

ТЕМА: ПРОКАРІОТИЧНІ ОРГАНІЗМИ: АРХЕЇ. БАКТЕРІЇ

1. Які особливості відрізняють архей від бактерій та еукаріотів?

АРХЕЇ (Archaea) – прокаріотичні одноклітинні мікроорганізми з біохімічними особливостями, що відрізняють їх від бактерій та еукаріотів. Це найдавніші організми, предки яких з'явилися на Землі близько 3,8 млрд років тому. Розміри архей – від 0,4 до 15 мкм у діаметрі. Найменшими серед археїв є наноархеї (0,4 мкм), які паразитують в клітинах інших архей.

Археї були відкриті у 1977 році К. Воузом, який разом із своїм аспірантом Дж. Фоксом порівнював послідовності нуклеотидів у генах 16S-рРНК різних організмів. Одного разу вони виявили мікроорганізми, у яких нуклеотидні послідовності рРНК відрізнялися від рРНК бактерій і еукаріотів. Це стало однією із найважливіших наукових подій ХХ ст. Нова група отримала назву АРХЕЇ (від грец. археос – дуже давній) і новий таксономічний ранг – домен. Це відкриття стало основою для створення К. Воузом системи трьох доменів (1985), що була першою молекулярно-філогенетичною системою живої природи. У ній виокремлюють *домени Археї, Бактерії та Еукаріоти*. Відкриття архей сприяв вдалий вибір об'єктів для молекулярно-філогенетичних досліджень. Гени рРНК є дуже консервативною частиною геному, вони не змінювали свою функцію понад 3 млрд років і наявні в усіх клітинних істот. Все це зробило їх чудовим маркером філогенетичних подій. Археї мають свою незалежну еволюційну історію і характеризуються багатьма рідкісними властивостями, що відрізняють їх від бактерій та еукаріотів.

Які ж це особливості?

1. Геном археїв представлений дволанцюговою ДНК у нуклеоїді та кільцевими плазмідами. Містить білки-гістони, унікальні інтрони, що відрізняються від еукаріотичних. Гени тРНК та рРНК археїв різняться між собою специфічним складом й послідовністю нуклеотидів. Іл. 16. Наноархея (*Nanoarchaeum equitans*) і більша клітина-хазяїн археї ігнікокус (*Ignicoccus hospitalis*)

1. Клітинна оболонка архей не містить муреїну, в багатьох видів утворена поверхневими білками (так званий S-шар) та псевдомуреїном. Оболонка здійснює ефективний захист, і тому, можливо, археї ніколи не утворюють спор для існування за несприятливих умов, як то є у бактерій.

2. Клітинні мембрани різняться структурою й хімічним складом, що визначають їхню більшу стійкість за екстремальних умов існування. У археїв мембрани одношарові, утворені з особливих фітанолгліцеридів, а не фосфоліпідів, як в інших клітинних організмів.

3. Рухи забезпечуються джгутиками, відмінними від джгутиків бактерій: ростуть шляхом приєднання субодиниць флагеліну від основи, джерелом енергії для їхнього руху є АТФ тощо.

4. Розмноження нестатеве (бінарний поділ, множинний поділ, фрагментація й брунькування).

5. Живлення хемоавтотрофне й хемогетеротрофне з використанням найрізноманітніших джерел енергії: світла, органічних сполук, амоніаку,

йонів металів, водню та ін. Археям притаманні унікальні метаболічні процеси: бактеріородопсиновий фотосинтез і метагенез.

Отже, археї є самостійним доменом живої природи і відрізняються від бактерій й еукаріотів низкою ознак на молекулярному рівні організації.

2. Які особливі процеси метаболізму характерні для архей?

На початкових етапах розвитку життя археї були домінуючими формами життя і відігравали ведучу роль у біологічній міграції елементів. У ті часи особливе значення мали процеси отримання енергії за умов високого вмісту молекулярного водню й відсутності кисню та органічних речовин. Ці процеси збереглися в архей до теперішнього часу. Метагенез – процес отримання енергії у безкисневих умовах з утворенням метану. Серед метаногенних архей є автотрофні види, які здатні до фіксації вуглекислого газу, й гетеротрофні види, які продукують метан завдяки здатності до метанового бродіння. Автотрофним археям-метаногенам для життя достатньо водню, вуглекислого газу й води. Унікальна в живому світі реакція синтезу метану слугує для них джерелом енергії для синтезу власних органічних сполук: $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{E}$. Ці істоти можуть виживати навіть в умовах Марсу чи Венери. Близько 1,5 % Карбону, що бере участь у біосферному колообігу, проходить через стадію метану за участі метаногенних архей. Утворення метану відбувається на дні морів й прісних водойм, у болотах, ґрунтах тундри й рисових полів. Метаногени є внутрішньоклітинними симбіонтами деяких твариноподібних організмів, входять до складу кишкової мікрофлори, термітів, жуйних тварин, приматів й людини. Бактеріородопсиновий фотосинтез відкритий у солелюбних архей-галофілів, які мають фіолетовий світлочутливий пігмент – бактеріородопсин. Галофіли існують за рахунок використання органічних сполук, вони можуть рости за наявності кисню й без нього. За відсутності кисню й наявності яскравого світла в них утворюються пурпурові фотомембрани, що містять пігмент, подібний до людського родопсину. За участі цього пігменту енергія світла перетворюється в енергію АТФ, що допомагає їм пережити періоди нестачі кисню. Галофільні археї є основою екосистем з екстремальними умовами життя. Так, у водах Мертвого моря в складі бактеріальних матів виявлено 20 видів солелюбних архей. Там їхня кількість досягає десятків мільйонів клітин на 1 мл.

Отже, археї у наш час посідають у біосфері своєрідне місце, здійснюючи метаболічні процеси в умовах, недоступних для інших організмів.

3. Де поширені археї?

Археї поширені повсюдно – від гідротермальних джерел, кратерів вулканів, й дна Північного Льодовитого океану до травної системи людини й термітів. На сьогодні описано вже понад 50 видів археїв, адаптованих до найрізноманітніших умов. За оцінками вчених, археї у сучасній біосфері становлять близько 20 % від її загальної біомаси. Відомо, що серед архей є велика кількість видів екстремофілів, які живуть за дуже високих температур, часто вище від 100 °С, як ті, котрих знайшли в гейзерах і чорних курцях (так

звані археї-термофіли). Інших виявлено в надзвичайно солоному (археї-галофіли), кислому (археї-ацидофіли) або лужному (археї-алкалофіли) середовищі. Так, архея піролобус (*Pyrolobus fumarii*) живе біля підводних гідротермальних джерел, температура води яких +106 °C і pH 5,5. Вжити за таких умов вони можуть завдяки особливостям клітинних мембран та великій кількості нуклеотидних пар гуанін – цитозин, сполучених трьома водневими зв'язками. Ще одна архея метанопірус (*Methanopyrus kandleri*) існує за температури +122 °C. Архея термококус (*Thermococcus gammatolerans*) витримує впливи радіації, що перевищують летальну дозу для людини в 3 000 разів. Серед архей є й види-мезофіли, які живуть за звичайних умов водного чи ґрунтового середовища. Багато археїв є симбіотрофними видами різних організмів. Так, мутуалістичні метаногенні археї беруть участь у розщепленні целюлози в кишечнику термітів та жуйних тварин. Описано види архей-коменсалів, які живуть на шкірі, у травній системі людини.

Отже, археї поширені скрізь і займають екологічні ніші, що є важкодоступними для інших організмів.

Особливості організації та функціонування Бактерій .

Бактерії — це мікроорганізми, які можуть знаходитися як всередині нашого організму, так і поза ним. Більшість бактерій не є шкідливими, інколи вони можуть навіть бути корисними для людей. Проте деякі з них можуть спричиняти інфекційні хвороби.

До цієї групи належать так звані «типові» бактерії, ціанобактерії («синьозелені водорості»), актиноміцети, хламідії, міксобактерії та ін. це найдавніші клітинні організми, що існують на Землі. Можуть вважатися предками інших доменів — Археїв та Еукаріотів.

Основні ознаки Бактерій:

- одноклітинні, колоніальні ;
- прокаріотична будова клітини (окрім нуклеоїду та рибосом у різних видів можуть бути фотосинтезуючі, нітрогенфіксуєчі структури та деякі інші);
- геном не містить білків гістонів;
- мембрани складаються з фосфоліпідів;
- мембрани завжди двошарові, також часто наявна додаткова, периплазматична мембрана, що розташована ззовні від клітинної стінки;
- клітинна стінка містить муреїн, може містити додаткові шари;
- джгутик є порожньою білковою ниткою, обертається праворуч, росте від кінця, рухається з використанням протонного градієнту;
- унікальні процеси: більшість типів бродіння, азотфіксація, фотосинтез на основі бактеріофілу, анаеробне дихання на основі відновлення сполук Сульфуру, Феруму, Мангану, Хлору, Стибію, Арсену;
- живуть у всіх екотопах Землі, переважають за умов нормальної температури, тиску та вмісту кисню.

4.2 Особливості будови клітин бактерій.

Ознаки	Бактерії	Еукаріоти
--------	----------	-----------

1. Зовнішня клітинна мембрана	Є (муреїн) Немає	Є Є
2. Ядро вкрите ядерною мембраною	Одна нитка ДНК	Парні хромосоми
3. Генетичний апарат	Немає	Є
4. Ендоплазматична сітка	Є	Є
5. Рибосоми	Немає	Є
6. Клітинний центр	Немає	Є
7. Мітохондрії	Немає	Є
8. Комплекс Гольджі	Немає	Є
9. Лізосоми	Є	Є
10. Джгутики		

4.2. Особливості процесів життєдіяльності Бактерій.

Серед бактерій є види, здатні до фотосинтезу. *Що таке фотосинтез?* (Фотосинтез — процес синтезу органічних сполук з вуглекислого газу та води з використанням енергії світла й за участю хлорофілу з виділенням кисню як побічного продукту). Це, наприклад, пурпурні та зелені бактерії, а також ціанобактерії. Проте лише ціанобактерії у процесі фотосинтезу виділяють у повітря кисень. Багато різних бактерій розкладають рештки рослин і тварин (наприклад, гнильні бактерії).

Бульбочкові бактерії та деякі багатоклітинні ціанобактерії мають унікальну властивість вбирати з повітря азот. Завдяки цьому сполуки Нітрогену стають доступними для живлення рослин.

Звичайно, для здійснення своїх процесів життєдіяльності бактеріям потрібна енергія. Більшість бактерій отримують її за рахунок дихання. Проте серед бактерій є й такі, які можуть мешкати в середовищі без кисню. Необхідну їм енергію вони отримують за рахунок розкладання органічних речовин без участі кисню.

Розмножуються бактерії поділом клітини навпіл або брунькуванням. Швидкість розмноження може бути вражаючою: їхні клітини за сприятливих умов здатні ділитися кожні 20-30 хвилин. Нитчасті ціанобактерії розмножуються ще й за допомогою відокремлення ділянок нитки.

Бактерії мешкають повсюдно, адже мають виняткову здатність переживати періоди несприятливих умов у вигляді спор або цист. Спори в бактерій слугують лише для переживання несприятливих умов і розповсюдження. Наприклад, у деяких видів бактерій спори не втрачають життєздатності навіть після кип'ятіння впродовж кількох годин, тривалого висушування. Коли ж настають сприятливі умови, клітини виходять з оболонки й знову починають жити та розмножуватися.

IV. Узагальнення, систематизація й контроль знань і вмінь
Самостійна робота з таблицею. Назвіть особливості будови й життєдіяльності архей та заповніть у робочому зошиті таблицю «Особливості організації та функціонування архей».

Ознака	Особливості
Поверхневий апарат	
Цитоплазма	
Нуклеоїд	
Живлення	
Дихання	
Рух	
Розмноження	
Спороутворення	

VI. Домашнє завдання: Опрацювати §9 Відповісти письмово на запитання 7-10 с.40.

VII. Література:

1.Соболь В. І. Біологія і екологія : підруч. для 10 кл. закл. загальної середньої освіти / В. І. Соболь. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2018. – 272 с.