а сигналами до його наступу служать зміни, які відбуваються в природі (скорочення світлового дня, зниження температури та ін.), а також зміни фізіологічного стану птахів.

Міграції птахів, час, напрямок, швидкість польоту вивчають вчені-*орнітологи* за допомогою кільцювання, візуальних, фенологічних спостережень.

**Різноманітність птахів.** У світі зараз налічується близько 8 500 видів птахів. Вони пристосувались до життя в різних умовах: у пустелях, степах, лісах, горах, на болотах, на відкритих морських просторах і т. ін. Незважаючи на те, що птахи різко відрізняються від інших хребетних

тварин своїми здібностями до польоту, вони мають значні відмінності між собою. Систематики виділяють три надряди: *безкільові, пінгвіни і кільогруді*. Основні ознаки систематичних груп представлені в таблиці 3.6 .

Значення птахів у природі і житті людини дуже велике. Переважна більшість їх живиться комахами. При малій кількості поживи птахи знищують багато комах-шкідників. Так, синиця за добу з'їдає комах стільки, скільки важить сама. Найдрібніші пташки – вівчарики, волове очко, корольок – важать по 8–10 г, а з'їдають за день до 17г корму, тобто майже вдвічі більше, ніж важать самі. Значну користь приносять хижі птахи, які живляться ослабленими тваринами і є санітарами в природі. Багато птахів, живлячись плодами й насінням, сприяють їх розповсюдженню. На деяких птахів існує промислове полювання (промишляють головним чином птахів ряду курячих).



Рис. 3.30. Різноманітність пристосувань у птахів: 1 - сокіл, 2 - стриж; 3 - іволга, 4 - дятел; 5 - ківі, 6 - страус африканський; 7 - пінгвін.

Птахів необхідно охороняти, приваблювати в лісопарки сади, поле і городи, розвішуючи штучні гніздовища весною і підготовуючи їх зимою. Значну роль у житті людини відіграють сільськогосподарські птахи.

Птахівництво – вигідна галузь тваринництва, що дає багато високоякісної продукції. Домашні птахи – це різноманітні породи курей, качок, гусей, індиків, а також у меншій мірі – фазанів, цесарок, голубів. М'ясо домашніх птахів смачне й поживне, курячі яйця – один із незамінних продуктів харчування.

Завдяки наполегливій селекційній роботі людиною виведені різні *породи курей: несучі*, що дають до 250 яєць на рік і 1,5–2,5 кг м'яса, *м'ясні* – що дають до 3,5кг і м'ясонесучі. У наш час розведення домашніх птахів поставлено на промислову основу. Праця по догляду за птахами і приготуванню їм поживи механізована. Пташенята виводяться в інкубаторах. У нашій країні особлива увага приділяється охороні птахів, занесених у Червону книгу.

### **Клас Ссавці або Звірі**

Сюди належать найбільш високоорганізовані теплокровні хребетні тварини, що налічують понад 4 000 видів, широко розповсюджених на суші, у воді, під землею й у повітрі. Усі тварини, що належать до класу ссавців, є на той же час звірами (слова "ссавці" і "звірі" – синоніми). Тому і маленька миша, і великий слон, і кінь, і заєць – звірі, а не тільки тигр, кішка, собака, вовк, ведмідь та інші хижаки.

*Ця група тварин істотно відрізняється від усіх інших наступними рисами внутрішньої і зовнішньої будови: 1) волосяним покривом, невластивим іншим тваринам; 2) вигодовуванням малят молоком; 3) дуже високим розвитком нервової системи, особливо головного мозку, що дозволяє їм швидко пристосовуватися до умов зовнішнього середовища; 4) розвитком здібностей до терморегуляції, при якій тіло захищається не тільки від охолодження (за допомогою волосяного покриву), але й від перегрівання (шляхом випаровування вологи через потові залози і слизові покриви ротової порожнини).*

Будова окремих органів і систем відображає високу організацію ссавців у цілому.

*Більшість ссавців – четвероногі тварини, тулуб яких високо піднятий над землею, їх кінцівки розташовуються під тулубом, кістки кінцівок дуже міцні і рухомо з'єднані між собою. Це дозволяє звірям досягати високої досконалості в бігу, стрибанні, лазінні і т. ін.*

Будова скелета дуже різноманітна в різних груп звірів і відображає їхнє пристосування до неоднакового способу життя: лазіння, риття, плавання і польоту. Проте риюча лапа крота, крило кажана або плавець дельфіна, незважаючи на суттєві відмінності, зберігають спільний план будови, оскільки всі вони походять від звичайної п'ятипалої кінцівки, але змінилися у зв'язку з різними умовами життя.



Таблиця 3.6 – Основні ознаки трьох груп птахів

Надряд	Крила	Будова і розташування пір'я	Кількість пальців на ногах	Риси внутрішньої будови	Представники	Приблизна кількість видів
Безкільові (бігаючі)	Недорозвинені	Пір'я позбавлене суцільних опахал, розташоване на тілі суцільно, без проміжків	Два – три пальці, звернених уперед	Кістки не мають повітряносних порожнин, на грудях немає кіля	Страуси, ківі	7
Пінгвіни (плаваючі)	Видозміннені в ласти	Пір'я позбавлене опахал, стовбур його розширений і сплющений у вигляді луски, розташоване на тілі суцільно	Чотири пальця, звернених уперед. Три з них поєднані плавальною перетинкою	кістки не мають повітряносних порожнин, на грудях високий кіль	Імператорський пінгвін	18
Кільові (літаючі)	Добре розвинені	Пір'я типової будови – із стовбуром і опахалами, розташоване на тілі окремими ділянками	Чотири пальці, три з них звернені вперед, один – назад	Кістки полегшені, з повітряними порожнинами, на грудях – високий кіль	Тетерева, фазани, гуси, качки, дятли, чаплі, колібрі, стрижи, яструби, соколи, жайворонки, ластівки, горобці та ін.	8 500

*Череп* ссавців утворений меншою кількістю кісток, ніж у плазунів, що пов'язано з їх зростанням у молодому віці. Мозкова коробка значно більших розмірів у зв'язку із значним розвитком головного мозку.

*Шийний відділ* хребта складається з 7 хребців. При різній довжині шиї довжина кожного хребця може сильно змінюватися, це можна побачити, порівнюючи шийні хребці жирафи і дельфіна.

*Зуби* більшості ссавців диференційовані і сидять в ямках щелеп. *Органи травлення* в ссавців досягають високої досконалості, а їх будова різноманітна у зв'язку з різним родом поживи. У ротовій порожнині добре розвинені слинні залози.

З рота пожива потрапляє в глотку, стравохід, а потім – у шлунок.

*Шлунок* у більшості ссавців однокамерний. У його стінках знаходяться залози, що виділяють шлунковий сік. Із шлунка пожива потрапляє в кишечник, який поділяється на тонку, товсту і пряму кишки. Залишки неперетравленої їжі видаляються з прямої кишки через анальний отвір. У багатьох рослиноїдних тварин розвинена сліпа кишка.

*Видільна система* складається з нирок, сечоводів, сечового міхура і сечовипускального каналу. До органів виділення належать потові залози.

*Кровоносна система* ссавців досягає високої досконалості. Серце чотирикамерне, розділене повною перегородкою, має два передсердя і два шлуночки.

*Легені* у ссавців більш розвинені, ніж у плазунів і птахів. Бронхи, що відходять від трахеї, багаторазово галузяться і закінчуються найдрібнішими трубочками, які відкриваються в легеневі бульбочки, чия внутрішня поверхня дуже велика. Механізм дихання у звірів досягає високої досконалості: при вдиху реберні м'язи піднімають ребра, і об'єм грудної клітини збільшується. Важливою особливістю ссавців є поява нового утвору — *діафрагми*, що поділяє порожнину тіла на грудну і черевну. Діафрагма являє собою мускулисту перегородку, яка відіграє велику роль як орган, що регулює механізм дихання.

*Нервова система* ссавців має більш складну будову, у них особливо сильно розвинений головний мозок, а в ньому — великі півкулі переднього мозку завдяки корі, поверхня якої має складки та звивини.

Досить досконалі і органи чуття, особливо в тих ссавців, які швидко пересуваються в пошуках живої здобичі або пасовиськ і водоймищ, деякі добре пристосувались до пасивного захисту від ворогів за допомогою швидкого бігу.

*Органи дотику* розсіяні по всій шкірі. Крім того, у ссавців є особливі дотикальні волоси — *вібриси* на кінці морди, а іноді і на інших ділянках тіла.

Високого розвитку досягає *орган слуху*. Розвинене зовнішнє вухо або вушна раковина, що відсутня в інших хребетних. Зовнішнє вухо грає роль

слухової трубки, яка уловлює звук. Вушна раковина рухома і повертається туди, звідки лунає звук.

*Очі ссавців* наділені рухомими повіками. Є слізні залози, виділення яких зволожують поверхню ока і потім стікають через слізний канал у носову порожнину.

*Органи смаку* (смакові рецептори) розташовані на сосочках язика.

Слід зазначити, що досконала *терморегуляція*, незмішаний кровообіг і посилений газообмін допомогли ссавцям, як і птахам, набуту *теплокровності* – властивості, що дозволяє тваринам майже не залежати від коливань температури зовнішнього середовища.

Ссавці мають і більш досконалу будову зовнішнього покриву. Їх *шкіра складається з надшкір'я* (епідерміса) і *власне шкіри*. З клітин верхнього шару шкіри утворюється *волосся*, яке глибоко вростає своїми коренями в основний шар шкіри. Довге волосся називають *остьовим*. Воно прикриває шар більш густого і короткого волосся – *підшерсток*, що зберігає тепло.

Крім волосся, з епідермісу в ссавців утворюються *нігті, кігті, копита, порожнисті роги* і т. ін. Повністю роговими утворами є роги носорогів. Роги порожнисторогих (бики, вівці) мають лише роговий чохол, а стрижень рога складається з кісткової тканини.

До складу шкіряних залоз належать *молочні залози*, які є тільки в самок. За своїм походженням вони дуже близькі до потових. Вивідні протоки молочних залоз відкриваються найчастіше на сосках, розташованих у різних ссавців у грудній, черевній або пахових областях. У найбільш низько організованих ссавців – яйцекладних – соски відсутні і вивідні протоки молочних залоз відкривається на поверхні шкіри черевної сторони тіла, де малята злизують молоко, що виділяється.

Молоко являє собою рідину із завислими в ній численними найдрібнішими крапельками жиру, білкових речовин, цукру і вітамінів і за своєю засвоюваністю і складом є найціннішим поживним продуктом не тільки для маляти, але і для людини. У давнину його називали "напоєм богів" і вживали тільки знатні люди.

**Розмноження і розвиток ссавців.** Велика кількість звірів живородні. *Живородність*, яка спостерігається в деяких плазунів, земноводних і навіть риб, суттєво відрізняється від живородності ссавців. *Запліднення в ссавців внутрішнє*. Дозрілі яйцеві клітини потрапляють у парні яйцепроводи, де відбувається їх запліднення. Обидва яйцеводи відкриваються в особливий орган жіночої статевій системи — *матку*. Це мускульний мішок, стінки якого здатні сильно розтягуватися. Запліднена яйцеклітина прикріплюється до стінки матки, де відбувається розвиток плоду. Особливості розмноження і розвитку ссавців дозволяють поділити їх на три підкласи: *яйцекладні або першоозвірі, сумчасті і плацентарні*.

До яйцекладних належать качкодзьоб та єхидна, що живуть у Австралії. Щелепи їх перетворені у дзьоб, одягнений роговим чохлам.

У будові тіла цих тварин збереглося багато особливостей, властивих плазунам: вони відкладають яйця, а їх яйцеводи відкриваються в клоаку, як сечоводи і кишковий канал. Яйця в них великі, вони містять значну кількість поживного жовтка. В яйцеводі яйце вкривається ще шаром білка і тонкою пергаментоподібною оболонкою. В єхидни в період кладки яєць (довжиною до 2см) шкіра на черевній стороні утворює вивідну сумку, куди відкриваються протоки молочних залоз, не утворюючи сосків. У цій сумці вміщується яйце і виношується маля, що вийшло з яйця. Качкодзьоб відкладає яйця, насиджує їх, а потім вигодовує маля молоком, яке воно злизує з поверхні шкіри. Першозвірі мають волосяний покрив, але температура їхнього тіла (22-36<sup>0</sup>С) порівняно низька та непостійна (рис.3.31).



Рис.3.31. Качкодзьоб (а), єхидна (б).

*Сумчасті тварини.* У сумчастих зародок спочатку розвивається в матці, проте зв'язок між зародком і маткою недостатній, оскільки плацента відсутня. Внаслідок цього малята народжуються недорозвиненими і дуже маленькими. Після народження вони вміщуються в особливу сумку на череві матері, де розташовані соски. Малята настільки слабкі, що спочатку нездатні самі ссати молоко, і воно періодично впорскується їм у рот під дією м'язів молочних залоз.

Малята залишаються в сумці до тих пір, поки не стануть здатними до самостійного харчування й пересування. До сумчастих належать тварини, що мають різноманітні пристосування до умов життя. Наприклад, *австралійський кенгуру* пересувається стрибочками, маючи для цього сильно подовжені задні кінцівки; інші пристосовані до лазіння по деревах – *ведмідь коала*. До сумчастих належать ще *сумчастий вовк*, *сумчасті мурахоїди*, *американський опосум*, *сумчаста білка* та інші.

Ці дві групи тварин належать до *нижчих тварин-ссавців*, а

*Плацентарні або справжні звірі* – це найбільш високоорганізована група сучасних ссавців. Їх розвиток повністю відбувається в матці,

причому оболонка зародка зростається із стінками матки, що й призводить до утворення *плаценти*, звідси й назва підкласу – плацентарні.

Саме такий спосіб розвитку зародка є найбільш досконалим.

Слід відзначити, що в ссавців добре розвинена турбота про потомство. Самки вигодовують малят молоком, зігрівають їх своїм тілом, захищають від ворогів, вчать шукати поживу і т.ін.

Більшість ссавців належать до підкласу плацентарних, їх налічується понад 4 000 видів, що живуть у найрізноманітніших умовах: на суші, у воді, на ґрунті, у повітрі. Вони мають для цього різноманітні пристосування, особливі риси як у зовнішній, так і внутрішній будові, у засобах пересування і добування поживи, місці і способі життя, засобах харчування і значенні для людини. Ссавці надзвичайно різноманітні за будовою та розмірами. Найменші з них (землерийка – крихітка, та білозубка – маля) мають вагу 2г, а велетенські (синій кит) більш як 120 тон. Враховуючи вищезгадані ознаки, плацентарні ссавці поєднані у велику кількість рядів. Найбільш широко розповсюджені представники таких *рядів, як комахоїдні, рукокрилі, гризуни, зайцеподібні, хижаки, ластоногі, китоподібні, парно- і непарнокопиті, хоботні і примати* та ін. Порівняльна характеристика підкласів подана в таблиці 3.7.

**Значення й охорона ссавців.** Значення ссавців в природі залежить, насамперед, від їх чисельності. У наш час великі звірі зустрічаються рідко, тому вони не справляють суттєвого впливу на природні угруповання (ценози). У той же час ссавці середніх і дрібних розмірів бувають настільки численні, що відіграють у природі значну роль. Так, багато травоїдних ссавців (наприклад, гризуни) поїдають масу рослин та їхнього насіння і в той же час служать джерелом харчування для деяких хижаків. Окремі ссавці сприяють розповсюдженню плодів і насіння, впливають на поновлення рослинності. Деякі хижаки, поїдаючи трупи, виконують санітарну роль.

Різноманітна роль ссавців у житті людини. Багато з них служать об'єктами промислу, поставляючи людині м'ясо, жир, хутро, технічну сировину. Сільськогосподарських тварин розводять для одержання продуктів харчування, сировини для промисловості.

Разом із цим серед ссавців є тварини, які завдають шкоди сільськогосподарській діяльності людини (наприклад, мишоподібні гризуни). Ряд ссавців є переносниками збудників небезпечних захворювань (наприклад, чуми, туляремії, кліщового енцефаліту та ін.).

Інтенсивний промисел на багатьох звірів, руйнація місць їх проживання призвели до того, що в сучасний період зникло з лиця землі близько 120 видів тварин (морська королева, дикий бик – тур, дикий кінь тарпан, сумчастий вовк та ін.). Близько 350 видів ссавців знаходиться під загрозою зникнення і потребують охорони і захисту. Усі вони занесені в міжнародну Червону книгу, а також у Червоні книги окремих держав.

Таблиця 3.7 – Основні ознаки підкласів ссавців

Підклас	Тип яйцеклітин	Розвиток зародка	Молочні залози	Зубна система	Число видів
Яйцекладні	Дуже великі (у діаметрі до 15мм) з великою кількістю поживних речовин	Поза організмом матері	Відкриваються протоками на молочному полі, сосків немає	Зубів немає	3
Сумчасті	Дрібні, бідні на поживні речовини, оточені тонким шаром білка	У матці, але плацента не утворюється, малюки народжуються недорозвиненими	Відкриваються протоками на сосках, розташованих у сумці	Зуби відповідають молочним зубам плацентарних і не змінюються	180
Плацентарні	Дуже дрібні, позбавлені поживних речовин	У матці, з плацентою	Відкриваються на сосках, розташованих на черевній стороні тіла	Молочні і постійні	Понад 4000

З метою раціонального використання і відтворення ссавців у нашій країні проводиться система заходів згідно із Законом про охорону і використання тваринного світу. Законом установлені певні терміни і норми полювання на промислових звірів, заходи з акліматизації, створення заповідників і заказників для охорони рідких видів і видів, що знаходяться на межі зникнення.

Нарівні з охороною рідких видів і цінних хутрових звірів необхідно берегти і навіть приваблювати таких дрібних ссавців, як їжаки, землерийки, кажани. Ці звірки приносять велику користь людині, знищуючи багатьох комах і мишоподібних гризунів, що шкодять сільському господарству і здоров'ю людини.

## ТВАРИНИ І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Для класу ссавців у цілому характерна більш широка та більш доцільна пристосованість до різних умов життя. Цей клас заселив усі середовища мешкання – наземне, повітряне, океани, моря, прісні водойми та товщу ґрунту. У процесі пристосування до різних місць мешкання ссавці розділилися на такі екологічні групи:

1. *Наземні звірі* – найбільша група ссавців, яка заселила практично усю сушу, крім Антарктиди. Серед них можна виділити звірів, які населяють ліс та зарості чагарників, і тварин – мешканців відкритого простору. До перших відносяться види, які проводять більшу частину життя на деревах, утворюючи там гнізда (білка, куниця, мавпи, лінивці). Інші ведуть напівдеревинний – напівназемний образ життя і лише частково добувають страву на деревах. Наприклад, соболь знаходить на землі (мишей, кедрові горіхи, ягоди), але ж він ще ловить птахів, білок. Багато видів ссавців використовують ліс, в основному, як сховище, добуваючи корм на землі (бурі ведмеді, лосі, олені, росомахи і т.д.). Мешканці відкритого простору (копитні, тушканчики, ховрахи) живуть в умовах відсутності природних сховищ та достатку рослинної страви. Сюди відносяться багато комахоїдних, хижаків, які пристосовані до життя у степу та в пустелях.

2. *Підземні ссавці* – невелика група спеціалізованих видів, яка проводить все життя або значну його частину у ґрунті. Сюди відносяться кроти, сліпаки, сумчасті кроти і т.д. Вони прокладають у землі ходи передніми лапам або дуже розвинутими різцями. Живляться комахами, їх личинками, дощовим червами та ін.

3. *Водяні звірі*. У цій екологічній групі спостерігається ряд переходів від наземних видів до повністю водяних. Наприклад, американська норка утворює нори на суші, по берегах прісних водойм, а живиться як у воді, так і на суші (рибою, амфібіями, водяними пацюками). Видра більше часу проводить у воді, її раціон, в основному, складається із риби. У неї вже

з'являються пристосування до водного образу життя – скорочені кінцівки, перетинки між пальцями, редукція вушної раковини. Ще у більшій мірі з водою зв'язані тюлені, які тільки поза водою спарюються та родять малят. А вже повністю водними є китоподібні (кити та дельфіни).

4. До літаючих звірів відносять рукокрилих або кажанів (літаючі миші).

Вивчаючи життя тварин, часто використовують поняття "фауна" (у рослин "флора"), ареал.

*Фауною* називають видовий склад тваринного світу будь – якої країни або області.

*Ареал* – простір, область розповсюдження будь-якої систематичної групи організмів: виду, роду, родини і т. ін.

У природі тварини живуть не ізольовано одна від одної, а поєднуючись у види. У кожного виду є свій ареал розповсюдження. Види тварин, які живуть на однорідних ділянках і взаємодіють між собою, утворюють *угруповання*. В угрупованнях живі організми тісно взаємодіють між собою і з другими організмами на певній території. Наприклад, взаємозв'язок і взаємодія мікроорганізмів, грибів, рослин і тварин. Такі угруповання називають *біоценозами*.

Разом з тим усі живі організми взаємодіють не тільки між собою, але й з умовами проживання: ґрунтом, кліматичними умовами, атмосферою, водними просторами і т. ін. Сукупність організмів і умов проживання називають *біогеоценозом*.

У біогеоценозах кожний вид живиться певною поживою і в свою чергу є базою живлення для інших видів. Таким чином, між ними встановлюються *ланцюги живлення*.

Наприклад:

*рослини → травоїдні тварини → хижі тварини*

Рослини, що мають автотрофне живлення, створюють органічні речовини. Вони завжди є фундаментом ланцюгу живлення. Ними живляться організми гетеротрофи.

В угрупованнях виділяють декілька форм співіснування організмів: *симбіоз, мутуалізм, паразитизм, коменсалізм, конкуренція, хижацтво*.

Загальна назва форм співіснування *симбіоз* (від лат. "сим" – разом і "біес" – спосіб життя).

*Мутуалізм* – це взаємовигідне співіснування. Наприклад, у кишечнику термітів живуть джгутикові, які здатні розчиняти целюлозу. Нею живиться комаха, а джгутикові знаходять у кишечнику сприятливі умови існування.

*Паразитизм* – явище, коли організм одного виду (паразит) використовує організм іншого виду (хазяїна). Наприклад, паразитичні черв'яки, кровосисні комахи.



*Коменсалізм* (нахлібництво) – взаємовідносини між двома видами тварин, коли одна з них використовує іншу як середовище проживання, але живиться не самим господарем, а відходами його поживи та ін.

*Хижацтво* – взаємовідносини між організмами, коли одні види живляться іншими.

*Конкуренція* – боротьба між видами за поживу, житло та ін. Наприклад, рудий тарган витісняє з житла людини свого конкурента – чорного таргана.

У навколишньому середовищі різні види потребують тих або інших факторів для своєї життєдіяльності, що визначає їх екологічну характеристику. Так, одні люблять світло, інші намагаються триматися в тіні, одні люблять вологу, інші ні, одні живуть у холодних умовах, другі – у теплих.

Ссавці виробили різновидові пристосування для перенесення несприятливих умов, які викликані зміною сезонів року. Це міграції, зимова сплячка, запасання кормів. Масові сезонні міграції до місць з достатком корму властиві північним оленям, зайцям–білякам, песцям (із тундри у лісотундру та ліса). Разом з оленями мігрують білки, росомахи. Восени летять у теплі краї багато кажанів. Серед ссавців розповсюджена зимова сплячка – стан зниженої життєдіяльності у період, коли їжа стає малодоступною. Сплячка буває різної інтенсивності – від поверхневої (зимовий сон), властивої ведмедям, єнотам, борсукам, до глибокої, яка характеризується оціпенінням, зниженням температури тіла та зменшенням частоти дихання (їжаки, ховрахи, тушканчики, кажани та ін.)

Запасання кормів на зиму характерне для гризунів. Лісові миші, польові, піщані, бобри, білки запасують зерна злаків, суху траву, жолуді, горіхи, насіння дерев та ін.

Кожний вид має свою структуру: особини виду існують не ізольовано, а поєднуючись у популяції. Популяції об'єднуються в *підвиди*.

Об'єднання компонентів біогеоценозів в єдине ціле здійснюється при тривалому взаємному впливові організмів і навколишнього середовища. Види тварин і рослин, які входять до складу біогеоценозів, зазнавали постійного впливу з боку природного добору, який забезпечує відносну пристосованість до сумісного існування. Тому біогеоценози характеризуються великою сталістю. Завдання людини полягає в тому, щоб не порушувати цієї сталості нерозумним втручанням в існування біогеоценозів, не руйнувати, а допомагати їм жити.

## Перелік літератури

1. Жуковский Л.М. Ботаника. – М.: Высшая школа, 1982.
2. Калинин А.Е., Котик Т.С. Биология. – Запорожье: Просвита, 1997.
3. Лебедев С.И. Физиология растений. – М.: Высшая школа, 1988.
4. Мотузний В.А. Біологія. – К.: Вища школа, 1991.
5. Мусієнко М.М. Екологія рослин. – К.: Либідь, 2004.
6. Полевой В.В. Физиология растений. – М.: Высшая школа, 1989.
7. Слюсарев А.А. Биология с общей генетикой. – К.: Высшая школа, 1982.
8. Слюсарев О.О. Самсонов О.В. Біологія. – К.: Вища школа, 2004.
9. Тоцький В.М. Генетика. – Одеса, Астропринт, 2002.
10. Хржановский В.Г. Курс общей ботаники. – М.: Высшая школа, 1982.
11. Червона книга України (рослинний світ). – К.: Українська енциклопедія, 1996.
12. Червона книга України (тваринний світ) – К.: Українська енциклопедія, 1996.

## Зміст

Вступ	3
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА БІОЛОГІЯ	6
1.1 Різноманітність живого світу	6
1.2 Рівні організації живої матерії	7
1.3 Властивості живих систем	9
1.4 Вчення про клітину	13
Будова клітини, функції органел цитоплазми	14
Хімічна організація клітини	27
Обмін речовин та перетворювань енергії у клітині	36
Типи живлення живих організмів	39
Розмноження, життєвий цикл клітини	40
Форми розмноження організмів	44
1.5 Основи генетики та селекції	49
Основні поняття та терміни сучасної генетики	50
Основні закономірності спадковості. Закони Г. Менделя	52
Закономірності мінливості	58
Закон гомологічних рядів спадкоємної мінливості за М.І. Вавиловим. Центри походження культурних рослин	62
Селекція як наука	63
1.6 Закономірності біологічної еволюції	66
Вчення Ч. Дарвіна про походження видів	68
Вид, його критерії і структура	70
Популяція – форма існування виду	71
Мікроеволюція. Генетичні процеси в популяціях	72
Природний добір і його форми. Штучний добір	74
Відносність пристосування організмів	81
Біологічні наслідки набуття пристосувань. Біологічний прогрес	82
Головні напрямки еволюції	83
Утворення нових видів	84
РОЗДІЛ 2 ПОХОДЖЕННЯ ЛЮДИНИ	87
2.1 Положення людини у системі тваринного світу	87
2.2 Еволюція приматів. Тваринні предки людини	90
2.3 Сучасний етап еволюції людини	93
РОЗДІЛ 3 СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД ЖИВОГО СВІТУ	95
3.1 ЦАРСТВО ВІРУСІВ	97
3.2 ЦАРСТВО ДРОБ'ЯНОК	101
3.2.1 Відділ Бактерії	101
3.2.2 Відділ Синьо–зелені водорості	107
3.3 ЦАРСТВО ГРИБІВ	108
3.3.1 Відділ Слизовики	109

3.3.2 Відділ Гриби.....	109
3.3.3 Відділ Лишайники.....	114
3.4 ЦАРСТВО РОСЛИН.....	117
Особливості царства Рослин.....	118
3.4.1 Характеристика відділів царства Рослин. Нижчі рослини. Водорості. ....	120
Відділ Червоні водорості.....	123
Відділ Діатомові водорості.....	124
Відділ Бурі водорості.....	125
Відділ Зелені водорості.....	126
3.4.2. Вищі Рослини.....	129
Вищі Спорові рослини.....	130
Відділ Ринієподібні.....	130
Відділ Пецилотоподібні.....	131
Відділ Мохоподібні.....	131
Відділ Плауноподібні.....	134
Відділ Хвощеподібні.....	134
Відділ Папоротеподібні.....	136
Насінні Рослини.....	137
Відділ Голонасінні.....	138
Відділ Покритонасінні.....	140
3.4.3 РОЗВИТОК РОСЛИННОГО СВІТУ НА ЗЕМЛІ.....	150
3.4.4 РОСЛИНИ І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	152
3.4.5 ОХОРОНА РОСЛИН.....	156
3.5 ЦАРСТВО ТВАРИН.....	158
Загальна характеристика. Систематичний огляд.....	158
3.5.1 ПІДЦАРСТВО ОДНОКЛІТИННІ АБО НАЙПРОСТІШІ.....	160
ТИП САРКОМАСТИГОФОРА.....	163
ТИП ІНФУЗОРІЇ.....	164
3.5.2 ПІДЦАРСТВО БАГАТОКЛІТИННІ ТВАРИНИ.....	165
ТИП КИШКОВОПОРОЖНИННІ.....	166
Клас Гідрозої.....	166
Клас Сцифомедузи.....	168
Клас Коралові поліпи.....	168
ТИПИ ЧЕРВ'ЯКІВ.....	169
ТИП ПЛОСКІ ЧЕРВ'ЯКІ.....	171
Клас Війчасті Черв'яки.....	171
Клас Сисуни.....	172
Клас Стрічкові Черв'яки.....	173
ТИП КРУГЛІ ЧЕРВ'ЯКИ.....	174
ТИП КІЛЬЧАСТІ ЧЕРВ'ЯКИ.....	176
Клас Малошетинкові.....	176
Клас Багатошетинкові.....	177

Клас П'явки.....	178
ТИП МОЛЮСКИ.....	179
Клас Червоногі.....	179
Клас Двостулкові.....	181
Клас Головногі.....	182
ТИП ЧЛЕНИСТОНОГІ.....	183
Клас Ракоподібні.....	185
Клас Павукоподібні.....	187
Клас Комахи.....	189
ТИП ХОРДОВІ.....	195
ПІДТИП БЕЗЧЕРЕПНІ.....	196
Клас Ланцетники.....	196
ПІДТИП ЧЕРЕПНІ АБО ХРЕБЕТНІ.....	197
Надклас Риби.....	199
Клас Хрящові Риби.....	199
Клас Кісткові Риби.....	201
Надклас Чотириноги. Клас Земноводні.....	209
ХРЕБЕТНІ ІЗ ЗАРОДКОВИМИ ОБОЛОНКАМИ.....	213
Клас Плазуни або Рептилії.....	214
Клас Птахи.....	219
Клас Ссавці або Звірі.....	224
3.5.3 ТВАРИНИ І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	231
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ.....	234
ЗМІСТ.....	235

Навчальне видання

Разумова Світлана Тимофіївна, Дронова Олена Олександрівна

БІОЛОГІЯ

Конспект лекцій

Підписано до друку                      Формат              Папір офсетний.  
Ум. Друк. Арк..      Тираж      прим. Замовлення  
Видавництво та друкарня

Надруковано з готового оригінал-макета

---

Одеський державний екологічний університет,  
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15

---