

ція реалізовувалася спочатку як послідовність нуклеотидів і РНК, а потім у вигляді амінокислотного складу білків.

З археобіонтів в інтервалі від 3,5 до 3,0 млрд років тому розвинулися численні прокаріотичні організми. Про це свідчить наявність як слідів їх діяльності, так і достовірних мікрокопалін у шарах того часу (мал. 220). Перші прокаріотичні організми за своїми розмірами і, ймовірно, клітинною будовою нічим не відрізнялися від сучасних гетеротрофних бактерій. Оскільки нині бактерії всюди суцільно й живуть у прісній і морській воді, у гарячих джерелах, температура яких вище 100°C, у ґрунті, гірських породах, повітрі, усередині інших організмів, то цілком можна припустити, що перші прокаріоти виникли незалежно у різних середовищах існування.

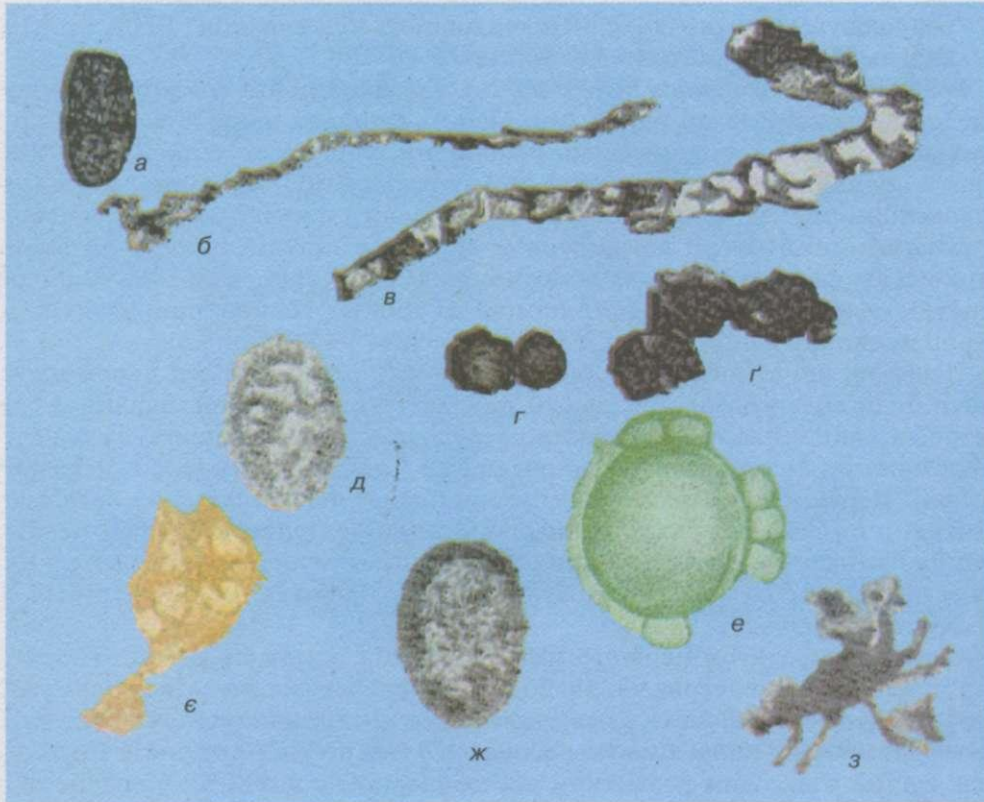
Через те, що атмосфера планети ще не містила кисню, всі перші прокаріоти були анаеробами. Вважають, що спочатку з'явилися первинні гетеротрофи, які живилися органічною речовиною «первинного бульйону», згодом виникли хемоавтотрофні організми й тільки після них — фотоавтотрофні. Перехід на фотосинтез запусив процес нагромадження органічної речовини на Землі за рахунок енергії Сонця. Це привело до різкого збільшення біомаси й появи так званих вторинних гетеротрофів, які вже живилися не речовиною первинного бульйону, а поїдали інших прокаріотів або продукти їх розпаду.

Оскільки протягом першого мільярда років життя на Землі атмосфера залишалася безкисневою, то, очевидно, перші фототрофи здійснювали анаеробний фотосинтез. Вважають, що процес поглинання сонячної енергії з наступним виділенням кисню розпочався близько 2,5 млрд років тому і був пов'язаний з масовим розвитком ціанобактерій, у яких, як у водоростей і вищих рослин, фотосинтез відбувається з виділенням кисню. Як наслідок поступово стала утворюватися атмосфера з вмістом кисню. В результаті більша частина анаеробних прокаріотів вимерла, а період з 2 до 1,5 млрд років тому став часом інтенсивної еволюції різноманітних аеробних груп прокаріотів.

І нині на Землі живе безліч груп бактерій, у яких фотосинтез відбувається без виділення кисню. Найпримітивнішим є безхлорофільний фотосинтез у деяких археїв: світлову енергію поглинають спеціальні білки, що нагадують зорові пігменти ссавців. Зелені і бурі бактерії, хоч і мають речовину бактеріохлорофіл, однак фотони світла сприймають за допомогою червоно-коричневих пігментів каротиноїдів. Тільки потім їх енергія передається молекулам бактеріохлорофілу.

Подальша еволюція прокаріотів пов'язана з освоєнням нового середовища існування — суходолу, де згодом сформувалася величезна кількість видів різноманітних ґрунтових бактерій. Багато гетеротрофних бактерій стали паразитами й коменсалами (*пригадайте, що це за явище — коменсалізм*) багатоклітинних еукаріотів. Якщо перші є ворогами еукаріотичних організмів, викликаючи у них хвороби, то другі виявилися незамінними супутниками, без яких неможливе функціонування організмів рослин і тварин. Обидві ці групи бактерій еволюційно молодші за своїх хазяїв, у тому числі ссавців і людини. Нині на Землі живе не менш ніж 20 тис. видів надцарства Прокаріоти.

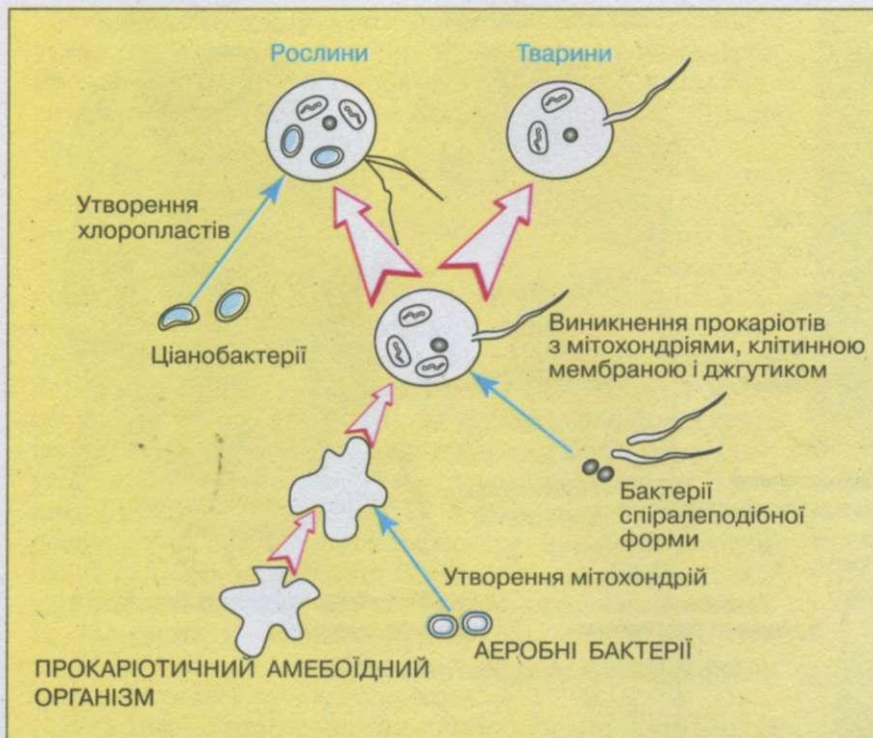
Теорія симбіогенезу і виникнення еукаріотів. Вважають, що еукаріоти виникли 1,5 млрд років тому. Останнім часом дедалі більшого підтвер-



Мал. 220. Вископні одноклітинні організми: *а* — найдавніша істота — спільний предок усіх організмів (3,8 млрд років тому); *б—д* — прокаріоти, бактерії і ціанобактерії, що жили на Землі у межах 3,5—2,5 млрд років тому; *е—з* — прокаріотичні і еукаріотичні організми, які існували близько 2 млрд років тому.

дження знаходить **теорія симбіогенезу** (від грец. *сімбіосіс* — співжиття і *генезіс*), згідно з якою всі еукаріотичні організми є результатом своєрідного симбіозу різних видів прокаріотів. Великі гетеротрофні прокаріоти, які жилися дрібними, не зуміли перетравити деяких з них і ті прижилися в цитоплазмі «хижаків», перетворившись у мітохондрії, пластиди й джгутики. Справді, мітохондрії й пластиди, на відміну від інших органел цитоплазми, мають двошарову оболонку; містять власний генетичний апарат у вигляді згорнутої у кільце (як у бактерій) молекули ДНК; мають свої, дрібніші за звичайні, рибосоми; відтворюються, як і клітини, шляхом поділу навпіл.

Симбіотичне утворення еукаріотичних організмів мало проходити у кілька етапів (мал. 221). Спочатку прокаріотичний організм, що, ймовірно, мав амебоїдну форму, включив до своєї цитоплазми дрібні аеробні бактерії, які згодом перетворилися на мітохондрії. Потім відбувся другий симбіоз. Цього разу амебоїдна клітина з мітохондріями поглинула бактерії, що мали спіралеподібну форму. В результаті утворилися прокаріоти із джгутиками, мітохондріями і клітинними мембранами, що пронизували

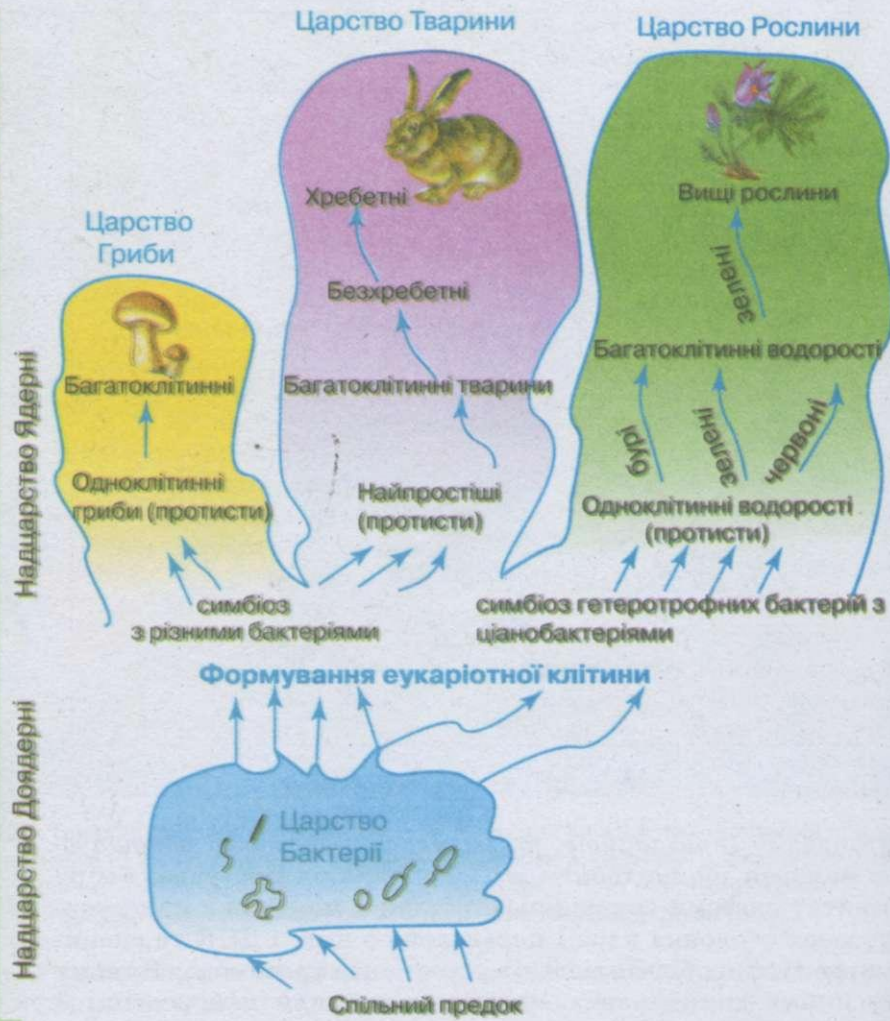


Мал. 221. Етапи симбіогенезу.

цитоплазму (пригадайте, як називають систему одношарових мембран, що знаходиться у цитоплазмі). Поступово в міру розвитку системи внутрішньоклітинних мембран з них сформувалася оболонка ядра і паралельно з цим з ДНК та специфічних лужних білків гістонів утворилися хромосоми. З таких первинних джгутикових еукаріотів виникли найпростіші й одноклітинні гриби. Шлях до одноклітинних водоростей, очевидно, проліг через третій симбіоз. Цього разу «бранцями» схожих на амеб джгутикових прокаріотів стали ціанобактерії, з яких згодом виникли хлоропласти. (Пригадайте: і тепер на Землі живе низка одноклітинних видів зелених і золотистих водоростей, які мають амебоїдну форму.)

Подальша еволюція йшла від одноклітинних до колоніальних організмів, а потім — до багатоклітинних (мал. 222).

Шляхи й закономірності еволюції рослин. Близько мільярда років тому на дні Світового океану вже жила безліч зелених, бурих та інших водоростей. Їх прогресивна еволюція проходила в напрямі від одноклітинності до колоніальності, а потім — до багатоклітинності. В результаті чимало водоростей досягли гігантських розмірів, однак так і залишилися водними істотами. Це пояснюється не тільки тим, що їх тіло не має



Мал. 222. Схема еволюції органічного світу відповідно до теорії симбіогенезу.

спеціального захисту від висихання, а й особливостями статевого розмноження. Як відомо, у водоростей існує чергування поколінь: диплоїдного спорофіта, що розмножується спорами, і гаплоїдного гаметофіта, на стадії якого розмноження відбувається за допомогою гамет, для копуляції яких потрібне водне середовище. Саме це і стало головною перешкодою для виходу водоростей на суходіл. Вважають, що саме потреба пристосуватися до наземного способу життя і стала головним напрямом еволюції рослин. Цього було досягнуто за рахунок збільшення тривалості стадії спорофіта й поступового скорочення фази гаметофіта і згодом його редукції взагалі. Саме ароморфоз, пов'язаний з редукцією гаметофіта в насінних рослин, дав їм

Тема 2. Історичний розвиток і різноманітність органічного світу

змогу освоїти новий адаптивний простір — суходіл й утворити тут надзвичайне біологічне різноманіття. Рослинний світ нині налічує приблизно півмільйона видів, з яких на квіткові рослини припадає більше половини — близько 300 тис. видів.

Найпримітивнішими вищими рослинами з тих, що збереглися на Землі, вважають мохоподібних. У них вже є певний поділ тіла на стебло й коріння (ризоїди), однак відсутня провідна система. Мохи відокремилися від водоростей на самому початку Фанерозою близько 600 млн років тому. Особливостями їх життєвого циклу є такі. Зі спор цих рослин проростає так званий *передпаросток*, дуже схожий на водорість. З нього розвивається тіло моху, яким є гаметофіт. Копуляція гамет відбувається тільки у воді, яку мохи накопичують у пазухах листків. Тому ці рослини можуть жити лише у сирих притінках. Із зиготи утворюється спорофіт, який розвивається безпосередньо на гаметофіті (мал. 223). На відміну від гаметофіта спорофіт посухостійкий, що й дало змогу мохам прижитися на суходолі. Їх вважають не справжніми суходільними, а земноводними рослинами. Можливо, саме тому вони стали сліпою гілкою в еволюції рослин.

Усі інші вищі рослини походять від **риніофітів** (мал. 224, 225). Ці вимерлі рослини дуже добре збереглися у вигляді скам'янілих відбитків у стародавніх шарах. Зовні вони були більше схожі на водорості, ніж на сучасні вищі рослини. В них ще не було коренів і листків, а провідна система розвинута дуже слабко. Жили вони на мілководді або у болотистій місцевості.

Початок риніофітам дали або зелені, або бурі водорості. Це трапилося у Силурійському періоді 400—500 млн років тому. Від них окремими еволюційними гілками відійшли плауни, хвощі, папороті й голонасінні рослини. Цей еволюційний вибух стався у Девонському періоді близько 300—400 млн років тому. Папороті — перші рослини, які змогли завоювати суходіл, утворивши в Карбонському періоді найсправжнісніські ліси. У зв'язку з необхідністю жити на суходолі у рослин виникла провідна система, вдосконалилися покривна і механічна тканини. З голонасінних рослин на межі Мезозою і Кайнозою утворилися покритонасінні рослини. Їх поява ознаменувалася низкою ароморфозів, а саме: появою квітки, внутрішнім і подвійним заплідненням, механізмами захисту зародка від несприятливих умов, забезпеченням його їжею на ранніх стадіях розвитку.

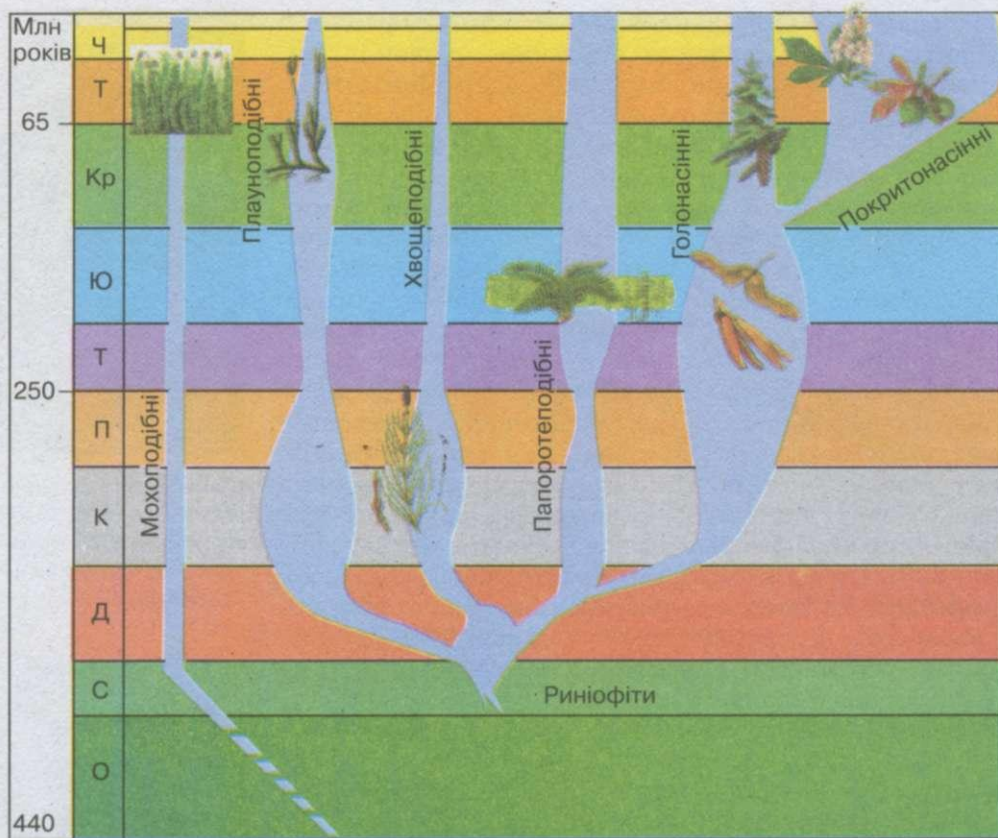
У процесі еволюції покритонасінних найбільших змін зазнала квітка. Багато в чому це пов'язано із пристосуванням квіткових рослин до запилення вітром або комахами чи іншими тваринами. В останньому випадку квітки зазвичай великі, яскраві з рясним пилком і запашним нектаром. Вони дуже часто мають спеціалізованого запильника (*пригадайте: квіт-*



Мал. 223. Зозулин льон — звичайний вид мохів українських лісів. Сухі коробочки і є спорофітами.



Мал. 224. Так виглядали зарості риніофітів, з яких згодом утворилися вищі рослини.



Мал. 225. Родовідне дерево вищих рослин.

ки конюшини можуть запилювати тільки джмелі). Така спеціалізація, у свою чергу, стимулює еволюцію комах, сприяючи особливому розвитку їх ротового апарату. Не випадково початок Кайнозою ознаменувався спалахом різноманітності не лише квіткових рослин, а й комах. Цей процес взаємозумовленої еволюції дістав назву **коеволуції** (від лат. *ко* — узгодженість).

Шляхи еволюції грибів і лишайників. Гриби пішли від невідомих одноклітинних протистів. Літопис їх походження дуже бідний, хоч у викопному стані й збереглися спори, гіфи та окремі клітини. Особливо багато спор знаходять у бурому вугіллі. Перші достовірні викопні рештки грибів відомі з Девонського періоду (близько 410 млн років тому), однак, без сумніву, гриби набагато давніші.

Лишайники є, по суті, певними видами грибів, які взяли у полон звичайні вільноживучі водорості і встановили з ними симбіотичні відносини. У результаті гриби живляться органічними речовинами, які синтезують водорості. Вважається, що такі відношення наклали на лишайники особливу печатку, й їх еволюція пішла шляхом спрощення організації і набуття надзвичайної невибагливості (*пригадайте: лишайники — це єдині істоти, здатні жити на голому камінні*).

Тема 2. Історичний розвиток і різноманітність органічного світу

Магістральний шлях еволюції на рівні прокаріотичних організмів проходив від первинно гетеротрофних організмів через хемотрофи до фототрофів і вторинних гетеротрофів. Завершився він утворенням перших еукаріотичних організмів.

Головним шляхом еволюції рослин стало зменшення значущості й тривалості гаплоїдної стадії — гаметофіта, що дало рослинам змогу вийти на суходіл і у кінцевому підсумку привело до утворення квіткових рослин.

Перевірте себе

1. Яких істот вважають спільними предками всіх живих організмів? У чому особливості їх будови і функціонування?
2. Скільки і яких етапів було необхідно для симбіотичного утворення водоростей?
3. У чому полягають особливості будови риніофітів?
4. Який напрям еволюції рослин був генеральним?
- 5*. Що таке коеволуція?

Як ви вважаєте?

1. Чому магістральний напрям історичного розвитку царства рослин пов'язаний саме з виходом на суходіл?
- 2*. Які ще приклади коеволуції ви можете навести?

§ 48. ОСОБЛИВОСТІ ЕВОЛЮЦІЇ ТВАРИН

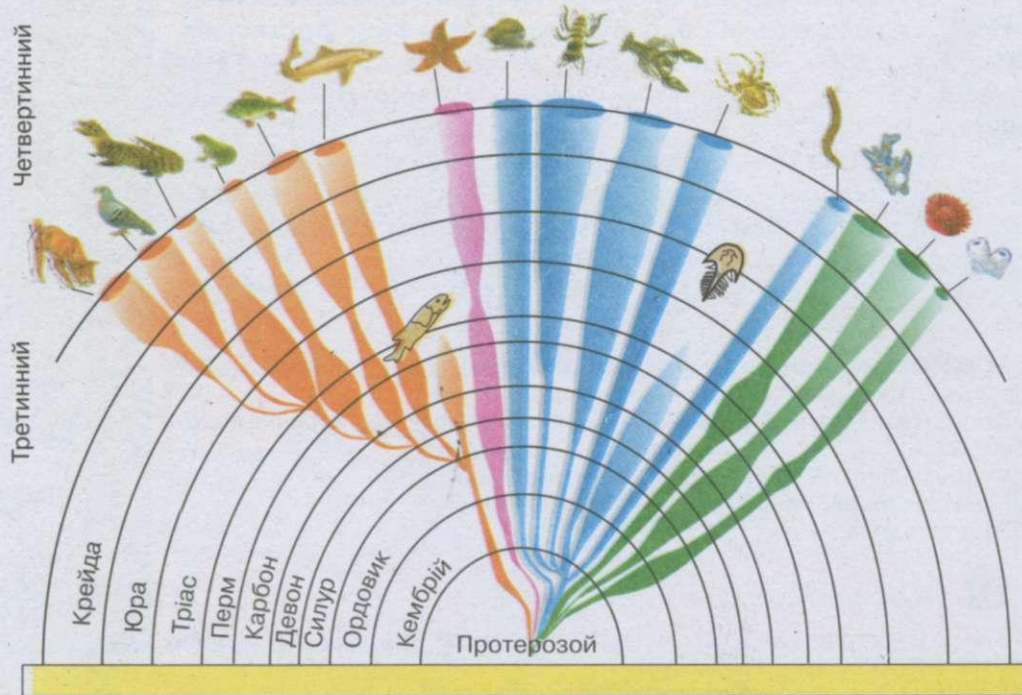
Терміни і поняття: трилобіти; щиткові й панцирні риби; ракоскорпіони; лабіринтоданти; антропоген; льодовиковий період.

Магістральні напрями еволюції тварин.

Тварин слід визнати не тільки найбільш високоорганізованими, а й найбільш різноманітно побудованими істотами (мал. 226). І справа не лише в тому, що видів тварин більше, ніж видів усіх інших царств разом узятих (*пригадайте: тварин налічують як мінімум від 1,2 до 2 млн, рослин — близько 500 тис., грибів — понад 200 тис. і бактерій — близько 20 тис. видів*). І навіть не в тому, що в цьому царстві є більше, ніж у будь-якому іншому, таксонів рівня класу й типу (*до відома: протягом історичного часу виникло 35 типів тварин, з них до наших днів дожило 26*). А справа у тому, що на шляху еволюції тварини пройшли ароморфозів набагато більше, ніж представники будь-якого іншого царства.



Мал. 226. Співвідношення видів у чотирьох царствах живих організмів.



Мал. 227. Родовідне дерево царства Тварини.

Еволюція тварин так само, як і грибів та рослин, почалася з одноклітинного джгутикового або амебоїдного предка. Потім відбувся ряд етапів історичного розвитку, у тому числі тих, що включали стадію безскелетних малорухливих і нерухливих навіть у дорослому стані тварин. Вінцем еволюції тварин вважають комах, птахів і ссавців, у яких, на перший погляд, немає нічого спільного зі своїми далекими предками (мал. 227). (Порівняйте, хто більше схожий один на одного: водорості, мохи й вищі рослини чи найпростіші, губки й ссавці).

Через високу різноманітність життєвих форм і типів організації тварин, багато з яких є альтернативними (зазвичай цим терміном називають стани або процеси, що мають тенденцію до протилежної спрямованості), неможливо точно визначити, який з магістральних напрямів історичного розвитку в царстві еукаріотів є головним. Як правило, дослідники виділяють такі напрями еволюції тварин.

- Як і у всіх еукаріотів інших царств, — виникнення багатоклітинності, а також, як і у рослин, — диференціація клітин на тканини й поява органів. Але на відміну від рослин у тварин, крім зовнішніх, є ще й внутрішні органи. У тварин також формуються системи органів, чого

немає у рослин. Багатоклітинність дає чимало переваг. Багатоклітинні організми живуть довше, оскільки окремі загиблі клітини легко замінити. Вони мають змогу залишити більше нащадків, оскільки розмножуються окремими клітинами. Багатоклітинні організми досягають більших розмірів тіла, що забезпечує їх фізіологічну стабільність і незалежність від умов життя. Нарешті, багатоклітинність — це можливість спеціалізації клітин, появи тканин і органів, що веде до великої різноманітності будови тіла.

- Поява опори тіла — скелета (зовнішнього у більшості молюсків і членистоногих, внутрішнього — у хордових і головоногих молюсків), що забезпечує симетрію й чіткий план будови.
- Розвиток рухливості і системи регуляцій як основи нервової системи. Вважають, що у процесі еволюції тварини реалізували дві різні стратегії. У хребетних тварин розвиток головного мозку в основному відбувався завдяки навчанню й умовним рефлексам, а в комах — завдяки спадковому закріпленню інстинктів. Це пов'язано з особливостями будови нервової системи тварин. У хребетних відбувається розвиток центрального органа нервової системи — головного мозку, а в комах нервова система являє собою розкидані по всьому тілу майже рівні за значимістю нервові центри.
- Виникнення такого явища, як соціальність, незалежно у різних групах тварин.

Послідовність еволюційних подій у царстві Тварини. Первісні етапи еволюції царства тварин залишаються невідомими. Адже перші тварини були м'якотілими істотами, що не мали скелета, тому жодних чітких викопних залишків перехідних істот від одноклітинних до багатоклітинних у прадавніх відкладеннях просто не збереглося. Перші реальні викопні свідчення існування багатоклітинних тварин — це різноманітні ходи у породах, вік яких оцінюється порядку 700 млн років. Ці ходи дають змогу судити, що прадавні тварини, як для свого юного еволюційного віку, були досить розвинутими — мали щільні покриви тіла, гідроскелет і добре розвинутий м'язовий апарат.

У морських відкладеннях початку Фанерозою (600—500 млн років тому) вже вдалося знайти представників відразу кількох сучасних типів тварин: губок, кишковопорожнинних, різноманітних кільчастих червів, плечоногих (ці морські тварини своєю черепашкою нагадують двостулкових молюсків), гігантських членистоногих **трилобітів** (мал. 228) і навіть перших хордових. У викопних рештках початку першої ери Фане-



Мал. 228. Трилобіти — перші членистоногі тварини на Землі: а — відбиток на камені; б — реконструкція у вигляді муляжу.



Мал. 229. Щиткові риби: а — скелет у вигляді копаліни; б — такими їх уявляють учені.



Мал. 230. Ротовий апарат міноги.

розою (*пригадайте, як вона називалася*) близько 580 млн років тому вже точно встановили присутність майже всіх типів сучасних тварин. Усі вони були морськими мешканцями — величезні хижі ракоподібні, губки, корали, плечоногі, голкошкірі, молюски. Перші встановлені викопні хребетні відносяться до наступного періоду Палеозою — Ордовікського періоду (близько 500 млн років тому). Цими хребетними були примітивні **щиткові риби**. Їх тіло зверху вкривали міцні пластинки. Щелеп і парних плавців у щиткових риб ще не було (мал. 229).

Нині на Землі також живуть хребетні тварини, які не мають ані щелеп, ані парних кінцівок. Це — нащадки стародавніх щиткових риб, представники класу Круглороті — міксини і міноги (мал. 230). Це єдині серед хребетних тварини-паразити. Вони нападають на інших риб і живляться або їхньою кров'ю, або м'ясом чи нутрощами, прогризаючись у жертву роговими зубами. Можливо, завдяки такому незвичайному для хребетних тварин способу життя вони і змогли зберегтися до наших днів.

У Силурійському періоді (440 млн років тому) з'явилися перші тварини, які дихали повітрям. Вони змогли освоїти суходіл. Першопоселенцями суходолу вважають **ракоскорпіонів** — павукоподібних, зовні схожих на скорпіонів. Вони сягали кількох метрів завдовжки (мал. 231). У цей період безщелепні риби досягли свого розквіту.

У Девонському періоді виникли щелепороті **панцирні риби**. Вони мали парні кінцівки, міцний осьовий скелет, що складався з хребців, та зовнішню броню з пластинок, що прикривали спину. Ці риби дали початок кистеперим, дводишним і променеперим риbam. Деякі з цих риб мали легені й могли дихати повітрям. Променепері дали початок сучасним костистим риbam, кистепері — стародавнім амфібіям — **лабіринтодонтам** (мал. 232). Дводишні виявилися сліпою гілкою в еволюції, хоч окремі представники їх дожили до наших днів. Тоді ж виникли перші крилаті комахи. Зовні вони нагадували гігантських бабок і тарганів (мал. 233).

У Карбонському періоді клімат на Землі був вологим. З деревоподібних папоротей сформувалися справжні ліси, у яких літали величезні комахи. У болотистій місцевості, що вкривала більшу частину суходолу, жили величезні стегоцефали — земноводні, зовсім не схожі на сучасних тритонів і жаб. Тоді ж з'явилися й перші плазуни, які, завдя-

ки захищеним твердою шкаралупою яйцям і роговому покриву тіла, змогли почати завоювання суходолу. Вони були майже не пов'язані з водоймами.

У Пермський період клімат на нашій планеті став сухішим. Це спричинило масове вимирання гігантських земноводних і водночас різке збільшення різноманітності плазунів. Від того багатства рептилій до сьогодні збереглися новозеландська морська рептилія гатерія, яка зовні нагадує ящірку, та черепахи (зверніть увагу: життя цих рептилій пов'язане з водою). У цьому ж періоді зародилася особлива група примітивних рептилій, з яких у наступному періоді — Тріасі утворилися перші яйцекладні ссавці.

Юрський період — час розквіту прадавніх плазунів, частина яких знову повернулася у Світовий океан (іхтіозаври й плезіозаври), частина освоїла повітряне середовище (археоптерикси, птеродактилі), де вони, очевидно, полювали за численними величезними комахами, а частина залишилася наземними жителями. Саме у цей період виникли птахи, предками яких, як нині вважають, були не археоптерикси (мал. 234), а дрібні (не більше курки) теплокровні динозаври (мал. 235).

Крейдовий період став критичним для гігантських рептилій. У першій його половині ще виникали нові групи рептилій. Так з'явилися найбільші з тих, що колись жили на Землі, сухопутні тварини — диплодоки. Маса тіла диплодока становила від 10 до 20 т, а за деякими даними доходила до 80 т (порівняйте: африканський слон важить до 9 т). Розмах крил гігантських літаючих ящерів сягав 20 метрів. Проте до кінця цього періоду відбулося їх масове вимирання. Причому зникли не лише прадавні гігантські плазуни, яких зазвичай називають динозаврами, а й теплолюбні жителі морів, зокрема величезна кількість головоногих молюсків. Лише у тропічному поясі збереглися великі рептилії — крокодили. Сучасним шестиметровим гігантам далеко до викопних предків, довжина яких сягала 16 метрів. В умовах похолодання перевагу здобули теплокровні птахи і ссавці. Саме тоді з'явилися плацентарні, розквіт яких припав на наступну еру — Кайнозой. Паралельно йшла інтенсивна еволюція комах, тісно пов'язана із зменшенням їх розмірів.

Кайнозой, що розпочався 65,5 млн років тому й триває дотепер, — час становлення сучасної фауни й флори. На початку ери виникла більша частина



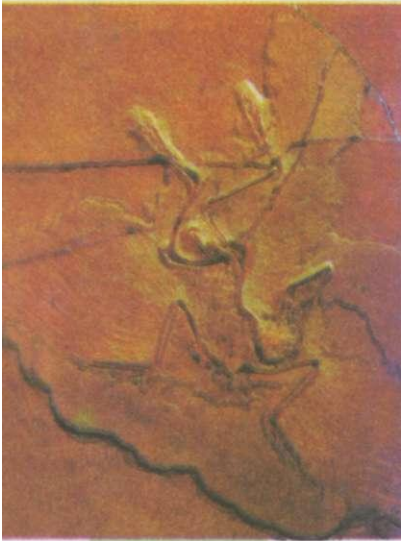
Мал. 231. Першопоселенці суходолу — величезні членистоногі ракоскорпіони — були за розмірами більші, ніж людина.



Мал. 232. Розміри лабіринтодонтів сягали 5 метрів.



Мал. 233. Перші крилаті комахи мали розмах крил понад метр.



Мал. 234. Саме такі відбитки доводять існування археоптерикса.

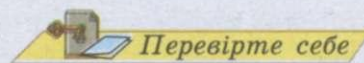


Мал. 235. Перші птахи походять від невеликих за розмірами теплокровних динозаврів.

рядів птахів і ссавців, порядків покритонасінних рослин. Вважається, що саме у цей період серед тварин виникли і соціальні відносини.

Для останнього періоду Кайнозою — **антропогену** — характерним є поступове охолодження клімату. На цьому тлі неодноразово повторювалися фази особливо різкого похолодання, які прийнято називати **льодовиковими періодами**. Така назва зумовлена тим, що у середніх широтах Північної півкулі значні площі суходолу вкривали суцільні льодовики. Найбільшим було **Дніпровське зледеніння**. Воно трапилося близько 200 тис. років тому й тривало понад 100 тис. років. У цей час льодовики дійшли долиною Дніпра на південь аж до місця розташування сучасного Дніпропетровська. Під дією величезних мас льодів змінювався клімат, і північні види могли проникати далеко на південь. У результаті, наприклад у Криму, в той час разом з представниками тундрової фауни — *мамонтами, шерстистими носорогами, північними оленями, песцями*, жили й саванні види — *великорогі олені, антилопи, бізони*.

Головна особливість еволюції тварин полягає у її багатоплановості. За період свого історичного розвитку тварини зазнали найбільшого числа ароморфозів порівняно з представниками інших царств еукаріотів. Це відобразилося у більшій кількості таксонів високого рівня.



Перевірте себе

1. Чому тварин слід вважати найбільш різноманітно побудованими істотами?
2. У чому полягає альтернативність еволюції комах і хребетних?
3. Які копальні вказали на час появи перших по-справжньому багатоклітинних тварин?
4. Який з періодів історичного розвитку Землі став критичним для гігантських рептилій і чому?
5. Як називається сучасна ера і які еволюційні події в ній відбувалися?
- 6*. Які зміни тваринного світу відбуваються у періоди зледеніння?



Як ви вважаєте ?

1. Чому видів тварин більше, ніж видів рослин і грибів, узятих разом?
2. Чому типи тварин виникли подібно «еволюційному вибуху» за відносно короткий період часу, а не поступово, один за одним?

§ 49. ПОХОДЖЕННЯ ЛЮДИНИ

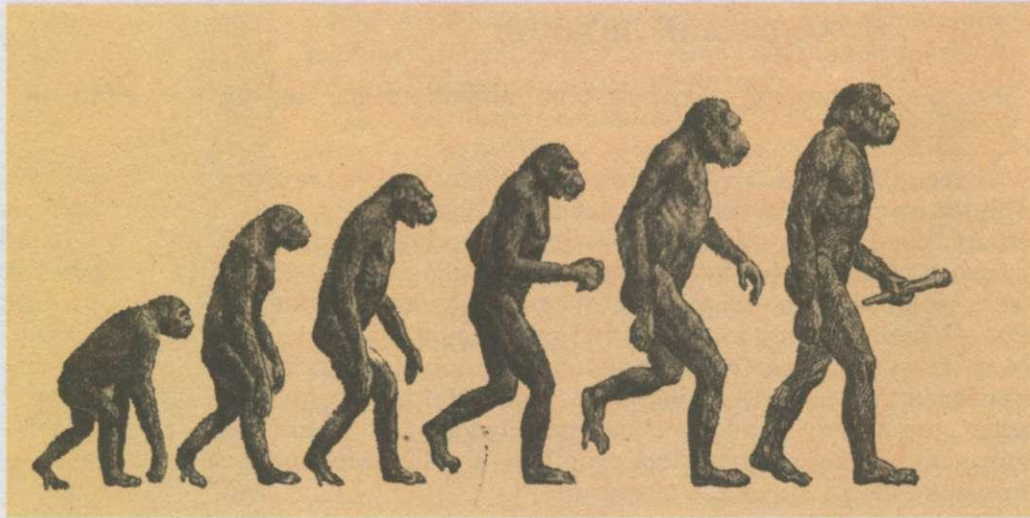
Терміни і поняття: антропологія; антропогенез; цефалізація; статевий диморфізм.

З історії питання. Уявлення про походження людини від людиноподібних мавп виникали ще у давнину. Відповідні висловлювання можна знайти навіть у середньовічних натурфілософів, хоч аж до XVIII ст. переважна більшість учених не сумнівалася, що людину створив Бог. Початок науковому баченню спорідненості людини з мавпами поклав К. Лінней. Саме він об'єднав людину в один ряд з іншими приматами і дав їй бінарну латинську назву *Homo sapiens* — *людина розумна*. У цьому ж таки XVIII ст. були проведені справжні порівняльні анатомічні дослідження тіл людини і мавп, що довели глибоку подібність будови їх органів. Усе це дало змогу авторові першої еволюційної теорії Ж. Б. Ламарку обережно висловитися про мавпяче походження людини.

Середина XIX століття ознаменувалася двома важливими відкриттями у галузі антропології (від грец. *антропос* — людина і *логос*) — науки, що вивчає людину як біологічний об'єкт. По-перше, були знайдені кам'яні знаряддя праці прадавніх людей, які жили за часів мамонтів. По-друге, вдалося знайти рештки стародавніх людей: спочатку череп, а згодом і цілий скелет *неандертальця*. (Ця назва пішла від ущелини *Неандерталь*, — місця, де вперше був описаний знайдений череп). За певними ознаками череп прадавньої людини відрізнявся від черепа людини сучасного типу, мав деякі мавпячі риси. Тому неандертальця визначили як проміжну ланку між мавпами і сучасною людиною. Ці факти, у кінцевому підсумку, стали підставою для визнання еволюції людини реальним фактом.

Величезну роль у суспільній свідомості відіграла і ще одна відома праця Чарлза Дарвіна «Походження людини й статевий добір», де на великому масиві здобутих тогочасною наукою даних він доводив, що людина походить від стародавніх мавп, що сучасні мавпи не можуть розглядатися як предки людини — вони тільки її «двоюрідні брати». Ідею, що люди і сучасні людиноподібні мавпи — найближчі родичі, що місце людини в зоологічній системі — поруч з людиноподібними мавпами, розвивали й інші видатні еволюціоністи кінця XIX ст. англієць *Томас Генрі Гекслі* (1825—1895) і німець *Ернст Генріх Геккель*. Останній не лише детально дослідив будову тіла приматів, а й особливості їх ембріологічного розвитку (*пригадайте біогенетичний закон*).

Дані, здобуті у XX ст., доповнили дослідження, розпочаті у XIX столітті. Це, зокрема, нові палеонтологічні знахідки, які дали змогу встановити послідовність викопних форм від прадавніх мавп до людини сучасного типу (мал. 236). Особливий інтерес викликали молекулярно-генетичні дані, здобуті у другій половині цього століття. Вони доводять, що людину і сучасних людиноподібних мавп, образно кажучи, «виліпили з того самого молекулярного тіста». Виявилось, що люди та їхні найближчі родичі шимпанзе і горила мають ідентичний майже на 98 % генетичний матеріал.



Мал. 236. Еволюційна послідовність

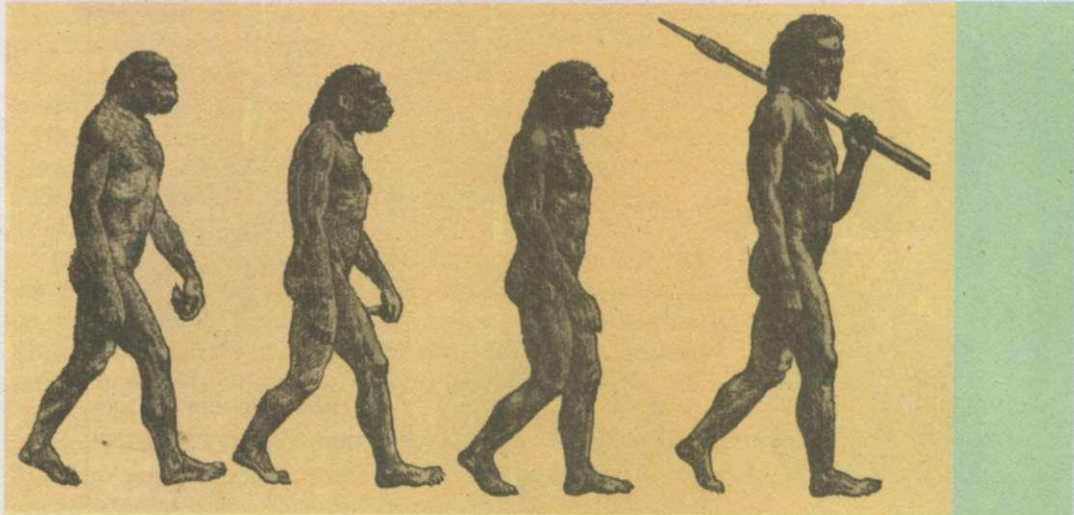
Місце людини у системі тваринного світу. Як і будь-який інший біологічний вид, людину розумно легко класифікувати за ключовими ознаками. Так:

- поява у процесі ембріонального розвитку хорди і нервової трубки, зябрових щілин у порожнині глотки доводить її приналежність до типу Хордові;
- наявність хребетного стовпа і двох пар п'ятипалих кінцівок визначає належність до чотириногих хребетних;
- молочні залози і волосся на поверхні тіла відносять її до класу ссавців;
- розвиток дитинчати усередині тіла, наявність матки і плаценти доводять, що людина є представником підкласу плацентарних.
- нігті (а не кігті) на пальцях, кінцівки хватального типу, протиставлення великого пальця іншим є ознаками ряду Примати;
- низка другорядних ознак, зокрема: особливості зубної системи, редукція хвоста, значний об'єм головного мозку, особлива форма грудної клітки дають підставу вважати, що людина входить до родини людиноподібних мавп.

Особливостями будови, що відрізняють людину від людиноподібних мавп, є надзвичайно великий головний мозок, прямоходіння, особливе розташування волосся на тілі й невеликі ікла, які майже не виділяються із зубного ряду. У людини, на відміну від людиноподібних мавп, значно помітніший статевий диморфізм (від грец. *дус* — удвічі та *морфі* — вид, фігура), пов'язаний із сильним розвитком вторинних статевих ознак. Як вважають фахівці у царині приматів, ці риси будови відбивають загальну тенденцію еволюції ряду приматів, вершину якої займає людина.

Етапи походження людини сучасного типу. Еволюція людини проходила так само, як і еволюція будь-якого іншого сучасного виду тварин, у кілька етапів, а тому може бути зображена у вигляді філогенетичного дерева (мал. 237).

Припускають, що примати походять від прадавніх *тунаїв* — невеликих тропічних звірків, що водночас нагадують представників трьох рядів: вели-

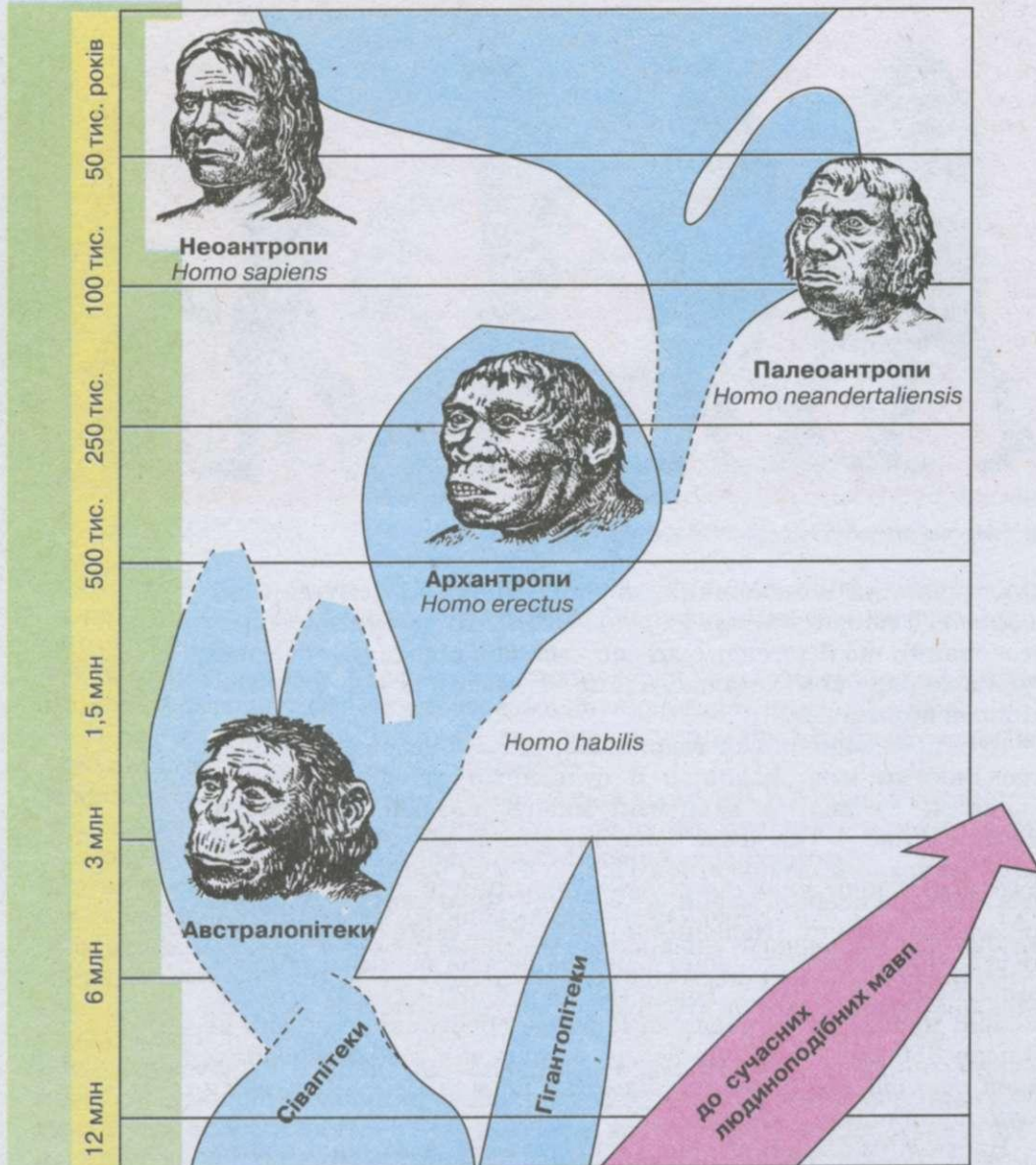


від викопних мавп до людини розумної.

ких тропічних комахоїдних, дрібних куниць і лемурів (*пригадайте, хто такі лемури і руконіжки*). Ці звірки настільки незвичайні, що й дотепер одні систематики відносять сучасних тупаїв до ряду комахоїдних, а інші вважають їх найпримітивнішими приматами.

Першими викопними тваринами, що за будовою тіла були проміжними між людиною й сучасними людиноподібними мавпами, виявилися величезні мавпи, названі *сівапітеками* (від *Шива* — індійське божество і грец. *пітекос* — мавпа). Вони існували в інтервалі від 12,5 до 5 млн років тому. Жили не в лісах, як всі інші мавпи, а в саванах. Фрагменти їх скелетів виявлені в Африці, Південній Азії й Центральній Європі. Судячи із залишків скелета, вони пересувалися на задніх кінцівках, спираючись на передні. Точно так це роблять сучасні людиноподібні мавпи. Об'єм черепної коробки сівапітека становив не більше 350 см^3 (*зверніть увагу! в сучасних людиноподібних мавп розміри мозку значно більші: в шимпанзе — 420 см^3 , в горили — близько 500 см^3*).

Наступним етапом еволюції приматів стали вимерлі прямоходячі мавпи — *австралопітеки* (від лат. *австраліс* — південний і грец. *пітекос*). Уперше їх виявили у Південній Африці. Австралопітеки любляли відкриті простори, селилися у печерах. Їх ріст сягав 150 см, а пропорції тіла відповідали хребетним тваринам, що пересуваються на двох задніх кінцівках за спрямленого положення тіла (*пригадайте, які тварини, крім людини, так пересуваються*). Об'єм головного мозку у найстаріших видів австралопітеків становив порядку 450 см^3 , а в наймолодших сягав 750 см^3 . Незважаючи на те, що австралопітеки в еволюційному плані набагато ближчі до людини, ніж



Мал. 237. Етапи і хронологія еволюції людини.

до людиноподібних мавп, вони не вміли виготовляти знаряддя праці. Однак доведено, що під час полювання та у бійках вони користувалися ціпками й каменями. Австралопітеки — це окремий рід людиноподібних мавп, у який входить 5—6 видів. Вони жили у період від 8 до 0,75 млн років тому.

Перша з роду людей — *людина вміла* (*Homo habilis*). За нечисленними викопними рештками її можна вважати або

дуже розвиненим австралопітеком, або найбільш давнім представником роду людей. У сучасній антропології прийнята остання точка зору. Підставами для цього є великий головний мозок (850—1100 см³) і те, що на відміну від австралопітеків людина вмiла виготовляла з гальки знаряддя праці. Жив цей викопний вид у період від 3 млн до 1,75 млн років тому.

Виникнення найдавніших викопних людей, або, як їх ще називають, *архантропів* (від грец. *архайос* — стародавній і *антропос*), вважають початковим етапом *антропогенезу* — еволюції людини з моменту виникнення перших представників роду *Номо*.

Архантропи з'явилися на Землі близько 2 млн років тому, час їх розквіту припав на відрізок від 650 до 350 тис. років тому. Походять вони від австралопітеків. Характерною рисою еволюції архантропів є *цефалізація* (від грец. *кефале* — голова) — різке збільшення об'єму головного мозку, який у них коливався від 900 до 1200 см³ — майже порівнянно з мозком сучасної людини (близько 1300 см³). Архантропи вже мали примітивну мову, вмiли користуватися вогнем, виготовляли кам'яні знаряддя (мал. 238), загорталися у шкури замість одягу, жили у печерах і були канібалами. Висота тіла чоловіків сягала 160 см, жінок — 150 см.

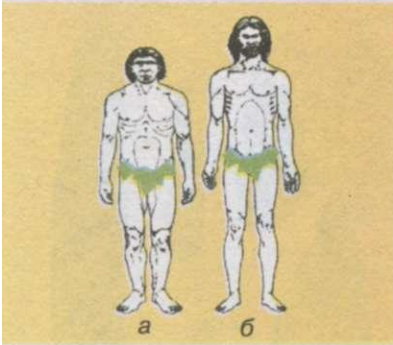
Типовим представником архантропів є *Номо erectus* — людина прямоходяча, яка розселилася усім Старим Світом, утворивши ряд підвидів: *синантроп* (від лат. *Сина* — Китай) — китайська, *пітекантроп* (від грец. *пітекос*) — індонезійська, *гейдеберзька людина* (за назвою м. Гельдеберг, біля якого вперше виявили викопні залишки виду) — європейський підвид. Припускають, що архантропи вимерли близько 300 тис. років тому, поступившись неандертальцям, хоч зовсім недавно встановили, що останні пітекантропи дочекалися приходу сучасної людини й вимерли лише 18—27 тис. років тому.

Палеоантропи (від грец. *палайос* і *антропос*), або неандертальці (*Номо neandertaliensis*), — викопні прадавні люди, які змінили архантропів. Одні дослідники вважають їх окремим видом, інші — тільки підвидом людини розумної. Жили неандертальці 300—24 тис. років тому. Мали міцну щільну статуру і зріст до 165 см. Об'єм головного мозку у них навіть перевищував об'єм мозку людини сучасного типу — 1400—1600 см³. Визначальною рисою палеоантропів були дуже розвинуті надбрівні дуги. Існує думка, що серед них могли траплятися руді й блідолиці особини. Будова голосового апарату дає підставу вважати, що неандертальці мали чітку членороздільну мову. Про досить високий рівень їх інтелекту свідчать наявність музичних інструментів — кісткових флейт, вміння лікувати переломи кісток, похоронні обряди.

Неоантропи (від грец. *неос* — новий і *антропос*), або люди сучасного типу, яких відносять до виду *Номо sapiens*, жили від 200 до 50 тис. років тому. Ранніх представників сучасної людини називають *кроманьйонця-*



Мал. 238. Кам'яні знаряддя стародавніх людей.



Мал. 239. Таким був зовнішній вигляд чоловіків неандертальців (а) і кроманьйонців (б).

ми (від назви грота Кроманьйон у Франції, де уперше виявлені їх рештки). Вони жили 40—10 тис. років тому. Об'єм головного мозку кроманьйонця такий самий, як і неандертальця (1200—1500 см²). Раніше припускали, що кроманьйонці — безпосередні еволюційні нащадки неандертальців. Проте нині вважають, що вони родом з Африки, звідки розселилися, місцями витіснивши, а місцями асимілювавши шляхом гібридизації неандертальців — давніх мешканців Євразії. Кроманьйонці зовні помітно відрізнялися від неандертальців: були високими на зріст, мали легку статуру (мал. 239). Доведено, що геноми кроманьйонців і неандертальців майже однакові.

Відомо, що кроманьйонці й неандертальці співіснували протягом кількох десятків тисяч років. При цьому між ними, мабуть, велися первісні війни.



Молекулярно-генетичні дані про еволюцію людини. Недавні дослідження людини і людиноподібних мавп принесли чимало цікавих результатів. Виявлений ступінь генних відмінностей між людиною та шимпанзе і гориллою звичайно спостерігається між досить близькими видами одного роду, а не між представниками різних родів. Людина набагато більше віддалена від своїх східноазійських родичів орангутанга і гібона, ніж від африканських. Це доводить саме африканське походження людини. Судячи з генетичних дистанцій, еволюційні шляхи шимпанзе і людини розійшлися близько 2 млн років тому, що відповідає часу становлення архантропів. Особливої пікантності генетичним даним надає ще й та обставина, що людина, шимпанзе і горила генетично рівновіддалені одне від одного, тоді як з погляду традиційних уявлень, шимпанзе і горила повинні бути генетично близькими видами й утворювати одну еволюційну гілку, а люди — зовсім іншу. Ці дані дають підставу вважати, що, по-перше, розмежування африканських людиноподібних мавп і людини відбулося набагато пізніше — на межі австралопітеків і прадавніх людей, і, по друге, їх еволюція йшла різними шляхами. Еволюція людини — прогресивна. У ході її вона набувала нових ознак, не властивих приматам (великий головний мозок, відсутність суцільного волосяного покриву, прямоходіння). Еволюція ж людиноподібних мавп повернула назад. Вони знову перейшли до чотириноного ходіння. Такий досить сміливий висновок генетиків могли б спростувати палеонтологи, однак і дотепер викопні рештки предків людиноподібних мавп не відомі. Їх відсутність є, нехай і непрямим, але підтвердженням справедливості генетичної гіпотези. У кожному разі можна однозначно стверджувати, що людина і африканські людиноподібні мавпи є близькими видами одного роду, справді кровними братами. Не випадково шимпанзе може бути донором крові для людини.

Походження людини нерозривно пов'язане з процесом еволюції приматів. Можна виділити два основних етапи: утворення австралопітеків —

г) на підставі двох останніх властивостей.

7. Укажіть інтервал часу, в якому існували архебiонти:
а) 3,8 — 3,6 млрд років тому; б) 3,5 — 3,0 млрд років тому; в) 3,0 — 2,0 млрд років тому; г) 21,5 млрд років тому.
8. Укажіть, як називається теорія походження еукаріотичних організмів, відповідно до якої вони утворилися внаслідок поглинання одних організмів іншими:
а) теорія філогенезу; б) теорія партеногенезу; в) теорія абіогенезу; г) теорія симбіогенезу.
9. Укажіть, які тварини першими вийшли на суходіл:
а) плазуни; б) скорпіони; в) ракоскорпіони; г) павуки.
10. Укажіть період, який став критичним для гігантських стародавніх рептилій:
а) Карбоновий; б) Силурійський; в) Пермський; г) Крейдовий.
11. Укажіть, яка з рис еволюції архантропів є найбільш характерною:
а) повна редукція хвоста; б) виникнення нігтів; в) цефалізація; г) прямоходіння.
12. Укажіть, де виникли кроманьйонці:
а) Європа; б) Східна Азія; в) Африка; г) Австралія.
13. Установіть відповідність між етапами біогенезу і подіями, що відбувалися:

I	Утворення ліпідних мембран
II	Синтез органічних мономерів
III	Синтез нуклеотидів і поліпептидів
IV	Виникнення архебактерій
	Виникнення протобіонтів

14. Установіть відповідність між виникненням певної групи рослин і геологічними періодами та ерами:

Риніофіти	Фанерозой
Плауни	Силурійський
Перші ліси	Кайнозой
Покритонасінні рослини	Девонський
	Карбоновий

15. Установіть правильну послідовність етапів виникнення людини сучасного типу:
архантропи; палеоантропи; австралопітеки; сивапітеки.