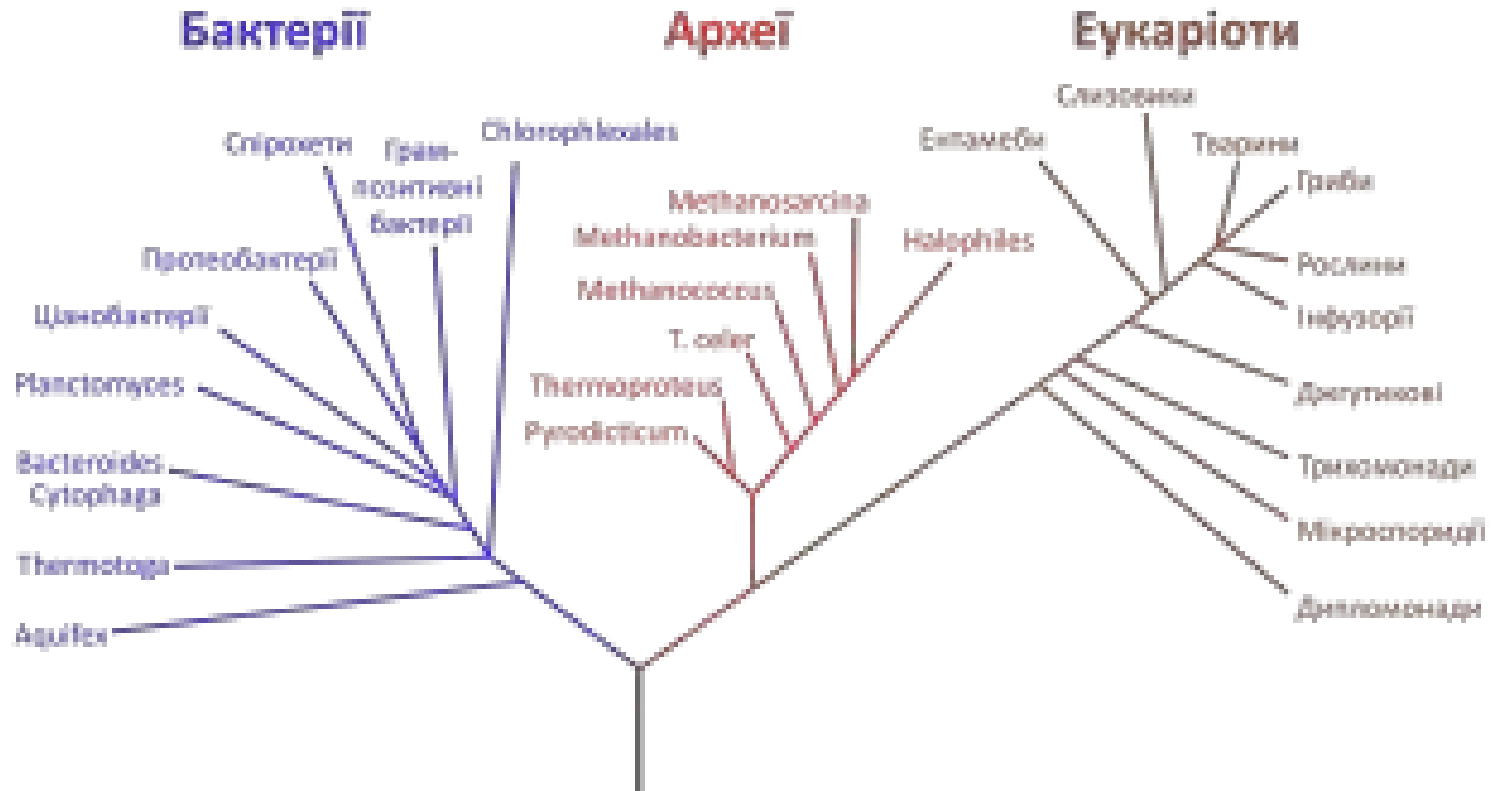




# Прокаріотичні організми: археї та бактерії.

Особливості їхньої  
організації та  
функціонування

# Філогенетичне дерево життя



○ Філогенетичне дерево життя, збудоване Воузом, показує значну різноманітність світу мікроорганізмів.



Це екстремофільний організм, що мешкає у гарячих джерелах із високою кислотністю та умістом сполук Сульфуру.

Нині прокариотичні організми населяють усі середовища існування на планеті, навіть із дуже екстремальними умовами

Кількість бактерій в 1 г ґрунту може досягати сотень мільйонів і навіть кількох мільярдів, а 1 мл води містить від 5 до 100 тис.

бактеріальних клітин.

Багато видів бактерій живе в інших організмах.

Це група одноклітинних і колоніальних організмів.

Бактерії ґрунту.  
паличка.



Кишкова

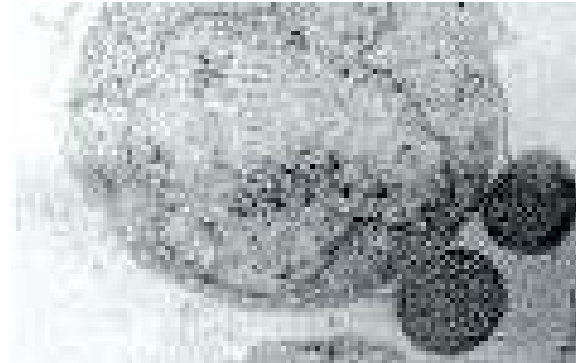


**Прокаріоти** – це мікроскопічні клітинні організми, які не мають сформованого ядра та мембранних органел.

Прокаріоти

*археї*

*бактерії*



Наноархея і більша клітина-хазяїн археї ігнікокус



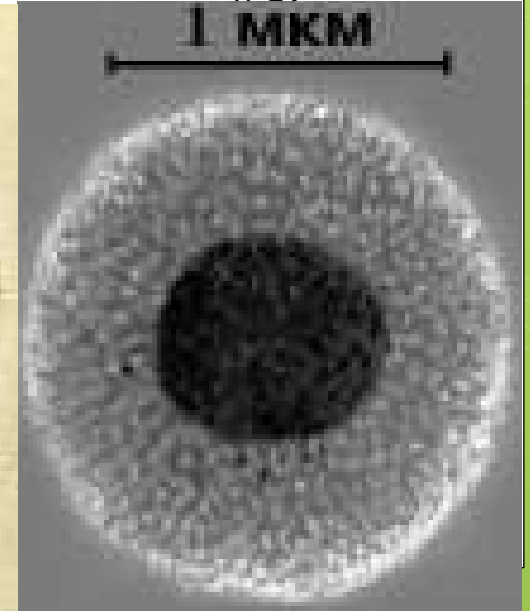
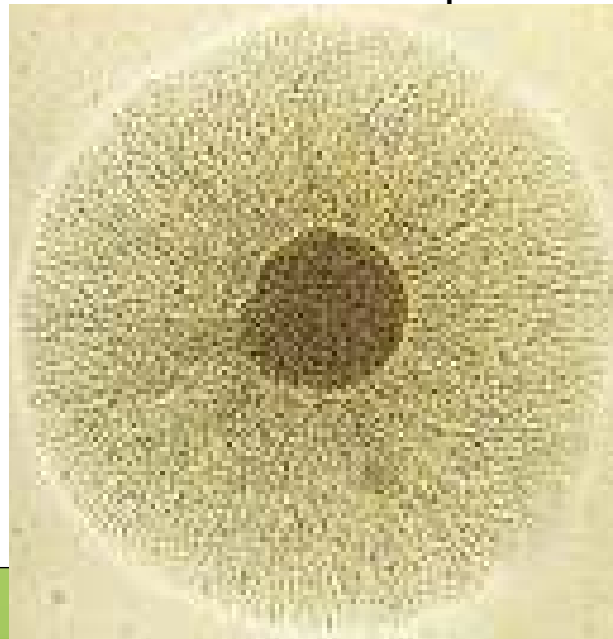
Кисломолочні бактерій



Це найбільша з відкритих бактерій, яка в діаметрі має 0,75 мм.

Середні розміри цих істот становлять від 0,1 до 10 мкм, проте є свої «гіганти» - спірохети можуть мати довжину 500 мкм і бути видимими неозброєним оком

Найменшими вільноживучими бактеріями є мікоплазми (лише 0,12-0,15 мкм), які приблизно однакові за



# За формою прокаріоти поділяють

прокаріоти

кулясті

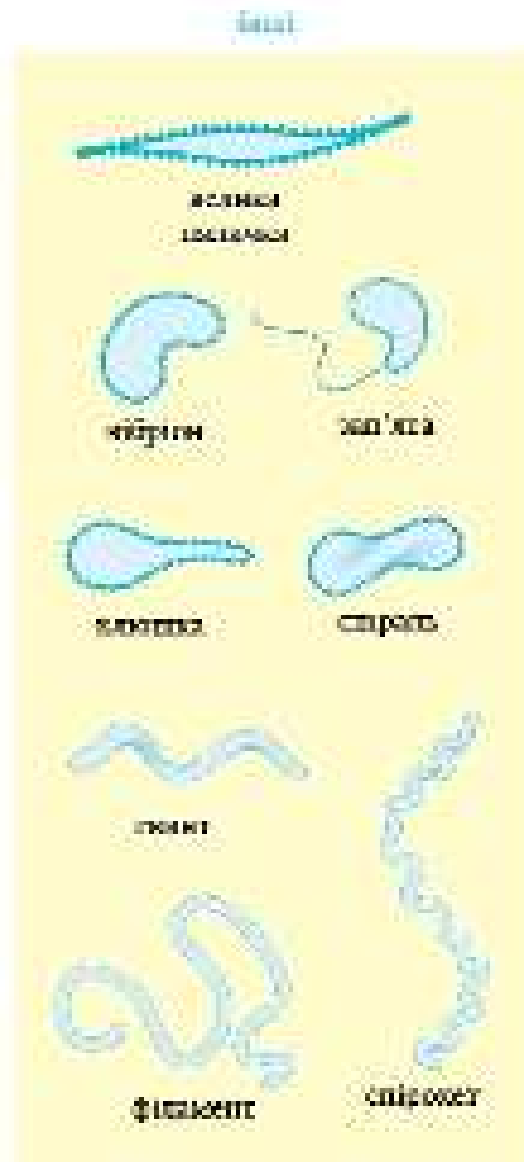
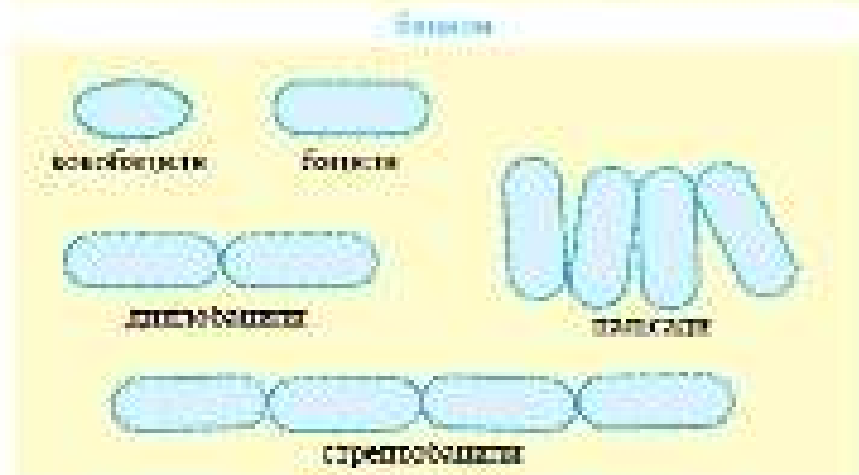
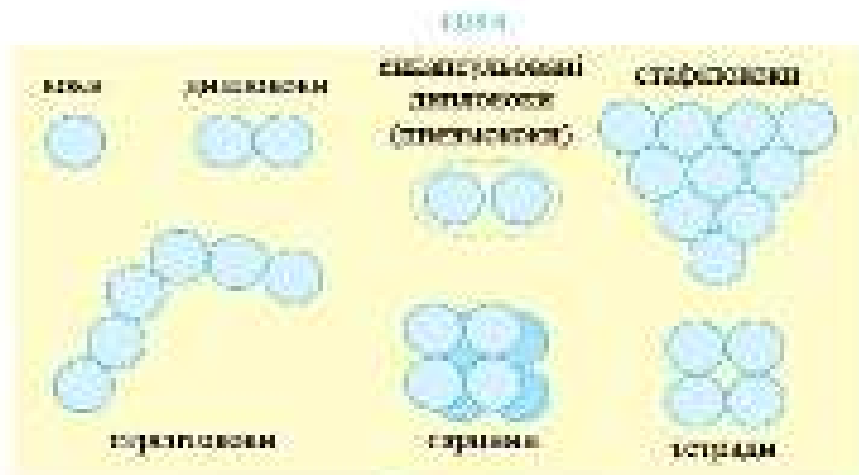
Паличкоподі  
бні

нитчасті

звивисті



# форма прокаріотів





## Кулясті прокариоти

мікрококи



**Кулясті прокариоти** – коки – можуть розташовуватися поодинокі (мікрококи), парами (диплококи), ланцюжками (стрептококи), скупченням клітин у вигляді виноградного грона (стафілококи).

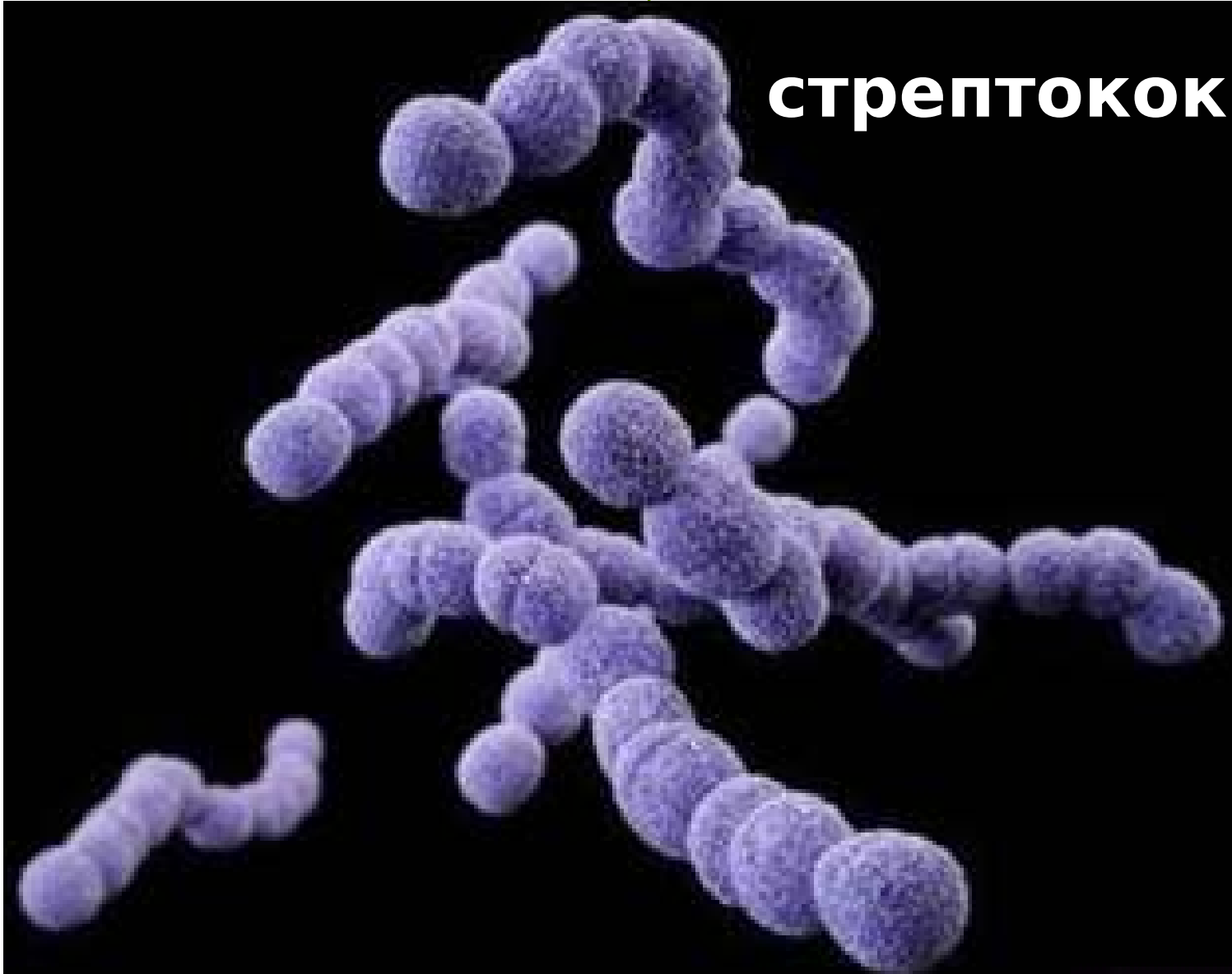


Диплококк-гонококк



стафілококи

**стрептокок**



## Форма прокаріотів

**Паличкоподібні  
прокаріоти**  
поділяють на бацили  
і клостридії



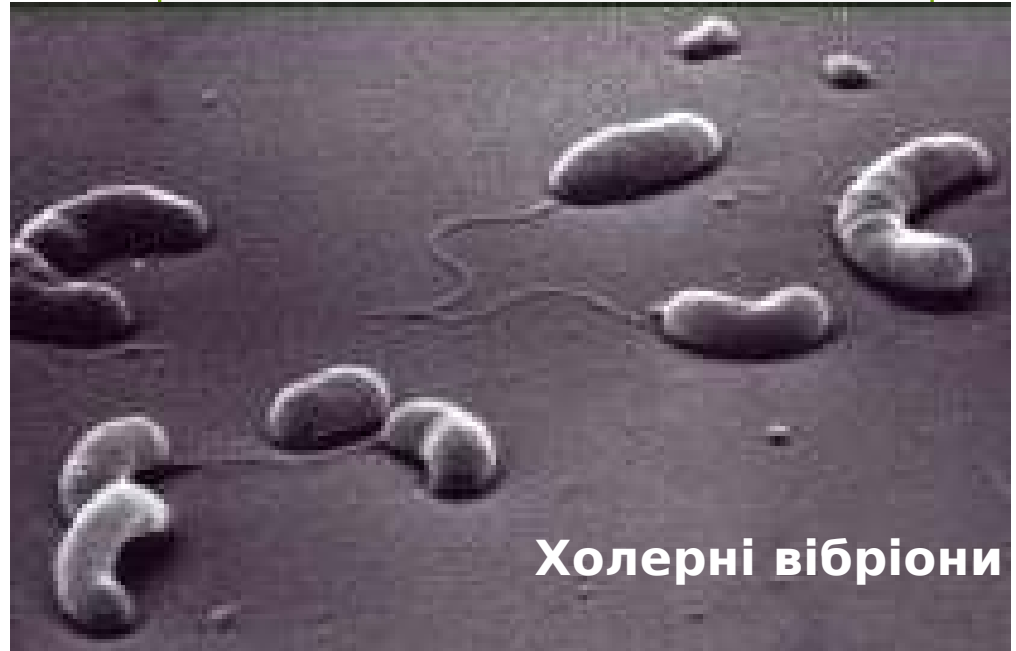
*Clostridium tetani*



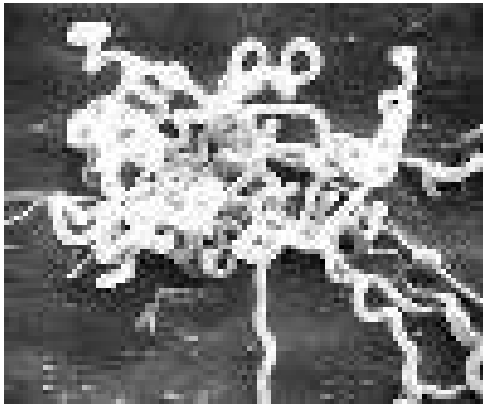
### ***Звивисті прокаріоти***

поділяють на:

- **вібріони** (у вигляді коми),
- **спірили** (у вигляді спіралі у 2-3 оберти)
- **спірохети** (у вигляді спіралі більше ніж у 3 оберти).



**Холерні вібріони**

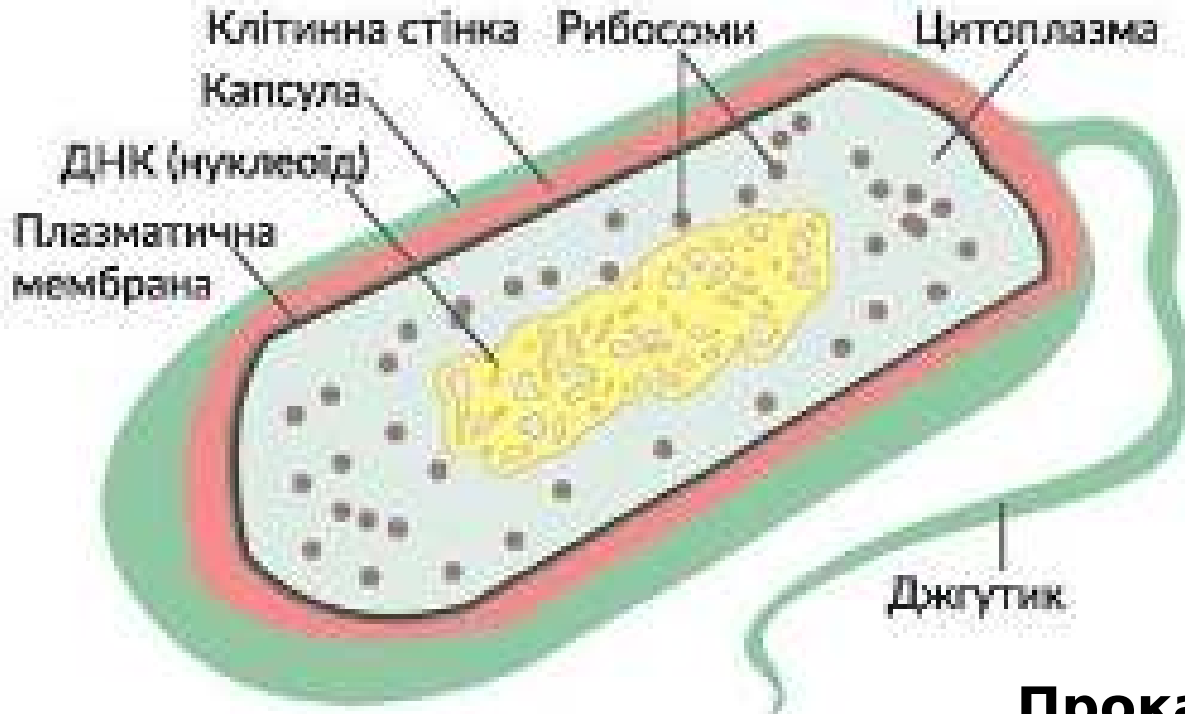


**Збудник сифілісу —  
бліда трепонема**



**спірили**

# Будова прокаріотичної клітини.



## Прокаріотичні клітини

складаються з:

- поверхневого апарату,
- цитоплазми
- нуклеоїду

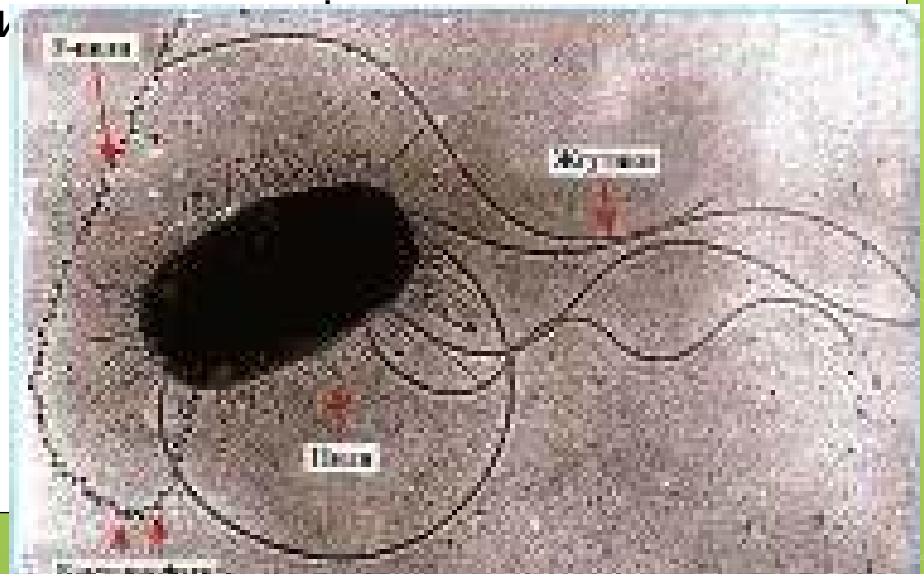
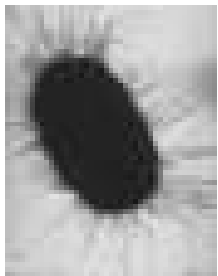
## Будова прокаріотичної клітини.

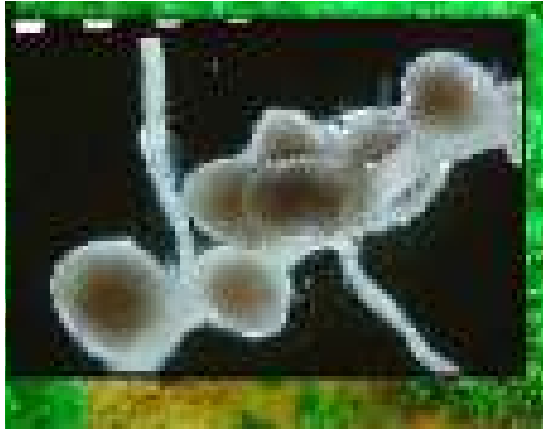
Зовні клітини розташована клітинна стінка, яка забезпечує її структурну цілісність і захист. У багатьох прокаріотів клітинна стінка ззовні оточена шаром слизової речовини, який дістав назву **капсули**. Вона захищає клітини від висихання, механічних ушкоджень, перешкоджає проникненню вірусів, забезпечує зв'язок між сусідніми клітинами в колоніях тощо.

До структур поверхневого апарату прокаріотичної клітини також належать ворсинки (пілі) і джгутики.

**Ворсинки** - це невеликі порожнисті вирости клітини, які забезпечують її прикріплення до різних організмів і субстрату.

На поверхні тіла багатьох прокаріотів є **джгутики** - органели руху, які забезпечують пересування кліти

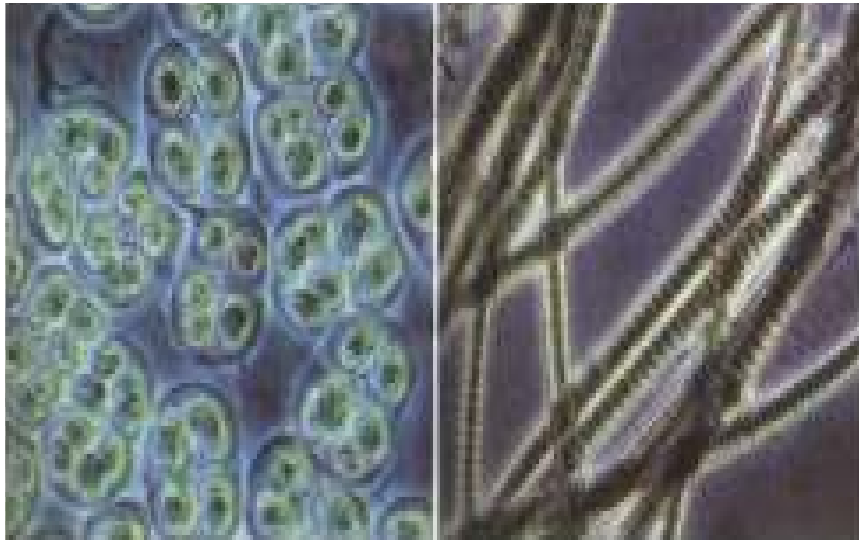




**ціанобактерії**

Багато бактерій (спірили, холерний вібріон) здатні до самостійного руху

за допомогою джгутиків – такі організми будуть плавальними. Повзальні бактерії – ціанобактерії, сіркобактерії – можуть пересуватися твердим субстратом за допомогою білкових фібрил, які містяться в клітинній оболонці.



**Холерні вібріони**

Обов'язковим компонентом поверхневого апарату прокаріотичної клітини є **плазматична мембрана**.

За хімічним складом мембрана є білково-ліпідною. У мембранах багатьох прокаріотів виявлено специфічні ліпіди, яких немає в мембранах еукаріотів.

У цитоплазмі є такі структурні елементи, як **рибосоми, цитоскелет, плазмід, включення**.

**Рибосоми** – це немембранні органели, які забезпечують синтез білків. За структурою рибосоми прокаріотів і еукаріотів подібні, однак рибосоми прокаріотів мають менші розміри.

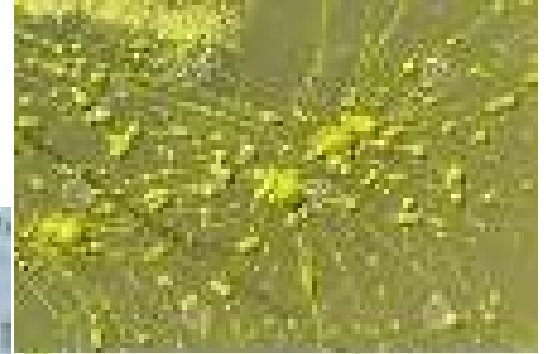
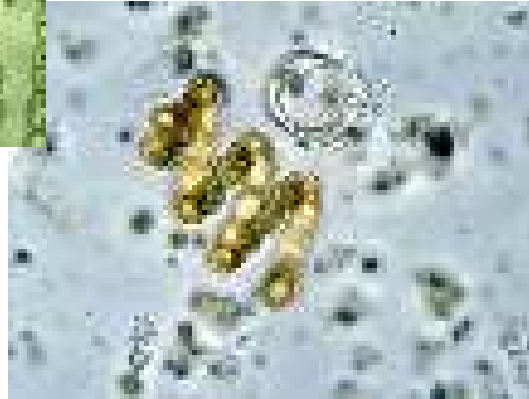
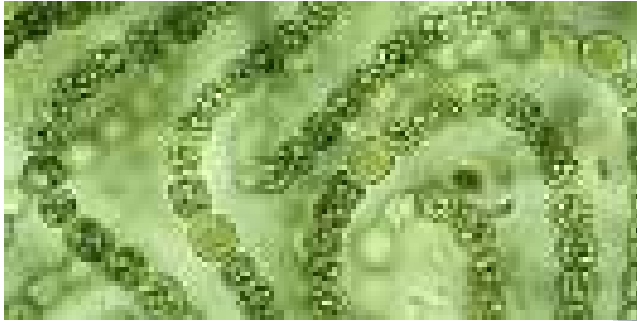
**Цитоскелет** виконує багато функцій, здебільшого відповідаючи за форму клітини та за внутрішньоклітинне транспортування.

У клітинах багатьох прокаріотів поряд з нуклеоїдом містяться позахромосомні кільцеві молекули ДНК, що дістали назву **плазмід**. З їх допомогою бактеріальні клітини здатні обмінюватися деякими генами, що має важливе значення в забезпеченні їхньої пристосованості до умов існування.



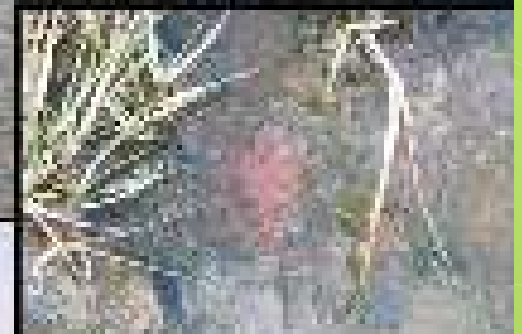
ціанобактерії

# Фототрофи або фотосинтетики

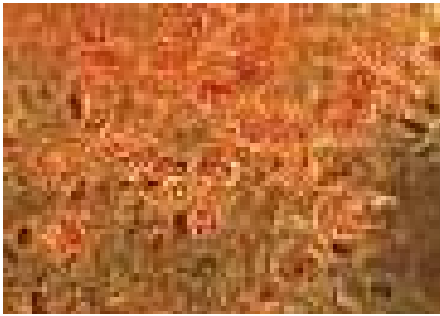


пурпурні  
сіркобактерії

# Фототрофи або фотосинтетики



# Хемотрофні бактерії



Залізобактерії



Залізобактерії надають воді характерного іржавого кольору.

Хемотрофні бактерії – сіркобактерії, залізобактерії, нітрифікувальні бактерії, ВИКО-  
РИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ СИНТЕЗИ ЕНЕРГІЇ ХІМІЧНИХ

## нітрифікувальні бактерії



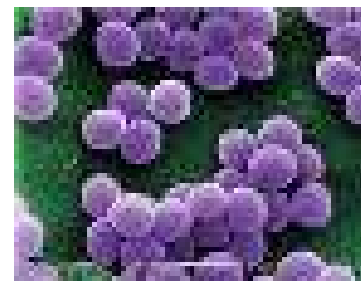
# Паразитичні бактерії



Холерний вібріон  
*Vibrio cholerae*



Чумна паличка  
*Yersinia pestis*



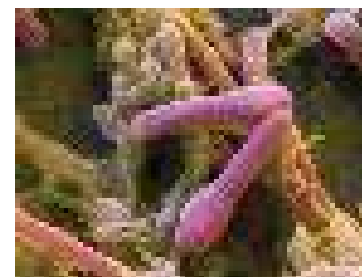
Золотистий стафілокок  
*Staphylococcus aureus*



Збудник  
виразкової  
хвороби шлунку  
*Helicobacter pylori*



Збудник  
туберкульозу  
*Mycobacterium  
tuberculosis*



Збудник  
ботулізму  
*Clostridium  
botulinum*

## Спосіб живлення

Унаслідок фотосинтезу  
ціанобактерій  
виділяється молекулярний  
кисень.

Мікрофотографія  
ціанобактерії  
Носток.



Корінь бобової рослини  
з бульбочками, які  
утворені  
азотфіксувальними  
бактеріями –  
хемосинтетиками



## Спосіб живлення

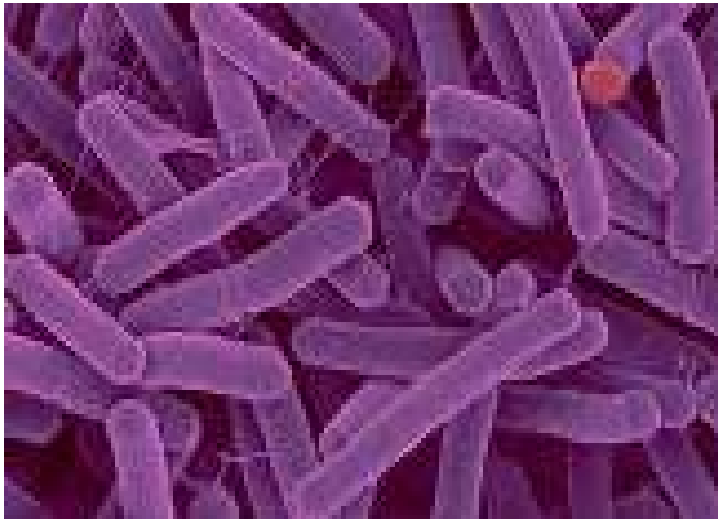
Азотфіксувальні бактерії здатні засвоювати безпосередньо з атмосфери молекулярний азот, який надходить в екосистему в доступній для засвоєння рослинами формі.



# За типом дихання прокаріоти поділяють

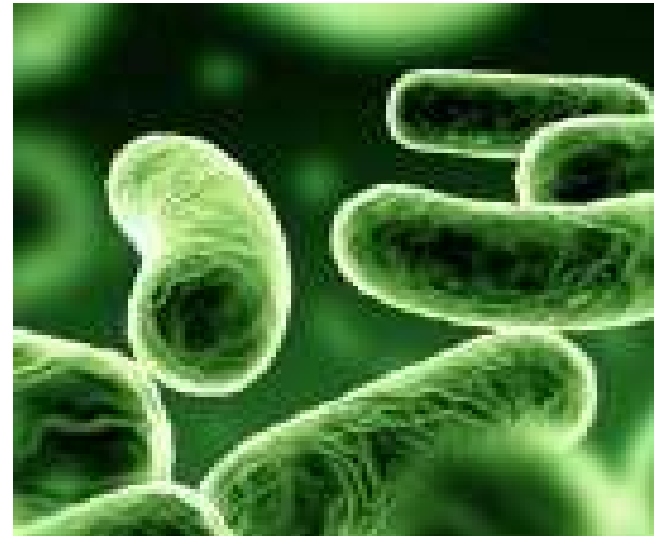
## Аероби

використовують для дихання  
молекулярний кисень атмосфери



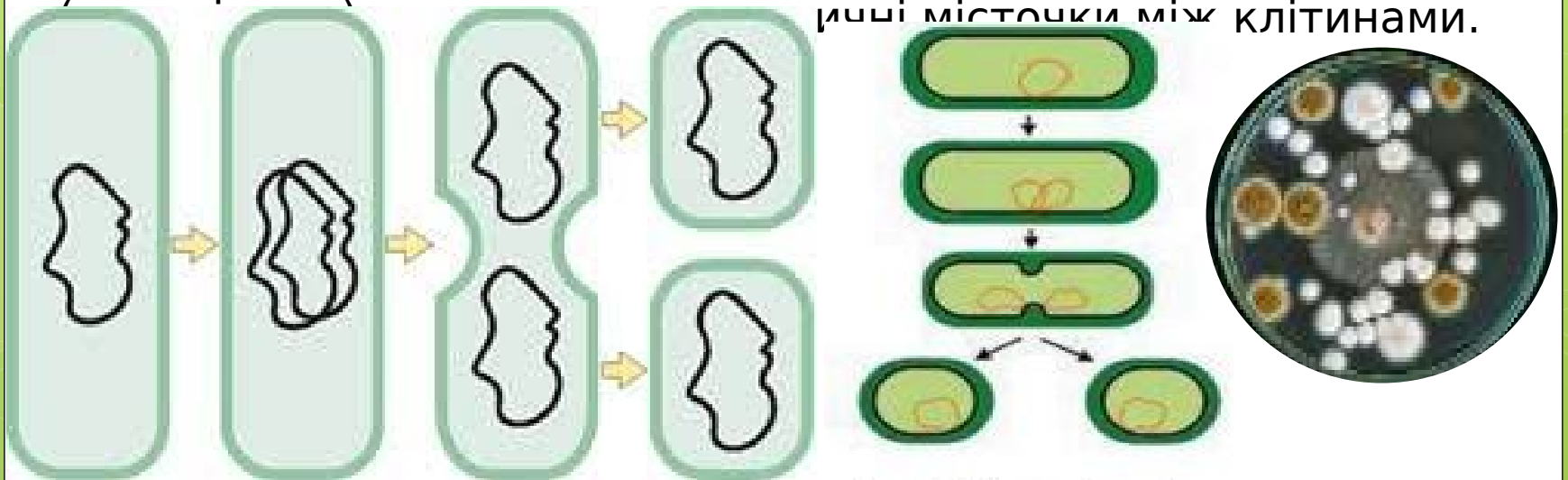
## Анаероби

можуть жити без доступу  
атмосферного кисню

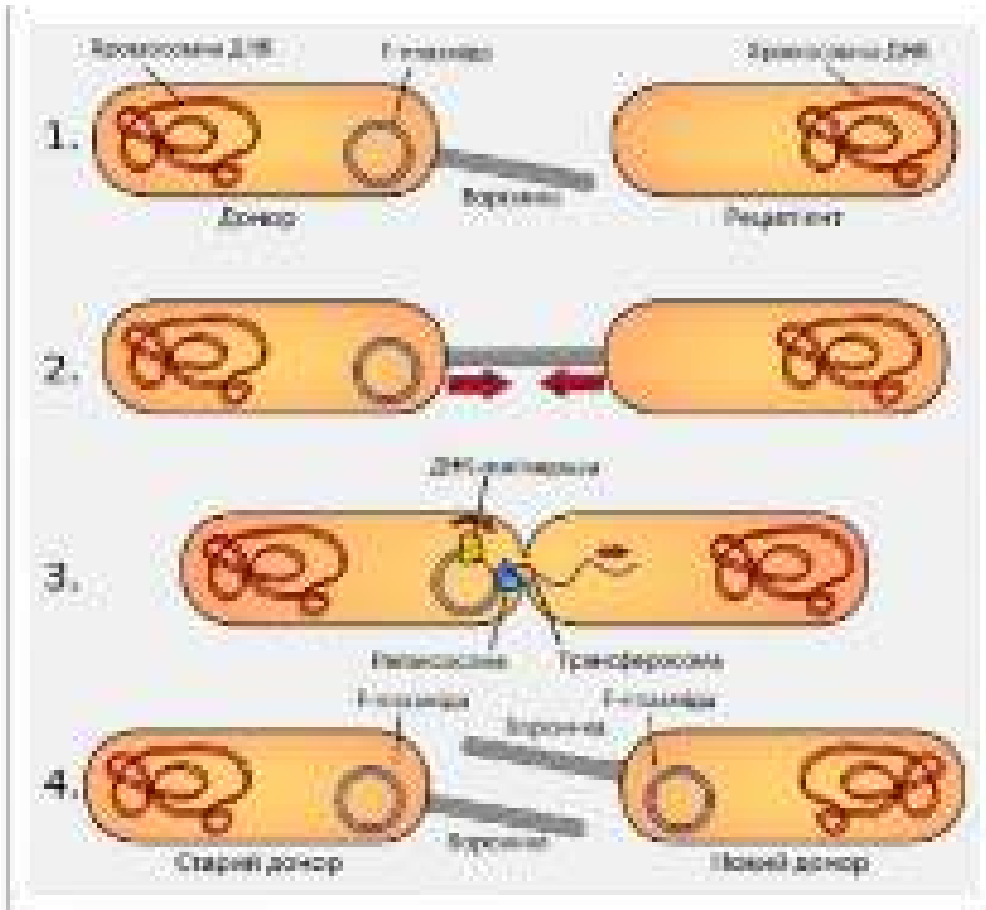


## розмноження

Найчастіше прокаріоти розмножуються **нестатевим** поділом клітини навпіл (**бінарний поділ**) або ж **множинним** поділом (ціанобактерії). Цим організмам властивий високий темп розмноження. За сприятливих умов час поділу для багатьох видів коливається в межах від 15 до 30 хвилин. У прокаріотів відсутнє статеве розмноження, проте існує статевий процес, який полягає в обміні між різними організмами генетичною інформацією. Це відбувається під час процесу, що називають бактеріальною **кон'югацією** – обміну ділянками ДНК між клітинами.







Бактеріальна кон'югація – обмін ділянками ДНК (плазмідами) через цитоплазматичні місточки між клітинами.

## спори

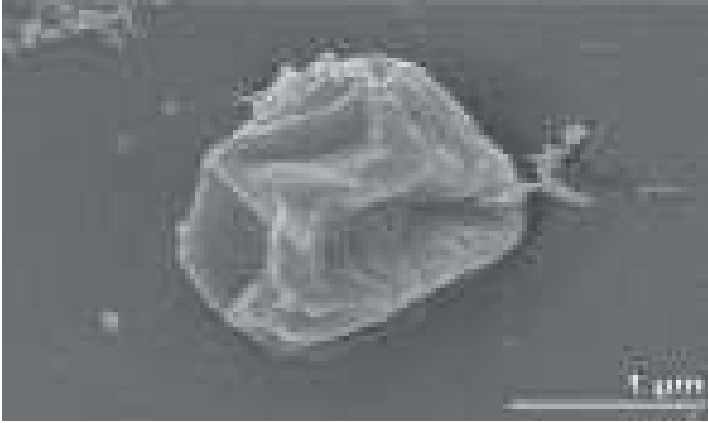


Спори *Geobacillus stearothermophilus*, утворені внаслідок дії високих температури і тиску, можна бачити міцну оболонку та внутрішній вміст спор.

Несприятливі умови прокаріоти переживають за допомогою **спор** – клітин з пониженим метаболізмом, оточених багат шаровою оболонкою, стійких до впливів, нищівних для звичайних клітин. Спороутворення слугує як для переживання несприятливих умов, так і для розселення бактерій. Спори можуть витримувати високі рівні ультрафіолетового випромінювання, гамма-випромінювання, дезінфікуючих засобів, нагрівання, тиску і висушування, а в деяких випадках – можуть виживати навіть у космічному просторі.

- **прокаріотичні** **одноклітинні** **мікроорганізми** **з** **біохімічними** **особливостями, що відрізняють їх** **від бактерій та еукаріотів.**  
**Археї (Археобактерії)**

# Археї



## Архея *Pyrolobus fumarii*

Живуть поблизу підводних гідротермальних джерел за температури 106 °C та pH 5,5. ДНК цих мікроорганізмів стабільна за рахунок великого відсотка нуклеотидних пар гуанін-цитозин, а клітина не руйнується внаслідок особливостей будови мембран.

Спочатку їх було виявлено в екстремальних середовищах, але потім було знайдено в усіх типах екосистем.

Деякі з них живуть за дуже високих температур, часто вищих ніж 100 °C, наприклад ті, котрих знайшли в гейзерах (температура +45 ... +113 °C), інших знайдено в дуже холодних середовищах . Археї можуть існувати в надзвичайно солоних водах, зокрема багато з них живе в Мертвому морі та на півдні затоки Сан-Франциско, надаючи їй яскравих кольорів: від червоного до зеленого.

# Археї

*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.
2. Клітинна оболонка археїв 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 це є у бактерій.
3. Клітинні мембрани різняться структурою й хімічним складом, що визначають їхню більшу стійкість за екстремальних умов існування. У археїв мембрана одношарова, утворена з особливих фітанолагліцеридів, а не фосфоліпідів, як в інших клітинних організмів.
4. Рухи забезпечуються джгутиками, відмінними від джгутиків бактерій: ростуть шляхом приєднання субодиниць білка флагеліну від основи, джерелом енергії для їхнього руху є АТФ тощо.
5. Розмноження нестатеве (бінарний поділ, множинний поділ, фрагментація й брунькування).
6. Живлення хемоавтотрофне й хемогетеротрофне з використанням найрізноманітніших джерел енергії: світла, органічних сполук, амоніаку, йонів металів, водню та ін. Археям притаманні унікальні метаболічні процеси: бактеріорододансний фотосинтез і метаногенез.

# Археї



За способом живлення поміж архей переважають хемосинтетики.

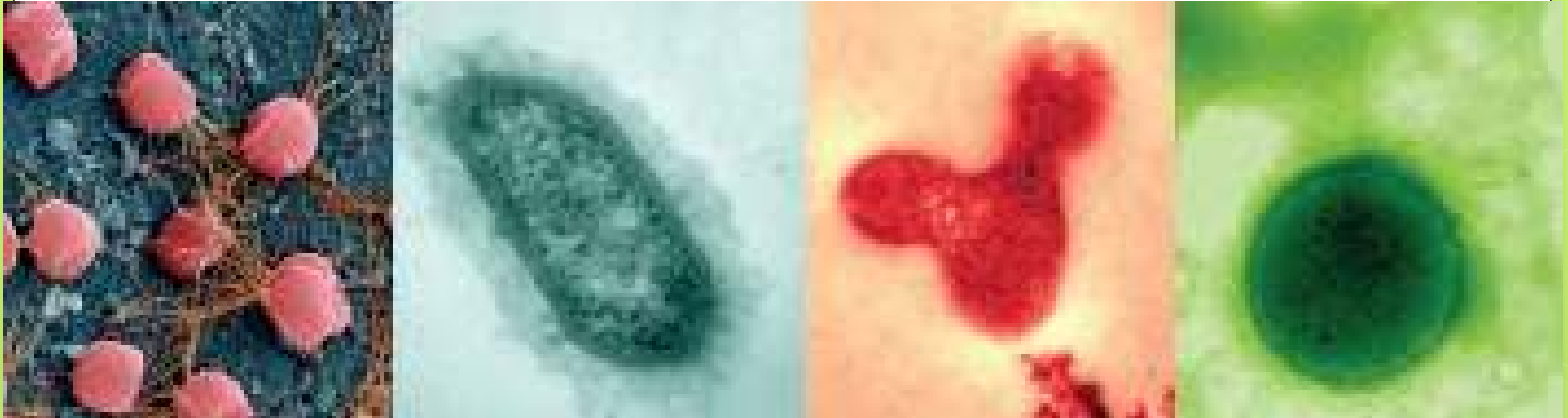


Гетеротрофні метано-утворювальні археї



Екосистема «чорних курців»

«Чорні курці» –гідротермальні джерела в рифтових зонах світового океану, температура води яких понад 300°C, насичена отруйними сполуками сірки та важких металів з кислотністю 2,2–2,8 та дуже високим тиском. Основу харчового ланцюга становлять хемотрофні археї.



Представники архей (зліва на право):

- 1 - пірококус (*Pyrococcus furiosus*) - є джерелом ферментів у біотехнології;
- 2 - метанобревібактер (*Methanobrevibacter smithii*) з кишечника людини;
- 3 - фероплазма (*Ferroplasma acidophilum*), яка проживає за pH 0;
- 4 - термококус, яка витримує великі дози радіації



# Біологічна роль прокаріотів.

## роль прокаріотів

Автотрофні організми є продуцентами, утворюючи первинну органічну речовину. Проте не завжди роль фототрофних прокаріотів є позитивною, зокрема інтенсивне розмноження ціанобактерій спричинює «цвітіння» води.

Різноманітна роль гетеротрофних прокаріотів. Паразитичні організми спричиняють захворювання людини, тварин і рослин. Симбіотичні прокаріоти співіснують із грибами, рослинами чи тваринами. Сапротрофні прокаріоти руйнують мертву органічну речовину, перетворюючи її на неорганічні сполуки, доступні для подальшого використання автотрофами, замикаючи колообіг речовин. Значна різноманітність хімічних реакцій, які є основою метаболізму прокаріотів, зумовлює важливу роль їх у багатьох колообігах. Азотфіксувальні та нітрифікувальні бактерії є необхідними для перетворень нітрогеновмісних сполук, сіркобактерії беруть участь у перетворенні сполук Сульфуру, залізобактерії окиснюють ферумвмісні речовини.

## Використання прокаріотів людиною

Протягом тисяч років сапротрофні бактерії використовуються для виробництва харчових продуктів .



## Використання прокаріотів людиною

- Актинобактерії роду Стрептоміцес дають людині близько половини відомих науці антибіотиків.



У зразках води й ґрунту, взятих на території заводу з переробки пластикових пляшок, було знайдено бактерії невідомого раніше виду *ідеонела* (*Ideonella sakaiensis*). Ці бактерії для свого живлення використовують пластик, розкладаючи його на безпечні для природи компоненти всього за 6 тижнів.

- Здатність бактерій руйнувати різноманітні органічні сполуки використовують у переробці відходів, збиранні розлитої нафти.



## Використання прокаріотів людиною



- Бактерії також використовуються в біологічній боротьбі зі шкідниками.

*Bacillus thuringiensis*

Частіше за все для цього використовується *Bacillus thuringiensis* (також відома під назвою ВТ), грам-позитивна ґрунтова бактерія. Підвиди цієї бактерії використовуються як інсектицид, специфічний до лускокрилих, що продається зараз комерційно. Через свою специфічність ці засоби вважаються екологічно дружніми, майже без негативного ефекту на людину, дику природу, запилювачів і на інших корисних комах.



## Використання прокаріотів людиною



- Людина навчилася за індикаторними мікроорганізмами, які можуть окиснювати метан і пропан, проводити пошуки нафтових і газових родовищ.
- Завдяки здатності швидко рости, простій будові геному прокаріоти широко використовуються в генетиці та біотехнології.
- Завдяки генній інженерії людство використовує бактерії для отримання інсуліну, факторів росту, антитіл тощо.

## Використання прокаріотів людиною

- Створюючи мутації в бактеріальній ДНК, учені можуть визначати функцію генів. Сучасні відкриття уможливили використання ферментів архей у молекулярній біології .



Археї та молекулярна біологія  
Термостабільна ДНК-  
полімераза, отримана від  
*Pyrococcus furiosus*,  
уможливила винайдення  
полімеразної ланцюгової  
реакції як простого та  
швидкого методу ампліфікації  
ДНК (створення багатьох  
копій).