

ЛЕКЦІЯ №3

Морфологія, будова і розвиток мікроорганізмів.

Форма бактерій

Бактерії, як правило, одноклітинні. Розмножуються діленням навпіл. Мають просту форму – кулю або циліндр, іноді зігнутий.

Бактерії кулястої форми називаються коками (від латів. *coccus* – зерно) – можуть бути сферичними, еліпсоподібними, бобовидними.

Різновиди коків:

- монококи – якщо після ділення клітини розходяться;
- диплококи;
- тетракоки;
- стафілококи – скупчення, що нагадують виноградний кетяг;
- стрептококи – у вигляді ланцюжка;
- сарцини – кубічна форма.

Більшість бактерій мають форму палички (циліндра). Раніше всі палички називали бацилами. Після 1875 р. Кон відкрив спори, і бацилами почали називати бактерії, які створюють спори.

Спірили – звиті або спіралевидні бактерії, 3 – 4 завитки.

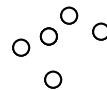
Спірохети – звиті форми, 25 – 200 завитків.

Вібріони (*vibrio* – згинаюся) – у вигляді коми.

Розміри бактерій: коки – 0,5–1,5 мкм

палички – 0,5-1 мкм, 1=2–10 мкм.

Коки: Монококи – р. *Micrococcus*



диплококи – *Neisseria gonorea*



тетракоки



стрептококи – р. *Streptococcus*



стафилококки – *Staphylococcus aureus*



сарцина – *Sarcina roseus*



Палочки (греч. – bacteria; лат. – bacillum):

собственно палочки – *Pseudomonas aeruginosa*

Clostridium tetani

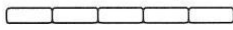
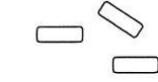
Cl.botulinum

Cl.perfringens

стрептобациллы – *Bacillus anthracoides*

B.subtilis

B.megaterium



Извитые формы: вибрионы – *Vibrio cholera*

p.Bdelovibrio

спириллы – *p.Spirillum*

(3-4 завитка)

спирохеты – *p.Spirochaeta*

(>25) *Treponema pallidum*



Простеко-бактерии:

Звездообразные



Актиномицеты



Стебельковые формы



Миксобактерии



Нитчатые бактерии



Расположение жгутиков:

1. монотрихи



2. лофотрихи



3. амфитрихи

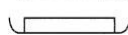


4. перитрихи

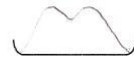


Рельеф колоний:

1. плоский



3. кратерообразный



2. выпуклый

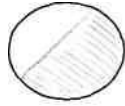


4. Конусообразный



Характер краю колонії

1. рівний



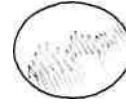
3. зубчатий



2. хвилястий

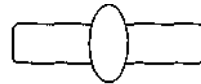
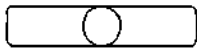


4. бахромчатий



Розташування спор:

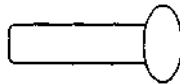
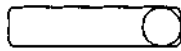
1. центральне



2. субтермінальне



3. термінальне



(барабанна паличка)

Хімічний склад і функції компонентів прокариотної клітини

1. клітинна стінка;
2. ЦПМ;
3. Нуклеоїд;
4. Цитоплазма;
5. Рібосоми;
6. Мезосома;

7. Трубочасті тілакоїди;
8. Хроматофори;
9. Хлоросоми;
10. Аеросоми.

Склад клітки (від сухого):

- С - 50%
- O₂ - 20%
- N - 14%
- H - 8%
- P - 3%
- S - 1%
- K - 1%

- Ca - 0,5%
- Mg - 0,5%
- Fe - 0,2%
- ДНК - 4%
- Білки - 50%
- РНК - 10-20%
- Ліпіди - 10%

Клітинна стінка

Поверхневі структури:

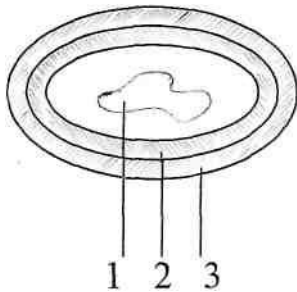
- 1) капсула;
- 2) клітинна стінка;
- 3) слизистий чохол;
- 4) джгутики;
- 5) ворсинки.

Функції клітинної стінки. Клітинна стінка складає 5–50% сухих речовин клітини. Характерна для всіх мікроорганізмів, окрім мікоплазм та Z-форм.

Функції:

1. Механічний бар'єр між протопластом та зовнішнім середовищем;
2. Надає клітці певну форму;
3. Захищає клітину від надлишку води (осмотична рівновага);
4. По будові дуже відрізняються у різних видів – важлива діагностична ознака: залежно від будови клітинної стінки прокаріоти ділять на дві великі групи – грампозитивні і грамнегативні.

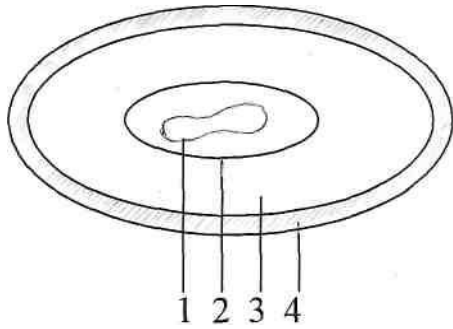
Грампозитивні бактерії



1. – нуклеоїд у вигляді кільцевої ДНК
2. – ЦПМ
3. – клітинна стінка складається з пептидоглікану.

Пептидоглікан складає 80–90% сухої речовини клітинної стінки. Це складний дволанцюжковий полімер, який складається з N-ацетилглюкозоаміну і N-ацетилмурамової кислоти. Вони зв'язані β -1,4-глікозидними зв'язками. До складу клітинної стінки входять тейхоеві кислоти – полімер на основі рибіту (5-атомного спирту) та гліцерину. Залишки спиртів сполучені фосфодіефірними зв'язками, а гідроксильні групи заміщені D-аланіном. Також до складу мембрани входять полісахариди (2%), білки, ліпіди.

Грамнегативні бактерії



1. – нуклеоїд
2. – внутрішня мембрана
3. – периплазматичний простір
4. – зовнішня мембрана.

До складу практично не входить пептидоглікан (внутрішня мембрана – 3–5%). Немає і тейхоевих кислот. Входять білки, ліпіди, полісахариди. Периплазматичний простір грає роль резервуару гідролітичних ферментів, які розщеплюють макромолекули, що поступають в клітину, на дрібніші фрагменти і таким чином полегшують транспорт цих речовин всередину клітини.

При забарвленні по Граму грампозитивні бактерії забарвлюються в синій або фіолетовий колір, а грамнегативні — червоний або рожевий.

- Більшість коків грампозитивні;
- р. *Pseudomonas* – грамнегативні палички;
- р. *Bacillus*, р. *Clostridium* – грампозитивні;
- мікобактерії, флексобактерії (що ковзають) – грамнегативні, клітинна стінка дуже тонка, відсутні зшивання в пептидоглікановому шарі;
- метаноутворюючі, галофіли, ацедеофільно-термофільні бактерії – грампозитивні, стінка товста 500 нм, клітинна стінка тільки з білка або полісахариду;
- мікоплазми – паразити – клітинної стінки немає.

Клітинну стінку бактерії можуть втрачати під дією антибіотиків або лізоциму, такі клітини називаються L-форми.

На зовнішній стороні клітинної стінки є:

1. специфічні рецептори для фагів;
2. антигени (тейхоеві кислоти у грампозитивних, полісахарид у грамнегативних);
3. макромолекули, що забезпечують міжклітинну взаємодію при кон'югації.

Капсули

Капсула – слизистий утвір, який оточує клітину, пов'язаний з клітинною стінкою і такий, що має аморфну будову ($> 0,2\text{мкм}$ – макрокапсула, $<0,2$ – мікрокапсула).

Препарат проглядають в краплі туші, яка не може проникнути в капсулу.

До складу капсули входять в основному полісахариди, у *Bacillus* – поліпептид.

Функції:

1. захист від механічних пошкоджень;
2. резерв запасних речовин;
3. захист від дії антибіотиків, фагів. Якщо слизиста речовина легко відділяється від клітинної стінки, то говорять про слизисті шари.

Чохли

Мають тонку структуру. Часто складаються з декількох шарів з різною будовою. Склад: цукри – 36%, білки – 27%, ліпіди – 5%, фосфор – 0,5%.

Функції:

1. захист від механічних пошкоджень;
2. захист від висихання;
3. осмотичний бар'єр;
4. бар'єр від фагів;
5. джерело запасних речовин.

Фімбрії і пілі

Фімбрії – довгі, тонкі, прямі нитки. Вони тонші і коротші за джгутики, але численніші. Розміри: 0,3–4мкм, число – 100–200.

Залежно від функції розрізняють два типи:

I тип допомагають клітині прилипати до інших клітин або субстрату; - II тип – статеві – пілі з каналом усередині для проходження ДНК під час кон'югації.

ЦПМ

Склад – білково-ліпідний комплекс:

1. білки – 50–75%;
2. ліпіди – 5–45% (фосфоліпіди) – похідні гліцерину;
3. вуглеводи – цукри.

Функції:

1. Роль осмотичного бар'єру;
2. транспорт речовин в клітку;
3. синтез, азотфіксація, хемосинтез. Нерідко є внутрішньоплазматичні вп'ячування – мезосоми – виконують функцію мітохондрій;
4. мембрана – один з компонентів апарату генерування електричних потенціалів;
5. у мембрані розташовані ферментні комплекси.

Пасивний транспорт – дифузія. Полегшена дифузія – за участю транслоказ. Активний транспорт – з витратою енергії. Зв'язаний з реакціями, в результаті яких бурхливо виділяється енергія.

Рібосоми

У бактерійній клітині 5 000 – 50 000 рибосом.

тРНК+мРНК+рРНК=полисомы } агрегати, в яких йде синтез білка.

Цитозоль + включення + ДНК + ЦПМ = цитоплазма.

Цитозоль – розчинні РНК, ферменти, продукти метаболізму.

Рібосоми – рибонуклеопротейдні частинки розміром 15–20 нм. Кількість рибосом залежить від інтенсивності синтезу (у *E. coli*, яка росте – 150 000).

Відношення РНК/білок в рибосомах *E. coli* 2:1, у інших може бути зрушено в сторону білка.

Рібосоми прокаріот мають константу седиментації 70S і називаються 70S-частинами. Вони складаються з 2 субодиниць: 30S і 50S. 30S – з 1 молекули 16S РНК + по 1 молекулі білка; 50S – з 2 молекул РНК (23S + 5S) + 35 різних білків.

Тілакоїди (фікобіліносоми у ціанобактерій)

Мембранні фотосинтезуючі структури, що містять хлорофіл і каротиноїди, за допомогою яких здійснюється фотосинтез. Складаються з білків та ліпідів.

У пурпурних сіркобактерій фотосинтезуючі пігменти – бактеріохлорофіл.

Аеросоми

Клітини ряду водних бактерій містять наповнені газом структури – газові вакуоли.

Деякі бактерії мають структури у вигляді багатокутника – карбоксисоми – де здійснюється процес зв'язування CO_2 (у автотрофних бактерій).

Включення

Їх присутність в клітині пов'язана з фізичними і хімічними умовами середовища і вони не є постійною ознакою мікроорганізмів. Багато включень складаються із з'єднань, які служать для мікроорганізмів джерелом енергії та вуглецю.

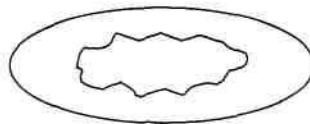
Гранули глікогену, крохмалю або гранульози, β -оксімасляна кислота, гранули жиру та волютину.

Волютинові гранули – складаються з поліфосфатів і служать запасним джерелом фосфору. Волютин утворюється в клітині при зростанні на середовищах багатих гліцерином або вуглеводами.

Є в клітині включення сірки (для тих, що окисляють сірководень) у вигляді напіврідких крапельок.

Нуклеоїд

Відмінність прокаріот від еукаріот у відсутності ядра. ДНК представлена у вигляді нуклеоїда. У них немає ядерної мембрани. ДНК в бактерійній клітині займає центральну частину.



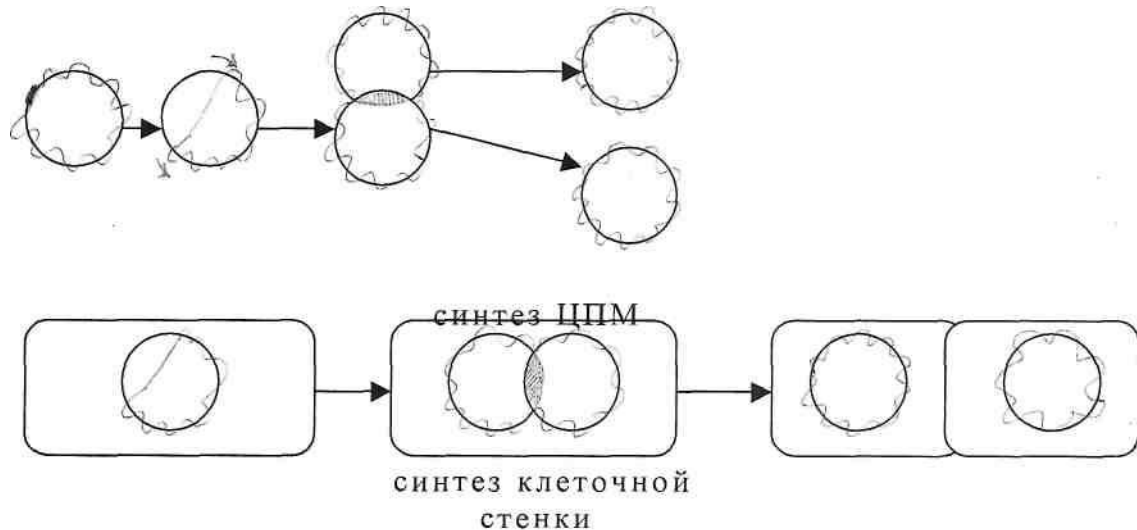
Вся генетична інформація прокаріот міститься в одній молекулі ДНК, замкнутій і, яку називають бактеріальною хромосою. Довжина молекули в розгорненому вигляді більш 1 мм, тобто в 1000 разів більше довжини клітини.

Це високовпорядкована компактна структура, прикріплена в одному місці до ЦПМ або мезосоми. У цьому місці (точці) починається реплікація. Має коефіцієнт седиментації 1300–2000S. Хромосоми мають молекулярну масу $1-3 \cdot 10^9$ Д. У мікоплазм – $0,5 \cdot 10^9$ Д (найменша), у нитчастих ціанобактерій – $8,5 \cdot 10^9$ Д (найбільша). Часто дія рН, температури, металів, іонізуючого випромінювання викликає утворення безлічі копій хромосом, які, після усунення чинника, що діє, зникають.

ДНК прокаріот влаштована так само, як і у еукаріот. Компліментарність А+Т і Ц+Г. ДНК несе безліч негативних зарядів,

оскільки є безліч іонізованих гідроксильних груп у фосфатних залишках. Вони нейтралізуються у еукаріот білками-гістонами (основні). У прокаріот (майже у всіх) гістонов немає, а є поліаміни (спермін і спермідин), а також іони Mg^{2+} .

ДНК – реплікація. Цей процес завжди передує діленню клітини. Точці кріплення до ЦПМ є точка початку реплікації.



Ділення клітини – рівновелике бінарне поперечне – призводить до утворення двох однакових дочірніх клітин.

Нуклеоїд – основний носій інформації про властивості клітки і основний чинник передачі.

Проте існують в цитоплазмі в сотні разів коротші ДНК – позахромосомні чинники спадковості – плазмід (1958 р. Жакоб, Вольман). Вони передають додаткові властивості, пов'язані з розмноженням, стійкістю до ліків, хвороботворністю, редукцією ксенобіотиків і т. п.

Спори

Бактерії роду *Bacillus*, *Clostridium*, *Desulfotomaculum*, окремі коки і спірили утворюють спори.

Спори – тільця сферичної або еліптичної форми, стійкі до дії несприятливих чинників. Вони заломлюють світло і чітко видні в світловому мікроскопі. Як правило, утворюється тільки одна спора. Проте у *Clostridium* виявлено 2–3 спори. Спори – пристосування організму для виживання в несприятливих умовах.

Для знищення спор потрібна температура в $120^{\circ}C$ і 1 атм протягом 2 години. У сухому стані гинуть лише при $160^{\circ}C$. Терmostійкість спор

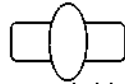
забезпечується комплексом катіонів Ca, Mg, Mn, K і речовини дипіколінової кислоти (піридин-2,6-дикарбонова кислота).

Утворюється спора з випинання ЦПМ і відособлення частини нуклеоїда з цитоплазмою, потім покривається мембраною – проспора (нова клітина). Мікроскопія показала наявність поверхневих покривів спори – структури екзоспоріум, що складається з ряду шарів.

Діаметр спори рівний або більше діаметру клітини.



Bacillus



Clostridium

Цисти – клітини, що знаходять у стані спокою, – не є спорами (*Azotobacter*).

Спора виходить в зовнішнє середовище при розриві клітинної стінки. Спочатку набухає, а потім розривається і з'являється ростова трубка, яка подовжується і починає ділитися.