

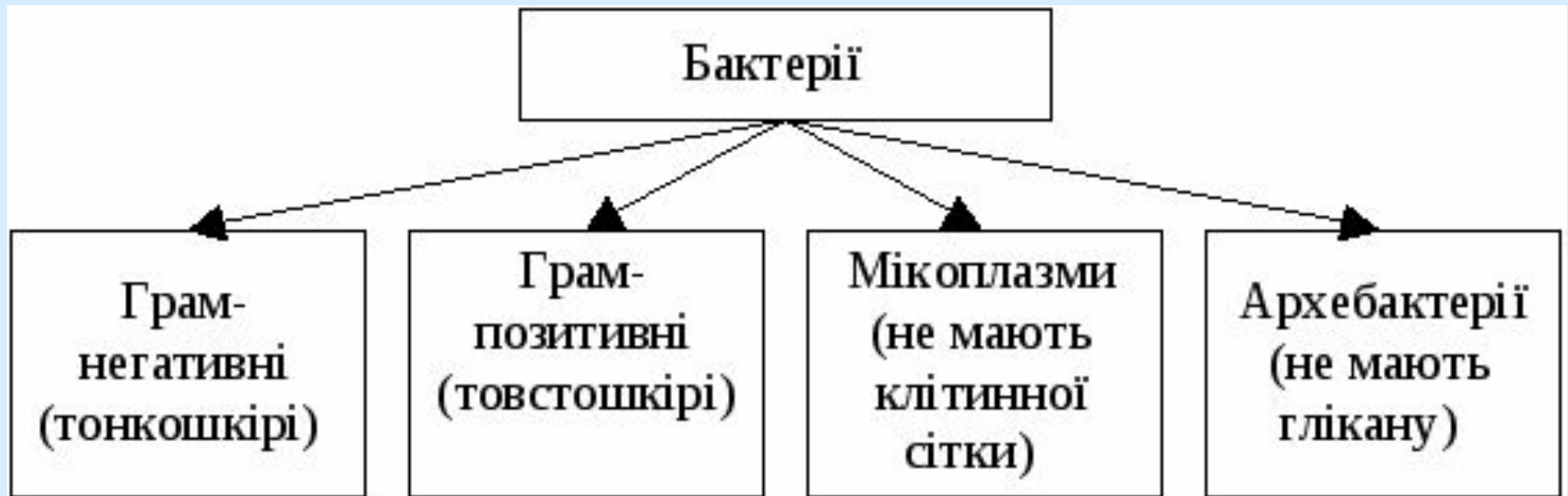
Лекція № 2

Морфологія, будова та хімічний склад бактеріальної клітини

Згідно з новою номенклатурою бактерій виділено такі міжнародні класифікаційні категорії: відділ → клас → порядок → родина → рід → вид.

Загальновизнаною та найбільш поширеною є класифікація бактерій Д. Берджі. Згідно з визначником, виданим у 1993 р., бактерії (12 груп) поділяють за будовою клітинної стінки та забарвленням за Грамом на такі відділи : Gracilicutes - тонкошкірі (грамнегативні); Firmicutes - товстошкірі (грампозитивні), Tenericutes - не мають клітинної стінки (мікоплазми), Mendosicutes - архебактерії (непатогенні).

Схема 1



Група 1. Спірохети.

Група 2. Аеробні рухомі спіралеподібні чи зігнуті грамнегативні бактерії.

Група 3. Нерухомі аеробні грамнегативні зігнуті бактерії.

Група 4. Аеробні грамнегативні палички і коки.

Група 5. Факультативно-анаеробні грамнегативні палички.

Група 6. Анаеробні грамнегативні прямі, зігнуті чи спіральні палички.

Група 7. Сірковідновлюючі або сульфатредуючі бактерії.

Група 8. Анаеробні грамнегативні коки.

Група 9. Рикетсії і хламідії.

Група 10. Мікоплазми.

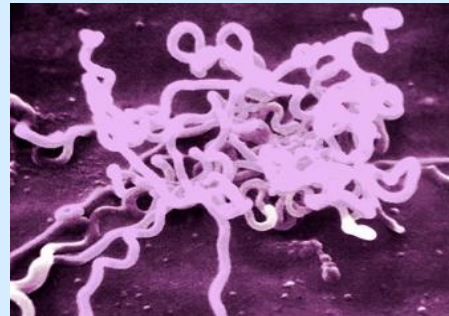
Група 11. Ендосимбіонти.

Група 12. Грампозитивні коки.

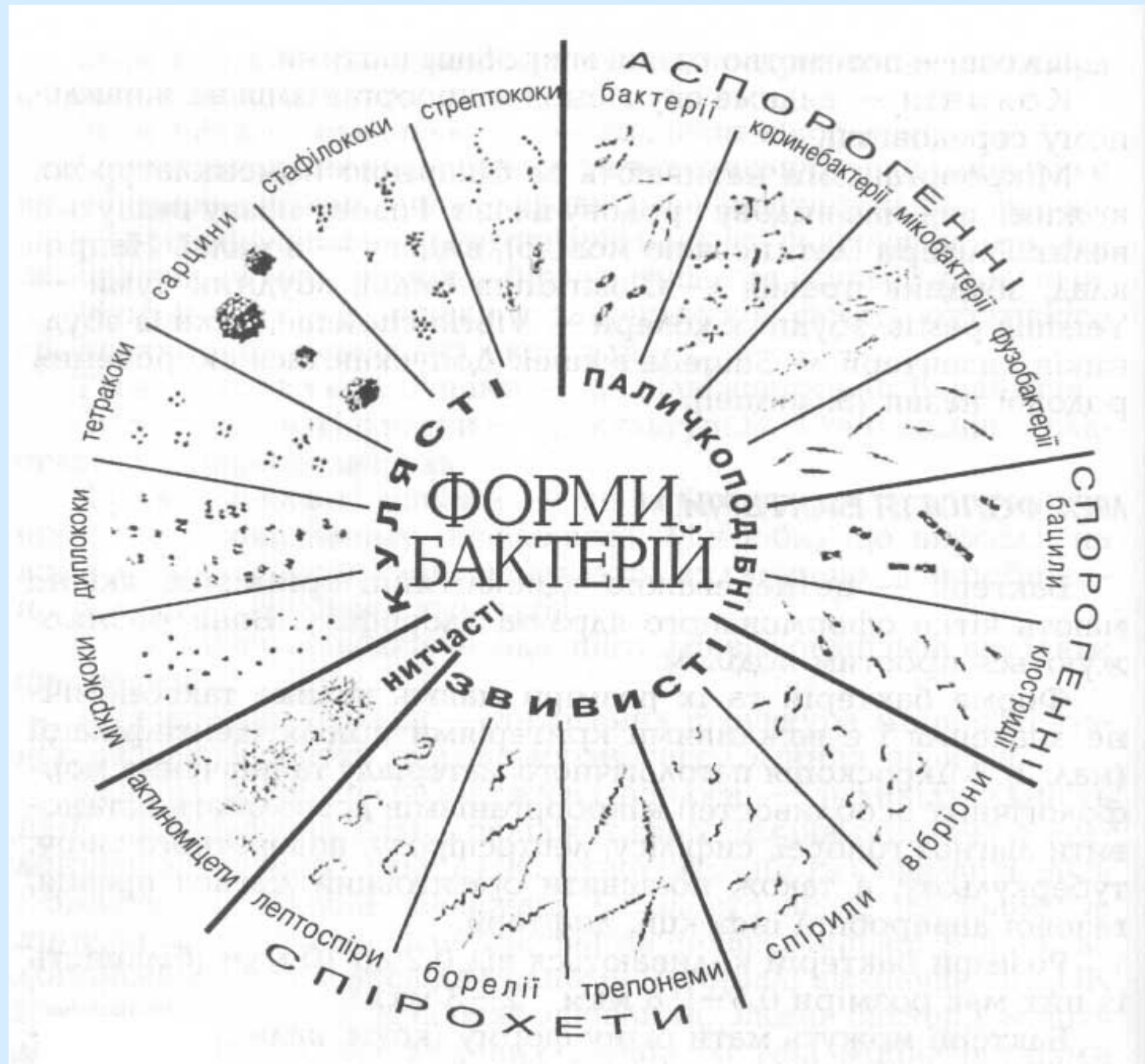
Форма бактерій та їх розміри мають велике таксономічне значення і є важливими критеріями при їх ідентифікації.

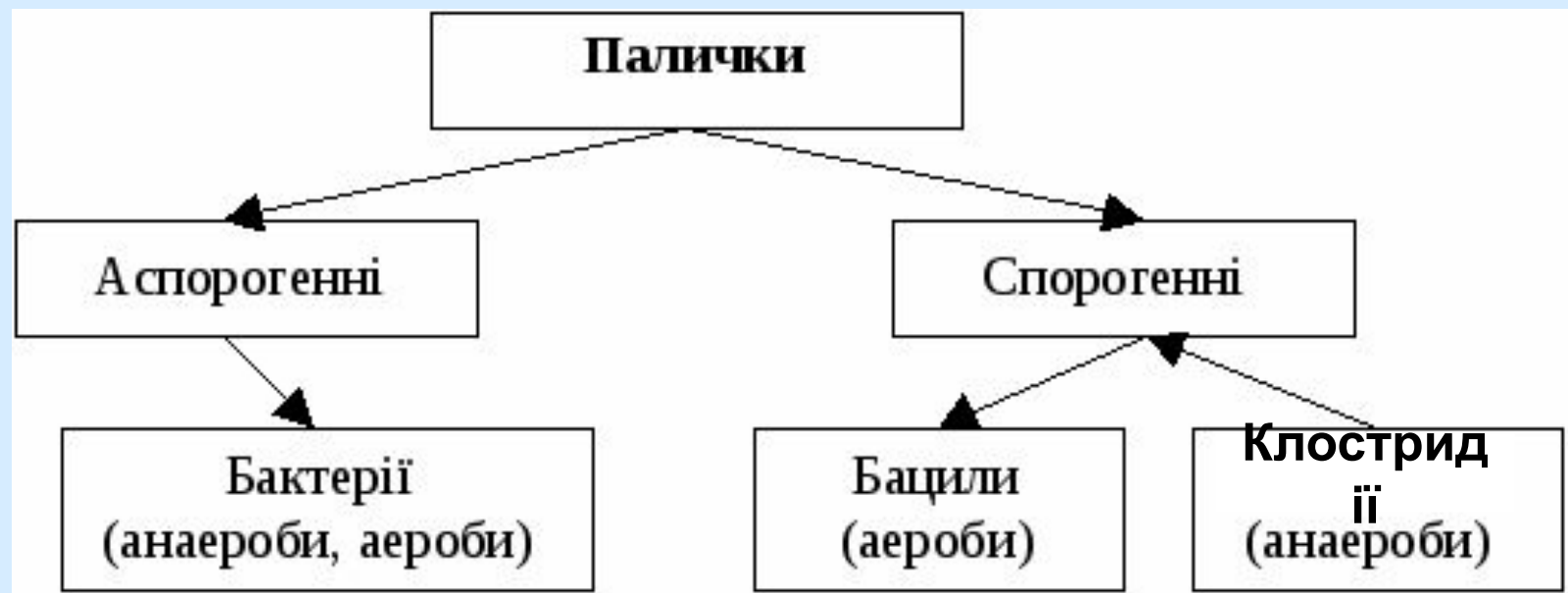
Розміри бактерій коливаються від 0,2 до 10 мкм (більшість із них має розміри 0,5 - 0,8 мкм 2 - 3 мкм).

Бактерії можуть мати різну форму (коки, палички, звивисті, ниткоподібні, трикутні, зіркоподібні, кільцеподібні та ін.).

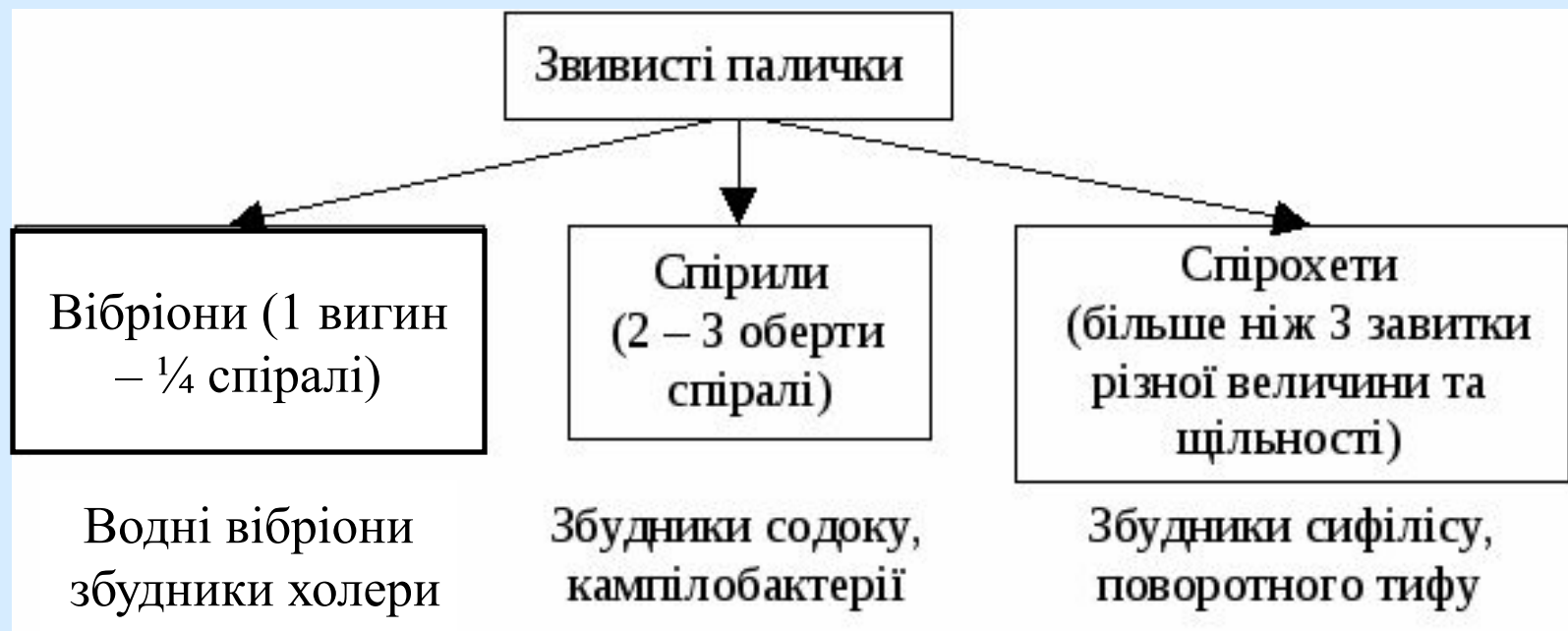


Форма бактерій

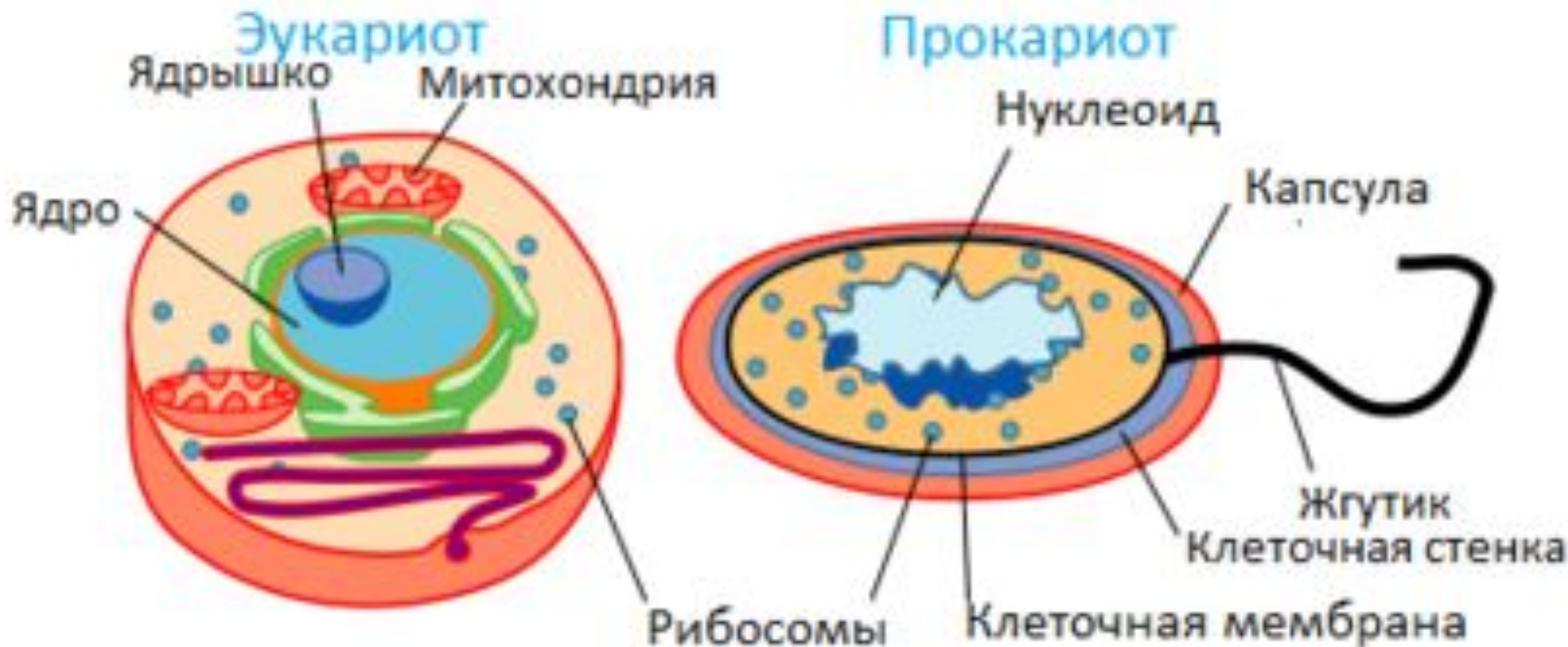




Звивисті бактерії відрізняються кількістю завитків

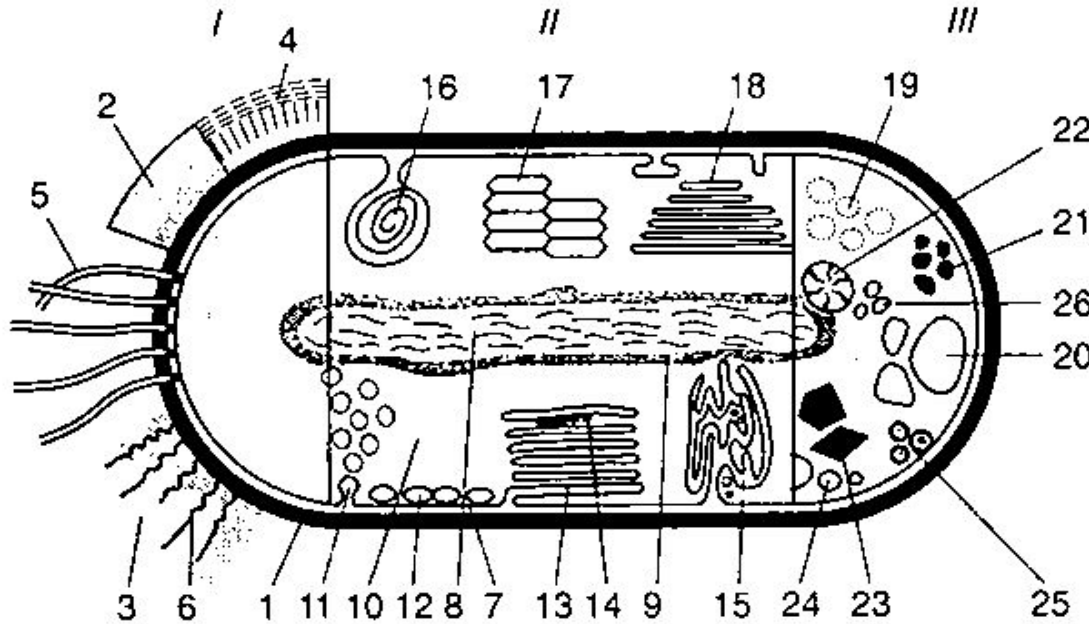


Основні відмінності між прокаріотичною та еукаріотичною клітиною



БУДОВА БАКТЕРІАЛЬНОЇ КЛІТИНИ

Бактерії - прокаріоти, тому їх структура відрізняється від структури клітин рослин і тварин (еукаріотів). Бактерії не мають ядерної оболонки, мітохондрій та апарату Гольджі. Вони мають клітинну стінку, яка є лише в прокаріотів. У бактеріальній клітині розрізняють такі основні частини: **поверхневі** структури, цитоплазматичні клітинні структури та запасні речовини. Деякі бактерії утворюють спори, містять включення



Комбіноване схематичне зображення прокаріотичної клітини (за Г. Шлегелем, 1972)

I - поверхневі структури:
1-оболонка клітини, 2-капсула, 3-слизові виділення, 4-слизовий чохоп, 5-джгутики, 6-війки

II – цитоплазматичні клітинні структури: 7-цитоплазматична мембрана, 8-нуклеоїд, 9-рибосоми, 10-цитоплазма, 11-хроматофори, 12-хлоросоми, 13-пластинчасті тилакоїди, 14-фікобілісоми, 15-трубчасті тилакоїди, 16-мезосома, 17-аеросома, 18-ламелярні структури

III – запасні речовини: 19-полісахаридні гранули, 20-гранули полі-β-оксимасляної кислоти, 21-гранули поліфосфату, 22-гранули ціанофіцину, 23-карбоксисоми, 24-включення сірки, 25-крапельки жиру, 26-гранули вуглеводів

Клітинна оболонка складається з клітинної стінки і цитоплазматичної мембрани.

Забарвлення залежить від будови клітинної стінки, яка складається з двох шарів: внутрішнього (ригідного) та поверхневого (пластичного). У грампозитивних мікроорганізмів більш виражений ригідний шар, у грамнегативних мікроорганізмів виражені пластичний і ригідний шари. Патогенних мікроорганізмів більше серед грамнегативних.

Поверхнева мембрана містить білки, які є рецепторами для фагів і коліцинів. Ці білки зумовлюють адгезію **мікробів** (здатність прикріплюватися до клітини макроорганізму).

Грампозитивні мікроорганізми

Забарвлюються у фіолетовий колір

Клітинна стінка товща, простіша за структурою

Вміст пептидоглікану значний (ДО 90 %)

Чутливі до йоду, лізоциму, пеніциліну (пептидоглікан є мішенню)

Більшість бактерій утворюють екзотоксини. Не містять ЛПС

Грамнегативні мікроорганізми

Забарвлюються в червоний колір

Клітинна стінка тонша, складніша за структурою

Вміст пептидоглікану незначний (5 - 10 %)

Малочутливі до йоду, пеніциліну, лізоциму

Клітинна стінка містить ЛПС (ендотоксин)

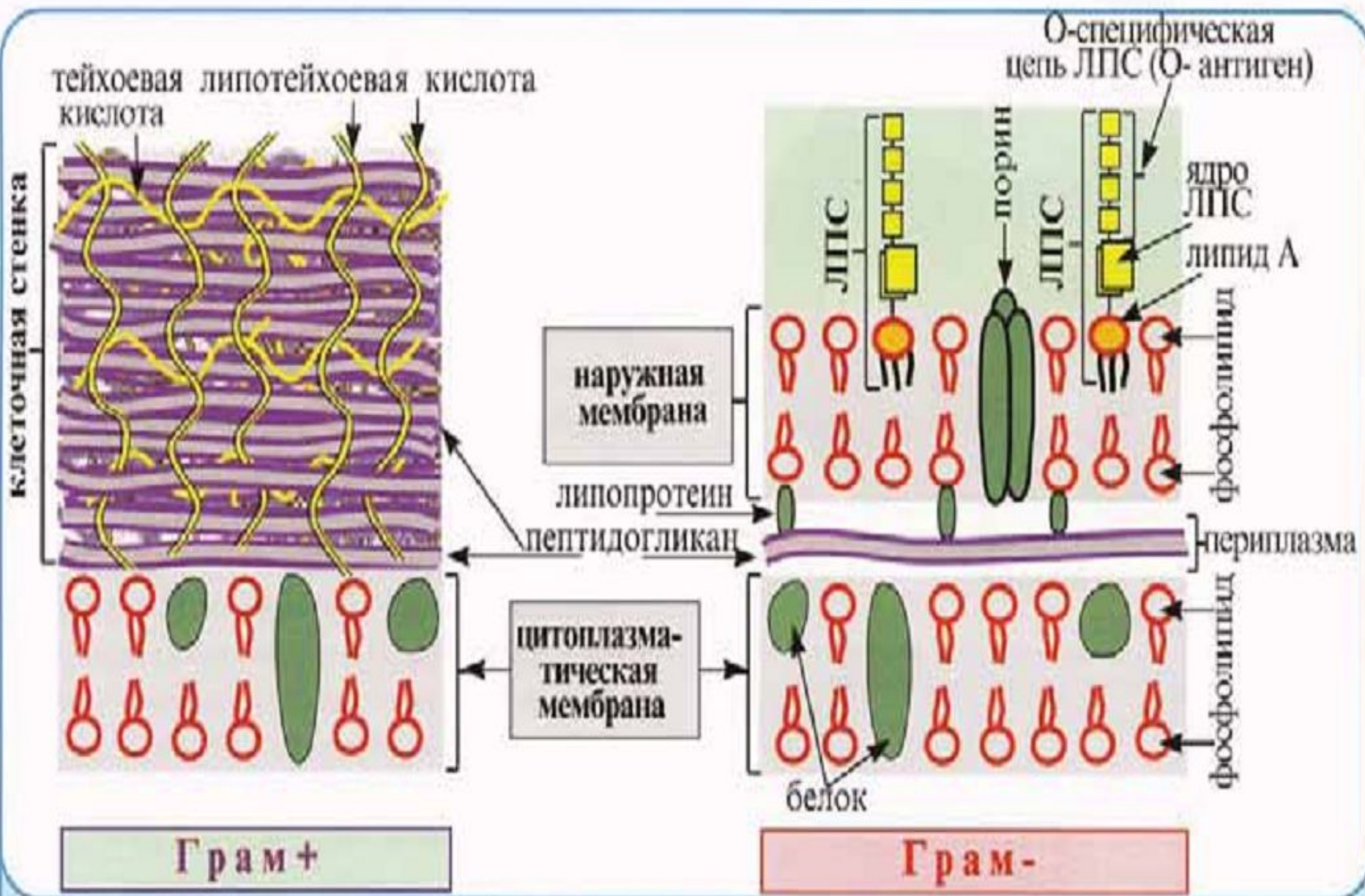
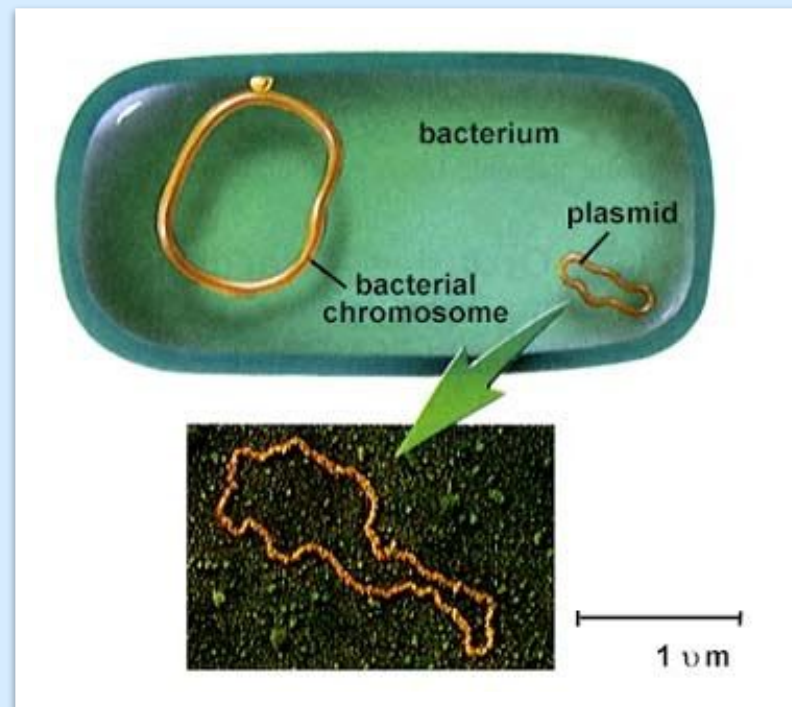
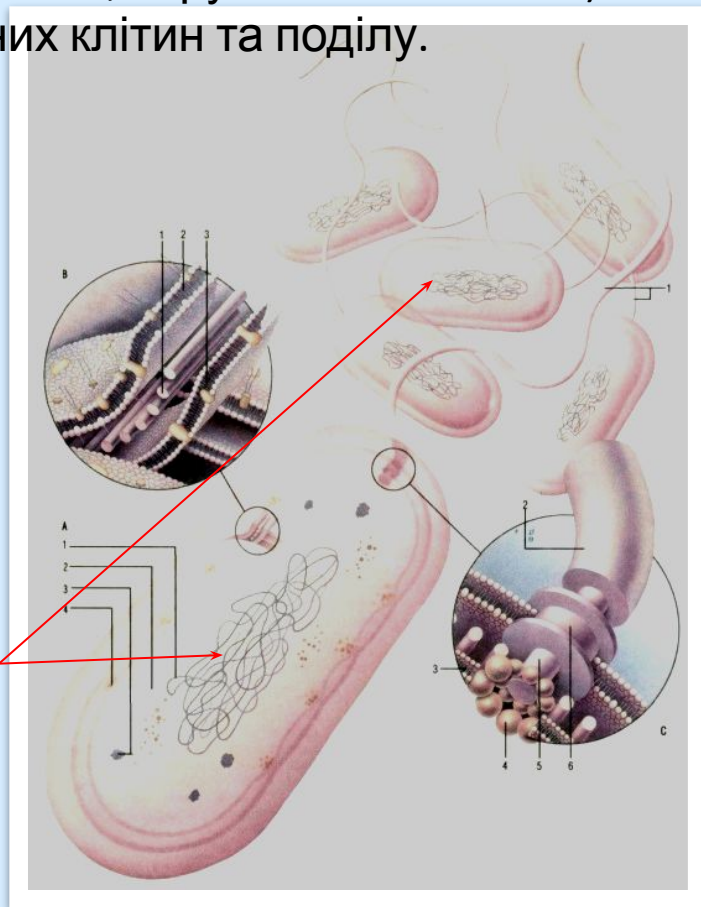


Рис. 3.5. Схема строения оболочек грамположительных и грамотрицательных бактерий

Цитоплазма - складна колоїдна система, яка містить нуклеоїд, плазмід, рибосоми та різні включення.

Нуклеоїд - (хромосома, генофор) є еквівалентом ядра еукаріот, але не має ядерної мембрани. Нуклеоїд являє собою ДНК, замкнуту в кільце.

Плазмід - додаткова кільцева молекула ДНК. Нині їх розглядають як найпростіші організми, які не мають системи синтезу білка та енергії. Вони паразитують на бактеріях, наділяючи їх певними властивостями (стійкість до антибіотиків, вірулентність та ін.). Плазмід передаються під час кон'югації мікробних клітин та поділу.



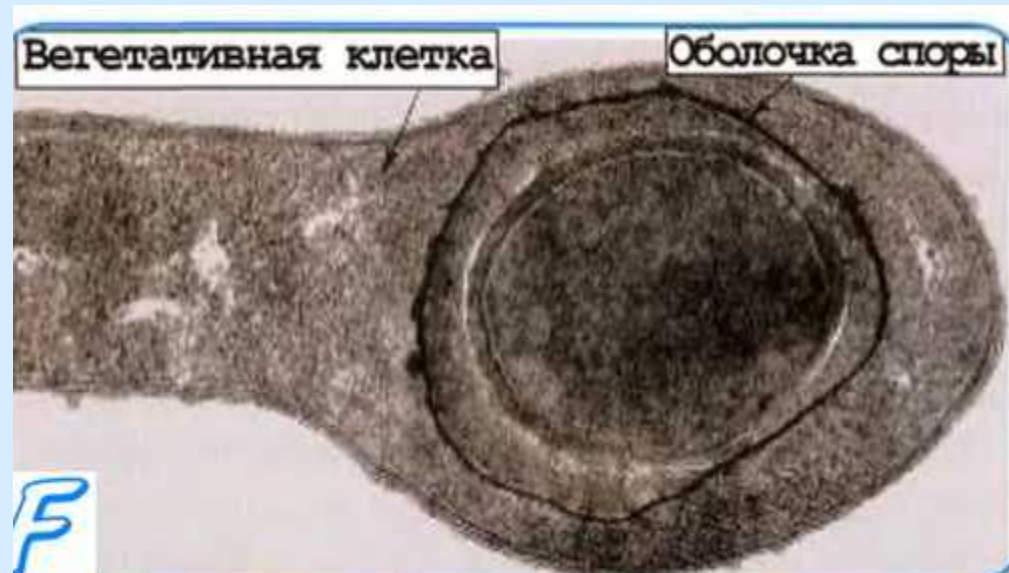
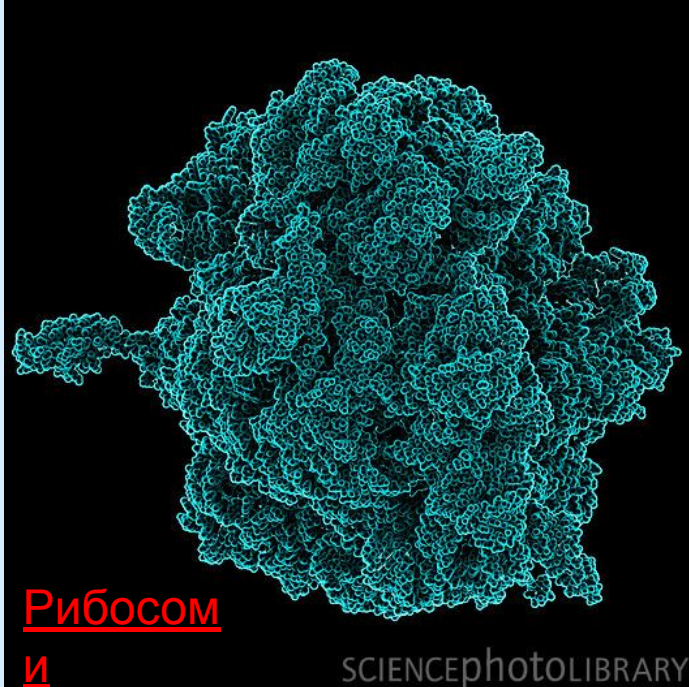
Плазмід

Нуклеоїд

Рибосоми. На рибосомах відбувається синтез білка. Вони складаються із субодиниць 50S і 30S, які об'єднуються в рибосому 70S. Бактеріостатичні антибіотики (левоміцетин, тетрациклін, стрептоміцин) пригнічують синтез білка тільки на рибосомі 70S і не порушують його синтез на рибосомах людей і тварин (80S).

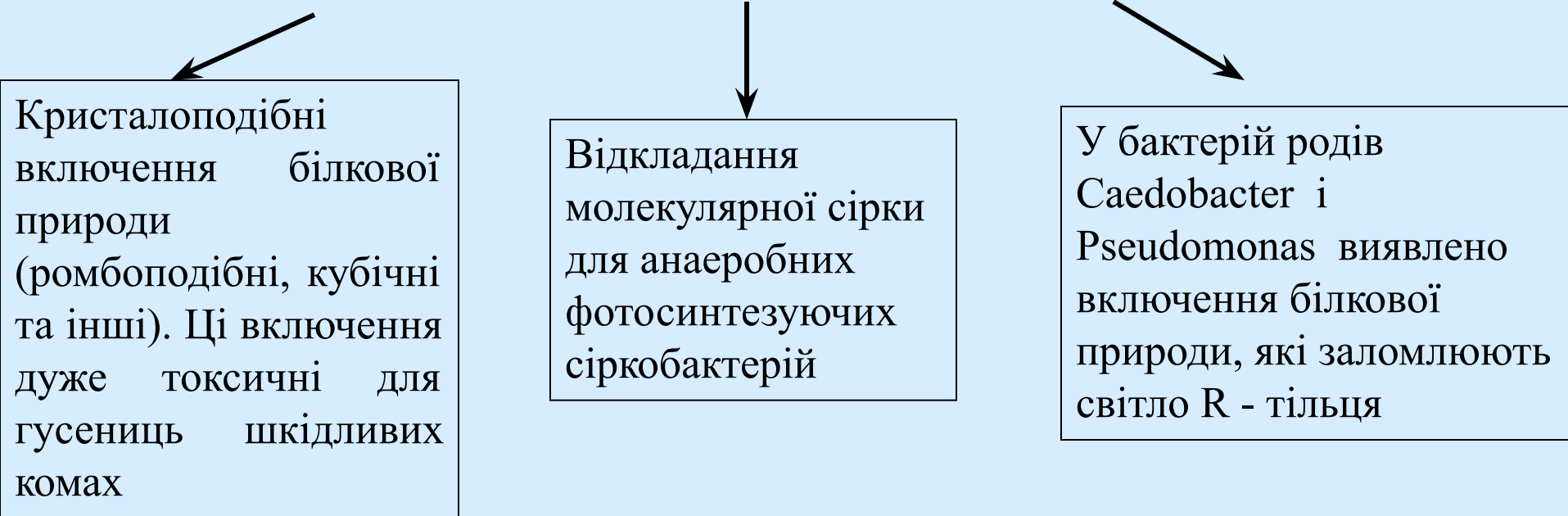
Запасні речовини. До них відносять крохмаль, глікоген і гранульозу, у грибів роду *Candida* - тригліцериди, у мікобактерій та нокардій - воски. Вони мають діагностичне значення (волютин - у коринебактерій).

Спора - стійка форма бактерій. Зустрічається переважно в паличкоподібних мікроорганізмів, дуже рідко - у коків і звивистих бактерій



Включення – запасні поживні речовини

- **Полісахариди** (глікоген, крохмаль, гранульоза);
- **Ліпіди** (гранули, крапельки жиру);
- **Поліфосфати** (волютин) – дуже поширена запасна поживна речовина, нагромаджується в оцтовокислих, молочнокислих, азотфіксуючих видах бактерій;
- **Ціанофіцинові запасні поживні речовини** (поліпептиди) містять у своєму складі аспарагінову кислоту і аргінін;
- **Включення** як продукти внутрішньоклітинного метаболізму



За коефіцієнтом седиментації бактеріальні рибосоми подібні до рибосом мітохондрій еукаріотичних клітин

Внутрішньоплазматичні включення

В цитоплазмі прокаріотів містяться включення, що оточені білковою мембраною і функціонують як структури.

хлоросоми

- процес фотосинтезу зелених бактерій (бактеріохлорофіл)

фікобілісоми

- процес фотосинтезу (ціанобактерій); містять водорозчинний пігмент - фікобіліпротеїн

карбоксисоми

- містять фермент-рибулозодифосфаткарбоксилазу, який бере участь у процесі фіксації CO_2 (фототрофні, хемолітотрофні еубактерії)

магнітосоми

- виявлені у клітинах бактерій, яким притаманний хемотаксис, тобто здатність плавати вздовж ліній магнітного поля

аеросоми (газові вакуолі)

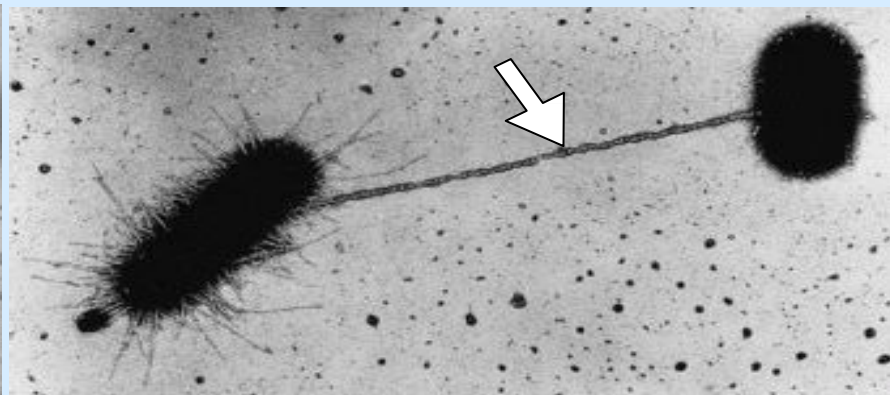
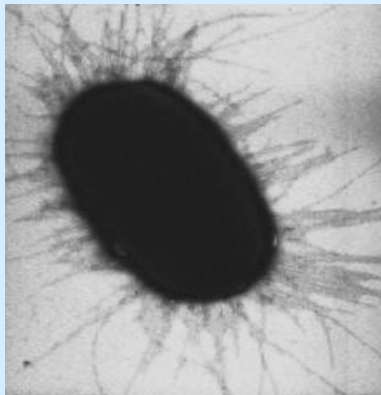
- виявлені у 15 таксономічних груп (клостридії, ціанобактерії). Пухирці агросом заповнені газом подібним до газу докілья; виконують функцію регуляторів плавучості цих організмів

Позаклітинні структури клітини

Пілі (фімбрії, пілії, пілюси) - нерухомі стержневидні або трубчасті білкові тяжі, розташовані на поверхні бактеріальної клітини.

Залежно від будови і функції, пілі поділяють на чотири типи:

- **шиловидні пілі** - забезпечують адгезію до живильного субстрату та механічний захист клітини (*Staphylococcus*);
- **екскреторні пілі** - забезпечують виділення різних молекул з клітини (*Salmonella*);
- **фертильні пілі (F-пілі)** - використовуються для перенесення генетичної інформації між клітинами (*Escherichia*).
- **рушійні пілі (пілі IV типу)** - шляхом подовження й укорочення викликають рух клітини у ряду бактерій (*Pseudomonas*);



Джгутиковий апарат клітини прокаріотів

Джгутики - ниткоподібні структури, призначені для переміщення одноклітинних і колоніальних (іноді - навіть багатоклітинних) організмів в водному середовищі. І бактерії, і археї, і еукаріоти здатні до утворення джгутиків. Однак будова й принципи функціонування джгутиків в трьох доменах органічного світу настільки різні, що доцільно говорити про три різних органели.

В даний час відомо близько десяти способів руху прокаріотів, що об'єднуються в чотири групи:

I. Рух за допомогою джгутиків

- рух за допомогою бактеріальних джгутиків;
- рух за допомогою джгутиків архей;

II. Гвинтоподібний рух

- рух за допомогою ендофлагел;

III. Твітчінг (S-рух, стрибкоподібний рух)

- рух за допомогою пілей IV типу;

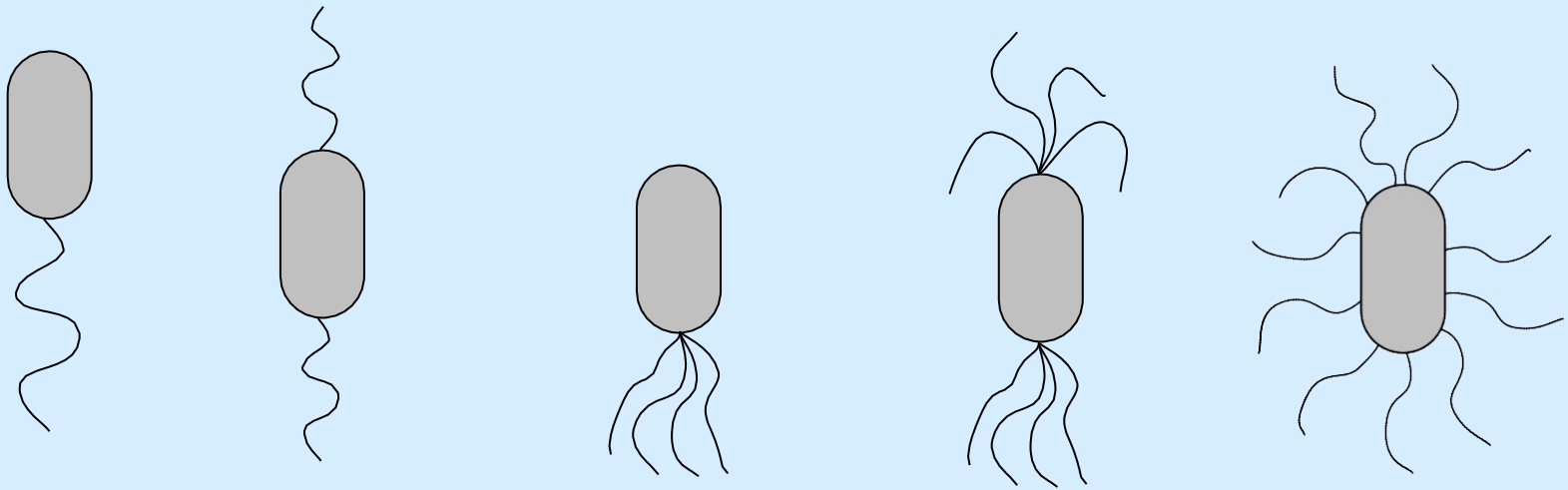
IV. Глайдінг (А-рух, ковзання)

- рух за допомогою взаємного ковзання мембран («модель гусениці трактора»);
- рух за допомогою глобулярних білків мембрани;
- «модель стони»;
- «модель хробака»;
- рух за допомогою фібрилярних білків клітинної стінки;
- рух за допомогою екскреції.

Бактеріальні джгутики - закріплені в покривах клітини ниткоподібні органели, що обертаються навколо власної осі. Він забезпечує переміщення клітини в рідкому середовищі, виконуючи функцію гребного гвинта. При активному русі клітини бактеріальний джгутик завжди спрямований назад.

- **монотріх:** джгутик один, розташований на полюсі клітини (наприклад, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Caulobacterium*);
- **амфітріх:** джгутиків два, вони розташовані на двох полюсах клітини (*Nitrospira*, *Magnetobacterium*);
- **лофотріх:** джгутиків багато, вони зібрані в пучок на одному з полюсів клітини (*Aquifex*, *Chromatium*);
- **білофотріх (= паратріх):** джгутиків багато, вони зібрані в два пучка на двох полюсах клітини (*Helicobacter*, *Rhodospirillum*);
- **перітріх:** джгутиків багато, вони розташовані рівномірно по всій по- поверхні клітини (*Proteus*, *Escherichia*, *Salmonella*).

Виділяють такі типи розташування джгутиків на поверхні бактеріальної клітини:



монотрих амфитрих лототрих билофотрих перитрих



Розмноження прокаріотів

Розмноження - це збільшення числа особин в результаті регулярного або спонтанного відділення від материнської особини однієї і більше дочірніх особин. У всіх без винятку випадках розмноження прокаріотів є **поділ клітин**.

Цей поділ може бути реалізовано кількома способами:

I. Бінарний розподіл - розподіл, в результаті якого з однієї клітини утворюється дві.

Виділяють такі різновиди бінарного розподілу:

. Рівний бінарний поділ - материнська клітина розділяється на дві дочірні клітини, однакові за будовою і властивостями:

- бінарне септіровання (= поділ перегородкою) - поділ материнської клітини за допомогою перегородки, яка утворюється de novo і зростає від периферії до центру клітини, не задіюючи зовнішній покрив (характерно для *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Methanobrevibacter*);

- бінарна констрикція (= поділ перетяжкою) - поділ материнської клітини за допомогою кільцеподібної перетяжки, яка стискає клітинний покрив; при цьому розділова перегородка формується зі старої клітинної стінки (*Escherichia*, *Salmonella*, *Chlamydia*);

- бінарна вівіпарія (= «живородіння») - поділ протопласту материнської клітини під інтактною клітинною стінкою, яка після поділу лопається; обидві дочірні клітини утворюють свої стеки de novo (*Epulopiscium*).

Б. Брунькування - материнська клітина відокремлює одну дочірню клітину (бруньку), при цьому не припиняючи свого існування:

- **просте брунькування** - дочірня клітина відокремлюється від материнської за допомогою перегородки (*Corynebacterium*);

- **стебельчате брунькування** - дочірня клітина утворюється на кінці стебельчатого відгалуження, і відділяється від материнської за допомогою перетяжки (*Planctomyces*, *Hyphomicrobium*).

II. Множинний поділ - поділ, в результаті якого з однієї материнської клітини утворюється більш ніж дві дочірні клітини.

A. Рівний політомічний розподіл - все дочірні клітини однакові за будовою і властивостями:

- **множинне септіровання** - поділ материнської клітини за допомогою послідовного ланцюжка перегородок на безліч дочірніх клітин (*Streptomyces*);

- **повна множинна вівіпарія** - поділ протопласта материнської клітини на безліч дочірніх клітин під інтактною клітинною стінкою, яка після поділу лопається (*Stanieria*, *Pleurocapsa*);

- **неповна множинна вівіпарія** - частковий розпад протопласту материнської клітини на дочірні клітини; решта протопласту материнської клітини виживає і відновлюється до вихідних розмірів (*Chamaesiphon*, *Dermocarpella*);

Б. Множинне брунькування - материнська клітина виділяє кілька бруньок:

- **стебельцеве множинне брунькування** - дочірні клітини утворюються на кінцях стебельців - **простеків** (*Pedomicrobium*).

Напрямки розподілу клітини прокаріотів

Розподіл в одній площині: все послідовні акти поділу відбуваються в одній площині, дочірні клітини при цьому вистраїваються вздовж умовної осі X. У результаті утворюється простий нерозгалужений ланцюжок клітин - **стрептококк, стрептобацілла**.

- **Розподіл в одній площині з розгалуженням:** поділ відбувається в одній площині, приводячи до утворення ланцюжка, проте іноді напрямок поділу змінюється на перпендикулярний (деякі клітини вишиковуються уздовж осі Y), в результаті чого на ланцюжку утворюється відгалуження. Результатом такого поділу є **розгалужені трихоми глеотріхія-типу**.

Розподіл в двох площинах: поділ відбувається в двох взаємноперпендикулярних площинах (уздовж осей X і Y). Клітини, що утворилися в результаті першого поділу, діляться в напрямі, перпендикулярному тому, в якому ділилася їх материнська клітина. Якщо все клітини колонії діляться одночасно, утворюється **тетракокк**, а потім - квадратна колонія **мерісморедія-типу**. Якщо синхронність поділів порушується, утворюються плоскі колонії неправильні форми (**Holopedia**).

- **Розподіл в трьох площинах:** поділ відбувається по черзі в трьох взаємноперпендикулярних площинах (відповідно, вздовж осей X, Y і Z).

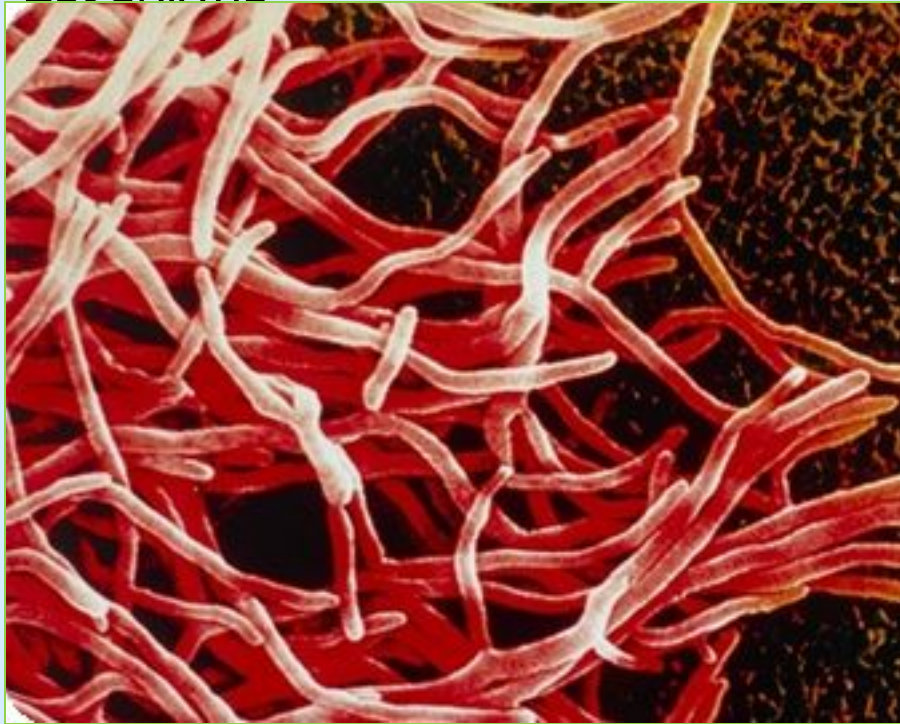
Представники деяких груп бактерій відрізняються будовою від бактеріальної клітини, умовами існування, дією на макроорганізм та іншими ознаками

Спірохети - це спіральнорухливі бактерії, що мають розміри 0,1-3 мкм 5-25 мкм (до 500 мкм). Не утворюють спор та капсул. Тіло спірохет являє собою спіралеподібний цитоплазматичний циліндр, оточений клітинною стінкою, що складається переважно з пептидоглікану.

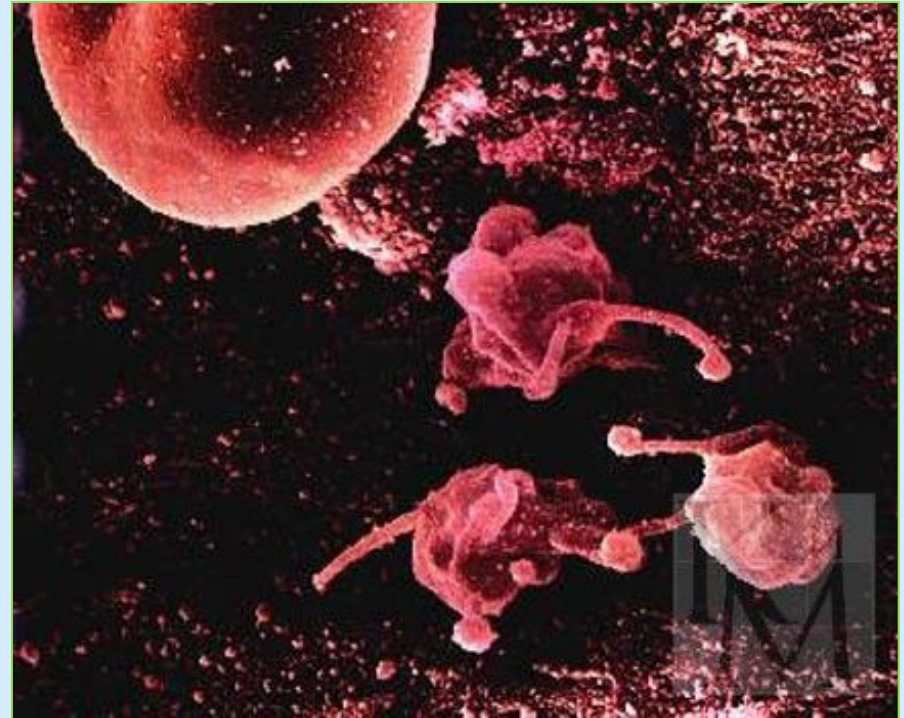


Актиноміцети займають проміжне місце між грибами та бактеріями. Вони мають розгалужений міцелій, який може розпадатись, утворюючи паличкоподібні форми.

Мікоплазми не мають клітинної стінки, їх оболонка утворена тришаровою мембраною. Це найдрібніші (0,5 мкм) організми, що здатні до автономного розмноження. Вони нерухливі, поліморфні (кокоподібні, яйцеподібні, ниткоподібні). Мікоплазми - паразити мембран клітин еукаріотів

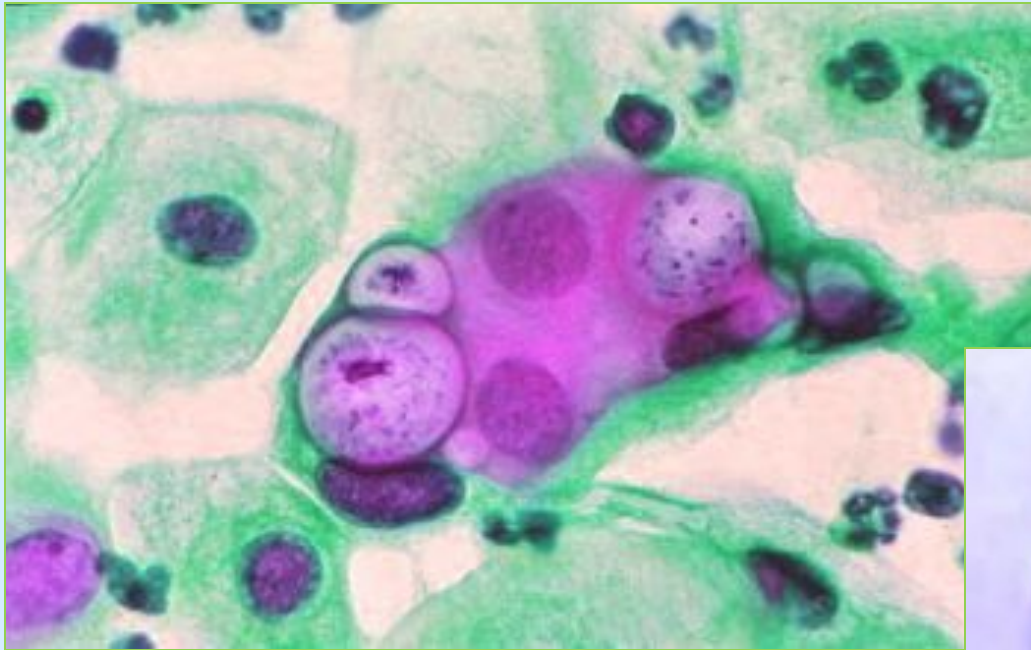


Актиноміце
ти



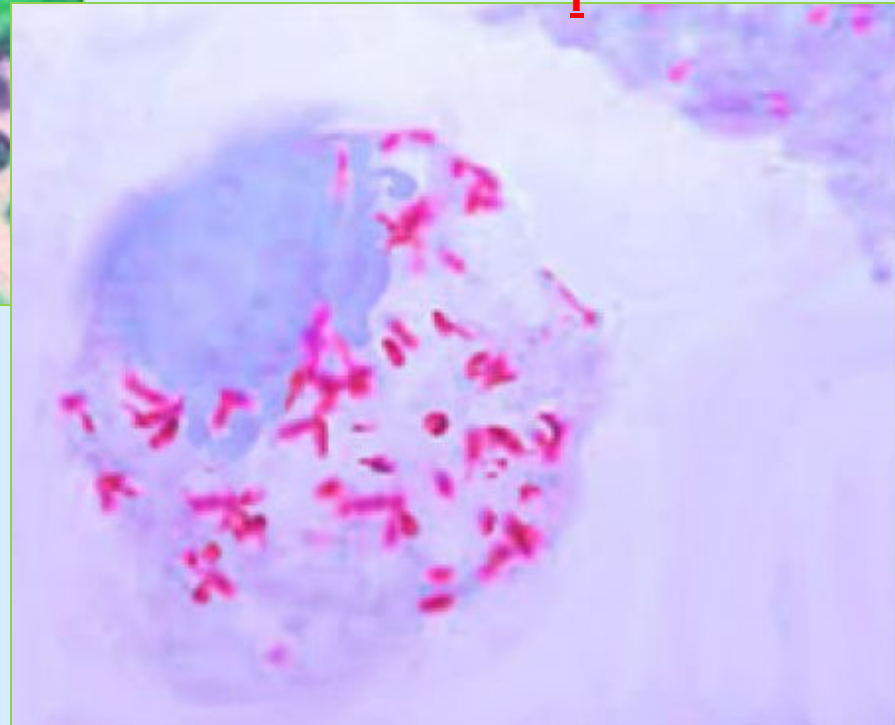
Мікоплазм
и

Хламідії та рикетсії за формою та будовою клітини подібні до бактерій. Вони чутливі до антибіотиків. Це внутрішньоклітинні паразити. Вони не ростуть на штучних поживних середовищах.



Хламід
ії

Рикетсі
ї



Гриби

Тіло грибів (міцелій) складається з безбарвних одноклітинних або багатоклітинних ниток, або гіф. За формою розрізняють нитчасті (пліснява) та овальні (дріжджі, дріжджеподібні) гриби. За способом розмноження є досконалі та недосконалі гриби. Серед них є і патогенні і корисні



Дріжджі



Пліснява

Найпростіші - одноклітинні мікроорганізми тваринного походження. У несприятливих умовах деякі з них утворюють цисти (амеби й інфузорії). Вегетативна форма нестійка (це треба враховувати під час забору патологічного матеріалу - багаторазово досліджують свіжі випорожнення). Багато найпростіших рухливі, мають джгутики або війки. До патогенних відносять такі:

Саркодові і джгутиконосці: амеби - збудники амебіозу (амебної дизентерії), лямблії - збудники лямбліозу, лейшманії - збудники шкірного та вісцерального лейшманіозу, трипаносоми - збудники сонної хвороби, трихомонади (ротові, кишкові і піхвові; піхвова - збудник трихомонозу) та ін.;

інфузорії - кишкові балантидії (збудники балантидіазу);

Споровики: малярійні плазмодії - збудники малярії, токсоплазми - збудники токсоплазмозу



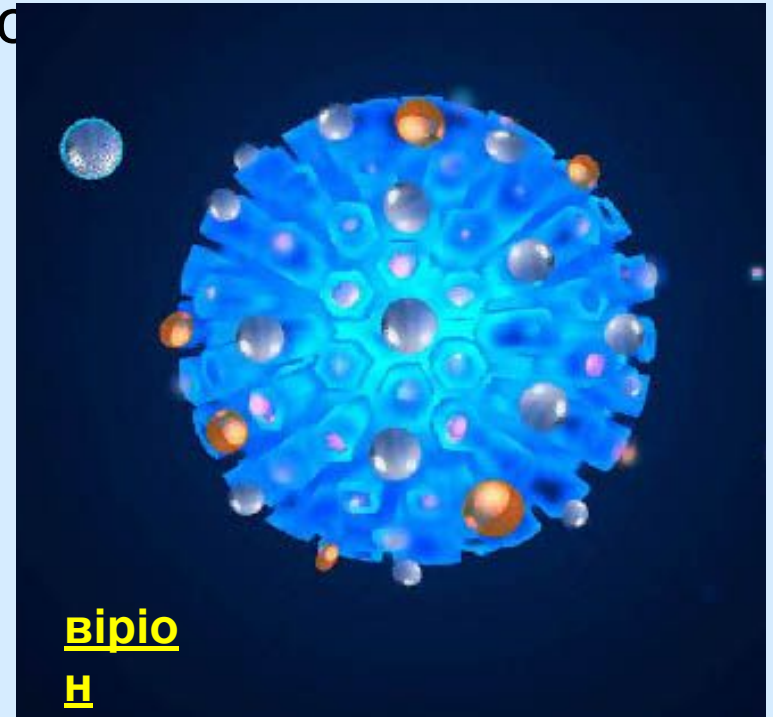
Дякую за увагу!

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІРУСІВ та ПРИОНІВ

Віруси - це внутрішньоклітинні паразити, що не мають клітинної будови та систем, які синтезують білок та енергію. Вони мають власний геном, який складається з однієї нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК). Розміри - від 15 до 400 нм. Вивчають віруси під електронним мікроскопом. Позаклітинну форму називають **віріоном**, внутрішньоклітинну - вірусом. За будовою віріона розрізняють прості та складні віруси.



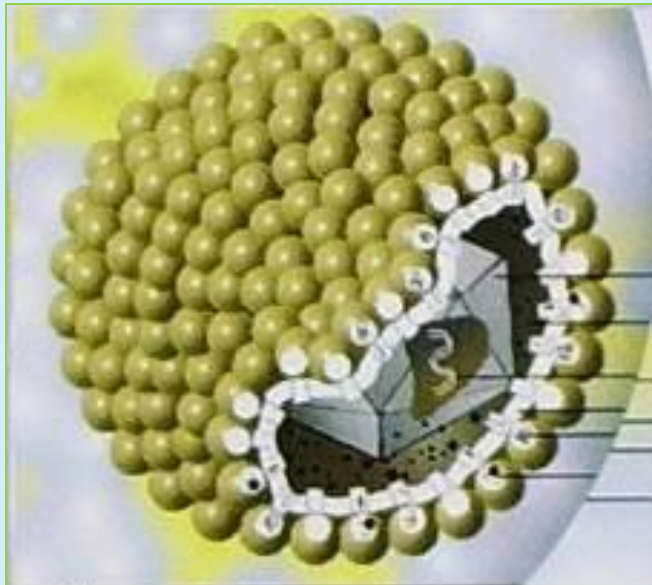
Вірус



**віріо
н**

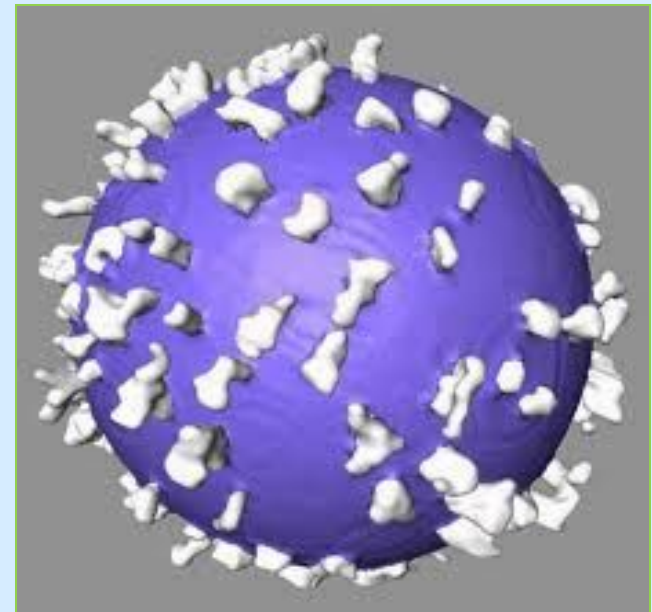
Прості віруси. Віріон простих вірусів складається з нуклеїнової кислоти та білкової оболонки - капсиду. Капсид складається з окремих одиниць - капсомерів. Є два способи складання капсомерів: спіральний і кубічний. Це зумовлює відповідний тип симетрії і форму вірусу.

Складні віруси. Нуклеокапсид у них укритий ще однією оболонкою - суперкапсидом. Суперкапсид утворений модифікованими (зміненими) мембранами клітин хазяїна, у яких білки хазяїна замінені на білки вірусу (глікопротеїди). Тому суперкапсид містить компоненти, властиві клітинам хазяїна, і вірусні глікопротеїди. Ці глікопротеїди утворюють шипи. Шипи забезпечують адгезію вірусу на чутливих клітинах, обумовлюють його антигенні властивості. Крім того, вони сприяють поширенню вірусів.



Цитомегаловірус

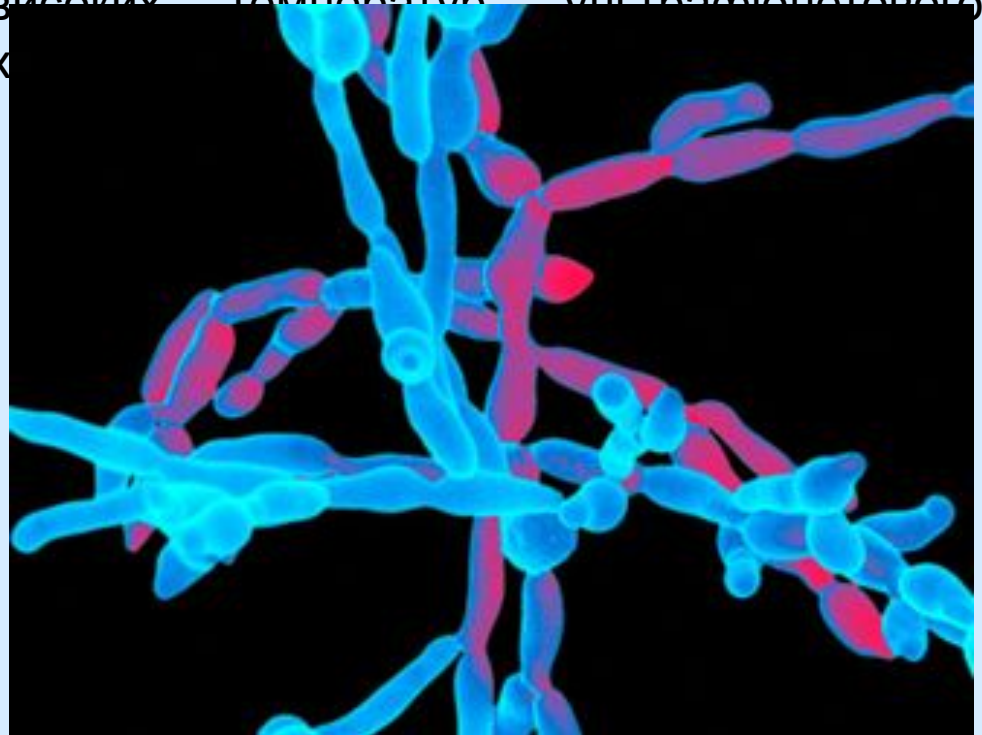
**Вірус
Імудодифіци
ту людини**



Пріони принципово відрізняються від відомих збудників захворювань (вірусів, бактерій та ін.). Вони не мають генетичного матеріалу (нуклеїнової кислоти), а являють собою простий низькомолекулярний білок (змінена форма білка хазяїна), який кодується геномом клітини хазяїна. Легко проникає через мембрани клітини, обумовлюючи високу інфекційність.

Пріони - єдина форма збудників, які не спричиняють імунних реакцій. Вони є збудниками захворювань тварин (губчастоподібна енцефалопатія) і людей (куру - хвороба, поширена серед деяких племен Нової Гвінеї, де існує ритуал канібалізму; хвороба Крейцфельда - Якоба, або вілюйська енцефалопатія, родинне фатальне безсоння та ін.).

Пріони дуже стійкі до високих температур, ультрафіолетового випромінювання, дезінфекційних



Пріон
и