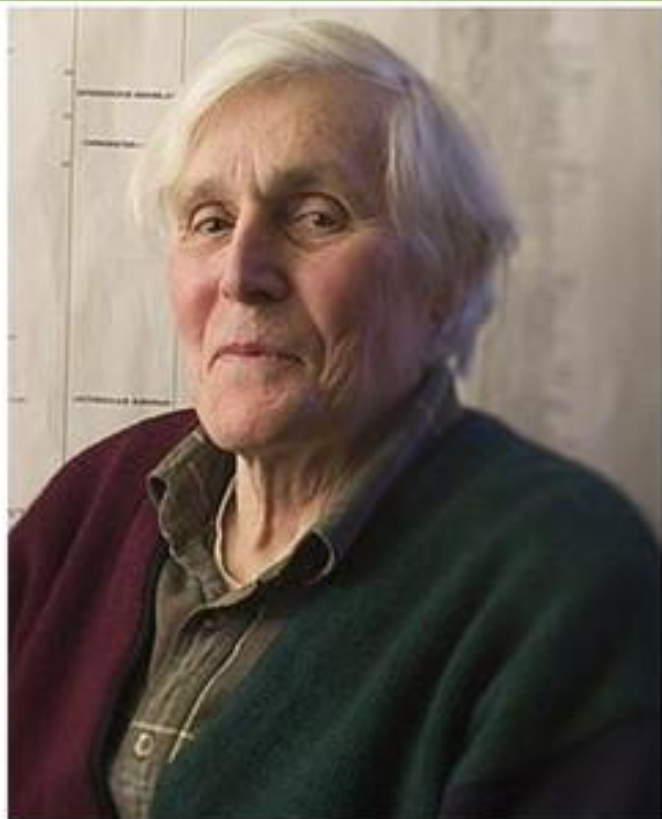




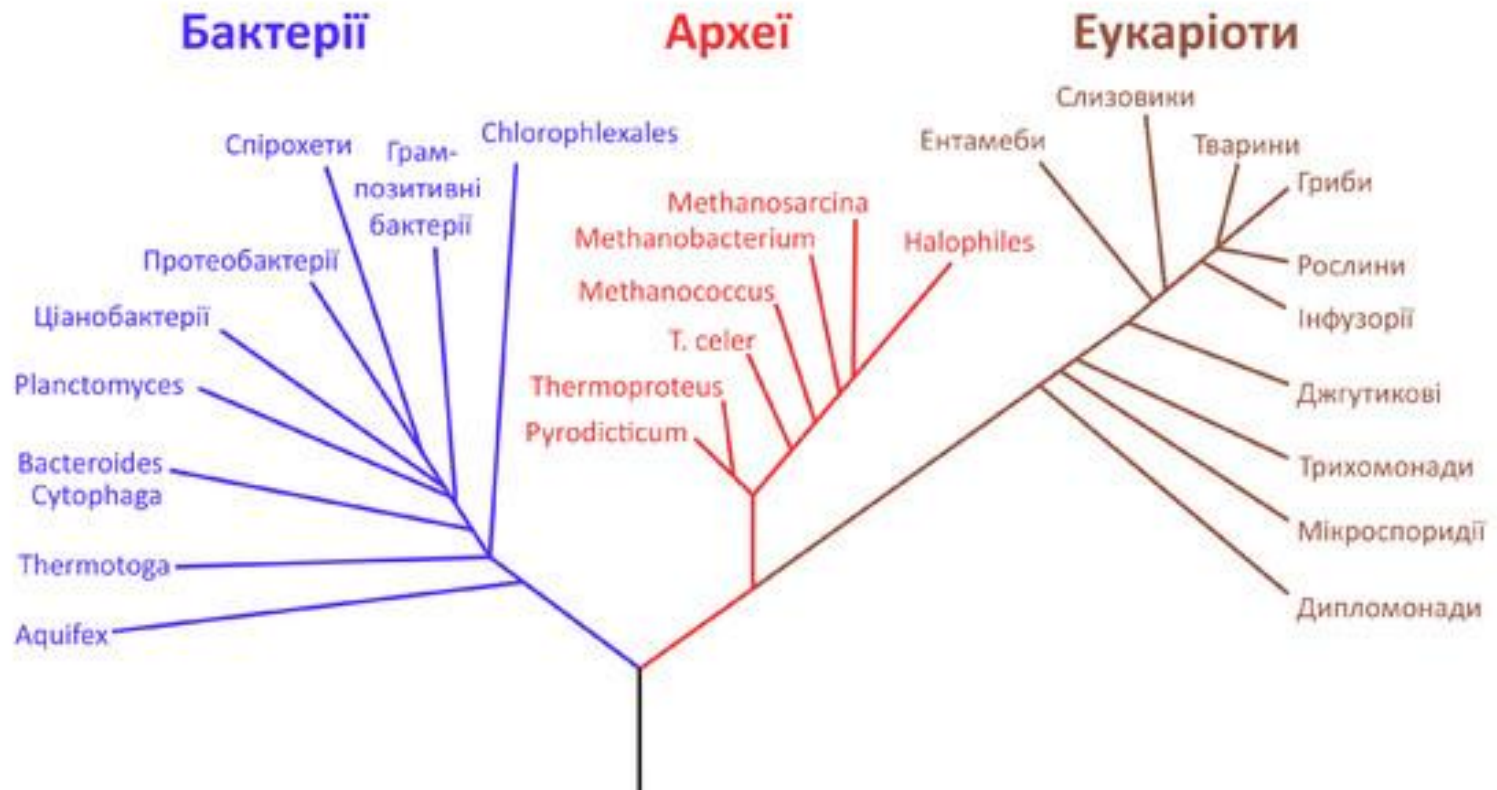
Прокаріотичні організми: археї та бактерії.

Особливості їхньої
організації та
функціонування

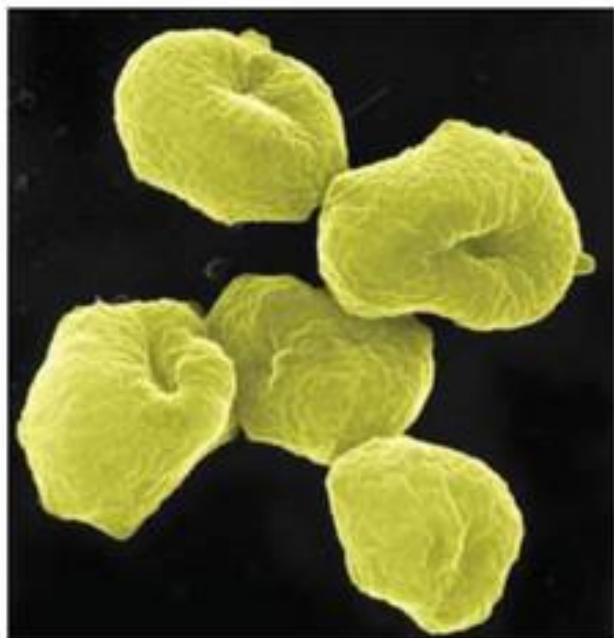


Карл Воуз (1928–2012) – американський біолог, поділив всі організми на домени Бактерії, Археї та Еукаріоти. До його досліджень живу природу поділяли на два надцарства – Прокаріоти та Еукаріоти.

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 прокаріотичні 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.

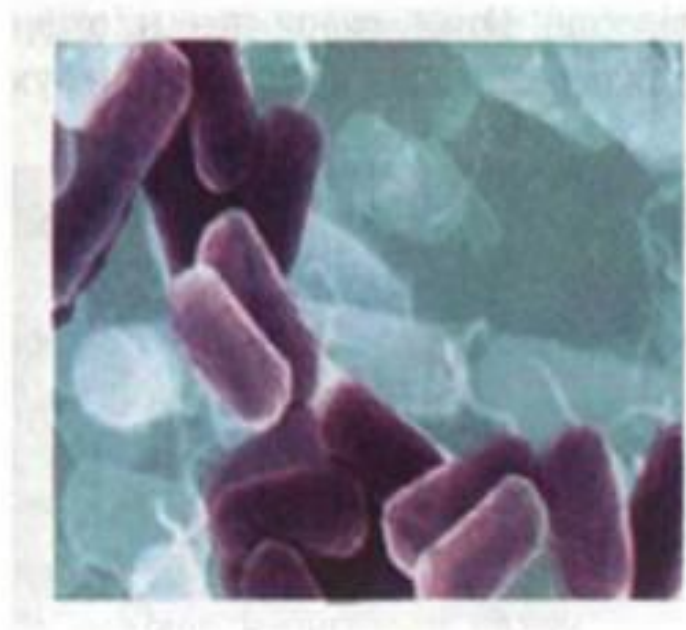
Багато видів бактерій живе в інших організмах.

Це група одноклітинних і колоніальних організмів.

Бактерії ґрунту.



Кишкова паличка.



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

Прокаріоти

археї

бактерії



Наноархея і більша клітина-хазяїн
археї ігнікокус



Кисломолочні бактерії

Будова прокаріотичної клітини

- **Прокаріоти** є найпростішими клітинними організмами.
- Ядер у клітинах вони не мають. У клітині обов'язково присутні ДНК).
- Рибосоми вільно плавають у цитоплазмі, а нуклеоїд зазвичай прикріплений в одній точці до клітинної мембрани.
- У деяких прокаріотів можуть утворюватися інші внутрішньоклітинні структури (хлоросоми, тилакоїди тощо). Ззовні більшість прокаріотичних клітин вкриті клітинною стінкою. Деякі прокаріоти мають джгутик.

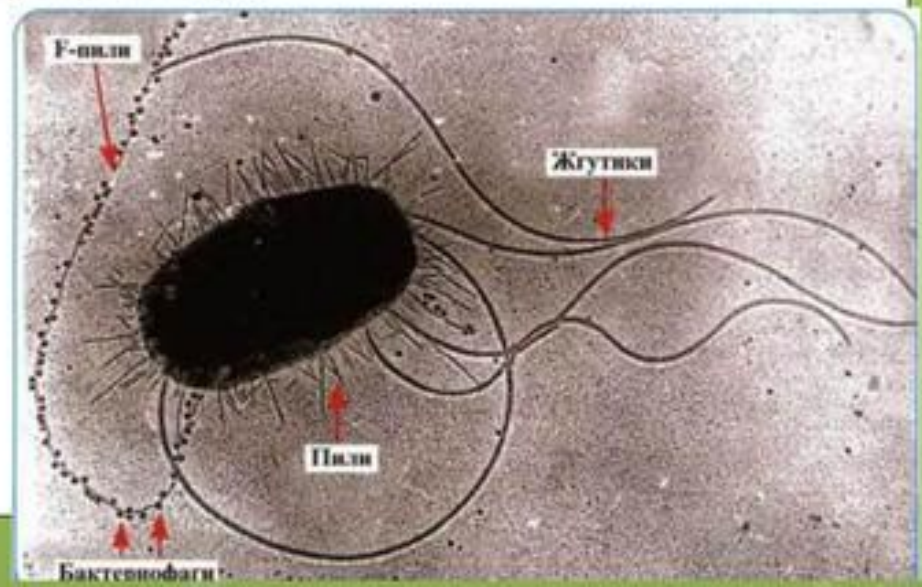
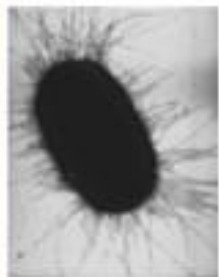


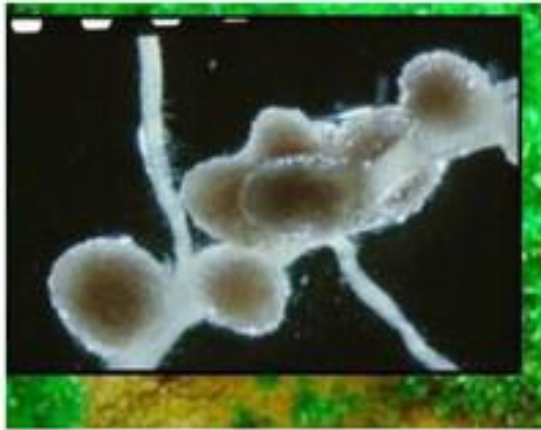
Зовні клітини розташована клітинна стінка, яка забезпечує її структурну цілісність і захист. У багатьох прокаріотів клітинна стінка ззовні оточена шаром слизової речовини, який дістав назву **капсули**. Вона захищає клітини від висихання, механічних ушкоджень, перешкоджає проникненню вірусів, забезпечує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

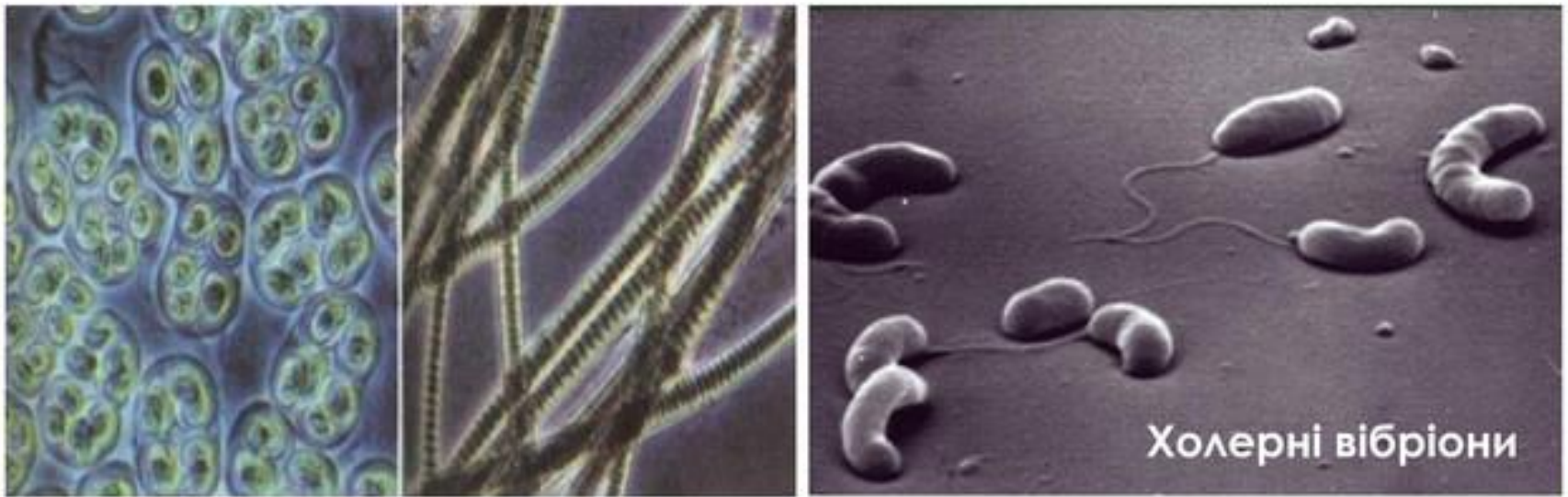
На поверхні тіла багатьох прокаріотів є **джгутики** – органели руху, які забезпечують пересування клітин у просторі.





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.

За формою прокариоти поділяють

ПРОКАРІОТИ

КУЛЯСТІ

ПАЛИЧКОПОДІБНІ

НИТЧАСТІ

ЗВИВИСТІ

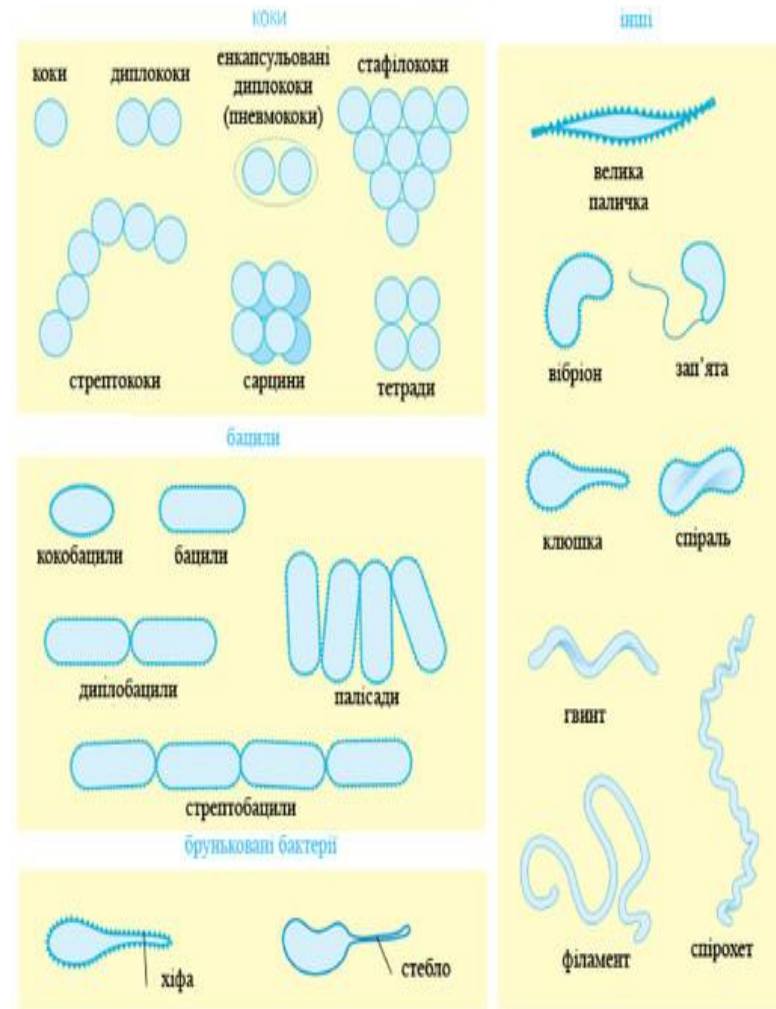


- **Форми прокаріотів**
Зовнішня будова прокаріотів не є надто різноманітною. Більшість їх представлена

кулі (коки), коми (вібріони) або палички.

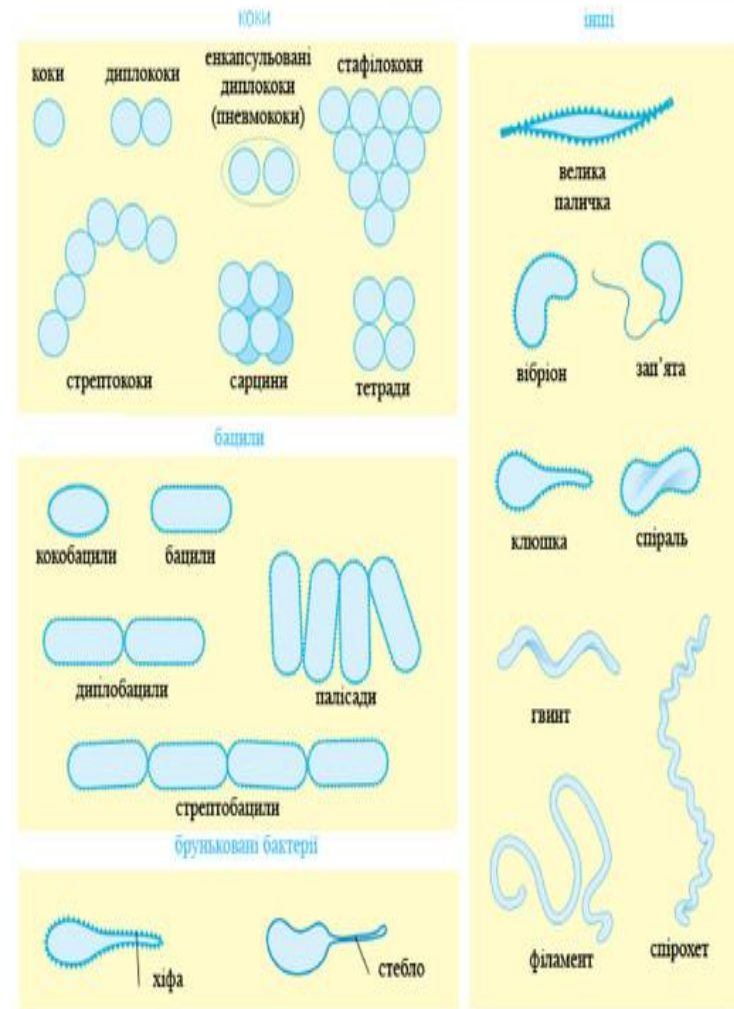
- Трапляються **спіральні (спірили та спірохети), ниткоподібні, дископодібні, зірчасті та інші форми.**

форма прокаріотів



- З форм та кількості об'єднаних клітин та їхньою формою розрізняють **диплококи (дві (чотири клітини), сарцини (вісім клітин і більше)** та інші. Якщо клітини коків об'єднуються у ланцюжки, то їх називають **стрептококами**.
- У випадку, коли об'єднання клітин нагадує **гроновинограду,— це стафілокок**

форма прокаріотів

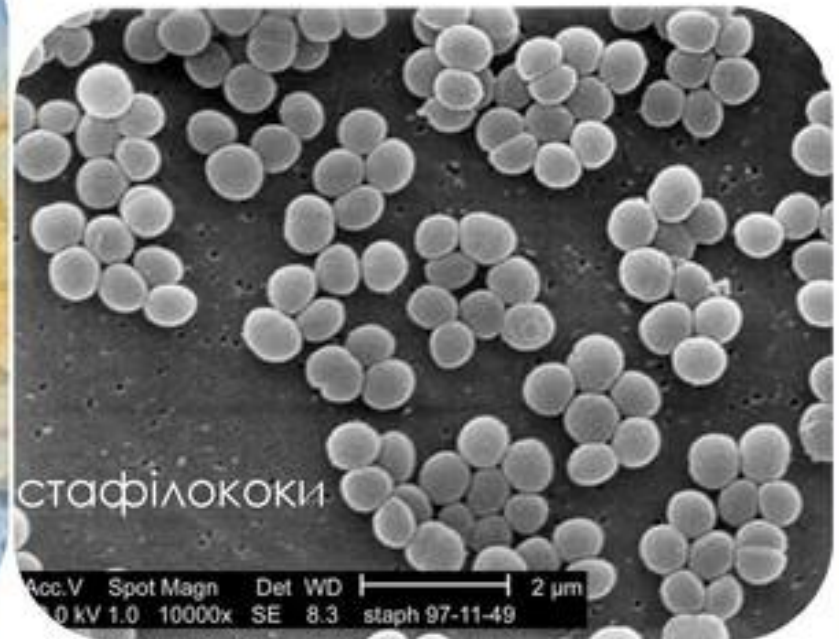
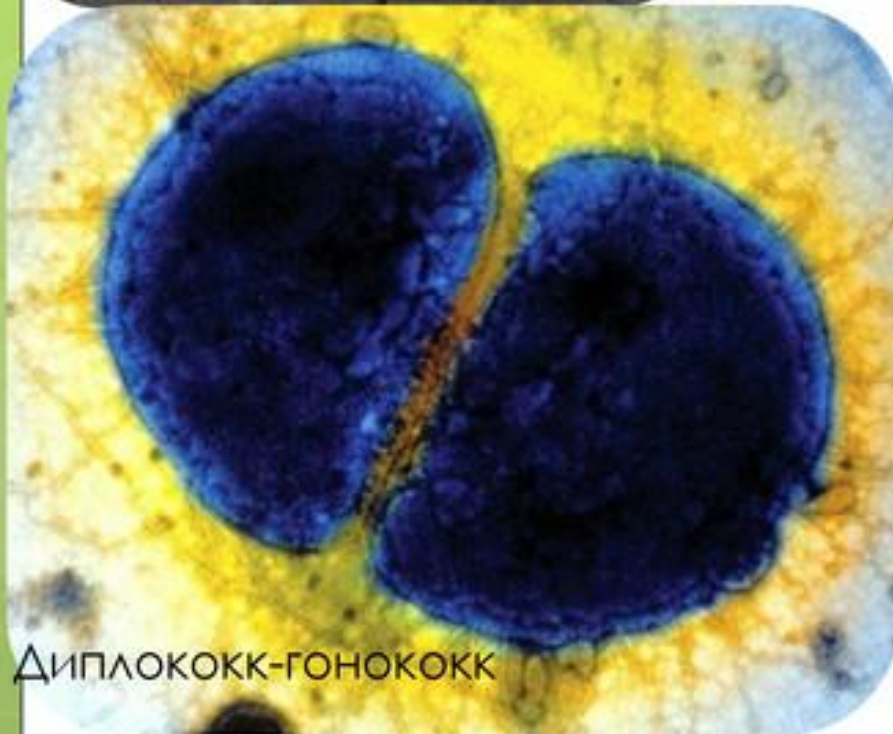


Кулясті прокаріоти

мікрококи



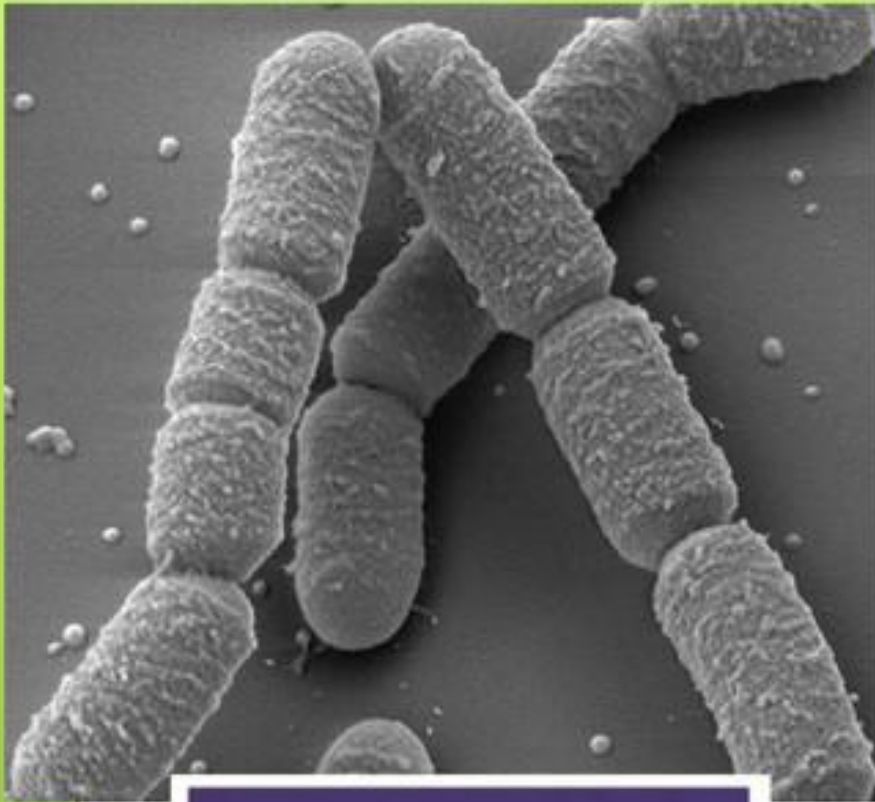
Кулясті прокаріоти – коки – можуть розташовуватися поодинокі (мікрококи), парами (диплококи), ланцюжками (стрептококи), скупченням клітин у вигляді виноградного грона (стафілококи).



СТРЕПТОКОКИ



**Паличкоподібні
прокаріоти** поділяють
на бацили і клостридії



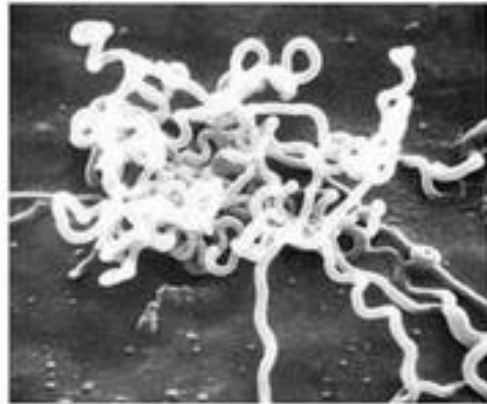
Clostridium tetani



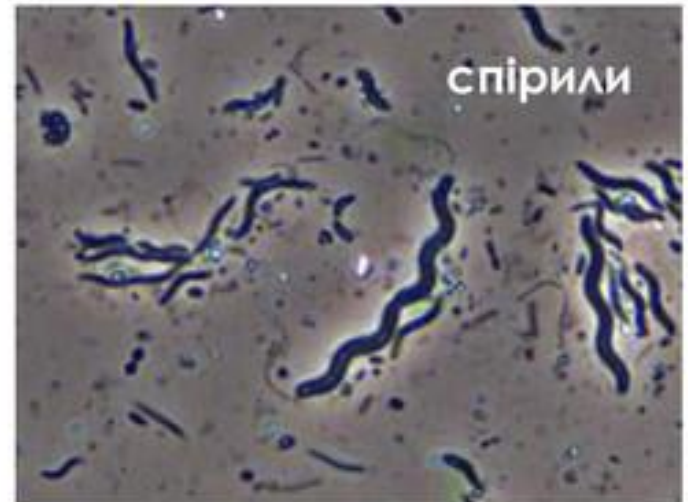
Звивисті прокаріоти

ПОДІЛЯЮТЬ НА:

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



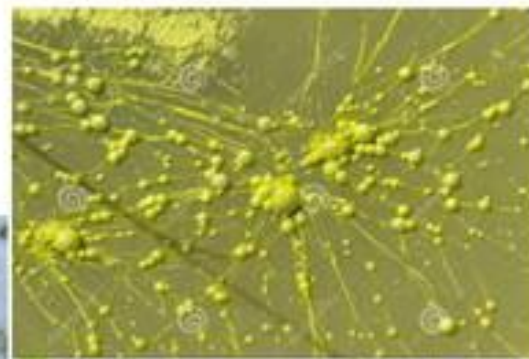
Збудник сифілісу —
бліда трепонема



За способом живлення прокаріоти поділяють



Фототрофи або фотосинтетики

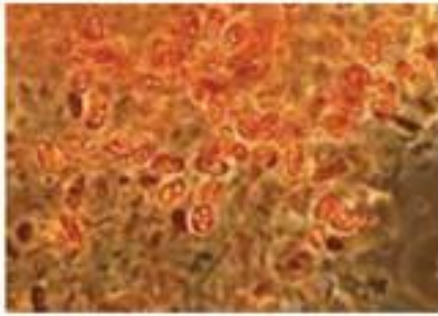


пурпурні сіркобактерії

Фототрофи або фотосинтетики



Хемотрофні бактерії



Залізобактерії



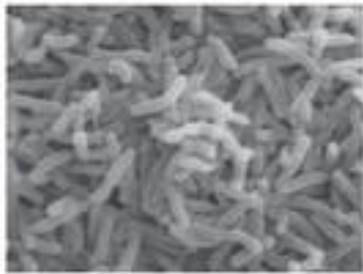
Залізобактерії
надають воді
характерного
іржавого кольору.

Хемотрофні бактерії – сіркобактерії, залізобактерії, нітрифікувальні бактерії, використовують для синтезу енергію хімічних реакцій

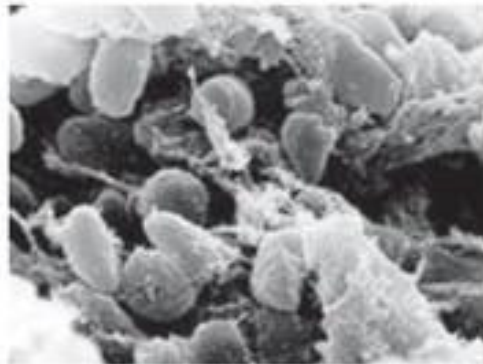


нітрифікувальні бактерії

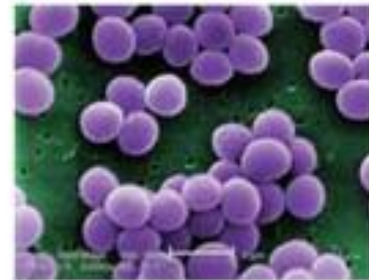
Паразитичні бактерії



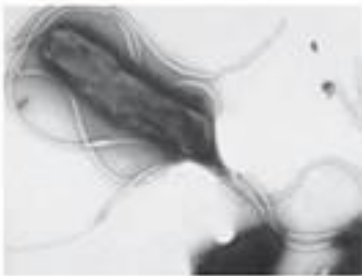
Холерний вібріон
Vibrio cholerae



Чумна паличка
Yersinia pestis



Золотистий стафілокок
Staphylococcus aureus



Збудник виразкової
хвороби шлунку
Helicobacter pylori



Збудник
туберкульозу
*Mycobacterium
tuberculosis*

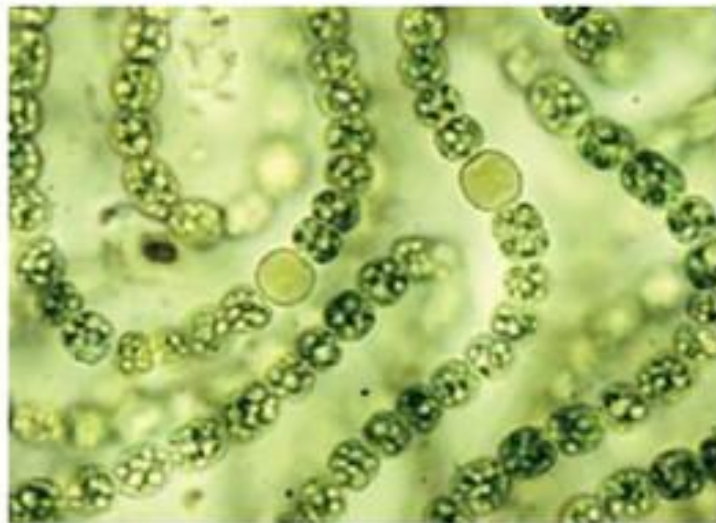


Збудник ботулізму
*Clostridium
botulinum*

Спосіб живлення

Унаслідок фотосинтезу
ціанобактерій
виділяється молекулярний
кисень.

Мікрофотографія
ціанобактерії
Носток.



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



Спосіб живлення

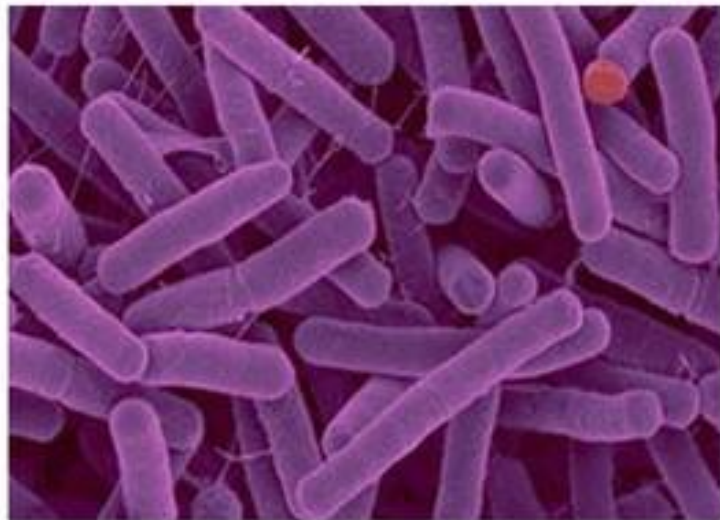
Азотфіксувальні бактерії здатні засвоювати безпосередньо з атмосфери молекулярний азот, який надходить в екосистему в доступній для засвоєння рослинами формі.



За типом дихання прокаріоти поділяють

Аероби

використовують для дихання молекулярний кисень атмосфери



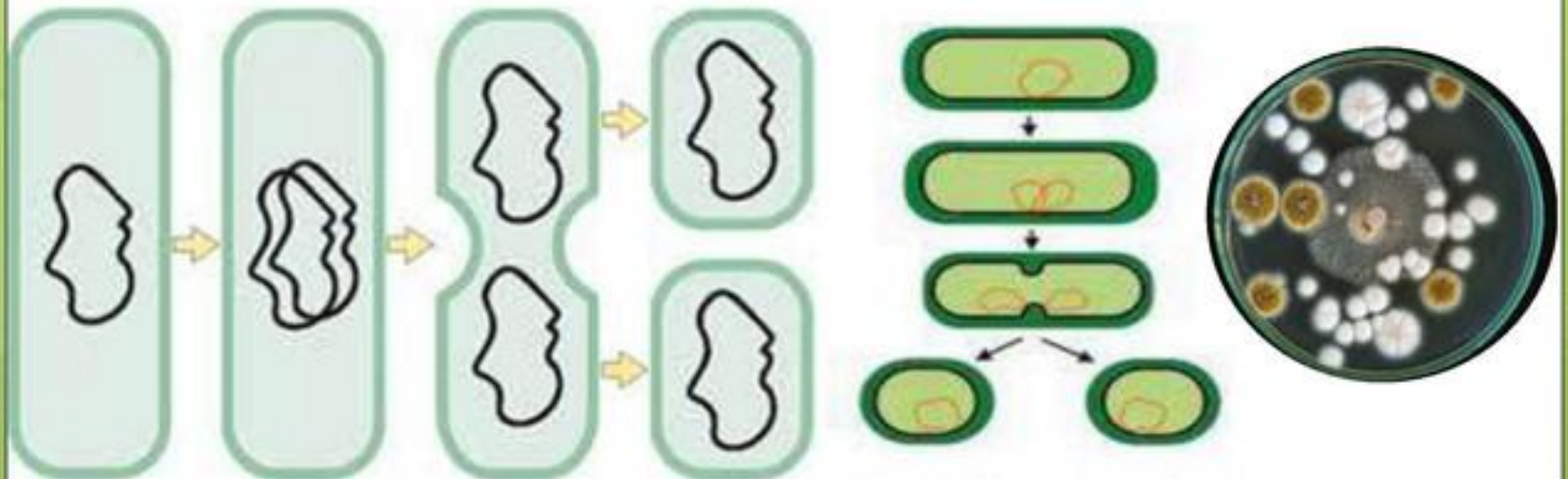
Анаероби

можуть жити без доступу атмосферного кисню

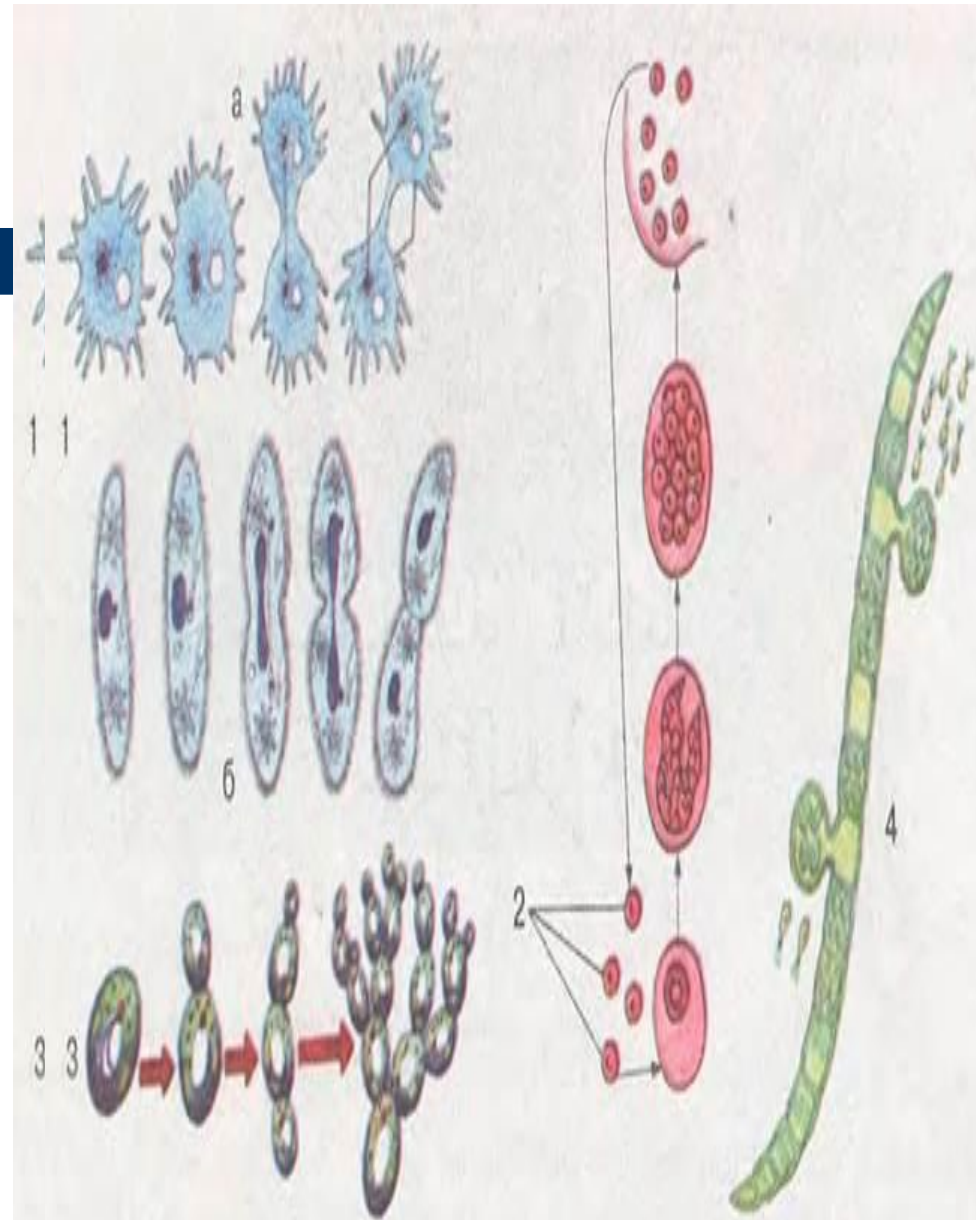


Найчастіше прокаріоти розмножуються **нестатевим** поділом клітини навпіл (**бінарний поділ**) або ж **множинним** поділом (ціанобактерії). Цим організмам властивий високий темп розмноження. За сприятливих умов час поділу для багатьох видів коливається в межах від 15 до 30 хвилин.

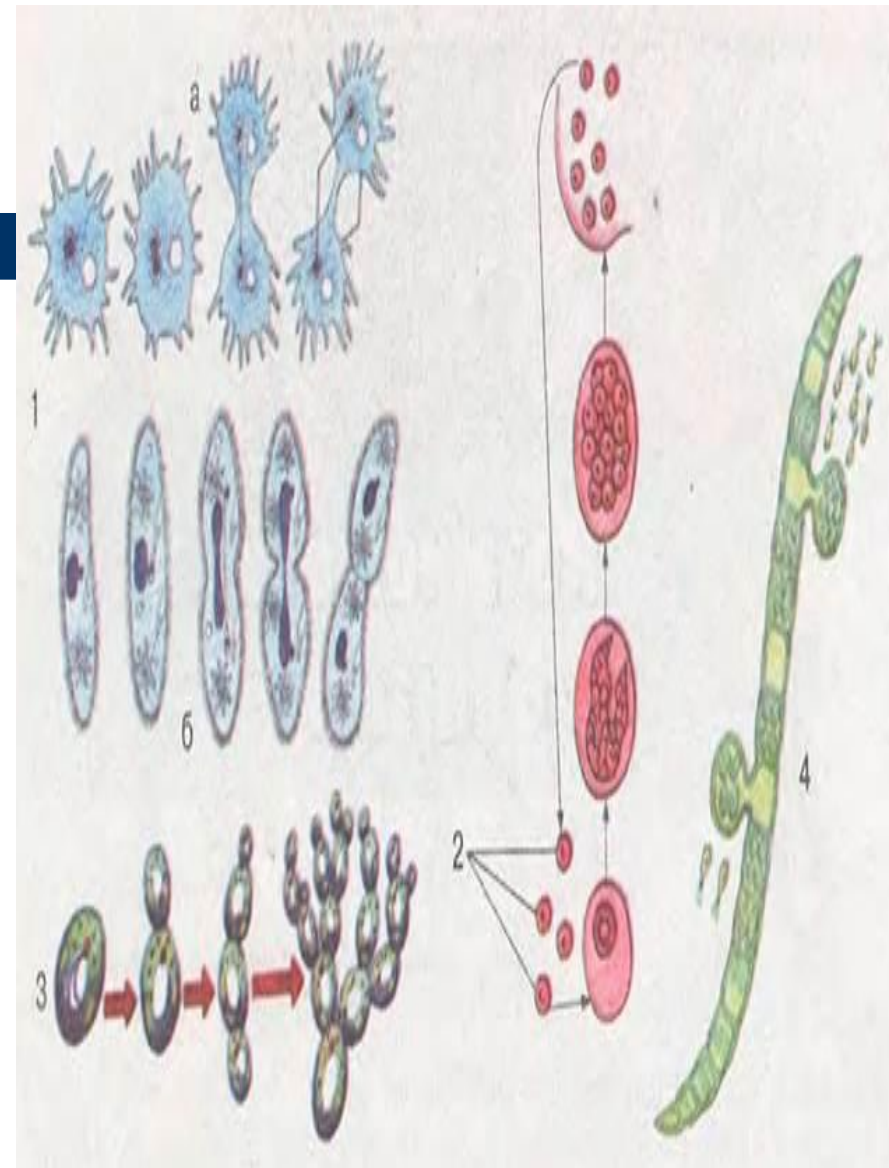
У прокаріотів відсутнє статеве розмноження, проте існує статевий процес, який полягає в обміні між різними організмами генетичною інформацією. Це відбувається під час процесу, що називають бактеріальною **кон'югацією** – обміну ділянками ДНК (плазмідами) через цитоплазматичні місточки між клітинами.



- **Прокаріоти розмножуються** переважно шляхом **простого поділу**, коли клітина доростає до певного розміру, а потім ділиться навпіл. При цьому всередині нуклеобіду. Але цей спосіб не є єдиним. У деяких прокаріотів може відбуватися **брунькування**. У процесі брунькування на поверхні клітини утворюється невелике випинання, яке збільшується, а потім відокремлюється від материнської клітини, утворюючи новий організм. У деяких видів живий вміст материнської клітини поділяється на декілька частин, кожна з яких перетворюється на нову клітину (**множинний поділ**)



- У деяких видів живий вміст материнської клітини поділяється на дві частини, кожна з яких перетворюється на нову клітину (*митозна подія*)
- Несприятливі умови прокаріоти переживають за допомогою **спор** – клітин 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.

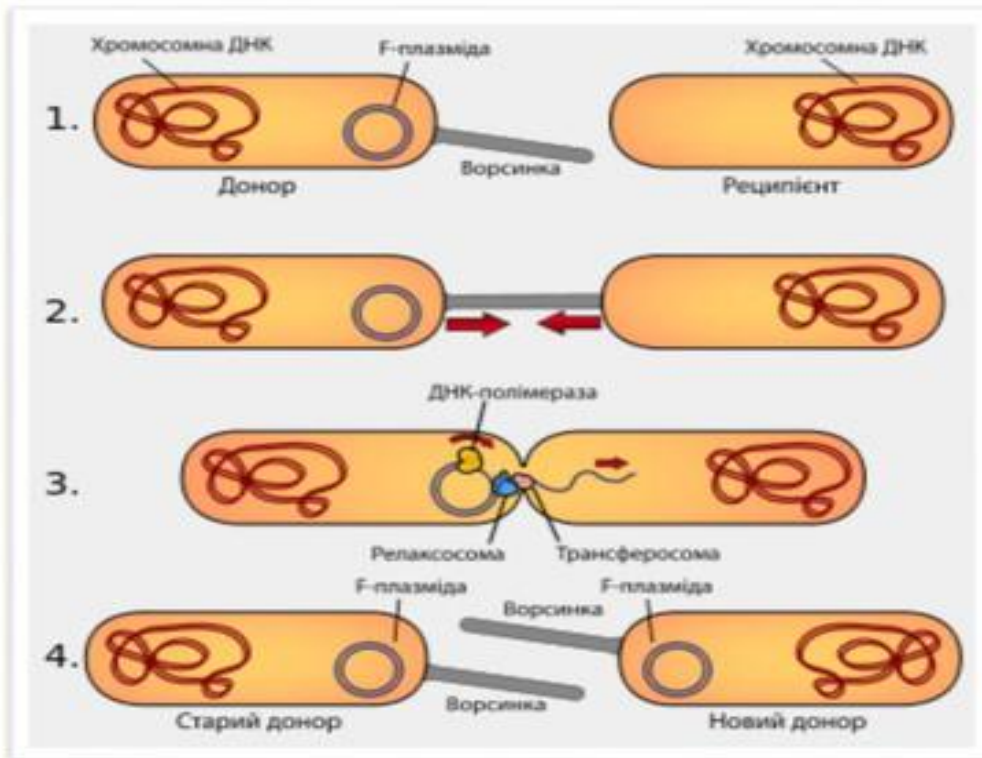




**Статеве розмноження у
прокаріотів відсутнє.**

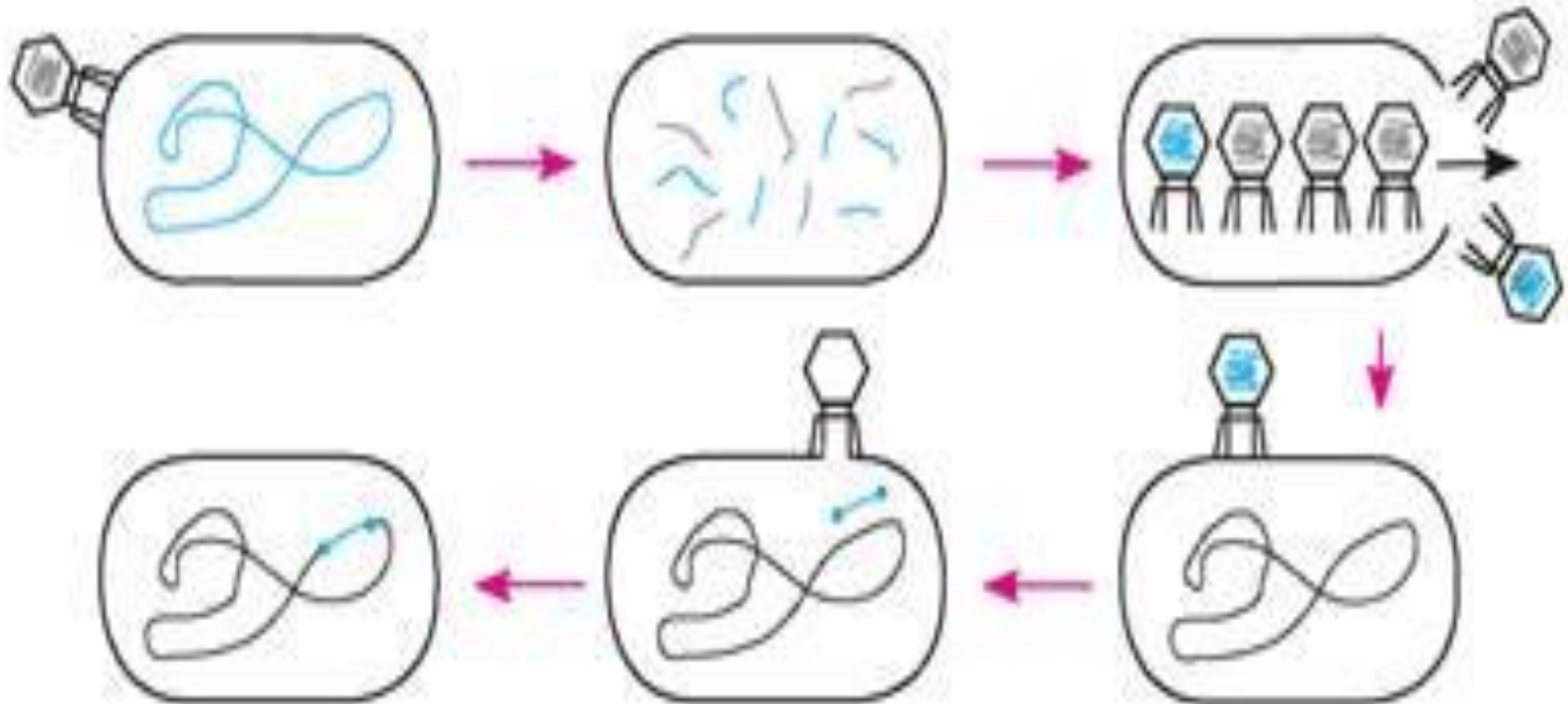
**Але вони можуть обмінюватися
генетичною інформацією іншими
способами**

розмноження



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

- **Трансдукція** – перенос бактеріальних генів з однієї клітини в іншу за допомогою бактеріофага



Способи обміну спадковою інформацією

- **Трансформація** – перенесення ДНК, яка була вилучена з клітини (частіше за все під час руйнування клітини), з одних бактеріальних клітин в інші бактеріальні клітини.

- За відносно незначної різноманітності морфологічної, особливості життєдіяльності прокаріотів тобто зовнішньої, будови прокаріоти мають багато

- Вони можуть здійснювати **процеси:**



бродіння,



азотфіксації,



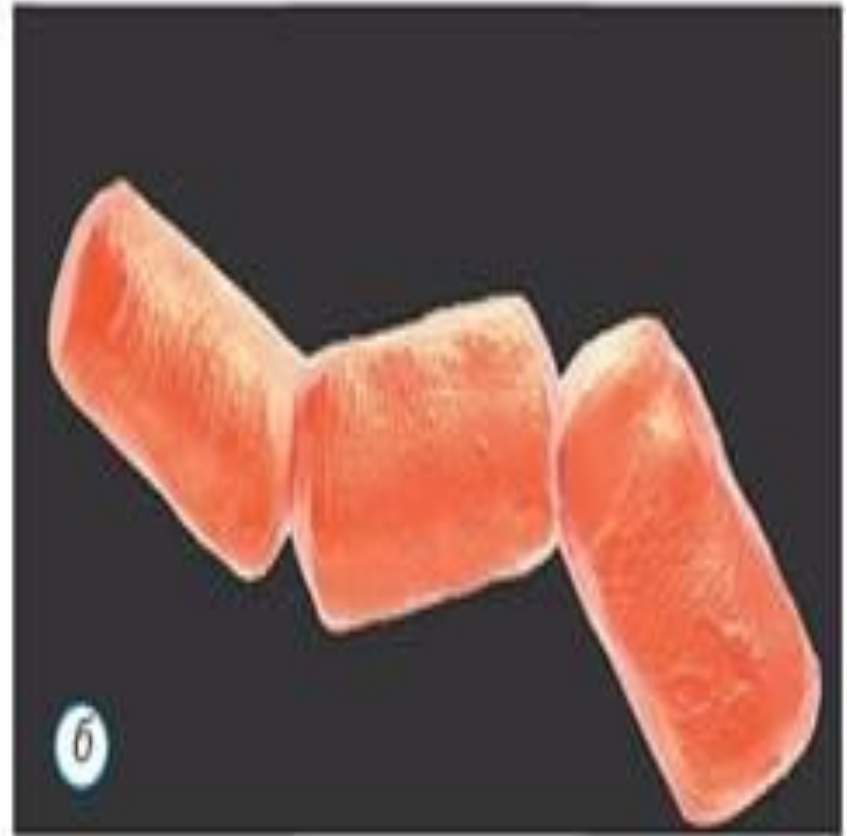
фотосинтезу,



хемосинтез

- Особливості життєдіяльності прокаріотів
- Важливою ознакою прокаріотів є те, що вони належать до осмотрофів.
- **Осмотрофи** — це організми, які отримують потрібні їм речовини з навколишнього середовища через клітинну мембрану, використовуючи явище осмосу, тобто всисають те, що їм потрібно для їхньої життєдіяльності, всією своєю поверхнею

- **Бактерії та Археї**
Прокаріотів поділяють на дві великі групи — *археї та бактерії*



Поділ бактерій на великі систематичні групи дотепер є предметом наукової дискусії. Якщо об'єднання видів до груп рангу відділу не викликають особливих проблем, то загальноприйняте їх об'єднання на рівні царств або субдоменів відсутнє.

Найбільш поширеним з існуючих варіантів є поділ

бактерій на три великі групи:

- *давні бактерії,*
- *терробактерії;*
- *гідробактерії.*

Представниками *давніх бактерій* є *водневі бактерії* (отримують енергію за рахунок окиснення водню) та *термотоги* (бактерії, які живуть у гарячих джерелах).

До *терробактерій* належать *ціанобактерії* та *збудник туберкульозу.*

До *гідробактерій* — *спірохети, хламідії та збудники чуми, холери і сальмонельозу*

Археї вважаються безпосередніми предками еукаріотів. Це дуже давня група організмів, що мешкають часто в умовах екстремального тиску, кислотності, засоленості тощо. Такі умови були поширені на Землі 2–3 млрд років тому

Систематика архей також є ще недостатньо розробленою. Але вчені виділяють серед них дві великі групи — *протеоархеї* та *еуархеї*.

До групи протеоархей належать нещодавно відкриті (2015 року) *локіархеї*.

Їх вважають групою, яка є предковою для еукаріотів. Термін «*локіархеї*» виник завдяки тому, що ці організми були виявлені в зразках води, зібраних біля гідротермального джерела «Замок Локі», розташованого в Атлантичному океані. Виростити ці мікроорганізми в лабораторних умовах не вдалося. Їх наявність була виявлена завдяки проведенню метагеномного аналізу, який визначає наявність

генів різних організмів у досліджуваному зразку

| Ознака | Бактерії | Археї |
|---------------------------|--|---|
| Кількість клітин | Одноклітинні, колоніальні та (інколи) багатоклітинні | Тільки одноклітинні |
| Будова клітинної мембрани | Мембрана завжди двошарова, складається з фосфоліпідів | Мембрана може бути двошаровою або одношаровою, складається з етерів гліцеролу та терпенових сполук |
| Клітинна стінка | Складається з муреїну та специфічних білків, часто має додаткові шари | Складається із псевдомуреїну та специфічних білків |
| Особливості геному | Не містить гістонів | Містить гістоноподібні білки |
| Особливості джгутиків | Порожністі білкові циліндри, ростуть кінчиком; обертання відбувається за рахунок використання протонного градієнту | Суцільні білкові нитки, ростуть основою; обертання відбувається за рахунок використання енергії АТФ |

Поширення бактерій і архей

- Бактерії трапляються в усіх середовищах існування: у воді, у ґрунті, у живих організмах.
- Вони можуть бути в повітрі, бо вони легко переносяться його потоками (особливо у вигляді спор).
- Бактерії живуть в усіх типах водойм — прісних і солоних, гарячих і холодних

Поширення бактерій і архей

- Архей спочатку виявили в зонах екстремального існування: дуже гарячих джерелах (наприклад, гейзерах), надто холодних умовах та у водоймах з дуже солоним, кислим та лужним середовищами. Але наступні дослідження виявили значну кількість архей, які живуть у нормальних умовах.
- Багато представників цих організмів є мешканцями травних трактів тварин (жуйних, термітів, людини).

Автотрофні бактерії та археї є виробниками органічної речовини

Відіграють важливу роль в утворенні ґрунтів

Мутуалістичні бактерії та археї живуть у багатьох організмах

Паразитичні бактерії є збудниками захворювань

Фотосинтезуючі бактерії виробляють кисень

Бактерії



Гетеротрофні бактерії та археї руйнують органічну речовину

Є їжею для багатьох організмів

Фіксують атмосферний азот

Відіграють важливу роль у кругообігу Карбону і Нітрогену

Є єдиним у природі продуцентом метану

Археї



| Взаємодія з людиною | Приклад |
|--|--|
| Використовуються у виробництві харчових продуктів | Кисломолочні продукти, сири, хлібобулочні вироби тощо |
| Є основним виробником продукції в біотехнологічному виробництві | Бактерії, які виробляють ліки (наприклад, інсулін) |
| Є складовою частиною бактеріальних добрив | Азотфіксуючі бактерії, які суттєво підвищують урожайність багатьох рослин |
| Є мутуалістичними симбіонтами кишечника людини | Кишечна паличка |
| Можуть пошкоджувати внаслідок своєї життєдіяльності споруди або механізми | Залізобактерії, які поселяються у водопровідних трубах і можуть перешкоджати руху води |
| Є збудниками багатьох захворювань людини, а також важливих для неї тварин і рослин | Збудники холери, чуми, туберкульозу, бактеріального раку рослин |

| Взаємодія з людиною | Приклад |
|---|---|
| Є частиною мікробіоти кишечника людини | Метаногенні археї товстого кишечника |
| Важливе джерело ферментів, які використовуються в наукових дослідженнях і промисловості | ДНК-полімераза архей, які живуть у гарячих джерелах, використовують для полімеразної ланцюгової реакції |
| Збагачення руд металів під час їх видобування | Архебактерій використовують для видобутку золота, міді й кобальту |
| Виробництво продуктів харчування за високих температур | Ферменти архей використовують у виробництві молока з низьким вмістом лактози, яке відбувається за високої температури |