

§ 33. ПРОФІЛАКТИКА ТА ЛІКУВАННЯ ВІРУСНИХ ІНФЕКЦІЙ



Пригадайте: що становить собою імунна система людини? Які види імунітету вам відомі? Що таке вакцина та з якою метою її застосовують? Що таке лізоцим, інтерферон, макрофаги?

• **Профілактика вірусних інфекцій.** Вірусні інфекції завдають величезної шкоди здоров'ю людини й значних збитків тваринництву, рослинництву та мікробіологічній промисловості. Тому вірусологи шукають можливості запобігання розвитку вірусних інфекцій та ефективні засоби лікування уражених організмів. Оскільки віруси є внутрішньоклітинними паразитами, то ліків, які б були дієвими проти них і водночас безпечними для всіх клітин організмів хазяїв, поки що не знайдено. Отже, на сьогодні головним напрямом антивірусної стратегії є запобігання (профілактика) вірусних інфекцій. Усі засоби профілактики можна поділити на три основні категорії:

- заходи, спрямовані на ліквідацію джерел поширення збудника (наприклад, ізоляція хворих);
- заходи, спрямовані на переривання механізму передачі збудника від інфікованих особин до здорових: застосування респіраторів, засобів гігієни, препаратів, що знищують кровосисних комах – переносників вірусів тощо;
- заходи, спрямовані на створення специфічної несприйнятливості населення (імунізація) – здійснення профілактичного щеплення.

Ви вже знаєте, що після відкриття Е. Дженнером вакцини проти вірусу віспи та досліджень Л. Пастера стало можливим масове щеплення населення. Це сприяло різкому зниженню захворюваності на певні вірусні інфекції. Так, у 1981 р. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) оголосила, що завдяки масовим щепленням та іншим засобам профілактики вірус віспи в біосфері зник, а ця хвороба перестала існувати як загроза людству.

• **Механізми створення стійкості до вірусних інфекцій.** Якщо ввести в організм вакцину – послаблену або неактивну культуру певного вірусу, то імунна система активується і стає готовою до боротьби з високопатогенним штамом цього збудника. Тепер існують вакцини проти більшості відомих високопатогенних вірусів.

З'ясуємо докладніше процеси, які відбуваються при виробленні імунітету у разі введення в кров людини вакцини, наприкладі вірусу віспи корів. Коли вірус з'являється в організмі, деякі види білих кров'яних клітин (лімфоцитів) розпізнають його поверхневі білки як невластиві людині (чужорідні), тобто *антигени*. У відповідь особливі В-лімфоцити виробляють специфічні білки – *антитіла*, або імуноглобуліни, які нейтралізують (роблять неактивними) антигени. Антитіла, у свою чергу, вводять у дію механізми так званої *іmunної пам'яті*. Вона проявляється в тому, що при повторному потрапленні в організм певного антигену швидко утворюється велика кількість антитіл, які припиняють розвиток захворювання.

Встановлено, що смертельно небезпечний вірус віспи людини дуже подібний до вірусу віспи корів, зокрема їхні поверхневі білки практично однакові. Введення вірусу віспи корів у складі вакцини в організм люди-





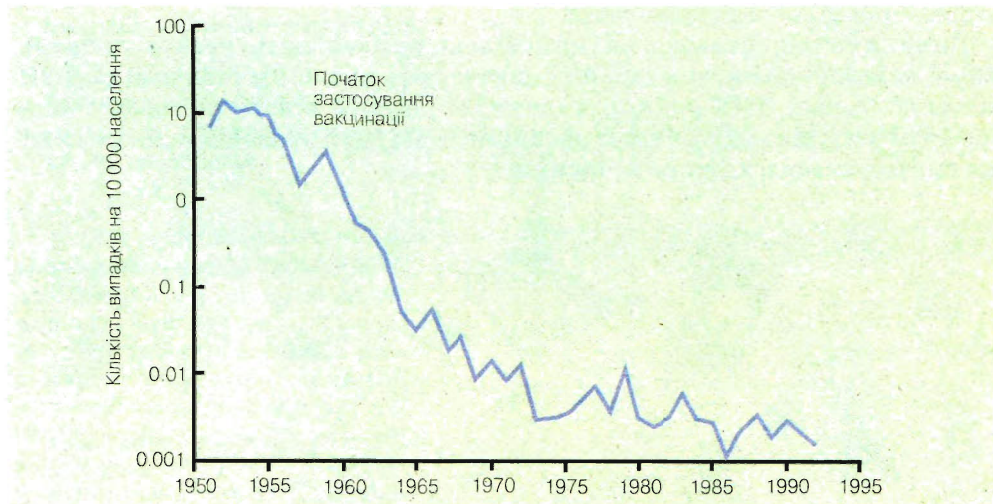
ни зумовлює утворення антитіл, які ефективні і проти людської віспи. Цим самим завдяки *імунній пам'яті* людина убезпечена від захворювання на віспу. Всі сучасні антивірусні вакцини діють саме за таким принципом: в організм вводять послаблений вірус або вірусний білок, у відповідь на який виробляються антитіла і розвивається імунна пам'ять. Отже, вакцинація робить організм стійким до даного вірусу на багато років або на все життя.



Мал. 33.1. Унаслідок поліомієліту людина стає інвалідом

Саме завдяки імунізації людство практично позбулося ще однієї страшної недуги – вірусного поліомієліту. Ще до середини минулого сторіччя ця хвороба вважалася однією з найнебезпечніших, оскільки віріони потрапляли до людини через кишковий тракт, а в подальшому – вражали нейрони. У людини розвивався паралітичний поліомієліт унаслідок блокування нервових імпульсів до рухових скелетних м'язів (мал. 33.1). Як видно з малюнка 33.2, застосування вакцинації протягом тридцяти років практично звело проблему поліомієліту нанівець. На сьогодні створені та застосовуються ефективні вакцини до вірусів жовтої пропасниці, сказу, кліщового енцефаліту, кору та багатьох інших. Вакцина проти вірусу гепатиту В водночас запобігає деяким раковим захворюванням, оскільки саме цей вірус призводить до розвитку злоякісної пухлини печінки.

Учені та лікарі, знаючі біологічні властивості вірусу грипу, ефективно застосовують профілактичні заходи для запобігання розповсюдженню інфекції. Це, зокрема: ізоляція хворих (постільний режим при клінічних проявах грипозної інфекції), уникання великого скупчення людей, застосування марлевих пов'язок для зниження ризику передачі віріонів з



Мал. 33.2. Графік частоти захворювань на поліомієліт за останні десятиріччя



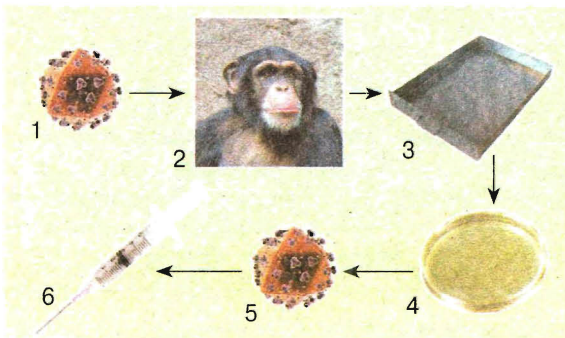
крапельками слизу та слини. Унаслідок високої мінливості вірусу грипу досі не вдалося створити надійної вакцини проти його різновидів, хоча часто провадять імунізацію населення до очікуваного штаму.

Однак на прикладі вірусу імунодефіциту людини ми можемо перекона-тися, що профілактичні заходи, дієві проти вірусу грипу, не можуть бути застосовані при розвитку епідемії ВІЛ/СНІДу. На відміну від вірусів поліо-мієліту, вітрянки або кору, дієвої вакцини проти вірусу імунодефіциту людини поки що не існує. Це пов'язано з величезною кількістю змін, які відбуваються у спадковому матеріалі ВІЛ. Тож, аби убезпечити себе від інфікування ВІЛ, слід вести здоровий спосіб життя. А це насамперед – утримання від безладних статевих контактів та наркотиків, оскільки саме такими шляхами вірус сьогодні поширюється серед молоді.

Отже, імунітет розвивається тоді, коли організм видужав від інфекцій-ного захворювання або якщо був штучно введений антиген – вакцина. Та-кий імунітет дістав назву *специфічного* (або набутого). Імунітет може бути й *неспецифічним* (вродженим, або природним). Він ґрунтується на поед-нанні дії гуморальних (лізоцим, інтерферон та ін.) і клітинних (лімфоци-ти, макрофаги тощо) чинників. Неспецифічний імунітет допомагає боро-тися з будь-яким вірусом, незалежно від його видової належності (звідси і назва). Зазвичай для захворювань з коротким прихованим (латентним) пе-ріодом, під час якого симптоми ще не проявляються, неспецифічний іму-нітет слугує головним бар'єром для розвитку хвороби.

Для створення специфічного імунітету застосовують вакцини декіль-кох типів. *Живими* називають вакцини, що містять «послаблені» вірусні частинки, які здатні проникати до клітин організму, але втратили пато-генність (мал. 33.3). *Убитими*, або інактивованими, називають вакцини, у складі яких є віруси, оброблені токсичними речовинами (наприклад, фор-маліном) або рентгенівським випромінюванням; нуклеїнова кислота та-ких вірусів стає нездатною до реалізації генетичної інформації. До складу *субодиничних* вакцин входять не цілі вірусні частинки, а тільки окремі ві-русні білки. Отже, спільним для всіх вакцин є наявність вірусного білка, який розпізнається імунною системою хазяїна як антиген, стимулюючи вироблення відповідних антитіл.

До вакцин майбутнього, які нині тільки розробляють, належать *синте-тичні вакцини* (антигени для них синтезують хімічним шляхом) та *ДНК-вакцини*. У разі ДНК-вакцин в організм вводять генетичну інформацію про антиген у вигляді ділянки дволанцюгової ДНК; унаслідок цього анти-ген синтезується в клітинах людини.

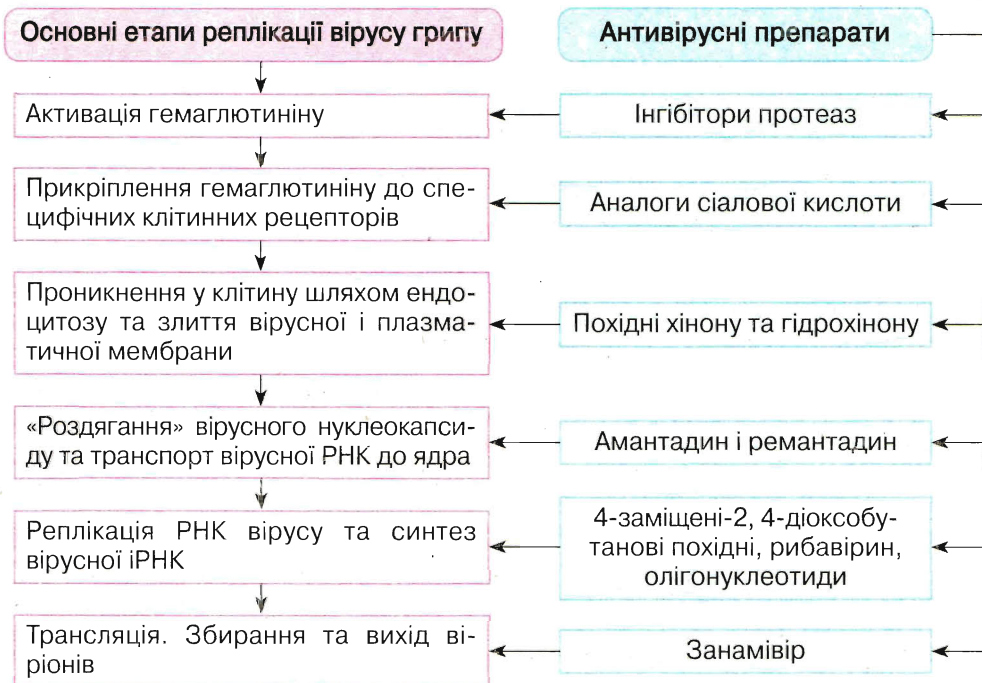


Мал. 33.3. Схема отримання живої вакцини: 1 – патогенний вірус; 2 – ряд повторних штучних заражень мавпи; 3 – отримання культури клітин; 4 – контрольне зараження мавпи для перевірки активності вірусу; 5 – виділення і очищення вірусу; 6 – створення препарату



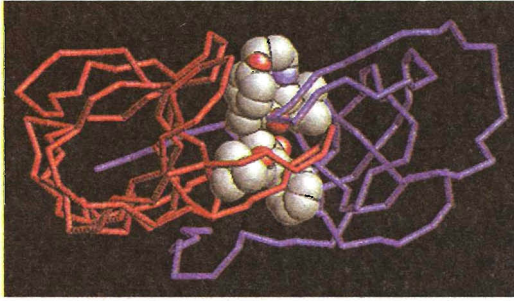
До складу вакцин також входять консерванти (речовини, які забезпечують тривале зберігання вакцини), підсилювачі імунної відповіді організму, буферний розчин. У нашій країні провадять обов'язкові вакцинації дітей проти деяких вірусних захворювань (гепатиту В, поліомієліту, вітрянки, кору, паротиту). Часто вакцинують не все населення, а лише ту частину, для якої ризик зараження найвищий. Наприклад, проти кліщового (тайгового) енцефаліту вакцинують людей, яким потрібно працювати в тайзі (геологи, мисливці тощо). Проти жовтої пропасниці вакцинують туристів, які прямують до деяких країн Африки чи Латинської Америки. Отже, **запам'ятайте**: проти деяких збудників вірусних хвороб вакцинація обов'язкова, для більшості – тільки у разі ризику зараження.

• **Противірусні ліки.** Якщо імунна система організму не здатна протистояти вірусній інфекції, розпочнеться захворювання. Майже всі захворювання бактеріального і грибкового походження виліковують за допомогою специфічних ліків (антибіотиків і фунгіцидів). Але на збудників вірусних інфекцій ці лікарські препарати впливають недостатньо ефективно. Для боротьби з вірусними інфекціями використовують або природні сполуки (зокрема, інтерферон), або близькі за дією до природних синтезовані препарати. Інтерферон пригнічує розмноження більшості вірусів у клітинах організму-хазяїна. Завдання створення антивірусних ліків дуже важке, адже вони повинні пригнічувати збудника інфекції, проте не впливати на структуру та обмін речовин клітини. Нині розроблено й ефективно використовують чимало препаратів, які впливають на різні етапи життєдіяльності вірусів. Ознайомтеся з основними мішенями дії найпоширеніших антивірусних препаратів (не для запам'ятовування) (мал. 33.4).



Мал. 33. 4. Основні мішені дії антивірусних препаратів на прикладі вірусу грипу





Мал. 33. 5. Модель активного центру ферменту (протеази) ВІЛ та її інгібітора: червоні та сині лінії – дві субодиниці протеази, біла молекула – інгібітор, приєднаний до активного центру протеази

Важливим кроком до створення ефективних антивірусних ліків став хімічний синтез так званих пригнічувачів (*інгібіторів*) вірусних ферментів. Такі препарати здатні зв'язуватися виключно з активним центром білка-ферменту вірусу та пригнічувати його активність. Застосування пригнічувача ферменту, який забезпечує синтез білків вірусу імунодефіциту людини, дало змогу продовжити життя хворим на багато років (тому такі новітні ліки дістали назву високоефективної антиретровірусної терапії – ВАРТ).

Розвиток сучасної науки, поєднання досягнень синтетичної хімії, вірусології та біоінформатики дають змогу сподіватися на створення високоефективних антивірусних препаратів (таких як інгібітор протеази ВІЛ) уже найближчим часом (мал. 33.5).

Ключові терміни та поняття. Специфічний та неспецифічний імунітет, інгібітор.

- ▶ Головним напрямом боротьби з поширенням вірусних захворювань є профілактика інфекцій. Винайдення антивірусних вакцин створило умови для масових запобіжних щеплень населення. Це сприяло різкому зниженню захворюваності на певні вірусні інфекції.
- ▶ Коли вірус з'являється в організмі, імунна система розпізнає поверхневі білки його віріонів як чужорідні (антигени). У відповідь клітини виробляють антитіла (білки імуноглобуліни), які нейтралізують антигени. Антитіла, у свою чергу, вводять у дію механізми так званої імунної пам'яті. Вона проявляється в тому, що при повторному потраплянні в організм певного антигену швидко утворюється велика кількість антитіл, які припиняють розвиток захворювання.
- ▶ Імунітет, або несприйнятливість організму до захворювання, буває набутим і вродженим. При набутому (специфічному) імунітеті відповідні антитіла виникають унаслідок перенесеного захворювання (природний імунітет) або вакцинації (штучний імунітет).
- ▶ Неспецифічний (вроджений, або природний) імунітет ґрунтується на пригнічуванні життєдіяльності різних видів вірусів властивими організму хазяїна гуморальними (лізоцим, інтерферон тощо) і клітинними (лімфоцити, макрофаги та ін.) факторами.

Коротко
про
головне





Запитання для самоконтролю

1. У чому полягає профілактика вірусних інфекцій? 2. Яка роль вакцинації у боротьбі з вірусними інфекціями? 3. Які антивірусні вакцини вам відомі? 4. За рахунок чого віруси здатні уникати захисних механізмів організму-хазяїна? 5. Які види імунітету спрямовані проти вірусних інфекцій? 6. Що вам відомо про антивірусні ліки?

Поміркуйте: що спільного та відмінного у вірусних та бактеріальних інфекціях?

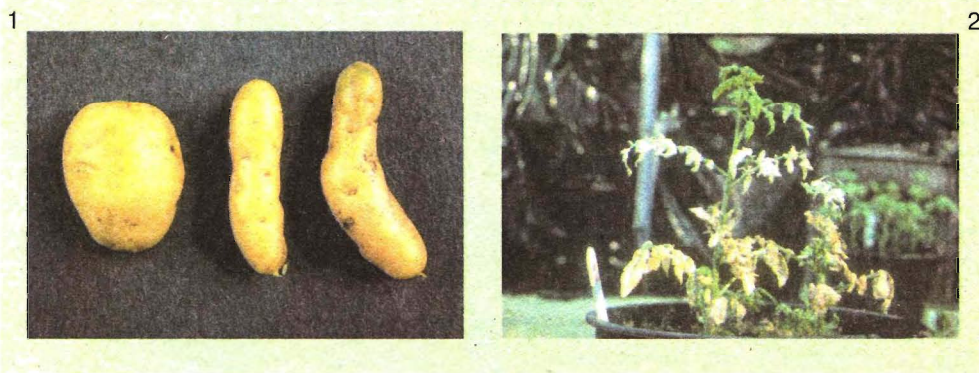
§34. ВІРОЇДИ І ПРІОНИ



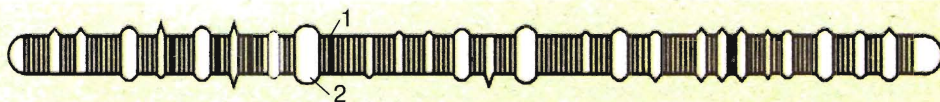
Пригадайте: як відбувається передача і реалізація генетичної інформації у вірусів?

Ви дізналися про особливості будови життєдіяльності вірусів, а також про їхню відмінність від клітинних форм життя. Однак до неклітинних форм життя належать віроїди і пріони, побудовані ще простіше, ніж віруси. Ці інфекційні частинки здатні до самовідтворення. Що ж відрізняє віроїди і пріони від звичайних вірусів?

• **Віроїди** відкрив 1971 року Теодор Дінер, який вивчав інфекційне захворювання картоплі, відоме під назвою «веретеноподібність бульб» (мал. 34.1). На превеликий подив дослідника під час біохімічного аналізу очищеного збудника не виявили жодних ознак білка. З'ясувалося, що інфекцію спричиняла одноланцюгова молекула РНК. Подальші детальні дослідження дали змогу встановити, що вона має форму замкненого ланцюга і складається всього з 375 нуклеотидів (мал. 34.2). Ця РНК не кодує



Мал. 34.1. Симптоми інфекції, спричинені віроїдом веретеноподібності бульб картоплі: 1 – на бульбах; 2 – на надземній частині рослин



Мал. 34.2. Схема будови молекули віроїду: 1 – комплементарні ділянки одноланцюгової РНК; 2 – некомплемтарні ділянки одноланцюгової РНК



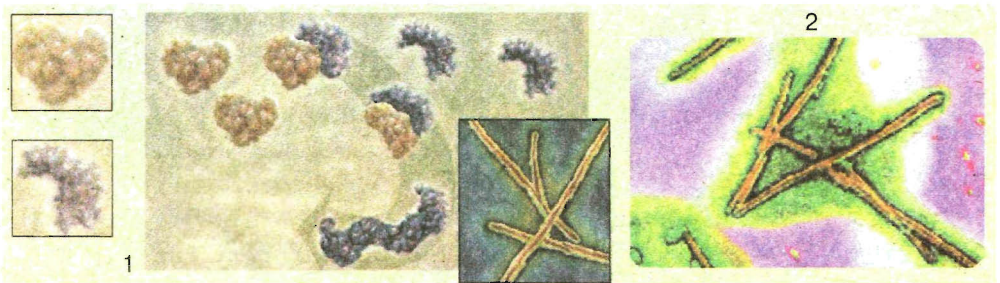
жодного білка, оскільки самовідтворюється в клітині хазяїна. Отже, **запам'ятайте: віроїди** – інфекційні частинки, що становлять собою низькомолекулярні одноланцюгові молекули РНК, які не кодують власних білків.

Наразі відомо вже багато різних захворювань рослин (екзокортис цитрусових, «каданг-каданг» кокосових пальм, сонячного опіку авокадо та ін.). Цікаво, що віроїди знайдено виключно у рослин: у людини, тварин і бактерій подібних збудників не виявлено. Віроїди передаються від рослини до рослини під час механічного ушкодження. В інфікованій клітині ця частинка потрапляє до ядра або хлоропласта, де використовує клітинний фермент РНК-полімераза для відтворення власних молекул. Симптоми захворювання виникають унаслідок активного відтворення молекул РНК віроїду, що спричиняє патологічний¹ процес в інфікованій клітині.

• **Пріони** (від англ. *proteinaceous infectious particle* – інфекційні білкові частинки) – білкові частинки, здатні спричинити захворювання нервової системи людини і тварин. Пріонові (або повільні) інфекції характеризуються повільним, але неухильним розвитком симптомів та завершуються загибеллю хазяїна.

Повільні інфекційні захворювання тварин відомі людству понад 300 років; це, наприклад, захворювання овець під назвою «скреїпі». Відкриття повільних інфекцій у людини пов'язане з ім'ям Карлтона Гайдучека, який у 60-х роках ХХ ст. досліджував місцеву хворобу «куру» у представників племені Форе в Новій Гвінеї («куру» в перекладі з місцевого діалекту – «смерть, що сміється»). Ця хвороба має дуже тривалий латентний період – від кількох місяців до десятків років. К. Гайдучек довів, що збудник цієї інфекційної хвороби передається при ритуальному канібалізмі², зокрема поїданні мозку загиблої людини. У хворих людей та овець виявили особливий білок, який дістав назву «пріон». Биявилось, що захворювання виникають при потрапленні в організм цього інфекційного білка.

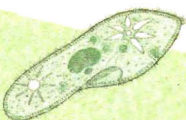
Пріони в організмі можуть з'являтися унаслідок інфікування чи успадкування або самочинно утворюватися без впливу будь-яких чинників. В організмі людини та тварин знайдений близький до пріонного білок, закодований у ДНК. Таким чином, **пріон** – це особлива форма природного білка. На малюнку 34.3 показано, як утворюється пріоновий білок. При

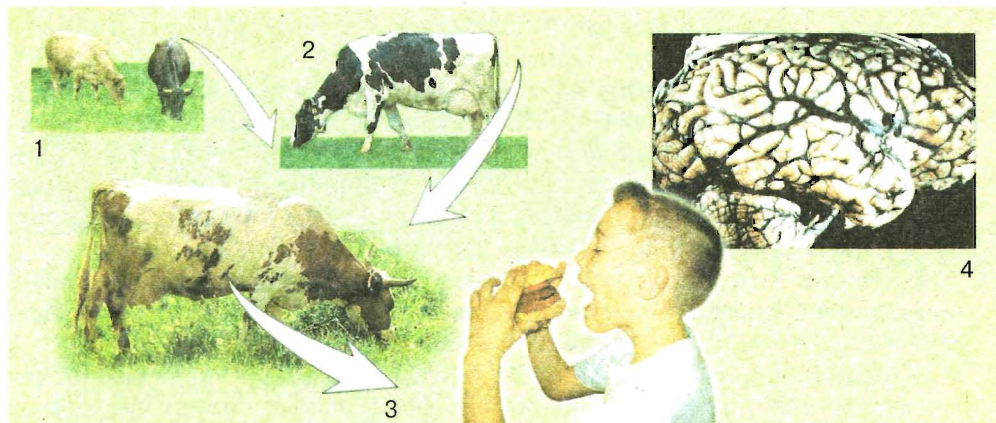


Мал. 34.3. 1. Перетворення нормального клітинного білка (світлий колір) на пріоновий білок (темний колір) з утворенням особливих ниток (фібрил). 2. Фібрили

¹Патологічний (від грец. *патос* – біль, страждання та *логос* – наука, вчення) – хворобливий, ненормальний.

²Канібалізм – поїдання людьми інших людей.





Мал. 34.4. Один з ланцюжків передачі збудника хвороби Крейтцфельдта–Якоба: 1 – з їжею до корови; 2 – від тварини до тварини при поїданні екскрементів; 3 – з їжею до людини; 4 – ураження півкуль головного мозку

потраплянні в іншу клітину пріон перетворює нормальний подібний до себе білок на інфекційну форму. Цікаво, що при цьому амінокислотна послідовність клітинного білка залишається попередньою, а змінюється лише його третинна структура. Пріонна форма білка може накопичуватися в клітині у вигляді кристалів та ниток – фібрил, які й спричиняють патологічні зміни. Насамперед це відбувається у нейронах головного мозку – так розвивається губкоподібна енцефалопатія.

На сьогоднішній день у різних видів ссавців знайдено лише один білок, що має пріонові властивості. У людини пріони викликають ряд повільних інфекцій, а саме: куру, хворобу Крейтцфельдта–Якоба, синдром Герстмана–Штрауслера тощо. У тварин описані скреїпі овець і кіз, губкоподібна енцефалопатія¹ (сказ корів) та захворювання головного мозку курей, кішок, оленів та ін.

Для людини найнебезпечною вважають хворобу Крейтцфельдта–Якоба, на прикладі якої можна прослідкувати можливості передачі пріонної інфекції. Існує кілька варіантів цієї хвороби. Родинний варіант зумовлюють зміни у гені, який кодує природний білок; тому пріон передається спадково – звідси і назва. За ятрогенної² форми захворювання інфікування відбувається при пересадці пацієнту тканин або органів інфікованої людини. Спорадична (від грец. *спорадикос* – розсіяний, окремих) форма зумовлена спонтанними перетвореннями нормального білка на пріоновий. Ще один варіант хвороби характеризується тим, що людина інфікується, поїдаючи мозок заражених пріонами корів (мал. 34.4).

Пріонові білки відкрито також у дріжджів.

Ключові терміни та поняття. Віроїди, пріони.

¹Енцефалопатія (від грец. *енцефалос* – мозок та *патос* – біль, страждання) – загальна назва захворювань головного мозку.

²Ятрогенія (від грец. *ятрос* – лікар та *генео* – породжений; той, що виник) – захворювання, спричинюване необережними висловлюваннями або поведінкою лікаря, які людина сприймає як доказ особливої складності її хвороби. Ятрогенія також може виникнути під впливом прочитаної медичної літератури.

Коротко
про
головне

- ▶ Вірусологія, крім вірусів, вивчає також інші інфекційні неклітинні форми живого – віроїди та пріони.
- ▶ Віроїди – інфекційні частинки, які становлять собою кільцеві одноланцюгові молекули РНК, які не кодують білків. Вони спричиняють інфекційні захворювання рослин, які передаються при механічних ушкодженнях хазяїв. В інфікованій клітині віроїд усередині ядра або хлоропласта використовує клітинний фермент РНК-полімеразу для відтворення власних молекул.
- ▶ Пріони – інфекційні білкові частинки, які спричиняють довготривалі інфекційні захворювання нервової системи, що закінчуються загибеллю організму хазяїна.
- ▶ Пріони в організмі можуть з'являтися унаслідок інфікування чи успадкування або самочинно утворюватися без впливу будь-яких чинників.
- ▶ В організмі людини та тварин знайдений близький до пріонного закодований у ДНК білок. Отже, пріон – це особлива форма природного білка.



Запитання для самоконтролю

1. Що собою становлять віроїди? В організмах видів якого царства живої природи вони паразитують?
2. Що спільного та відмінного у будові РНК еукаріотів та віроїдів?
3. Як віроїди проникають в організм рослини?
4. Що таке пріони?
5. Які причини виникнення пріонних захворювань?
6. В організмах яких видів паразитують пріони?
7. Які шляхи поширення пріонних інфекцій?

Поміркуйте: внаслідок порівнянь між собою віроїдів, пріонів і вірусів знайдіть їхні спільні та відмінні риси.



Завдання для роботи в групі

Використовуючи різноманітні джерела інформації, докладно ознайомтеся з життєвими циклами таких поширених вірусних захворювань, як грип і ВІЛ/СНІД. Закріпіть знання щодо профілактики ВІЛ/СНІДу та інших вірусних хвороб, обговоривши свої дослідження у групі.

ТЕСТ НА ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАТЬ

I. ВИБЕРІТЬ ІЗ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВІДПОВІДЕЙ ПРАВИЛЬНУ

1. Визначте, як називають науку, яка вивчає будову та властивості вірусів, шляхи їхньої передачі від одного хазяїна до іншого, способи лікування і профілактики вірусних інфекцій: а) біотехнологія; б) цитологія; в) біохімія; г) вірусологія.
2. Назвіть сполуки, які входять до складу простих вірусів: а) білок і нуклеїнова кислота; б) лише нуклеїнова кислота; в) білок, нуклеїнова кислота і ліпіди; г) білок, нуклеїнова кислота і вуглеводи.
3. Віруси розмножуються за допомогою: а) партеногенезу; б) статевим шляхом; в) самозбирання; г) брунькування.
4. Назвіть прізвище ученого, який відкрив віруси: а) Е. Дженнер; б) Л. Пастер; в) Д. Івановський; г) Дж. Уотсон.
5. Укажіть властивості, за якими віруси відносять до живого: а) відсутність власних систем, здатних синтезувати білки; б) можливість кристалізації; в) наявність власного спадкового матеріалу; г) наявність органел.



6. До складу вірусних частинок входить: а) тільки ДНК; б) тільки РНК; в) або ДНК, або РНК; г) одночасно і ДНК, і РНК.

II. ВИБЕРІТЬ ІЗ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВІДПОВІДЕЙ ДВІ ПРАВИЛЬНІ

1. Визначте віруси, які належать до ДНК-вмісних: а) бактеріофаг Т4; б) вірус тютюнової мозаїки; в) вірус імунодефіциту людини; г) вірус герпесу.
2. Назвіть віруси, які належать до складних: а) вірус грипу А; б) вірус тютюнової мозаїки; в) вірус поліомієліту; г) вірус імунодефіциту людини.
3. Зазначте віруси, у поширенні яких беруть участь тварини (комахи, кліщі або круглі черви): а) вірус грипу; б) вірус тютюнової мозаїки; в) вірус кліщового енцефаліту; г) вірус герпесу.
4. Зазначте неклітинні форми життя, які складаються лише з білків або молекули нуклеїнової кислоти: а) бактеріофаги; б) віроїди; в) пріони; г) парвовіруси.
5. Назвіть віруси-паразити клітин людини: а) вірус огіркової мозаїки; б) вірус кліщового енцефаліту; в) вірус тютюнової мозаїки; г) вірус герпесу.
6. Назвіть сполуки, які можуть входити до складу оболонки складних вірусів: а) ДНК; б) ліпіди; в) РНК; г) вуглеводи.

III. ЗАВДАННЯ НА ВСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ

1. Порівняйте ознаки, притаманні пріонам, вірусам, а також клітинам прокариотів та еукаріотів:

Біологічні системи	Ознаки
А Віруси	1 Складаються лише з молекули нуклеїнової кислоти
Б Пріони	2 Містять нуклеїд
В Клітина прокариотів	3 Містять ендоплазматичну сітку
Г Клітина еукаріотів	4 Складаються з білків та молекули нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК)
	5 Складаються лише з білкової молекули

2. Порівняйте особливості організації пріонів, віроїдів, простих і складних вірусів:

Біологічні системи	Ознаки
А Віруси прості	1 Складаються тільки з молекули білка
Б Віруси складні	2 Складаються з молекул білків та нуклеїнової кислоти
В Пріони	3 Складаються тільки з молекули нуклеїнової кислоти
Г Віроїди	4 Складаються з молекул білків, ліпідів, вуглеводів і нуклеїнової кислоти

IV. ЗАПИТАННЯ З ВІДКРИТОЮ ВІДПОВІДДЮ

1. Чи могли віруси бути першими формами живої матерії, які з'явилися на нашій планеті? Відповідь обґрунтуйте.
2. Чому розмноження вірусів можливе лише у клітині-хазяїні?
3. Чому проти багатьох вірусних інфекцій не вдається створити ефективні вакцини?
4. Які можливі наслідки паразитування в одній клітині двох чи більше видів вірусів?
5. Чому пріонові хвороби характеризуються тривалим прихованим (латентним) періодом?
6. Чи могли віроїди виникнути внаслідок спрощення будови вірусних частинок?
7. Які заходи можуть забезпечити повну ліквідацію ВІЛ на планеті? Чи можливо це взагалі?



ТЕМА 2. ОДНОКЛІТИННІ ОРГАНІЗМИ

- особливості будови та процесів життєдіяльності одноклітинних прокаріотичних та еукаріотичних організмів;
- відмінності між прокаріотами та одноклітинними еукаріотами;
- колонії одноклітинних організмів;
- роль одноклітинних організмів у природі;
- значення одноклітинних організмів для людини та її господарства;
- значення мікробіологічної промисловості для людини.

§ 35. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА ПРОЦЕСІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРОКАРІОТИЧНИХ ОРГАНІЗМІВ



Пригадайте: що собою становлять клітини прокаріотів та які їхні основні відмінності від клітин еукаріотів? Що таке поділ і брунькування клітини? Які відмінності між автотрофними, гетеротрофними та міксотрофними організмами? Що таке симбіоз та які його форми? Що таке фотосинтез і хемосинтез?

• **Різноманітність прокаріотів.** Як вам уже відомо, характерними рисами прокаріотів є особливості їхньої клітинної будови. Вони не мають ядра, пластид, мітохондрій, комплексу Гольджі, ендоплазматичної сітки, лізосом.

Прокаріоти – одноклітинні чи колоніальні організми, розміри яких зазвичай не перевищують 10–20 мкм. Розмножуються лише нестатево (в окремих представників відомий обмін спадковою інформацією у формі кон'югації). Прокаріотів і одноклітинних еукаріотів через їхні малі розміри можна вивчати лише за допомогою світлового чи електронного мікроскопів. Тому вони дістали загальну назву **мікроорганізми**. Їх вивчає наука **мікробіологія**.

З основними групами надцарства Прокаріотів (схема 35.1) ви попередньо ознайомилися під час вивчення § 23.

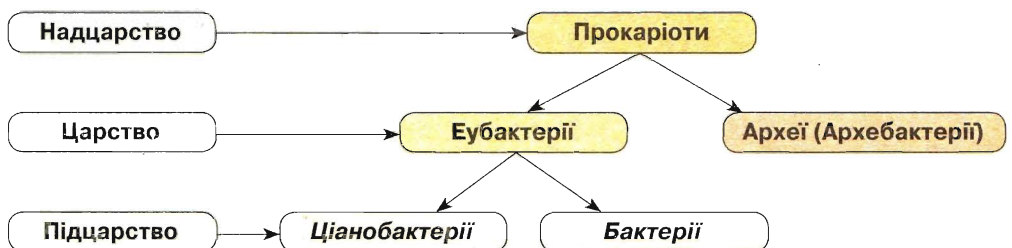
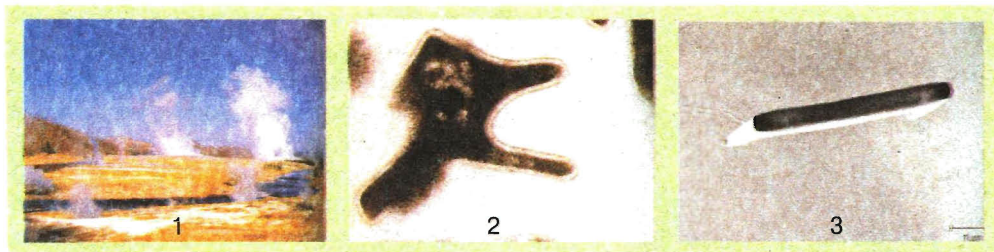


Схема 35.1. Система прокаріотичних організмів



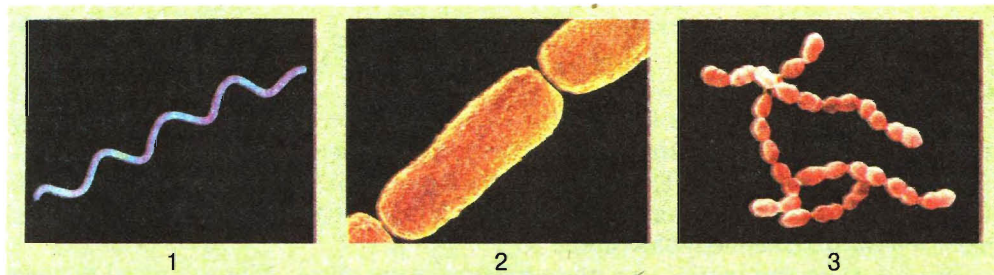


Мал. 35.1. 1. Гарячі джерела з температурою води понад $+100^{\circ}\text{C}$ – місця мешкання термофільних (теплолюбних) археобактерій; 2, 3 – електронно-мікроскопічні фотографії термофільних археобактерій

Царство Археї (Археобактерії) – група мікроорганізмів, які за особливостями будови та процесів життєдіяльності відрізняються від інших прокаріотів – справжніх бактерій. У них інша будова клітинної стінки, дещо інший хімічний склад плазматичної мембрани. Водночас для спадкового матеріалу археобактерій характерні ознаки, властиві й еукаріотам (наприклад, деякі нуклеотидні послідовності, наявність екзонів та інтронів у генах). Особливості будови клітинної стінки дають змогу деяким археобактеріям мешкати в екстремальних умовах. Зокрема, певні види виявляють у гарячих джерелах за температури $+85\dots+105^{\circ}\text{C}$ (мал. 35.1).

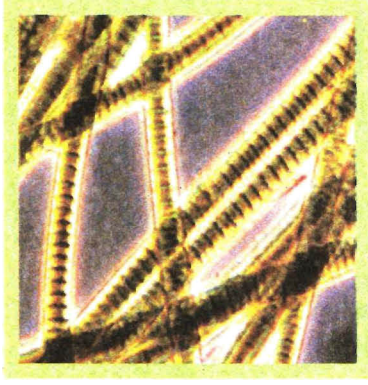
Серед археобактерій є як гетеротрофні, так і автотрофні види, здатні до хемо- або фотосинтезу. Цікаві гетеротрофні метаноутворюючі бактерії. Вони мешкають в анаеробних ділянках перезволожених ґрунтів, на болотах, у мулі водойм, зокрема очисних споруд, у рубці (частина шлунка) жуйних тварин. У деяких країнах культури цих бактерій використовують для отримання біогазу з органічних відходів у промислових обсягах.

До царства **Еубактерії**, або **Справжні бактерії**, належать різноманітні за формою клітин (мал. 35.2) та особливостями процесів життєдіяльності прокаріоти, яких налічують близько 30 тис. видів. Серед них відомі одноклітинні та колоніальні (стрептококи, стафілококи тощо) форми. Одні із цих бактерій нерухомі, інші здатні пересуватися за допомогою джгутиків чи виділяючи слиз. У деяких бактерій рух досить швидкий; відомі клітини, що за секунду здатні долати відстань, яка дорівнює приблизно 20 їхнім діаметрам.



Мал. 35.2. Різні форми клітин бактерій: 1 – спірила (паличкоподібна клітина, закручена у вигляді спіралі); 2 – ланцюжок клітин баціл (паличкоподібна форма); 3 – колонія стрептококів (з бактеріальних кулястих клітин – коків)





Мал. 35.3. Нитчасті ціанобактерії роду *Осцеляторія*

Особливе місце серед справжніх бактерій належить *ціанобактеріям*, яких налічують понад 2 тис. видів (мал. 35.3). Тривалий час, на підставі того, що ці прокаріоти, подібно до водоростей і вищих рослин, здійснюють фотосинтез за допомогою хлорофілу *a* з виділенням кисню, їх відносили до царства Рослини під назвою «синьо-зелені водорості». Але клітинна стінка ціанобактерій містить сполуку муреїн, притаманну прокаріотам. Зовні від стінки розташований шар з пектинових речовин і білків, зокрема скоротливих. Ядро відсутнє. За рахунок вп'ячувань плазматичної мембрани утворюються поодинокі тилакоїди, в яких розташований фотосинтетичний апарат.

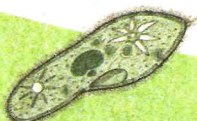
Ціанобактерії мешкають переважно у прісних водоймах та ґрунті, деякі – у морях; відомі види, здатні вступати у тісне співжиття (симбіоз) з іншими організмами (наприклад, разом з грибами можуть входити до складу лишайників, трапляються в клітинах діатомових водоростей). Окремі клітини та колонії забарвлені в різні кольори – від синьо-зеленого, звідки й походить стара назва, до червоного, чорного тощо. Таке забарвлення є наслідком одночасної присутності в клітині хлорофілу та інших яскраво забарвлених пігментів.

• **Особливості процесів життєдіяльності прокаріотів. Живлення.** Серед прокаріотів відомі гетеротрофи (сапротрофи, паразити, мутуалісти, коменсали тощо) та автотрофи (фототрофи та хемотрофи). Фототрофів серед справжніх бактерій небагато: зелені, пурпурові бактерії тощо. Їхні клітини забарвлені в різні кольори: червоний, помаранчевий, зелений завдяки особливим пігментам. Як донор електронів для відновлення фотосинтезуючих пігментів вони, на відміну від ціанобактерій, використовують не воду, а інші сполуки: H_2S , H_2 , певні органічні речовини. Тому під час бактеріального фотосинтезу кисень не виділяється.

До хемотрофів належать нітрифікуючі бактерії, залізобактерії, безбарвні сіркобактерії тощо. Ми вже згадували, що для енергетичного забезпечення хемосинтезу ці прокаріоти окиснюють певні неорганічні сполуки. Наприклад, аміак (NH_3) до солей нітритної кислоти (HNO_2) – нітритів; нітриту до нітратів (солі нітратної кислоти – HNO_3); різні сполуки Сульфору до сульфатів; сполуки двовалентного Феруму (Fe^{2+}) до тривалентного (Fe^{3+}).

Серед гетеротрофних бактерій є **сапротрофи** – організми, здатні використовувати для живлення різні відмерлі організми та продукти життєдіяльності (гній та ін.). До них належать бактерії гниття, бродіння тощо. Слід зазначити, що в природі не існує жодної органічної речовини, яку не могли б розщеплювати бактерії.

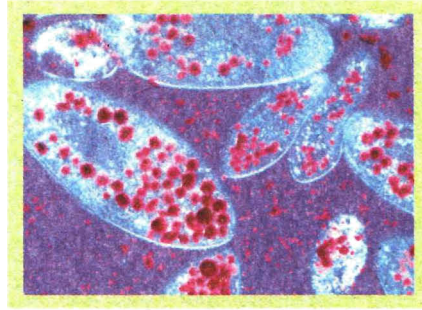
Бактерії здатні існувати в різних формах симбіозу. Різноманітні паразитичні види спричинюють захворювання людини, тварин, грибів і рослин. Натомість, мешкання в еукаріотичному організмі мутуалістичних бактерій корисне для обох партнерів. Пригадайте приклади взаємовигідних





зв'язків прокаріотів та еукаріотів: бульбочкових бактерій з бобовими рослинами, бактерій травної системи рослиноїдних тварин, кишкової палички кишечника людини.

Цікавий приклад симбіозу спостерігають між інфузоріями з роду *Парамеціум* і певними видами бактерій (мал. 35.4). У клітині-хазяїні ці бактерії виробляють токсичну речовину, яка виділяється назовні, де вбиває інших інфузорій цього виду. Гинуть ті інфузорії, які позбавлені симбіотичних бактерій. У цьому разі вони стають чутливими до отрути.



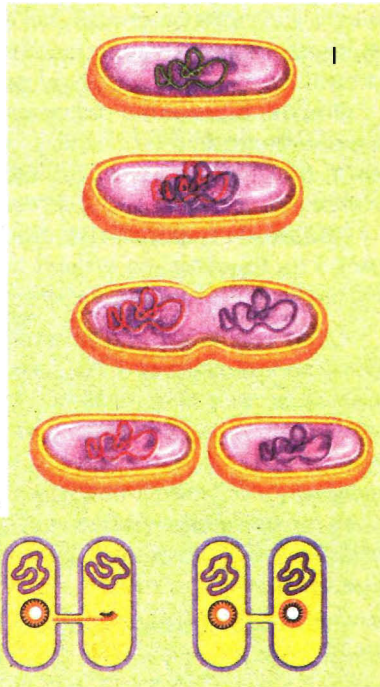
Мал. 35.4. Одноклітинні еукаріоти – інфузорії роду *Парамеціум* із симбіотичними бактеріями

Дихання. Для одних видів прокаріотів характерне аеробне дихання (з використанням атмосферного кисню), для інших – анаеробне (без використання кисню). Зокрема, до анаеробних видів належать бактерії, здатні спричиняти різні види бродіння: молочнокисле, маслянокисле та ін.

Розмноження прокаріотів. Клітини прокаріотів розмножуються лише нестатево: поділом навпіл, зрідка – брунькуванням. Перед поділом клітина збільшується в розмірах, її спадковий матеріал (молекула ДНК) подвоюється та рівномірно розподіляється між дочірніми клітинами. Таким чином, кожна з дочірніх клітин, які утворилися внаслідок поділу материнської, отримує свою частину носія спадкової інформації – кільцеву молекулу ДНК (мал. 35.5, 1).

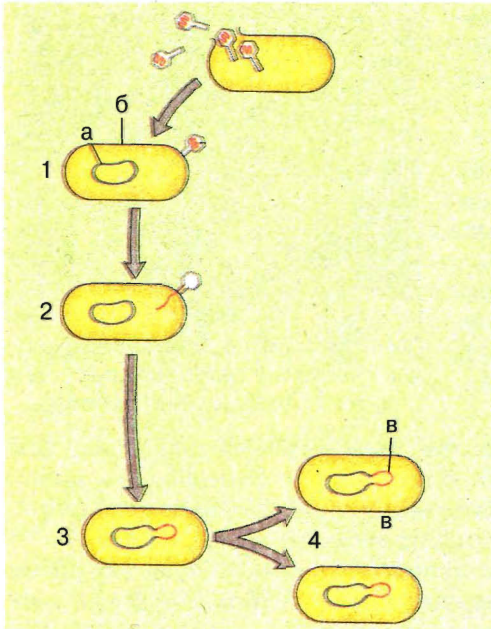
Обмін спадковою інформацією між двома клітинами бактерій можливий за допомогою **кон'югації**. При цьому генетичний матеріал від однієї клітини передається до іншої (мал. 35.5, 2). Кон'югація відбувається за прямого контакту двох клітин. Дослідження показали, що не всі клітини бактерій здатні передавати частину свого спадкового матеріалу іншим. Для цього в клітині має бути присутня особлива плазміда – кільцева дволанцюгова молекула ДНК.

Перед перенесенням з клітини-донора до клітини-реципієнта молекула ДНК подвоюється і та з них, яка щойно синтезувалася, наче проштовхується всередину клітини-реципієнта. Після цього у клітині-реци-



Мал. 35.5. I – Етапи поділу бактеріальної клітини. II – Процес кон'югації в бактерій (1 – ДНК ядерної зони; 2 – плазміда)





Мал. 35.6. Спадкова інформація бактерій може змінюватись за участі вірусів-бактеріофагів (а – молекула ДНК у ядерній зоні, б – клітинна стінка, в – спадкова інформація бактеріофага, вбудована в молекулу бактерії): 1 – бактеріофаг прикріплюється до клітинної стінки бактерії; 2 – молекула ДНК бактеріофага проникає в клітину; 3 – ДНК бактеріофага вбудовується в молекулу ДНК бактерії; 4 – при поділі бактерії дочірні клітини отримують разом із ДНК материнської клітини частину спадкової інформації бактеріофага

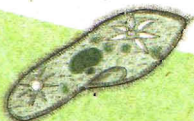
під час якого відбувається обмін ділянками між молекулою ДНК, яка надійшла від клітини-донора, і молекулою ДНК ядерної зони. Процес кон'югації сприяє підвищенню здатності прокаріотів пристосовуватися до змін у навколишньому середовищі. Наприклад, якщо в одному середовищі перебувають клітини бактерій, стійкі до певного антибіотика й нестійкі до нього, то через певний час завдяки кон'югації клітини, які були нестійкі до дії антибіотика, можуть набути такої стійкості.

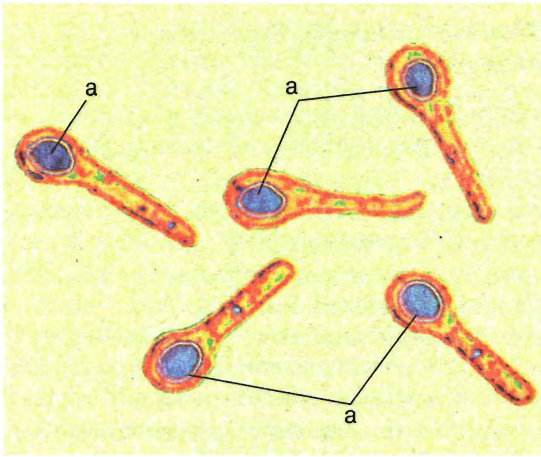
Обмін спадковою інформацією між клітинами бактерій можливий і без безпосереднього контакту між ними, зокрема за участі бактеріофагів (мал. 35.6). Ці віруси під час подвоєння власної ДНК включають ділянки молекули ДНК однієї клітини і переносять їх в іншу.

Спадкова інформація від однієї бактерії до іншої також може передаватись і на відстані за участі розчинних ДНК, що переходять від клітини до клітини. Цей процес дістав назву **трансформація**.

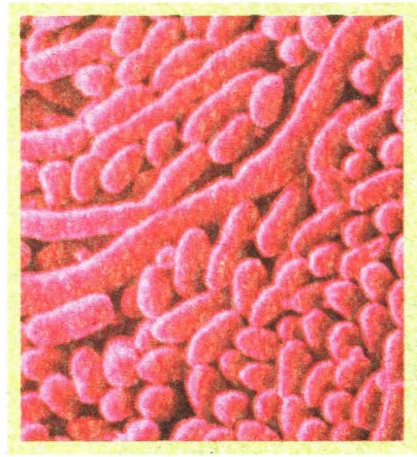
• **Стратегія розмноження прокаріотів.** Прокаріотам притаманна здатність до високих темпів розмноження (клітини за сприятливих умов здатні поділитися кожні 20–30 хв) і росту. Це врівноважує незначні розміри та масу кожного окремого організму, сприяє повнішому використанню ресурсів довкілля. Зниженню конкуренції з боку інших мікроорганізмів сприяє і виділення певними видами біологічно активних речовин. Наприклад, молочнокислі бактерії підвищують кислотність середовища (знижують його рН) до рівня, за якого припиняються ріст і розмноження інших бактерій.

• **Переживання несприятливих умов.** Ви вже знаєте, що за настання несприятливих умов у багатьох видів прокаріотів відбувається **спорування** (мал. 35.7). Усередині спори в цитоплазмі зменшується вміст води, і всі життєві процеси припиняються. Спори дуже стійкі до дії високих температур, іонізуючого опромінення, токсичних хімічних сполук тощо.





Мал. 35.7. Спори (а), утворені всередині клітини бактерій роду *Клостридіум*



Мал. 35.8. Колонія справжніх бактерій

Потрапивши в сприятливі умови, вони «проростають», тобто бактеріальна клітина покидає оболонку спори. Таким чином, спори прокаріотів не є формою розмноження, а слугують для збереження життєздатності за несприятливих умов.

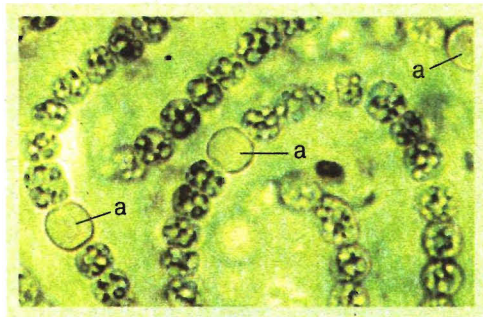
Деякі прокаріоти здатні до **інцистування** (від лат. *in* – в, всередині та грец. *кистіс* – міхур), за якого щільною оболонкою вкривається вся клітина. Цисти прокаріотів стійкі до дії радіації, висушування, але нестійкі до перегрівання.

Спори та цисти слугують для поширення прокаріотів за допомогою вітру, води, живих організмів, забезпечення зараження хазяїв.

• **Колоніальні прокаріоти.** Прокаріоти здатні утворювати колонії різної форми. Колонія прокаріотів становить собою групу з'єднаних між собою клітин (мал. 35.8). Колонії можуть утворюватися за рахунок того, що після поділу материнської клітини дочірні ще певний час залишаються зв'язаними між собою, утворюючи ланцюжки, грона, пакети тощо. Колонії бактерій можуть бути оточені своєрідним чохлом – капсулою зі слизу.

У ціанобактерій на відміну від колоній справжніх бактерій сусідні клітини пов'язані цитоплазматичними містками, які проходять крізь отвори в оболонках клітин.

Крім того, у ціанобактерій поширена диференціація клітин, зокрема наявні особливі клітини, вкриті додатковими оболонками, в яких відбувається засвоєння атмосферного азоту (мал. 35.9).

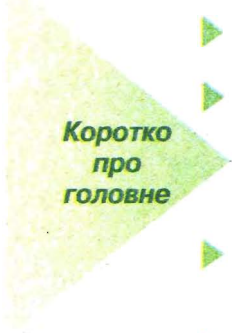


Мал. 35.9. Нитчаста ціанобактерія роду *Анабена*. Зверніть увагу на особливі клітини (а), оточені додатковими оболонками, які здатні фіксувати атмосферний азот





Ключові терміни та поняття. Мікроорганізми, мікробіологія, кон'югація, спороутворення, інцистування.



Коротко
про
головне

- ▶ До прокариотів належать одноклітинні та колоніальні організми. Клітини прокариотів не мають ядра, пластид, мітохондрій і більшості одномембраних органел.
- ▶ Прокариотів та одноклітинних еукариотів через їхні малі розміри називають мікроорганізмами. Їх вивчає наука мікробіологія.
- ▶ Прокариоти – особливе надцарство живих організмів, до якого належать царства Архебактерії та Справжні бактерії. Архебактерії відрізняються від справжніх бактерій особливостями будови клітинної стінки та організацією спадкового матеріалу. Серед архебактерій є аероби та анаероби, автотрофні та гетеротрофні види.
- ▶ До царства Справжні бактерії належать бактерії та ціанобактерії. На відміну від архебактерій, до складу їхньої клітинної стінки входить особлива сполука муреїн.
- ▶ Серед справжніх бактерій є гетеротрофи (сапротрофи, паразити, мутуалістичні види, коменсали) та автотрофи (фототрофи та хемотрофи). Фототрофи – це зелені бактерії, пурпурові сірчани та несірчани бактерії, ціанобактерії. До хемотрофів належать нітрифікуючі бактерії, залізобактерії, безбарвні сіркобактерії тощо.
- ▶ Клітини прокариотів розмножуються лише нестатево: поділом навпіл, зрідка – брунькуванням. У деяких видів існує обмін спадковою інформацією у вигляді кон'югації. Прокариотам притаманна здатність до високих темпів розмноження (клітини за сприятливих умов здатні поділятися кожні 20–30 хв).
- ▶ За настання несприятливих умов деякі види утворюють спори або цисти. Спори та цисти слугують для поширення прокариотів за допомогою вітру, води, живих організмів та зараження хазяїв.



Запитання для самоконтролю

1. Які організми називають прокариотами?
2. Які групи виділяють у межах надцарства Прокариоти?
3. Чим відрізняються Архебактерії та Справжні бактерії?
4. Які особливості організації ціанобактерій?
5. Які типи живлення притаманні прокариотам?
6. Які способи дихання спостерігають у прокариотів?
7. Які способи розмноження відомі у прокариотів?
8. Яке біологічне значення спороутворення та інцистування у прокариотів?



Поміркуйте. Чому бактеріальний фотосинтез відбувається без виділення кисню?

§ 36. РОЛЬ ПРОКАРИОТІВ У ПРИРОДІ ТА ЖИТТІ ЛЮДИНИ



Пригадайте: що таке біотехнологія? У яких галузях господарства людини застосовують різні види бродіння? Що таке екосистема, біосфера, колообіг речовин? Що таке антибіотики, біологічний метод боротьби зі шкідливими видами?

• **Роль прокариотів у біосфері.** Ми вже згадували, що різні види прокариотів поширені майже скрізь, де на нашій планеті існує життя. Мікроорганізми мешкають у ґрунтах, водоймах, інших живих організмах, їхні





спори та цисти виявлені на значній висоті в атмосфері. Так, в 1 г родючого вологого ґрунту або 1 мл води забруднених органікою водою знайдено мільйони клітин бактерій та ціанобактерій. Прокаріоти здатні постійно існувати в умовах, де інші організми не трапляються (гарячі джерела, нафтоносні пласти на глибинах до кількох кілометрів тощо).

Чи замислювалися ви над тим, що без прокаріотів існування біосфери було б неможливе? Ви вже знаєте, що головною умовою існування біосфери як єдиної екосистеми нашої планети є здійснення колообігу речовин. **Пригадайте:** *колообіг речовин – це обмін хімічними сполуками між живою (організми) та неживою частинами екосистем.* І саме без прокаріотів, здатних розкласти органічні речовини до неорганічних, колообіг речовин був би неможливий. Зокрема, це стосується важливих для живих організмів сполук Карбону, Нітрогену, Сульфуру, Фосфору, Феруму. Розкладаючи органічні сполуки, бактерії утворюють велику кількість CO_2 , необхідного для процесу фотосинтезу.

За участі прокаріотів з різноманітних органічних сполук утворюються речовини (гумусні кислоти тощо) найродючішого (гумусового) шару ґрунту. Ціанобактерії збагачують ґрунт і водойми киснем (O_2).

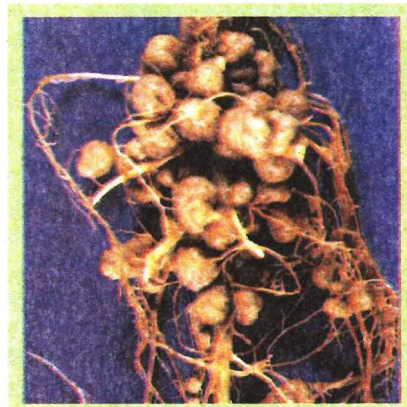
Санітарна роль прокаріотів полягає в тому, що, розкладаючи мертві організми та продукти життєдіяльності, вони звільняють поверхню нашої планети від цих решток. Прокаріоти беруть участь у процесах самоочищення водойм: живлячись органічними речовинами, вони зменшують їхній вміст у воді та мулі.

Завдяки діяльності бактерій-хемосинтетиків, яка триває вже близько 4 мільярдів років, у земній корі утворилися поклади залізних руд, сполук Сульфуру та деяких інших корисних копалин. Найвності запасів основних енергоємних речовин сьогодення – нафти та газоподібних вуглеводнів, зокрема метану, як припускають вчені, ми завдячуємо діяльності певних груп бактерій.

Деякі ґрунтові (вільноживучі та бульбочкові) бактерії-азотфіксатори здатні засвоювати з повітря атмосферний азот і включати його до складу різних синтезованих ними органічних сполук, насамперед білків. Через кореневі волоски проростка бульбочкові бактерії потрапляють у тканини кореня і, виділяючи особливі сполуки, спричиняють їхнє розростання у вигляді бульбочок (мал. 36.1). Ці бактерії постачають рослині сполуки Нітрогену, отримуючи натомість органічні сполуки, переважно цукри.

В особливому відділі шлунка (рубці) жуйних парнокопитних (корів, овець, кіз) бактерії розщеплюють целюлозу до цукрів, бо самі тварини не виробляють необхідних ферментів.

Ціанобактерії в симбіозі з грибами утворюють лишайники. Вони синтезують органічні речовини, які споживає гриб, а той постачає клітинам ціанобактерій воду і мінеральні сполуки, а також створює умови для фотосинтезу.



Мал. 36.1. Бульбочки на коренях бобової рослини





Мал. 36.2. Безхребетні глибоководні тварини вестиментифери

На дні глибоководних океанічних западин часто з товщі земної кори у воду виділяються отруйні гази – сірководень і метан. Однак їх одразу поглинають придонні червоподібні тварини з науковою назвою *вестиментифери*, що не мають органів травлення (мал. 36.2). У тілі тварини є особливий орган, заповнений хемотрофними бактеріями, які окиснюють ці сполуки. Кров постійно приносить бактеріям кисень, сірководень чи метан, а від прокаріотів до неї надходять синтезовані органічні речовини, потрібні для побудови та живлення тканин тварини. Вестиментиферами живляться глибоководні ракоподібні, риби та інші тварини. Так на дні морів існують своєрідні екосистеми, роль продуцентів у яких відіграє мутуалістичний комплекс хемосинтезуюча бактерія – гетеротрофна тварина.

• **Роль прокаріотів у житті та господарстві людини.** У кишечнику людини завжди присутні певні види бактерій (кишкова паличка та ін.), які сприяють травленню, синтезують деякі вітаміни (B_6 , B_{12} , К), запобігають розмноженню хвороботворних мікроорганізмів.

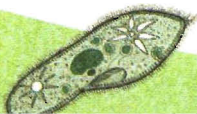
Ми вже згадували, що прокаріотів, здатних спричиняти різні типи бродіння, людина з давнини використовує у своєму господарстві для отримання різних необхідних речовин: молочних продуктів (масла, сирів, йогуртів та ін.), органічних кислот, квашених овочів, силосованих кормів тощо. Прокаріоти є звичними об'єктами біотехнології.

Біотехнологія (від грец. *біос* – життя, *технікос* – майстерний, вправний та *логос* – наука, вчення) – галузь, яка розробляє методи використання живих організмів або біологічних процесів у промисловості, сільському господарстві та інших галузях господарства. Біотехнологи провадять селекцію різноманітних організмів, зокрема отримують нові штами вірусів та прокаріотів.

Штам (від. нім. *штамм* – стовбур, сім'я, плем'я) – штучна популяція (культура) вірусів або мікроорганізмів, зазвичай отриманих унаслідок розмноження окремих клітин, виділених з певного джерела або отриманих унаслідок штучних мутацій.

Один з важливих напрямів біотехнології – фармакологічна промисловість, мета якої – створення і виробництво лікарських препаратів. Зокрема, різні види бактерій поряд з мікроскопічними грибами використовують для отримання антибіотиків, вітамінів, гормонів, ферментів тощо. Сучасні методики дають змогу переносити в клітини бактерій гени еукаріотів, які відповідають за синтез певних сполук. Так, у спадковий матеріал бактерій були введені гени, які кодують вироблення інсуліну, гормони росту, захисні білки-інтерферони тощо.

Біотехнологічні процеси застосовують для очищення навколишнього середовища, зокрема ґрунтів, водойм, стічних вод від побутових і промислових забруднень. Методи біологічного очищення базуються на здатності



сапротрофних бактерій розкласти органічні сполуки. Унаслідок селекційної роботи виведено штами мікроорганізмів, здатних розкласти відходи промислового виробництва. Деякі види бактерій здатні вибірково поглинати з довкілля ті чи інші цінні для господарства речовини і накопичувати їх у своїх клітинах. Особливі біотехнології дають змогу вилучати та очищувати ці сполуки.

Уміле застосування препаратів спор штамів певних мікроорганізмів (біопрепарати) дає можливість без шкоди довкіллю знижувати чисельність шкідливих видів, тварин і рослин.

• Багато прокаріотів завдають шкоди здоров'ю та господарству людини. Так, масове розмноження ціанобактерій у неглибоких прісних водоймах, що добре прогриваються, зокрема водосховищах, водоймах-охолоджувачах теплових та атомних електростанцій, ставках тощо, спричиняє «цвітіння» води, яка стає непрозорою (мал. 36.3). Ціанобактерії виділяють у воду отруйні речовини, які можуть спричинити масову загибель мешканців водойм. Така вода непридатна для пиття, а купання в ній може призвести до отруєння або алергічних реакцій.

Серед бактерій є багато паразитичних видів, які, оселяючись в організмах людини, тварин і рослин, спричиняють різноманітні, часто смертельно небезпечні захворювання. Хвороботворні бактерії швидко розмножуються, при цьому продукти їхньої життєдіяльності отруюють хазяїна, що призводить до різних порушень в організмі та навіть смерті. На органах рослин, уражених бактеріями, можуть виникати плями, пухлини тощо, вони можуть загнивати та відмирати.

Найвідоміші бактеріальні захворювання людини – ангіна, дизентерія, дифтерія, туберкульоз, холера, тиф, скарлатина та багато інших, тварин – сибірка, бруцельоз тощо. Бактеріальні захворювання лікують за допомогою антибіотиків або лікувальних сироваток.

Для здоров'я та життя людини і тварин становлять небезпеку бактерії-лептоспіри, які часто трапляються у стоячих водоймах. Потрапляння лептоспіри в організм людини та тварин призводить до гострої пропасниці і навіть смерті. Тому у водоймах, у яких виявлено лептоспіру, купатися заборонено, а воду з них не слід вживати ні для яких господарчих потреб.

До організму хазяїна мікроорганізми проникають такими шляхами:

– через шлунково-кишковий тракт разом з їжею чи питвом – бактерії – збудники сальмонельозу (черевного тифу), дизентерії, холери, чуми;

– через дихальні шляхи з повітрям – збудники туберкульозу, ангіни, пневмонії, дифтерії, чуми;

– через пошкодження покривів – бактерії, що паразитують у шкірі, нігтях тощо;



Мал. 36.3. «Цвітіння» води, спричинене ціанобактеріями. Це явище небезпечне для інших мешканців водойм, а також для здоров'я людини



– під час статевих контактів – збудники сифілісу, гонореї, хламідіозу та інших венеричних захворювань;

– за допомогою комах і кліщів-переносників. Так, збудника чуми переносять пацюкові блохи, а висипного тифу – людські воші. Хатні мухи на поверхні тіла та в кишечнику переносять збудників дизентерії, сальмонельозу, туберкульозу зі смітників та інших подібних місць у людські оселі, на продукти харчування тощо.

Певні види бактерій псують продукти харчування, роблячи їх непридатними до вжитку та отруйними. Так, бактерія ботулізму може розвиватись у різноманітних консервованих продуктах, рибі, ковбасах, істотно не змінюючи їхній зовнішній вигляд та смакові якості. Спори не гинуть навіть при кип'ятінні впродовж 5 годин та можуть зберігати життєздатність у ґрунтах чи водоймах багато років. Її токсин викликає важке отруєння (ботулізм); він насамперед діє на нервову систему та м'язи, спричиняє втрату голосу, запаморочення, порушує зір, процеси травлення та дихання. Якщо хворій людині своєчасно не ввести особливу сироватку та препарати – *антидоти* (від грец. *антидотон* – те, що діють проти чогось), які знешкоджують отруйні речовини, може настати смерть. Тому під час консервування продуктів слід суворо дотримувати технологій пастеризації чи стерилізації.

Стерилізація (від лат. *стеріліс* – безплідний) – процес повного знищення мікроорганізмів та їхніх спор. Поширеним методом стерилізації є дія високих температур (+100 °C і вище). Для стерилізації також застосовують ультрафіолетові промені, ультразвук, хімічні сполуки тощо.

Пастеризація полягає в тому, що для тривалого зберігання різноманітних продуктів (молочнокислих, пива, соків тощо) їх піддають тепловій обробці за температури +60...70 °C протягом півгодини, а потім швидко охолоджують. Цей процес повторюють протягом 3 діб. У результаті спори мікроорганізмів, які могли утворитися під час попередньої обробки, гинуть при наступній. Цю технологію запропонував видатний французький мікробіолог Луї Пастер (1822–1895), тому вона отримала його ім'я.

Небезпечне захворювання органів травлення людини та тварин (черевний тиф, або *сальмонельоз*) спричиняють бактерії *сальмонели*. Їхні спори тривалий час можуть зберігатись у зовнішньому середовищі та харчових продуктах.

• **Профілактика інфекційних захворювань.** Аби запобігти поширенню хвороботворних бактерій, хворих людей і тварин необхідно ізолювати від здорових до повного одужання та очищення організму від збудників. Ці заходи мають назву **карантин**. Інші заходи попередження розповсюдження хвороботворних бактерій – це профілактичні щеплення. Їх здійснюють для запобігання захворюванням на дифтерію, правець та ін. Хворих людей і тварин лікують за допомогою антибактеріальних препаратів, зокрема лікувальних сироваток.

Профілактика – засоби, спрямовані на попередження захворювань та збереження здоров'я. Зокрема, до них належить організація боротьби з комахами та кліщами – переносниками збудників захворювань.

Ключові терміни та поняття. Штам, стерилізація, пастеризація, карантин, профілактика.





- ▶ У біосфері сапротрофні бактерії розкладають рештки та продукти життєдіяльності організмів до неорганічних та органічних сполук. Тим самим вони забезпечують колообіг речовин у природі, зокрема підтримання родючості ґрунтів, у тому числі існування гумусового шару. Прокаріоти беруть участь у процесах самоочищення водойм: живлячись органічними речовинами, вони зменшують їхній вміст у воді та мулі. Азотфіксуючі бактерії збагачують ґрунти сполуками Нітрогену, а ціанобактерії – одні з основних фотосинтетиків – постачальників кисню у водоймах.
- ▶ Завдяки діяльності бактерій утворилися поклади корисних копалин: залізних руд, нафти тощо.
- ▶ Прокаріотів, здатних спричиняти різні типи бродіння, використовують для отримання молочних продуктів, органічних кислот, квашених овочів, силосованих кормів тощо. Прокаріоти є звичними об'єктами досліджень у галузі біотехнології – науки, яка розробляє методи використання живих організмів або біологічних процесів у промисловості, сільському господарстві, зокрема для очищення навколишнього середовища від побутових і промислових забруднень та у біологічному методі боротьби зі шкідливими для людини організмами.
- ▶ Багато прокаріотів завдають шкоди здоров'ю та господарству людини. Так, «цвітіння» водойм, спричинене певними видами ціанобактерій, робить воду непридатною для пиття та побутових потреб, а токсини цих прокаріотів викликають масову загибель організмів водних екосистем.
- ▶ Серед бактерій є багато паразитичних видів, здатних спричинити небезпечні захворювання людини, свійських тварин чи культурних рослин. Сапрофітні бактерії вражають продукти харчування, виробляючи небезпечні токсичні сполуки.

Коротко
про
головне



Запитання для самоконтролю

1. З якою метою людина використовує прокаріотів у господарстві?
2. Чому біологічний метод боротьби зі шкідниками має перевагу перед застосуванням отрутохімікатів?
3. Що таке біотехнологія?
4. Яку роль мікроорганізми відіграють у забезпеченні родючості ґрунтів?
5. У чому полягає значення ґрунтових прокаріотів, здатних фіксувати атмосферний азот?
6. Що таке «цвітіння» води та яке його значення?
7. Які захворювання людини та свійських тварин спричиняють бактерії?

Поміркуйте. Яка роль прокаріотів в утворенні гірських порід та підтриманні постійності газового складу атмосфери?

§37. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ОДНОКЛІТИННИХ ЕУКАРІОТІВ



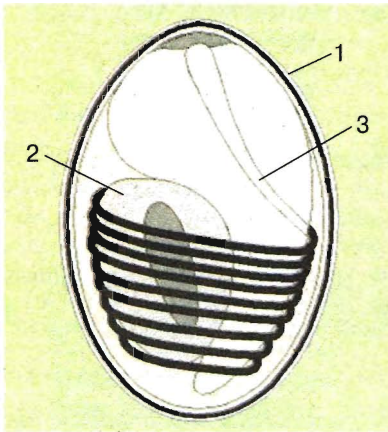
Пригадайте: які систематичні групи одноклітинних еукаріотів вам відомі? Що таке мітоз і мейоз? Яка будова надмембранних і підмембранних комплексів еукаріотичної клітини?

1866 року видатний німецький біолог Ернст Геккель на відміну від багатоклітинних тварин і рослин виділив так зване третє царство – **Протисти** (від грец. *протистос* – найперший). До цього царства він відніс усіх одноклітинних організмів. Частина сучасних учених вживає цей термін як назву нетканинного рівня організації (тобто тканини, утворені спеціалізованими клітинами та продуктами їхньої секреції, відсутні) переважно одноклітинних еукаріотичних організмів – рослин, тварин і грибів.

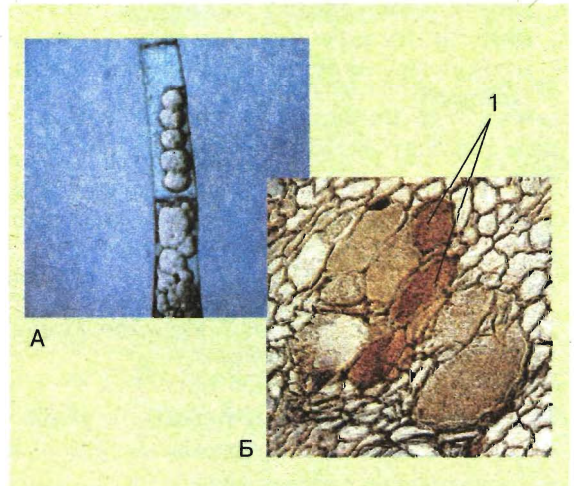
Іноколи належність одноклітинного організму до певного царства, на відміну від багатоклітинного, можливо встановити лише після ретельних досліджень. Наприклад, особливу групу паразитичних еукаріотів – мікроспоридій – довгий час вважали одноклітинними тваринами. Хазяїна (різноманітних тварин, зрідка – людину) заражають спори цього паразита (мал. 37.1). В оболонці спор виявили хітин, характерний для клітинних стінок грибів; саме до грибів частина сучасних учених нині відносить мікроспоридій.

Евглен одні вчені вважають тваринами, інші – водоростями. Серед цих водних еукаріотів відомі види, здатні до фотосинтезу, та гетеротрофні, зокрема паразитичні.

Так званих слизовиків (мал. 37.2) – паразитів рослин, цитоплазма яких оточена лише плазматичною мембраною, одні вчені відносять до тварин, інші – до грибів.



Мал. 37.1. Спора одноклітинних паразитичних еукаріотів – мікроспоридій: 1 – оболонка спори, до складу якої входить хітин; 2 – амебоїдний зародок з ядром; 3 – трубка, за допомогою якої амебоїдний зародок залишає спору



Мал. 37.2. Слизовики з родів *Вороніна* (А) та *Плазмодіофора* (Б): А – паразит у клітинах водорості; Б – зріз через корінь капусти (1 – розрослі клітини кореня, заповнені цистами паразита)





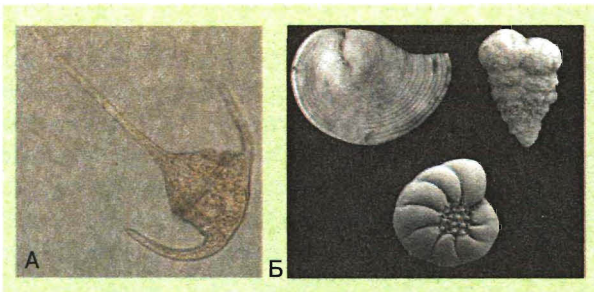
• **Особливості організації клітин одноклітинних еукаріотів.** Ми вже згадували, що клітини еукаріотів мають ядро (зазвичай одне, однак інколи число ядер сягає сотень і тисяч), хоча деякі з них (ситоподібні трубки вищих рослин, еритроцити більшості ссавців тощо) втрачають ядро під час дозрівання. Цитоплазма клітин еукаріотів містить різноманітні органиели, багато з яких оточені двома (мітохондрії, пластиди) або однією (ендоплазматична сітка, комплекс Гольджі, вакуолі тощо) мембранами. Клітини еукаріотів поділяються шляхами мітозу або мейозу.

Поверхневий апарат клітин різних груп протистів не завжди однакоий. У водоростей і грибів зовнішній шар клітини – щільна клітинна стінка, яка унеможливує утворення несправжніх ніжок (псевдоподій). У водоростей вона складається переважно з полісахаридів (целюлози та пектину). До складу клітинної стінки грибів входить ще й нітрогеновмісний полісахарид – хітин. У частини одноклітинних тварин клітина вкрита плазматичною мембраною з глікокаліксом. Вона може утворювати несправжні ніжки (як-от в амеб). В інших видів клітина має постійну форму завдяки наявності щільного підмембранного шару цитоплазми – пелікули (інфузорії, евлени та ін.), який у деяких набуває особливої міцності, утворюючи своєрідний панцир (мал. 37.3, А).

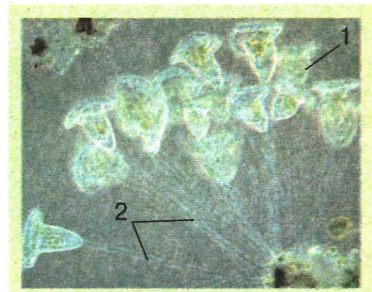
У багатьох одноклітинних тварин, як-от форамініфер (мал. 37.3, Б), клітина розташована в захисній черепашці. Основу черепашок складають органічні речовини, які секретує клітина тварини; черепашки часто просочені мінеральними сполуками або вкриті прилиплими піщинками, голками губок чи іншим стороннім матеріалом.

Майже в усіх одноклітинних тварин під плазматичною мембраною розміщений шар скоротливих волоконць, найкраще розвинений в амебоїдних форм. Вони дають змогу клітині змінювати форму, зокрема захоплювати тверді поживні частинки та пересуватись. У інфузорій-сувійок (мал. 37.4) є особливе скоротливе стебельце, за допомогою якого клітина кріпиться до субстрату.

Ядерні апарати одноклітинних і багатоклітинних еукаріотів можуть відрізнятися між собою. Так, у інфузорій і форамініфер є ядра двох типів: вегетативні – відповідають за регуляцію біосинтезу білків у клітині та інших процесів обміну речовин, генеративні – зберігають спадкову інформацію та забезпечують її передачу дочірнім клітинам під час розмноження.

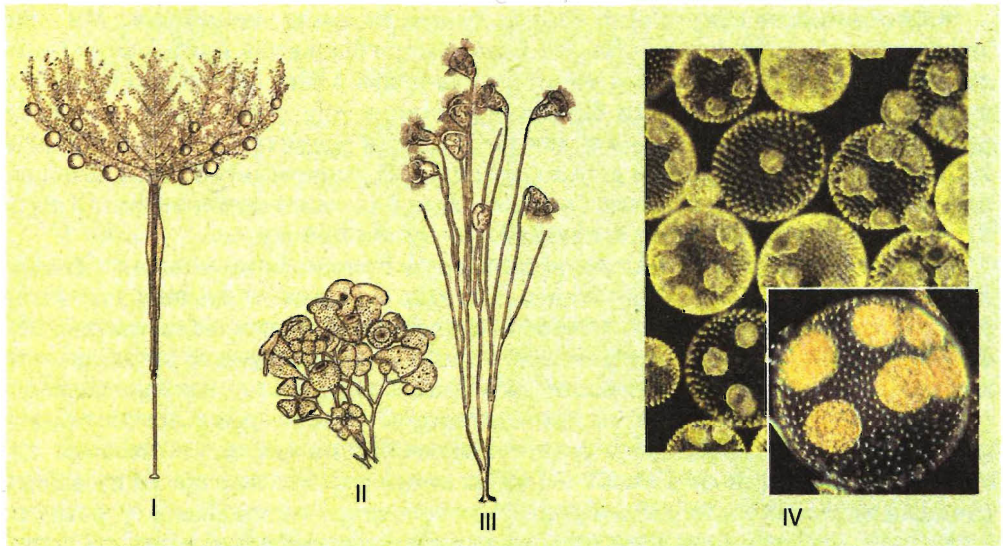


Мал. 37.3. Одноклітинні еукаріоти – мешканці водойм: А – прісноводний панцирний джгутиковий роду Цераріум; Б – черепашки морських форамініфер



Мал. 37.4. Поселення інфузорій-сувійок: 1 – клітина; 2 – стебельце





Мал. 37.5. Колонії інфузорій з родів Зоотамніум (I), Кархезіум (II) та Кампанела (III) і зеленої водорості з роду Вольвокс (IV)

У фотосинтезуючих видів одноклітинних у різних комбінаціях присутні пігменти: хлорофіли **a**, **b** та **c**, каротини, ксантофіли та інші. Ксантофіли надають хлоропластам різноманітних забарвлень: червоного (червоні водорості), бурого чи коричневого (діатомові водорості) тощо.

• **Колоніальні одноклітинні еукаріоти**, хоча і складаються з багатьох клітин одного чи кількох типів, але кожна з них здебільшого функціонує неузгоджено з іншими (мал. 37.5). Кількість клітин колонії може з часом змінюватись або залишається постійною (наприклад, у вольвоксу). Колонії здатні утворювати деякі інфузорії, радіолярії, дріжджі. Зв'язок між окремими клітинами в межах колоній може здійснюватися за допомогою цитоплазматичних містків (вольвокс) або слизової оболонки.

Серед вегетативних клітин колонії вольвоксу можна помітити більші за розміром. Вони забезпечують нестатеве розмноження: за рахунок їхнього поділу утворюються дочірні колонії, які згодом залишають тіло материнської та виходять назовні.

Колонії інфузорій можуть мати вигляд кущиків, на верхівках гілок яких розташовані окремі особини (див. мал. 37.5). Наприклад, колонії роду Зоотамніум мають вигляд пальми з 8–9 листками, кожен з яких вміщує кілька десятків дрібних особин та 1–2 великих. Великі особини відокремлюються від колонії, певний час плавають за допомогою війок, потім осідають на субстрат і дають початок новим колоніям.

Ключові терміни та поняття. Протисти.

В одноклітинних еукаріотів тіло складається з єдиної клітини, яка водночас є самостійним організмом. Одноклітинні та позбавлені тканин багатоклітинні еукаріоти (рослини, гриби, тварини) отримали загальну назву «протисти».



- ▶ Поверхневий апарат різних груп протистів має свої особливості: у водоростей і грибів зовнішній шар, розташований над мембраною, представлений твердою клітинною стінкою, яка складається переважно з полісахаридів (целюлози, пектину та хітину). В одноклітинних тварин клітина завжди вкрита плазматичною мембраною, яка може утворювати несправжні ніжки або ж має постійну форму завдяки наявності щільного підмембранного шару цитоплазми (пелікули).
- ▶ Серед одноклітинних відомі колоніальні види, які складаються з багатьох клітин одного чи кількох типів; така диференціація пов'язана із забезпеченням розмноження або розселення.



Запитання для самоконтролю

1. Чим різняться між собою одноклітинні та багатоклітинні еукаріоти? 2. Які особливості будови оболонки клітини в різних груп протистів? 3. У яких організмів існує диференціація ядер на вегетативні та генеративні? У чому полягає біологічне значення цього явища? 4. У чому різниця між колоніальними та багатоклітинними еукаріотичними організмами?

Поміркуйте. Чому одноклітинна еукаріотична істота побудована загалом складніше, ніж будь-яка окремо взята клітина багатоклітинного організму?

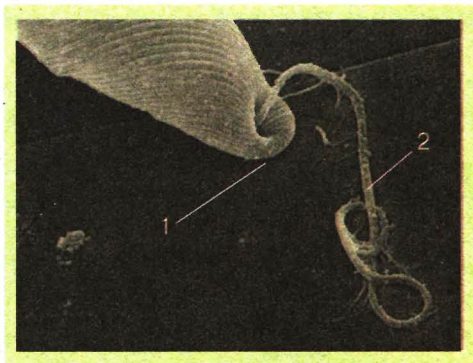
§ 38. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОДНОКЛІТИННИХ ЕУКАРІОТІВ



Пригадайте: яка будова джгутиків і війок? Які організми називають автотрофними, міксотрофними та гетеротрофними? Які будова та функції плазматичної мембрани?

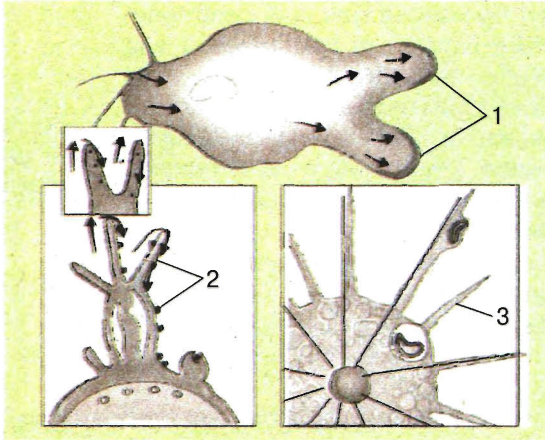
• **Рух протистів** забезпечують особливі органели: джгутики (мал. 38.1), війки або несправжні ніжки. Крім рухової функції джгутики та війки можуть виконувати й деякі інші. Інколи джгутики слугують для прикріплення, утворюючи стебельце (див. мал. 37.4). Рухи джгутиків і війок забезпечують постійні потоки води навколо клітини, які доносять до неї частинки їжі та очищують її поверхню від сторонніх часток.

Амебоїдний рух відбувається завдяки утворенню тимчасових виростів – несправжніх ніжок (псевдоподій). Вони можуть мати різну форму, інколи здатні зливатися між собою



Мал. 38.1. Довгий джгутик евглени зеленої (фотографію зроблено за допомогою сканувального мікроскопа): 1 – заглибина, в якій розташований джгутик (2)





Мал. 38.2. Типи несправжніх ніжок (стрілки вказують рух цитоплазми): 1 – широкі із заокругленою верхівкою; 2 – тонькі, здатні зливатися між собою; у такий спосіб вони утворюють ловильну сітку навколо клітини; 3 – тонькі нерозгалужені

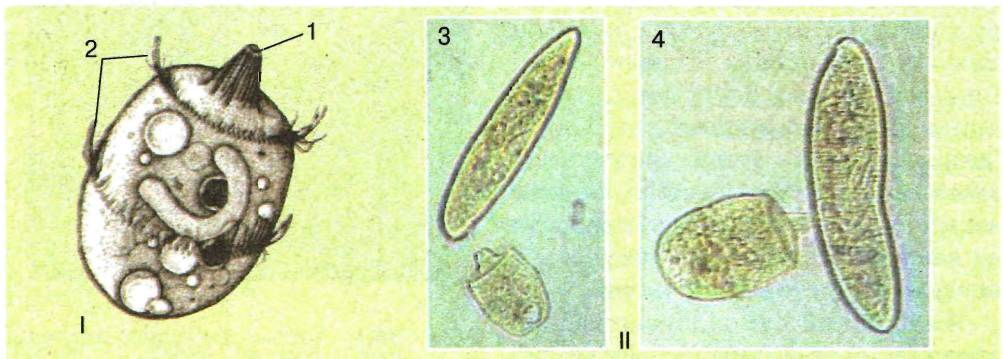


Мал. 38.3. Грегарина – одноклітинний паразит членистоногих

у певних ділянках та утворювати ловильну сітку для захоплення поживних частинок (мал. 38.2).

Ковзний рух притаманний лише небагатьом групам протистів: особливим найпростішим тваринам – грегаринам (мал. 38.3), діатомовим водоростям та деяким іншим. У грегарин ковзний рух відбувається за рахунок хвилеподібних рухів поздовжніх складок поверхні клітини, у діатомових водоростей – стікання слизу з поверхні клітини в певному напрямку.

• **Живлення одноклітинних еукаріотів.** Серед протистів за типом живлення виділяють автотрофів, гетеротрофів і міксотрофів. Гетеротрофи можуть поглинати їжу за допомогою піноцитозу або фагоцитозу (*пригадайте, як формуються травні вакуолі*). Різновидом фагоцитозу слугує висмоктування здобичі у хижих джгутикових або інфузорій (мал. 38.4).



Мал. 38.4. I. Хижа інфузорія дідіній: 1 – хоботок, на верхівці якого розташований ротовий отвір, проникає у тіло здобичі; 2 – пояски війок, за допомогою яких дідіній плаває. II. Дідіній (3, 4), що споживає інфузорію-туфельку



Багатом одноклітинним організмам притаманна складна поведінка, пов'язана з пошуком і захопленням їжі. Вона полягає в розпізнаванні рецепторними молекулами поверхні клітини хімічних речовин джерела живлення (іншої клітини, органічних частинок тощо).

Автотрофні (більшість водоростей) та міксотрофні (наприклад, евглена зелена, хламідомонада) протисти здатні до фотосинтезу. Запасними полісахаридами в них слугують крохмаль (зелені водорості), хризоламідарин (діатомові водорості) тощо. У гетеротрофів накопичується полісахарид глікоген.

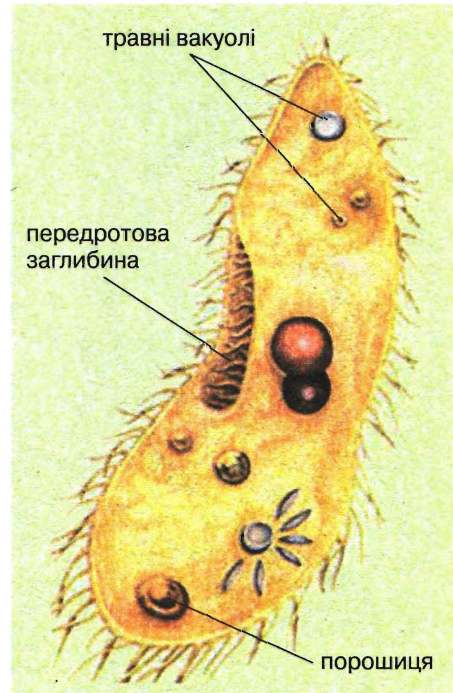
Неперетравлені тверді рештки в амебоподібних організмів можуть видалятися в будь-якому місці поверхні клітини, а в тих, які мають постійну форму тіла (наприклад, інфузорія-туфелька), для видалення цих решток слугує ділянка поверхні особливої будови – порошиця (мал. 38.5).

Функцію виділення з клітини надлишку води разом з розчиненими в ній продуктами обміну речовин здійснюють скоротливі вакуолі, притаманні здебільшого прісноводним протистам. У паразитичних видів і мешканців солоних водойм ці вакуолі здебільшого відсутні, а виділення відбувається через всю поверхню клітини.

• **Розмноження протистів** переважно нестатеве, інколи – статеве. Для багатьох видів (форамініфери, малярійний плазмодій тощо) характерні складні життєві цикли внаслідок чергування поколінь з різними формами розмноження.

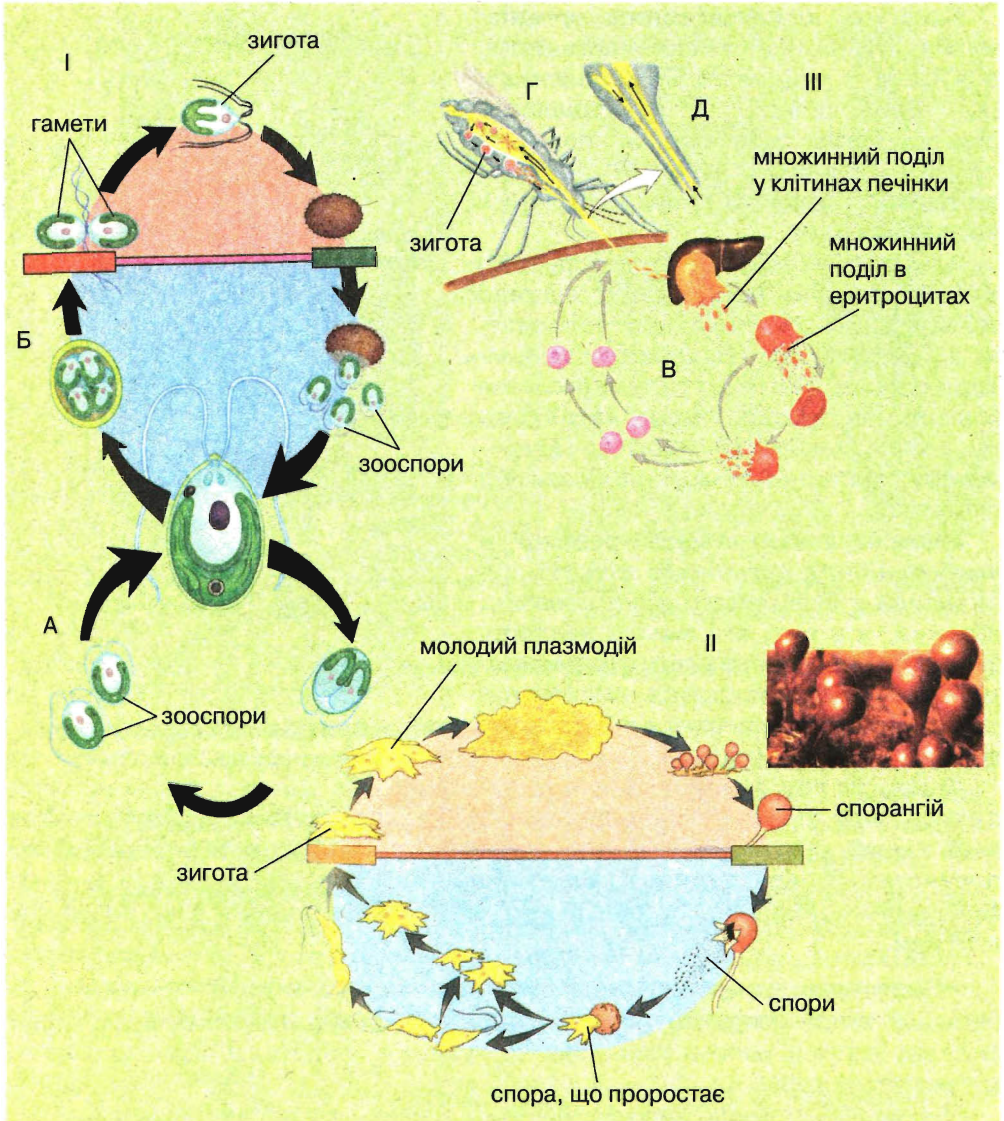
Нестатеве розмноження протистів відбувається у вигляді різновидів мітотичного поділу. У деяких випадках під час мітозу ядерна оболонка зберігається, і ядро перешнуровується навпіл після закінчення розходження хромосом до його полюсів (наприклад, у амеб, багатьох джгутикових тощо).

Нестатеве розмноження протистів може здійснюватися поділом навпіл (амеба протей, евглена зелена, інфузорія-туфелька та ін.), множинним поділом (малярійний плазмодій), брунькуванням (деякі інфузорії) або за допомогою рухомих (зооспори) чи нерухомих спор (водорості, гриби). У процесі брунькування від більшої (материнської) клітини може відокремлюватися одна або декілька дрібніших (дочірніх). Унаслідок множинного поділу ядро клітини багаторазово поділяється, а згодом навколо кожного з дочірніх ядер відокремлюється ділянка цитоплазми і виникають десятки або сотні дрібних дочірніх клітин (форамініфери).



Мал. 38.5. Система органел травлення інфузорії-туфельки





Мал. 38.6. I. Розмноження хламідомонади: нестатеве (А) та статеве (Б). II. Розмноження слизових споровиків. III. Цикл розвитку малярійного паразита: В – нестатеві покоління в організмі людини; Г – статеве розмноження та розвиток нестатевих поколінь в організмі комара; Д – потрапляння рухливих клітин зі слинних залоз комара в кров людини

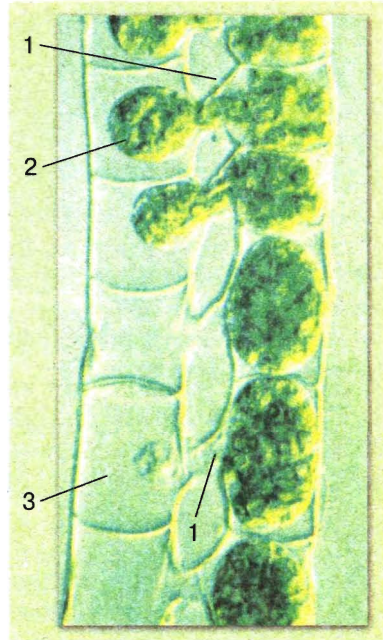
Статевий процес у протистів здебільшого може відбуватись у формі злиття статевих клітин – гамет та кон'югації. В одних видів (хламідомонади, форамініфери) усі гамети однакові, в інших (малярійний паразит, вольвокс) – жіночі та чоловічі статеві клітини різняться між собою (мал. 38.6).

Кон'югація відома в інфузорій, водоростей і грибів. Під час кон'югації дві клітини інфузорій обмінюються мігруючими ядрами. У нитчастої





Мал. 38.7. Кон'югація у спірогіри: 1 – цитоплазматичний місток між двома клітинами; 2 – вміст однієї клітини переходить до іншої з утворенням зиготи; 3 – покинута клітинна оболонка



водорості спірогіри між окремими клітинами двох ниток виникають цитоплазматичні містки, якими вміст однієї клітини переходить в іншу з утворенням зиготи (мал. 38.7). У подальшому зигота проростає новою ниткою клітин.

• Поведінка одноклітинних еукаріотів.

Подібно до інших організмів, протистам притаманна *подразливість*, тобто здатність сприймати подразники довкілля і певним чином на них відповідати. Рухові реакції протистів мають назву таксисів. *Таксиси* (від грец. *таксис* – розміщення) – спрямовані рухи організмів у напрямку до (*позитивний таксис*) або від (*негативний таксис*) подразника. Наприклад, клітини

евглени зеленої або хламідомонади рухаються в бік джерела освітлення завдяки наявності особливого світлочутливого утвору – вічка.

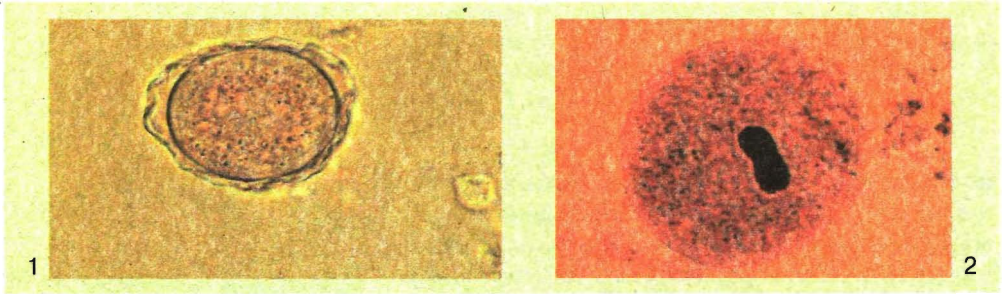
• **Адаптації протистів до середовища мешкання.** Існування в різноманітних середовищах мешкання можливе завдяки наявності в протистів різноманітних пристосувань (адаптацій) до чинників довкілля. Наприклад, у мешканців товщі води є різноманітні вирости черепашки, клітинної стінки внутрішньоклітинного скелета чи панцира у вигляді шипів, радіально розташованих голок (наприклад, у деяких форамініфер і променяків), які збільшують площу поверхні клітини, одночасно зменшуючи її вагу. Вільному ширянню в товщі води сприяє й сітка з тонких несправжніх ніжок (променяки) або включення краплин жироподібної речовини в цитоплазмі (променяки, панцирні джгутикові тощо).

У протистів, які ведуть сидячий спосіб життя, є утвори, за допомогою яких вони прикріплюються до субстрату, наприклад прикріпне стебельце інфузорій-сувійок (мал. 37.4).

Існування у дрібних заповнених водою шпаринах ґрунту (капілярах) також позначається на певних особливостях будови. Клітини ґрунтових протистів у 5–10 разів дрібніші порівняно з розмірами близьких видів – мешканців прісних чи солоних водойм, часто пласкі, дещо спрощеної будови.

Інцистування. Посушливі періоди та низькі температури одноклітинні тварини переживають у вигляді особливих стадій спокою – цист. У процесі утворення цист (інцистування) може відбуватися складна перебудова клітини. Наприклад, в інфузорій під час інцистування зникають структури, пов'язані з активним життям (війки, органели захоплення їжі, вакуолі тощо), цитоплазма зневоднюється, ущільнюється і навколо клітини формуються захисні оболонки (зазвичай їх не менше двох)





Мал. 38.8. Цисти амеби (1) та інфузорії (2)

(мал. 38.8). Ці оболонки характеризуються низькою проникністю і здійснюють механічний та хімічний захист клітини, яка зберігає життєздатність в інцистованому стані протягом місяців і навіть років. Цисти можуть забезпечувати поширення протистів вітром, водою чи за участі живих істот.

Ключові терміни та поняття. *Інцистування, таксиси.*

- ▶ Рух протистів забезпечують джгутики, війки, псевдоподії, хвилеподібні скорочення поверхні клітини або спрямоване стікання слизу.
- ▶ Серед протистів за типом живлення розрізняють автотрофів, гетеротрофів і міксотрофів. Неперетравлені тверді рештки в амебоподібних організмів можуть видалятися в будь-якому місці поверхні клітини, а в тих, які мають постійну форму тіла (наприклад, інфузорія-туфелька), для видалення цих решток слугує особлива ділянка поверхні – порошиця. Функцію виділення з клітини надлишку води разом з розчиненими в ній продуктами обміну речовин здійснюють скоротливі вакуолі, притаманні здебільшого прісноводним протистам. У паразитичних видів і мешканців солоних водойм ці вакуолі відсутні.
- ▶ У протистів відомі нестатеві та статеві форми розмноження. Нестатеве розмноження може відбуватися шляхом поділу навпіл, множинного поділу, брунькування та ін. Статевий процес здійснюється у вигляді злиття гамет з утворенням зиготи. Для багатьох видів характерні складні життєві цикли внаслідок чергування поколінь з різними формами розмноження. Для переживання несприятливих умов протисти утворюють спори (водорості та гриби) або цисти (одноклітинні тварини).
- ▶ Протистам притаманна подразливість – здатність сприймати подразники довкілля і певним чином на них відповідати. Рухові реакції на подразники мають назву таксисів.

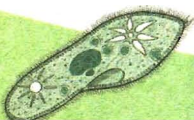
Коротко
про
головне



Запитання для самоконтролю

1. Які форми руху спостерігають у протистів? Які органи їх забезпечують?
2. Як у протистів видаляються рештки їжі та виділяються кінцеві продукти обміну речовин?
3. Як розмножуються протисти?
4. Що таке кон'югація? Яке її біологічне значення?
5. Як протисти переживають несприятливі умови?

Поміркуйте. Що спільного та відмінного у розмноженні прокариотів та одноклітинних еукаріотів?





§ 39. РОЛЬ ПРОТИСТИВ У ПРИРОДІ ТА ГОСПОДАРСТВІ

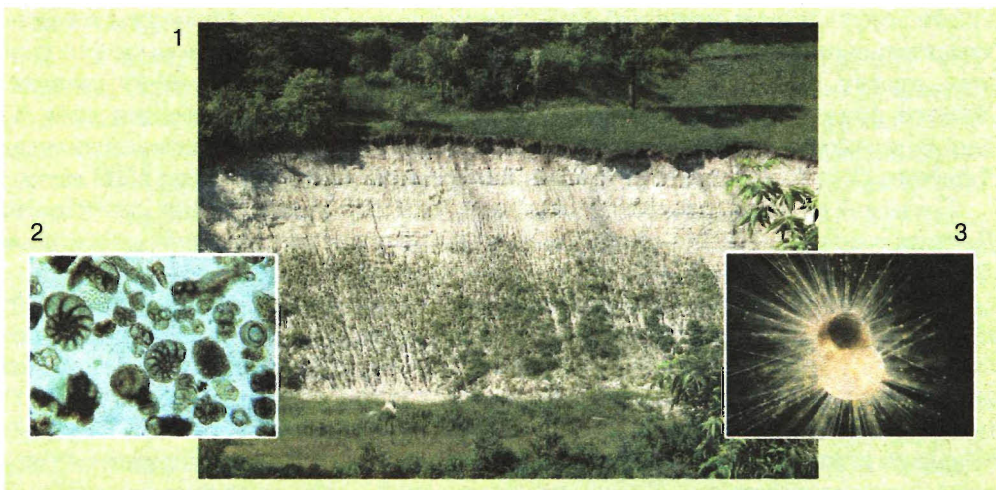


Пригадайте: що таке біологічний спосіб боротьби із шкідливими видами? Що таке керовні копалини? Що таке симбіоз і мутуалістичні взаємозв'язки? Що таке антибіотики та вітаміни?

• **Роль у природі.** Одноклітинні еукаріоти, клітина яких має мінеральні черепашки (форамініфери), панцир (діатомові водорості) чи мінеральний внутрішньоклітинний скелет (променяки) відіграють важливу роль в утворенні осадових порід. З решток організмів, до складу оболонок (наприклад, червона водорість кораліна) або черепашок (форамініфери) яких входить карбонат кальцію, за сотні мільйонів років утворилися значні поклади вапняку та крейди (мал. 39.1). Унаслідок гороутворюючих процесів дно морів разом з вапняками підіймалося й перетворювалося на суходіл. Так виникали крейдяні пагорби та цілі гірські ланцюги, такі як Піренеї, Альпи, Гімалаї. Панцирі відмерлих діатомових водоростей, що складаються з SiO_2 , осідаючи на дно, протягом мільйонів років утворили осадові породи *діатоміти*. Ці поклади використовують для виробництва вибухівки – динаміту. Внутрішній скелет багатьох променяків також складається із SiO_2 . Ці скелети утворили осадові породи *радіолярити*, з яких складається, наприклад, острів Барбадос у Карибському морі, а також поклади таких напівкоштовних каменів, як яшма, опали, халцедон тощо (мал. 39.2).

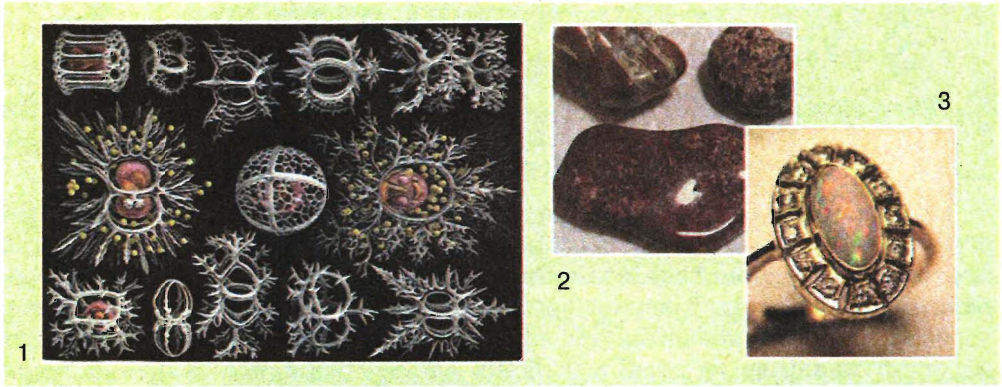
Викопні рештки форамініфер, діатомових водоростей та інших, які добре зберігаються у складі осадових порід, людина застосовує як **керовні копалини**. Оскільки кожна геологічна епоха мала особливий видовий склад цих істот, це дає можливість визначити час утворення тих чи інших порід. Дослідники використовують такі рештки для пошуку покладів корисних копалин, які виникли в певний час історії Землі.

Автотрофні протисти – мешканці водойм – синтезують значну кількість органічних сполук, які можуть споживати інші організми. Крім



Мал. 39.1. Крейдяні пагорби на Поділлі (1); різноманітні черепашки форамініфер (2); з отворів черепашок виходять численні псевдоподії (3)





Мал. 39.2. Різноманітність скелетів променяків, або радіолярій (1) (малюнок, зроблений Е. Геккелем в 60-ті роки XIX сторіччя); яшма (2); прикраса з опалом (3)

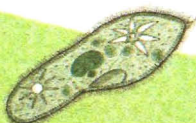
того, у процесі фотосинтезу вони виділяють значну кількість кисню, підтримуючи постійний склад газів в атмосфері. Одноклітинні еукаріоти, здатні поглинати розчини органічних сполук, беруть участь у процесах самоочищення водойм.

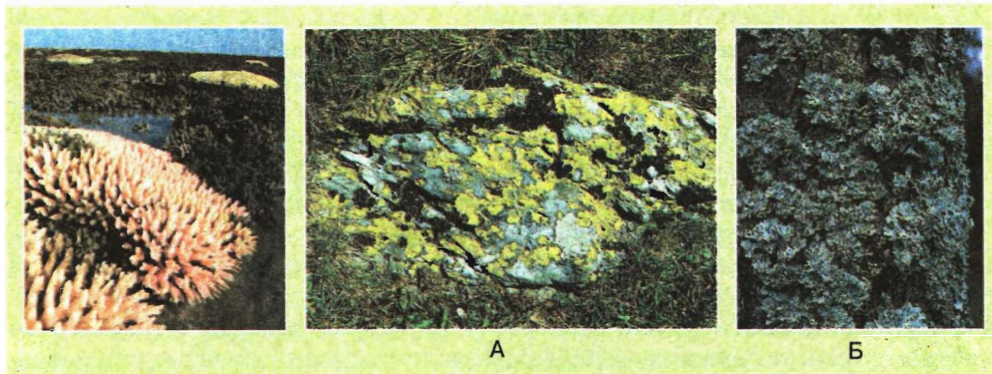
За видовим складом протистів можна визначити санітарний стан водойм. Наприклад, евглена червона мешкає у чистих водоймах, а евглена зелена надає перевагу воді зі значним умістом органічних речовин. Як ви пригадуєте, з подібною метою використовують і прокаріотів, наприклад кишкову паличку. Методи визначення стану довкілля за допомогою видового складу організмів називають **біологічною індикацією (біоіндикацією)**.

Важлива роль одноклітинних еукаротів у забезпеченні родючості ґрунтів. Гриби розкладають рештки організмів до мінеральних сполук, які споживають зелені рослини. При цьому вони виділяють велику кількість вуглекислого газу, необхідного для фотосинтезу. Крім того, ґрунтові гриби беруть участь у синтезі органічних сполук, з яких формується родючий гумусовий шар ґрунту. Ґрунтові водорості як фотосинтетики утворюють значну кількість органічних речовин та збагачують ґрунт киснем. Масове розмноження ґрунтових водоростей, так зване цвітіння ґрунту, є прикметою доброго врожаю. Найчастіше це явище спостерігають навесні й восени. У цей час маса ґрунтових водоростей може сягати до 1500 кг/га.

Ґрунтові та водні протисти слугують для живлення інших організмів. Деяких з них, наприклад інфузорій, людина розводить для вигодовування личинок і мальків риб.

Багато видів протистів здатні вступати в різні форми симбіозу з іншими організмами. Часто це співіснування має характер мутуалістичних відносин. Усі ви знаєте про коралові рифи. Так от, для утворення масивного зовнішнього вапнякового скелета колонії коралових поліпів (мал. 39.3) потрібно, щоб у їхніх клітинах оселилися певні види водоростей. Водорості можуть оселятись і в клітинах інших багатоклітинних тварин – гідр, війчастих червів тощо. Водорості постачають клітинам тварин кисень і синтезовані органічні сполуки, а натомість отримують притулок і неорганічні речовини, необхідні для здійснення фотосинтезу.





Мал. 39.3. Скелет коралових поліпів утворюється за рахунок їхнього симбіозу з клітинами водоростей

Мал. 39.4. Лишайники ростуть на каменях (А – корковий лишайник) і стовбурах дерев (Б – листоватий лишайник)

У кишечнику деяких комах, наприклад термітів і тарганів, обов'язково присутні особливі одноклітинні багатоджгутикові тварини. Вони виробляють фермент, який розщеплює клітковину, а самі знаходять в організмі комахи притулок і запаси їжі. У шлунку трав'яних жуйних тварин живуть різні інфузорії, сумарна маса яких може сягати кількох кілограмів. Ці інфузорії живляться бактеріями, що мешкають там само, особливої користі вони організму хазяїна не приносять, хоча і шкоди не завдають.

Одноклітинні водорості в симбіозі з грибами утворюють лишайники (мал. 39.4). Вони синтезують органічні речовини, які споживає гриб, а той, у свою чергу, постачає клітинам водоростей необхідні для фотосинтезу воду та мінеральні сполуки.

• Роль у господарстві та житті людини. Різні види мікроскопічних грибів людина використовує для промислового отримання антибіотиків, вітамінів, продуктів спиртового бродіння тощо.

Перший антибіотик пеніцилін було отримано із цвілевого гриба роду Пеніцил. Нагадаємо, що **антибіотики** – це біологічно активні речовини, які в невеликих кількостях вибірково пригнічують життєдіяльність певних мікроорганізмів або затримують розмноження клітин злоскісних пухлин. Суть дії цих сполук полягає в тому, що одні з них порушують утворення поверхневого апарату та цілісність біологічних мембран (наприклад, пеніцилін), інші – синтез білків чи нуклеїнових кислот мікроорганізмів (наприклад, тетрациклін). Антибіотики є продуктами життєдіяльності різноманітних мікроорганізмів. Крім природних антибіотиків існують штучні, отримані за допомогою хімічного синтезу на підприємствах мікробіологічної промисловості.

Застосовувати антибіотики слід вкрай обережно і лише способом та у дозах, прописаних лікарем. Хвороботворні мікроорганізми досить швидко стають несприйнятливими до цих сполук; тому вчені постійно селекціонують штами мікроорганізмів, здатних утворювати антибактеріальні та антивірусні речовини, та добувають з них нові і нові антибіотики.



Різні види дріжджів використовують у пекарській промисловості, виробстві, пивоварінні, для отримання спирту та деяких кисломолочних продуктів, зокрема кефіру. Певні види протистів застосовують для очищення промислових і побутових стічних вод, у біологічному способі боротьби із шкідливими видами, зокрема кровосисними комарами.

Одноклітинні еукаріоти можуть завдавати шкоди здоров'ю та господарству людини. Багато видів цвілевих грибів здатні псувати продукти харчування.

Паразитичні протисти, оселяючись в організмах людини, тварин і рослин, спричиняють різноманітні *інфекційні* (від лат. *інфекціо* – заражаю) та *інвазійні* (від лат. *інвазіо* – напад) захворювання. Збудниками інфекційних захворювань бувають віруси, бактерії та гриби, а інвазійних – тварини. До організму хазяїна паразитичні протисти можуть проникати через шлунково-кишковий тракт разом з їжею чи водою (дизентерійні амеби тощо). У разі необережного поводження з котами, в організм людини через подряпини або кишковий тракт можуть проникати одноклітинні тварини – токсоплазми. Токсоплазмоз – це захворювання, особливо небезпечне для вагітних жінок, оскільки хвора мати може передавати збудника зародку через плаценту. Уражуються лімфатичні вузли, м'язи, нервова система, органи зору тощо.

З водою у носову порожнину людини під час купання в багатих на водну рослинність стоячих прісних водоймах можуть потрапити деякі вільноживучі амеби. Згодом вони проникають до клітин кори головного мозку, де масово розмножуються, що призводить до запалення мозку та смерті.

Через пошкодження покривів можуть проникати паразитичні одноклітинні гриби, що уражають шкіру, нігті, волосся тощо. Зокрема, від бродячих собак і котів людина може заразитися стригучим лишаєм та іншими небезпечними грибковими захворюваннями. Під час статевих контактів можливе зараження деякими паразитичними одноклітинними тваринами (трихомонадами) та грибами.

Стригучий лишай – захворювання шкіри, волосся та нігтів, яке викликають грибки з роду Трихофітон. Спори гриба передаються через контакти з хворим, його одягом, посудом, хатніми тваринами тощо. Свою назву це захворювання отримало тому, що волосся на вражених ділянках стає коротеньким, наче стриженим. На шкірі розвиваються плями, утворюються численні луски, які відпадають. Зрештою, вражені місця запалюються та виділяють гній. Особливо часто ця інфекція вражає дітей шкільного віку.

Потрапляння паразитичних одноклітинних тварин в організм людини та хребтних тварин можливе через укуси переносників – кровосисних комах або кліщів (мал. 39.5). Так, малярійні комарі передають збудників



Мал. 39.5. Кровосисні комахи та кліщі – переносники збудників інвазійних захворювань людини і хребтних тварин: 1 – мошка; 2 – комар; 3 – кліщ





малярії, кровосисні мухи це-це – збудників сонної хвороби, кліщі – паразитів крові собак, великої рогатої худоби, а зрідка й людини – *пироплазм*. Хвороби, які вони викликають (*пироплазмози*), супроводжуються недокрів'ям і можуть завершитися смертю.

Ключові терміни та поняття. Керівні копалини, біологічна індикація стану довкілля.

- ▶ Одноклітинні еукаріоти, клітина яких має черепашку, панцир чи мінеральний внутрішньоклітинний скелет, відіграють важливу роль в утворенні осадових порід – вапняків, крейди, діатомітів, радіоляритів тощо.
- ▶ Високі рештки протистів використовують як керівні копалини для визначення віку осадових порід.
- ▶ Автотрофні протисти синтезують значну кількість органічних сполук, які можуть споживати інші організми, та виділяють значну кількість кисню, підтримуючи постійний склад газів в атмосфері.
- ▶ Протисти, здатні поглинати розчини органічних сполук, беруть участь у процесах самоочищення водойм. За видовим складом протистів можна визначити санітарний стан водойм. Методи визначення стану довкілля за допомогою видового складу організмів називають біологічною індикацією (біоіндикацією).
- ▶ Протисти розкладають рештки організмів, а також збагачують ґрунт органікою. Ґрунтові гриби беруть участь у синтезі органічних сполук, з яких формується родючий гумусовий шар ґрунту. Ґрунтові та водні протисти слугують для живлення інших організмів. Деяких з них людина розводить для відгодівлі личинок і мальків риб. Певні види застосовують для очищення промислових і побутових стічних вод, у біологічному способі боротьби із шкідливими видами, зокрема кровосисними комарами.
- ▶ Різні види мікроскопічних грибів людина використовує для промислового отримання антибіотиків, вітамінів, продуктів спиртового бродіння тощо.
- ▶ Деякі види протистів можуть завдавати значної шкоди здоров'ю та господарству людини. Багато видів грибів здатні псувати продукти харчування, виробляючи отруйні (токсичні) сполуки. Паразитичні протисти, оселяючись в організмах людини, тварин і рослин, спричиняють різноманітні інфекційні та інвазійні захворювання.

Коротко
про
головне



Запитання для самоконтролю

1. Яка роль протистів в утворенні осадових порід? 2. Які організми називають керівними копалинами? Де їх застосовують? 3. Яка роль протистів у процесах ґрунтоутворення? 4. Що таке біологічна індикація стану довкілля? 5. Які особливості симбіозу протистів з іншими організмами? 6. Яких протистів людина використовує для отримання лікарських препаратів та харчових продуктів? 7. Які захворювання людини, свійських тварин та рослин викликають протисти?

Поміркуйте. Про що свідчить наявність у прісній водоймі великої кількості планктонних гетеротрофних протистів?



ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ПОРІВНЯННЯ СИМПТОМІВ ЗАХВОРЮВАНЬ, ЯКІ СПРИЧИНЯЮТЬ ВІРУСИ І БАКТЕРІЇ

Мета: навчитися розрізняти вірусні та бактеріальні хвороби за симптомами, які проявляються у хворого.

Хід роботи:

1. Порівняйте симптоми захворювань на ангіну та дифтерію.
2. З'ясуйте причину, джерело інфекції і спосіб зараження.
3. Порівняйте симптоми захворювань на грип та гострі респіраторні вірусні інфекції (ГРВЗ).
4. З'ясуйте причину, джерело інфекції і спосіб зараження.
5. З'ясуйте основні засоби лікування і способи профілактики бактеріальних і вірусних захворювань.
6. Зробіть висновки щодо схожості й відмінності проявів бактеріальних і вірусних захворювань.

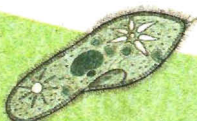
ТЕСТ НА ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАНЬ

I. ВИБЕРІТЬ ІЗ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВІДПОВІДЕЙ ПРАВИЛЬНУ

1. Назвіть метод, за допомогою якого можна визначати санітарний стан довкілля: а) порівняльно-описовий; б) біологічної індикації; в) математичної статистики; г) електронно-мікроскопічні дослідження.
2. Визначте, які з біологічних систем перебувають на організмовому рівні організації: а) пріони; б) дріжджі; в) віруси; г) віроїди.
3. Визначте, що таке подразливість: а) здатність організмів до фотосинтезу; б) здатність організмів до сприйняття певних впливів зовнішнього і внутрішнього середовища та відповіді на них; в) здатність організмів до виділення продуктів обміну речовин; г) здатність організмів до розмноження.
4. Визначте, як називають реакції на подразники довкілля, які відбуваються у вигляді руху усього організму в напрямку подразника або від нього: а) таксиси; б) тропізми; в) настії; г) нутації.
5. Зазначте, чим клітини прокаріотів відрізняються від клітин еукаріотів: а) відсутністю клітинної стінки; б) відсутністю плазматичної мембрани; в) відсутністю мітохондрій; г) відсутністю рибосом.
6. Зазначте органели, які притаманні як клітинам прокаріотів, так і клітинам еукаріотів: а) ядро; б) мітохондрії; в) рибосоми; г) ендоплазматична сітка.

II. ВИБЕРІТЬ ІЗ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВІДПОВІДЕЙ ДВІ ПРАВИЛЬНІ

1. Назвіть одноклітинні організми, які можуть утворювати колонії: а) протисти; б) губки; в) ціанобактерії; г) бурі водорості.
2. Назвіть групи мікроорганізмів, здатних вступати з організмом хазяїна в мутуалістичні відносини: а) бульбочкові бактерії; б) пурпурні бактерії; в) бактерії, які мешкають у рубці жуйних тварин; г) паличка ботулізму.
3. Укажіть органели, які можуть зустрічатись у прокаріотів: а) лізосоми; б) скоротливі вакуолі; в) газові вакуолі; г) рибосоми.
4. Укажіть організми, які належать до прокаріотів: а) стафілококи; б) пріони; в) віруси; г) ціанобактерії.





5. Зазначте процеси, які здатні здійснювати ціанобактерії: а) фотосинтез; б) джгутиковий рух; в) фіксування атмосферного азоту; г) фагоцитоз.
6. Укажіть функції, які виконують спори бактерій: а) розмноження; б) синтез білків; в) переживання несприятливих умов; г) поширення.

III. ЗАВДАННЯ НА ВСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ

1. Визначте відповідність органел і структур клітини групам організмів, у клітинах яких вони трапляються:

Групи організмів	Органели та структури
А Зелені водорості	1 Псевдоподії
Б Ціанобактерії	2 Хлоропласти
В Амеба протей	3 Нуклеоїд
Г Клітини інфузорій	4 Ядра вегетативні та генеративні
	5 Вакуолі з клітинним соком

2. Визначте, які типи живлення притаманні перерахованим видам одноклітинних еукаріотичних організмів:

Тип живлення	Представники
А Автотрофи	1 Евглена зелена
Б Міксотрофи	2 Амеба протей
В Гетеротрофи	3 Кишкова паличка
	4 Вольвокс

3. Встановіть відповідність між групами прокариотів і притаманними їм ознаками:

Групи прокариотів	Ознаки
А Бульбочкові бактерії	1 Паразитичний спосіб життя
Б Ціанобактерії	2 Здатність до хемосинтезу
В Зелені бактерії	3 Фотосинтез з виділенням кисню
Г Нітрифікуючі бактерії	4 Фотосинтез без виділення кисню
	5 Здатність фіксувати атмосферний азот

IV. ЗАПИТАННЯ З ВІДКРИТОЮ ВІДПОВІДДЮ

1. Чому деякі вільноживучі види протистів, потрапивши в організм людини або тварин, переходять до паразитичного способу життя?
2. Чому в клітинах одноклітинних протистів різноманітність органел більша, ніж у клітинах багатоклітинних еукаріотів?
3. Чому справжні багатоклітинні організми відомі лише серед еукаріотів?



ТЕМА 3. БАГАТОКЛІТИННІ ОРГАНІЗМИ

- особливості будови та функцій багатоклітинних організмів;
- регуляторні системи багатоклітинних організмів;
- колоніальні багатоклітинні організми.

§ 40. БАГАТОКЛІТИННІ ЕУКАРІОТИ



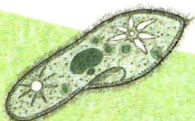
Пригадайте: до яких царств живої природи належать багатоклітинні організми? Що таке вегетативне розмноження? Які рівні організації життя вам відомі? Які особливості будови клітин рослин, грибів і тварин?

• **Царства еукаріотів.** Раніше ми розглянули особливості організації одноклітинних еукаріотів. Багатоклітинні еукаріоти належать до одного з трьох царств: Рослини, Гриби і Тварини. Усі багатоклітинні еукаріоти перебувають на організмовому рівні організації живої матерії. Інколи для зручності застосування описово-порівняльного методу досліджень гістологи виділяють *тканинний* та *органний рівні організації*. На відміну від справжніх рівнів організації (клітинний, організмовий, популяційно-видовий, екосистемний та біосферний), ці шаблі не мають специфічних рис обміну речовин і перетворень енергії, нездатні до автономного існування в природному середовищі.



Мал. 40.1. Міксотрофні рослини: 1 – комахоїдна рослина росичка; 2 – рослина-напівпаразит (омела)

• **Царство Рослини.** Як ви пригадуєте, клітини рослин оточені щільною клітиною стінкою, розташованою поверх плазматичної мембрани. До її складу входять різні полісахариди, насамперед целюлоза. Зв'язки між сусідніми клітинами забезпечуються завдяки плазмодесмам. Цитоплазма клітин рослин часто містить вакуолі з клітинним соком, а також різні пластиди. Завдяки наявності хлорофілу більшість рослин здатна до фотосинтезу, тобто автотрофного живлення. Комахоїдні (росичка, непентес та ін.; мал. 40.1, 1) або так звані напівпаразитичні (наприклад, омела; мал. 40.1, 2) рослини належать до міксотрофів. Ці рослини здатні до фотосинтезу, однак поряд із цим споживають органічні сполуки комах (комахоїдні рослини) або в складі соків рослини-хазяїна (омела). Деякі паразитичні рослини (наприклад, Петрів хрест, пови́тиця; мал. 40.2) – гетеротрофні; вони не мають





хлорофілу і живляться виключно органічними сполуками.

Унаслідок фотосинтезу в цитоплазмі рослинних клітин відкладаються полісахариди, як-от крохмаль. Крім хлорофілів, у клітинах рослин часто містяться жовті, червоні або бурі пігменти (ксантофіли, антоціани тощо), що надає відповідного забарвлення їхнім клітинам.

• **Царство Гриби** об'єднує гетеротрофні організми, серед яких відомі сапротрофні, симбіотрофні та паразитичні види. *Симбіотрофами* називають організми, живлення яких залежить від істот інших видів, з якими вони перебувають у мутуалістичних відносинах (мал. 40.3). До складу клітинних стінок грибів часто, крім інших полісахаридів, входить нітрогеновмісний полісахарид хітин. У цитоплазмі відсутній клітинний центр (*пригадайте його будову та функції*). Там само запасасться полісахарид глікоген, а у вакуолях – гранули білків. Продуктом обміну нітрогеновмісних сполук є сечовина. У плодових тілах і грибниці часто є кілька типів клітин, проте справжні тканини відсутні.

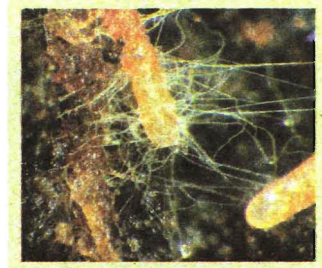
• **Царство Тварини.** Багатоклітинні тварини виключно гетеротрофи, хоча деякі з них містять у клітинах симбіотичні водорості, унаслідок чого набувають зеленого кольору (наприклад, деякі види губок, гідр, війчастих червів; мал. 40.4). Більшість багатоклітинних тварин здатна активно пересуватися за допомогою м'язів.

Тваринні клітини не мають щільної стінки, над плазматичною мембраною розташований лише тонкий пружний шар глікокаліксу. Завдяки відсутності щільної клітинної стінки певні типи клітин здатні до фагоцитозу. Запасним полісахаридом, як і у грибів, є глікоген.

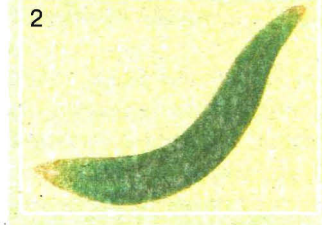
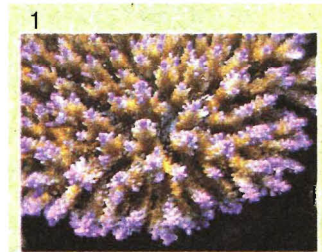
• **Особливості організації багатоклітинних еукаріотів.** Ми вже згадували, що кожна клітина, яка входить до складу *багатоклітинних організмів*, призначена для здійснення лише певних функцій. Відповідно різні типи клітин відрізняються за особливостями будови, тобто вони диференційовані. Тому функціонування багатоклітинного організму як цілісної біологічної системи забезпечене узгодженою діяльністю всіх його клітин. У багатоклітинних еукаріотів різноманітні прояви процесів життєдіяльності (живлення, дихання, виділення, подразливість тощо) лише частково здійснюються на клітин-



Мал. 40.2. Паразитична гетеротрофна рослина Петрів хрест



Мал. 40.3. Мікориза – наслідок симбіозу шапкових грибів з кореневою системою рослин



Мал. 40.4. Тварини, що мають у своїх клітинах водорості: 1 – коралові поліпи з роду Акропора; 2 – війчастий черв'як

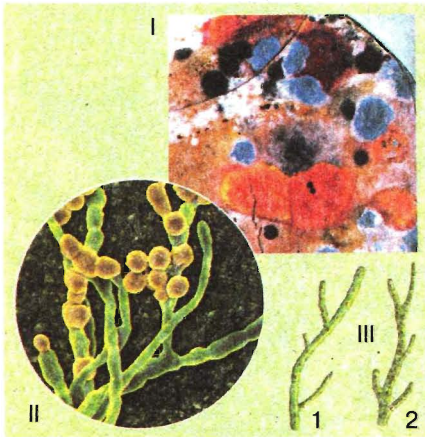


ному рівні, а переважно – завдяки взаємодії тканин, органів та систем органів.

Для багатоклітинних організмів характерний індивідуальний розвиток (**онтогенез**), який починається від зародження і закінчується смертю. Онтогенез, у свою чергу, включає зародковий і післязародковий періоди розвитку.

Серед багатоклітинних так само, як і серед одноклітинних, трапляються **колоніальні організми**. Вони утворюються внаслідок вегетативного розмноження, коли особини дочірніх поколінь залишаються сполученими з материнською (наприклад, колонії коралових поліпів).

• **Багатоклітинні організми, що не мають тканин.** У багатоклітинних грибів, водоростей і деяких тварин (наприклад, губок) виражених тканин немає, бо їхні клітини слабо взаємодіють між собою. Зовнішній шар клітин утворює покриви, які відокремлюють внутрішнє середовище організму від зовнішнього.



Мал. 40.5. Гриби – царство гетеротрофних організмів: I – міцелій цвілевих грибів на хлібі; II – гіфи цвілевих грибів, на верхівках яких утворюються спори; III – гіфи грибів (1 – не поділені перетинками на окремі клітини; 2 – поділені на окремі клітини)

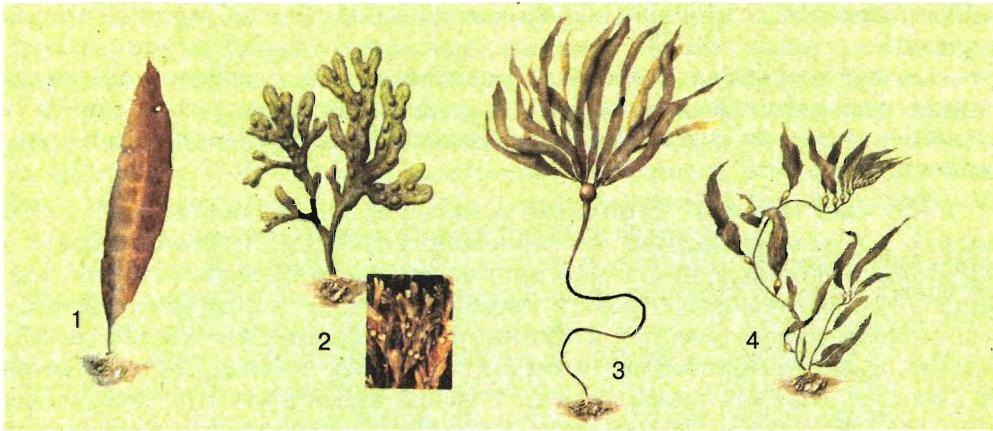
Тіло багатоклітинних грибів складається з послідовно розміщених клітин, які утворюють нитки – **гіфи**. Гіфам притаманні верхівковий ріст і бічне галузнення. Їхня сукупність має назву **грибниця**, або **міцелій** (мал. 40.5). Гіфи здатні швидко рости: є гриби, у яких за одну добу утворюється міцелій завдовжки десятки метрів. Частина міцелію розташована всередині середовища, на якому зростає гриб (субстратний міцелій), частина – на його поверхні (повітряний міцелій). За рахунок повітряного міцелію утворюються так звані плодові тіла, які слугують для розмноження спорами. Усі гриби – гетеротрофні організми.

Тіло **багатоклітинних водоростей** має назву **талом**, або **слань**. Різні групи водоростей розрізняються за сукупністю пігментів, структурою хлоропластів, продуктами фотосинтезу, особливостями будови мітохондрій тощо. Відділ бурих (мал. 40.6) водоростей представлено виключно багатоклітинними видами.

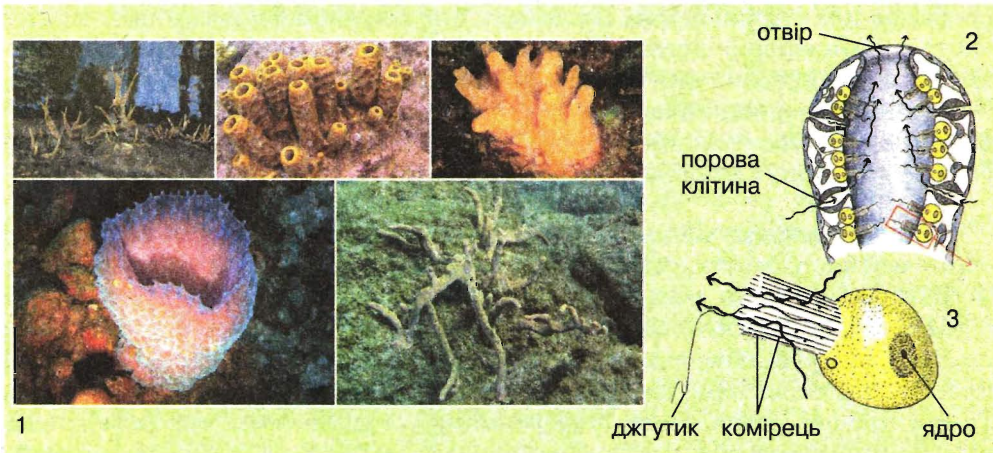
Серед зелених водоростей, окрім одноклітинних і колоніальних, відомі справжні багатоклітинні (хара) та так звані нитчасті, тіло яких, подібно гіфам, утворено нитками з послідовно з'єднаних клітин.

До багатоклітинних тварин, які не мають тканин, належить кілька тисяч водних видів, які об'єднують у тип Губки (мал. 40.7). Їхнє мішкоподібне тіло складається зі стінок та заповненого водою внутрішнього простору, що відкривається в навколишнє середовище великим отвором. Через нього з тіла тварини виходить вода з неперетравленими рештками їжі. Ззовні та зсередини стінки тіла вкриті захисним шаром клітин, щільно прилеглих одна до одної. Основна частина стінки тіла складається





Мал. 40.6. Бурі водорості з родів Ламінарія (1), Фукус (2), Макроцистис (3), Нереоцистис (4)



Мал. 40.7. Губки – багатоклітинні тварини, які не формують тканин (1).
Схема будови губки (2); комірцева клітина із джгутиком (3)

з безладно розміщених клітин кількох типів і міжклітинної речовини; у ній розташовані опорні елементи (скелет), система порожнин і каналів, у яких рухається вода із зовнішнього середовища до внутрішнього простору губки. Ці канали закінчуються особливими малими отворами – порами. Скелет складається з твердих міцних голок, побудованих з CaCO_2 (так звані вапнякові губки), SiO_2 або гнучких волокон з рогоподібної речовини; два останні різновиди часто трапляються в одному організмі, доповнюючи один одного.

У каналах є так звані комірцеві клітини, які мають джгутик, оточений особливим утвором («комірцем»). Биття джгутиків спричинює рух води через тіло тварини; вони ж заганяють поживні частки (переважно різні одноклітинні організми) під комірцеві клітини, де їх захоплюють несправжні ніжки. У губок виключно внутрішньоклітинне травлення. Його здебільшого забезпечують амебоїдні клітини, здатні до фагоцитозу. Розмножуються ці



тварини статевим шляхом або брунькуванням. У них відсутні статеві залози, а яйцеклітини та сперматозоїди виникають з особливих клітин, розсіяних у товщі тіла. Із заплідненого яйця виходить укрита війками личинка, яка певний час плаває, а потім осідає на різні підводні предмети та перетворюється на дорослу особину. Внаслідок брунькування виникають колонії губок.

• **Що таке тканина?** *Тканиною називають сукупність клітин, подібних за будовою, функціями та походженням.* Кожна тканина виконує в організмі особливі функції. Між тканинами рослин і тварин є значні розбіжності у формуванні і будові. У тварин різні типи тканин виникають під час ембріонального розвитку з певних груп зародкових клітин, або листків (*екто-, мезо- та ентодерми*); у вищих рослин усі тканини беруть початок від твірної тканини (*меристеми*). Головна відмінність між тканинами тварин і рослин полягає ще в тому, що тканини тварин часто складаються не лише з клітин, а також із міжклітинної речовини, яка є продуктом їхньої життєдіяльності. Окремі клітини так званих рідких тканин (кров тощо) занурені в міжклітинну рідину. У тканинах рослин міжклітинної речовини практично немає. Натомість між оболонками рослинних клітин часто розміщені порожнини більшого чи меншого розміру – міжклітинники. Вміст сусідніх клітин рослин сполучений плазмодесмами.

Тканини тварин вивчає наука *гістологія* (від давньогрецьких *гістос* – тканина та *логос* – знання, слово, наука). Мікроскопічну будову тканин рослин досліджує *мікроскопічна анатомія*.

• **Явище диференціації клітин і формування тканин.** Багатоклітинні організми часто беруть свій початок від однієї клітини – зиготи, спори тощо. У ДНК цієї клітини закодована вся спадкова інформація про майбутній організм. Дочірні клітини, хоча і є копіями материнської, однак з кожним поділом дедалі більше відрізняються від неї. Згодом вони перетворюються на клітини, характерні для певних тканин у складі тих чи інших органів. Такий процес дістав назву *диференціації*. У дорослому організмі місця відмерлих клітин заступають подібні їм, а всі різні клітини органів і тканин діють узгоджено (явище *інтеграції*). Отже, існують певні **взаємодії між клітинами**, які забезпечують узгоджений ріст і розвиток молодого організму та стабільність зрілого. Що відомо про такі взаємодії?

Учені встановили, що вже на ранніх етапах поділу зиготи одні клітини зародка впливають на інші. Це явище назвали *зародковим взаємовпливом (ембріональною індукцією)*. Воно багато в чому до нашого часу залишається недослідженим. Доведено, що деякі зародкові клітини (*організатори*) виділяють певні речовини, які спрямовують диференціацію інших клітин. Так, реалізуючи лише певну частину власного геному, ці клітини стають епітеліальними, нервовими, м'язовими тощо. Важливу роль у диференціації відіграють так звані стовбурові клітини, при кожному поділі яких одна з дочірніх клітин відіграє роль організатора, інша – диференціюється (термін «стовбурова клітина» запропонував 1909 року російський гістолог О. Максимов (1874–1928)).

Стовбурові клітини розташовані в особливих місцях різних тканин (зокрема, внутрішнього середовища та епітеліальних) людини та багатьох хребетних тварин. Вони здатні поділятися, при цьому їм властиве са-



мопідтримання: після поділу одна з дочірніх клітин залишається стовбуровою, інша – згодом диференціюється. Вони також визначають здатність до регенерації, поновлюючи клітинний склад організмів.

Стовбурові клітини характеризуються низкою особливостей, які відрізняють їх від інших клітин. По-перше, вони здатні поділитися необмежену кількість разів. По-друге, при введенні стовбурових клітин в організм, вони знаходять зону ушкодження і залишаються в ній, забезпечуючи відновлення клітинного складу та втрачених функцій.

Слід зазначити, що стовбурових клітин в організмі людини дуже мало: у зародка людини одна така клітина припадає на 10 000 інших, а в людини віком понад 60 років – на 5–8 млн. Якщо стовбурові клітини втрачають свої властивості – організм приречений на загибель. Врятувати його може тільки операція з введення стовбурових клітин, отриманих від донора (*пригадайте, хто такий донор*), наприклад шляхом пересадження червоного кісткового мозку.

У зародків ссавців стовбурові клітини можуть давати початок усім типам клітин. У дорослому організмі вони лише підтримують кількість диференційованих клітин на необхідному для забезпечення життєздатності рівні.

• **Що таке орган?** *Орган* – це частина організму, яка має певну будову, виконує одну або кілька специфічних функцій. Зазвичай органи складаються з тканин різних типів, але часто переважає один з них (наприклад, у серці – м'язова тканина, у бруньках рослин – твірна тощо). Органи, які виконують спільні функції, складають певну *систему органів*. Так, у більшості багатоклітинних тварин розвинені травна, дихальна, кровоносна, видільна, нервова, статева та інші системи.

Органи певної системи можуть бути просторово пов'язані між собою (травної чи дихальної) або «розкидані» в організмі та об'єднані лише функціонально (ендокринної).

Органи різних систем можуть тимчасово виконувати спільні функції, утворюючи *функціональну систему органів*, наприклад під час бігу узгоджено працюють опорно-рухова, дихальна, кровоносна, нервова системи тощо.

Органи багатоклітинних організмів поділяють на призначені для розмноження (*репродуктивні*) та ті, які забезпечують усі інші процеси життєдіяльності – обмін речовин, рух, ріст тощо. Репродуктивні органи рослин, що слугують для статевого розмноження, називають *генеративними*, а тварин – *статевими*.

Ключові терміни та поняття. *Колоніальні організми, тканина, орган, система органів, функціональна система органів.*

- ▶ Багатоклітинні еукаріоти належать до одного з трьох царств: Рослини, Гриби або Тварини.
- ▶ Клітини, які входять до складу багатоклітинних організмів, призначені для здійснення лише певних функцій, тобто диференціюються впродовж ряду послідовних поділів. Тому функціонування багатоклітинного організму як цілісної біологічної системи забезпечене узгодженою діяльністю всіх його клітин. Для багатоклітинних організмів характерний

Коротко
про
головне



індивідуальний розвиток (онтогенез). Стовбурові клітини дають початок усім диференційованим клітинам за весь період онтогенезу.

Коротко
про
головне

- ▶ Колоніальні організми утворюються шляхом вегетативного розмноження, коли особини дочірніх поколінь залишаються сполученими з материнською.
- ▶ У багатоклітинних грибів, водоростей і деяких тварин (наприклад, губок) є більш-менш диференційовані клітини, які майже не взаємодіють між собою, тому такі організми не мають тканин. Тіло багатоклітинних грибів складається з послідовно розміщених клітин, які утворюють нитки – гіфи. Їхня сукупність має назву грибниця, або міцелій. У багатоклітинних водоростей тіло має назву талом, або слань.
- ▶ Мішкоподібне тіло губок складається зі стінок та заповненої водою внутрішньої порожнини.
- ▶ Більшість багатоклітинних тварин та всі вищі рослини формують тканини та органи. Тканина – сукупність подібних за будовою, функціями та походженням клітин. Орган – це частина організму, яка має певну форму і будову, виконує одну або кілька специфічних функцій.
- ▶ Органи, які виконують спільні функції, утворюють систему органів. Органи різних систем можуть спільно виконувати певну функцію, утворюючи тимчасову функціональну систему.
- ▶ У багатоклітинних організмів розрізняють органи розмноження (репродуктивні) та всі інші.



Запитання для самоконтролю

1. Чим характеризуються багатоклітинні тварини, рослини та гриби?
2. Чим відрізняються колоніальні та багатоклітинні організми?
3. Які багатоклітинні організми не мають тканин?
4. Що таке тканина?
5. Що становлять собою стовбурові клітини та яке їхнє біологічне значення?
6. Що таке орган, система органів і функціональна система органів?
7. Які органи називають репродуктивними та генеративними?

Поміркуйте. Що спільного та відмінного в організації багатоклітинних тварин, рослин і грибів?

§ 41. ТКАНИНИ РОСЛИН



Пригадайте: які рослини належать до водоростей, а які – до вищих рослин? Яка будова стінки рослинних клітин? Як побудоване стебло багаточірної дерев'янистої рослини? Що таке секреція та екскреція?

Тканини рослин поділяють на твірні, покривні, провідні, механічні та основні.

• **Твірні тканини (меристема)** складаються з дрібних, більш-менш щільно прилеглих одна до одної клітин. Вони мають тоненькі клітинні стінки з невисоким вмістом целюлози, велике ядро і зазвичай позбавлені вакуоль. Клітини твірних тканин здатні до поділу та росту, які можливі завдяки розтяжній оболонці. Твірні тканини практично не мають міжклітинної



речовини. Клітини меристеми при дозріванні перетворюються (диференціюються) в клітини інших типів.

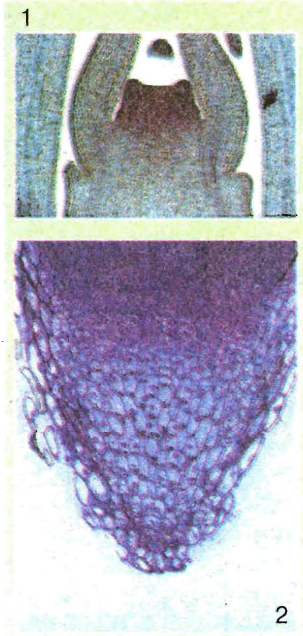
За місцем розташування виділяють верхівкову, вставну та бічну меристему. **Верхівкова меристема** розміщена на верхівці пагона (конус наростання) або кореня (зона поділу) та забезпечує ріст у довжину (верхівковий ріст) (мал. 41.1). **Вставна меристема** розташована біля основ міжвузлів деяких рослин (наприклад, злаків) і забезпечує їхнє видовження (вставний ріст). **Бічна меристема** у вигляді циліндра міститься всередині стебла або кореня багаторічних рослин та забезпечує їхнє потовщення.

Розрізняють також первинну та вторинну меристему. **Первинна меристема** закладається на верхівках зародкових кореня та стебла. **Вторинні меристеми** виникають з різних дозрілих клітин, які зберегли здатність до поділу (наприклад, корковий камбій – з клітин основної тканини або шкірки).

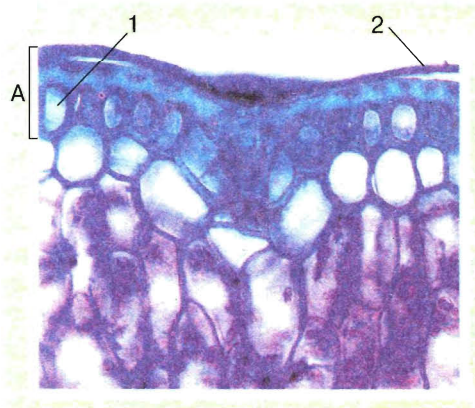
У разі ушкодження тканин чи при вегетативному розмноженні деякі клітини епідерми, основної тканини тощо також виявляють здатність до поділу. При цьому з клітин інших тканин виникають клітини, які забезпечують регенерацію чи утворення нових особин.

• **Покривні тканини** розташовані на поверхні органів і відмежовують їх від зовнішнього середовища. Вони захищають організм від впливів несприятливих зовнішніх чинників, забезпечують його взаємозв'язок з довкіллям, регулюють процеси газообміну та випаровування води (транспірації). Розрізняють первинну (епідерма, або шкірка) та вторинні (корок) покривні тканини.

Епідерма (шкірка) складається з одного чи кількох шарів прозорих живих клітин, які щільно прилягають одна до одної, тому міжклітинники практично відсутні (мал. 41.2). Більшу частину об'єму цих клітин охоплює вакуоля з клітинним соком, а цитоплазма має вигляд тонкого пристінкового шару, в якому міститься ядро. Клітини шкірки зазвичай безбарвні. Виняток становлять деякі водні вищі рослини, папороті, що зростають у затінку, та продихові клітини, що містять хлоропласти. Іноді клітини шкірки забарвлені в синій чи фіалковий кольори, завдяки наявності відпо-

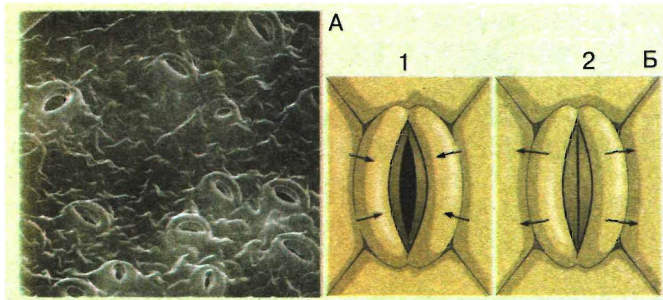


Мал. 41.1. Верхівкова меристема на верхівці пагона (1) і кореня (2)



Мал. 41.2. Шкірка (епідерма): А – покривні клітини (1); шар воскоподібної речовини (2)



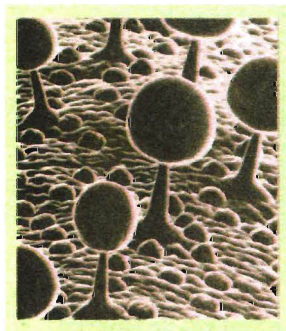


Мал. 41.3. Будова (А) та схема будови (Б) продихів. Коли вода заходить у продихові клітини, тиск у них зростає та продихова щілина відкривається (1). Коли вода залишає продихові клітини, тиск у них падає і щілина закривається (2)

відних пігментів у клітинному соку. Зовнішні стінки цих клітин помітно товстіші від внутрішніх та часто просякнуті мінеральними речовинами (наприклад, у хвощів відкладається SiO_2). Шкірка вкриває всі органи однорічних і молоді пагони багаторічних деревних рослин протягом одного вегетаційного періоду, а її клітини певний час зберігають здатність до поділу.

Зверху епідерма зазвичай вкрита продуктом секреції своїх клітин – особливим шаром воскоподібної речовини, який запобігає випаровуванню води. Найкраще цей шар розвинений у рослин посушливих місцевостей, наприклад у деяких пальм його товщина може сягати 5 мм. Цікаво, що таким рослинам найлегше виживати у великих містах. Товстий шар кутикули захищає їх від впливу забрудненого повітря.

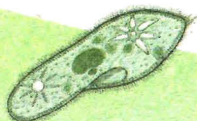
Попарно розташовані бобоподібні **продихові клітини** містять хлоропласти, оточують продихові щілини та регулюють їхнє розкриття чи закриття (мал. 41.3). Через продихи рослина здійснює газообмін. Стінки продихових клітин навколо продихової щілини товщі від тих, що обернені до сусідніх клітин. Коли тиск цитоплазми на стінки зростає, зовнішні стінки клітини розтягуються, а внутрішні – вгинаються, і щілина розширюється. Коли тиск падає, продихова щілина закривається, що запобігає випаровуванню води. Вдень, коли у клітинах відбувається фотосинтез, внутрішньоклітинний тиск збільшується і продихова щілина відкривається, а вночі, коли фотосинтез припиняється, тиск падає і щілина закривається. Через продихи також відбувається транспірація. Продихи зазвичай розташовані з обох боків листка, але найбільше їх переважно на нижньому боці. Кількість продихів може сягати кількох сотень на 1 мм^2 .



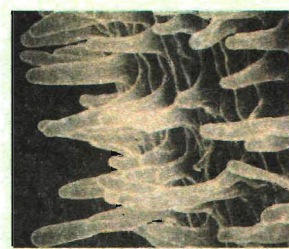
Мал. 41.4. Залозисті волоски (фотографію зроблено за допомогою сканувального мікроскопа)

Особливими утворами шкірки листка є **водяні продихи** – комплекс клітин, що оточують щілину, через яку на поверхню виділяються краплини води. Це відбувається, коли повітря насичене вологою, і тому рослина не може випаровувати необхідну кількість води. Водяні продихи найчастіше розташовані по краях листків, вони притаманні зазвичай рослинам, що зростають в умовах вологого клімату.

На епідермі часто є одно- чи багатоклітинні волоски різноманітної будови, які становлять собою живі або відмерлі видовжені клітини. Одні з них захищають рослину від надлишкових витрат вологи, інші – від виїдання тваринами чи виконують секреторну функцію (залозисті волоски) (мал. 41.4).

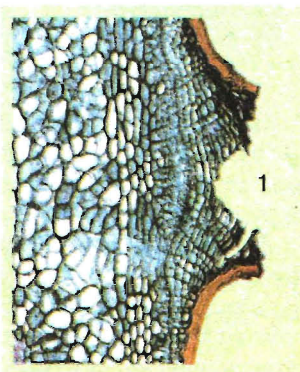


Залозисті волоски кропиви жалкої просякнуті SiO_2 і містять заповнені мурашиною кислотою вакуолі. Загострена верхівка волоска може легко проникати у шкіру людини або тварин. Разом з нею до ранки потрапляє кислота, яка сильно подразнює шкіру. Здерев'янілі волосини – шипики, розташовані на шкірці малини, ожини та деяких інших рослин, захищають їх від віддання тваринами. Мінеральне живлення здебільшого відбувається через кореневі волоски – вирости клітин шкірки всисної зони кореня (мал. 41.5).



Мал. 41.5. Кореневі волоски

Корок заміщує епідерму деревних і багаторічних трав'янистих рослин. Особливий корковий камбій назовні утворює шари клітин, потовщені стінки яких просочені ліпідами і непроникні для газів та води, тому їхній вміст швидко відмирає. Так виникає шар корка. Усередину корковий камбій продукує живі клітини основної тканини. Клітини корка видовжені, щільно прилягають одна до одної та розташовані в багато шарів (мал. 41.6). Верхні шари корка з часом злущуються, тому корковий камбій протягом усього існування рослини утворює нові клітини.



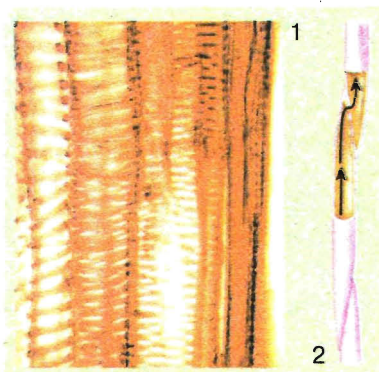
Мал. 41.6. Корок із сочевичкою (1)

На поверхні корка є **сочевички**, через які відбувається газообмін. Вони мають вигляд горбків із щільною посередині (мал. 41.6). Зовні нагадують насіння сочевиці, звідки й походить їхня назва.

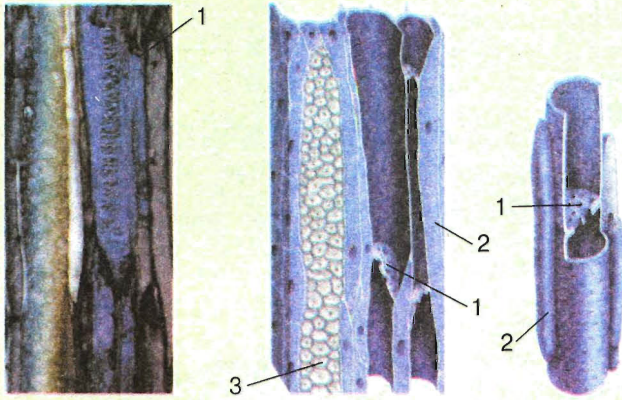
• **Провідні тканини** забезпечують два потоки речовин: висхідний (розчини мінеральних солей, а також органічних речовин пересуваються від кореня до надземних частин рослини і далі) та низхідний (синтезовані в зелених пагонах органічні речовини надходять до інших органів). Ці потоки відбуваються у двох типах комплексної провідної тканини – ксилемі та флоемі. Крім провідних елементів (судини, трахеїди у ксилемі; ситоподібні трубки у флоемі), до складу комплексної тканини входять також клітини основної та механічної тканин.

Ксилема пронизує всі частини рослини й утворює єдину провідну систему. Вона складається з власне провідних елементів (відмерлих клітин – судин і трахеїд), а також живих супутніх клітин основної тканини (мал. 41.7, 1). Трахеїди – одноклітинні утвори веретеноподібної форми завдовжки від часток міліметра до 12 см (у лотоса), що мають у своїх оболонках пори (мал. 41.7, 2).

Стінки видовжених клітин судин просочені жироподібною речовиною. Вони розташовані послідовно одна за одною; поперечні стінки між ними мають великі отвори або взагалі відсутні. Середня довжина окремої



Мал. 41.7. Судини (1) і трахеїди (2)

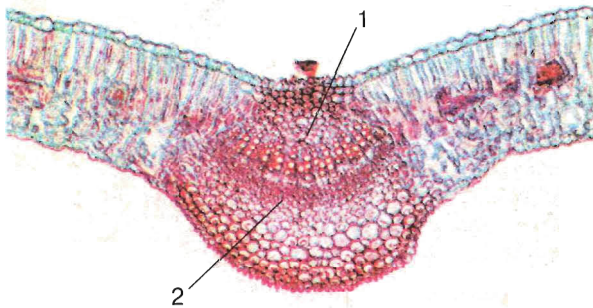


Мал. 41.8. Флоема:
1 – ситоподібні пластинки (через їхні отвори сполучається цитоплазма двох сусідніх клітин); 2 – клітини-супутниці; 3 – клітини основної тканини, які оточують ситоподібні трубки

судини складає приблизно 10 см, але інколи може сягати кількох метрів (наприклад, у дуба – до 2 м), діаметр – близько 0,5 мм. Стінки судин і трахеїд мають потовщення різноманітної форми (у вигляді кілець, спіралей, суцільних нашарувань з порами тощо), які перешкоджають злипанню.

Елементи ксилеми водночас виконують опорну функцію завдяки потовщеним твердим стінкам. Так, у стеблах дерев'янистих рослин розташовані ближче до серцевини судини можуть закупорюватися жироподібною речовиною, втрачаючи провідну функцію, але посилюючи опорну. Навесні по ксилемі до пагонів надходять не лише розчини мінеральних солей з ґрунту, а й цукри, що утворюються внаслідок гідролізу крохмалю в запасючих тканинах коренів і стебел. Вони слугують для росту листків до початку фотосинтезу.

Флоема, як і ксилема, є комплексною тканиною. Крім провідних елементів, до її складу входять клітини основної та механічної тканини. Провідні елементи флоєми складаються із **ситоподібних трубок** – живих видовжених позбавлених ядер клітин (мал. 41.8). Вони послідовно з'єднані між собою поперечними ділянками стінок – ситоподібними пластинками, що мають велику кількість пор, чим нагадують сито. Через отвори пластинок сполучається цитоплазма сусідніх клітин і здійснюється низхідний потік розчинів органічних речовин. Стінки клітин потовщені, але не дерев'яніють. Поряд із ситоподібними трубками розташовані клітини-



Мал. 41.9. Будова судинно-волокнистого пучка (жилка листка):
1 – ксилема; 2 – флоєма

супутниці з ядрами. Через пори цих клітин у цитоплазму ситоподібних трубок надходять речовини, які прискорюють пересування органічних сполук.

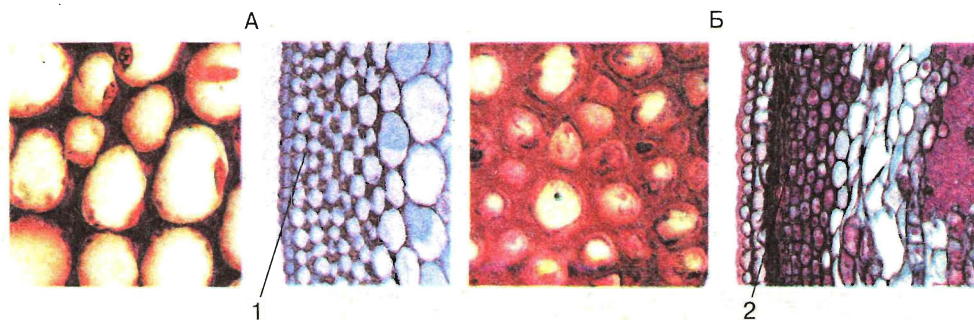
Судини, трахеїди та ситоподібні трубки разом з механічними та основними тканинами утворюють **судинно-волокнисті пучки**, наприклад жилки листків (мал. 41.9). Їх поділяють на закриті й відкриті. Закриті судинно-волокнисті пучки, на відміну від відкритих, позбавлені камбію і тому нездатні потовщуватись. Закриті пучки притаманні однодольним, відкриті – голонасінним і дводольним рослинам. Провідну функцію виконують також клітини основної тканини, які слугують для транспорту речовин між тканинами (наприклад, серцевинні промені забезпечують переміщення речовин у горизонтальному напрямку між різними шарами стебла: корою, камбієм, деревиною та серцевиною).

Молочники – система видовжених клітин, по яких рухається сік молочно-білого (кульбаба, різні молочаї тощо) чи жовтогарячого (чистотіл) кольорів, що має назву **латекс**. Це суміш рідин, у якій, окрім водного розчину цукрів, білків і мінеральних речовин, є краплі ліпідів та інших гідрофобних сполук. З латексу отримують каучук.

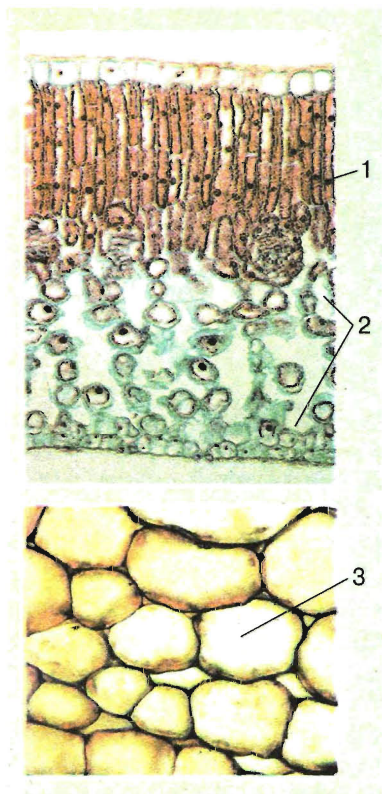
• **Механічні тканини** виконують опорні функції: надають рослині пружності та міцності, підтримують її частини в певному положенні. Вони складаються із живих або відмерлих клітин. Часто клітини цієї тканини видовжені і мають вигляд волокон (льон, коноплі тощо), але в листках або плодах їхня форма може бути іншою.

Живі клітини механічної тканини (мал. 41.10, 1) мають нерівномірно потовщені стінки. Вони зазвичай розташовані під покривною тканиною і входять здебільшого до складу кори молодих пагонів переважно дводольних рослин.

Відмерлі клітини механічної тканини (мал. 41.10, 2) бувають двох типів. Одні з них мають вигляд видовжених клітин – волоконцець до 40 мм (льон) і більше завдовжки. Оболонки цих клітин рівномірно потовщені і зазвичай здерев'янілі. У стеблі ці клітини розташовуються у вигляді окремих пучків або ж утворюють суцільний циліндр, який на поперечному зрізі має вигляд кільця. Клітини іншого типу – округлі або паличкоподібні. Вони часто трапляються у плодах (наприклад, кам'яністі



Мал. 41.10. Різновиди механічної тканини. А. Тканина, що складається із живих клітин (1). Б. Тканина, що складається з мертвих клітин (2)



Мал. 41.11. Різновиди основної тканини: 1 – хлорофілоносна; 2 – повітряносна; 3 – запасюча

(мал. 41.11, 2). Найкраще вона розвинена у рослин, які мешкають у середовищі з низьким умістом кисню (водні та болотяні рослини), а також у коренях видів, що поширені на ущільнених ґрунтах. Ця заповнена газом тканина дає змогу водним рослинам або їхнім частинам утримуватися на поверхні або в товщі води.

Окремі клітини основної тканини виконують секреторну функцію, синтезуючи смоли, ефірні олії тощо і виділяючи їх назовні.

Екскреція в рослин має певні особливості порівняно з тваринами. Продукти обміну речовин зазвичай накопичуються в певних клітинах. У такий спосіб вони вилучаються з обміну речовин. Назовні частина екскреторних сполук потрапляє через окремі видільні клітини або залози (нектарники тощо). Часто продукти обміну мають певне значення для життєдіяльності самого організму. Видільну функцію виконують видозміни епідерми – багатоклітинні залозисті волоски або пластинки різноманітної будови. Усередині рослин в основній тканині є особливі залозисті клітини, в яких утворюються певні речовини (переважно ефірні олії, бальзами та смоли), а також міжклітинні порожнини, де накопичуються секрети, та система видільних ходів, якими вони виводяться назовні. Ці ходи пронизують стебла і частково листки в різних напрямках і мають оболонку, яка складається з кількох шарів відмерлих і живих клітин.

клітини, що утворюють оболонку кісточки у вишні, сливи тощо).

• **Основні тканини** складаються із живих клітин, що мають тонкі стінки. Між клітинами зазвичай є великі міжклітинники. Ці тканини розташовані між іншими тканинами, зокрема механічними та провідними, та складають основну масу рослин. Залежно від особливостей будови та функцій розрізняють такі види основної тканини.

Хлорофілоносна, або асиміляційна, основна тканина побудована клітинами, які містять хлоропласти (мал. 41.11, 1). Вона розміщена в зелених частинах (переважно в листках) під покривною тканиною. В її клітинах здійснюється фотосинтез.

Запасюча основна тканина (мал. 41.11, 3) міститься в усіх частинах рослини, утворюючи інколи окремі шари (наприклад, серцевина стебел). В її клітинах розташовані лейкопласти, інколи – хромопласти (оцвітина квіток, оплодень). Головна її функція – накопичення запасних поживних речовин (крохмаль та ін.), а в рослин посушливих місцевостей – ще й води (кактуси, агави тощо).

Повітряносна основна тканина слугує для газообміну і має міжклітинники



Нектарники розташовані у квітці чи на різних частинах пагонів. Вони складаються з клітин основної тканини, які утворюють нектар; протоки, якими секрет виходить назовні; покривних клітин, що оточують протоку та надають нектарнику різних форм (ямкоподібної, горбоподібної, річкоподібної тощо).

Нектар – водний розчин глюкози та фруктози, концентрація яких становить від 3 до 72 %, з домішками ароматичних речовин. Він приваблює запилювачів – комах і птахів – солодким смаком та запахом.

Ключові терміни та поняття. Меристема, епідерма, ксилема, флоема.

- ▶ Тканини рослин поділяють на твірні, покривні, провідні, механічні та основні.
- ▶ Твірні тканини (меристема) складаються з дрібних, щільно прилеглих одна до одної клітин. Клітини твірних тканин здатні до постійного чи періодичного поділу та росту, який можливий завдяки тоненькій розтяжній оболонці; при дозріванні вони перетворюються на клітини різних тканин – диференціюються.
- ▶ За місцем розташування виділяють верхівкову, вставну та бічну меристему, за особливостями розвитку – первинну та вторинну меристему.
- ▶ Покривні тканини розташовані на поверхні органів і відмежовують їх від зовнішнього середовища. Вони захищають організм від впливів несприятливих зовнішніх чинників, здійснюють його взаємозв'язок з довкіллям, регулюють процеси газообміну та випаровування води (транспірації). Розрізняють первинну (епідерма, або шкірка) та вторинні (корок) покривні тканини.
- ▶ Епідерма (шкірка) складається з одного чи кількох шарів прозорих живих клітин, які щільно прилягають одна до одної, тому міжклітинники відсутні. Зверху епідерма звичайно вкрита особливим шаром із жироподібних сполук, який запобігає випаровуванню води через її поверхню, – кутикулою. В епідермі розміщені продихи, які регулюють газообмін.
- ▶ Провідні комплексні тканини (ксилема та флоема) забезпечують висхідний (розчини мінеральних солей, а також органічних речовин пересуваються від кореня до надземних частин рослини і далі) та низхідний (синтезовані в зелених пагонах органічні речовини надходять до інших органів) потоки речовин.
- ▶ Судини, трахеїди та ситоподібні трубки разом з механічними та основними тканинами утворюють судинно-волокнисті пучки, наприклад жилки листків.
- ▶ Механічні тканини виконують опорні функції: надають рослині пружності та міцності, підтримують її частини в певному положенні. До них належать живі та мертві клітини (волокна) з потовщеними стінками.

Коротко
про
головне



Коротко
про
головне

- ▶ Основні тканини утворені живими клітинами з тонкими стінками та великими міжклітинниками. Вони розташовані між іншими тканинами.
- ▶ Залежно від особливостей будови та функцій розрізняють різні види основної тканини, наприклад хлорофілоносну, або асиміляційну, запасуючу, повітроносну. Окремі клітини основної тканини виконують секреторну функцію, синтезуючи смоли, ефірні олії тощо і виділяючи їх назовні.



Запитання для
самоконтролю

1. Які типи рослинних тканин ви знаєте? 2. Що таке твірні тканини? Які види меристем вам відомі? 3. Які функції здійснюють покривні тканини? Які існують види покривних тканин? 4. Що таке епідерма та корок? 5. Що таке продихи та продихові клітини? Які їхні функції? 6. Що таке корок і корковий камбій? 7. Які будова та функції провідних тканин? 8. Які будова та функції механічних тканин? 9. Які будова та функції основних тканин? 10. Які особливості екскреції та секреції у рослин?

Поміркуйте. 1. У яких умовах мешкають рослини, листки яких позбавлені продихів? 2. Яку роль відіграють пахучі та пластичні речовини (ефірні олії, бальзами, смоли) в житті рослин? Відповідь аргументуйте.

§42. ТКАНИНИ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН. ГІСТОТЕХНОЛОГІЯ



Пригадайте: що таке міжклітинна речовина? Що таке нервовий імпульс, рефлекс, фагоцитоз, регенерація? Які функції крові? Що таке замкнена та незамкнена кровоносні системи? Що таке нейрогормони та нейромедіатори? Що таке гомеостаз? Які основні напрями біотехнологічних досліджень?

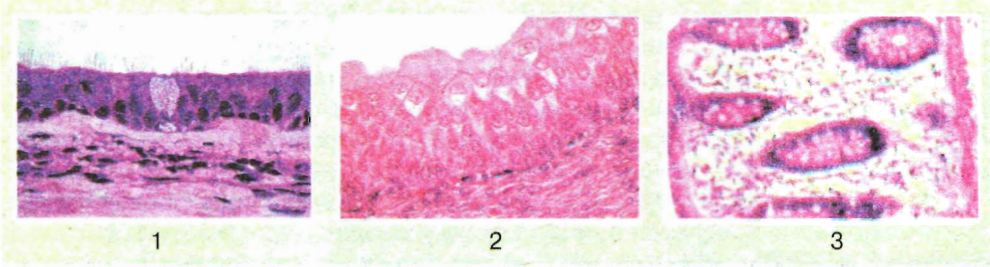
Сучасну класифікацію тканин тварин і людини затверджено 1987 року на Міжнародному анатомічному конгресі. Згідно з нею виділяють чотири основні типи тканин: епітеліальні, м'язові, нервові та внутрішнього середовища.

• **Епітеліальні тканини** вкривають тіло, вистеляють його порожнини та порожнини внутрішніх органів. Вони утворені одним або багатьма шарами клітин, що щільно прилягають одна до одної. Міжклітинна речовина в епітеліальних тканинах майже відсутня. Клітини полярні: їхня верхівкова частина відрізняється за будовою від основи та може мати війки (**війчастий епітелій**; мал. 42.1, 1). Покривний епітелій часто виділяє назовні щільну зовнішню оболонку – *кутикулу* (членистоногі, круглі черви та ін.). У молюсків і деяких інших тварин покривний епітелій виділяє назовні захисну черепашку з органічних та мінеральних сполук.

Клітини епітелію здебільшого розташовані на **базальній мембрані** – тонкому шарі міжклітинної речовини. В епітелії відсутні кровоносні судини, тому його клітини живляться за рахунок надходження через базальну мембрану поживних речовин від розташованих глибше тканин.

Розрізняють кілька видів епітеліальних тканин (мал. 42.1). **Покривний одношаровий епітелій** утворює шкірні покриви багатьох безхребетних





Мал. 42.1. Епітеліальні тканини: 1 – війчастий епітелій; 2 – покривний епітелій; 3 – залозистий епітелій

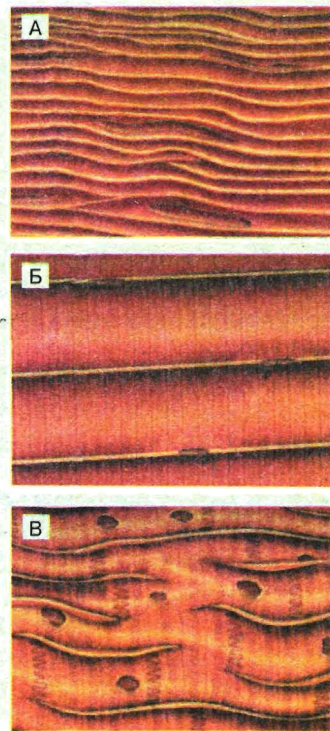
тварин, а також ланцетників. Окрім того, одношаровий епітелій вистеляє вторинну порожнину тіла, утворює внутрішні оболонки тонкого кишечника, кровоносних і лімфатичних судин та ін. Особливим різновидом одношарового епітелію є війчастий (мал. 42.1, 1), що вистеляє стінки дихальних шляхів. **Покривний багатшаровий епітелій** утворює верхній шар шкіри (*епідерміс*) хребетних тварин та вистеляє порожнину рота, утворює внутрішні оболонки стравоходу. Клітини його внутрішнього шару здатні до поділу, а зовнішнього – можуть роговіти, гинути і поступово злущуватись. Тоді на місцях відмерлих клітин опиняються клітини з розташованих глибше шарів, що зумовлює оновлення епітелію. У багатьох хребетних тварин зроговілі ділянки в певних частинах тіла утворюють структури, які виконують захисні та інші функції: луски плазунів, пір'я та дзьоб птахів, кігті, нігті, роги, копита ссавців тощо.

Клітини **залозистого епітелію** (мал. 42.1, 3) виділяють різні речовини і часто входять до складу залоз.

За формою клітин розрізняють **плаский, кубічний та циліндричний типи одношарового епітелію**.

Висока здатність епітеліальних тканин до самооновлення (регенерації) є однією з причин самозагоєння ран. Загалом епітеліальні тканини виконують розмежувальну, захисну, секреторну, газообмінну, екскреторну та всисну функції.

• **М'язові тканини** характеризуються здатністю до скорочення у відповідь на збудження – надходження нервового імпульсу (мал. 42.2). Вони входять до складу опорно-рухової системи та стінок більшості внутрішніх органів, забезпечують рухи (переміщення в просторі) всього тіла чи окремих його частин, а також певне фіксоване роз-



Мал. 42.2. Типи м'язових клітин: А. Непосмуговані м'язові клітини. Б. Скелетні посмуговані волоконця. В. Серцеві посмуговані волоконця



ташування в просторі – позу. Цим тканинам властива здатність до регенерації (за винятком серцевого м'яза). Їх поділяють на непосмуговані та посмуговані. М'язові клітини містять багато розташованих у певному порядку пучків *міофібрил* – ниток скоротливих білків (актину, міозину та ін.). Групи клітин зібрані в пучки, між якими розташована сполучна тканина з кровоносними та лімфатичними судинами та нервовими волокнами.

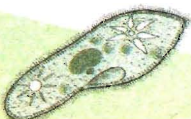
Непосмугована (гладенька) м'язова тканина побудована з клітин, які найчастіше мають веретеноподібну форму та одне ядро; входять до складу непосмугованих м'язів (мал. 42.2, А). Їхні клітини позбавлені посмугованості, а скорочення мимовільні та повільні. Клітини цієї тканини здатні до сильного розтягування і тривалий час можуть перебувати в стані скорочення. Непосмуговані м'язи – частина оболонок внутрішніх органів тварин. Мускулатура плоских і кільчастих червів, а також моллюсків і деяких інших тварин утворена непосмугованими м'язами.

Посмугована (поперечносмугаста) м'язова тканина складається з багатоядерних видовжених великих волоконць (мал. 42.2, Б). Їхні клітини здаються посмугованими, бо в них правильно чергуються світлі та темні диски зі скоротливих білків актину та міозину, що мають різні коефіцієнти заломлення світла. Посмуговані м'язи здатні скорочуватися значно швидше, ніж непосмуговані. Розрізняють посмуговану скелетну та серцеву м'язову тканини.

Посмуговані скелетні м'язові волокна утворюють скелетні м'язи, які сухожилками з'єднані з елементами скелета (рідше – шкіри). Вони входять до складу опорно-рухової системи, це також м'язи язика, глотки, гортані, верхньої частини стравоходу, діафрагми. Окремі волокна та м'язи в цілому вкриті сполучнотканинними оболонками, що запобігають надмірному розтягуванню. Посмугована м'язова тканина розвинена в людини, хребетних тварин та членистоногих. У круглих червів (аскарида, гострик та ін.) м'язи побудовані з особливої *косопосмугової м'язової тканини*, яка за своїми властивостями нагадує посмуговану. Скорочення скелетних м'язів людини перебувають під контролем кори великих півкуль, тобто відбуваються довільно.

Посмуговані серцеві м'язові волокна утворюють один із шарів стінок серця хребетних тварин – *міокард* і деякі ділянки великих за діаметром кровоносних судин (аорти, верхньої порожнистої вени та ін.) (мал. 42.2, В). За особливостями будови вони подібні до скелетних, але в певних місцях зрощені між собою. Така структура сприяє швидкому поширенню імпульсів, що виникають в особливих клітинах самого міокарда. Серцевому м'язу притаманні мимовільні скорочення, які не залежать від свідомості. Клітини серцевого м'яза мають назву *кардіоміоцити* (від грец. *cardia* – серце, *mios* – м'яз та *kitos* – клітина). Вони розташовані між елементами волокнистої сполучної тканини і вкриті оболонкою, до складу якої, крім плазматичної мембрани, входить ще й базальна, що містить колагенові волокна. За особливостями будови кардіоміоцити можна поділити на три групи. Одні з них, які називають робочими, складають основу серцевого м'яза. Вони мають вигляд волоконць, що галузяться, і містять скоротливі нитки – міофібрили. Ці робочі кардіоміоцити утворюють міжклітинні контакти, об'єднуючись у серцеві м'язові волоконця.

Інша група кардіоміоцитів – *водії ритму* – забезпечують ритмічні скорочення серця. Ці клітини мають вигляд тонких волоконць, оточених





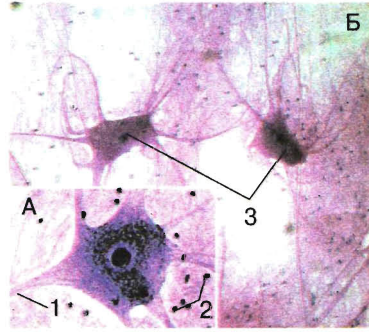
пухкою сполучною тканиною. У них періодично виникають нервові імпульси, які передаються до робочих кардіоміоцитів та викликають їхнє скорочення. Завдяки цьому серце здатне скорочуватись, навіть коли нервові імпульси не доходять до нього від центральної нервової системи. Частина кардіоміоцитів характеризується секреторною активністю. Вони виділяють гормон, який регулює артеріальний тиск. Характерною рисою серцевого м'яза є те, що він, на відміну від скелетних, іннервується лише вегетативною нервовою системою.

Видозмінені посмуговані м'язові волокна складають основу **електричних органів** (відомі в понад 300 видів риб: електричних скатів, вугрів, сомиків та ін.). Зокрема, в електричних скатів ці органи розташовані між грудними плавцями. Електричні розряди, потужність яких може сягати понад 200 вольтів, слугують для полювання та захисту від ворогів.

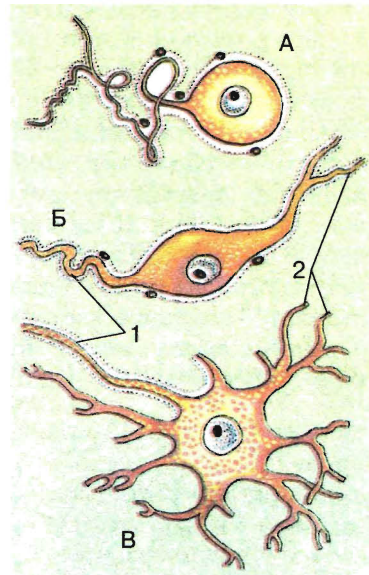
• **Нервова тканина** здатна до збудження під впливом певних чинників та його проведення в організмі. У ній виникають **нервові імпульси**, що мають електричну природу: вони переміщуються по певних нервових волокнах у протилежних напрямках – від рецепторів до центральної нервової системи і від центральної нервової системи до робочих органів. Ця тканина складається з нервових (нейронів) та допоміжних клітин (мал. 42.3). Сукупність допоміжних клітин утворює **нейроглію**.

Нейрон – клітина, що становить собою структурно-функціональну одиницю нервової системи. Нейрони здатні сприймати подразнення, перетворювати їх у нервові імпульси та проводити їх до клітин інших типів тканин. У дозрілому стані нейрони нездатні до поділу. Як ви пам'ятаєте з курсу біології 9-го класу, нейрон складається з тіла та відростків (аксонів та дендритів). У тілі розташовані ядро та інші органели. **Аксон** – видовжений (до 1 м завдовжки) та розгалужений на кінці відросток, по якому імпульси прямують від тіла нейрона до інших клітин. **Дендрит** – здебільшого короткий, сильно розгалужений відросток, по якому збудження проводиться від рецепторів або інших нейронів до тіла нервової клітини.

Нейрони зазвичай мають один аксон та один чи кілька дендритів. За кількістю від-



Мал. 42.3. Нервова тканина: А – нейрон з аксоном (1) та дендритами (2); Б – нервова тканина, до складу якої входять нейрони (3)



Мал. 42.4. Типи нейронів: А – уніполярний нейрон, відросток якого розгалужується на чутливий та руховий; Б – біполярний нейрон; В – мультиполярний нейрон; 1 – аксон, 2 – дендрити



ростків, що відходять від тіла клітини, розрізняють **уніполярні** (мають один відросток, який після виходу з тіла клітини поділяється на аксон і дендрит), характерні для безхребетних тварин, **біполярні** (мають по одному аксону та дендриту) та **мультиполярні** (є один аксон і багато дендритів) нейрони (мал. 42.4). Крім проведення нервового збудження, деякі нейрони можуть виробляти нейрогормони та нейромедіатори. Перші виконують в організмі такі самі функції, що й секретори ендокринних залоз – гормони. Другі (ацетилхолін тощо) забезпечують передачу нервових імпульсів між окремими нейронами або між нейронами та м'язовими клітинами, а також між нейронами та робочими органами.

За характером функцій нейрони поділяють на чутливі, вставні та рухові. **Чутливі (сенсорні) нейрони** сприймають подразники зовнішнього та внутрішнього середовища. **Вставні (асоціативні) нейрони** здійснюють зв'язки між окремими нейронами, а **рухові** – передають сигнали до робочих органів. У нервовій тканині розрізняють **сіру речовину**, яка складається з тіл нейронів і коротких дендритів, та **білу**, побудовану з відростків нейронів, вкритих мієліновою оболонкою, – **нервів**.

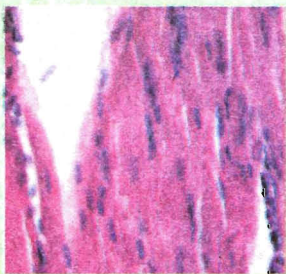
На відміну від нейронів, дозрілі клітини нейроглії здатні до поділу. Вони заповнюють проміжки між нейронами, постачають їм поживні речовини, утворюють електроізолюючі оболонки навколо відростків нервових клітин, синтезують деякі біологічно активні речовини, необхідні для функціонування нервової системи.

• **Тканини внутрішнього середовища** виконують різноманітні функції: підтримання гомеостазу, захисну, розподільну, транспортну, опорну, запасаючу, відновлення ушкоджених частин тощо. Вони складаються з клітин і добре розвинутої міжклітинної речовини, що має різну будову. Ці тканини створюють внутрішнє середовище організму, звідки й походить їхня назва. Їх поділяють на сполучні, скелетні та рідкі (кров тощо).

Сполучні тканини мають кілька різновидів (мал. 42.5). **Волокниста**, або **власне сполучна, тканина** включає клітини, волокна різної будови та аморфну (безструктурну) основну речовину, що їх оточує. Волокна надають міцності та пружності органам. Наприклад, вони входять до складу стінок кровоносних судин і не дають їм змоги надмірно розтягуватися, забезпечують еластичність шкіри та ін. Залежно від співвідношення волокон та аморфної основної речовини розрізняють пухку та щільну тканини.

Пухка сполучна тканина присутня в багатьох органах, зокрема утворює шар так званої підшкірної клітковини. Вона складається з великої кількості основної речовини, в якій містяться волокна та клітини кількох типів. Деякі з них (**макрофаги**) здатні захоплювати мікроорганізми та інші частинки шляхом фагоцитозу. **Фібробласти** синтезують білки міжклітинної речовини (**колаген**, **еластин** та ін.), беруть участь у загоєнні ран, утворенні сполучнотканинних капсул навколо чужорідних тіл (наприклад, паразитичних організмів) тощо.

Щільна сполучна тканина містить велику кількість щільно розташованих волокон і небагато основної речовини та клітин. Її поділяють на неоформлену та оформлену. Волокна **неоформ-**



Мал. 42.5. Сполучна тканина



леної тканини розташовані безладно. Вона входить до складу власне шкіри (дерми) та окістя. Волокна **оформленої тканини** утворюють паралельні пучки. Із цієї тканини складено зв'язки та сухожилки.

Сполучні тканини зі спеціальними властивостями – це ембріональна, жирова та ретикулярна. **Ембріональна тканина** під час індивідуального розвитку дає початок клітинам усіх типів сполучних тканин. Її клітини зірчастої або веретеноподібної форми мають відростки, які, переплітаючись, утворюють сітку.

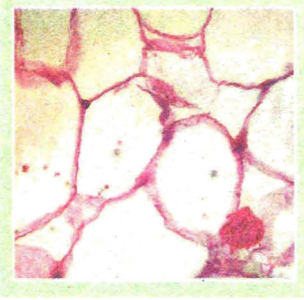
Жирова тканина присутня в багатьох органах (мал. 42.6). Основні її функції – накопичення запасів поживних речовин (наприклад, жирове тіло членистоногих, підшкірні відклади жиру в людини, ссавців та птахів) і теплоізоляція. Розміщуючись під шкірою та навколо внутрішніх органів, ця тканина забезпечує їхній механічний захист. Розрізняють білу та буру жирову тканини. **Біла жирова тканина** бере участь у поглинанні з крові, синтезі та зберіганні ліпідів. **Бура жирова тканина** слугує для терморегуляції.

Ретикулярна тканина утворює основу кровотворних органів, розташована в печінці, селезінці та ін. органах, входить до складу слизових оболонок кишечника, деяких лімфатичних вузлів тощо (мал. 42.7). Складається з волокон і клітин – фібробластів, які утворюють сітку, а також стовбурових клітин. У кровотворних органах ретикулярна тканина створює оточення для клітин крові, що розвиваються.

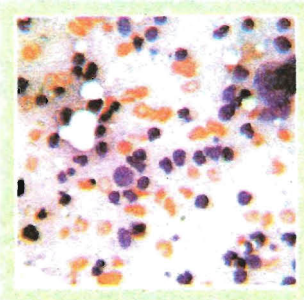
Кров і лімфа складаються з рідкої міжклітинної речовини (**плазма**), у якій розташовані окремі клітини (**формені елементи**; у крові – це **еритроцити**, **тромбоцити** та **лейкоцити**) (мал. 42.8). Основні функції цих тканин полягають у підтриманні гомеостазу, транспорті поживних сполук, гормонів та інших біологічно активних речовин, продуктів обміну, газів, забезпеченні імунітету. Збагачена киснем кров має назву **артеріальна**, а вуглекислим газом – **венозна**.

Еритроцити здійснюють транспорт газів. Вони містять дихальний пігмент гемоглобін, який надає їм червоного кольору і може вступати в нестійкі сполуки з O_2 та CO_2 . Дозрілі еритроцити більшості ссавців позбавлені ядра. У членистоногих, молюсків і деяких інших безхребетних тварин різноманітні (червоні, рожеві, блакитні та ін.) дихальні пігменти розчинені у плазмі.

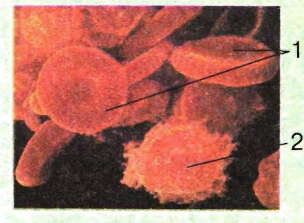
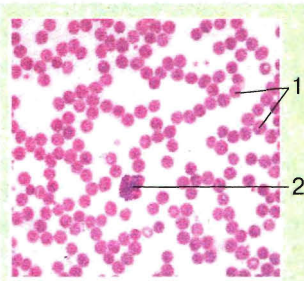
Лейкоцити мають ядра та виконують захисні функції, спричинюючи імунні реакції. Різнови-



Мал. 42.6. Жирова тканина

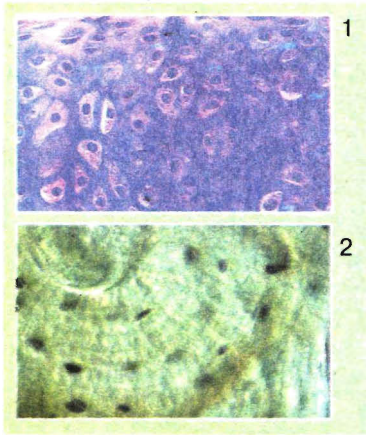


Мал. 42.7. Ретикулярна тканина



Мал. 42.8. Кров: 1 – еритроцити; 2 – лейкоцит





Мал. 42.9. Скелетні тканини:
1 – хрящова; 2 – кісткова

клітинної речовини та входять до складу опорно-рухового апарату.

Хрящова тканина складається з клітин та органічної основної речовини, яка визначає її міцність та пружність (мал. 42.9, 1). У зародків більшості хребетних тварин скелет утворений хрящовою тканиною. У дорослих особин більшості видів хребетних тварин і людини хрящі присутні в ребрах, суглобах, сухожилках, зв'язках, стінках повітроносних шляхів тощо. Вони забезпечують рухомі (в суглобах) та напіврухомі з'єднання кісток, перешкоджають злипанню повітроносних шляхів, забезпечують відновлення кісток при переломах тощо. З хрящів повністю складається скелет деяких дорослих риб (акули та скати).

Кісткова тканина має високий вміст неорганічних солей, що надає їй особливої міцності (мал. 42.9, 2). У міжклітинній речовині містяться карбонати та фосфати Кальцію, а також особливі білки (колагенові та ін.). Твірні та руйнівні клітини забезпечують заміщення хрящової тканини кістковою, перебудову та регенерацію кісток. Твірні клітини виділяють міжклітинну речовину, а руйнівні – за допомогою ферментів здатні розкласти хрящову та кісткову тканини. Розрізняють губчасту та компактну кісткову тканини.

Губчаста речовина розташована всередині кісток і складається з переплетених кісткових пластинок, зорієнтованих у напрямках сил стиснення або розтягнення. Вона має вигляд губчастої маси, звідки й назва. Проміжки між кістковими пластинками заповнені червоним кістковим мозком.

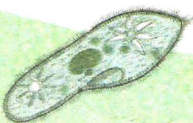
Компактна речовина утворює зовнішні частини кісток; вона має вигляд суцільної маси з окремими порожнинами всередині, де розміщені клітини. Основною її структурною одиницею слугує **остеон** – сукупність концентрично розташованих кісткових пластинок (від 4 до 20). У центрі остеона проходить канал, заповнений сполучною тканиною, в якій розташовані кровоносні судини і нервові волокна.

• **Гістотехнологія** – напрямок досліджень у галузі біотехнології, що розробляє методики тривалого зберігання (консервації) тканин поза організмом і виготовлення тканинних і клітинних препаратів для наступного вивчення та практичного застосування. Наприклад, проби тканин заморожують, а потім із застосуванням різних методів мікроскопічної техніки

ди лейкоцитів (*лімфоцити, моноцити* тощо) відрізняються за розмірами, особливостями будови та функцій, тривалістю життя. Одні з них (наприклад, макрофаги) шляхом фагоцитозу захоплюють і перетравлюють сторонні тільця (бактерії, тверді частки тощо), забезпечуючи *клітинний імунітет*. Інші (наприклад, Т-лімфоцити) здатні виробляти особливі захисні сполуки – антитіла, забезпечуючи *гуморальний імунітет*.

Тромбоцити беруть участь у зсіданні крові хребетних. Це позбавлені ядер частки велетенських клітин червоного кісткового мозку.

• **Скелетні тканини** хребетних тварин характеризуються пружністю (хрящова тканина) і міцністю (кісткова тканина) між-





розрізають на тоненькі платівки, зневоднюють, забарвлюють різними сполуками тощо. Гістотехнологічні методи дають змогу вчасно встановити наявність хворобливих (патологічних) змін у тканинах, які свідчать про розвиток певного захворювання, зокрема злоякісних («ракових») пухлин. В Україні будь-яке хірургічне втручання, а також відключення свідомості хворого або знеболювання під дією певних сполук (**анестезія**) здійснюють з урахуванням результатів попереднього аналізу стану структури і життєдіяльності його тканин, органів та їхніх систем.

Перед сучасною гістотехнологією відкриваються широкі перспективи, пов'язані з вилученням стовбурових клітин з організму та вирощуванням їх на штучних поживних середовищах. Як вихідний матеріал використовують, наприклад, клітини пупкового канатика, що сполучає зародок з організмом матері. Учені різних країн розробляють методики, які б давали змогу з культур стовбурових клітин вирощувати цілісні органи, якими можна було б замінити хворі або ушкоджені.

Ключові терміни та поняття. Ретикулярна тканина, остеон, гістотехнології.

- ▶ В організмі тварин і людини виділяють чотири основні типи тканин: епітеліальні, м'язові, нервові та внутрішнього середовища.
- ▶ Епітеліальні тканини вкривають тіло, вистеляють його порожнини та порожнини внутрішніх органів.
- ▶ М'язова тканина здатна до скорочень у відповідь на подразнення, зокрема на нервовий імпульс. Залежно від будови та особливостей функціонування розрізняють непосмуговану (гладеньку) та посмуговану (поперечносмугасту) м'язові тканини.
- ▶ Нервова тканина здатна до збудження у відповідь на дію подразника та його проведення в організмі. Вона складається з нервових (нейронів) і допоміжних (нейроглії) клітин.
- ▶ Тканини внутрішнього середовища виконують різноманітні функції: підтримання гомеостазу, захисну, розподільну, транспортну, опорну, запасуючу, відновлення ушкоджених органів тощо. Вони складаються з клітин і добре розвиненої міжклітинної речовини, що має різну будову. Їх поділяють на сполучні, скелетні та рідкі (кров тощо).
- ▶ Гістотехнологія – напрям досліджень у галузі біотехнології, що розробляє методики тривалого зберігання (консервації) тканин поза організмом і виготовлення тканинних і клітинних препаратів для наступного вивчення та практичного застосування.

Коротко
про
головне



Запитання для самоконтролю

1. Які типи тканин розрізняють у багатоклітинних тварин? 2. Що становлять собою епітеліальні тканини? Які їхні різновиди за будовою та функціями вам відомі? 3. Які особливості будови та функції м'язових тканин? Які види м'язової тканини вам відомі? 4. Які властивості та будова нервової тканини? 5. Що становлять собою тканини внутрішнього середовища? Які види цих тканин вам відомі? 6. Що таке гістотехнологія?

Поміркуйте. 1. Чому електричні органи риб утворені саме посмуговою м'язовою тканиною? 2. Чому перед будь-яким хірургічним втручанням необхідно вивчити результати гістологічної експертизи?



§43. ОРГАНИ ТА СИСТЕМИ ОРГАНІВ

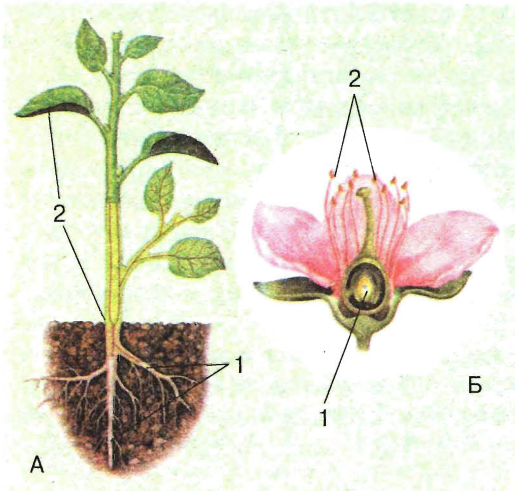


Пригадайте: що таке вегетативні, репродуктивні та генеративні органи? Які системи органів є у тварин?

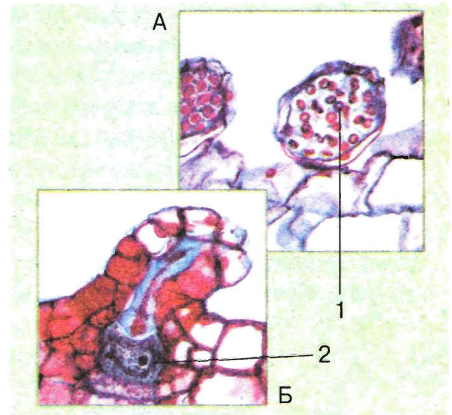
• **Органи вищих рослин.** Як ви пригадуєте, органи вищих рослин поділяють на вегетативні та репродуктивні (мал. 43.1). Вегетативні органи (*пагін* і *корінь*) виконують функції забезпечення різноманітних процесів життєдіяльності: живлення, виділення продуктів обміну, газообміну тощо. Проте вони не утворюють спеціалізованих клітин, які б забезпечували статево чи нестатево розмноження. Але слід зазначити, що часто рослина може розмножуватися за рахунок вегетативних органів або їхніх видозмін, тобто багатоклітинних утворів. Наприклад, за допомогою видозмінених пагонів, таких як вуса, бульби, цибулини, кореневища.

Підземний вегетативний орган вищих рослин має назву *корінь*. Він звичай розташований у ґрунті та закріплює рослину в ньому, забезпечує поглинання розчинів поживних речовин і транспортує їх до надземних частин. У мохів корінь відсутній, а його функцію виконують *ризоди* – нитчасті вирости, утворені послідовним рядом клітин. Надземний орган вищих рослин – *пагін*, він складається з осової частини (*стебла*) та бічних (*листків*). Видозміни пагонів можуть розміщуватися під землею: кореневища, стеблові бульби, цибулини, бульбоцибулини. Стебло забезпечує зв'язки між різними частинами рослини, воно утворює бруньки, з яких розвиваються нові пагони. Основними ж функціями листків є фотосинтез, дихання та випаровування води.

У рослин одні репродуктивні органи забезпечують нестатево розмноження (за допомогою спор), інші – статево (генеративні). Генеративні органи вищих спорових рослин (мохів, папоротей, хвощів і плаунів) (мал. 43.2)



Мал. 43.1. Органи рослин: А. Вегетативні: 1 – корені; 2 – пагін. Б. Репродуктивний: квітка – орган, який забезпечує насінне розмноження: 1 – маточка; 2 – тичинки



Мал. 43.2. Репродуктивні органи, які забезпечують статево розмноження вищих спорових рослин: А – чоловічі статеві органи (антеридії), в яких утворюються сперматозоїди (1); Б – жіночий статевий орган з яйцеклітиною (архегоній) (2)



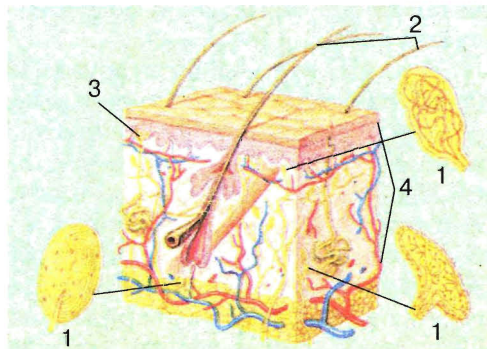
утворюються на особинах статевого покоління – *гаметофітах*. Є рослини, в яких чоловічі та жіночі статеві органи розміщені на одній особині (наприклад, щитник чоловічий), в інших – на різних (зозулин льон та ін.).

Після злиття чоловічої та жіночої статевих клітин утворюється зигота. Из зиготи розвивається особина нестатевого покоління (*спорофіт*). На спорофіті розвиваються органи нестатевого розмноження – спорангії, які часто зібрані у групи (*спороносні колоски* та ін.). У спорангіях розвиваються спори, а зі спори – особина статевого покоління. Таким чином, цим рослинам притаманний складний життєвий цикл із чергуванням статевого та нестатевого поколінь. У мохів спорофіт утворюється на зеленому гаметофіті.

Якщо у вищих спорових рослин статеве й нестатеве покоління розвинені добре (у мохів переважає статеве покоління, у папоротей, плаунів та хвощів – нестатеве), то в насінних рослин (голонасінних і покритонасінних) статеве покоління (гаметофіт) значно редуковане. Чоловічий гаметофіт представлений клітинами пилкового зерна (як ви пригадуєте, у квіткових рослин перед заплідненням це вегетативна клітина та два спермії), а жіночий – сімома клітинами зародкового мішка (разом із зиготою та центральною клітиною, з якої розвивається зародкова тканина ендосперм; у її клітинах запасуються поживні речовини). У голонасінних рослин чоловічі та жіночі статеві органи зібрані на видозмінених генеративних пагонах – *шишках*. Генеративні органи покритонасінних рослин – це *квітки*. Вони містять маточки та тичинки, де формуються відповідно жіночі та чоловічі гамети (мал. 43.1). З різних частин квіток після запліднення формуються інші типи генеративних органів – насінини та плоди.

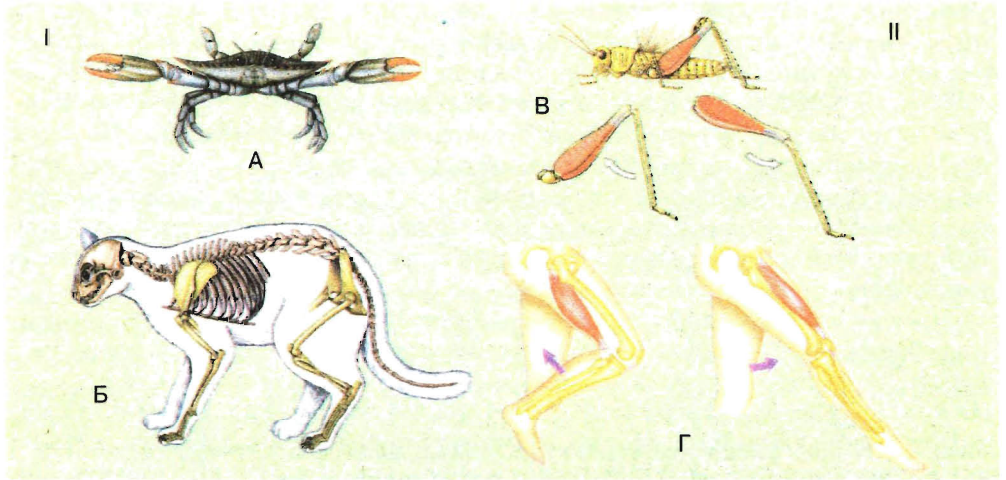
• **Системи органів, притаманні багатоклітинним тваринам.** Шкіра утворює покриви тіла, які захищають організм від шкідливих зовнішніх впливів (мал. 43.3). Вони також часто беруть участь у газообміні (наприклад, гола волога шкіра жаб). Основою шкіри є одношаровий (у більшості безхребетних тварин) або багатшаровий (у більшості хордових) епітелій, під яким може розташовуватися сполучна тканина. У шкірі може бути багато різних залоз та окремих секреторних клітин. Наприклад, у ссавців – потові (виконують терморегуляційну та екскреторну функції), лоеві (змащують поверхню тіла), молочні (у самок для вигодовування дитинчат), пахучі (для відлякування ворогів чи приваблення особин протилежної статі). Функцію захисту від ворогів здійснюють і залозисті клітини, розміщені у шкірі таких земноводних, як саламандра та різних видів жаб і ропух. Вони виділяють отруйні речовини.

Зовні шкіра часто вкрита захисним шаром (кутикулою). Її формують клітини покривного епітелію. У членистоногих і круглих червів вона водночас слугує зовнішнім скелетом і захищає тіло від несприятливих впливів довкілля. Оскільки кутикула нерозтяжна, то ці тварини ростуть завдяки линянню:



Мал. 43. 3. Шкіра ссавців: 1 – рецептори, розташовані у шкірі; 2 – волосини; 3 – епідерміс (багатшаровий покривний епітелій); 4 – дерма, або власне шкіра





Мал. 43.4. I. Скелет тварин: А – зовнішній скелет членистоногих, утворений кутикулою; Б – внутрішній скелет ссавців складається з кісток. II. Мускулатура кінцівок членистоногих (В) і ссавців (Г)

старий щільний покрив скидається і доки не затвердіє новий, розміри тварини швидко збільшуються.

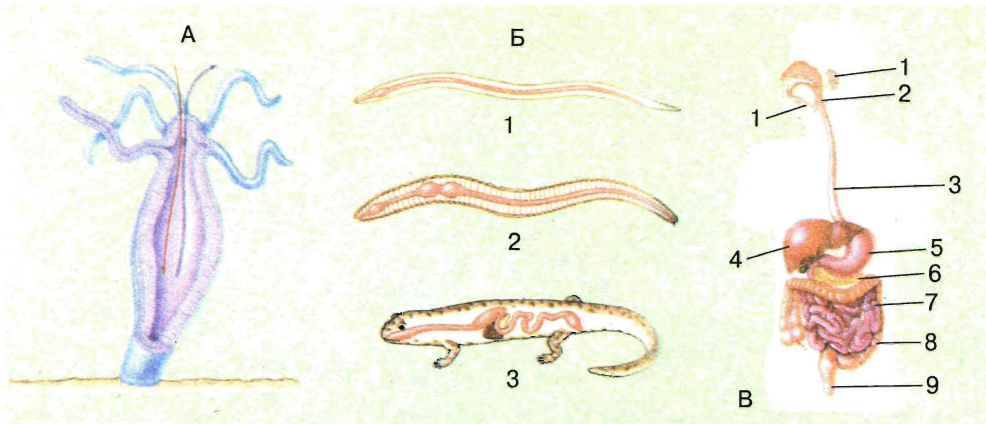
Скелет і прикріплені до нього м'язи складають **опорно-рухову систему**, завдяки якій тіло підтримується в певному положенні, а також здійснюються рухи окремих його частин і пересування у просторі. У членистоногих є зовнішній скелет з кутикули, до складу якої входить нітрогеновмісний полісахарид хітин. Він оточує тіло з усіх боків, а м'язи прикріплюються до нього зсередини (мал. 43.4, А). Зовнішній скелет надійно захищає тіло тварини ззовні, але, на відміну від внутрішнього скелета, обмежує їхні розміри. У хребетних тварин і людини скелет внутрішній, тобто розташований всередині тіла. До нього кріпляться скелетні м'язи (мал. 43.4, Б).

У кільчастих червів і деяких інших тварин, позбавлених твердого скелета, тіло вкрите шкірно-м'язовим мішком, що складається з епітелію та кількох суцільних шарів м'язів. При скороченні ці шари м'язів діють як антагоністи: наприклад, поздовжні м'язи вкорочують, а кільцеві – видовжують тіло.

Механічні та хімічні перетворення речовин у складі їжі, всмоктування продуктів травлення у кров і лімфу, виведення назовні неперетравлених решток (*дефекацію*) забезпечують органи **травної системи** (мал. 43.5). У кишковопорожнинних і плоских червів анальний отвір відсутній, і неперетравлені тверді частинки їжі видаляються через ротовий отвір. Такий тип кишечника називають *замкненим*. Натомість у круглих та кільчастих червів, молюсків, членистоногих, хребетних тварин кишечник *наскрізний* – він закінчується анальним отвором або отвором клоаки (мал. 43.5). Поява наскрізного кишечника сприяла інтенсифікації обміну речовин, адже одночасно з виведенням неперетравлених решток поглинаються нові порції їжі.

Окремі залозисті клітини та травні залози (слинні, підшлункова та ін.) продукують травні ферменти, які розщеплюють поживні речовини (високомолекулярні органічні сполуки) на їхні складові (амінокислоти, моносахариди, гліцерин і жирні кислоти, нуклеотиди), а також речовини,

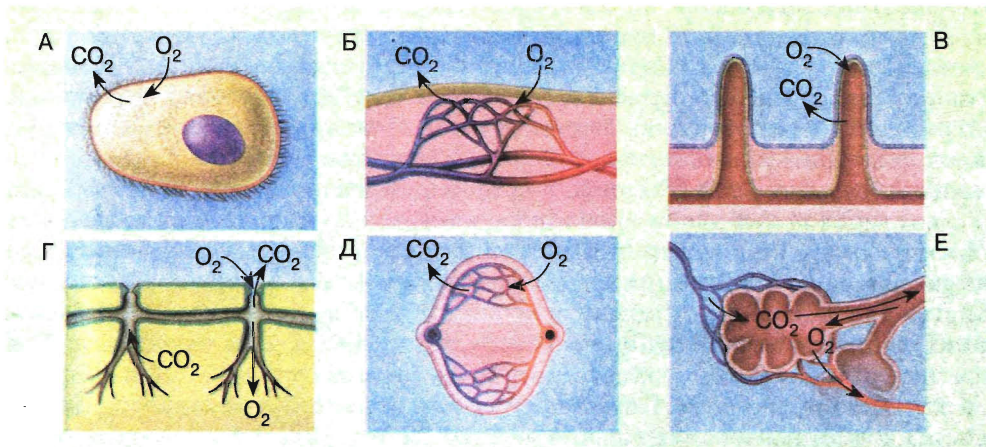




Мал. 43. 5. Травна система тварин: А – замкнена кишкова порожнина гідри; Б – наскрізний кишечник круглого (1), кільчастого (2) червів і хребтної тварини (3). В – травна система людини: 1 – слинні залози; 2 – глотка; 3 – стравохід; 4 – печінка; 5 – шлунок; 6 – підшлункова залоза; 7 – тонкий кишечник; 8 – товстий кишечник; 9 – пряма кишка

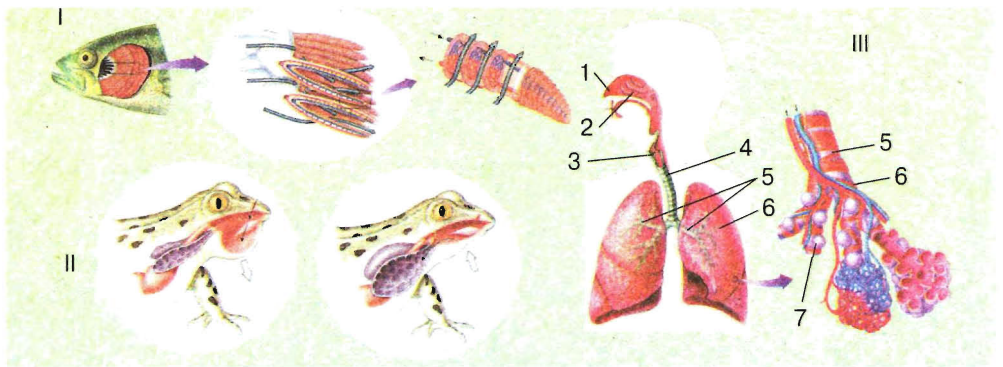
які емульгують жири, тобто полегшують дію травних ферментів – ліпаз (наприклад, жовч – продукт секреції клітин печінки хребтних тварин). У багатьох тварин (хижі кліщі, павуки, личинки мух та ін.) відоме так зване зовнішнє, або позакишкове, травлення. Ці тварини вводять травні ферменти у складі травних соків у їжу, а через деякий час всмоктують рідкі частково перетравлені продукти.

Дихальна система забезпечує надходження кисню в організм і виведення з нього вуглекислого газу, що утворився в процесі окиснення різних



Мал. 43.6. Різні варіанти газообміну: А – в одноклітинних організмів через оболонку клітини; Б – в амфібій, кільчастих червів крізь шкіру; В – у голкошкірих (морські зірки, морські їжаки) через вирости шкіри – шкірні зябра; Г – органи дихання комах – трахеї, в які повітря заходить через дихальця; Д – зябра риб дають змогу дихати киснем, розчиненим у воді; Е – у наземних хребтних тварин газообмін відбувається через стінки альвеол легень





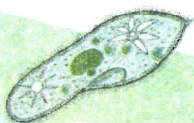
Мал. 43.7. I. Циркуляція води через зябра риб. II. Легені земноводних мають комірчасту будову, диференційовані дихальні шляхи відсутні. III. Дихальна система людини включає диференційовані дихальні шляхи: 1 – носова порожнина; 2 – носоглотка; 3 – гортань; 4 – трахея; 5 – бронхи та губчасті легені, бронхи у легенях розгалужуються на дрібні канальці (6), які закінчуються альвеолами (7)

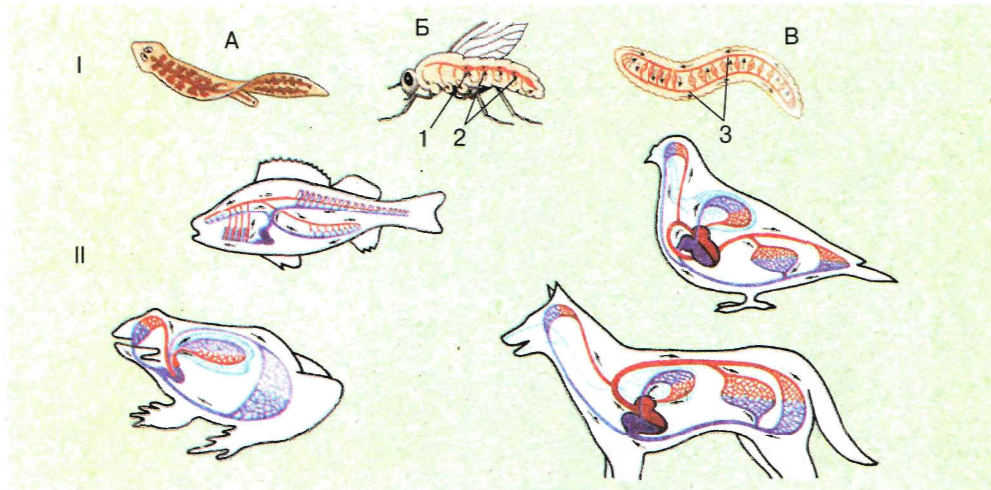
сполук (мал. 43.6). За допомогою *трахей* або *легені* тварини вбирають атмосферний кисень, чергуючи вдихання та видихання повітря (мал. 43.7). Водні тварини дихають розчиненим у воді киснем через *зябра* – вирости тіла з проникними для водних розчинів покриттями. У зябрах часто розгалужуються кровоносні судини, в яких циркулює кров або інша рідина.

Кровоносна і лімфатична системи слугують для транспорту поживних речовин, продуктів обміну, кисню та вуглекислого газу, біологічно активних речовин. Вони беруть участь у захисних реакціях проти шкідливих чинників (паразити, отрути тощо) та підтриманні сталості фізико-хімічних і фізіологічних показників внутрішнього середовища (гомеостазу) за змін, що відбуваються в доквіллі.

У хребетних тварин і людини кровоносна система *замкнена*, тобто кров рухається по судинах і не потрапляє в порожнину тіла (мал. 43.8). У них є *серце* – порожнистий мускулястий орган, який періодично скорочується та забезпечує рух крові по системі кровоносних судин. Судини, що несуть кров від серця, мають назву *артерії*, а ті, що постачають кров до нього, – *вени*. Артерії та вени сполучені судинами малого діаметра – *капілярами*. У капілярах артеріальна кров віддає кисень, перетворюючись на венозну. Частина плазми крові через стінки капілярів проходить у порожнину тіла, перетворюючись на тканинну (міжклітинну) рідину. Вона постачає кисень та поживні речовини, отримані з крові, в усі клітини та органи, забираючи від них продукти обміну. У свою чергу, тканинна рідина через стінки лімфатичних капілярів потрапляє всередину них, формуючи лімфу. По системі лімфатичних судин лімфа повертається до великих вен кровоносної системи. У кільчастих червів кровоносна система також замкнена, однак серце відсутнє, а спрямований рух крові здійснюється завдяки ритмічним скороченням м'язів стінок певних кровоносних судин.

У тварин з незамкненою кровоносною системою (молоски, членистоногі) капіляри відсутні, тобто кров з артерій потрапляє до порожнини тіла. Там вона змішується з порожнинною рідиною. **Порожнина тіла** становить собою проміжки між внутрішніми органами, якими циркулює





Мал. 43.8. I. Циркуляторні системи безхребетних тварин: А – плоскі черви позбавлені кровоносної системи, транспорт газів здійснює міжклітинна рідина; Б – членистоногі мають незамкнену кровоносну систему, яка складається із серця (1) та артерій (2); В – у кільчастих червів кровоносна система замкнена, проте серце відсутнє (3 – кровоносні судини). II. Різні варіанти будови замкненої кровоносної системи хребетних тварин (пригадайте їх)

міжклітинна рідина. Функції порожнинної рідини подібні до функцій крові та лімфи. Існують різні типи порожнини тіла: первинна, вторинна та змішана. Первинна порожнина не має власних стінок та становить собою проміжки між внутрішніми органами (наприклад, у круглих червів). На відміну від первинної, вторинна порожнина має власну вистилку, яка відокремлює її від внутрішніх тканин та органів (кільчасті черви, молюски, хордові, людина тощо).

У людини порожнина тіла включає грудну та черевну, розділені плоским м'язом – діафрагмою. У порожнині черепа міститься головний мозок, порожнині хребтового каналу – спинний.

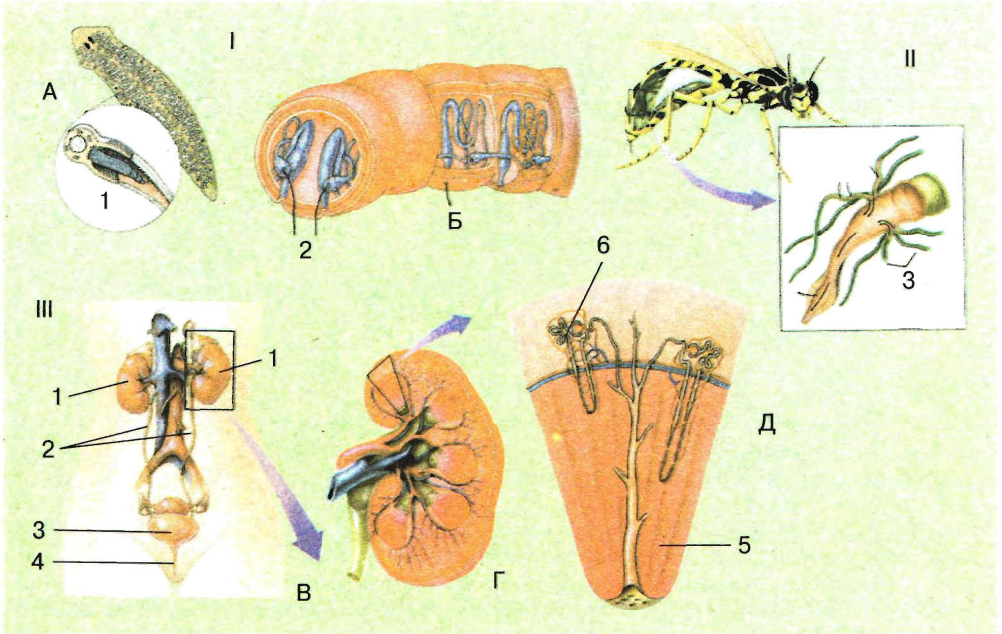
У членистоногих розвинена змішана порожнина тіла. У цих тварин під час зародкового розвитку закладається вторинна порожнина, але її вистилка згодом руйнується й залишки первинної порожнини зливаються з вторинною.

Видільна система забезпечує виведення з організму (екскрецію) кінцевих продуктів обміну речовин. У різних груп тварин існують відмінні типи органів виділення (мал. 43.9).

У плоских і кільчастих червів, ланцетників видільні органи – це різні варіанти видільних трубочок – нефридіїв, у ракоподібних – зелені залози, у комах і павукоподібних – мальпігієві судини, у молюсків і хребетних тварин – нирки. Усі ці органи, незважаючи на значні відмінності в будові, діють за однією схемою:

- плазма крові або порожнинна рідина через одношаровий епітелій потрапляє у просвіт вивідного каналу (*первинна сеча*);
- при протіканні первинної сечі вздовж каналу з неї через його стінки в організм повертається більша частина води, цукри та інші необхідні речовини (процес *зворотного всмоктування*);





Мал. 43.9. I. Видільна система плоских (А) та кільчастих (Б) черв'як (1 – протонефридії плоских черв'як; 2 – метанефридії кільчастих). II. Видільна система членистоногих представлена мальпігієвими судинами (3). III. Видільна система людини: В – план будови; 1 – нирки; 2 – сечоводи; 3 – сечовий міхур; 4 – сечівник. Г – нирка в розрізі; Д – ниркова пірамідка (5) з нефронами (6)

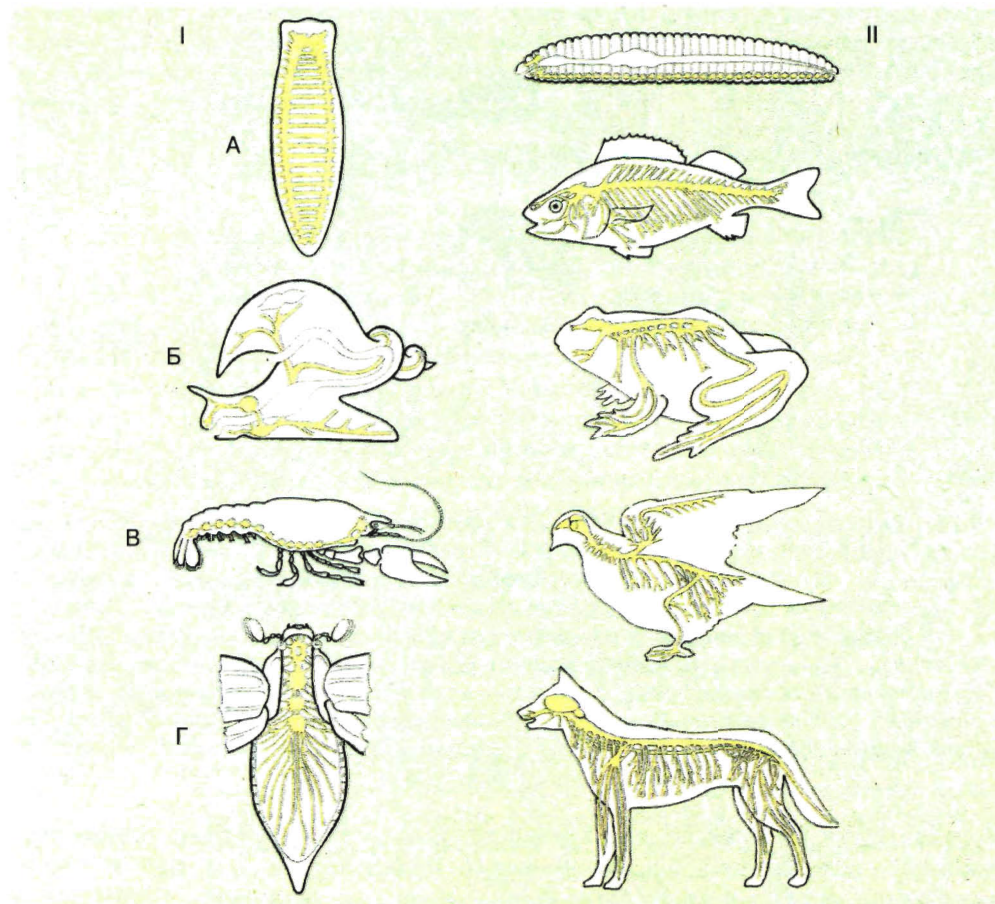
– концентрована вторинна сеча виводиться назовні через сечовивідний канал.

Видільна система, крім виведення кінцевих продуктів обміну речовин, часто бере участь у процесах регуляції і концентрації солей в організмі. Від цього залежить осмотичний тиск у клітинах (пригадайте, що це). Здатність регулювати осмотичний тиск особливе значення має для мешканців водойм, уміст солей у яких періодично змінюється. Уявіть собі: рачок артемія може мешкати в різних водоймах – від майже прісних до тих, концентрація солей в яких становить до 300 ‰ (1 проміле дорівнює концентрації 1 г солей, розчинених у 1 л води).

Нервова система та залози внутрішньої секреції забезпечують регуляцію життєвих функцій організму, його функціонування як цілісної біологічної системи, реакції на різноманітні подразники зовнішнього та внутрішнього середовища. Виділяють кілька типів нервової системи (мал. 43.10). У поліпів кишковопорожнинних вона складається з розкиданих по тілу нейронів, які сполучаються своїми відростками. Нервові вузли в цих тварин відсутні (дифузна нервова система).

У плоских черв'як у передній частині тіла розміщений парний нервовий вузол – головний мозок. Від нього відходять парні поздовжні стовбури, сполучені поперечними нервами (нервова система драбинчастого типу). Отже, у плоских черв'як є поділ нервової системи на центральну (головний мозок і поздовжні нервові стовбури) та периферичну (нервові закінчення, які від них відходять) частини.





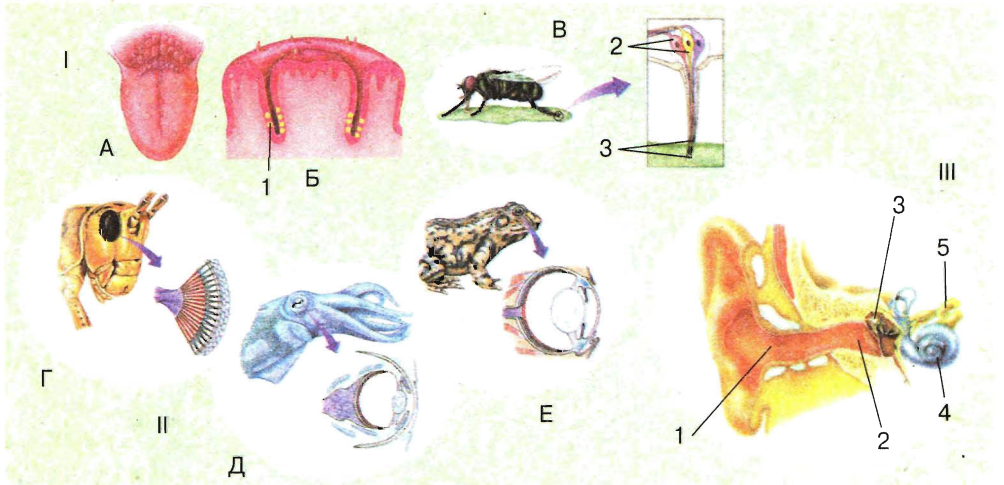
43.10. I. Нервова система: А – драбинчастого типу плоских червів; Б – розкидано-вузлового типу молюсків; В, Г – ланцюгового типу членистоногих. II. Різні варіанти будови нервової системи трубчастого типу хордових тварин (пригадайте їх)

У молюсків нервові вузли можуть знаходитись у різних частинах тіла, вони сполучаються за допомогою стовбурів (нервова система розкидано-вузлового типу). У видів, яким притаманний активний спосіб життя (червоногі, головоногі), більшість нервових вузлів входить до складу головного мозку.

У кільчастих червів і членистоногих центральна нервова система включає головний мозок і черевний нервовий ланцюжок, що складається з двох зближених нервових стовбурів (проходять уздовж черевного боку тіла). Ці стовбури, як і нервові вузли, можуть зростатися між собою.

У хордових тварин центральна нервова система має вигляд трубки, розташованої на спинному боці тіла. У ланцетника передній кінець цієї трубки лише дещо розширений, а у хребетних тварин центральна нервова система поділена на розширений головний і видовжений спинний мозок. У хребетних тварин головний мозок складається з п'яти відділів (пригадайте, яких).

Органи чуття забезпечують зв'язок організму з довкіллям, сприймають подразників зовнішнього та внутрішнього середовища. Найпростіше

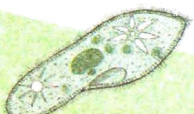


43.11. I. Органи смаку. А – язик людини має особливі рецептори – смакові сосочки, здатні сприймати різні типи смаку; Б – смаковий сосочок у розрізі (1 – смакова цибулина); Б' – у мух смакові рецептори розташовані на лапках ніг (2 – рецепторні клітини; 3 – чутлива волосина). II. Органи зору – очі: Г – складні очі комах складаються із сукупності простих вічок – фасеток; Д – око головоногих молюсків має будову, подібну до будови очей хребетних тварин (Е). III. Будова органа слуху людини: зовнішнє вухо починається зовнішнім слуховим проходом (1); барабанна перетинка (2) відмежовує зовнішнє вухо від середнього, де розташовані слухові кісточки (3). Внутрішнє вухо – це завитка (4), від якої відходить слуховий нерв (5)

органи чуття побудовані в кишковопорожнинних. У поліпів подразники довкілля сприймають виключно рецепторні клітини, а в медуз є багатоклітинні органи сприймання світла (вічка) та рівноваги. Вічка дають змогу медузам розпізнавати ступінь освітленості, а органи рівноваги – контролювати положення тіла у просторі. Крім того, органи рівноваги здатні сприймати коливання води перед штормом, що слугує сигналом для віддалення медуз від берегів. У інших багатоклітинних тварин є органи зору, слуху, нюху, дотику тощо (мал. 43.11).

Статеві система складається з органів, які слугують для забезпечення статевого розмноження, а в деяких випадках – початкових етапів розвитку нащадків. Органи чоловічої статеві системи – це насамперед статеві залози – сім'яники, в яких утворюються чоловічі статеві клітини, а також система проток, якими вони виводяться з організму. До складу органів жіночої статеві системи обов'язково входять статеві залози – яєчники, в яких формуються яйцеклітини, а також більш-менш розвинена система проток, якими вони виводяться з організму. У багатьох тварин (наприклад, у більшості плоских червів) є особливі залози – жовтвічники, в яких утворюються жовткові клітини із запасом поживних речовин для зародка, а також сім'яприймачі (наприклад, у дощових червів), у яких накопичуються чоловічі статеві клітини, отримані під час паруння.

У більшості тварин у тілі одних особин утворюються сперматозоїди (самці), в інших – яйцеклітини (самки). Таких тварин називають **роздільностатевими** (савці, птахи, плазуни, земноводні, хрящові риби, біль-





пість кісткових риб, членистоногих тощо). Але є й тварини, в яких в одному організмі утворюються як чоловічі, так і жіночі статеві клітини (малощетинкові черви, п'явки, більшість плоских червів тощо). Таких тварин називають **гермафродитами**.

Ключові терміни та поняття. Роздільностатеві тварини, гермафродити.

- ▶ Органи вищих рослин поділяють на вегетативні (пагін і корінь) та репродуктивні. Статеві органи вищих спорових рослин (чоловічі – антеридії і жіночі – архегонії) утворюються на особинах статевого покоління – гаметофітах. Із зиготи розвиваються особини нестатевого покоління (спорофіти), які забезпечують розмноження спорами. У голонасінних чоловічі та жіночі статеві органи зібрані на видозмінених генеративних пагонах – шишках. Генеративні органи покритонасінних рослин – це квітки. З різних частин квіток після запліднення формуються інші генеративні органи – насінини та плоди.
- ▶ У тварин існують органи, які утворюють покриви, опорно-рухову, травну, видільну, кровоносну, дихальну, нервову та статеву системи. Органи чуття забезпечують зв'язок організму з довкіллям, сприйняття подразників зовнішнього та внутрішнього середовища. Серед тварин відомі роздільностатеві та гермафродитні види.

Коротко
про
головне



Запитання для самоконтролю

1. Яка будова пагона і кореня? Які їхні функції? 2. Які органи рослин належать до репродуктивних? Що таке квітка, насінина та плід? 3. Що таке гаметофіт і спорофіт? Які їхні функції? 4. Що становлять собою покриви тіла багатоклітинних тварин? 5. Із чого складається опорно-рухова система в різних багатоклітинних тварин? Які її функції? 6. Які є основні типи травних систем багатоклітинних тварин та як вони функціонують? 7. Які органи дихання трапляються у тварин? 8. Які типи кровоносних систем трапляються у тварин? Які функції виконує кровоносна система? 9. Які функції органів дихання? 10. Яке значення для існування організму мають нервова система та органи чуття?

Поміркуйте. Чому заповнену рідиною порожнину тіла круглих і кільчастих червів інколи називають гідроскелетом?

§44. РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ У БАГАТОКЛІТИННИХ ОРГАНІЗМІВ



Пригадайте: які регуляторні системи багатоклітинних організмів вам відомі? Що таке нервова та гуморальна регуляції? Що таке гомеостаз?

• **Що таке біологічно активні речовини та регуляторні системи?** Біологічно активні речовини – сполуки, що впливають на прояви життєдіяльності. **Регуляторні системи** забезпечують функціонування багатоклітинного організму як єдиної біологічної системи, зумовлюють його реакції на зміни умов зовнішнього та внутрішнього середовища. У тварин і людини до регуляторних систем належать нервова, імунна та ендокрин-



на; у рослин – окремі секреторні клітини. Регуляція діяльності клітин, органів та їхніх систем спрямована на підтримання гомеостазу внутрішнього середовища багатоклітинного організму.

• **Регуляцію життєвих функцій у багатоклітинних рослин** насамперед здійснюють **фітогормони**. Ці сполуки синтезують не лише рослини, а й гриби. Вони в малих кількостях регулюють процеси обміну речовин, координують індивідуальний розвиток, впливаючи на поділ і ріст клітин, диференціювання тканин, формування органів, розвиток бруньок, проростання насіння тощо. Одні фітогормони можуть прискорювати життєві функції (поділ клітин, розвиток пагонів дозрівання плодів), інші – їх гальмувати (наприклад, викликати опадання листків).

До фітогормонів належать ауксини, цитокініни, гібереліни та абсцизова кислота.

Ауксини утворюються у верхівковій твірній тканині і зумовлюють розтягування клітин, унаслідок якого пагін видовжується. Вони також впливають на диференціацію провідних тканин, стимулюють поділ клітин камбію, прискорюють формування додаткових коренів живців тощо. У сільському господарстві ауксини використовують для стимулювання утворення додаткових коренів у живців, опадання плодів перед збиранням врожаю, а у високих концентраціях – як гербіциди (різновид пестицидів, використовують для боротьби з бур'янами).

Цитокініни прискорюють поділ клітин, ріст і розвиток бічних бруньок, стимулюють проростання насіння, обмін речовин, затримують процеси старіння.

Гібереліни прискорюють ріст рослин, процеси цвітіння, формування плодів, стимулюють проростання насіння, розвиток бульб і цибулин тощо.

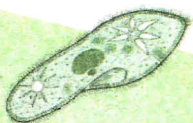
Абсцизова кислота стимулює перехід рослин у стан спокою, збільшує тривалість цього періоду, стимулює опадання листків, пригнічує проростання насіння, ріст бруньок.

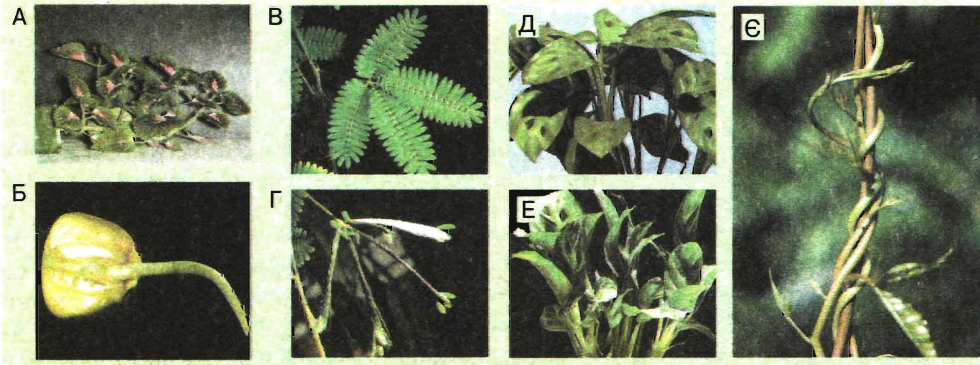
За допомогою біологічно активних сполук рослини можуть впливати на особин свого або інших видів. Так, **фітонциди** пригнічують життєдіяльність інших організмів. Зокрема, пирій і ясен за допомогою цих речовин можуть гальмувати розвиток рослин інших видів, тобто зменшувати рівень міжвидової конкуренції. Тож, висіваючи на одній ділянці насіння рослин різних видів або плануючи сівозміни, слід враховувати, як ці види впливатимуть один на одного. Фітонциди, які виробляють, наприклад, сосна, часник або цибуля ріпчаста, вбивають мікроорганізми. Тому ці рослини з давніх-давен людина використовувала для лікування і профілактики багатьох інфекційних та інвазійних захворювань.

Алкалоїди – особливі отруйні для тварин сполуки. Вони захищають рослини від виїдання тваринами-фітофагами. Багато алкалоїдів використовують у медицині.

Алкалоїди знайдено приблизно в 2500 видів покритонасінних рослин переважно з родин Пасльонові, Лілійні, Макові, Коноплеві. Значення алкалоїдів у житті рослин – це захист від паразитів, поїдання тваринами тощо. Чимало алкалоїдів використовують у медицині. Наприклад, хінін (екстракт кори хінного дерева) застосовують для лікування малярії. Цікаво, що лікувальні властивості хініну були відомі індіанцям ще до того, як Колумб відкрив Америку. Алкалоїд колхіцин застосовують для експериментального отримання клітин зі збільшеними наборами хромосом. Він руйнує веретено поділу.

Фітогормонам, як і гормонам тварин, властива дистанційність дії. Це означає, що вони утворюються клітинами певних типів і транспортуються





Мал. 44.1. Реакції рослин на подразнення: тропізми (А, Б), настії (В–Е). А. Пагону притаманний негативний геотропізм (реакція на силу тяжіння землі), тому його ріст спрямований догори. Б. Кореню притаманний позитивний геотропізм: його ріст спрямований в глибокий ґрунт. В, Г – сейсмонастії (реакції на струси) мімози соромливої. Листочки складного листка у стані спокою розправлені (В), якщо ж рослина відчуває струс, листочки складного листка складаються (Г). Д, Е – фотонастії у маранти триколірної: удень листки маранти розправлені (Д), уночі тиск в їхніх клітинах падає і листки згортаються (Е). Є. Колові рухи; коли рослина торкається будь-якої опори, вона під час росту накручується навколо неї

до тих частин рослини, на які вони впливають, по провідних тканинах з течією соків або безпосередньо від однієї клітини до іншої. Рослини здатні сприймати зміни в довкіллі і реагувати на них певними рухами, а саме – за допомогою тропізмів, настій тощо.

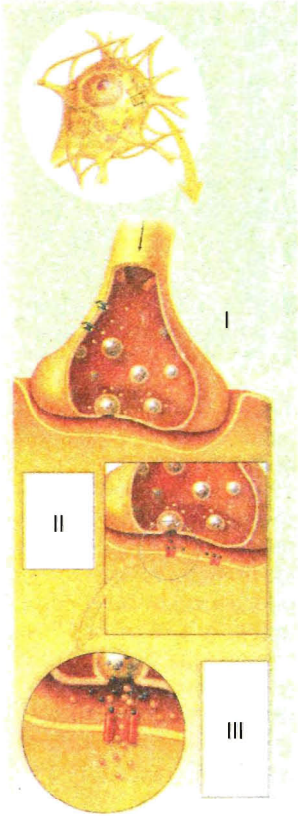
Тропізми – переміщення органів під час росту у відповідь на подразник, що має певну спрямованість (мал. 44.1, А, Б). Так, ростові реакції на напрямок падіння променів світла дістали назву *фототропізми*, на силу тяжіння землі – *геотропізми*, на хімічні сполуки – *хемотропізми* тощо. Якщо рухи спрямовані в бік подразника, то тропізми називають *позитивними*, якщо у протилежний – *негативними*.

Настії – рухи органів у відповідь на дію подразників, що не мають певного спрямування (зміна освітленості, температури тощо) (мал. 44.1, В–Е). Прикладом настій можуть слугувати відкривання та закривання віночка квітки у відповідь на зміну освітленості (*фотонастії*), згортання листків при змінах температури (*термонастії*), закриття листків комахоїдних рослин як реакція на рухи комахи (*сейсмонастії*) тощо. Настії можуть бути пов'язані з розтягуванням органів внаслідок нерівномірного росту або зміною внутрішньоклітинного тиску внаслідок коливань концентрації клітинного соку. Таким чином, рухи рослин, на відміну від тварин, не пов'язані з переміщенням усього організму, а лише окремих його частин – кореня, стебла, листків, квіток тощо.

• **Регуляція життєвих функцій у багатоклітинних тварин.** У більшості тварин одночасне функціонування нервової, імунної та ендокринної систем та їхні взаємодії забезпечують нейрогуморальну регуляцію життєвих функцій.

Особливості нервової регуляції. Нервова система регулює життєві функції за допомогою імпульсів. Нервові імпульси мають електричну природу,





Мал. 44.2. Будова та функціонування синапсу: I. Під впливом нервового імпульсу міхурці з медіатором підходять до мембрани нервового закінчення. II. Міхурці з медіатором виділяються в синаптичну щілину. III. Медіатор взаємодіє з рецептором у складі мембрани іншого нейрона і проникає всередину нього. Це викликає потенціал дії і подальше переміщення імпульсу

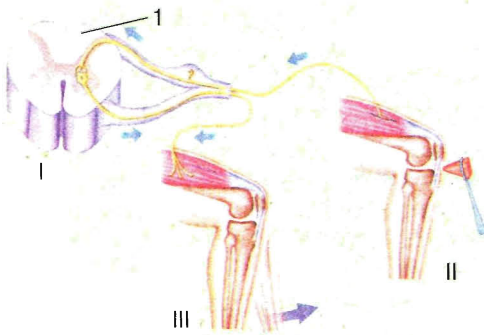
проте в місцях контакту двох сусідніх нейронів, нейронів і м'язових чи інших клітин імпульс передається хімічним шляхом за участі особливих речовин – **медіаторів** (ацетилхоліну, норадреналіну тощо). Особливі структури, що забезпечують контакти між двома нейронами, називають **синапсами**. У синапсі закінчення відростків нейронів розділено щілиною (мал. 44.2). Коли нервеве збудження підходить до закінчення одного нейрона, то вивільняється медіатор, який хімічно змінюється та переносить інформацію до рецепторів іншого нейрона.

Після проведення нервового збудження медіатор за участі ферментів руйнується. Синапс передає сигнал тільки в одному напрямку. Різні медіатори можуть прискорювати або гальмувати передачу нервового імпульсу.

Рефлекси. Нервові імпульси передаються від рецепторів до центральної частини нервової системи. Там здійснюються аналіз і синтез отриманої інформації, після чого нові імпульси надходять до робочих органів, змінюючи їхню діяльність. За-

вдяки нервовій системі тварини здатні своєчасно сприймати подразники довкілля, а також зміни у власному внутрішньому середовищі та швидко на них реагувати. Таким чином, **рефлекс** – це реакція організму на подразники зовнішнього і внутрішнього середовища, яка здійснюється за участі нервової системи (мал. 44.3). Основу рефлексорної діяльності складають явища виникнення та гальмування нервового збудження.

Усі різновиди рефлексів І. П. Павлов відніс до безумовних (природжені) та умовних (набуті). Сукупність безумовних і умовних рефлексів забезпечує пристосування до непостійних умов довкілля.



Мал. 44.3. Колінний рефлекс у людини: I. Центр колінного рефлексу розташований у сірій речовині (1) спинного мозку; II. При легкому ударі по колінному суглобу збуджуються рецептори, від яких нервовий імпульс прямує до відповідного центру у спинному мозку; III. Центр надсилає новий імпульс, який прямує до м'язів, які скорочуються і забезпечують відповідні рухи ноги



Безумовні рефлекси спадкові та не змінюються протягом життя. Вони відіграють провідну роль у забезпеченні певних реакцій, зокрема одразу після народження, та становлять основу для утворення умовних рефлексів. Деякі безумовні рефлекси (колінний тощо) використовують для встановлення стану нервової системи. Безумовні рефлекси бувають харчові, статеві, орієнтовні, захисні (чхання, кашель, моргання тощо).

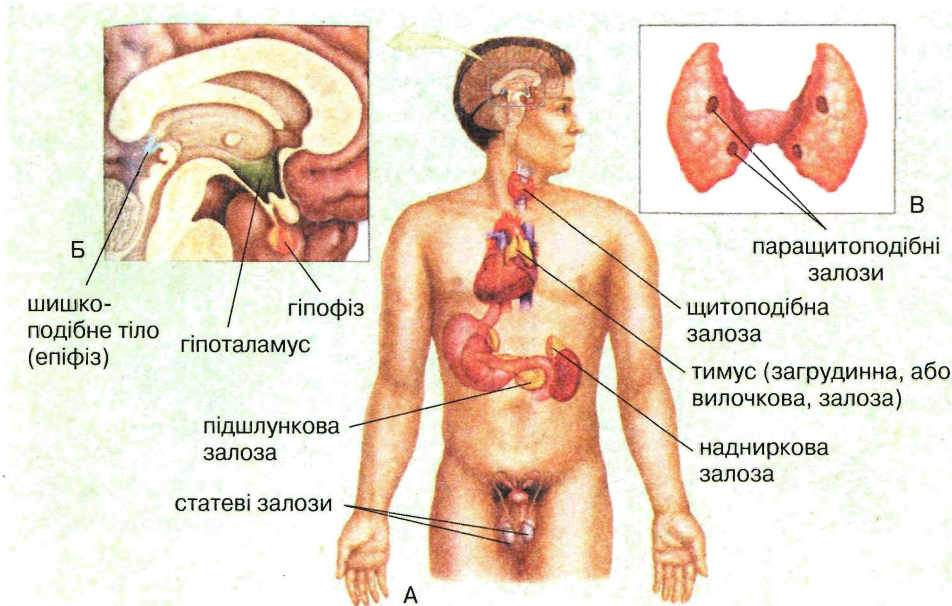
Сукупність послідовних безумовних рефлексів, які визначають забезпечення певної життєвої функції, називають **інстинктом**.

Умовні рефлекси виникають і згасають протягом життя на основі безумовних під впливом певних чинників зовнішнього середовища. З віком кількість умовних рефлексів зростає в міру накопичення життєвого досвіду. Разом з тим умовні рефлекси, які тривалий час не відтворюються, можуть втрачатись (згасати).

Вищу нервову діяльність називають функціонування певних відділів центральної нервової системи, яка забезпечує відповідні умовно-рефлекторні реакції організму на раптові зміни умов довкілля. Так, у людини та хребетних тварин вища нервова діяльність забезпечується корою головного мозку та підкірковими нервовими центрами; у членистоногих – грибоподібними тілами переднього мозку тощо.

Гуморальна регуляція життєвих функцій здійснюється завдяки різноманітним біологічно активним сполукам: гормонам, нейрогормонам, вітамінам тощо. Важлива роль при цьому належить **системі залоз внутрішньої секреції**, або **ендокринній системі** (мал. 44.4).

Залози внутрішньої секреції не мають вивідних проток, їхні клітини виділяють **гормони** безпосередньо в кров або іншу рідину внутрішнього середовища організму.



Мал. 44.4. Ендокринна система людини: А – розташування ендокринних залоз; Б – зріз через головний мозок; В – задня поверхня щитоподібної залози



Деякі нервові клітини (*нейросекреторні клітини*) виділяють у кров біологічно активні речовини, які дістали назву *нейрогормони*. Принцип їхньої дії такий самий, як і в гормонів.

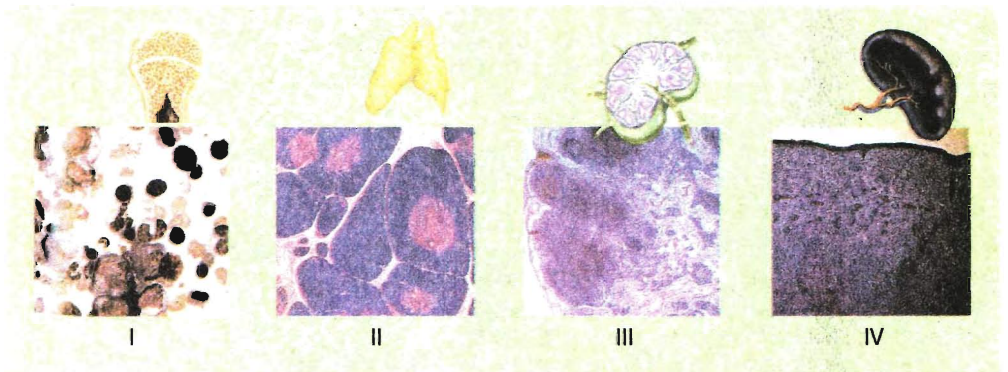
Оскільки окремі залози внутрішньої секреції не пов'язані між собою просторово, їхня узгоджена робота здійснюється або завдяки нервовій регуляції, або ж під впливом певних гормонів, що виробляються одними залозами, а впливають на роботу інших. Гормони та нейрогормони впливають на діяльність нервової системи. Як ви пригадуєте, гіпофіз – залоза внутрішньої секреції, що виробляє гормони, здатні впливати на діяльність інших ендокринних залоз.

Порівняно з роботою нервової системи, дія гормонів і нейрогормонів вирізняється меншою швидкістю, але справляє триваліший ефект. Під гормональним контролем перебувають усі етапи індивідуального розвитку та процеси життєдіяльності. Зокрема гормони забезпечують підтримання гомеостазу та регуляцію активності ферментів.

Гуморальна регуляція життєвих функцій також може здійснюватися за допомогою інших біологічно активних речовин. Наприклад, концентрація вуглекислого газу в крові регулює функцію дихального центру головного мозку хребетних тварин, а зміни концентрації йонів Кальцію і Калію – діяльність серця тощо. Вітаміни беруть участь в обміні речовин і перетворенні енергії здебільшого як компоненти складних ферментів.

У хребетних тварин існує тісний зв'язок між гіпоталамусом (структура проміжного мозку) і гіпофізом (провідна залоза внутрішньої секреції, пов'язана з проміжним мозком). Ця система має назву *гіпоталамо-гіпофізарної*. Її функції полягають у тому, що синтезовані клітинами гіпоталамуса нейрогормони по кровоносних судинах надходять у передню частку гіпофіза. Там вони стимулюють або гальмують вироблення гормонів, які впливають на діяльність інших залоз внутрішньої секреції. Основне біологічне значення гіпоталамо-гіпофізарної системи полягає в здійсненні досконалої регуляції вегетативних функцій та розмноження як реакції на вплив зовнішніх та внутрішніх подразників.

Імунна система (мал. 44.5) відіграє важливу роль у забезпеченні нормальної діяльності організмів багатоклітинних тварин і людини. До



Мал. 44.5. Органи імунної системи: I – червоний кістковий мозок, де утворюються лімфоцити; II – тимус, де дозрівають Т-лімфоцити; III – лімфатичні вузли, де знешкоджуються мікроорганізми; IV – селезінка, де дозрівають лейкоцити



складу імунної системи хребетних тварин і людини входять виличкова залоза (*тимус*), червоний кістковий мозок, селезінка, лімфатичні вузли, скупчення лімфоїдної тканини навколо різних частин травної та дихальної систем, а також більшість різновидів лейкоцитів.

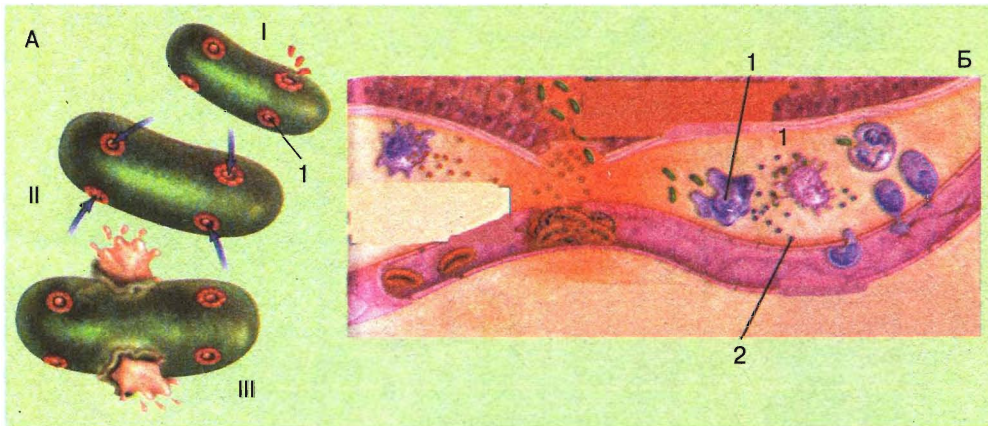
Імунітет – здатність організму забезпечувати несприйнятливність до збудників певних захворювань. Розрізняють гуморальний та клітинний види імунітету.

Гуморальний імунітет. Захист організму від паразитів та чужорідних речовин забезпечують особливі білкові сполуки – **антитіла** (або **імуноглобуліни**). Вони присутні в плазмі крові, лімфі, материнському молоці, слині та утворюються в особливих клітинах крові (лімфоцитах) у відповідь на присутність чужорідних хімічних сполук – **антигенів**. Джерелом антигенів слугують віруси, бактерії, мікроскопічні гриби, одноклітинні тварини та біологічно активні речовини, які потрапили всередину організму ззовні. Вчені відкрили сотні тисяч різних антигенів.

Кожний вид антитіла вступає у хімічний зв'язок лише з відповідним йому антигеном, нейтралізуючи шкідливі властивості останнього. Це один з механізмів **гуморального імунітету** (мал. 44.6, А).

До гуморального імунітету належить і **система комплементу**. Вона складається з різних білків у складі плазми крові. При специфічній реакції антиген–антитіло вони можуть бути активовані в певній послідовності. Наприклад, ці білки можуть зв'язуватися з рецепторними молекулами у складі оболонки бактеріальної клітини (мал. 44.6, А). Це забезпечує виникнення отворів в оболонці бактеріальної клітини, через яку надходять розчини солей. Тиск всередині бактеріальної клітини зростає, що спричиняє її руйнування.

Клітинний імунітет. Видатний український вчений І. І. Мечников встановив, що здатність певних груп лейкоцитів до фагоцитозу визначає несприйнятливність організму до деяких інфекційних захворювань. Це



Мал. 44.6. Гуморальний (А) та клітинний (Б) імунітет. А. Дія системи комплементу (антитіла) проти бактеріальної клітини: I. Мембранні комплекси поверхні бактеріальної клітини, з якими зв'язується комплемент (антитіло). II. Виникнення отворів в оболонці бактеріальної клітини, через які надходять розчини солей. III. Тиск всередині бактеріальної клітини зростає, що спричиняє її руйнування. Б – клітинний імунітет: макрофаги (1) шляхом фагоцитозу знешкоджують клітини бактерій (2)



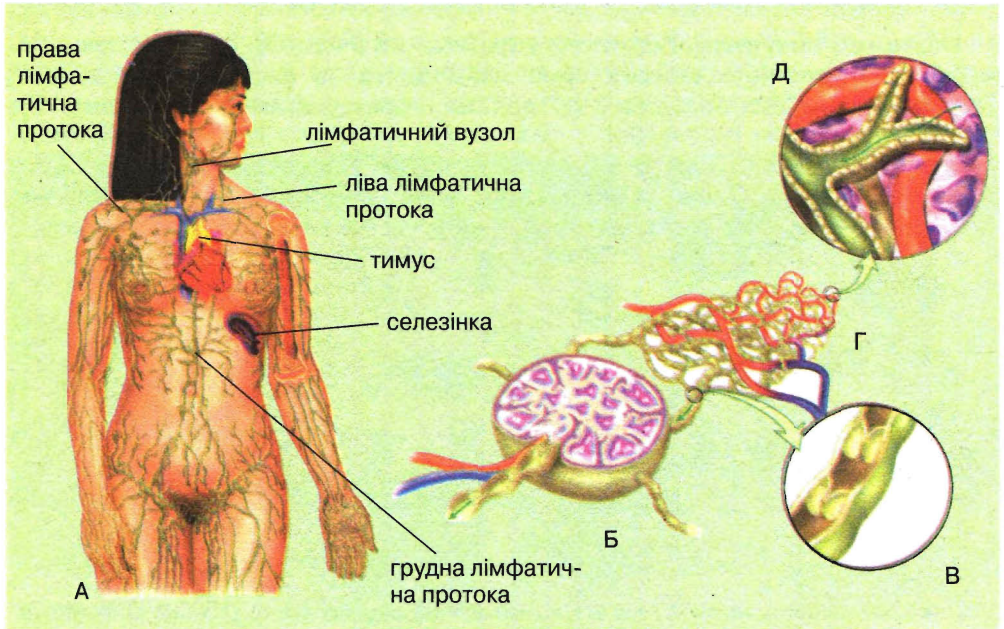


явище дістало назву *клітинного імунітету*. Наприклад, макрофаги шляхом фагоцитозу можуть поглинати й знешкоджувати клітини бактерій (мал. 44.6, Б). Клітинний імунітет забезпечують не лише лейкоцити, а й особливі нерухомі клітини, розташовані в лімфатичних вузлах, селезінці, печінці, кістковому і головному мозку.

Діяльність різноманітних органів і систем органів багатоклітинних тварин спрямована на підтримання гомеостазу, що досягається завдяки дії регуляторних механізмів і транспортних систем.

• **Транспортні, або циркуляторні, системи організму** часто становлять собою рідину, яка заповнює проміжки між тканинами та органами (*плоскі та круглі черви*) (мал. 43.8, А). В інших організмів (*членистоногі, молюски, кільчасті черви, хордові*) ці функції (транспорт поживних речовин, біологічно активних сполук, кінцевих продуктів обміну) виконують рідкі тканини – кров (мал. 43.8, 1, Б, В, 43.8, 2), порожнинна (міжклітинна) рідина, лімфа (мал. 44.7) та системи їхнього колообігу.

• **Взаємодія клітин.** Особливостями організації багатоклітинних організмів є взаємодія між його клітинами. Регуляція клітинного поділу, процесів диференціювання клітин, міжклітинних взаємодій, підтримання процесів життєдіяльності окремих клітин забезпечуються складною системою сигнальних шляхів. Цими шляхами зовнішні щодо клітини сигнали передаються всередину неї, а цілі комплекси сигнальних білків доправляють їх до специфічних мішеней у цитоплазмі або ядрі. Таким чином, у



Мал. 44.7. Лімфатична система людини: А – загальний план; Б – лімфатичний вузол у розрізі; В – лімфатична судинна в розрізі; Г – лімфатичні капіляри (позначені оливковим кольором) переплітаються з кровоносними (позначені червоним кольором). Це забезпечує зв'язок (Д) міжклітинної рідини з кровоною та лімфатичною системами





багатоклітинних організмів за рахунок міжклітинних взаємодій утворюються складні клітинні комплекси, функціонування яких може підтримуватися різними шляхами. Прикладами таких комплексів є різновиди тих чи інших тканин.

Чим забезпечується цілісність тканин і виконання окремими клітинами специфічних функцій? Численними експериментами доведено здатність клітин розпізнавати одна одну і відповідним чином реагувати. Зазначимо, що взаємодія клітин – це не тільки здатність передавати сигнали від однієї клітини до іншої, але й їхня здатність діяти узгоджено.

Вам уже відомо, що на поверхні кожної клітини розташовані рецептори, завдяки яким клітина розпізнає зовнішні впливи, такі як різні хімічні сполуки. Подібні рецептори дають змогу розпізнавати й іншу, подібну до себе, клітину. Функціонують ці рецептори згідно з правилом «ключ – замок» (пригадайте, за таким самим принципом взаємодіють і ферменти з речовинами, які вступають у реакцію).

Відомо два основні способи міжклітинної взаємодії: дифузійний та адгезивний. *Дифузійний спосіб* – це взаємодія клітин за допомогою міжклітинних каналів, пор у мембранах сусідніх клітин.

Адгезивний спосіб взаємодії (від лат. *адгезіо* – прилипання, злипання) – механічне з'єднання клітин, тривале і стабільне утримування їх на близькій відстані одна від одної. Вам уже відомі різні види міжклітинних з'єднань (десмосоми, синапси та ін.). Така взаємодія є основою для об'єднання клітин у різні багатоклітинні структури (тканини, органи).

Кожна клітина тканини не тільки з'єднується із сусідніми клітинами, а й взаємодіє з міжклітинною (тканинною) речовиною, отримуючи за її участі поживні речовини, сигнальні молекули (гормони, медіатори) тощо. За допомогою хімічних речовин, що надходять до всіх клітин, тканин та органів тіла, здійснюється гуморальний тип регуляції життєвих функцій. На різні типи клітин людини і тварин, як ви пам'ятаєте, можуть впливати такі біологічно активні речовини, як гормони, нейрогормони, медіатори, а у рослин – фітогормони.

Інший шлях регулювання відбувається за допомогою нервової системи. Нервові імпульси досягають певних клітин, тканин та органів у сотні або тисячі разів швидше, ніж будь-які хімічні сполуки. У людини, хребетних і багатьох безхребетних тварин узгоджена робота клітин і тканин, що входять до складу внутрішніх органів, забезпечується завдяки вегетативній нервовій системі, у нервових центрах якої генеруються нервові імпульси.

Нервовий і гуморальний способи регуляції функцій органів і систем тісно взаємопов'язані між собою. Однак слід пам'ятати, що утворення більшості хімічних регуляторних речовин і виділення їх у кров перебувають під постійним контролем нервової системи.

Ключові терміни та поняття. Регуляторні системи, нейрогуморальна регуляція.

- ▶ Регуляторні системи забезпечують функціонування багатоклітинного організму як єдиної цілісної біологічної системи, зумовлюють його реакції на зміни умов зовнішнього та внутрішнього середовища та підтримують його гомеостаз.



Коротко
про
головне

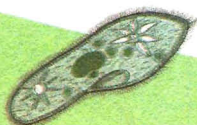
- ▶ У багатоклітинних рослин регуляцію життєвих функцій здійснюють біологічно активні речовини, зокрема фітогормони, фітонциди та алкалоїди.
- ▶ У більшості тварин усі процеси життєдіяльності та їхня координація підлягають гуморальній та нервовій регуляції. Взаємодія нервової, імунної та ендокринної систем забезпечує нейрогуморальну регуляцію всіх життєвих функцій.
- ▶ Нервова система регулює життєві функції за допомогою рефлексів. Рефлекс – реакція організму на подразники зовнішнього і внутрішнього середовища, яка здійснюється за участі нервової системи. Рефлекси бувають безумовними та умовними. Нервові імпульси мають електричну природу. Передача імпульсу між двома нервовими клітинами здійснюється за допомогою особливих речовин – медіаторів.
- ▶ В основі діяльності нервових центрів лежать процеси виникнення та гальмування нервового збудження.
- ▶ Вищою нервовою діяльністю називають функціонування відділів центральної частини нервової системи, яке забезпечує свідомі реакції на раптові зміни умов довкілля, зокрема вироблення та згасання умовних рефлексів, запам'ятовування тощо.
- ▶ Гуморальна регуляція життєвих функцій здійснюється завдяки різноманітним біологічно активним речовинам: гормонам, нейрогормонам, вітамінам тощо. Провідна роль у гуморальній регуляції належить системі залоз внутрішньої секреції та нейросекреторним клітинам.
- ▶ Узгоджена робота залоз внутрішньої секреції здійснюється завдяки нервовій регуляції та під впливом певних гормонів і нейрогормонів, що виробляються одними залозами, а впливають на роботу інших.
- ▶ Імунітет – здатність організму забезпечувати несприйнятливість до збудників певних захворювань. Захист організму за допомогою антитіл отримав назву гуморального імунітету. Клітинний імунітет ґрунтується на здатності певних груп лейкоцитів до фагоцитозу.

Запитання для
самоконтролю

1. Що таке регуляторні системи? 2. Як відбувається регуляція життєвих функцій у рослин? 3. Що таке фітогормони, фітонциди, алкалоїди? Які їхні функції? 4. Як відбувається регуляція життєвих функцій у багатоклітинних тварин? 5. Які особливості нервової регуляції? 6. Які особливості гуморальної регуляції у тварин? 7. Що таке гормони, нейрогормони, медіатори? 8. Що таке імунітет та імунна система?

Поміркуйте.

Чому в організмах більшості багатоклітинних тварин одночасно діють нервова та гуморальна регуляторні системи?





УЗАГАЛЬНЕННЯ

ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ І ФУНКЦІОНУВАННЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО, КЛІТИННОГО ТА ОРГАНІЗМОВОГО РІВНІВ ЖИТТЯ

На молекулярному рівні життя відбуваються хімічні процеси і перетворення енергії, а також зберігається, змінюється і реалізується спадкова інформація. Із взаємодіями молекул неорганічних (вода, солі, неорганічні кислоти) та органічних (білки, ліпіди, вуглеводи, нуклеїнові кислоти тощо) сполук пов'язані процеси життєдіяльності організмів, зокрема обмін речовин. Середовищем для нормального функціонування цього рівня слугують клітини.

Клітинний рівень організації живої матерії характеризується тим, що в кожній клітині як одноклітинних, так і багатоклітинних організмів відбуваються обмін речовин і перетворення енергії, зберігання та реалізація спадкової інформації. Клітини здатні до розмноження і передачі спадкової інформації дочірнім клітинам. Одноклітинні організми завжди розвиваються з однієї клітини при основних способах розмноження – статевому та нестатевому. Отже, клітина є елементарною одиницею будови, життєдіяльності і розвитку живої матерії. Середовищем існування клітин одноклітинних організмів слугує екосистема, багатоклітинних – сам організм.

Організовий рівень життя характеризується тим, що кожний організм є самостійною відкритою живою системою, в якій відбуваються обмін речовин і перетворення енергії, зберігання та реалізація спадкової інформації. Більшість багатоклітинних організмів має органи та системи органів, побудовані з різних типів тканин. Організми здатні до розмноження і передачі спадкової інформації нащадкам. Багатоклітинні організми завжди розвиваються з однієї клітини при статевій та нестатевій формах розмноження; їм притаманний індивідуальний розвиток, або онтогенез, який починається зародженням та закінчується природною смертю. Кожний організм належить до певного біологічного виду та становить собою самостійну одиницю, яка входить до складу популяції. Середовищем існування організмів слугує екосистема.

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

БУДОВА ТКАНИН РОСЛИН

Мета: ознайомитися з особливостями будови різних типів тканин рослин, звернути увагу на відповідність їхньої будови виконуваним функціям.

Обладнання і матеріали: світлові мікроскопи, постійні мікропрепарати покривної, провідної, механічної, твірної та основної тканин рослин, мікрофотографії цих тканин.



Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. При малому збільшенні мікроскопа знайдіть на препаратах клітини твірної тканини кореня (соняшника, кукурудзи тощо). Розгляньте цю тканину при великому збільшенні мікроскопа. Зверніть увагу на особливості будови цієї тканини: відносно тонкі стінки клітин, збільшені ядра, відсутність добре вираженої міжклітинної речовини тощо.
3. Розгляньте мікропрепарат клітин шкірки листка (соняшника, кукурудзи, цибулі, елодеї тощо). Зверніть увагу на форму клітин, сполучення їх між собою, будову продохів.
4. Розгляньте препарат поперечного зрізу через стебло багаторічної дерев'янистої рослини. Зверніть увагу на корок та інші елементи кори, будову лубу, ситоподібні трубки, камбій, судини, серцевину. Знайдіть річні кільця та серцевинні промені.
5. Замалюйте всі розглянуті препарати і порівняйте побачене з мікрофотографіями.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12****БУДОВА ТКАНИН ТВАРИН**

Мета: ознайомитися з особливостями будови різних типів тканин тварин, звернути увагу на відповідність їхньої будови виконуваним функціям

Обладнання і матеріали: світлові мікроскопи, постійні мікропрепарати епітеліальної, нервової та м'язової тканин, тканин внутрішнього середовища, мікрофотографії цих тканин.

Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. При малому збільшенні мікроскопа знайдіть на мікропрепаратах клітини епітеліальної тканини. Розгляньте цю тканину при великому збільшенні мікроскопа. Зверніть увагу на форму клітин, їхнє взаєморозташування, співвідношення клітин і міжклітинної речовини.
3. Так само розгляньте препарат хрящової, кісткової та інших різновидів тканин внутрішнього середовища. Зверніть увагу на будову міжклітинної речовини, зокрема на розміщення в ній волоконця.
4. Розгляньте препарат нервової тканини спинного чи головного мозку, знайдіть сіру речовину, а в ній – нервові клітини. Відзначте характерні особливості будови нервової тканини.
5. Розгляньте препарати м'язової тканини. Знайдіть ядра та скоротливі волоконця.
6. Замалюйте розглянуті препарати, порівняйте побачене з мікрофотографіями кожної з тканин. Виявіть особливості будови епітеліальної, нервової, м'язової тканин і тканин внутрішнього середовища.





ТЕСТ НА ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАТЬ

I. ВИБЕРІТЬ ІЗ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВІДПОВІДЕЙ ПРАВИЛЬНУ

1. Зазначте тканини рослин, які належать до покривних: а) шкірка; б) судини; в) ситоподібні трубки; г) жирова.
2. Укажіть м'язи, здатні до довільних скорочень: а) непосмуговані в складі стінок кровоносних судин; б) посмуговані глотки; в) серцевий; г) непосмуговані в складі стінок кишечника.
3. Назвіть тканину, до складу якої входять продиhi: а) основна фотосинтезуюча; б) корок; в) шкірка листка; г) твірна.
4. Зазначте тканину, в якій добре розвинена міжклітинна речовина: а) епітеліальна; б) м'язова; в) нервова; г) сполучна.

II. ВИБЕРІТЬ ІЗ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВІДПОВІДЕЙ ДВІ ПРАВИЛЬНІ

1. Назвіть клітини, в яких трапляються хлоропласти: а) основної запасуючої тканини; б) твірної тканини; в) продиhiв; г) основної фотосинтезуючої тканини.
2. Назвіть тканини, клітини яких здатні до поділу: а) корок; б) камбій; в) шкірка; г) верхівкова меристема.
3. Назвіть властивості, притаманні епітеліальній тканині: а) міжклітинної речовини майже немає; б) добре розвинені міжклітинники; в) клітини розташовані на базальній мембрані; г) клітини мають довгі й короткі відростки.
4. Укажіть тканини, клітини яких здатні виробляти антитіла: а) епітелій шкіри; б) нервова; в) кров; г) лімфа.

III. ЗАВДАННЯ НА ВСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ

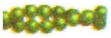
Встановіть відповідність між клітинами організму тварин і людини та тканинами, які до них належать:

Клітини	Тканини
А Нейроглії	1 Кров
Б Лейкоцити	2 Хрящова
В Остеоцити	3 Ретикулярна
Г Хондроцити	4 Нервова
	5 Кісткова

IV. ЗАПИТАННЯ З ВІДКРИТОЮ ВІДПОВІДДЮ

1. Що спільного та відмінного в здійсненні нервової та гуморальної регуляції життєвих функцій організму тварин? Яке біологічне значення гіпоталамо-гіпофізарної системи для існування організмів тварин?
2. Чому гомеостаз є необхідною умовою існування будь-якого організму? Відповідь обґрунтуйте.
3. Що спільного та відмінного в регуляції життєвих функцій організмів тварин і рослин?
4. Які органи і системи органів беруть участь у підтриманні гомеостазу в тварин?
5. Яке біологічне значення утворення функціональної системи органів?
6. Чому будь-який організм є відкритою системою? Відповідь обґрунтуйте.





КОРОТКИЙ СЛОВНИК ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ

Авітаміноз – захворювання, викликане відсутністю або несприйняттям певних вітамінів.

Автотрофні організми (автотрофи) – живі істоти, здатні синтезувати органічні речовини з неорганічних з використанням світлової енергії (фотосинтезики) або енергії певних хімічних реакцій (хемосинтезики).

Адаптація – виникнення пристосувань у живих систем (організмів, екосистем тощо) у відповідь на зміни, які відбуваються в їхньому зовнішньому чи внутрішньому середовищах.

Аеробні організми (аероби) – живі істоти, здатні до життя, розвитку та розмноження виключно за наявності в середовищі існування кисню (O_2), який вони використовують як окиснювач у процесах метаболізму.

Алелопатія – вплив різновидових рослин одна на одну внаслідок виділення ними в навколишнє середовище різних біологічно активних речовин.

Амфільні речовини – органічні сполуки, одна частина молекули яких виявляє гідрофільні властивості, інша – гідрофобні.

Анаеробні організми (анаероби) – живі істоти, здатні до життя, розвитку та розмноження за відсутності в середовищі існування кисню (O_2).

Антикодон – триплет нуклеотидів, розташований на верхівці молекули тРНК; визначає амінокислоту, яку транспортує дана молекула тРНК і впізнає комплементарну йому ділянку з трьох нуклеотидів (кодон) молекули іРНК.

Асиміляція – одна зі сторін обміну речовин; сукупність процесів поглинання з довілля, засвоєння і накопичення хімічних речовин, які слугують для синтезу необхідних клітині чи організму в цілому сполук.

АТФ (аденозинтрифосфатна кислота) – нуклеотид, який складається із залишків нітратної основи (аденіну), вуглеводу (моносахариду рибози) та трьох молекул ортофосфатної кислоти; запасає енергію у вигляді високоенергетичних (макроергічних) хімічних зв'язків, які виникають між залишками ортофосфатної кислоти. Є універсальним накопичувачем

та переносником енергії в біологічних системах.

Бактеріофаги – віруси, що паразитують у клітинах прокариотних організмів.

Біорізноманіття – різноманітність живих систем на різних рівнях організації: розрізняють біорізноманітність органічних речовин, генів, організмів (внутрішньовидове біорізноманіття), видів (міжвидове біорізноманіття), екосистем тощо.

Буферні системи – водні розчини, здатні протистояти зміні показника рН при додаванні до них певної кількості кислоти або лугу. Вони складаються зі слабкої кислоти (донора H^+), основи (акцептора H^+), здатних відповідно зв'язувати йони гідроксилу (OH^-) та Гідрогену (H^+), завдяки чому рН усередині системи практично не змінюється.

Вакуолі – одномембранні органели; залежно від функцій розрізняють скоротливі, травні та вакуолі рослинних клітин, заповнені клітинним соком.

Віруси – внутрішньоклітинні паразити, що не мають клітинної будови та складають окреме царство Віра; **прості віруси** мають лише білкову оболонку; **складні віруси**, крім білкової, додатково оточені ліпопротеїновою поверхневою мембраною.

Водневий показник, або рН, – значення негативного десятичного логарифму концентрації йонів H^+ .

Ген – ділянка молекули нуклеїнової кислоти, що містить інформацію про первинну структуру молекул поліпептиду, білка, певного типу РНК або взаємодіє з регуляторним білком; є елементарним носієм спадкової інформації.

Генетичний код – властива всім живим організмам єдина система запису спадкової інформації в молекулах нуклеїнових кислот у вигляді певної послідовності нуклеотидів, яка визначає порядок введення амінокислот до поліпептидного ланцюга під час його синтезу.

Геном – сукупність генетичної інформації, закодованої в генах певної клітини або цілісного організму.

Гетеротрофи – організми, які споживають органічні сполуки, створені інши-



мі істотами, але нездатні синтезувати їх з неорганічних речовин.

Гіалоплазма – безбарвна напіврідка основа цитоплазми.

Гідрофільність – здатність органічної речовини розчинятись у воді.

Гідрофобність – нездатність органічної речовини до розчинення у воді.

Гомеостаз – здатність біологічних систем різних рівнів організації зберігати відносну сталість складу та властивостей внутрішнього середовища за змін, що відбуваються в навколишньому.

Грана – купка з розміщених один на одному тилакоїдів.

Денатурація – процес порушення природної структури (вторинної, третинної або четвертинної) білка, нуклеїнових кислот та деяких інших біополімерів. Відбувається під дією певних чинників (температури, хімічних сполук). Зазвичай денатурація супроводжується втратою біологічної активності молекули, буває повною чи частковою, оборотною і необоротною.

Деструкція – необоротний процес руйнування первинної структури білків.

Дисиміляція – одна зі сторін обміну речовин; сукупність процесів, які призводять до розкладання складних хімічних сполук в організмі до простіших.

Диференціація – виникнення відмін у будові і функціях клітин, тканин та органів під час індивідуального розвитку.

ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) – нуклеїнова кислота; біополімер, мономерами якого є залишки нуклеотидів: аденіну (А), гуаніну (Г), тиміну (Т) та цитозину (Ц). Складається з двох ланцюгів, закручених спірально. Міститься в клітинах усіх організмів, а також у деяких вірусах. ДНК забезпечує кодування, зберігання та передачу спадкової інформації дочірнім клітинам під час поділу материнської.

Еволюція – необоротний процес історичних змін живих систем.

Ендоплазматична сітка – система порожнин у вигляді мікроскопічних каналців і вакуоль, що сполучаються між собою й оточені мембраною; *незерниста (агранулярна)* ендоплазматична сітка позбавлена рибосом, на ній синтезуються вуглеводи та ліпіди; *зерниста (гранулярна)* ендоплазматична сітка несе на мембранах рибосоми, за участі яких відбувається синтез білка.

Еукаріоти – організми (рослини, гриби, тварини), клітини яких мають ядро. Становлять окреме надцарство живої природи.

Імунітет – здатність організму протистояти збудникам захворювань і зберігати власну цілісність. *Гуморальний імунітет* виникає внаслідок вироблення антитіл, інтерферонів та інших біологічно активних речовин; *клітинний імунітет* забезпечується здатністю певних видів лейкоцитів до фагоцитозу шкідливих мікроорганізмів і речовин; *вроджений імунітет* формується до моменту народження; *набутий імунітет* виникає в процесі індивідуального розвитку (внаслідок перенесених захворювань, вакцинації або введення лікувальних сироваток).

Інтерфаза – період між двома послідовними поділами клітини або від її останнього поділу до загибелі. Під час інтерфази відбуваються процеси росту, подвоєння ДНК, синтезу білків, АТФ та інших органічних сполук, розмноження мітохондрій і пластид.

Інцистування – процес утворення щільної оболонки (цисти) в деяких одноклітинних і багатоклітинних організмів.

Каріотип – специфічний для кожного виду організмів набір хромосом ядра; характеризується певною кількістю хромосом та особливостями їхньої будови.

Клітина – основна одиниця будови, функціонування та розвитку живих організмів, елементарна біологічна система.

Клітинна стінка – ущільнена надмембранна структура рослин (здебільшого складається із целюлози), грибів (з хітину та інших полісахаридів) та прокариотів (у бактерій – переважно з муреїну, ціанобактерій – із целюлози).

Клітинний центр – органела, що складається з двох центріолей, які розташовані в ущільненій ділянці цитоплазми; бере участь в утворенні веретена поділу.

Клітинний цикл – період життя клітини від початку одного поділу до іншого або від початку останнього поділу до загибелі; складається з власне поділу та перерви між двома поділами (інтерфази).

Кодон – триплет нуклеотидів, одиниця генетичного коду в молекулі нуклеї-



нової кислоти, яка несе інформацію про певну амінокислоту. Послідовність кодонів у гені визначає послідовність включення амінокислотних залишків у синтезовану молекулу білка.

Комплекс Гольджі – органела еукаріотичної клітини; складається з укритих мембранами пласких цистерн, пухирців і каналців; накопичує, перетворює та виділяє різні речовини, бере участь в утворенні лізосом, клітинних стінок, скоротливих вакуоль та інших структур.

Комплементарність – відповідність послідовностей нуклеотидів у двох ланцюгах молекули ДНК або між нуклеотидами молекул ДНК та РНК, яка на ній синтезується; зумовлена особливостями хімічної будови відповідних нуклеотидів.

Кофактор – небілкова частина складного ферменту. Кофакторами можуть бути неорганічні катіони або аніони, а також органічні речовини (*коферменти*), наприклад похідні вітамінів.

Кофермент – кофактор органічної природи.

Кросинговер (перехрест хромосом) – обмін певними ділянками між гомологічними хромосомами під час кон'югації останніх в профазі першого поділу мейозу. Забезпечує мінливість організмів.

Лейкопласти – безбарвні пластиди різноманітної форми, в яких запасається крохмаль.

Лізосоми – оточені мембраною органели; містять ферменти, здатні розщеплювати різноманітні органічні сполуки, забезпечувати процеси внутрішньоклітинного травлення або перетравлювати групи клітин.

Мейоз – спосіб поділу еукаріотичних клітин, унаслідок якого хромосомний набір зменшується вдвічі; мейоз відбувається шляхом двох послідовних поділів, інтерфаза між якими вкорочена або відсутня. Мейоз забезпечує сталість числа хромосом тих видів організмів, яким притаманне статеве розмноження.

Метаболізм (обмін речовин) – сукупність процесів надходження речовин із зовнішнього середовища, їхнього перетворення в організмі чи окремі клітини та видалення у довкілля продуктів життєдіяльності.

Мінливість – здатність організмів набувати нових спадкових або неспадкових станів ознак протягом життя або історичного розвитку виду.

Мітоз – основний спосіб поділу еукаріотичних клітин; супроводжується утворенням особливого апарату, який забезпечує точну передачу спадкової інформації від материнської клітини дочірнім; складається з чотирьох послідовних етапів (фаз): профазі, метафазі, анафазі та телофазі.

Мітохондрії – двомембранні органели еукаріотичних клітин різноманітної форми; у них відбувається синтез АТФ.

Настії – рухові реакції частин рослин, які виникають у відповідь на дію подразників довкілля, що не мають певного спрямування, проявляються зміною положення окремих частин рослини.

Нуклеїнові кислоти – біополімери, які складаються з мономерів (нуклеотидів); до них належать дезоксирибонуклеїнові (ДНК) та рибонуклеїнові (РНК) кислоти.

Органели – постійні компоненти клітини певної будови, які забезпечують певні процеси життєдіяльності.

Піноцитоз – процес поглинання рідин клітинами живих організмів.

Плазматична мембрана (або плазмолема) – біологічна мембрана, що оточує цитоплазму.

Пластиди – органели клітин рослин і деяких одноклітинних тварин, укриті двома мембранами. Залежно від вмісту пігментів поділяються на лейкопласти, хлоропласти та хромопласти.

Пластичний обмін – сукупність реакцій, які забезпечують ріст клітин і організму в цілому та оновлення їхнього хімічного складу; процеси біохімічного синтезу необхідних біологічним системам сполук.

Пріони – модифіковані білкові молекули, звичні для організму, які зазнають змін унаслідок порушення синтезу білків через мутації відповідних генів; спричиняють смертельно небезпечні захворювання людини і тварин.

Прокаріоти – надцарство, до якого належать одноклітинні організми (бактерії, ціанобактерії), клітини яких не мають ядра та більшості інших органел; багато видів здатні утворювати колонії.





Регенерація – процеси відновлення втрачених або ушкоджених частин, а також відтворення цілісного організму з певної його частини (репаративна регенерація); поновлення клітинного складу різних тканин та органів (фізіологічна регенерація).

Ренатурація – процеси відновлення природної структури певних біополімерів (білків, нуклеїнових кислот тощо), порушеної внаслідок денатурації.

Рибосоми – немембранні оргanelи у вигляді сферичних тілець, до складу яких входять рРНК і білки; складаються з двох часток різного розміру (*субодиниць*) і забезпечують біосинтез білків у клітині.

РНК (рибонуклеїнові кислоти) – нуклеїнові кислоти, до складу нуклеотидів яких входять залишки нітратних основ (аденіну, гуаніну, цитозину, урацилу), рибози та ортофосфатної кислоти. Як правило, вони складаються з одного ланцюга нуклеотидів. Розрізняють *транспортні* (тРНК), *інформаційні*, або *матричні* (іРНК, або мРНК), та *рибосомні* (рРНК) рибонуклеїнові кислоти. Входять до складу багатьох вірусних частинок.

Синапс – місце контакту між двома нейронами або нейроном та ефекторною клітиною, слугує для міжклітинної передачі нервового імпульсу.

Теплоємність – фізична величина, що визначається кількістю теплоти, яку потрібно надати тілу для підвищення його температури на один градус.

Тилакоїди – внутрішні структури хлоропластів у вигляді сплюснених вакуоль або мішечків.

Транскрипція – етап синтезу білка, під час якого на молекулі ДНК синтезується молекула іРНК.

Трансляція – етап синтезу білка, під час якого послідовність нуклеотидів у молекулі іРНК (яка слугує матрицею) перекладається в послідовність амінокислотних залишків синтезованої молекули білка.

Тропізми – спрямовані ростові рухи органів рослин у відповідь на дію подразника.

Тургор – напружений стан клітинної стінки, зумовлений тиском на неї цитоплазми зсередини клітини. У більшості рослин тургорний тиск становить 5–10 атмосфер, а в клітин грибів і рослин

солонців – 50–100 атмосфер. У тваринних клітин тверда стінка відсутня, а клітинна мембрана нездатна протистояти великій різниці тиску з обох її сторін; тому цей показник зазвичай не перевищує 1 атмосфери.

Фагоцитоз – процес активного захоплення твердих об'єктів деякими клітинами тварин.

Фізіологічний розчин – 0,9 %-й водний розчин натрій хлориду, що відповідає концентрації цієї сполуки в плазмі крові людини.

Фотосинтез – синтез рослинами, деякими прокариотами та одноклітинними тваринами органічних речовин з неорганічних завдяки перетворенню світлової енергії в енергію хімічних зв'язків синтезованих сполук.

Фототрофи – автотрофні організми, які для процесів синтезу органічних сполук з неорганічних використовують енергію світла.

Функціональна система органів – тимчасове об'єднання дій різних систем органів для здійснення певної життєвої функції.

Хемосинтез – процеси утворення органічних речовин з неорганічних хемотрофами за рахунок енергії, яка звільняється внаслідок окиснення певних неорганічних сполук.

Хемотрофи – види автотрофних прокариотів, які для синтезу органічних речовин використовують енергію, що звільняється внаслідок хімічних реакцій.

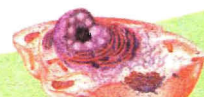
Хлоропласти – пластиди, зазвичай забарвлені в зелений колір завдяки наявності пігментів – хлорофілів; у них відбувається фотосинтез.

Хлорофіли – група пігментів зеленого кольору, які містять Магній; за їх допомогою фотосинтезуючі організми вловлюють енергію світла і здійснюють процеси фотосинтезу.

Хроматида – структурний елемент хромосоми, який формується в інтерфазі внаслідок подвоєння.

Хроматин – ниткоподібні утвори, що становлять комплекси з ядерних білків та нуклеїнових кислот (нуклеопротейдів); з них складаються хромосоми.

Хромопласти – пластиди, забарвлені в різні кольори (жовтий, червоний тощо) завдяки наявності відповідних пігментів.





Хромосоми – внутрішньоядерні структури, здатні до самоподвоєння; до їхнього складу входять молекули ДНК та ядерних білків гістонів.

Цитоплазма – внутрішнє середовище клітини, що міститься між плазматичною мембраною та ядром; становить собою колоїдний розчин органічних і мінеральних речовин та вміщує органели і включення.

Цитоскелет – система мікротрубочок і мікрониток (мікрофіламентів) білкової природи, яка слугує опорою клітини та бере участь у її русі; елементи

цитоскелета забезпечують закріплення органів у певному положенні та їхнє переміщення по клітині.

Ядерця – розміщені в ядрі щільні структури, які складаються з комплексів РНК з білками, внутрішньоядерцевого хроматину та гранул – попередників субодиниць рибосом.

Ядро – складова еукаріотичних клітин, укрита двома мембранами. Регулює процеси синтезу білків, забезпечує зберігання та передачу спадкової інформації дочірнім клітинам.





ЗМІСТ

Дорогі десятикласники!	3
ВСТУП	4
§ 1. Система біологічних наук. Зв'язок біологічних наук з іншими науками	4
<i>Нарис з історії розвитку біологічної науки</i>	7
§ 2. Рівні організації життя	12
§ 3. Методи досліджень у біології. Значення досягнень біологічної науки в житті людини і суспільства	18
 РОЗДІЛ I. МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЯ	
Тема 1. НЕОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ ОРГАНІЗМІВ	24
§ 4. Елементний склад організмів	24
§ 5. Роль неорганічних речовин в життєдіяльності організмів	30
§ 6. Функції води в життєдіяльності організмів	34
<i>Практична робота № 1. Визначення вмісту води у власному організмі</i> (виконують учні академічного рівня навчання)	41
Тема 2. Органічні речовини	42
§ 7. Органічні речовини живих істот. Ліпіди	42
§ 8. Вуглеводи: різноманітність, властивості та функції	47
§ 9. Білки: будова та властивості	50
§ 10. Функції білків	55
§ 11. Нуклеїнові кислоти. Властивості та функції РНК. АТФ	60
§ 12. Будова, властивості та функції ДНК	63
§ 13. Біологічно активні речовини. Вітаміни, гормони, фактори росту	67
<i>Лабораторна робота № 1. Визначення деяких органічних речовин та їхніх властивостей</i>	72
<i>Лабораторна робота № 2. Вивчення властивостей ферментів</i>	73
<i>Практична робота № 2. Розв'язання елементарних задач із транскрипції та реплікації</i>	74
<i>Розв'язання елементарних задач із трансляції</i>	74
<i>Розв'язання елементарних задач із репарації</i>	75
<i>Практична робота № 3. Ознайомлення з інструкціями з використання окремих медичних препаратів, засобів побутової хімії тощо та оцінка їхньої небезпеки</i>	75
<i>Практична робота № 4. Оцінка продуктів харчування за їхнім складом</i>	76
 РОЗДІЛ II. КЛІТИННИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЯ	
Тема 1. ЗАГАЛЬНИЙ ПЛАН БУДОВИ КЛІТИНИ. ПОВЕРХНЕВИЙ АПАРАТ. ЯДРО	79
§ 14. Клітина – основна структурно-функціональна одиниця організмів. Методи цитологічних досліджень	79
§ 15. Будова та функції клітинних мембран	86



§ 16. Надмембранні і підмембранні комплекси клітин	94
§ 17. Будова та функції ядра клітин еукаріотів. Нуклеоїд прокаріотів	99
§ 18. Особливості організації каріотипу різних організмів	103
<i>Лабораторна робота № 3. Будова клітин прокаріотів та еукаріотів</i>	<i>109</i>
<i>Лабораторна робота № 4. Спостереження явищ плазмолізу та деплазмолізу в клітинах рослин (виконують учні академічного рівня навчання).</i>	<i>109</i>
<i>Лабораторна робота № 5. Мікроскопічна та ультрамікроскопічна будова ядра (виконують учні академічного рівня навчання).</i>	<i>110</i>
Тема 2. ЦИТОПЛАЗМА КЛІТИН	113
§ 19. Цитоплазма. Клітинні включення	113
§ 20. Одномембранні органели	116
§ 21. Двомембранні органели: мітохондрії та пластиди	122
§ 22. Рибосоми. Органели руху. Клітинний центр	127
§ 23. Будова клітин прокаріотів. Гіпотези походження еукаріотів	131
<i>Лабораторна робота № 6. Вивчення будови одномембранних органел</i>	<i>137</i>
<i>Лабораторна робота № 7. Вивчення будови двомембранних органел</i>	<i>138</i>
<i>Лабораторна робота № 8. Рух цитоплазми в клітинах рослин.</i>	<i>139</i>
Тема 3. КЛІТИНА ЯК ЦІЛІСНА СИСТЕМА	142
§ 24. Клітинний цикл. Мітоз	142
§ 25. Мейоз.	147
§ 26. Загальна характеристика обміну речовин і перетворення енергії в клітинах	153
§ 27. Пластичний обмін. Біосинтез білків і нуклеїнових кислот	159
§ 28. Хемосинтез і фотосинтез	165
§ 29. Сучасна клітинна теорія. Можливості та перспективи використання цитотехнологій.	171
<i>Лабораторна робота № 9. Будова хромосом</i>	<i>176</i>
<i>Лабораторна робота № 10. Мітотичний поділ клітин</i>	<i>177</i>
<i>Практична робота № 5. Порівняння мітозу і мейозу (виконують учні академічного рівня навчання).</i>	<i>177</i>
<i>Практична робота № 6. Розв'язання елементарних задач із трансляції (виконують учні академічного рівня навчання).</i>	<i>178</i>
РОЗДІЛ III. ОРГАНІЗМОВИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЯ	
Тема 1. НЕКЛІТИННІ ФОРМИ ЖИТТЯ	182
§ 30. Будова, хімічний склад і властивості вірусів	182
§ 31. Розмноження вірусів. Основні етапи взаємодії вірусу і клітини	187
§ 32. Роль вірусів у природі та житті людини. Вірусні інфекції людини і тварин	192
§ 33. Профілактика та лікування вірусних інфекцій.	198
§ 34. Віроїди і пріони	203
Тема 2. ОДНОКЛІТИННІ ОРГАНІЗМИ	208
§ 35. Особливості будови та процесів життєдіяльності прокаріотичних організмів	208



§ 36. Роль прокариотів у природі та житті людини	214
§ 37. Особливості організації одноклітинних еукаріотів	220
§ 38. Особливості процесів життєдіяльності одноклітинних еукаріотів	223
§ 39. Роль протистів у природі та господарстві	229
<i>Практична робота № 5. Порівняння симптомів захворювань, які спричиняють віруси і бактерії.</i>	<i>234</i>
Тема 3. БАГАТОКЛІТИННІ ОРГАНІЗМИ	236
§ 40. Багатоклітинні еукаріоти	236
§ 41. Тканини рослин	242
§ 42. Тканини людини та тварин. Гістотехнологія	250
§ 43. Органи та системи органів	258
§ 44. Регуляція функцій у багатоклітинних організмів	267
<i>Узагальнення</i>	<i>277</i>
<i>Принципи організації і функціонування молекулярного, клітинного та організмового рівнів життя</i>	<i>277</i>
<i>Лабораторна робота № 11. Будова тканин рослин</i>	<i>277</i>
<i>Лабораторна робота № 12. Будова тканин тварин</i>	<i>278</i>
Короткий словник термінів і понять	280



Навчальне видання

**БАЛАН ПАВЛО ГЕОРГІЙОВИЧ
ВЕРВЕС ЮРІЙ ГРИГОРОВИЧ
ПОЛІЩУК ВАЛЕРІЙ ПЕТРОВИЧ**

БІОЛОГІЯ

10 клас

Рівень стандарту, академічний рівень

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Редактор *Людмила Мялківська*
Обкладинка, художнє редагування та оформлення *Юлії Куц*
Технічний редактор *Валентина Олійник*
Комп'ютерна верстка *Олени Білохвост*
Коректори *Любов Федоренко, Лариса Леуська*

Згідно із Законом України «Про авторське право та суміжні права» у підручнику частково використано ілюстрації з таких видань:

Raven P. H., Johnson G. B., Losos J. B., Singer S. R. Biology. – 7th ed. – McGraw-Hill, 2005

Uno G., Storey R., Moore R. Principles of botany. – 1th ed. – McGraw-Hill, 2001

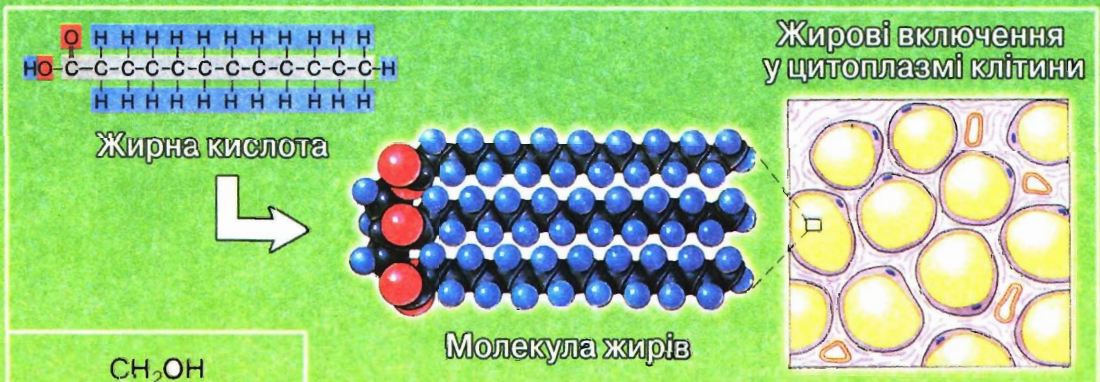
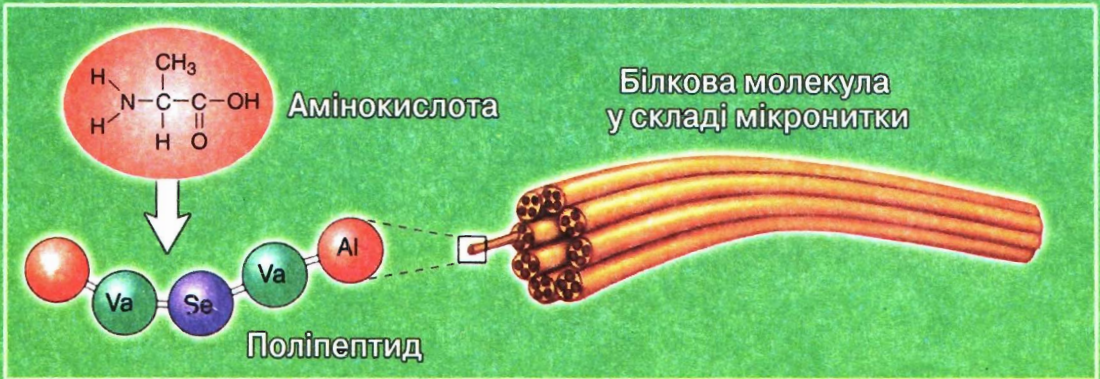
Mader S.S. Biology. – 9th ed. – McGraw-Hill, 2007

Формат 70x100/16. Умовн. друк. арк. 23,4.
Обл.-вид. арк. 21,85. Наклад 203410 (1-й з-д: 1–63390) прим.
Вид. № 1045. Зам. № 180-10.

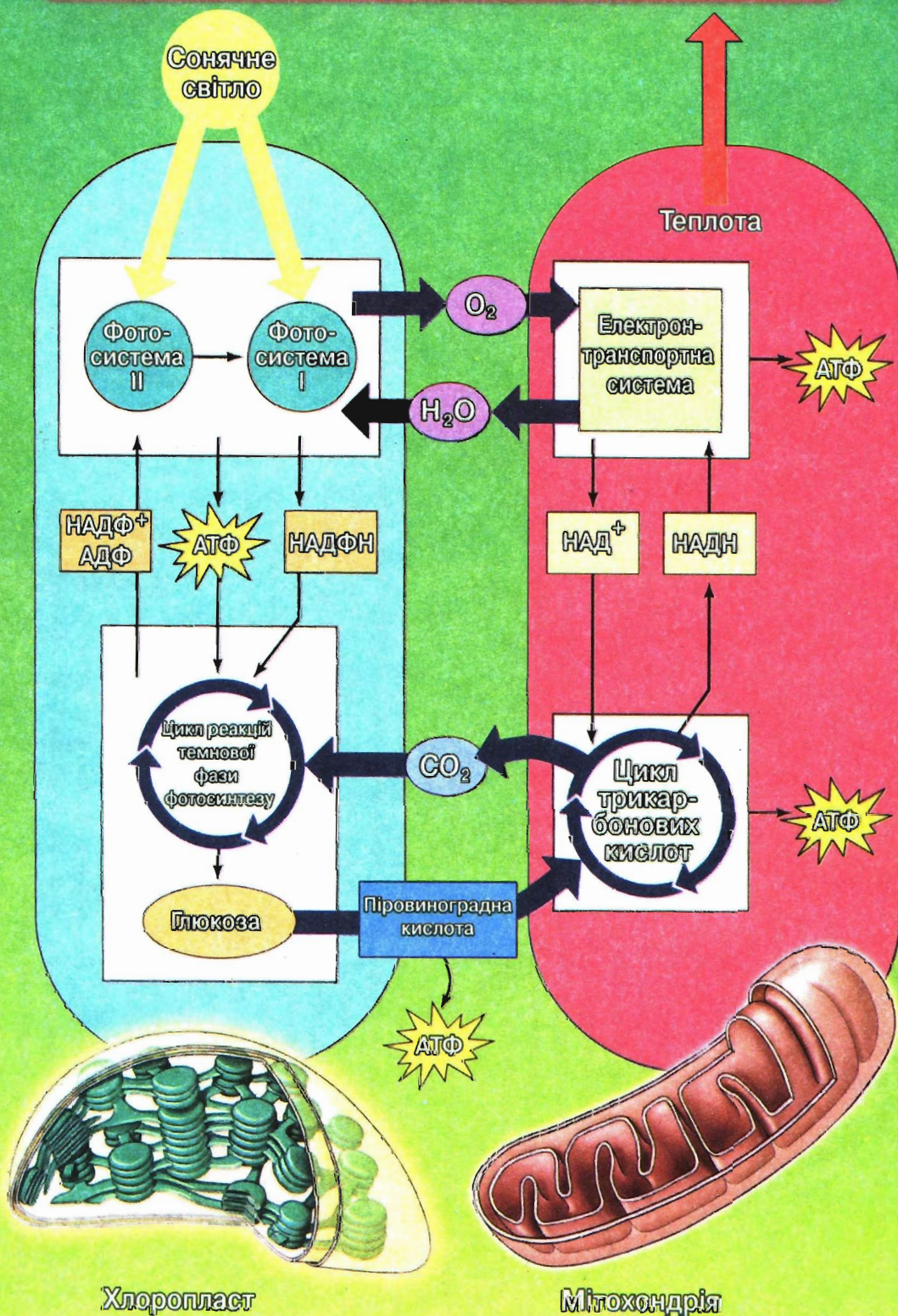
Видавництво «Генеza»,
вул. Тимошенка, 2-л. м. Київ, 04212.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців серія ДК № 25 від 31.03.2000 р.

Віддруковано з готових позитивів у
ТОВ „Видавництво „Фоліо“
вул. Чубаря, 11, м. Харків, 61002
Свідоцтво серія ДК № 3194 від 22.05.2008 р.

Біополімери та їхні мономери



Хлоропласти та мітохондрії – органели, які забезпечують синтез АТФ у клітині



Хлоропласт

Мітохондрія

Видавництво «ГЕНЕЗА»
пропонує новий навчально-методичний
комплект до підручника
П.Г. Балана, Ю.Г. Вервеса, В.П. Поліщука
«БІОЛОГІЯ», 10 клас
(рівень стандарту, академічний рівень),
що складається з таких посібників:



О.В. Данилова, С.А. Данилов
**«Зошит для лабораторних і
практичних робіт з біології»,
10 кл.**
(рівень стандарту,
академічний рівень)



П.Г. Балан
**«Тести для контролю
знань з біології», 10 кл.**
(рівень стандарту,
академічний рівень)

ISBN 978-966-504-999-9



9 789665 049999 >