### ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД

### ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

**КАФЕДРА ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

# КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з нормативної навчальної дисципліни циклу природничо-наукової підготовки

**«БІОЛОГІЯ»**

для студентів денної форми навчання

##### **Галузь знань:** 0401 «Природничі науки»

**Напрям підготовки**: 6. 040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

 РОЗГЛЯНУТО:

 на засіданні кафедри

 Природоохоронної діяльності

 Протокол №\_\_\_ від \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_ 2010 р.

 ЗАТВЕРДЖЕНО:

 на засіданні навчально-

 видавничої ради ДонНТУ

 Протокол №\_\_\_ від \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_ 2010 р.

 Донецьк, 2010

УДК- 574/577

Конспект лекцій з нормативної навчальної дисципліни циклу природничо-наукової підготовки «Біологія» розроблено для студентів денної форми навчання галузі знань 0401 «Природничі науки» напряму підготовки 6. 040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / Укл. О.А.Мартинова. – Донецьк: ДонНТУ, 2010.- 41 с.

Конспект лекцій містить теоретичний матеріал згідно вимогам освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів галузі знань 0401 «Природничі науки».

 Укладач:

 О.А.Мартинова, к.б.н., доцент

 Відповідальний за випуск

 В.К. Костенко, д.т.н., професор

# ВМІСТ

Стор.

[ТЕМА 1. БІОЛОГІЯ ЯК НАУКА, ЇЇ СКЛАДОВІ, АКТУАЛЬНІСТЬ, ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ. БІОЛОГІЯ У СРСР ТА УКРАЇНІ, СУЧАСНИЙ СТАН БІОЛОГІЇ У СНД. 4](#_Toc284177857)

[ТЕМА 2. ПОНЯТТЯ ЖИТТЯ, ВИЗНАЧЕННЯ ЖИТТЯ. ВЛАСТИВОСТІ ЖИВИХ СИСТЕМ. 7](#_Toc284177858)

[ТЕМА 3. СУЧАСНІ ТЕОРІЇ ПОХОДЖЕННЯ ЖИТТЯ НА ЗЕМЛІ. 11](#_Toc284177859)

[ТЕМА 4. ГЕОХРОНОЛОГІЯ ЖИТТЯ НА ЗЕМЛІ. 15](#_Toc284177860)

[ТЕМА 5. ОСНОВИ СУЧАСНОГО ЕВОЛЮЦІЙНОГО ВЧЕННЯ. 20](#_Toc284177861)

[ТЕМА 6. БІОХІМІЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ. ВУГЛЕЦЕВА ФОРМА ЖИТТЯ. 21](#_Toc284177862)

[ТЕМА 7.ВОДА У ЖИВИХ ОРГАНІЗМАХ, ЇЇ ЗНАЧЕННЯ. 24](#_Toc284177863)

[ТЕМА 8.БІЛКИ, ЇХНЯ БУДОВА, ФУНКЦІЇ ТА ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ. 25](#_Toc284177864)

[ТЕМА 9. НУКЛЕІНОВІ КИСЛОТИ, ЇХ БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ. 28](#_Toc284177865)

[ТЕМА 10. ВУГЛЕВОДИ У ЖИВИХ ОРГАНІЗМАХ. 30](#_Toc284177866)

[ТЕМА 11.ЛІПІДИ У ЖИВИХ ОРГАНІЗМАХ. 31](#_Toc284177867)

[ТЕМА 12. КЛАСИФІКАЦІЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ ЗЕМЛІ. 31](#_Toc284177868)

[ТЕМА 13. НЕКЛІТИННІ ФОРМИ ЖИТТЯ, ВІРУСИ, ВІРОЇДИ, РИКЕТСІЇ. 35](#_Toc284177869)

[ТЕМА 14. КЛІТИННІ ФОРМИ ЖИТТЯ, ПРОКАРІОТИЧНА ТА ЕУКАРІОТИЧНА КЛІТИНИ. 36](#_Toc284177870)

[ТЕМА 15. ВИД «ЛЮДИНА РОЗУМНА» З ТОЧКИ ЗОРУ БІОЛОГІЇ. 40](#_Toc284177871)

[Перелік рекомендованої літератури 42](#_Toc284177872)

# ТЕМА 1. БІОЛОГІЯ ЯК НАУКА, ЇЇ СКЛАДОВІ, АКТУАЛЬНІСТЬ, ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ. БІОЛОГІЯ У СРСР ТА УКРАЇНІ, СУЧАСНИЙ СТАН БІОЛОГІЇ У СНД.

Біологія - наука про життя, його форми й закономірності розвитку. Предметом її вивчення є різноманіття вимерлих живих істот, що й нині населяють Землю, їх будова ( від молекулярної до анатомо-морфологічної), функції, походження, індивідуальний розвиток, еволюція, поширення, взаємини один з одним і навколишнім середовищем.

Біологія досліджує загальні й приватні закономірності, властиві життю у всіх його проявах і властивостях: обмін речовин і енергії, розмноження, спадковість і мінливість, ріст і розвиток, подразливість, дискретність, авторегуляція, рух і ін.

Залежно від об'єктів вивчення в біології можна виділити ряд напрямків: вірусологію, мікробіологію, ботаніку, зоологію, антропологію й ін. Ці науки досліджують особливості походження, будови, розвитку, життєдіяльності, властивості, різноманітність і поширення на земній кулі кожного окремого виду вірусів, бактерій, тварин, рослин і людини.

За структурою, властивостями і проявам в біології виділяють морфологію й анатомію (вивчає форми й будова організмів), фізіологію (аналізує функції живих організмів, їх взаємний зв'язок і залежність від зовнішніх і внутрішніх умов), генетику (вивчає закономірності спадковості й мінливості організмів), біологію розвитку (вивчає закономірності індивідуального розвитку організмів), еволюційне навчання (досліджує закономірності історичного розвитку органічного миру), екологію (вивчає спосіб життя рослин і тварин у їхньому взаємозв'язку з умовами навколишнього середовища).

Хімічні реакції й фізико-хімічні процеси в живих організмах, а також хімічний склад і фізичну структуру біологічних систем на всіх рівнях їх організації вивчають біохімія й біофізика. Установити закономірності, непомітні при описі одиничних процесів і явищ, дозволяє біометрія, тобто сукупність приймань планування й обробки результатів біологічних досліджень методами математичної статистики.

Життєві явища на молекулярному рівні вивчає молекулярна біологія; структуру й функції клітин, тканин і органів ( цитологія, гістологія й анатомія; популяції й біологічні особливості всіх організмів, що входять до її складу, ( популяційна генетика й екологія; закономірності формування, функціонування, взаємозв'язки й розвитку вищих структурних рівнів організації життя на Землі до біосфери в цілому - біогеоценологія. Закономірності будови (структури) і функціонування, єдині для всіх організмів незалежно від їхнього систематичного положення, розробляє загальна біологія.

У цей час розрізняють структурно-функциональні рівні організації й вивчення життєвих явищ: молекулярний, клітинний, тканевий, органний, організмений, популяційно-видовий і біосферно-біогеоценотичний.

Основними методами біології є спостереження (дозволяє описати біологічні явища), порівняння (дає можливість знайти загальні закономірності в будові й життєдіяльності різних організмів), експеримент, або досвід (допомагає дослідникові вивчити властивості біологічних об'єктів), моделювання (імітуються багато процесів, недоступні для безпосереднього спостереження або експериментального відтворення), історичний метод (дозволяє на основі даних про сучасний органічний світ і його минулому пізнати процеси розвитку живої природи).

 Біологічні знання допомагають у боротьбі зі шкідниками й хворобами культурних рослин, паразитами тварин. Вони відіграють важливу роль в удосконалюванні лісового й промислового господарства, звірівництва.

Досягнення сучасної біології знайшли практичне застосування в промисловому біологічному синтезі амінокислот, кормових білків, ферментів, вітамінів, стимуляторів росту й засобів захисту рослин, органічних кислот і ін.

За допомогою методів генної інженерії біологами створені організми з новими комбінаціями спадкоємних ознак і властивостей, наприклад рослини з підвищеною стійкістю до захворювань, засолення ґрунтів, здатністю до фіксації атмосферного азоту й ін. Крім того, генна інженерія покладена в основу розробки принципів біотехнології, пов'язаної з виробництвом біологічно активних речовин (інсулін, антибіотики, інтерферон, нові вакцини для профілактики інфекційних захворювань людину й тварин).

Теоретичні досягнення біології широко застосовуються в медицині. Саме успіхи й відкриття біології визначили сучасний рівень медичної науки. Зокрема, генетичні дослідження дозволяють розробляти методи ранньої діагностики, лікування й профілактики багатьох спадкоємних хвороб людину (альбінізм, гемофілія, безплідність, слабоумство й ін.). З ними багато в чому зв'язаний і подальший прогрес медицини.

Вирішення таких важливих проблем сучасності, як охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів і підвищення продуктивності рослинного миру, можливі тільки на основі біологічних досліджень. Вони передбачають виявлення й усунення негативних ефектів впливу людину на природу (забруднення середовища шкідливими речовинами), визначення режимів раціонального використання резервів біосфери, розкриття негативних наслідків господарської діяльності. Крім того, завданням біології є забезпечення схоронності біосфери й здатності природи до самовідтворення.

**Історія лисенковщини**

Історія лисенковщини не має відносини до історії біології як науки. Це матеріал до політичної історії нашої країни. У ньому на прикладі біології показані згубні наслідки некомпетентного, безвідповідального втручання керівництва країни в розвиток науки.

Текст доповіді Лисенко на серпневій сесії ВАСГНІЛ 1948 р. був попередньо переглянутий, відредагований і схвалений особисто Сталіним. Тим самим мічурінська біологія була визнана єдино правильною біологією. Стояло нашу біологію очистити від немічурінських напрямків. В 1952 р. у пресі Лепешинська повідомила, що Сталін особисто схвалив її "нову клітинну теорію".

При житті Сталіна примусове впровадження мічурінської й витиснення дійсної біології відбувалося не тільки в Радянському Союзі, але й у тих соціалістичних країнах, де його диктат був досить сильний. Однак через границі цих країн мічурінська біологія, природно, не переступила, незважаючи на те, що стенографічний звіт серпневої сесії ВАСГНІЛ 1948 р. був переведений на англійський, німецький, французький, іспанський мови, а фундаментальна праця Лисенко "Спадковість і її мінливість" американці видали самі англійською мовою без усяких коментарів. Книга Лисенко в них не бідувала. Деякі називали Лисенко Гришкой Распутіним нашого часу. Це неправильно. Подібні зіставлення вживають для того, щоб підкреслити, підсилити яку-небудь особливість людини. Порівняння ж з Распутіним лише послабляє образ Лисенко. Распутін був аферистом набагато меншого калібру. Вірніше інша метафора. Лисенковщина – це РОЕ (реакція осідання еритроцитів) нашої країни. Підвищення РОЕ - показник розвитку патологічного процесу в організмі.

У що обійшлася країні лисенковщина? Підведемо загальні підсумки.

Мічурінська біологія, оголошена єдиної матеріалістичної, передовий біологічною наукою, була відірвана від "загниваючої буржуазної біології, служниці імперіалізму", і протипоставлена їй. В основу мічурінської біології були покладено дві догми: а) визнання передачі в спадщину ознак, придбаних протягом індивідуального життя організму. Тим самим дарвінізм підмінювався ламаркизмом. б) Заперечення існування особливого субстрату, що забезпечує генетичну наступність ознак. Тим самим відкидалася хромосомна теорія спадковості. До складу мічурінської біології була включена "Нова клітинна теорія" О.Б. Лепешинській, що проповідувала виникнення клітин з неклітинної живої речовини, із сінного настою, соку алое і т.д. Це було повернення до поглядів першої половини XVIII в

Супротивники мічурінської біології кваліфікувалися як ідеалісти, метафізики, що схиляють перед іноземщиною. Діяльність їх уважалася суперечній платформі партії й уряду.

Були припинені дослідження в області генетики й суміжних дисциплін і розгорнуті антинаукові роботи, засновані на неправильних догмах мічурінської біології.

Примусово впроваджувалися в практику сільського господарства, відразу в більших масштабах, науково необґрунтовані, експериментально не перевірені заходи, що принесли величезні матеріальні втрати. При провалі чергового заходу, що впроваджувався, Лисенко відволікав увагу керівників партії й уряду новим винаходом, що нібито обіцяють величезні вигоди. От їхній основний список: передпосівна яровизація насінь, сверхскорое, в 2-3 року, створення нових сортів рослин шляхом спрямованого виховання, внутрішнсортове схрещування самозапильників для боротьби з "виродженням сортів", що коштувало втрати багатьох найцінніших сортів, літні посадки картоплі на півдні країни проти його виродження, посіви озимої пшениці в Сибіру по стернях, рекомендація гіллястої пшениці як самої врожайної культури, добриво ' навозо-земляним компостом, гніздова посадка лісових дерев і кукурудзи, створення жирномолочної породи корів шляхом схрещування рідкомолочних корів з джерсейскими биками. Усе це виявлялося блефом і приводило до незлічимих матеріальних втрат. Один із провідних спеціалістів в області сільського господарства академік ВАСГНІЛ М. Гуляєв в "Радянській культурі" від 20 липня 1989 р. пише: "...усі методи й приймання роботи Т. Лисенко, усе без винятку, не ствердилися в жодному колгоспі (радгоспі), на жодному гектарі, у жодному науковій установі, ні в нашій країні, ні за рубежем". У той же час припинялося використання в сільськім господарстві засобів, що одержали світову апробацію, але що не узгодяться з теоретичними виставами Лисенко. Дезорганізована була мережа селекційних і сортовипробних станцій.

Були припинені дослідження з генетики людини, по спадкоємній патології й радіаційній генетиці, що завдало величезної шкоди медицині.

Тисячі біологів, дослідників і викладачів були вигнані зі своїх постів і замінені неосвіченими або безпринципними людьми. Ліквідувався ряд лабораторій, кафедр і наукових шкіл. ВАК відмовляла у твердженні дисертацій, що містять факти, не відповідні до догм мічурінської біології. Одночасно ВАК штампувала минаючі через неї потоки безграмотних і низькопробних дисертацій, що розбудовують ідеї Лисенко й Лепешинській, наділяючи профанів і аферистів ученими ступенями.

У середніх школах, у біологічних, медичних і сільськогосподарських вузах замість викладання ряду біологічних дисциплін учили канонам мічурінської біології. Підручники й наукові книги, що містять матеріали, що суперечать мічурінської біології, вилучалися з бібліотек, іноді знищувалися. Не тільки в наукових журналах, книгах, підручниках, але й по всіх каналах масової інформації - у газетах, суспільно-політичних і художніх журналах, кіно, театрах і по радіо - пропагувалися антинаукові ідеї й вигадані практичні досягнення мічурінської біології.

Основна мораль лисенковської епопеї - це неприпустимість спроб керуючих інстанцій будь-якого рівня, що стоять над наукою, втручатися в боротьбу наукових ідей. Чим вище ці інстанції, тем пагубніше можуть бути результати такого втручання.

Історія лисенковщини змушує прийти до смутного висновку: популяція вчених (втім, як і інші людські популяції) у моральнім відношенні виявляється досить тендітною й піддавати її серйозним випробуванням небезпечно. Це може привести до важких наслідків і для науки, і для всього того, що з нею зв'язане.

На закінчення цієї епопеї доречно згадати діалог з "Життя Галилея" Бертольда Брехта:

"Андреа: Нещасна країна, у якої немає героїв!

Галилей: Нещасна країна, яка потребує героїв".

# ТЕМА 2. ПОНЯТТЯ ЖИТТЯ, ВИЗНАЧЕННЯ ЖИТТЯ. ВЛАСТИВОСТІ ЖИВИХ СИСТЕМ.

Питання про сутність життя цікавило людство впродовж усього його розвитку, однак остаточної відповіді на нього немає і досі. Більшість учених вважає життя особливою формою існування матерії, яка відрізняється від неживої природи особливостями будови та функціонуванням, що в біології має назву життєдіяльність.

Живі організми - це цілісні біологічні системи, здатні до саморегуляції та самовідтворення. У їхньому хімічному складі переважають органічні сполуки: білки, ліпіди, вуглеводи, нуклеїнові кислоти тощо. їх утворюють, насамперед чотири хімічні елементи: Карбон, Гідроген, Оксиген і Нітроген. Термін існування органічних сполук, які входять до складу живих істот, обмежений. Тому біологічні системи постійно самооновлюються: замість хімічних сполук і структур, термін існування яких вичерпаний, утворюються нові.

Кожна біологічна система здатна й до саморегуляції, тобто до регулювання власних життєвих функцій та підтримання сталості свого внутрішнього середовища. Завдяки цьому живі організми мають змогу пристосовуватись до змін у навколишньому середовищі та відповідати на них зміною інтенсивності власних процесів життєдіяльності.

Необхідною умовою існування живих істот є обмін речовин. Як відкрита система живий організм одержує погрібні йому сполуки з навколишнього середовища, виводячи туди кінцеві продукти свого обміну речовин. Обмін речовин тісно пов'язаний з перетворенням енергії: під час утворення складних сполук з простіших енергія витрачається, а при їхньому розщепленні - вивільняється. Оскільки функціонування жодної живої істоти неможливе без витрат енергії, необхідне постійне її надходження з довкілля. Лише зелені рослини та деякі прокаріоти і найпростіші, здатні до фотосинтезу, засвоюють енергію світла. Більшість організмів дістають необхідну їм енергію разом із їжею.

Важлива властивість живих організмів — спроможність до самовідтворення. Оскільки життя окремого організму як біологічної системи обмежене певним терміном, існування кожного виду загалом забезпечується розмноженням окремих особин.

**Основні ознаки живого.**

1. Здатність до руху. Ознаки наочно з'являються у тварин, Багато хто з яких здатні активно пересуватися. У найпростіших органами пересування є джгутики, війки і пр. У більш організованих тварин з'являються кінцівки.

Для рослин також характерна здатність до руху. У одноклітинної водорості хламідомонади є джгутики. Розсіювання суперечка, розповсюдження насіння, пересування в просторі за допомогою кореневищ все це варіанти руху.

2. Здатність зростати. Все живе здатне збільшуватися в розмірах і масі за рахунок розтягування, ділення клітин і т. д.

3. Живлення, дихання, виділення - процеси за допомогою яких забезпечується обмін речовин.

4. Подразливість - здатність реагувати і давати відповідь реакції на зовнішній вплив.

5. Розмноження і пов'язане разом з ним явище мінливості і спадковості - самий характерна ознака живого. Будь-який живий організм виробляє собі подібних. Нащадки зберігають ознаки батьків і набувають ознак тільки їм характерні.

Сукупність перерахованих ознак безсумнівно характеризує живе як систему твірну обміном речовин, подразливістю і здатністю розмножуватися, Але слід пам'ятати, що поняття живого значно складніше (см, введення).

Які ж існують рівні організації живої матерії? Жива матерія має кілька рівнів організації: молекулярний, клітинний, організмовий, популяційно-видовий, біогеоценотичний і біосферний. На молекулярному рівні в живих організмах відбуваються біохімічні процеси і перетворення енергії, а також зберігається, змінюється і реалізується спадкова інформація, закодована в молекулах нуклеїнових кислот.

На клітинному рівні в кожній клітині як одноклітинних, так і багатоклітинних організмів відбуваються процеси обміну речовин і перетворення енергії, забезпечуються процеси розмноження і передачі нащадкам спадкової інформації. Отже, клітина є елементарною одиницею будови, життєдіяльності та розвитку живої матерії.

У багатоклітинних організмів під час індивідуального розвитку клітини спеціалізуються за будовою та виконуваними функціями, формуючи тканини і органи. Різні органи взаємодіють між собою, об'єднуючись у системи органів. Цим забезпечується функціонування цілісного організму, або організмовий рівень організації живої матерії. Зазначимо, що в одноклітинних організмів організмовий рівень збігається з клітинним.

Особливістю популяційно-видового рівня організації живої матерії є вільний обмін спадковою інформацією між різними представниками певного виду та передача її нащадкам. Цей рівень організації живого характеризується надзвичайною різноманітністю. Ви знаєте, що на нашій планеті мешкає понад два мільйони видів різноманітних організмів: прокаріотів, рослин, грибів, тварин.

Основою біогеоценотичного рівня організації живої матерії є біогеоценози. Для цього рівня характерні постійні потоки енергії між популяціями різних видів, а також постійний обмін речовинами між живою (біотичною) та неживою (абіотичною) частинами біогеоценозів, тобто колообіг речовин.

Окремі біогеоценози нашої планети утворюють біосферу (від грец. біос - життя і сфера - куля) - частину зовнішніх оболонок Землі, населену живими організмами. Біосферний рівень організації живої матерії характеризується біологічним власним колообігом речовин і єдиним потоком енергії, які забезпечують функціонування біосфери як цілісної системи.

Отже, структура рівнів організації живої матерії певним чином нагадує матрьошку: нижчі рівні організації входять до складу вищих.

• **Властивості живої матерії.**

Хоча біологія досліджує різні прояви життя протягом багатьох сторіч, навіть на сучасному етапі її розвитку важко дати чітке й стисле визначення поняття «життя». Тому перелічимо основні властивості, притаманні живій матерії. Більшість з них вам відомі з попередніх курсів біології.

Кожна жива істота, або організм, складається з окремих часток — клітин. Неживі предмети (за винятком решток організмів) клітинної будови не мають. Таким чином, клітина - це структурно-функціональна одиниця організації живих організмів. Неклітинні форми життя -віруси - здатні виявляти прояви життєдіяльності лише всередині клітин тих організмів, в яких вони паразитують.

Організми та неживі об'єкти відрізняються співвідношенням хімічних елементів, що входять до їхнього складу. До складу живих істот входять ті самі хімічні елементи, з яких складаються й неживі об'єкти. Проте хімічний склад усіх організмів відносно подібний, тоді як у різних компонентів неживої природи він відрізняється. Наприклад, у водній оболонці Землі (гідросфері) переважають Гідроген та Оксиген, у газоподібній (атмосфері) -Оксиген і Нітроген, у твердій (літосфері) -Силіцій, Оксиген тощо. Натомість у складі всіх живих істот переважають чотири хімічні елементи: Гідроген, Карбон, Нітроген та Оксиген.

Живій матерії притаманний обмін речовинами та енергією з навколишнім середовищем. Живі організми здатні засвоювати органічні сполуки, причому деякі з них синтезують ці речовини з неорганічних. Сполуки, які надходять до живих організмів, зазнають у них змін. Частина їх використовується для забезпечення власних потреб організму в енергії, а інша частина - як будівельний матеріал, необхідний для росту та оновлення окремих клітин і організму в цілому. Нагадаємо, що енергія виділяється внаслідок розщеплення органічних сполук.

Процеси обміну речовин (метаболізму) становлять сукупність фізичних і хімічних процесів, що відбуваються як в окремих клітинах, так і в цілісному багатоклітинному організмі. Кінцеві продукти обміну речовин організми виводять у довкілля. Туди ж виділяється й частина енергії. Отже, будь-який організм є відкритою системою. Це означає, що він може тривалий час функціонувати лише за умов надходження ззовні енергії, поживних та інших речовин.

Кожна біологічна система здатна до саморегуляції. Обмін речовин забезпечує одну з найголовніших умов існування живих істот - підтримання гомеостазу - здатності біологічних систем зберігати відносну сталість свого складу та властивостей за змін умов навколишнього середовища. Підтримання гомеостазу забезпечують системи, які регулюють життєві функції. У багатьох тварин до регуляторних систем належать нервова, імунна та ендокринна, у рослин - окремі клітини, які виділяють біологічно активні речовини (фітогормони, фітонциди та ін.). Усі процеси життєдіяльності відбуваються узгоджено.

Біологічним системам притаманна здатність до підтримання своєї специфічної структури. Біологічним системам - від неклітинних форм життя (вірусів) до надорганізмових угруповань (популяцій, екосистем, біосфери в цілому) - властива чітка внутрішня структура. Наприклад, багатоклітинні організми здатні до регенерації - відновлення втрачених або ушкоджених структур.

Іноді здатність до регенерації може бути дуже яскраво вираженою: деяких губок можна розтерти в ступці до кашкоподібного стану; при вміщенні такої «кашки» у водне середовище окремі клітини знову об'єднуються, формуючи згодом цілісний організм. А з прикопаного невеликого пагона верби з часом виростає нове дерево.

Характерна риса організмів — здатність до рухів. Рух властивий не лише тваринам, а й рослинам. Багато мікроскопічних одноклітинних водоростей, одноклітинних тварин чи бактерій рухаються у воді за допомогою органел руху - джгутиків.

Живій матерії притаманна здатність сприймати подразники зовнішнього та внутрішнього (тобто ті, що виникають у самому організмі) середовища і певним чином на них реагувати (подразливість). Наприклад, дотик до листка мімози соромливої (зростає в Криму) спричинює його провисання. У тварин реакції на подразники, які здійснюються за участі нервової системи, називають рефлексами.

Усім біологічним системам притаманна здатність до самовідтворення. Організми здатні утворювати собі подібних, тобто вони здатні до розмноження. Завдяки здатності до розмноження існують не лише окремі види, а й життя взагалі.

Живі організми здатні до росту та розвитку. Завдяки росту організми збільшують свої розміри та масу. При цьому одні з них (наприклад, рослини, риби) ростуть протягом усього життя, інші (наприклад, птахи, ссавці, людина) - упродовж лише певного часу. Ріст зазвичай супроводжується розвитком - якісними змінами, пов'язаними з набуттям нових рис будови та особливостей функціонування.

Пригадайте будову заплідненої яйцеклітини, зародка людини, який з неї розвивається, та дорослого організму. Ви не заперечуватимете, що зародок, а тим паче доросла людина, організовані значно складніше, ніж клітина, з якої вони розвинулись. Це пов'язано з тим, що під час розвитку багатоклітинних організмів збільшується кількість клітин, з яких вони складаються, відбуваються їхня диференціація, формування нових органів.

Існування організмів тісно пов'язане зі збереженням спадкової інформації та її передачею нащадкам під час розмноження. Це забезпечує стабільність існування видів, адже нащадки зазвичай більш-менш схожі на своїх батьків. Водночас живим істотам притаманна й мінливість - здатність набувати нових ознак протягом індивідуального розвитку. Завдяки мінливості організми здатні набувати нових ознак і пристосовуватися до змін довкілля. Це необхідна передумова як для виникнення нових видів, так і для історичного розвитку життя на нашій планеті, тобто еволюції.

Отже, клітина є елементарною одиницею будови, життєдіяльності і розвитку живої матерії. Клітинний рівень організації живої матерії вивчають цитологія, гістологія, анатомія рослин.

**Організмовий рівень.** У багатоклітинних організмів під час індивідуального розвитку клітини спеціалізуються за будовою та виконуваними функціями, часто формуючи тканини. З тканин формуються органи. Різні органи взаємодіють між собою у складі певної системи органів (наприклад, травна система). Цим забезпечується функціонування цілісного організму як інтегрованої біологічної системи (в одноклітинних організмів організмовий рівень збігається з клітинним). Таке функціонування насамперед пов'язане із здійсненням обміну речовин та перетворенням енергії, що запезпечує сталість внутрішнього середовища.

Організмовий рівень організації живої матерії вивчає багато наук. Окремі групи організмів досліджують ботаніка (об'єкт дослідження -рослини), зоологія (об'єкт дослідження - тварини), мікологія (об'єкт дослідження - гриби), бактеріологія (об'єкт дослідження - бактерії). Будову організмів вивчає анатомія, а процеси життєдіяльності - фізіологія.

**Популяційно-видовий рівень**. Усі живі організми належать до певних біологічних видів. Організми одного виду мають спільні особливості будови та процесів життєдіяльності, екологічні вимоги до середовища мешкання. Вони здатні залишати плодючих нащадків. Особини одного виду об'єднуються в групи - популяції, які мешкають на певних частинах території поширення даного виду (мал. 2.4, 4). Популяції одного виду більш-менш відмежовані від інших. Популяції є не тільки елементарними одиницями виду, а й еволюції, оскільки в них відбуваються основні еволюційні процеси, про які ви дізнаєтеся згодом. Ці процеси здатні забезпечити формування нових видів, що підтримує біологічне різноманіття нашої планети.

Популяційно-видовий рівень організації характеризується високим біорізноманіттям. Ви знаєте, що на нашій планеті мешкає майже 2,5 млн видів бактерій, ціанобактерій, рослин, грибів, тварин.

**Екосистемний, або біогеоценотичний, рівень**. Популяції різних видів, які населяють спільну територію, взаємодіють між собою та з чинниками неживої природи, входять до складу надвидових біологічних систем - екосистем (мал. 2.4, 5). Нагадаємо, що екосистеми, які охоплюють територію з подібними фізико-кліматичними умовами, називають також біогеоце-нозами. Біогеоценози здатні до самовідтворення. Для них характерні постійні потоки енергії між популяціями різних видів, а також постійний обмін речовиною між живою та неживою частинами біогеоценозів, тобто колообіг речовин.

**Біосферний рівень.** Окремі екосистеми нашої планети разом утворюють біосферу - частину оболонок Землі, населену живими організмами (мал. 2.4, 6). Біосфера становить єдину глобальну екосистему нашої планети. Біосферний рівень організації живої матерії характеризується глобальним колообігом речовин і потоками енергії, які забезпечують функціонування біосфери. Надорганізмові рівні організації живої матерії -популяції, екосистеми та біосферу в цілому - вивчає екологія.

Запам'ятайте: усі рівні організації живої матерії взаємопов'язані між собою: нижчі рівні входять до складу вищих.

**Основні властивості, притаманні живій матерії**:

Кожна жива істота, або організм, складається з окремих структурно-функціональних одиниць - клітин. Неклітинні форми життя - віруси - паразитують усередині клітин інших організмів.

Живі організми та неживі об'єкти відрізняються співвідношенням хімічних елементів, що входять до їхнього складу. У живих організмах переважають чотири хімічні елементи: Гідроген, Карбон, Нітроген та Оксиген.

Живі системи відкриті, тобто здатні до обміну речовин (метаболізму) та енергією з довкіллям.

Кожна біологічна система здатна до саморегуляції шляхом підтримання гомеостазу.

Біологічним системам притаманна здатність до підтримання своєї специфічної структури.

Характерна риса більшості живих організмів - здатність до рухів.

Живій матерії притаманна подразливість, тобто здатність сприймати подразники зовнішнього та внутрішнього середовища і певним чином на них реагувати.

Для всіх біологічних систем характерна здатність до самовідтворення.

Організмам властиві ріст і розвиток.

Існування організмів тісно пов'язане зі збереженням спадкової інформації та її передачею нащадкам під час розмноження. Водночас живим істотам притаманна й мінливість -здатність набувати нових ознак протягом індивідуального розвитку.

Біологічні системи здатні до адаптацій - пристосувань до змін, які відбуваються в зовнішньому чи внутрішньому середовищах.

Розрізняють такі рівні організації живої матерії: молекулярний, клітинний, організмовий, популяційно-видовий, екосистемний, або біогеоценотичний, і біосферний.

# ТЕМА 3. СУЧАСНІ ТЕОРІЇ ПОХОДЖЕННЯ ЖИТТЯ НА ЗЕМЛІ.

Походження життя, виникнення живих істот ( одна із центральних проблем природознавства, яка представляє як пізнавальний, так і науковий інтерес.

Живі організми на відміну від неживих мають сукупність ознак: обмін речовин і енергії, здатність до росту й розвитку, розмноженню, до підтримки певного складу. Крім того, для них характерна наявність саморегулювальної метаболічної системи (обмін речовин) і вони мають здатність до точного самовідтворення власної метаболічної системи (реплікація ДНК, її матричне копіювання й специфічно детермінований синтез білків-ферментів) і ін.

Згідно із сучасними виставами, життя ( це одна з форм існування матерії, що закономірно виникає за певних умов у процесі її розвитку. Однак така концепція з'явилася в запеклій багатовіковій боротьбі матеріалізму з різними ідеалістичними плинами. Суть різних вистав про походження життя можна виразити в трьох головних концепціях. Одна з них ( ідеалістичні релігійні вистави про створення всього живого з неживого Творцем, інша ( абіогенез і третя ( біогенез.

*Абіогенез* − мимовільне виникнення органічної матерії з неорганічної. Тут об'єднано два принципово різні підходи: матеріалістичний^-матеріалістичні-наївно-матеріалістичні вистави стародавніх греків про самозародження живих організмів з неживої природи й сучасні матеріалістичний^-матеріалістичні-діалектико-матеріалістичні вистави про природнє виникнення життя (біопоезе). Зокрема, Аристотель у принципі дотримувався матеріалістичних вистав про абіогенез живих істот з неорганічної природи. Однак його погляди й погляди його середньовічних послідовників перетворилися в механістичні вистави про самозародження високорозвинених органічних форм ( як рослин, так і тварин) безпосередньо з неорганічної матерії (бруд, іл, піт і т.д.), а також про породження одними формами інших (наприклад, гусаки, вівці ( із плодів дерев).

Перший удар по виставах про самозародження нанесли експерименти флорентійського натураліста Ф.Реди, який довів неможливість самозародження мух у м'ясі. Поряд з досвідченими відкритими судинами з м'ясом він використовував контрольні, зав'язані марль і недоступні для мух. У контрольних судинах чирви (личинки мух) не могли самозароджуватися. Однак ці експерименти Ф.Реди не змогли спростувати вистави про самозародження, що встоялися століттями. Через кілька років після проведених експериментів Ф.Реди голландський учений А.Левенгук відкрив мікроскопічні істоти, "самозародження" яких можна було спостерігати в крапельці чистої води. Це відкриття А.Левенгуком мікросвіту дало поштовх розвитку вистав про самозародження, але вже на рівні мікросвіту. Не дали остаточної відповіді й експерименти італійського вченого Л.Спаланцани самозародження, що продемонстрував неможливість, мікроскопічних живих істот у живильних рідинах і бульйонах після їхнього кип'ятіння в запаяних ретортах. Незгодні з висновками Л.Спаланцани вчені вважали, що в його експериментах був порушений доступ у судини активного початку, що нібито втримується в повітрі й необхідного для самозародження. Тільки дотепні досвіди видатного французького вченого-мікробіолога Л.Пастера змогли переконати всіх скептиків і розтрощити вистави й самозародженні.

*Біогенез* − це система уявлень, що базується на принципі, що все живе може з'явитися тільки від живого. Уперше цей постулат був виведений на підставі досвідів Л.Пастера.

Пастер нагрівав бульйон у колбі з довгим, двічі вигнутим кінчиком, у якім осідали все сліди мікроорганізмів, що втримуються в повітрі, що надходило в колбу після кип'ятіння бульйону. Така конструкція колби не перешкоджала доступу повітря, тобто "активного початку". Колба залишалася стерильною місяцями, але коштувало змочити бульйоном вигнуте коліно, як у колбі починався інтенсивний розвиток мікроорганізмів. Досвіди Л.Пастера зіграли важливу роль у розвінчанні вистав про самозародження й допомогли ствердитися гіпотезі біогенезу. Був сформульований закон "Усе живе з живого", який мав велике значення для розвитку біологічної науки й у той же час більш ніж на піввіку виключив можливість розгляду абіогенного ( з неорганічної природи) шляху виникнення живої матерії. Біогенез як гіпотеза про походження життя не дає матеріалістичної відповіді на запитання про джерела появи органічної матерії у Всесвіті. Однак вона може цілком матеріалістично пояснити виникнення життя на Землі шляхом заселення її суперечками мікроорганізмів і інших нижчих форм життя.

В 1924 р. російським біохіміком А. І. Опаріним, а пізніше, в 1929 р., Дж. Холдейном була висловлена гіпотеза про виникнення життя як результаті тривалої еволюції вуглецевих з'єднань, яка й лягла в основу сучасних вистав. А.І.Опарін виходив з того, що виникнення живих істот з неживої природи неможливо в сучасних умовах. Абіогенне виникнення живої матерії можливо було тільки в умовах прадавньої атмосфери. Довести це можна логічно, проаналізувавши історію виникнення Землі й формування атмосфери.

Вік Землі становить близько 5 млрд. років. Передбачається, що Сонце й планети Сонячної системи виникли із хмари космічного пилу. За рахунок руху (обертання) і сил гравітації всі нові й нові частки збільшували масу Землі. При цьому сили гравітації зростали, щільність Землі збільшувалася, і відбувалося її розігрівання. Як і всяке розігріте тіло, Земля остигала, переходила з газоподібного в рідкий стан, а потім на її поверхні почала формуватися тверда кірка. У результаті цих процесів відбувалися хімічні реакції, важкі речовини осідали до центру й утворювали ядро Землі, а більш легкі ( її оболонку. За рахунок сил гравітації Земля втримувала газову оболонку. У міру її охолодження з водяних пар, що конденсувалися у верхніх шарах атмосфери, утворювалися моря й океани. З розігрітої поверхні Землі, гарячих морів і океанів інтенсивно випаровувалася вода, яка, конденсуючись у верхніх шарах атмосфери, знову верталася у вигляді рясних злив. Усе це супроводжувалося грозами. Часті й потужні електричні розряди ( один із джерел енергії, який міг використовуватися для абіогенного синтезу органічних сполук. Для таких же цілей джерелом енергії могли служити тверде ультрафіолетове випромінювання ( через відсутність в атмосфері Землі кисню, а виходить, і озонового екрана), радіація високих енергій і теплова енергія земних надр.

Більшість дослідників сходяться на тому, що в процесі утвору атмосфери брали участь реакції, що сформували численні газоподібні з'єднання. Основними з них є гідриди (метан, аміак, вода газоподібна), а також водень і деякі інші гази, але при повній відсутності газоподібного кисню.

У процесі становлення життя можна виділити наступні стадії биопоезу.

1. Неорганічний синтез малих молекул органічних сполук. В 1953 р. американський біохімік С.Міллер опублікував результати експериментальної перевірки можливості спонтанного синтезу органічних сполук у спеціально створеному приладі, що імітує умови прадавньої атмосфери Землі: інтенсивний випар і конденсація води, електричні розряди й склад атмосфери. У розчині були отримані амінокислоти. Досвіди багаторазово повторювалися в різних лабораторіях і дозволили продемонструвати можливість синтезу в таких умовах практично всіх мономерів основних біополімерів: амінокислот, гетероциклічних з'єднань (попередників гемоглобіну, хлорофілу, азотистих підстав), органічних кислот, моносахаридів, ціанамідів і ін. Таким чином, С.Міллер експериментально довів можливість виникнення низькомолекулярних органічних сполук з неорганічних в умовах прадавньої атмосфери Землі.

2. Неорганічний синтез великих органічних молекул (біополімерів). Доказом можливості спонтанного синтезу органічних біополімерів з мономерів поза організмом служать досвіди С.Фокса. При багаторазовім нагріванні й охолодженні водою змішай сухих амінокислот відбувався утвір пептидних зв'язків шляхом відщіплення молекул води (дегідратацією). Тому дані реакції одержали назву *реакцій дегидратаційного синтезу*. Пізніше було показано, що у водяних розчинах слабкої концентрації в присутності ціанідів і ціанамідів за рахунок реакцій дегидратаційного синтезу також можуть формуватися нуклеотиди й полінуклеотиди, поліпептиди, полісахариди й ліпіди.

3. Утвір фізико-хімічних систем (коацерватів) і мембран. У досвідах С.Фокса було встановлено, що в результаті промивання гарячої суміші штучних полімерів водою або водяними розчинами солей виходять численні мікросфери-коацервати. Коацерватистабільні. У гіпотонічному розчині вони набухають, а в гіпертонічному ( зморщуються. Це свідчить про наявність у них напівпроникної оболонки, що нагадує мембрану. За допомогою електронного мікроскопа встановлене, що мембрана в них може бути й подвійний. Можливість утвору мембрани випливає із властивостей полярних молекул ліпідів, їх взаємодії з розчинниками. Отже, на цьому етапі ми вже маємо справа зі складною фізико-хімічною системою ( коацерватом, який може зливатися з іншими, ділитися після перемішування ("рекомбінації") умісту, зазнати дії добору й мати напівпроникність. Однак у цієї системи відсутній саморегулювальний обмін речовин ( метаболізм і здатність до самовідтворення.

4. Виникнення метаболізму. Воно припускає наявність ферментів і енергетичних систем. Для живих організмів характерна наявність біокатализаторів метаболічних процесів ( ферментів, а також системи нагромадження, перетворення й використання енергії. Ферменти прискорюють протікання реакцій у біологічних системах. Однак ті ж реакції в хімічних або фізико-хімічних системах можуть каталізуватися простими з'єднаннями.

Як приклад розглянемо можливий шлях виникнення ферменту каталази. Процес розкладання пероксиду водню ферментом каталазою може відбуватися в присутності іонів тривалентного заліза як чисто неорганічний процес. Реакція йде з низькою швидкістю. Якщо іон заліза включений в органічну молекулу порфирина, то швидкість реакції зростає в 1000 раз, якщо ж він разом з молекулою порфирина приєднаний до білкової частини молекули ( у складі ферменту каталази), те активність збільшується в 10 млрд. раз.

Таким чином, поява ферментів у ході еволюційного процесу ( це виникнення білкових молекул, третинна або четвертинна структура яких випадково виявилася просторово найбільш підходящої для здійснення яких-небудь реакцій (наприклад, реакцій синтезу, тобто об'єднання двох молекул в одну, більш складну, або реакцій гідролізу, тобто розчленовування однієї молекули на два або кілька компонентів). Ця "припасування" ферменту до субстрату або його "пошуки", "вибір" у ході природного добору могли займати десятки, сотні тисяч і навіть мільйони років.

Виникнення енергетичних систем при наявності ферментів представити досить просто. АТФ ( це комплекс із пуринової азотистої підстави аденина, цукру рибози (вони виникають на першому етапі биопоеза, що підтверджене й експериментами С.Міллера) і фосфатів, тобто для його формування досить декількох ферментів. Доказом виникнення й функціонування енергетичних систем на ранніх етапах биопоеза служать і експерименти С.Фокса, який показав, що гідроліз АТФ із вивільненням анергії макроергічних зв'язків можуть здійснювати коацервати в присутності гідрату оксиду цинку.

5. Виникнення точного самовідтворення. Без сумніву, ця властивість виникла й еволюціонувала одночасно з виникненням обміну речовин (метаболізму).

У ході еволюції, безумовно, повинні були об'єднатися дві системи: полінуклеотидна й поліпептидна, тому що їхньої властивості доповнюють один одного, а властивості кожної з них окремо не мали б особливого значення для формування біологічних систем. Відомо, що нуклеінові кислоти мають досить обмежені каталітичні функції, але, завдяки принципу комплементарності нуклеотидів, вони відрізняються надзвичайно високою точністю відтворення. Білки мають колосальну різноманітність каталітичних функцій у силу значно більшого числа варіантів комбінацій амінокислот у порівнянні з нуклеіновими кислотами, а також різноманітністю функціональних груп і просторової конфігурації молекул. У той же час здатність білків до відтворення невисока, причому точність відтворення незадовільна, тому що як відмінності, так і ймовірності специфічної взаємодії амінокислот один з одним невеликі. Із цього випливає, що система самовідтворення білків була б нестабільної й із частими помилками.

Саме тому взаємодія цих двох систем, тобто виникнення генетичного коду, було принципово важливим і зіграло більшу роль у виникненні життя.

Виникнення у фізико-хімічній системі (коацервате) метаболізму й точного самовідтворення ( це головні передумови виникнення біологічної системи ( примітивних гетеротрофних анаеробних проклітин. Це відбулося, імовірно, близько 3,5 млрд. років тому. Завдяки наявності генетичного коду й генетичної інформації подальший розвиток уже міг відбуватися згідно із законами еволюції живої матерії: виникнення мутацій і дії природного добору — виживання й залишення після себе найбільшої кількості нащадків найбільш пристосованих до даних конкретних умов органічних форм (проклітин, одноклітинних, а потім і багатоклітинних організмів).

6. Виникнення автотрофних організмів. По мірі витрати простих органічних речовин (мономерів) на утвір біополімерів у боротьбі за існування перевага повинні були одержати мутанти, здатні синтезувати ці мономери з усе більш простих органічних (наприклад, органічні кислоти й ін.), а потім і неорганічних з'єднань. Так виникли автотрофні (здатні синтезувати органічні речовини з мінеральних) хемосинтезируючі (що використовують для синтезу органічних сполук енергію окисно-відновних реакцій) організми.

Однак згодом з'явився дефіцит метаболітів, необхідних для хемосинтетичного одержання енергії. Із цієї причини переваги в боротьбі за існування повинні були одержати органічні форми, здатні забезпечити собі максимальну автономність шляхом використання енергії, що був у необмеженій кількості, ( енергії сонячних променів. Головні компоненти пігментних систем ( порфирини, необхідні для використання енергії сонячних променів - з'явилися ще на першому етапі биопоеза. Так виник уникальнейший процес фотосинтезу, тобто здатність синтезувати органічні сполуки з найпростіших при участі енергії Сонця. Уперше з'явилася можливість кількісно нарощувати органічні речовини й одночасно якісно змінювати характер атмосфери шляхом виділення кисню. Це у свою чергу створило аеробні, довгі спірально й штопорообразно звиті клітини й багато інші їхні типи.

Еволюція еукариотичної клітини йшла по двом напрямкам ( одне - і многоклітинності. В одноклітинних організмів (наприклад, в інфузорії-туфельки) відбувалася спеціалізація окремих ділянок клітини для виконання різних функцій. У зв'язку із придбанням клітинами в ході еволюційного процесу властивості адгезії, тобто здатності двох клітин, що розділилися, не розпадатися, а залишатися разом, спочатку з'явилися агрегації (скупчення) клітин, а потім колоніальні форми, наприклад вольвокс, і, нарешті, багатоклітинні, у яких виникла можливість диференцировки клітин по будові й виконуваним функціям організму (харчування, рух, розмноження й ін.). Це привело до формування тканин, органів і їх систем.

# ТЕМА 4. ГЕОХРОНОЛОГІЯ ЖИТТЯ НА ЗЕМЛІ.

На основі визначення відносного, а пізніше і абсолютного віку гірських порід, вивчення послідовності відкладів окремих пластів осадових порід та тотожності знайдених у них залишків керівних організмів, уся історія Землі була поділена на окремі геологічні етапи розвитку. Найбільший із них - мегацикл, далі послідовно йдуть ера, період, епоха, вік та інші.

У відповідності з розділенням геологічної історії розвитку земної кори на окремі відрізки часу у її товщі виділяють окремі комплекси, які виникли на протязі цих відрізків:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Відрізки часу | Ера | Період | Епоха | Вік |
| Відповідні розчленування товщ порід | Група | Система | Відділ | Ярус |

Назва мегациклів та ер залежить від відсутності чи наявності на той час життя і ступеня його досконалості. У перекладі з давньогрецької мови вони означають: "криптос" - неявний, "фанерос" - явний, "ката" - внизу, "археос" - первісний, "протерос" - ранній, "палайос”- прадавній, "мезос" - середній, "кайнос” - новий, "зое" - життя.

Геохронологія (грецьк. "ге" - Земля, "хронос" - час, "логос"- вчення) Землі (геохронологічна шкала) наведена в таблиці:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Мегацикли, тривалість, млн. років | Ери, індекс, тривалість млн. років | Періоди,назва, індекс | Абсолютний вік (трива-лість, млн. років) | Найголовніші групи організмів |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Фанерозой-ський570 | Кайнозой-ська, KZ70  | Четвертин-ний, Q  | 2-0(2)  | Поява на початку періоду людини |
| Неоген, N  | 25-2(23)  | Розквіт птиць, ссавців, костистих риб. Розквіт покритонасінних (злаків, листяних дерев) |
| Мезозой-ська, MZ, 155  | Палеоген, Pg  | 70-25(45)  |
| Крейдяний, К  | 140-70 (70)  | Зубасті птиці, розквіт pептилій, перші костисті риби |
| Юрський, J  | 185-140(45)  |
|  Тріасовий, Т  | 225-185(40)  | Поява перших ссавців (сумчастих). Поява покритонасінних, Розквіт голонасінних |
| Палеозойська, PZ, 345   | Пермський, Р  | 270-225(45)  | Примітивні рептилії, розквіт акулоподібних та панцирних риб, поява комах |
| Кам'яно-вугільний (карбон), С  | 320-270 (50) | Поява голонасінних рослин. Розквіт деревоподібних спорових рослин. Поява папоротників |
| Девонський, D  | 400-320 (80)  |
| Силурій-ський, S | 420-400(20)  | Поява риб Розвиток безщелепових тварин. Поява перших наземних тварин (скорпіонів багатоніжок) Численні червоні та блакитнозелені водорості |
| Ордовик-ський, О  | 480-420 (60)  | Поява перших наземених тварин (скорпіони, багатоніжки). Розвиток псилофітів |
| Кембрій-ський, См  | 570-480 (90)  | Поява примитивних безщелепових тварин. Давні наземні рослини – псилофіти |
| Криптозой-ський2930 | Протеро-зойська, РR, 1330 |   | 1900-570 (1330)  | Масовий розвиток багатоклітинних бактерій, водоростей. Поява губок, червяків, медуз |
| Архейська, 800, АR  |   | 2700-1900 (800)  | Поява мікроплазмоподібних бактерій, водоростей |
| Катархей-ська, KR800  |   | 3500-2700 (800)  | Залишки організмів відсутні |
| Планетарна епоха Землі більше 3500 |

Назви періодів у своїй більшості запозичені від назви місцевості, де вперше були виявлені гірські породи цього віку, або від назви прадавніх племен, які мешкали в цій місцевості. Так, кембрійський період одержав назву від прадавньої назви півострова Уельса (Камбрія), ордовик - назва прадавнього племені, яке мешкало в Англії, силур - назва племені, яке жило в Уельсі, девон - від графства Девоншир в Англії, пермський - від Пермського царства в Росії. Кам'яновугільний (карбон) та крейдяний одержали назву за потужними відкладами відповідно кам'яного вугілля та писальної крейди. Четвертинний період одержав свою назву від старого розподілу історії Землі на чотири періоди: первинний (палеозой), вторинний (мезозой), третинний (палеоген і неоген) та четвертинний.

Інколи четвертинний період називають ще антропогенним (грецьк. "антропос" - людина), завдяки появі людини на початку цього періоду.

Періоди (системи) у свою чергу розділяються на дві чи три епохи (відділи), які називають, як і періоди, з добавленням слів: рання (нижній), середня (середній), пізня (верхній) і в геологічному індексі позначують цифрами: С1 , С2 (нижній і середній карбон).

Нумерація здійснюється знизу вверх у напрямку розвитку.

Аналіз геохронологічної шкали показує, що 83,7% усього віку Землі припадає на криптозой (2930 млн. років). У цей час Земля являла собою майже безводну кам'яну пустелю з примітивними організмами, які з'явились у кінці архею. Звертає на себе увагу і неоднаковість абсолютної тривалості геологічних етапів. Чим ближче до сучасності, тим вони стають коротшими. Пояснюється це тим, що розподіл геологічної історії Землі за етапами здійснювався за присутністю залишків ведучих організмів, які свідчать про прискорений розвиток органічного життя на Землі. Другий великий відрізок часу припадає, на планетарну епоху Землі - 1,1 - 1,5 млрд. років. Цей етап розвитку Землі дуже слабо вивчений.



**Розвиток життя в архейську еру**. Життя зародилось в архейську еру. Оскільки перші живі організми ще не мали жодних скелетних утворів, від них майже нічого не залишилось у викопних рештках. Проте наявність серед архейських відкладів порід органічного походження - вапняків, мармуру, графіту та інших - підтверджує існування в цю еру примітивних живих організмів. Такими були одноклітинні доядерні організми (прокаріоти): бактерії і синьозелені водорості.

Життя у воді було можливим завдяки тому, що вода захищала організми від згубної дії ультрафіолетового випромінювання. Саме тому море змогло стати колискою життя.

В архейську еру в еволюції органічного світу відбулися чотири великі ароморфози: з'явились еукаріоти, сформувався фотосинтез, виникли статевий процес і багатоклітинні організми. Поява еукаріотів пов'язана з утворенням клітин, які містять справжнє ядро (з хромосомами) і мітохондрії. Тільки такі клітини здатні ділитися мітотичне, що забезпечує їх стабільність і передачу генетичної інформації. Це стало передумовою виникнення статевого процесу.

Перші мешканці нашої планети були гетеротрофними і живились за рахунок органічних речовин абіогенного походження, розчинених у первісному океані. Прогресивний розвиток первісних живих організмів забезпечив появу нового ароморфозу в розвитку життя: виникнення автотрофних організмів, які для синтезу органічних сполук із простих неорганічних використовували сонячну енергію. Цілком зрозуміло, що хлорофіл виник не відразу. Спочатку з'явились простіше побудовані пігменти, які забезпечували синтез органічної речовини з неорганічних компонентів. Із цих пігментів утворився, мабуть, хлорофіл.

З часом органічні речовини, які утворилися в первісному океані абіогенним шляхом, почали вичерпуватись. З появою автотрофних організмів, насамперед зелених рослин, став можливим синтез органічних речовин з неорганічних сполук завдяки використанню сонячної енергії (космічна роль рослин), а отже, існування і подальший розвиток життя.

З виникненням фотосинтезу відбулася дивергенція органічного світу в двох напрямках, які відрізнялися способом живлення (автотрофні і гетеротрофні організми). Завдяки появі автотрофних фотосинтезуючих організмів вода й атмосфера почали збагачуватися на вільний кисень. Це стало передумовою появи аеробних організмів, здатних до ефективнішого використання енергії в процесі життєдіяльності. Нагромадження кисню зумовило утворення у верхніх шарах атмосфери озонового екрана, який не пропускав згубного для життя ультрафіолетового випромінювання. Це забезпечило можливість виходу життя на суходіл. Поява фотосинтезуючих рослин, у свою чергу, забезпечила можливість існування і прогресивного розвитку гетеротрофних організмів.

Виникнення статевого процесу зумовило появу комбінативної мінливості. І, нарешті, в цю еру від колоніальних джгутикових утворилися багатоклітинні організми. Виникнення статевого процесу і багатоклітинних організмів стало фундаментом для подальшого прогресивного еволюційного розвитку.

**Розвиток життя в протерозойську еру**. В протерозойську еру життя існувало також переважно в морі. Однак панували вже не прокаріоти, а зелені водорості (еукаріоти). У них з'являється розчленування тіла, що забезпечувало більшу поверхню всмоктування. Рештки фауни цієї пори нечисленні, але відомо, що вже тоді існували всі типи безхребетних. Важливим ароморфозом розвитку тіла тварин була поява двобічної симетрії. З нею пов'язані диференціювання тіла на передню і задню частини, спинний і черевний боки. На передній частині зосереджуються органи чуття, нервові вузли, а в тварин, що мають вищу організацію, - головний мозок. У цю еру в результаті ідіоадаптивних змін від найдавніших багатоклітинних організмів, що вели повзаючий спосіб життя і тому мали двобічну симетрію, виникли плоскі і круглі черви. Внаслідок нових ароморфозів та ідіоадаптацій від потемків найдавніших тварин, що мали двобічну симетрію, виникли молюски і кільчасті черви. Споріднені з кільчастими червами членистоногі. Від найдавніших тварин з двобічною симетрією виникли також голкошкірі і хордові, що мають низку подібних ознак, які виявляються в характері розвитку та утворення скелета, будові шкіри і відрізняються за цими ознаками від інших типів тварин. У протерозої з'явились і найдавніші хордові - безчерепні. Представником цих організмів у сучасній фауні є ланцетник.

На суходолі у вологих місцях могли існувати бактерії, синьозелені водорості, одноклітинні тварини. Вони були першими грунтоутворювачами.

**Розвиток життя в палеозойську еру.** На початку ери в кембрійський період життя все ще існувало у воді. Значно поширились великі багатоклітинні бурі і зелені водорості. В силурійський, а можливо, ще в ордовицький або кембрійський період у деяких популяціях зелених водоростей, які мешкали у водоймах, що періодично пересихали, в результаті ароморфозу сформувались тканини, які вперше виникли у наземних рослин - псилофітів. Псилофіти - збірна назва. Ці рослини мали невеликі розміри (не більше півметра), стеблоподібну наземну частину і кореневище, від якого відходили ризоїди. Деякі з них були ще дуже схожими на водорості, а інші вже мали ознаки, які зближували їх з мохоподібними і папоротеподібними рослинами. Рослини могли існувати на суходолі, оскільки бактерії, синьозелені водорості, одноклітинні тварини уже сформували тонкий шар грунту. В цей час з'явились і гриби, життєдіяльність яких сприяла грунтоутворенню.

У морях кембрійського, ордовицького, силурійського періодів жили найпростіші, губки, кишковопорожнинні, членистоногі, молюски, голкошкірі, нижчі хордові. В силурійський період з'явилися найпримітивніші хребетні - круглороті. У них ще не було щелеп, але внаслідок ароморфозу виникли череп і хребці. У девонський період досягли розквіту щиткові, що належали до класу круглоротих. У риб внаслідок ароморфозу утворився щелепний апарат, що дав їм змогу активно полювати, захоплювати здобич. Це сприяло підвищенню рівня організації нервової системи, органів чуття, вдосконаленню інстинктів.

Серед сучасної фауни найближчими до цих найдавніших риб є акули і скати. З'явились і кистепері риби. Нечисленних представників цих риб виявлено в Індійському океані біля берегів Африки. Кистепері риби, які населяли прісні водойми в девонський період, зробили важливий крок в еволюції тварин - вийшли на суходіл. Першими наземними хребетними були найдавніші земноводні стегоцефали - потомки кистеперих риб. Скелет плавців кистеперих гомологічний скелету п'ятипалої кінцівки стегоцефалів, як і в сучасних земноводних, яйця і личинки могли розвиватися лише у воді, тому ці тварини змушені були жити поблизу водойм.

У девонський період важливий ароморфоз відбувся і в рослин: розвинувся спеціальний апарат для всмоктування мінеральних розчинів (корінь), як основний орган асиміляції вуглекислого газу сформувались пагони. Таким чином відбулося диференціювання тіла рослини на пагін і корінь. Першими листостебловими рослинами були мохи. Спорідненість мохів з водоростями і псилофітами виявляється в тому, що їхня протонема подібна до зелених водоростей, замість коренів вони мають ризоїди, запліднення відбувається у водному середовищі. В девонський період від псилофітів виникли вищі спорові: плауни, хвощі, папороті. В них утворились добре сформовані корені, але для розмноження їм необхідна вода, в якій переміщуються статеві клітини.

Клімат наступного, кам'яновугільного періоду був теплим, вологим, атмосфера містила велику кількість вуглекислого газу. Це сприяло бурхливому розвитку папоротеподібних, це був період їхнього розквіту. Деякі хвощі досягали 30метрової висоти.

Розвиток наземної рослинності сприяв формуванню грунту, з решток рослин того періоду утворилося кам'яне вугілля. В ньому ніби законсервувалась значна частина вуглекислого газу атмосфери. В результаті інтенсивного фотосинтезу, який відбувався в зелених рослинах, атмосфера збагачувалась на кисень. Внаслідок зміни хімічного складу атмосфери з'явилась можливість заселення суходолу тваринами.

У рослинному світі відбувся ще один ароморфоз - з'явились насінні папороті. В насінні нагромаджувались поживні речовини, воно мало оболонку, яка захищала його від несприятливих умов. Насінним рослинам для запліднення насінини вода не потрібна, що дало їм змогу завоювати суходіл.

Клімат кам'яновугільного періоду сприяв також розквіту земноводних (стегоцефалів). На суходолі ворогів у них ще не було, а численні черви і членистоногі, особливо павукоподібні і комахи, були для земноводних відмінним кормом. Внаслідок дивергенції та ідіоадаптацій з'явилось багато видів стегоцефалів, деякі з них досягали гігантських розмірів (до 47 м завдовжки).

Наприкінці кам'яновугільного й особливо в пермський період клімат змінився, став сухим. Це призвело до масового вимирання папоротеподібних і земноводних. Ті ж особини, які вижили у більш вологих місцях, дали початок земноводним і папоротеподібним невеликих розмірів. Від стегоцефалів виникли не лише земноводні, а й плазуни.

Походження плазунів пов'язане з ароморфозами, що забезпечували розмноження на суходолі: внутрішнє запліднення, запас поживних речовин в яйці, вкритому щільною оболонкою, яка захищала його від висихання. Під час розвитку зародка всередині яйця нагромаджувалась рідина, в якій зародок знаходився як в акваріумі, відбувається формування зародка. Це дало змогу плазунам завоювати всі середовища існування: суходіл, повітря і повторно оселитися у воді. Прогресу плазунів сприяв розвиток рогового покриву, який захищав від висихання, досконаліший розвиток легень, кровоносної системи, кінцівок, головного мозку. Все це дає підстави визнати плазунів першими справжніми наземними хребетними.

У пермський період від насінних папоротей виникли голонасінні рослини, які значно поширились на суходолі, оскільки з'явився новий спосіб запліднення, не пов'язаний з водою, а формування насінини давало змогу зародкам рослин тривалий час витримувати несприятливі умови. Внаслідок цього насінні рослини змогли оселятись не лише на вологих узбережжях, а й проникати в глибину материків.

**Розвиток життя в мезозойську еру.** Початок мезозойської ери - тріасовий і юрський періоди - був часом розквіту і панування плазунів. Деякі з них досягали гігантських розмірів і мали масу тіла до 20 т. Були серед них як рослиноїдні, так і м'ясоїдні. Однак ще в пермський період з'явились звірозубі плазуни - предки ссавців. Перші ссавці (однопрохідні та сумчасті) відомі з тріасового періоду. Тоді ж виникли справжні костисті риби і псевдозухії - плазуни, які пересувалися лише на задніх кінцівках. Псевдозухій вважають предками птахів. Першоптах - археоптерикс - з'явився в юрський період і існував ще й У крейдовий період.

Прогресивний розвиток дихальної і кровоносної систем птахів і ссавців забезпечив теплокровність цих тварин, послабив їх залежність від температури навколишнього середовища, що сприяло розселенню їх по всіх географічних широтах.

Справжні птахи і вищі ссавці з'явилися у крейдовий період. Вони швидко посіли панівне становище серед хордових. Цьому сприяли також розвиток нервової системи, виникнення умовних рефлексів, виховання потомства, а у ссавців - живородіння і вигодовування малят молоком. Прогресивною була і диференціація зубів у ссавців, що стало передумовою вживання різноманітної їжі.

Завдяки дивергенції та ідіоадаптаціям з'явились численні ряди, роди і види ссавців і птахів.

Наприкінці мезозою в крейдовий період від голонасінних виникли покритонасінні, що пов'язано з новим ароморфозом - появою квітки. Вона добре захищає насінину, яка розвивається у зав'язі, від несприятливих факторів.

У результаті дивергенції у відділі покритонасінних сформувались два класи рослин: однодольні і дводольні, а внаслідок ідіоадаптацій у цих класах виробились різноманітні пристосування до запилення.

Наприкінці мезозою з'явились перші плацентарні ссавці, (комахоїдні). У зв'язку із сухістю клімату розпочалося масове вимирання голонасінних, а оскільки вони були кормом для багатьох плазунів, то це призвело до вимирання і плазунів.

**Розвиток життя в кайнозойську еру.** В кайнозойську еру сформувались сучасні материки.

Покритонасінні значно поширились по суходолу у всіх кліматичних зонах, завоювали водне середовище і нині посідають панівні місця. Проте голонасінні і спорові рослини не зникли, а продовжували дивергентне розвиватися. Численні види цих рослин існують і нині.

Серед безхребетних панівне місце посідають комахи, яких відомо близько 1 млн видів. Еволюція комах пов'язана з ароморфозами: появою трахейної системи дихання, яка забезпечувала інтенсивний обмін речовин; виникненням членистості кінцівок і посмугованої мускулатури, яка забезпечувала високу рухливість; розвитком хітинового покриву, який захищав тіло від несприятливих умов і був зовнішнім скелетом; розвитком нервової системи та органів чуття. Все це забезпечило поширення комах у всіх середовищах існування, життя в яких спричинило різноманітні ідіоадаптивні зміни комах (в будові ротових органів, кінцівок тощо).

Серед хребетних панівне місце посідають птахи і ссавці. Стала температура їхнього тіла дала змогу розселитися практично в усіх широтах. При цьому птахи займають переважно повітряний простір, а ссавці ведуть наземний спосіб життя. Еволюція хребетних була пов'язана з поступовим, від класу до класу, вдосконаленням усіх систем: видільної, кровоносної, нервової. Найбільшого розвитку ці системи досягли в класах птахів і ссавців. Внаслідок ідіоадаптацій вони пристосувались до життя в різних середовищах існування.

# ТЕМА 5. ОСНОВИ СУЧАСНОГО ЕВОЛЮЦІЙНОГО ВЧЕННЯ.

Дарвінізм, матеріалістична теорія еволюції органічного світу, заснована на переконаннях Ч. Дарвіна. Дарвінізм довів реальність еволюції і переконливо пояснив механізм еволюційного процесу. Створенню дарвінізму передували концепції ряду вчених, що проголошували змінність видів (трансформізм), але що не зуміли розкрити причини і механізми еволюції. З трансформістів лише Ж. Б. Ламарк розробив логічно послідовну систему поглядів, яка однак, давала в цілому ідеалістичне пояснення еволюційного процесу. Роботу над своєю теорією Дарвін почав в 1837, перший її нарис був написаний в 1842, після чого Дарвін продовжував збирати і аналізувати нові факти. Він спирався на дані палеонтології, порівняльної анатомії, ембріології, систематики, біографії і геології, широко використав досягнення практики сільського господарства, особливо селекції. Важливу роль в формуванні поглядів Дарвіна зіграло вчення Ч. Лайєля про геологічну еволюцію Землі, зокрема висунений Д. Геттоном і Ч. Лайєлем принцип актуалізму, згідно з яким на Землі в минулому діяли ті ж чинники, що і в наш час. Основні положення теорії Дарвін виклав у 1859 в книзі «Походження видів, шляхом природного відбору, або збереження обраних порід в боротьбі за життя», розвинув в подальших трудах - «Зміна тварин і рослин під впливом одомашнення» (1868) і «Походження людини і статевий добір» (1871). Назва «Дарвінізм» запропоновано А. Уоллесом, який незалежно від Дарвіна дійшов близьких висновків.

Рушійними силами еволюції Дарвін вважав спадкову мінливість і природний добір. Він уперше поставив в центрі уваги еволюційної теорії не окремі особини, а види і внутрішньовидові угрупування, в протилежність аргонізмоцентричному підходу ранніх трансформістів (властивому і Ламарку). Дарвін зібрав численні докази мінливості організмів і в природі, і в умовах одомашнення. Він виділив дві основні форми мінливості: невизначену і визначену, зраджуючи основне значення в еволюції невизначеної мінливості. Пізніше було з'ясовано, що певна мінливість (модифікації) неспадкова. В умовах одомашнення на основі спадкової мінливості організмів шляхом штучного відбору людина створила численні породи домашніх тварин і сорти культурних рослин. Аналогічно Дарвін прийшов до висновку, що і в природних умовах діє чинник, що направляє еволюцію організмів, - природний відбір. Дарвін показав, що в природі організмам будь-якого виду властива постійна боротьба за існування, що складається з їх взаємодій з чинниками зовнішньої середи (абіотичними і біотичними) і внутрішньовидової конкуренції. Боротьба за існування звичайно приводить до загибелі значного числа особин в кожному поколінні будь-якого виду і до вибіркової участі особнів в розмноженні. Неминучим результатом спадкової мінливості організмів і боротьби за існування є природний добір - переважне виживання і участь в розмноженні найбільш пристосованих особнів кожного виду. Слідствами природного відбору є видоутворення, що супроводиться закріпленням адаптації, дивергенція і прогресивна еволюція. Пристосованість організмів до навколишнього середовища носить відносний характер. Окремий випадок природного добору - статевий відбір, що забезпечує розвиток ознак, пов'язаних з функцією розмноження. Дарвінізм уперше дав наукове, логічно послідовне і матеріалістичне розв'язання найважливіших проблем еволюційного вчення і підірвав позиції метафізичних і ідеалістичних уявлень в біології - креаціонізму, віталізму та інших. Після опублікування теорії Дарвіна еволюційні ідеї набули широкого поширення. Однак класичний дарвінізм залишив невирішеним ряд важливих питань (суть спадковості, механізми виникнення спадкової і неспадкової мінливості і їх еволюційна роль, суть і структура біологічного вигляду). На початку 20 ст. вважали, що еволюцію можна пояснити мутаціями без участі природного відбору. Це дало початок новій науці - генетиці, менделізм і мутаційна теорія, спочатку були сприйняті як вчення, що цілком замінюють дарвінізм. Синтез дарвінізму і генетики стався в 20-30-х роках 20 ст. Склалася так звана синтетична теорія еволюції, що концентрує увагу в основному на процесах мікроеволюції і видоутворення. Новітній етап розвитку дарвінізму характеризується використанням даних молекулярної біології для більш глибокого розуміння механізмів спадкової мінливості, практичні застосування основних його положень до проблем антропогенної зміни біосфери і управління живими природними ресурсами.

Критика дарвінізму в різний час велася рядом вчених з позицій автогенезу і інших концепцій, що мають автогенезтичне забарвлення. У основі неприйняття дарвінізму окремими вченими лежать нерозуміння діалектичних співвідношень випадкових і закономірних явищ і процесів в еволюції і непевного характеру дій природного добору, забуття цього пристосувального характеру еволюції, ігнорування цілісності організму. Найважливіші положення дарвінізму витримали випробування часом і зберегли своє значення в сучасному еволюційному вченні. Синтетична теорія еволюції, що розвиває дарвінізм на сучасному етапі, на думку ряду вчених приділяє ще недостатньо уваги процесам еволюційних перебудов онтогенезу і еволюційній ролі відмінності кореляційних систем в цілісному організмі, організація і спрямованість еволюційного процесу, що виявляється лише на рівні мікроеволюції. Сучасний дарвінізм продовжує розвиватися, асимілюючи новітні досягнення всіх областей еволюційної біології.

# ТЕМА 6. БІОХІМІЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ. ВУГЛЕЦЕВА ФОРМА ЖИТТЯ.

Так чому ж все-таки вуглець і вода становлять основу життя?

Ще в 1913 році біохімік з Гарвардського університету, Л. Гендерсон, видав книгу "Придатність навколишнього середовища". Автор дійшов висновку, що все живе повинне складатися з води й вуглецю, оскільки сам Л. Гендерсон складається з води й вуглецю. Аргумент, звичайно, сильний, але спробуємо подивитися на це завдання більш серйозно.

Всі відомі на Землі живі організми, а також викопні форми життя в певному змісті хімічно однакові: білки, нуклеїнові кислоти, жири, цукрі й ряд інших біологічно важливих молекул, побудованих з обмеженого кола елементів. Це так звані абсолютні органогени, серед яких центральне місце займає вуглець. У число абсолютних органогенів входять також кисень, азот, фосфор, водень, сірка, калій, кальцій і магній.

Всі хімічні реакції в клітках ідуть у водяному розчині, причому саме у воді реалізуються тисячі біохімічних процесів, що підтримують життєдіяльність організму.

Але чому ж саме вуглець і вода грають настільки унікальну роль у хімії живого? Бути може, на Землі існували інші форми життя, побудовані на іншій хімічній основі, які згодом були знищені вуглецевим життям? Чи можливі в принципі "інші хімії" життя? Ці питання мають філософське й наукове значення.

Моделі живих систем, заснованих не на водно-вуглецевій основі, розроблялися останнім часом досить широко. У першу чергу тут потрібно відзначити життя на основі аміаку, кремнію й галогенів. Ми спочатку викладемо основні принципи цих псевдо життя, а потім проаналізуємо співвідношення між гіпотетичними живими системами й вуглецевими формами життя.

Звичайно як можливий замінник вуглецю розглядається кремній. Дійсно, між цими двома елементами дуже багато загального. У періодичній системі елементів вони перебувають в одній групі, мають однакову валентність. Тому "кремнієве життя" обговорюється досить часто не тільки в науково-фантастичній літературі, але й на сторінках наукової печатки.

Із приводу можливості існування життя, заснованої на кремнії, існують полярні точки зору.

Так, наприклад, англійський астроном-аматор В. Фірсов у своїй книзі "Життя поза Землею" затверджує, що кремнієве життя може бути широко представлена у Всесвіті.

Проте подібність кремнію й вуглецю не дає достатніх підстав для побудови гіпотетичних живих систем, що містять як основна ланка кремній. Проти кремнієвого життя можна висунути ряд серйозних аргументів.

Американський хімік Д. Уолд у своїй роботі "Чому жива речовина базується на елементах другого й третього періодів періодичної системи" звертає увагу на те, що зв'язок між атомами кремнію (ми будемо їх називати надалі кремній кремнієві зв'язки) нестійка в присутності води, аміаку або кисню. Це дуже сильне заперечення проти кремнієвого життя.

Відносна поширеність кремнію в земній корі, майже на два порядки вище вуглецю. Проте, кремній не грає практично ніякої ролі в біохімії живого. Здавалося, для природи було б набагато легше сконструювати життя на основі більше доступного елемента. Однак у цьому випадку природа не пішла за принципом економії, і в неї були вагомі причини. Кремній володіє поруч характерних хімічних властивостей, які роблять його зовсім непридатним для побудови складних біологічних молекул, що працюють у клітці.

Так, всі сполуки кремнію з воднем нестійкі при нормальних температурах, і, навпаки, сполуки, побудовані на основі зв'язків кремній - кисень (це просто добре всім відомий пісок), досить стійкі в термічному відношенні до дуже високих температур.

Помітимо також, що в цей час невідомі сполуки, що є аналогами молекул, що містять вуглець, кисень і водень: альдегідів, кетонів, карбонових кислот, складних ефірів і амінів. Це обумовлено нездатністю кремнію утворювати подвійні й потрійні зв'язки, настільки характерні для органічної хімії; тому кремній утворить тверді полімери із кремній-кисневими зв'язками.

Перераховані вище властивості кремнію (а також аргументи, наведені Уолдом) роблять досить малоймовірним використання такого елемента як основу для побудови життя. Правда, американський хімік з Берклі, Г. Пиментел, уважає, що при низьких температурах кремнієве "псевдо життя" може розвиватися більш успішно, ніж вуглецеве. Однак потрібні неводні розчинники, а ця обставина знову веде нас у сферу спекуляцій. Фірсов пропонує як можливі заміни води як універсального розчинника на сульфіди фосфору й таке абсолютно невивчена сполука, як Н3PS4 - сірчаний аналог ортофосфорної кислоти, що виходить із фосфористого водню й H2S. Мені здається, що це все малоймовірно в силу деяких загальних міркувань астрофізичного плану. Адже вода - одне з найпоширеніших сполук у Космосі.

Розглянемо тепер модель так званого "рідкого аміачного життя", що також досить часто пропонується як можлива форма існування неземних живих систем.

Гіпотетична аміачна біохімія, або, як її ще називають, хімія Франкліна, виходить простою заміною кисню в органічній молекулі на аміногрупу (= NH). Сірка в сполуці залишається або також заміщається на азот, а замість води як універсальний розчинник використовується аміак.

Розглянемо деякі властивості аміаку докладніше.

При нормальному тиску аміак існує як рідина в дуже вузькому інтервалі температур від -77,7 до - 33,4 градуси Цельсія. Критичній температурі + 132,4 градуси, тобто температурі, вище якої не можна одержати аміак у вигляді рідини, відповідає тиск 120 атмосфер. Сховані теплоти в аміаку рівні 332 калоріям на грам для паротворення й 84 калоріям на грам для плавлення. По цих параметрах аміак схожий на воду.

Автори моделей "аміачного життя" затверджують, що в повністю безводних умовах аміачні форми білків будуть діяти як ферменти-каталізатори настільки ж добре, як і у звичайних водних середовищах. Це припущення виглядає сумнівно, тому що швидше за все в рідкому аміаку білки-ферменти через зміну їхньої структури не зможуть "працювати". Крім того, якщо виходити з вимоги нормальних швидкостей хімічних реакцій, необхідно сильно підвищити крапку кипіння аміаку (скажемо, до 100 градусів), що відповідає більше високим тискам близько 60 атмосфер.

Дуже важко уявити собі, що при обраних значеннях тиску й температури можуть де-небудь існувати повністю безводні умови. Але як тільки ми переходимо до водяних розчинів аміаку, аміачні аналоги білків виявляються в сильно лужному середовищі й перестають працювати як ферменти.

Для регулювання діяльності клітинних мембран в аміачній хімії пропонуються такі екзотичні сполуки, як хлористий цезій або хлористий рубідій.

Через малу космічну поширеність цезію й рубідію подібна схема може становити інтерес тільки для умоглядних побудов.

Таким чином, "аміачне життя" з погляду загальних фізико-хімічних міркувань здається досить малоймовірною.

Ще більше екзотичні варіанти пов'язані з використанням галогенів замість водню (галоген вуглецева форма). У цьому випадку використовується хлор або фтор, тому що атоми брому і йоду мають занадто більші розміри.

Які ж повинні бути умови на планеті, багатої галогенами? Атмосфера на такій планеті повинна містити більші кількості фтору й хлору, а гідросфера може складатися із соляної або плавикової кислоти.

Не говорячи вже про те, що всі мінерали нестійкі в присутності плавикової кислоти, виникнення подібних систем виключено в силу одного простого міркування. Життя існує на Землі на поверхні дуже тонкого (у порівнянні з радіусом Землі) шару - земної кори. Здавалося б, хімічний склад живих систем повинен бути хоч у якімсь ступені схожий на хімічний склад екологічної ніші перебування - кори.

Але немає. По своєму хімічному складі жива речовина набагато ближче до Всесвіту, чим до земної кори. Ця обставина є непрямим доказом принципу універсальності побудови живих систем у різних ділянках Всесвіту.

Як видно, саме абсолютні органогени здатні в процесі еволюції утворювати живі системи. Концентрації хлору й фтору у Всесвіті винятково малі стосовно водню (одна десяти міліонна й одна стомільйонна частка відповідно). От чому подібні моделі виглядають досить непереконливо. Незрозуміло, навіщо й де буде відбуватися заміна водню на галогени?

Добре відомо, що саме водень є основним елементом Всесвіту. І тому, розглядаючи нормальні змісти елементів у Всесвіті, ми приходимо до ідеї водно-вуглецевого шовінізму.

Варто підкреслити, що формальні заміни вуглецю на кремній, водню на галогени й так далі малопродуктивні в плані побудови якоїсь нової хімії життя. Ми, очевидно, ніколи не зуміємо підібрати елемента, здатного краще вуглецю утворювати макромолекули, і розчинника більше універсального, чим вода. Крім того, абсолютні органогени є найбільше "доступними" елементами в Космосі.

Безперечно, не можна повністю виключити хімічні флуктуації у Вселеної, і теорія підказує нам такі можливості. Однак спостережливі дані астрономії (я маю на увазі органічні молекули в Космосі) служать серйозною підтримкою того положення, що якщо де-небудь ще, крім Землі, у Всесвіті й існує життя, то в основі її повинна лежати хімія вуглецю.

А це значить, що життя-те у Всесвіті повинна бути схожої в цілому на нашу. Це дуже серйозний висновок, і зроблений він у досить категоричній формі, хоча в попередній фразі не вживаємо слів "обов'язково" і "тільки". Але адже він зроблений після досить ретельного аналізу, з використанням арсеналу сучасної фізики й хімії. І цей висновок не накладає ніяких обмежень на можливість існування форм життя, що зовні відрізняються від земної.

Адже навіть із чисто філософських позицій важко вважати, що наша форма життя унікальна. У Вселеної немає унікальних явищ і об'єктів. Про це говорилося на Бюраканської конференції. Ще раніше цю думку висловлювали древні філософи.

# ТЕМА 7.ВОДА У ЖИВИХ ОРГАНІЗМАХ, ЇЇ ЗНАЧЕННЯ.

У кількіснім відношенні перше місце серед хімічних сполук будь-якої клітини займає *вода.* Її зміст коливається залежно від умов зовнішнього середовища, типу клітин і їх функціонального стану. Так, у клітинах кісткової тканини втримується не більш 20 % води, жирової тканини — близько 40, у м'язових клітинах — 76, клітинах зародка, що розвивається, — більш 90 %. У міру старіння організму кількість води в клітинах помітно знижується. Звідси випливає, що чим вище функціональна активність клітин і організму в цілому, тим більше зміст у них води й навпаки.

Наявність води — обов'язкова умова життєвої активності клітини. Вона становить основну частину цитоплазми, підтримує її структуру й стійкість вхідних до її складу колоїдів.

Роль води в клітині визначається її хімічними й фізичними властивостями. Ці властивості пов'язані з малими розмірами молекул води, їх полярністю й здатністю з'єднуватися один з одним водневими зв'язками. Завдяки цим властивостям вода є гарним розчинником багатьох мінеральних і органічних речовин, газів і т.д. Цим пояснюється також висока питома теплоємність і теплопровідність води, що робить її ідеальним середовищем для підтримки оптимального теплового режиму організму. Зокрема, висока теплопровідність води забезпечує рівномірний розподіл тепла по всім організму. У результаті усувається ризик виникнення локальних " гарячих точок", які могли б послужити причиною ушкодження клітин.

Вода є основним середовищем, де протікають біохімічні реакції. Усі реакції гідролізу, а також численні окисно-відновні реакції можливі тільки при особистій участі в них води.

Винятково високий поверхневий натяг води має дуже важливе значення для адсорбційних процесів, для пересування розчинів по тканинах (кровообіг, що сходить і спадний струми по рослині і т.д.).

Вода використовується як джерело кисню й водню, виділюваних у світлову фазу фотосинтезу.

 До числа важливих у фізіологічнім відношенні властивостей води ставиться її здатність розчиняти гази (СО2, О2 і ін.). Крім того, вода як розчинник бере участь у явищах осмосу, що відіграє важливу роль у життєдіяльності клітини й організму.

# ТЕМА 8.БІЛКИ, ЇХНЯ БУДОВА, ФУНКЦІЇ ТА ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ.

Серед органічних речовин клітини першорядне значення мають *білки (протеїни).* На їхню частку доводиться 50-80 % сухої маси клітини. По своїй хімічній природі білки — це складні органічні сполуки (біополімери), що полягають із вуглецю, водню, кисню й азоту. У деяких білках утримується ще й сірка. Мономерами білків є амінокислоти.

Амінокислоти — низькомолекулярні з'єднання, до складу яких входять одна або дві аміногрупи (NH2) і одна або дві карбоксильні групи (СООН), що володіють лужними й кислотними властивостями відповідно. Цим пояснюються амфотерні властивості амінокислот, завдяки чому в клітині вони відіграють роль буферних з'єднань. Загальна формула амінокислот має вигляд

 H2N - СН - СООН

 R

Частина молекули, позначена буквою R, називається радикалом і в різних амінокислот має різна будова, тобто амінокислоти різняться тільки радикалами. У природних білках утримується 20 різних амінокислот. Крім вхідних у структуру білків відомо ще більш 150 амінокислот, які зустрічаються в окремих пептидах, гормонах, антибіотиках або перебувають у вільному стані.

У рослин усі необхідні амінокислоти синтезуються з найпростіших з'єднань ІЗ02, води й аміаку. Однак людей і багато тварин втратили здатність синтезувати ряд білкових амінокислот, які стали для них незамінними в харчуванні: вони обов'язково повинні надходити з їжею або кормом, тобто в готовому виді. До них ставляться лізин, валин, лейцин, ізолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, метіонін.

 Найбільш характерна властивість амінокислот — здатність їх молекул з'єднуватися між собою міцними *пептидними зв'язками* (-CO-NH—), які виникають внаслідок взаємодії аміногрупи однієї амінокислоти з карбоксильною групою іншої з виділенням молекули води:

Подальше з'єднання амінокислот за допомогою пептидних зв'язків приводить до утвору поліпептидного ланцюжка — *первинної структури* білка. Таким чином, молекула білка є поліпептидом, до складу якої входить від 50 до декількох тисяч амінокислот з молекулярною масою понад 10 тисячі й діаметром молекули від 5 до 10 нм (1 нм=0,001 мкм).

Усі хімічні, морфологічні й функціональні властивості клітин залежать від змісту в них специфічних білків. *Специфічність білків* визначається набором амінокислот, їх кількістю й послідовністю розташування в поліпептидному ланцюзі. Заміна однієї- єдиної амінокислоти в складі молекули білка або зміна послідовності їх розташування приводить до зміни його функції. Цим досягається величезна різноманітність первинної структури білкової молекули. Тому не дивно, що живий організм може використовувати для виконання кожної своєї функції особливий вид білка, і його можливості щодо цього необмежені. Наприклад, в організмі людини зустрічається 5 млн. різних білків, а в клітині бактерії — близько 3 тис. Отже, величезне різноманіття живих істот визначається відмінностями в складі наявних у них білків.

Властивості білка визначаються також просторовим розташуванням поліпептидних ланцюжків. У живій клітині поліпептидні ланцюжки, складені або зігнуті так, що вони здобувають вторинну й третинну структури (мал. 1.1). *Вторинна структура* являє собою спірально закручену білковий ланцюжок. Витки спирали втримуються водневими зв'язками, які утворюються між З — і NH- групами, розташованими на сусідніх витках.

У результаті подальшого укладання спирали виникає специфічна для кожного білка конфігурація, називана *третинною структурою.* Вона стабілізується за рахунок зв'язків між білковими радикалами амінокислотних залишків — ковалентними дисульфидними зв'язками (-S-S- зв'язки) між залишками цистеина, а також водневими, іонними й гідрофобними взаємодіями. Останні виникають між радикалами гідрофобних амінокислот.

Збереження певної форми молекули забезпечує таке взаємне розташування груп атомів, яке необхідно для прояву каталітичної активності білка, його гормональних функцій і ін. Тому стійкість глобул — не випадкова властивість, а одне з найважливіших засобів стабілізації організму.

Біологічну активність білок проявляє тільки у вигляді третинної структури, тому заміна навіть однієї амінокислоти в поліпептидному ланцюжку може привести до зміни конфігурації білка, зниженню або втраті його біологічної активності.

 У деяких випадках дві, три, чотири й більш білкові молекули із третинною організацією поєднуються в один комплекс. Подібні агрегати являють собою *четвертинну структуру білка.* Приклад такого складного білка - гемоглобін, що полягає із чотирьох субодиниць і небілкової частини - гема. Тільки в такій формі він здатний виконувати свою функцію. У четвертинній структурі білкові субодиниці хімічно не зв'язані один з одним, однак, уся структура досить міцна за рахунок дії слабких міжмолекулярних сил.

 По будові білки діляться на *прості* й *складні.* До складу простих білків входять тільки амінокислоти, а складні крім амінокислот можуть включати нуклеинові кислоти (нуклеопротеини), ліпіди (липопротеини), вуглеводи (гликопротеини), пофарбовані хімічні сполуки (хромопротеини) і ін.

 Під впливом різних хімічних і фізичних факторів (обробка спиртом, ацетоном, кислотами, лугами, високою температурою, опроміненням, високим тиском і т.д.) відбувається зміна вторинної, третинної й четвертинної структури білка. Процес порушення нативної (природньої) структури білка називається *денатурацією.* При цьому спостерігаються зменшення розчинності білка, зміна форми й розмірів молекул, втрата ферментативної активності і т.д.

Процес денатурації оборотний, тобто повернення нормальних умов середовища супроводжується мимовільним відновленням колишньої природньої структури білка. Такий процес називається *ренатурациєю.* Звідси випливає, що всі особливості будови макромолекули білка визначаються його первинною структурою.

*Функції білків* у клітині надзвичайно різноманітні. Вони значною мірою обумовлені складністю й різноманітністю форм і складу самих білків. Однієї з найважливіших функцій білкових молекул є структурна (будівельна). Білки входять до складу всіх клітинних мембран і органел клітини. Переважно з білка полягають стінки кровоносних судин, хрящі, сухожилля у вищих тварин.

Рухова функція забезпечується особливими скорочувальними білками, які обумовлюють рух ресничок, жгутиків, скорочення мускулатури, переміщення хромосом при розподілі клітини, рух органів рослин і т.д.

Велика роль білків у транспорті речовин в організмі. Вони зв'язують і переносять із токовищем крові багато хімічних з'єднань. До них ставиться, насамперед, гемоглобін, що переносить кисень із легенів до клітин інших тканин і органів. У м'язах цю функцію бере на себе білок міоглобін. Білки сироватки крові сприяють переносу ліпідів і жирних кислот, різних біологічно активних речовин.

Білки виконують і захисну функцію. У клітині у відповідь на проникнення в неї чужорідних речовин (антигенів) виробляються антитіла ( особливі білки-імуноглобуліни, які нейтралізують чужорідні речовини й здійснюють імунологічний захист.

Білкам властива також сигнальна функція. У поверхневу мембрану клітини вбудовані молекули білків, здатних змінювати свою третинну структуру у відповідь на дію факторів зовнішнього середовища. Так відбуваються приймання сигналів із зовнішнього середовища й передача команд у клітину.

Регуляторна функція належить білкам-гормонам, які впливають на обмін речовин. Гормони підтримують постійні концентрації речовин у крові й клітинах, беруть участь у росту, розмноженні й інших життєво важливих процесах. Одним з найбільш відомих білків-гормонів є інсулін, який знижує зміст цукру в крові шляхом підвищення проникності клітинних мембран для глюкози, тобто сприяє її переходу із крові в клітину. При недоліку інсуліну зміст цукру в крові збільшується, цукор виділяється із сечею ( розвивається цукровий діабет.

Для деяких білків характерна токсична функція. Токсичні білки виявлені в отруті змій, комах, у грибах, рослинах, у мікроорганізмів.

Білки є також енергетичним матеріалом. При розщепленні 1 г білка до кінцевих продуктів виділяється 17,6 кДж енергії, необхідної для більшості життєво важливих процесів у клітині.

Величезне значення має каталітична функція білків. Відомо, що хімічні реакції в живій клітині протікають при помірній температурі, нормальному тиску й нейтральному середовищу. У таких умовах органічні реакції синтезу або розпаду йдуть у клітині дуже повільно, якщо вони не зазнають впливу біологічних каталізаторів білкової природи ( ферментів, або ензимів.

Каталізом називається явище прискорення реакції без зміни її загального результату, а *каталізатором −* речовина, яка здатна прискорюю цю реакцію. Роль каталізаторів, у тому числі й ферментів, полягає в зниженні енергії активації, тобто в присутності каталізатора потрібно менше енергії для додання реакційної здатності молекулам, що вступають у реакцію.

Усі процеси в живому організмі здійснюються за допомогою ферментів. При їхній участі складені компоненти їжі (білки, вуглеводи, ліпіди й ін.) розщеплюються до більш простих з'єднань, з яких потім в організмі синтезуються нові макромолекули, властиві даному виду. Тому порушення діяльності ферментів веде до виникнення важких хвороб.

Ферментативний каталіз підкоряється тим же загальним законам, що й неферментативний каталіз у хімічній промисловості. Однак біологічний каталіз відрізняється надзвичайно високим ступенем *специфічності* (фермент катализирує тільки одну реакцію або діє на один тип зв'язку), що дозволяє здійснювати тонку регуляцію всіх процесів, що протікають у клітині. Наприклад, фермент уреаза катализирує розщеплення лише одного речовини - сечовини

(H2N-CO-NH2 + Н2 О 2 NH3 + О2), не виявляючи каталітичної дії на родинно побудовані з'єднання.

Щоб зрозуміти механізм дії ферментів, що володіють високою специфічністю, слід розглянути теорію *активного центру.* Згідно із цією теорією, у молекулі ферменту є один або більш ділянок, у яких відбувається каталіз за рахунок тісного ( у багатьох крапках) контакту між молекулами ферменту й специфічної речовини (субстрату). Активним центром виступає або функціональна група, або окрема амінокислота. Звичайно ж для каталітичної дії необхідно кілька амінокислотних залишків (у середньому від 3 до 12), розташованих у певному порядку. Активний центр також може формуватися металами, вітамінами й іншими з'єднаннями небілкової природи — *коферментами,* пов'язаними з ферментом. Причому форма й хімічна будова активного центру такі, що з ним можуть зв'язуватися тільки певні субстрати в силу їх ідеальної відповідності один одному.

Роль інших амінокислотних залишків у великій молекулі ферменту полягає в тому, щоб забезпечити його молекулі відповідну глобулярну форму, яка потрібна для ефективної роботи активного центру. Крім того, навколо великої молекули ферменту виникає сильне електричне поле. У такім полі стає можливою орієнтація молекул субстрату й придбання ними асиметричної форми. Це приводить до ослаблення хімічних зв'язків і катализируема реакція відбувається з меншою початковою витратою енергії, а отже, і з більшою швидкістю. Наприклад, одна молекула ферменту каталази може розщепити за 1 хв більш 5 млн. молекул пероксида водню (Н2 О2), який виникає при окисненні в організмі різних з'єднань.

# ТЕМА 9. НУКЛЕІНОВІ КИСЛОТИ, ЇХ БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ.

*Нуклеинові кислоти −* макромолекули з молекулярною масою від 10 000 до декількох мільйонів − відкриті в 1869 г. швейцарським хіміком Ф.Мишером у ядрах лейкоцитів, що входять до складу гною. Згодом нуклеинові кислоти були виявлені у всіх рослинні й тваринних клітинах, вірусах, бактеріях і грибах.

Розрізняють два типи нуклеинових кислот ( дезоксирибонуклеинові (скорочено ДНК) і рибонуклеинові (РНК). Відмінність у назвах пояснюється тим, що молекула ДНК містить цукор дезоксирибозу, а молекула РНК - рибозу. У цей час відома велика кількість різновидів ДНК і РНК, що відрізняються друг від друга по будові й значенню в метаболізмі. Вони є винятково важливими елементами клітини, що забезпечують зберігання й передачу генетичної (спадкоємної) інформації в живих організмах. ДНК перебуває переважно в хромосомах клітинного ядра (99 % усієї ДНК клітини), а також у мітохондріях і хлоропластах.РНК входить до складу ядерець, рибосом, мітохондрій, пластид і цитоплазми.

Молекула ДНК складається із двох полінуклеотидних ланцюжків, спірально закручених одна щодо іншої. Структурними компонентами (мономерами) кожного такого ланцюжка служать нуклеотиди. Кількість нуклеотидів у молекулі нуклеинових кислот буває різним — від 80 у молекулах т-РНК до декількох десятків тисяч у ДНК. До складу будь-якого нуклеотида входять одне із чотирьох азотистих з'єднань (аденин, гуанін, тимин або цитозин), пентозний цукор дезоксирибоза (С5Н10 О4) і залишок фосфорної кислоти.

Нуклеотиди різняться тільки по азотистих підставах, між якими існує близький родинний зв'язок. Цитозин і тимин називаються пиримидиновими, а аденин і гуанін - пуриновими підставами.

У полинуклеотидному ланцюжку сусідні нуклеотиди зв'язані між собою ковалентними зв'язками ( -Р-0-), які утворюються між дезоксирибозой одного й залишком фосфорної кислоти іншого нуклеотида. У молекулі ДНК усього чотири різні нуклеотида, але завдяки різній послідовності їх розташування в довгому ланцюжку досягається величезна різноманітність молекул ДНК.

Поєднуються два ланцюги в єдину молекулу ДНК за допомогою водневих зв'язків, що виникають між азотистими підставами нуклеотидів різних ланцюгів. При цьому аденин (А) з'єднується тільки з тимином (Т), а гуанін (Г) − із цитозином (Ц). У результаті у всякого організму число аденинових нуклеотидів дорівнює числу тиминових, а число гуанинових − числу цитозинових. Ця закономірність одержала назву "правило Чаргаффа". Завдяки цій властивості послідовність нуклеотидов в одному ланцюжку визначає їхня послідовність в інший, тобто ланцюги ДНК є як би дзеркальним відбиттям одна іншої. Така здатність до виборчого з'єднання нуклеотидів називається *комплементарністю.* Ця властивість лежить в основі утвору нових молекул ДНК на базі вихідної молекули.

Таким чином, подвійна спіраль молекули ДНК стабілізована численними водневими зв'язками ( між А и Т утворюються дві, а між Г и Ц ( три такі зв'язки) і гідрофобними взаємодіями. Діаметр спирали ( 2 нм, крок ( 3,4 нм; кожний виток містить 10 пара нуклеотидів.

Перед кожним клітинним розподілом при абсолютно точнім дотриманні нуклеотидній послідовності відбувається *самоподвоєння (реплікація) молекули. ДНК.* Реплікація починається з того, що подвійна спіраль ДНК тимчасово розкручується. Це відбувається під дією ферменту ДНК-полимерази в середовищі, у якім утримуються вільні нуклеотиди. Кожний одинарний ланцюг за принципом комплементарності (А до Т, Г до Ц) притягає до своїх нуклеотидним залишкам і закріплює водневими зв'язками вільні нуклеотиди, що перебувають у клітині. Таким чином, кожна полинуклеотидний ланцюжок виконує роль матриці для нового комплементарного ланцюжка. У результаті виходять дві молекули ДНК, у кожної з яких одна половина походить від батьківської молекули, а інша є знову синтезованою. Причому нові ланцюги синтезуються спочатку у вигляді коротких фрагментів, які потім зшиваються в довгі ланцюги спеціальним ферментом. У результаті реплікації дві нові молекули ДНК являють собою точну копію вихідної молекули. Цей процес лежить в основі передачі спадкоємної інформації, яка здійснюється на двох рівнях: клітинному й организменому.

Найважливіша особливість реплікації ДНК - її висока точність, яка забезпечується спеціальним комплексом білків ( "репликативною машиною". Ця "машина" виконує три функції:

 1) вибирає нуклеотиди, здатні утворювати комплементарну пару з нуклеотидами батьківського матричного ланцюга;

 2) катализирує утвір ковалентного зв'язку між кожним новим нуклеотидом і кінцем зростаючого ланцюга;

 3) коректує ланцюг, видаляючи нуклеотиди, що неправильно ввімкнулися. Число помилок "репликативної машини" становить незначну величину: менш однієї на 109 нуклеотидов.

*Молекули РНК* складаються з одного полинуклеотидного ланцюжка, який синтезується на молекулі ДНК і є комплементарною копією ділянки однієї з ланцюжків ДНК, тільки замість тимина в РНК входить схожа по своїх властивостях азотиста підстава урацил (В). Крім того, у всіх нуклеотидах молекули РНК перебуває не дезоксирибоза, а рибоза.

Існують різні типи РНК, що різняться по величині молекул, структурі, розташуванню в клітині й функціям. Низькомолекулярні тРНК становлять приблизно 10 % від усієї клітинної РНК. При реалізації генетичної інформації кожна тРНК приєднує й переносить певну амінокислоту до рибосом ( місцю синтезу білка. Отже, існує більше двадцяти різних тРНК, які різняться по своїй первинній структурі (послідовністю нуклеотидів).

Рибосомні РНК (рРНК) становлять до 85 % усієї РНК клітини. Вони входять до складу рибосом і виконують структурну функцію. Крім того, рРНК беруть участь у формуванні активного центру рибосоми, де відбувається утвір пептидних зв'язків між молекулами амінокислот у процесі біосинтезу білка.

Інформаційні, або матричні, РНК (і-РНК) програмують синтез білків клітини. Незважаючи на відносно низький процентний вміст ( близько 5 %) у загальній масі РНК клітини, і-РНК за значенням стоять на першім місці. Вони здійснюють безпосередню передачу коду ДНК до місця синтезу білків. При цьому кожний білок клітини кодується специфічної і-РНК. Це обумовлене тим, що і-РНК одержують під час свого синтезу частину інформації про структуру білка від ДНК у формі скопійованої послідовності нуклеотидув і переносять її на рибосоми, де ця інформація реалізується.

Таким чином, значення всіх типів РНК визначається тим, що вони являють собою функціонально об'єднану систему, спрямовану на здійснення синтезу в клітині специфічних для неї білків.

*Аденозинтрифосфорна кислота (АТФ)* утримується в кожній клітині в розчинній фракції цитоплазми (гіалоплазмі), мітохондріях, хлоропластах і ядрах. Вона постачає енергією більшість реакцій у клітині.

Молекула АТФ складається з азотистої підстави аденина, цукру рибози й трьох залишків фосфорної кислоти. Фосфатні групи в молекулі АТФ з'єднані між собою високоенергетичними (макроергічними) зв'язками .

У результаті гидролитичного відщіплення кінцевої фосфатної групи з АТФ утворюється аденозиндифосфорна кислота (АДФ) і вивільняється енергія. При відщіпленні другої фосфатної групи виходить аденозинмонофосфорна кислота (АМФ):

АТФ + Н2 О АДФ + Н3РО4 + 40 кДж;

АДФ + Н2 О АМФ + Н3РО4 + 40 кДж.

АТФ утворюється з АДФ і неорганічного фосфату за рахунок енергії, що вивільняється при окисненні органічних речовин верб процесі фотосинтезу. При цьому повинне бути витрачене не менш 40 кДж/моль АТФ, яка акумулюється в її макроергічних зв'язках.

АТФ надзвичайно швидко обновляється. У людини, наприклад, кожна молекула АТФ розщеплюється й знову відновлюється 2400 раз у добу, так що середня тривалість її життя менш 1 хв. Синтез АТФ здійснюється головним чином у мітохондріях і хлоропластах. АТФ, що утворювався тут, по каналах ендоплазматичної мережі направляється в ті ділянки клітини, де виникає потреба в енергії.

Отже, АТФ відіграє центральну роль в енергетичному обміні клітини. Це значить, що будь-які види клітинної активності (рух, біосинтез, розподіл і ін.) відбуваються за рахунок енергії, що вивільняється при гідролізі АТФ.

# ТЕМА 10. ВУГЛЕВОДИ У ЖИВИХ ОРГАНІЗМАХ.

*Вуглеводи (сахариди)* являють собою первинні продукти фотосинтезу й вихідні продукти біосинтезу інших речовин у рослинах (органічні кислоти, амінокислоти). Вони втримуються в клітинах усіх живих організмів. У тваринній клітині зміст вуглеводів коливається в межах 1-2 %, а в рослинній їхній зміст у деяких випадках досягає 85-90 % від маси сухої речовини.

Вуглеводи складаються з вуглецю, водню й кисню, причому в більшості вуглеводів водень і кисень утримуються в такім же співвідношенні, як і у воді (звідси їх назва − вуглеводи). Такі, наприклад, глюкоза (З6Н12 ПРО6) і сахароза (C12H22 ПРО11).

Вуглеводи діляться на прості (моносахариди) і складні (полісахариди). Серед моносахаридів по числу вуглецевих атомів розрізняють триози, тетрози, пентози, гексози і т.д. У природі найпоширеніші пентози (рибоза, дезоксирибоза, рибулоза) і гексози (глюкоза, фруктоза, галактоза). Рибоза й дезоксирибоза відіграють важливу роль у якості складових частин нуклеінових кислот і АТФ. Глюкоза в клітині служить універсальним джерелом енергії. З перетворенням моносахаридів зв'язане не тільки забезпечення клітини енергією, але й знешкодження, і виведення з організму отруйних речовин, що проникають ззовні або речовин, що утворюються в процесі обміну, наприклад при розпаді білків.

Полісахариди утворюються шляхом з'єднання багатьох моносахаридів, таких як глюкоза, галактоза, маноза, арабиноза або ксилоза. Так, з'єднуючись між собою з виділенням молекули води, дві молекули моносахаридів утворюють молекулу дисахариду. Типовими представниками цієї групи речовин є сахароза (тростинний цукор), мальтоза (солодовий цукор), лактоза (молочний цукор). Дисахариди по своїх властивостях близькі до моносахаридів. Наприклад, і ті, і інші добре розчинні у воді й мають солодкий смак.

Зі збільшенням кількості мономерів розчинність полісахаридів зменшується, зникає солодкий смак. До числа полісахаридів належать крохмаль, глікоген, целюлоза, пектинові речовини й ін.

У клітинах вуглеводи, особливо полісахариди, відіграють головним чином роль запасних продуктів і легко мобилизуемих джерел енергії (крохмаль, глікоген), а також використовуються в якості матеріалу, з якого побудовані клітинні стінки рослин, деяких грибів і тварин (целюлоза, хітин). Зокрема, до складу клітинної стінки рослин входить у середньому 20-40 % целюлози.

Більшість полісахаридів тварин з'єднані з білками або ліпідами. При цьому утворюються глікопротеини й гліколіпіди, що виконують дуже важливі функції. Наприклад, глікопротеін гепарин перешкоджає згортанню крові в кровоносних судинах, а також бере участь у регулюванні обміну ліпідів і імунних реакціях організму.

Гліколіпіди беруть участь у побудові клітинних мембран. Особливо багата гліколіпідами нервова тканина ссавців.

# ТЕМА 11.ЛІПІДИ У ЖИВИХ ОРГАНІЗМАХ.

Хімічна будова ліпідів. Основні класи ліпідів(жири, масла, стероїди, фосфоліпіди,воск та ін.), їх функції, розповсюдження.

*Ліпіди −* велика група з'єднань, які присутні у всіх живих клітинах. Вони нерозчинні у воді, але добре розчиняються в неполярних органічних розчинниках (ефір, бензин, бензол, хлороформ і ін.).

Ліпіди відрізняються винятково великою хімічною різноманітністю, однак все-таки можна сказати, що справжні ліпіди - це складні ефіри жирних кислот і якого-небудь спирту.

Жирні кислоти - це невеликі молекули з довгим ланцюгом, що полягає з атомів вуглецю ( найчастіше 16 або 18) і водню, і з карбоксильной групою. Углеводні хвости гідрофобні, а карбоксильна група вкрай гідрофільна й легко утворює ефіри.

Більшість ліпідів є складними ефірами трьохатомного спирту глицеролу й трьох залишків жирних кислот. Такі з'єднання називаються триацилглицеролами або триглицеридами.

Серед з'єднань цієї групи розрізняють жири й масла залежно від того, чи залишаються вони твердими при кімнатній температурі (жири) або перебувають у рідкому стані (масла). Найважливішими групами ліпідів є також стероїди (жовчні кислоти, холестерол, статєві гормони, вітамін D і ін.), терпени (ростові речовини рослин, гиберелліни, каротиноіди, вітамін С), воски, фосфо - і гліколіпідии, ліпопротеіни.

Ліпіди відіграють важливу роль як джерело енергії. При окисненні вони дають більш ніж в 2 рази більше енергії, ніж вуглеводи й білки. Це пов'язане з тим, що в ліпідах у порівнянні з вуглеводами й білками більше водню й зовсім мало кисню.

Нерозчинність у воді робить ліпіди найважливішими структурними компонентами клітинних мембран. Завдяки низкій теплопровідності ліпіди виконують захисні функції, тобто служать для теплоізоляції організмів. Наприклад, у багатьох хребетних тварин добре виражений підшкірний жировий шар, що дозволяє їм жити в умовах холодного клімату, а в китів він відіграє ще й іншу роль - сприяє плавучості.

Слід зазначити також значення жиру як джерела води. При окисненні 100 г жиру утворюється приблизно 105 г води. Ця метаболична вода дуже важлива для деяких мешканців пустелі, зокрема для верблюда, здатного обходитися протягом 10-12 днів без води; жир, запасений у його горбі, використовується саме для цієї мети. Необхідну для життєдіяльності воду ведмеді, бабаки й інші тварини в сплячці також одержують у результаті окиснення жиру.

#  ТЕМА 12. КЛАСИФІКАЦІЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ ЗЕМЛІ.

**Історія систематики**

Перші системи

Історія систематики рослин в цілому пов'язана з розвитком ботаніки. У числі перших, хто застосував класифікацію до об'єктів природи, був Теофраст, який поділяв рослини на такі групи: дерева, чагарники, напівчагарники («фріганон»), та трави. Подальші дослідження продовжувались у епоху Відродження, коли Альбертом Великим було помічено різницю між однодольними та дводольними рослинами. Саме тоді (1583 року) була опублікована перша класифікація рослин, створена італійцем Чезальпіно, який прийняв класифікацію Теофраста та доповнив на основі ознак будови «органів відтворення» - насіння та плодів, також дослідник виділив «безнасінні» рослини: гриби, водорості, мохи та папороті. Дещо пізніше з'явились основні таксономічні категорії. 1689 року Маньоль, французький ботанік, ввів поняття родини, 1693 року британський дослідник Дж. Рей ввів поняття виду, а 1700 року Турнефор ввів поняття роду. Отримала підтримку, завдяки своїй простоті, система Турнефора, що була заснована на будові квітки. Система Рея була більш природньою, але і більш складною. Ним було застосовано поділ на дводольні (Dicotyledones) та однодольні (Monocotyledones), класи були виділені за типом плоду, а класи - за ознаками будови листка та квітки.

**Система Ліннея**

Найбільшого визнання набула штучна система, запропонована Карлом Ліннеєм, опублікована 1735 року у першому виданні «Genera Plantarum» (Види рослин). За основу класифікації Лінней взяв кількість тичинок, ії будову та розподіл одностатевих квіток, розподіливши усі рослини на 24 класи (23 - насінневі рослини, 24 - Cryptogamia, куди потрапили гриби, водорості, мохи та папороті). Разом з тим система була настільки штучною, внаслідок чого, наприклад, роди, що належали до злаків та мали бути безперечно у одній родині, потрапляли до різних класів (категорії родини Лінней не визнавав). Попри це, вона була зручною для практичного використання. До нововведень належало і використання бінарної номенклатури, та власне поняття систематики було запроваджено саме Ліннеєм.

Саме завдяки бінарній номенклатурі згідно з МКБН (Міжнародний кодекс ботанічної номенклатури) дійсні (валідні) назви родів та більшості видів мають свій початок саме із системи Ліннея.

Системи ХІХ - ХХ століть

У 1764 році у роботі «Familles des plantes»(фр.) М. Адансона представлена нова система, у основу якої покладено максимальну кількість різних ознак. Також важливе значення мала система 1789 року, розроблена ботаніком А. Л. Жюсьє, який розділив рослини на 15 класів, у межах яких розрізняв 100 «природніх порядків» (ordines naturales), для яких було приведено назву та опис. (Gramineae, Campanulaceae, Rosaceae, Papaveraceae та ін.). Гриби, водорості, мохи та папороті ним було віднесено до безсім'ядольних рослин (Acotyledones). Насінні рослини було розділено на Monocotyledones (однодольні) и Dicotyledones (дводольні), до яких було додано хвойні рослини.

У ХІХ століття розповсюдження набула система система О. П. Декандоля, що була розроблена 1819 року. Він розподілив послинний світ на два відділи: судинні та клітинні (несудинні) рослини. Після Декандоля більшість ботаніків намагались модернізувати його систему. Британський ботанік Р. Браун 1825 року встановив відмінності між голонасінними та покритонасінними рослинами. Саме тоді опубліковано роботу М. О. Максимовича «О системах растительного царства»(рос.), у якій викладено теоретичні принципи систематики. Широкого розповсюдження також набула система С. Ендліхера (1836—1840 роки), який розподілив усі рослини на 2 царства: Thallophyta (рослини, що мають слань: водорості, лишайники та гриби) и Cormophyta («пагонові», або вищі рослини). У системі ботаніка А. Броньяра 1843 року рослини поділялись на криптогамні (тайношлюбні) та фанерогамні (однодольні та дводольні). У системі британських ботаніків Дж. Бентама та Дж. Хукера 1883 року було представлено модифікований варіант системи Декандоля.

Рослини у таких системах об'єднувались на основі спорідненості, під якою розуміли подібність вигляду, а не спорідненість у еволюційному аспекті.

[ред.]

**Сучасні системи**

Розвиток сучасних еволюційних систем розпочався після виходу 1859 року роботи «Походження видів» Чарльза Дарвіна. Однією із систем, що враховувала еволюційний розвиток, була робота німецького дослідника О. Брауна 1864 року, система базувалась на будові та еволюції квітки. 1875 року ще один німецький дослідник А. Ейхлер, запропонував свою систему рослинного світу, у якій, на відміну від А. Брауна, вважав роздільнопелюсткові квіткові рослини більш примітивними, ніж зрослопелюсткові. Подальшим етапом розвитку цієї системи стала система А. Енглера. У своїй праці, яка називалась «Природня система родин рослин»(«Die Natürlichen Pflanzenfamilien»(нім.)), що видана у 1887—1909 роках, він за основу взяв принципи системи Ейхлера, розробивши її до родів та секцій. Енглером також було висунуто гіпотезу про походження покритонасінних рослин. Систему Енглера у науковому світі продовжували використовувати до початку ХХІ століття.

Система Енглера була поліпшена австрійським ботаніком Р. Веттштейном. Обидва дослідники (А. Енглер та Р. Веттштейн) також проробили систему водоростей, пізніше змінену А. Пашером. Роботи Енглера започаткували перебудову системи квіткових рослин, які тривають і сьогодні.

Рослини історично поділяють на вищі та нижчі. Відповідно розвиток систем також відбувався умовно двома напрямами.

У систематиці вищих рослин можна виділити такі основні системи (за прізвищами дослідників чи групи дослідників):

Система Бессі

Система Кронквіста

Система Тахтаджяна

Система Мельхіора

Система APG

Система APG-ІІ

Система APG-ІІІ

Вид — є базовою структурною одиницею класифікації. Науку про вид називають ейдологією.

Усі таксони мають міжнародні (латинські) та національні назви.

Наукові назви видів завжди складаються з двох слів (біноміальна номенклатура), а інших таксонів — з одного. Наприклад, тополя біла (Populus alba) і тополя чорна (Populus nigra) — назві двох видів з одного роду — тополя (Populus).

**Біологічна класифікація** — це уніфікований підхід, яким користуються в біології для категоризації існуючих та вимерлих живих істот. Базовим елементом в білогічній класифікації є вид. Терміном класифікація позначають і систему класифікації, наприклад, класифікація (система) рослин А. Л. Тахтаджяна, класифікація птахів А. Ветмора.

Найдавніша система біологічної класифікації була розроблена давньогрецьким філософом Аристотелем, який класифікував тварин, базуючись на способі їхнього пересування (землею, водою чи повітрям).

Сучасна класифікація побудована на засадах, запропонованих Карлом Ліннеєм, який перший згрупував види живих істот на основі спільних анатомічних характеристик. Пізніше ця класифікація було скорегована з огляду на філогенетику (науку, що засновується на теорії еволюції Чарльза Дарвіна), з метою відображення еволюційних зв'язків між організмами.

В останній час набула значного поширення так звана молекулярна систематика, побудована на аналізі генетичного матеріалу (ДНК або РНК). Ця система класифікації виявила численні еволюційні зв'язки між організмами, які до того не були відомі. Таким чином, завдяки впровадженню молекулярної систематики, існуюча класифікація живих істот вже багато в чому скорегована і буде корегуватись в майбутньому. Одним з прикладів груп, що використовують цей підхід, є APG — міжнародний колектив ботаніків-систематиків.

**Ліннеївська класифікація**

Карл Лінней (1707-1778) відомий, насамперед, завдяки своїй книзі Systema Naturae, яка лише за час його життя була перевидана 12 разів. В цій праці Лінней розробив та обґрунтував загальні методи класифікації живих істот, що й досі викоростовуються в ботаніці та зоології.

Відповідно до ліннеївської номенклатури, кожен вид живих істот має унікальне подвійне ім’я – перша частина відповідає роду, який об’єднує кілька споріднених видів, а друга – це специфічний епітет, який вказує на конкретний вид. Для уникнення різночитань при перекладах вся біологічна номенклатура в обов’язковому порядку надається латиною. Таким чином, кожний описаний вид живих істот має біномінальну (таку, що складається з двох слів) латинську назву, а також може (але не завжди) мати і назви на інших мовах; при цьому в науковому обігу використовується латинська назва. Назва роду пишеться з великої літери, а видова назва з маленької, наприклад: Homo sapiens – людина розумна. Повне та повністю коректне наукове видове ім’я за сучасними правилами має також влючати прізвище автора, що першим описав даний вид, та рік опису; але ці відомості в науковій літературі не завжди наводяться.

Відповідно до ліннеївської системи кожний таксон розміщується в ієрархічних групах, або рангах. Кожна група вищого рівня складається з декількох (інколи – з однієї) групи нижчого рівня. Біномінальне наукове ім’я, таким чином, дає можливість визначити всі ієрархічні групи, в які входить таксон.

**Ранги**

Співвідношення основних таксономічних рангів

Ранги поділяються на основні та додаткові. Основні таксономічні ранги (категорії) обов'язково присутні в класифікації будь-якого організму, і є такими:

Домен (domain)

Царство (regnum)

Тип (phylum) (для тварин) або Відділ (division ) (для рослин, бактерій, архей та грибів)

Клас (classis)

Ряд (ordo) (для тварин) або Порядок (для рослин та ін.)

Родина (familia)

Рід (genus)

Вид (species)

Окрім того, інколи, з метою позначення споріднених груп таксонів нижчого рівня всередині рангу вищого рівню, використовуються додаткові таксономічні ранги (див**. Триноміальна номенклатура**), які зазвичай (але не обов'язково) утворюються за допомогою префіксів до основних таксономічних рангів, наприклад:

Підтип (subphylum)

Надклас (superclassis)

Підклас (subclassis)

Надряд (superordo)

Підряд (subordo)

Надродина (superfamilia)

Підродина (subfamilia)

Триба (tribus) і т.ін.

Додатково, багато видів можуть поділятись на підвиди, підвиди — на раси, раси — на форми.

**Приклад: біологічна класифікація людини (вид Людина розумна)**

Домен — Ядерні (Eukaryota)

Царство — Тварини (Metazoa)

Тип — Хордові (Chordata)

Підтип — Черепні (Craniata)

Надклас — Щелепні (Gnathostomata)

Клас — Ссавці (Mammalia)

Підклас — Плацентарні, або вищі звірі (Eutheria)

Ряд — Примати (Primates)

Родина — Гомініди (Hominidae)

Рід — Людина (Homo)

Вид — Людина розумна (Homo sapiens)

# ТЕМА 13. НЕКЛІТИННІ ФОРМИ ЖИТТЯ, ВІРУСИ, ВІРОЇДИ, РИКЕТСІЇ.

Основними формами життя на Землі є організми клітинної будови. Цей тип організації характерний для всіх видів живих істот, за винятком вірусів, які розглядають як неклітинні форми життя. Окремо стоять неклітинні організми: **віруси і віроїди** (від вірусів відрізняються тим, що мають лише невелику РНК і не мають білкової оболонки).

Віруси настільки малі, що лише в кілька разів перевищують розміри великих молекул білків. Віруси мають розміри 10—275 нм. їх можна побачити лише під електронним мікроскопом. Вони легко проходять крізь пори спеціальних фільтрів, що затримують усі бактерії і клітини багатоклітинних організмів.

Віруси були відкриті у 1892 р. російським фізіологом рослин і мікробіологом Д. І. Івановським під час вивчення хвороби тютюну.

Віруси — збудники багатьох хвороб рослин і тварин. Вірусними хворобами людини є кір, грип, гепатит А (хвороба Боткіна), поліомієліт (дитячий параліч), сказ, віспа тощо.

Під електронним мікроскопом різні види вірусів мають форму паличок або кульок. Окрема вірусна часточка складається з молекули нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК), скрученої в клубок, і молекул білка, розміщених у вигляді своєрідної оболонки навколо молекули кислоти (капсид).

Віруси не здатні самостійно синтезувати нуклеїнові кислоти і білки, з яких вони складаються. Розмноження вірусів можливе лише в разі використання ферментних систем клітин. Потрапивши у клітину, віруси змінюють і перебудовують обмін речовин у ній, внаслідок чого клітина починає синтезувати молекули нових вірусних часточок. Поза клітинами віруси переходять у кристалічний стан, що сприяє їх збереженню.

У житті вірусів можна виділити такі етапи: прикріплення вірусу до клітини, вторгнення вірусу в клітину, латентну стадію, утворення нового покоління вірусів, вихід віріонів. У латентну стадію вірус ніби зникає. Його не вдається виявити або виділити з клітини, але в цей період уся клітина синтезує необхідні для вірусу білки і нуклеїнові кислоти, в результаті чого утворюється нове покоління віріонів.

Проникнення вірусу в клітину організму хазяїна розпочинається із взаємодії вірусної часточки з поверхнею клітини, на якій є особливі рецепторні ділянки. Оболонка часточки вірусу має відповідні прикріпні білки, які "впізнають" ці ділянки.

Саме цим зумовлена висока специфічність вірусів стосовно клітинхазяїв: часто віруси уражують лише певний тип клітин якогось виду організмів.

Так, вірус поліомієліту уражує лише нервові клітини людини, а вірус тютюнової мозаїки — клітини листків тютюну.

Якщо часточка вірусу прикріплюється не до рецепторних ділянок, а до інших місць на поверхні клітинихазяїна, то зараження останньої може і не відбутися. Отже, наявність рецепторних ділянок на поверхні клітини визначає її чутливість до того чи іншого виду вірусів.

Усередину клітинихазяїна вірус може проникнути різними шляхами. Часом оболонки вірусних часточок зливаються з клітинною мембраною (як у вірусу грипу), і ДНК виявляється у цитоплазмі клітини, іноді вірусна часточка потрапляє в клітину шляхом піноцитозу, після чого ферменти клітинихазяїна розщеплюють її оболонку і вивільняють нуклеїнову кислоту (вірус поліомієліту тварин).

У рослинні клітини віруси можуть проникати крізь пошкоджені ділянки клітинної стінки.

У 1917 р. французький вчений Ф. д'Ерелл відкрив віруси бактерій — бактеріофаги (або фаги). Під електронним мікроскопом вони мають форму коми або тенісної ракетки розміром близько 5 нм.

Коли часточка фага прикріплюється своїм тонким відростком до бактеріальної клітини, його ДНК проникає в клітину і викликає синтез нових молекул ДНК і білка бактеріофага. Через 30—60 хв. бактеріальна клітина руйнується і з неї виходять сотні нових часточок фага, здатних спричинити зараження інших бактеріальних клітин.

Спочатку вважали, що бактеріофаги можна використовувати для боротьби з хвороботворними бактеріями. Проте згодом виявилося, що фаги швидко руйнують бактерії в пробірці, але неефективні в живому організмі. У зв'язку з цим їх використовують в основному для діагностики захворювань, виявлення бактерій.

**Рикетсіози** — група гострих інфекційних хвороб людини і тварин, які викликаються бактеріоподібними мікробами — **рикетсіями.** Збудник був названий іменем американського мікробіолога Рикетса, який вперше їх виявив у 1909 році в крові хворих і в кліщах-переносниках “плямистої лихоманки” Скелястих гір. Аналогічні мікроби у вошей вперше у 1913 році описав чеський мікробіолог Провачек. Обидва вчених заразилися під час дослідження мікроорганізмів висипним тифом і померли. Інколи в літературі вживають термін рикетсії Провачека. На сьогодні описано біля 40 різновидів патогенних рикетсій, які викликають захворювання у людей і у деяких тварин.

На відміну від бактерій, рикетсії є **внутрішньоклітинними паразитами** і заселяють клітини ендотеліального або мезотеліального типу. Рикетсії, як і віруси, культивуються на спеціальних поживних середовищах з живими тканинами. Рикетсії слабко стійкі в навколишньому середовищі і швидко гинуть під впливом температури 50-70 °С та різних дезінфікуючих засобів, але добре переносять висушування (у висушених вошах і їхніх екскрементах зберігаються до 2 місяців і більше).

У природних умовах рикетсії зустрічаються в диких ссавців (здебільшого у гризунів), бліх і кліщів, які можуть заражати і не страждають від паразитуючих в їхньому організмі рикетсій. Більше того, кліщі здатні довго зберігати рикетсій, передаючи їх своєму потомству.

Збудники рикетсіозів під час хвороби циркулюють у крові людини (тварини) і передаються у кров здорової людини комахами (вошами, блохами) та кліщами, які виділяють рикетсії з екскрементами (воші, блохи) або з екскрементами і секретом слинних залоз (кліщі). При Ку-гарячці люди заражаються через забруднені виділеннями хворих тварин руки (тваринники, ветеринари), при вживанні сирого молока від хворих корів, кіз, овець.

До рикетсіозів відносяться епідемічний висипний тиф*,* окопна гарячка, блошиний висипний тиф, північноазіатський кліщовий рикетсіоз, марсельська гарячка, гарячка цуцугамуші, Ку-гарячка тощо.

Епідемічний висипний тиф та окопна гарячка є **антропонозами**, тобто захворюваннями, які зустрічаються тільки у людини. Інші рикетсіози — **зоонози;** людина захворює, піддаючись нападу бліх або кліщів, які, у свою чергу, заразилися від хворих тварин.

# ТЕМА 14. КЛІТИННІ ФОРМИ ЖИТТЯ, ПРОКАРІОТИЧНА ТА ЕУКАРІОТИЧНА КЛІТИНИ.

Які особливості будови клітин прокаріотів? Прокаріоти (від лат. про - перед, замість та грец. каріон - ядро) - надцарство організмів, до складу якого входять царства Бактерії та Ціанобактерії (колишня назва — «синьо-зелені водорості»).

Клітини прокаріотів характеризуються простою будовою: вони не мають ядра і багатьох органел (міто-хондрій, пластид, ендоплазматичної сітки, комплексу Гольджі, лізосом, клітинного центру) (мал 14.1).



Мал. 14.1. Схема будови клітини бактерії:

1 - цитоплазма; 2 - фотосинтетичні мембрани; 3 - капсула; 4 -джгутик; 5 - клітинна стінка;

6 - рибосоми; 7 - запасні поживні речовини; 8 - кільцева ДНК; 9 - плазматична мембрана;

10- складчасті впинання мембрани

Ще однією характерною рисою клітин цих організмів є відсутність системи внутрішньоклітинних мембран. Лише у деяких бактерій — мешканців водойм або капілярів ґрунту, заповнених водою, є особливі газові вакуолі. Змінюючи об'єм газів у цих вакуолях, бактерії можуть пересуватись у водному середовищі з мінімальними витратами енергії. Таким чином, клітинам прокаріотів притаманна простота будови.

У цитоплазмі прокаріотів містяться рибосоми та різноманітні включення. Але розміри рибосом дрібніші, ніж у еукаріотів.

До складу поверхневого апарату клітин прокаріотів входить плазматична мембрана, клітинна стінка, іноді слизова капсула. Плазматична мембрана може утворювати гладенькі або складчасті впинання в цитоплазму. На складчастих мембранних впинаннях можуть розташовуватись ферменти, рибосоми, а на гладеньких - фотосинтезуючі пігменти. В клітинах деяких бактерій (наприклад, пурпурних) фотосинтезуючі пігменти можуть міститись у кулястих замкнених структурах, утворених випинаннями плазматичної мембрани. їх називають хроматофорами (від грец. хрома - фарба та форос - той, що несе).

Замість ядра, в клітинах прокаріотів є одна чи кілька ядерних зон зі спадковим матеріалом. Але на відміну від ядра еукаріотів, ядерні зони прокаріотів мембранами від цитоплазми не відокремлені. Спадковий матеріал прокаріотів представлений кільцевою молекулою ДНК, прикріпленою в певному місці до внутрішньої поверхні плазматичної мембрани (мал. 34). Отже, типові хромосоми, які в клітинах еукаріотів розташовані в ядрі, у прокаріотів відсутні.

Клітини деяких бактерій мають органели руху -один, декілька або багато джгутиків. Джгутики можуть бути довші за саму клітину, проте їхній діаметр незначний (10-25 нм), тому у світловий мікроскоп вони не помітні. Крім джгутиків, поверхня клітин бактерій має нитчасті та трубчасті утвори, які складаються з білків чи полісахаридів. Вони забезпечують прикріплення до субстрату або беруть участь у передаванні спадкової інформації під час статевого процесу.

Прокаріоти - мікроскопічні організми. Розміри їхніх клітин не перевищують ЗО мкм, а в деяких видів діаметр клітин становить лише 0,2 мкм. Більшість прокаріотів - одноклітинні організми, серед них є і колоніальні форми. Скупчення клітин прокаріотів можуть мати вигляд ниток, грон тощо. Іноді вони оточені спільною слизовою оболонкою - капсулою. При цьому контакти між сусідніми клітинами, що мають вигляд мікроскопічних канальців, заповнених цитоплазмою, відомі лише для деяких колоніальних ціанобактерій.

Форма клітин прокаріотів різноманітна: куляста (коки), паличкоподібна (бацили), у вигляді вигнутої (вібріони) або спірально закрученої (спірили) палички тощо (мал. 14.2).



Мал. 14.2. Різні форми бактерій:

1 - коки; 2 - бацили; 3 - спірили; 4 - вібріони

Прокаріоти розмножуються нестатевим способом — поділом навпіл. Перед поділом клітина збільшується в розмірах, її спадковий матеріал (молекула ДНК) подвоюється. Таким чином, кожна з дочірніх клітин, які утворилися внаслідок поділу материнської, отримує подібну спадкову інформацію .

У прокаріотів спостерігається і статевий процес -кон'югація (від лат. конюгатіо - сполучення). Під час кон'югації дві клітини обмінюються спадковою інформацією (у вигляді фрагментів молекули ДНК) через цитоплазматичний місток, що на певний час утворився між ними.

За несприятливих умов у деяких прокаріотів утворюються спори. В одних видів спори утворюються всередині материнської клітини: цитоплазма майбутньої спори вкривається багатошаровою оболонкою. Такі спори дуже стійкі до дії високої температури (в деяких випадках вони можуть витримувати кип'ятіння протягом кількох годин), іонізуючого опромінення, хімічних сполук тощо. Потрапивши у сприятливі умови, спори проростають. У вигляді спор бактерії можуть тривалий час зберігати життєздатність у несприятливих умовах {мал. 14.3).



Мал. 14.3. Утворення спори і цисти

У ґрунті, що прилип до коренів засушених рослин з одного гербарію у Великобританії, було виявлено життєздатні спори, вік яких перевищував 300 років. Учені припускають, що життєздатність спор може зберігатися до 1000 років.

У деяких бактерій спори можуть утворюватись не всередині материнської клітини, а в результаті брунькування.

Деякі прокаріоти здатні до інцистування (від лат. ін - в, всередині та грец. кистіс - міхур). При цьому щільною оболонкою вкривається вся клітина. Цисти прокаріотів стійкі до дії радіації, висушування, але нездатні витримувати високі температури.

Еукаріо́ти (інколи Евкаріо́ти) або Я́дерні (Eukaryota Whittaker & Margulis, 1978) — домен одно- та багатоклітинних організмів, що характеризуються переважно полігеномними клітинами, морфологічно сформованим ядром та наявністю мембранних субклітинних органел. Геноми еукаріотичної клітини представлені: а) ядерним геномом, зосередженим у ядрі і представленим ядерною ДНК; б) У більшості клітин мітохондріальним геномом, зосередженим у мітохондрії і представленим мітохондріальною ДНК; в) У деяких клітин пластидним (зокрема хлоропластним) геномом, що розташовується у пластиді, і представлений хлоропластною ДНК (генофором); г) геномом нуклеоморфу[1]. , який виявлений лише у кількох відділах водоростей у надзвичайно цікавій ядроподібній структурі, розташованій між оболонкою пластиди та особливою клітинною системою — хлоропластним ендоплазматичним ретикулумом. В нуклеоморфі виявлена власна, нуклеоморфна ДНК. Двогеномні клітини, в яких представлені ядерний та мітохондріальний геноми, характерні для грибів та тварин; тригеномні — з ядерним, мітохондріальним та пластидним геномами — для майже всіх рослин; чотиригеномні — з ядерним, мітохондріальним, пластидним та нуклеоморфними геномами, виявлені у хлорарахніофітових та криптофітових водоростей, а також у деяких видів з відділу Dinophyta.

**Морфологія еукаріотичної клітини**

Клітини прокаріотів (бактерій та архей) та еукаріотів на фенотипічному рівні схожі за наявністю ДНК та білок-синтезуючого апарату, представленого рибосомами; наявністю клітинних мембран; ферментних комплексів, що забезпечують процеси реплікації, транскрипції, трансляції та синтезу АТФ. До складу клітин прокаріотів та еукаріотів входять білки, жири, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, мінеральні речовини та вода.

Відміни у будові клітин прокаріотів та еукаріотів пов'язані, в першу чергу, з тим, що майже вся ДНК прокаріотів складається з однієї хромосоми, і у випадку бактерій не пов'язана з білками-гістонами (хоча навіть бактерії мають гістоноподібні білки). Еукаріоти, на відміну від прокаріотів, зазвичай не містять генів, організованих у великі оперони, процес цитокінезу (поділу ДНК) проходить за участю веретена поділу. Рибосоми у еукаріотів більші, ніж рибосоми прокаріотів (умовна вага прокаріотичних рибосом становить 70S, тоді як еукаріотичних — 80S). Багато клітин еукаріотів здатні до фаго- та піноцитозу, мають морфологічно оформлене ядро, часто також мітохондрії, пластиди, ендоплазматичний ретикулум, комплекс Гольджі, лізосоми, пероксисоми, мають іншу структуру джгутиків і джгутикових моторів, мають клітинний центр з центріолями. Для багатоьох клітин еукаріотів характерні мітоз, мейоз, повноцінний статевий процес, проте набагато нижча ймовірність горизонтального переносу генів. Зазвичай еукаріотичні клітини більші за розмірами, ніж прокаріотичні — їх середній діаметр становить біля 5-20 мікрон, тоді як у бактерії та архей — 0,5-2 мікрона.

**Особливості будови клітин прокаріотів і еукаріотів**.

Прокаріоти - найдавніші організми утворюють самостійне царство. До прокаріотів належать бактерії, синьо-зелені «водорості» і ряд інших дрібних груп.

Клітини прокаріотів не мають чітко вираженим ядром. Генетичний апарат представлений. складається з кільцеподібної ДНК. Відсутні в клітині мітохондрії і апарат Гольджі.

Еукаріоти - організми мають справжні ядро. До еукаріолтів відносяться представники царства рослин, царства тварин, царства грибів.

Клітини еукаріотів зазвичай більш крупніше клітин прокаріотів, розділені на окремі структурні елементи. ДНК пов'язана з білком утворює хромосоми, які розташовуються в ядрі, оточеному ядерною оболонкою і заповненому кариоплазма. Поділ еукаріотичних клітин на структурні елементи здійснюється за допомогою біологічних мембран.

# ТЕМА 15. ВИД «ЛЮДИНА РОЗУМНА» З ТОЧКИ ЗОРУ БІОЛОГІЇ.

Людина як біологічний вид існує понад 3 млн. років. Увесь цей час тривала її біологічна еволюція. Сучасна людина (за класифікацією Карла Ліннея — людина розумна) як окремий вид сформувалася приблизно 200 тис. років тому: саме тоді оформилися ті фундаментальні ознаки, які відрізняють людину від тварин (прямоходіння, великий об'єм мозку, мислення, мова, оволодіння знаряддями праці і вогнем, триваліший період дитинства тощо).

Лінія еволюції людини характеризувалася прямоходінням, поступовим вдосконаленням руки як органу праці, ускладненням будови мозку і прижиттєво виникаючих форм поведінки. При цьому морфологічна еволюція гомінідів мала нерівномірний, «мозаїчний» характер. Так, спочатку сформувався комплекс ознак, пов’язаних з прямоходінням (не пізніше 3 млн років тому, а можливо, і значно раніше), тоді як об’єм мозку у цих найдавніших гомінід був порівняно невеликий (менше 800 см³), а рука ще багато в чому зберігала мавп’ячі риси. Ймовірно, не було повного паралелізму і в темпах морфологічної та біохімічної еволюції. Згідно з поширеною точкою зору, лінія людини відокремилася від загального з мавпами стовбура не раніше 10 і не пізніше 6 млн років тому. Перші достовірні представники роду Homo з’явилися близько 2 млн років, а сучасна людина Н. sapiens — біля 160-180 тис. років тому. Найдавніші сліди трудової діяльності датуються 2,5-2,8 млн років (знаряддя з Ефіопії).

В ході гомінізації відбувалося зменшення плодючості, подовження періоду дитинства, уповільнення статевого дозрівання, зростання тривалості життя одного покоління. Генотип людини забезпечує можливість сприйняття соціальної програми, а повна реалізація його біологічної організації можлива лише в умовах соціального середовища.

Після появи людини сучасного типу суспільно-історичний розвиток вже не визначається змінами біологічних властивостей людини. Але стабілізація фізичного типу людина відносна: в межах видового, «сапієнтного» комплексу можливі різнонапрямкові зміни морфофункціональних характеристик, що нерідко приймають форму «епохальних зрушень». Починаючи з мезоліту, неодноразово відбувалися такі коливання в довжині тіла, масивності скелета, формі голови тощо. Вони можуть виражатися і в змінах темпів онтогенезу (акселерація). У сучасної людини вплив на ці процеси як біологічних, так і соціальних чинників в їх складній взаємодії безперечний. Питання про можливість направленої дії людини на свій генофонд вельми складне і не може вирішуватися однозначно, воно представляє не тільки науково-технічну, але і, в першу чергу, соціально-етичну проблему.

Групі американських біологів під керівництвом генетика Уілсона, дослідивши ДНК сотень жінок усіх расових типів, вдалося вирахувати різницю в структурі ДНК мешканців різних регіонів планети. Вона виявилася мізерною — до 0,6 %! У людей єдиний прародич. Як було встановлено, предки сучасних людей проживали в районі Центральної Африки і мали усі ознаки негроїдної раси — найдавнішої й корінної. Монголоїдна раса — молодша, їй близько і00 тис. років, а наймолодшою за віком є європеоїдна раса — їй приблизно 50 тис. років. Звідси простий висновок: міграція людства відбувалася з Африки в Азію, а звідти — в Європу.

Було би помилкою повністю ігнорувати роль біологічного фактора у розвитку особистості. Адже те, що люди, виховані серед звірів ставали на них подібними свідчить про здатність людей навчатися. Крім того, "феральні діти" користувалися засобами, властивими тільки людям: вживали різних звуків для позначення певних ситуацій, а це можна вважати за спроби творення певної парамови, що притаманне тільки людині. Тобто, можемо припустити, що "феральні діти", як і кожен представник їхнього біологічного виду, мали закладену самою природою здатність сприймати культурну спадщину, а відтак — дальше її творити і передавати.

Цікавий експеримент був поставлений на початку 30-х рр. минулого століття американськими вченими, подружжям Келлог, і описаний ними у праці "Мавпа і дитина". Вони намагалися з'ясувати, чи мавпа — най подібніша до людини тварина — може сприймати і передавати людську культуру. Для цього вони виховували власну дитину разом з малим шимпанзе. Експеримент почався, коли їхньому синові було 10 місяців, а мавпенятку — сім з половиною. Обидва виховувалися абсолютно однаково — те саме їли, разом спали, бавилися. Мавпеня виявилося міцнішим фізично і швидше ніж людська дитина навчилося їсти ложкою, пити зі склянки, відкривати двері тощо. Проте воно так і не змогло навчитися говорити та мислити.

Отже, біологічний фактор також відіграє важливу роль у становленні особистості.

Протягом XIX ст. навіть домінувала точка зору про визначальність спадковості, біологічних задатків у розвитку особистості: сім'я, гени визначають чи буде людина геніальною особистістю, чи пересічним індивідом, філантропом чи злочинцем. У XX ст. ця точка зору була переосмислена. Однак остаточно ця проблема не вирішена й сьогодні.

Спадковість також відіграє важливу роль. Наприклад, родичами були Шеллінг, Шіллер, Гегель і Макс Планк — у них був спільний предок Йоган Вант, який жив у XV ст. Німецький революціонер Карл Лібкнехт — нащадок лідера німецької реформації Мартіна Лютера. Спільний предок — адмірал Головній — був у Олександра Пушкіна і Льва Толстого; Микола Миклухо Маклай, відомий етнограф, нащадок козацької старшини, був далеким родичем Адама Міцкевича та Йоганна Вольфганга Гете.

**Відповідальність людини перед біосферою**

Людство вступило у конфлікт – конфлікт з природою. Хто у цьому винний – відомо. Винна людина. Хто буде переможцем – зрозуміти не важко. Переможе природа. Людина може володіти природою лише підкоряючись ій. Ми повинні нарешті засвоїти цю думку, яку висловив ще Ч. Дарвін. При всій досконалості, красі та мудрості природи, ми не маємо підстав стверджувати, що вона діє свідомо і благородно. Ці якості – прерогатива людини. Природа створила всі умови для фізичного і духовного розвитку людини. Людина повинна розуміти це, повинна цінувати і берегти ці умови. Змінювати їх – не можна. Створювати штучно – неможливо. Земля – це не колиска людства, це його єдино можливий, унікальний космічний дім. Іншого – не буде.

З точки зору синергетичного підходу соціум є породження біосфери, яке займає більш високий рівень ієрархії. Отже очевидно, що соціальне не може бути “більше” за біосферу. Звідси випливає неминучість природного (катастрофа) обмеження діяльності людства, або штучного, свідомого самообмеження, тобто створення системи норм, цінностей та обмежень у сфері природокористування. Якщо людство хоче зберегти себе і Землю, воно повинно обмежити себе у сфері матеріального виробництва і споживання.

Найбільш лаконічно, афористично, дещо у гумористичній формі сутність екологічного мислення сформулював американський еколог та біолог Баррі Коммонер у своїх чотирьох екологічних законах:

1) усе пов’язане з усим;

2) все повинно кудись діватися;

3) природа знає краще;

4) ніщо не дається задарма

Як ми бачимо, одних природничих знань недостатньо для виживання людства. Найбільш складні проблеми пов’язані саме з людиною: із з’ясуванням її сутності і місця в природі, моральними якостями, цінностями людського буття, політичною волею тощо. Досягнення науки і техніки є другорядними поруч з проблемою виживання людства і осмисленістю людського життя. Люди – не роботи, Земля – не сировина!

# Перелік рекомендованої літератури

1. Біологія.- К.: Вища школа, 2002.- 622с.
2. Біологія.- К: Благовіст, 2001.- 400с.
3. Брем Альфред Звери.- М.: Изд-во АСТ, 2000.- 832с.
4. Брем Альфред Рептилии.- М.: АСТ, 2000.- 664с.
5. Брем Альфред Рыбы и амфибии.- М.: Изд-во АСТ, 2000.- 560с.
6. Вервес Ю.Г., Балан П.Г., Серебряков В.В. Зоологія.- К.: Генеза, 1999.- 293с.
7. Гавриленко Б.Б. Концепція сучасного природознавства.- Вінниця: ВЦ ВМГО "Темпус", 2006.- 280с.
8. Гусева Н.М., Котик Т.С. Биология.- Запорожье: "Премьер", 2001.- 175с.
9. Довідник з біології: За редакцією академіка НАН України К.М.Ситника.- Вид. друге, виправлене і доповнене.- К.: Наукова думка, 2003.- 798с
10. Исаева Р.Я. Систематика растений: Учеб. для студ. естественно-географ. фак. Ч. 1.- Луганск: Альма-матер, 2004.- 274с
11. Кондратюк Е.Н. и др. Промышленная ботаника. – К.: Наук. думка, 1980.-.280 с.
12. Кучеренко М.Е., Вервес Ю.Г.,Балан П.Г. та ін. Загальна біологія.- К.: Генеза, 2000.- 464с.
13. Мороз І.В., Степанюк А.В., Гончар О.Д., Міщук Н.Й., Барна Л.С., Жирська Г.Я. Загальна методика навчання біології.- К.: Либідь, 2006.- 592 с.
14. Мороз С. А. Історія біосфери Землі.- К: Заповіт, 1996.- 421с.
15. Мусієнко М.М., Вервес Ю.Г., Славний П.С., Балан П.Г., Войцехівський М.Ф. Біологія.- К.: Генеза, 2000.- 264с.
16. Нэш Родерик. Дикая природа и американский разум.- К.: , 2001.- 204с.
17. Общая биология.- К: Генеза, 2002.- 272с.
18. Околітенко Н.І., Гродзинський Д.М. Основи системної біології.- К.: Либідь, 2005.- 360с.
19. Рева М.Л., Краснікова Л.М. Основи екології та охорони природи..- К.: Вид-во "Шкільний світ", 2001.- 63с.
20. Харрисон Дж., Уайнер Дж., Таннер Дж., Барникот Н. Биология человека — Пер. с англ. - М.: Мир, 1979. - 612 с.
21. Шабатура М.Н., Матяш Н.Ю., Мотузний В.О. Біологія людини.- К: Генеза, 2000.- 248с.
22. Юрин В.М. Основы ксенобиологии.- Минск: БГУ, 2001.- 234с.