

30.09.2022

Група 11

Біологія та екологія

Урок 9-10

Тема:

## Прокаріотичні організми: археї та бактерії. Особливості їхньої організації та функціонування

Мета уроку:

- ✓ *освітня*: розглянути особливості організації та функціонування архей та бактерій;
- ✓ *розвивальна*: навчити порівнювати археї та бактерії, аналізувати їхні схожі риси та відмінності;
- ✓ *виховна*: застосовувати знання про процеси життєдіяльності бактерій для профілактики інфекційних хвороб, запобігання бактеріальним захворюванням.

### Матеріал до уроку

#### *Різноманітність одноклітинних організмів.*

*Одноклітинний організм – це цілісний організм, якому притаманні всі прояви життя (обмін речовин, енергії, рух, ріст, розмноження, подразливість, живлення, дихання та інші.*

Розрізняють:

- Одноклітинні прокаріоти;
- Одноклітинні еукаріоти;
- Одноклітинні, що утворюють колонії.

#### *Прокаріоти – доядерні організми.*

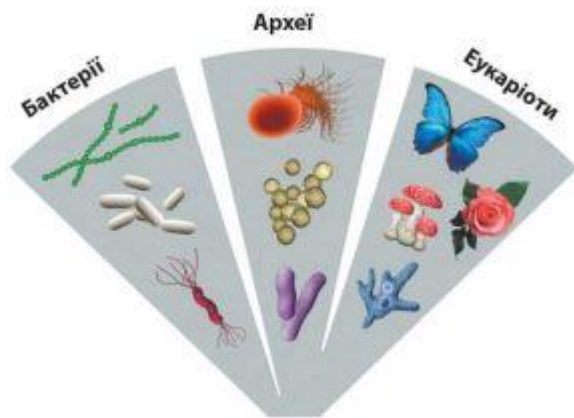
*Прокаріоти (від грецького про – попереду, раніше і каріон – горіх, ядро) – доядерні організми, які на відміну від еукаріот не мають типово сформованого ядра й ядерної мембрани.*

#### *Три доменна система живого світу*

- 1977 року американським мікробіологом Карлом Воузом була запропонована трьохдоменна система органічного світу, за якої клітинні форми життя об'єднуються у три домени: Археї, Бактерії та Еукаріоти.
- К. Воуз вважав, що, зважаючи на відмінності у певних генах, ці три групи відділилися від спільного предка зі слабозвинутим генетичним апаратом.
- Кожній групі дослідник надав статус домену і розділив на кілька царств. За результатами досліджень ця система біла доопрацьована, доповнена і відредагована в 1990 та 2016 роках.

**Домен — це таксон найвищого рангу, який включає кілька царств живих організмів.**

- Клітинні форми життя поділили на три домени — Бактерії, Археї та Еукаріоти.
- Віруси виділили як окремий таксон Vira, який об'єднує неклітинні форми життя й за рангом відповідає домену.
- Американський вчений Карл Воуз запропонував поділ прокариотів на бактерій (еубактерій) і архей (архебактерій) через істотні генетичні відмінності між цими групами.



Мал. 12.1. Три домени живих організмів

групами.

- Така класифікація найбільш точно відбиває сучасні уявлення про виникнення й еволюцію основних груп живих організмів.

### Характерні особливості доменів живих організмів

Група	Організми, які входять до складу групи	Особливості будови і життєдіяльності
Бактерії	Бактерії	Клітинні організми. У клітинах немає ядра й мембранних органел. Відрізняються значною різноманітністю біохімічних процесів у клітинах. Генетичний матеріал зазвичай представлений великою кільцевою молекулою ДНК (бактеріальною хромосомою). Можуть мати плазміді. Гени не містять інтронів
Археї	Археї (архебактерії)	Клітинні організми. Суттєво відрізняються від інших доменів за складом ліпідів та білків. У клітинах немає ядра й мембранних органел. Генетичний матеріал зазвичай представлений великою кільцевою молекулою ДНК (бактеріальною хромосомою). Можуть мати плазміді. Частина генів містить інтрони
Еукаріоти	Тварини, гриби, зелені рослини тощо	Клітинні організми. У клітинах є ядра та інші мембранні органели й цитоскелет. Генетичний матеріал міститься у хромосомах і має вигляд лінійних молекул ДНК. У мітохондріях і пластидах присутні невеликі молекули кільцевої ДНК. Гени містять інтрони

Новий варіант системи організмів, у якому еукаріоти об'єднуються з археями і з'являється нова гілка (відділи-претенденти, які не можна поки що віднести ні до бактерій, ні до архей)



### *Особливості організації та функціонування Бактерій .*

До цієї групи належать так звані «типові» бактерії, ціанобактерії («синьозелені водорості»), актиноміцети, рикетсії, 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 зовні 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 бродиння, азотфіксація, фотосинтез на основі бактеріофілу, анаеробне дихання на основі відновлення сполук Сульфуру, Феруму, Мангану, Хлору, Стибію, Арсену;
- живуть у всіх екоотопах Землі, переважають за умов нормальної температури, тиску та вмісту кисню.

## Особливості будови клітин бактерій

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

### Особливості процесів життєдіяльності Бактерій.

#### *Особливості організації та функціонування Архей.*

Наприкінці 1970-х років групою вчених під головуванням Карла Вейза із Ілінойського університету (США), після детальних досліджень рибосомальної РНК різних прокариотів, було оголошено про відкриття живих істот, які дуже відрізняються від усіх інших.

Систематика архей.

Однак знадобилось ще два десятиліття їх було виокремлено у новий домен Археї. Вчені виділяють серед них дві великі групи — протеоархеї та еуархеї. До групи протеоархеї належать нещодавно (2015 року) відкриті локіархеї. Їх вважають групою, яка є предковою для еукаріотів.

- Фома клітин архей.

Археї є одноклітинними організмами, зовні схожими на бактерій, однак із доволі незвичною формою клітини, наприклад, деякі їх види мають вигляд куба, паралелепіпеда, а декотрі навіть амеби. Однак, найбільш типовими є паличкоподібні та сферичні форми клітин.

- Розміри клітин архей.

Археї є дрібними істотами, найменші із них досягають 50 мікрометрів у довжину, а найбільші – 150 мкм.

- Вчені вважають Археїв дуже давніми організмами, однак, прямих доказів цього не існує. Низка непрямих фактів, як то особливості їх будови та метаболізму, наводять на думку, що Археї виникли приблизно у той же час, що і бактерії, можливо трохи пізніше.

### Характерні ознаки архей

Ознака	Археї	Особливості будови, процесів
Кількість клітин	Тільки одноклітинні	
Будова клітинної мембрани	У археїв мембрани одношарові, утворені не фосфоліпідів, як в інших клітинних організмів.	Клітинні мембрани різняться структурою й хімічним складом, що визначають їхню більшу стійкість за екстремальних умов існування
Клітинна стінка	Складається із псевдомуреїну таспецифічних білків.	Оболонка здійснює ефективний захист, і тому, можливо, археї ніколи не утворюють спор для існування за несприятливих умов, як це є у бактерій
Особливості геному	Геном археїв представлений дволанцюговою ДНК у нуклеоїді та кільцевими плазмідами. Містить білки-гістони.	Розмноження нестатеве (бінарний поділ, множинний поділ, фрагментація й брунькування)
Органели	Мають прокаріотичну будову клітини (з цитоплазматичних органел — лише нуклеоїд та рибосоми)	Археї відрізняються від бактерій особливостями РНК та біохімічними процесами.
Особливості джгутиків	джгутик є суцільною білковою ниткою, обертається ліворуч, росте від основи, рухається з використанням енергії АТФ;	Рухи забезпечуються джгутиками, відмінними від джгутиків бактерій
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

### *Значення архей для людини*

<i>Значення для людини</i>	<i>Приклад</i>
Нещодавно, вчені відкрили антибіотики, які виробляють Археї.	Ці речовини суттєво відрізняються від грибних і синтетичних, тому успішно можуть бути застосовані у боротьбі із багатьма недугами людини.
Є частиною мікробіоти кишечника людини	Метаногенні археобактерії товстого кишечника
Важливе джерело ферментів, які використовуються в наукових дослідженнях і промисловості	ДНК-полімерази археобактерій, які живуть у гарячих джерелах, використовують для полімеразної ланцюгової реакції
Збагачення руд металів під час видобування	Археобактерій використовують для видобутку золота, міді й кобальту
Виробництво продуктів харчування за високих температур	Ферменти архей використовують у виробництві молока з низьким умістом лактози, яке відбувається за високої температури

### *Екологічні групи архей*

#### *Багато археїв — екстремофіли -*

**організми, пристосовані до життя в умовах, екстремальних за будь якою фізичною або геохімічною ознакою.**

**(назви архей – не для вивчення!)**

Археї-термофіли	живуть за дуже високих температур, часто вище від 100 °	<ul style="list-style-type: none"> <li>Археї - термофіли були знайдені в різних геотермальних регіонах Землі, наприклад гарячих джерелах, схожих на джерела Єллоустоунського національного парку (США) і морських гідротермальних джерелах. Передумовою їхнього виживання є те, що термофіли мають ферменти, які можуть функціонувати при високих температурах.</li> </ul>
-----------------	---	--



Велике призматичне джерело в Єллоустонському національному парку своїми яскравими блакитними кольорами завдячує деяким археям – термофілам.


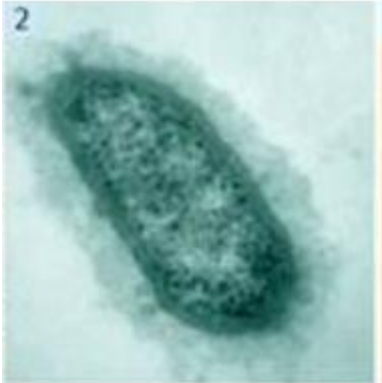
- **архея піролобус (*Pyrolobus fumarii*)** - живе біля підводних гідротермальних джерел, температура води яких + 106 °С і рН 5,5.
- **архея метанопірус (*Methanopyrus kandleri*)** існує за температури +122 °С. заселяє чорні курці на дні Каліфорнійської затоки, це єдиний відомий науці організм, що здатен розмножуватись при таких температурах.
- **Ґеогема** - термофільні бактерії із глибоководних гарячих джерел.



- **Піродиктиум (*Pyrodictium Stetter*)**. Археї, які живуть у термічних джерелах при температурах 80-105°С.

Археї-галофіли	Живуть в надзвичайно солоному середовищі	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мешкають у Мертвому морі та на півдні затоки Сан-Франциско, надаючи їй яскравих кольорів, від червоного до зеленого.</li> <li>• <b>Галобактерія сольова (<i>Halobacterium salinarium</i>)</b> заселяє озера із солоністю не менше 20-25‰ (1‰[проміле] = 1 граму солі/літр води).</li> </ul>
Археї-ацидофіли	Живуть у кислому середовищі.	<div data-bbox="1027 501 1350 882" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>фероплазма (<i>Ferroplasma acidophilum</i>)</b>, проживає за pH 0.</li> <li>• <b>Пікрофілюс торідус (<i>Picrophilus torridus</i>)</b> єдиний відомий організм, що здатен виживати у 1,2 молярному, близько 120 г/л розчині сульфатної кислоти! Пікрофілюс заселяє заповнені кислотами кратери погаслих вулканів, виробки копалень, хвостосховища хімічних виробництв тощо.</li> </ul>
Радіорезистентні археї	втримують вплив радіації, що перевищує летальну дозу для людини в 3 000 разів. Смертельна доза для людини 5 Грей. Термококус витримує дозу радіації у 30000 Грей.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Архея термококус (<i>Thermococcus gammatolerans</i>)</b></li> </ul> <div data-bbox="963 1509 1422 1845" data-label="Image"> </div>
Археї-мезофіли	живуть за звичайних умов водного чи ґрунтового середовища.	



<p>Мутуалістичні метаногенні археї</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• метаногени — в процесі метаболізму перетворюють водень та вуглекислий газ на метан;</li> <li>• живуть в анаеробних навколишніх середовищах;</li> <li>• присутні, здебільшого, в низькотемпературних середовищах.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мутуалістичні беруть участь у розщепленні целюлози в кишечнику термітів та жуйних тварин.</li> <li>• Ниткові колонії Археїв із холодних метанових джерел із дна океану. Джерело ілюстрації: <a href="http://www.people.whitman.edu">http://www.people.whitman.edu</a>.</li> </ul> 
<p>Археї-коменсали (нахлібники)</p>	<p>живуть на шкірі, у травній системі людини.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кожен десятий мікроорганізм людського кишківника – це Метанобревібактер Сміта (<i>Methanobrevibacter smithii</i> Balch and Wolfe 1981), де допомагає перетравлювати клітковину та поліцукри.</li> </ul> 

**Висновок:**

- ✓ Археї поєднують ознаки бактерій та еукаріотичних організмів, що є унікальним у світі живої природи. Археї є проміжною ланкою між бактеріями і Еукаріотами. Справа в тому, що більша частина життєвих процесів археїв відбувається за принципами еукаріотів, а будова їх організму аналогічна до прокаріотів.

- ✓ Найважливіші у будь-якій живій клітині біологічні процеси передачі інформації із ДНК на РНК (транскрипція – *авт.*) і далі на білок (трансляція – *авт.*) у археїв відбуваються за аналогічними до еукаріот схемами.
- ✓ У археї відсутні ядро, ендоплазматична сітка, апарат Гольджі, мітохондрії, пластиди та інші мембранні органели, що притаманно бактеріям.
- ✓ У ДНК археїв наявні інтрони, невеличкі частинки ДНК, що не несуть жодної інформації, а лише розділяють інформативні ділянки екзони, які відрізняються від бактеріальних та еукаріотичних. Окрім інтронів, у археїв інша структура клітинних стінок, мембран, а також “джгутиків”, метаболічних шляхів, тощо...
- ✓ Було встановлено, що археї заселяють усі екосистеми Землі. А ось до кінця ХХ століття вважали, що ці дивовижні істоти населяють лише екстремальні середовища, такі як озера із ропою, гейзери, термальні джерела, білі та чорні палії, тощо. Це було пов'язано з тим, що вони були єдиними жителями таких біотопів.
- ✓ Відкрито види, які населяють холодні метанові джерела, океанічний планктон, ґрунти, льодовики Антарктиди, шлунки копитних, кишківники термітів, клітини коралів, тощо.
- ✓ За оцінками вчених археї становлять 20% біомаси біосфери!
- ✓ Сучасна біологія дуже прискіпливо вивчає археї, адже вони мають комбінацію ознак і бактерій, і еукаріотів, а отже, можуть слугувати ключем до розкриття таємниці походження еукаріот.

**Домашнє завдання.** Опрацювати §9-10. Скласти у зошитах (у вигляді таблиці) порівняльну характеристику Бактерій та Археобактерій

**Зворотній зв'язок**

Email [n.v.shadrna@ukr.net](mailto:n.v.shadrna@ukr.net)