

Навчальна дисципліна: Біологія і екологія

Навчальне заняття № 21, 22, 23, 24, 25

Тема: *Репродукція молекул та клітин.*

План:

1. Реплікація ДНК: етапи, фактори, регуляція, значення. Зворотна транскрипція: механізми, значення.
2. Місце вірусів у системі органічного світу. Особливості будови і процесів життєдіяльності вірусів тварин, рослин та бактерій. Шляхи проникнення вірусів у клітини і організм хазяїна.
3. Поняття про віроїди, пріони. Значення їх у природі та житті людини.
4. Будова і особливості репродукції різних систематичних груп вірусів та пріонів.
5. Загальна характеристика інфекційного процесу, викликаного вірусами. Залежність профілактики та лікування вірусних хвороб рослин, тварин та людини від особливостей збудника.
6. Гіпотези виникнення вірусів. Значення вірусів у процесі еволюції.
7. Репродукція клітин. Репродукція прокаріотичних клітин. Бінарний поділ.

Література:

Основна: Задорожний К.М., Утевська О.М. «Біологія і екологія». Харків. «Ранок», 2018., с . 152-163.

Додаткова: Балан П.Г., Вервес Ю.Г., Поліщук В.П. Біологія: 10 кл. К.: Генеза, 2010., с. 182-219.

1. Особливості репродукції вірусів:

1. Усі процеси відбуваються в клітині.
2. Вірус використовує енергетичні запаси клітини.
3. Вірус використовує сировинні запаси клітини .
4. Вірус використовує білок-синтезувальні системи клітини .
5. Вірус використовує ферментні системи, вуглеводи та ліпіди клітини.
6. Складні віруси використовують мембрани клітини для формування своєї оболонки.

В результаті репродукції формуються нові віріони потомства. Вони опиняються в позаклітинному просторі, адсорбуються на нових неінфікованих клітинах, і процес репродукції повторюється.

Процес репродукції відрізняється у різних вірусів, але є основні етапи (стадії), які є майже у всіх типів вірусів. Процес репродукції умовно ділять на дві фази (періоди) та на вісім етапів.

Фази та етапи репродукції:

Підготовча (попередня):

1. Адсорбція (прикріплення вірусу до оболонки клітини);
2. Пенетрація (проникнення вірусу у клітину);
3. Депротейнізація (роздягання вірусу);

Фаза власне репродукції (основна фаза):

4. Транскрипція (переписування генетичної інформації);
5. Трансляція (синтез вірусних білків);
6. Реплікація (синтез вірусних нуклеїнових кислот);
7. Складання віріонів;
8. Вихід віріонів із клітини.

Стадії транскрипції, трансляції та реплікації відображають особливості репродукції, пов'язані з нуклеїновою кислотою, тому їх разом називають стратегія вірусного геному.

2. Віруси — це біологічні системи, що не мають клітинної будови. Отже, клітин вони не мають.

Віруси існують у двох формах: позаклітинній і клітинній. У позаклітинній формі віруси перебувають у вигляді віріонів — частинок, що мають постійну форму і достатньо просту будову. У цій формі вони не можуть здійснювати процеси самовідтворення та обміну речовин. Основне завдання цієї форми вірусу — знайти нову клітину-хазяїна та проникнути в неї.

У клітинній формі існування віруси здійснюють процес самовідтворення, використовуючи ресурси й компоненти клітини-хазяїна. Наприкінці періоду існування цієї форми в клітині накопичується велика кількість нових віріонів, які виходять у зовнішнє середовище і починають пошук інших клітин (мал. 5.1).



Мал. 5.1. Різні форми існування вірусів на прикладі вірусу ВІЛ



Мал. 5.2. Будова віріона простого вірусу на прикладі вірусу тютюнової мозаїки

Розмножуватися віруси можуть тільки в живих клітинах, бо для синтезу речовин, з яких вони складаються, потрібні рибосоми, тРНК, молекули АТФ, ферменти та інші компоненти клітинних структур, які відповідають за синтез органічних речовин і яких самі віруси не мають. Тому всі віруси без винятку є внутрішньоклітинними паразитами. Самостійно здійснювати процеси самовідтворення вони не здатні.

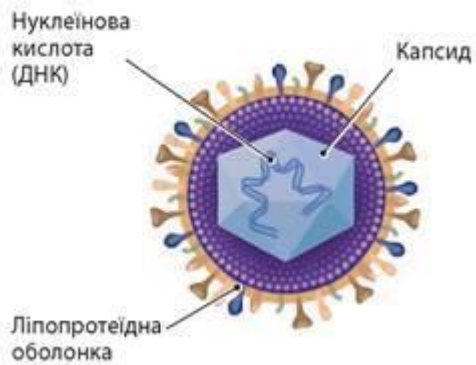
Будова вірусів

Віруси бувають простими і складними. Прості віруси містять тільки нуклеїнову кислоту і білкову оболонку (капсид), яка цю кислоту оточує (мал. 5.2).

Віріони складних вірусів відрізняються від простих наявністю ліпопротеїдної оболонки, дуже схожої на мембрани клітин (мал. 5.3). Це не дивно, бо ця оболонка утворюється з ділянки клітинної мембрани тієї клітини, у якій він розмножився. До її складу входять також специфічні білки самого вірусу, які виконують переважно рецепторну функцію (розпізнають клітину для ураження).

Під ліпопротеїдною оболонкою віріона складного вірусу міститься капсид — оболонка, яка складається з білків. Усередині капсиду розташована нуклеїнова кислота, яка містить спадкову інформацію. Крім того, там можуть розміщуватися ферменти, які допомагають вірусу в захопленні клітини-хазяїна.

Нуклеїнові кислоти всередині капсиду можуть бути тільки одного типу — або РНК, або ДНК. Віруси, відповідно, поділяють на дві великі групи — РНК-віруси і ДНК-віруси.



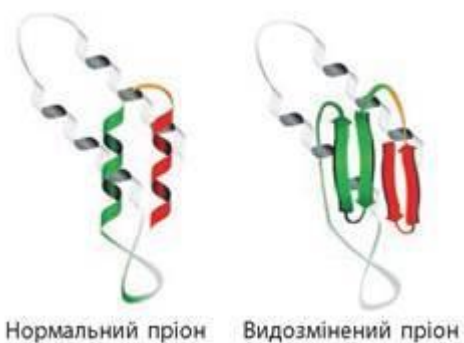
Мал. 5.3. Будова віріона складного вірусу на прикладі вірусу герпесу



Мал. 5.4. Будова віріона вірусу бактеріофаг



Мал. 5.5. Веретеноподібність — захворювання бульб картоплі, збудником якого є віроїд PSTVd



Мал. 5.6. Нормальна й аномальна форми пріонного білка

Складну будову мають також віруси бактеріофаги (мал. 5.4). Вони паразитують у клітинах бактерій. Специфічна будова допомагає бактеріофагу надійно прикріплюватися до бактерії та вводити в неї свою нуклеїнову кислоту.

3. Інші неклітинні форми життя

Крім вірусів до неклітинних форм життя належать ще віроїди і пріони. Як було вказано вище, віруси мають у своєму складі як мінімум нуклеїнову кислоту і білки. У віроїдів і пріонів є тільки один із цих двох компонентів — або нуклеїнова кислота, або білок.

Віроїди є кільцевими молекулами РНК і ніяких білків не містять. Вони розміщуються в ядрах або хлоропластах клітин рослин і використовують їхні ферментні системи для власного розмноження. Віроїди можуть бути збудниками деяких захворювань рослин (мал. 5.5).

Пріони є білками і не містять нуклеїнової кислоти. Вони синтезуються як звичайні білки і в нормі виконують у клітинах важливі функції. Так, нормальна форма пріонного білка людини бере участь у функціонуванні мембран нервових клітин.

Інколи пріони можуть змінювати свою структуру (у першу чергу вторинну). Укладений по-іншому білковий ланцюг стає дуже стійким до будь-яких впливів, що порушують його структуру. У видозміненому стані він перестає виконувати свої звичні функції в клітині. А під час «зустрічі» з таким самим нормальним білком ініціює його перетворення на пріонну форму (мал. 5.6). Унаслідок дії пріонів виникають небезпечні захворювання тварин і людей (скреїпі, куру тощо).

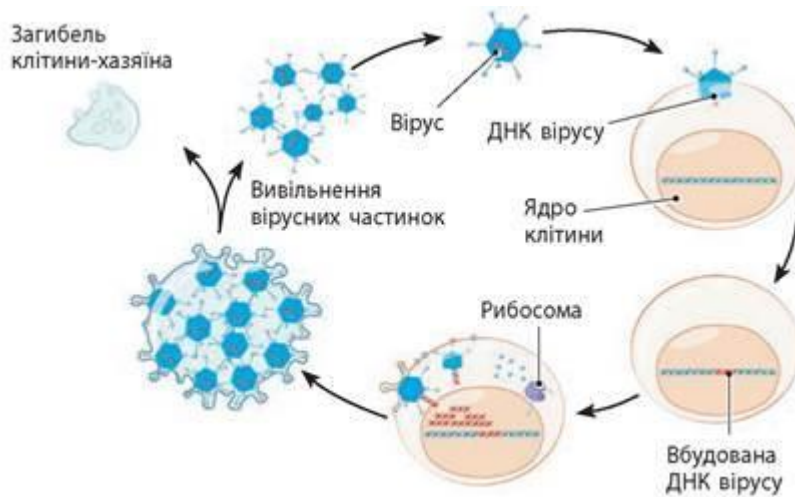
Одним із найвідоміших пріонних захворювань є куру, за якого уражається мозок людини. Це захворювання було виявлено в Новій Гвінеї і зараз практично зникло. Основним шляхом передачі інфекції був ритуальний канібалізм, коли після смерті людини її тіло поїдали інші члени племені.

Життєвий цикл вірусів

Життєвий цикл вірусів складається з кількох етапів (мал. 6.1).

Етап 1. Розпізнавання клітини-хазяїна і проникнення в неї. Потрібні клітини віріон розпізнає за допомогою специфічних рецепторів, які розміщені на його поверхні. Саме тому віруси уражають зазвичай не весь організм, а конкретні тканини й органи. Наприклад, вірус гепатиту А уражає клітини печінки, а вірус сказу — клітини мозку.

Після розпізнавання клітини вірус контактує з її мембраною. Він може проколоти її і ввести свою нуклеїнову кислоту в клітину (так роблять бактеріофаги), а може замаскуватися під харчову частинку і проникнути в клітину під час ендоцитозу (мал. 6.2).



Мал. 6.1. Життєвий цикл вірусу



Мал. 6.2. Способи проникнення вірусів у клітину

Важче вірусам проникати у клітини рослин і грибів, які мають товсту і міцну клітинну стінку. У таких випадках вони проникають у клітину через пошкоджені ділянки (наприклад, за допомогою кровосисних комах) або поширюються через плазмодесми (канали, які з'єднують клітини між собою).

Етап 2. Уведення нуклеїнової кислоти у цитоплазму клітини-хазяїна. На цьому етапі циклу вірус позбувається своєї білкової оболонки і вивільняє нуклеїнову кислоту в цитоплазму клітини, якщо він не позбувся її на першому етапі під час проникнення в клітину, як, наприклад, роблять бактеріофаги.

Етап 3. Взаємодія вірусу з генетичним апаратом клітини. Вірус може блокувати роботу генетичного апарата клітини, а може самостійно виробляти нуклеїнові кислоти та білки. У деяких випадках він убудовується в ДНК клітини.

На цьому етапі утворюється провірус (для бактеріофагів використовують термін профаз). Провірус може тривалий час існувати в клітині без зовнішніх проявів. Під час поділу клітин він розмножується разом з геномом клітини за рахунок роботи її ферментів. Але під впливом певних факторів (наприклад, послаблення імунітету організму) провірус активізується і перетворюється на активний вірус.

Етап 4. Синтез білків і нуклеїнових кислот вірусу. Цей етап відбувається в клітині-хазяїні. Синтезовані компоненти самозбираються у нові віріони.

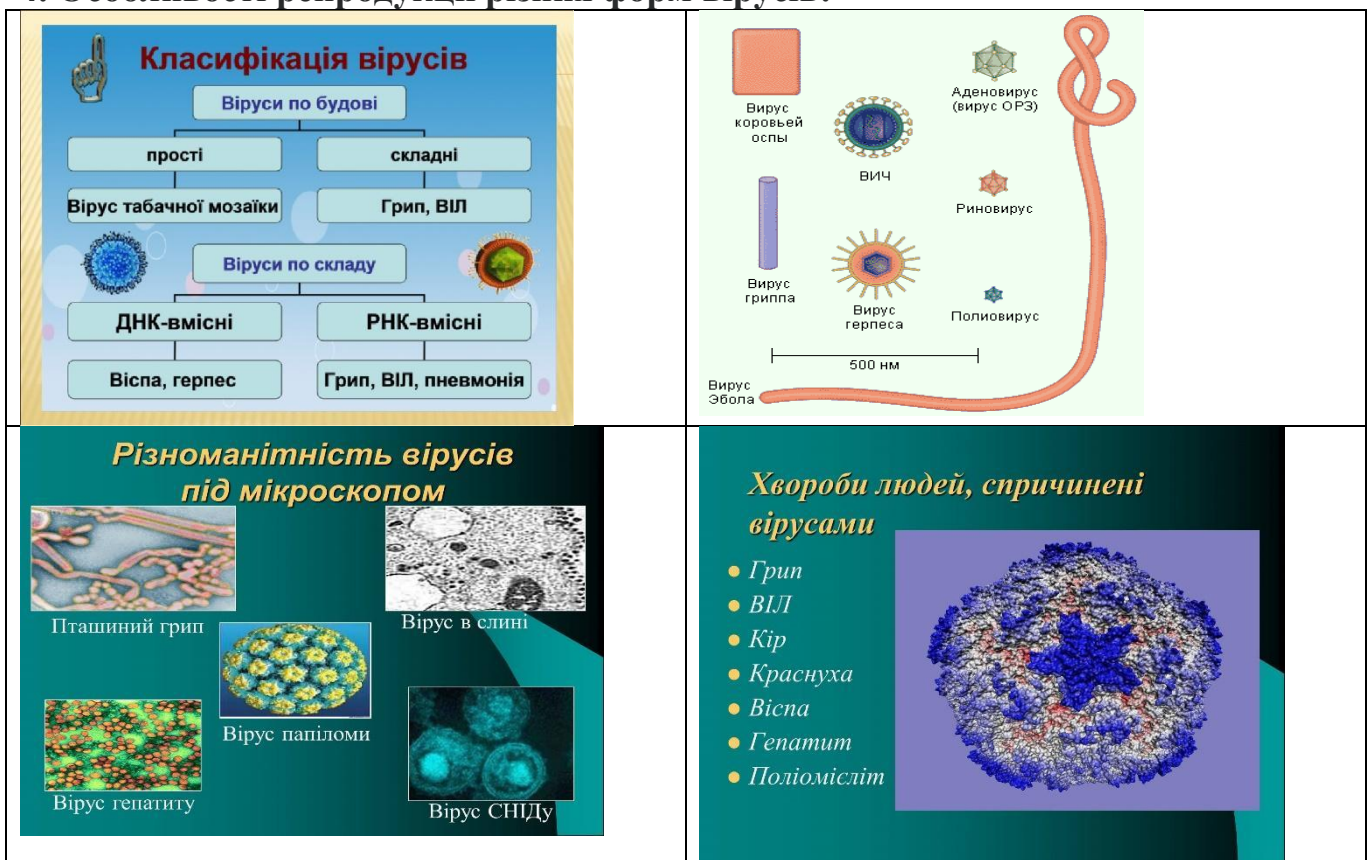
Етап 5. Вихід вірусів із клітини. Часто цей етап пов'язаний з лізисом (повним руйнуванням клітини). Але так звані помірні фаги після вбудовування в ДНК клітини-хазяїна не викликають відразу лізис клітини. Їхня ДНК може залишатися в ДНК бактерії тривалий час. І лише у деяких випадках, під впливом факторів зовнішнього

середовища (наприклад, УФ-випромінення), вірус активується і викликає лізис клітини. Існують також віруси, які не вбивають клітину. Вони в ній розмножуються, а окремі віріони поступово виходять назовні крізь клітинну мембрану.



Мал. 6.3. Гусінь, уражена вірусом

4. Особливості репродукції різних форм вірусів:



ДНК-вмісні віруси - вірус тютюнової мозаїки, герпесу, аденовіруси, гепатит В, бактеріофаги.

РНК-вмісні віруси – вірус кору, сказу, грипу, поліомієліту, гепатиту А. Ретровіруси – вірус імунodefіциту людини.

5. Вірусні інфекції починаються з:

1. Інкубаційного періоду.
2. Періоду поширення інфекції.
3. Період захворювання.

Організми мають вроджений і набутий імунітет проти вірусів.

Профілактика і лікування вірусних інфекцій включає:

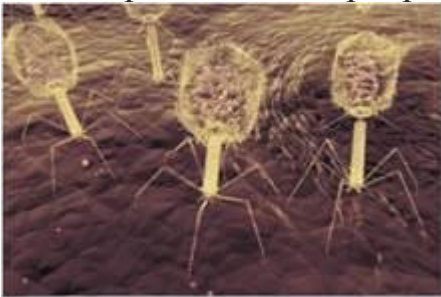
1. Вакцинацію.
2. Вживання противірусних препаратів..
3. Запобігання потраплянню вірусу в організм.

6. Біологічні методи боротьби зі шкідливими видами

Як ви вже знаєте, віруси є внутрішньоклітинними паразитами. Однією з їхніх характерних рис є висока видоспецифічність, тобто здатність заражати тільки певні види організмів. Це пов'язано з тим, що рецептори на поверхні віріонів дуже точно розпізнають рецептори клітин, до яких вони приєднуються.

Тому віруси можна використовувати як зручний засіб боротьби з організмами, які завдають шкоди людині. Це і збудники захворювань (наприклад, кишкових), і шкідники, які завдають шкоди культурним рослинам (мал. 6.3) або свійським тваринам.

Віруси уражають тільки певні види організмів, що вигідно відрізняє їх від інших засобів боротьби. Так, антибіотики зазвичай мають широкий вплив і знищують не тільки хвороботворні бактерії, але й корисну мікробіоту кишечника. А бактеріофаги вбивають тільки збудника захворювання. Така фагова терапія дозволяє лікувати захворювання, які викликають стрептококи, стафілококи, збудники бактеріальної дизентерії та інші мікроорганізми (мал. 6.4).



Мал. 6.4. Дія фагової терапії — атака бактеріофагами хвороботворної бактерії

6. Звідки взялися віруси?

Можна виділити три основні версії появи вірусів.

Версія 1. Віруси виникли з бактерій, які перейшли до внутрішньоклітинного паразитизму і втратили більшість своїх генів. На користь такого варіанта свідчить існування мімівірусу. Цей вірус було відкрито нещодавно (2003 року). Його віріони мають великий розмір, їх можна навіть розгледіти за допомогою світлового мікроскопа. А його геном містить 911 генів, що набагато більше, ніж мінімальна потреба для вірусів.

Версія 2. Віруси є колишніми генами, які перейшли до паразитичного способу існування і набули здатності переміщатися між клітинами. Цю версію підтверджує існування транспозонів — мобільних генетичних елементів, які здатні переміщатися в межах геному клітини та передаватися від однієї клітини до іншої. Ймовірним попередником вірусів також є плазмиди — короткі кільцеві молекули ДНК, якими можуть обмінюватися бактерії.

Версія 3. Віруси походять від доклітинних форм життя, які збереглися з тих часів, коли клітин іще не існувало. Такий варіант добре пояснює наявність серед вірусів великої кількості форм з РНК як головного носія спадкової інформації. Саме РНК-світ вважається попередником клітинних форм життя. А ДНК, згідно із сучасними уявленнями, стала використовуватися для збереження спадкової інформації на більш пізніх етапах еволюції.

Цілком можливо, що насправді різні віруси мають різне походження. Тому правильними для різних груп вірусів будуть різні версії.

Віруси як інструмент еволюції

Віруси відіграють важливу роль в еволюції живих організмів, але не всі, а деякі з них, які не мають чіткої спеціалізації і можуть заражати різні види організмів. Такі віруси можуть переносити гени від одних видів організмів до інших, здійснюючи так званий горизонтальний перенос генів. Саме таким чином предки еукаріотів отримали від бактерій ген для синтезу ферментів гліколізу.

Клітини мають кілька механізмів, які захищають їх від ураження вірусами. Так, клітина може заблокувати вірус після його вбудовування в її геном. А деякі віруси організм може потім використати на свою користь (так зване явище «одомашнення» вірусів). Саме таким шляхом плацентарні ссавці отримали від ретровірусів гени, які дозволяють їхній плаценті маскувати зародок від імунної системи організму матері.

Ще одна роль вірусів в еволюції — відбір організмів на стійкість до захворювань. Так, завдяки відбору і загибелі частини населення Європи сучасні європейці набули достатньої стійкості до дії вірусів кору та вітряної віспи.

Бактерії та археї мають оригінальну систему захисту від вірусів, яка носить назву CRISPR. Якщо напад бактеріофага на клітину закінчився невдачею, то фрагменти ДНК бактеріофага вбудовуються в геном (CRISPR-систему) клітини-хазяїна. І ці ділянки вбудованої ДНК бактеріофага стають для прокаріотичної клітини зразком, за яким вона впізнає та знищує вірус.

7. Будова клітини прокаріотів

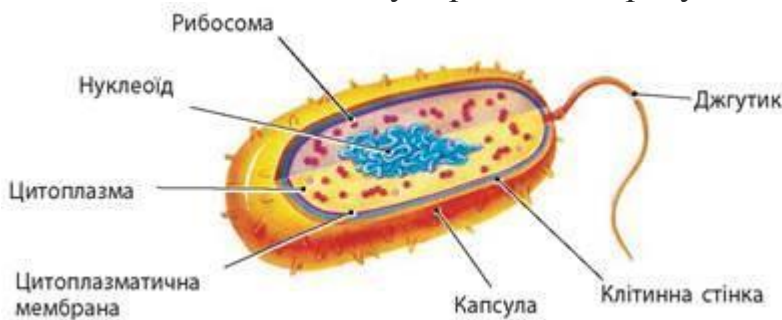
Прокаріоти є найпростішими клітинними організмами. Ядер у клітинах вони не мають. У клітині обов'язково присутні рибосоми та нуклеоїд (молекула ДНК) (мал. 7.1). Рибосоми вільно плавають у цитоплазмі, а нуклеоїд зазвичай прикріплений в одній точці до клітинної мембрани. У деяких прокаріотів можуть утворюватися інші внутрішньоклітинні структури (хлоросоми, тилакоїди тощо).

Зовні більшість прокаріотичних клітин вкриті клітинною стінкою. Деякі прокаріоти мають джгутики.

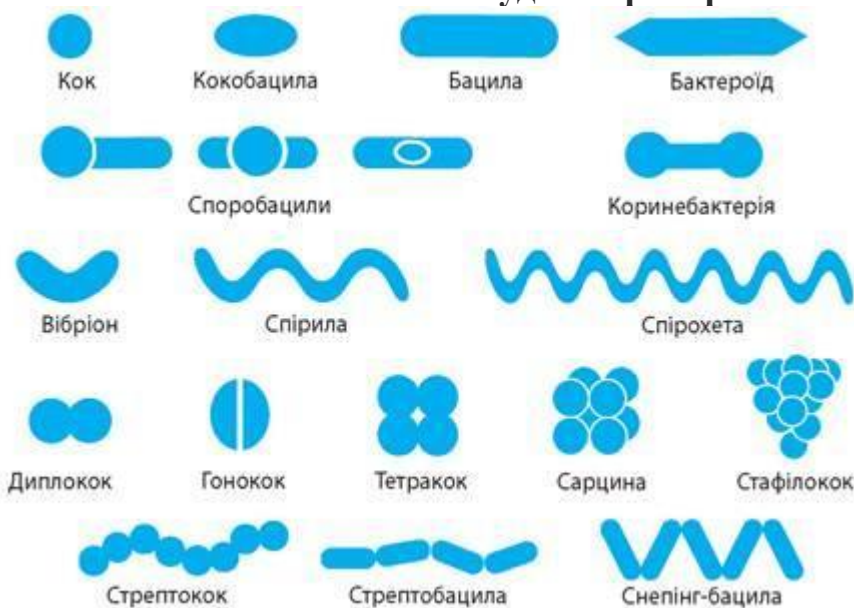
Морфологічні форми прокаріотів

Зовнішня будова прокаріотів не є надто різноманітною. Більшість їх представлена клітинами, які мають вигляд кулі (коки), коми (вібріони) або палички. Трапляються спіральні (спірили та спірохети), ниткоподібні, дископодібні, зірчасті та інші форми (мал. 7.2).

Клітини прокаріотів можуть об'єднуватися в колонії. Часто кількість клітин, які об'єдналися, є характерною для певного виду прокаріотів. Згідно з кількістю об'єднаних клітин та їхньою формою розрізняють диплококи (дві клітини коків), тетракоки (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 гроно винограду, це стафілокок.



Мал. 7.1. Будова прокаріотичної клітини



Мал. 7.2. Форми прокаріотичних клітин

Зрідка, але трапляється у прокаріотів і багатоклітинна будова (деякі ціанобактерії). Тіло у таких видів утворене ланцюжками клітин, цитоплазми яких пов'язані між собою. В окремих випадках спостерігається навіть спеціалізація клітин у складі багатоклітинного організму.

Джгутики на поверхні клітин прокаріотів можуть розташовуватися у різний спосіб — на одному кінці клітини, на двох протилежних або по всій її поверхні. Різною може бути і їхня кількість — від однієї до кількох сотень.

Особливості життєдіяльності прокаріотів

За відносно незначної різноманітності морфологічної, тобто зовнішньої, будови прокаріоти мають багато варіантів метаболізму. Вони можуть здійснювати процеси бродіння, азотфіксації, фотосинтезу, хемосинтезу та інші.

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.

Способи розмноження

Прокаріоти розмножуються переважно шляхом простого поділу – бінарного, коли клітина доростає до певного розміру, а потім ділиться навпіл. При цьому всередині клітини відбувається подвоєння нуклеоїду.

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.

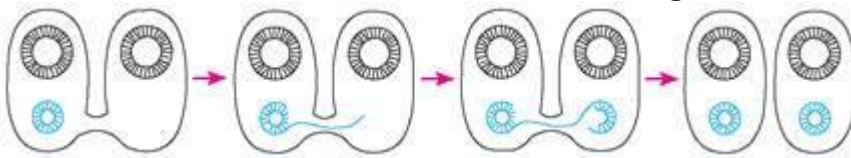
У деяких видів живий вміст материнської клітини поділяється на декілька частин, кожна з яких перетворюється на нову клітину (множинний поділ).

Статеве розмноження у прокаріотів відсутнє. Але вони можуть обмінюватися генетичною інформацією іншими способами.

Способи обміну спадковою інформацією

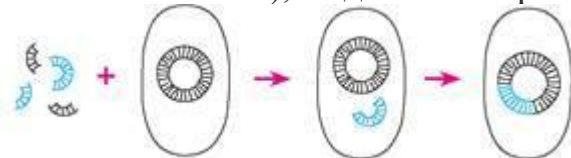
Кон'югація

Безпосередній контакт між двома бактеріальними клітинами за допомогою спеціальних порожнистих трубочок, F-пілей, під час якого генетичний матеріал з однієї клітини переноситься в іншу



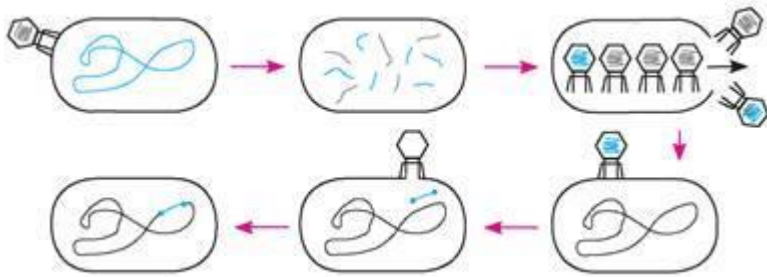
Трансформація

Перенесення ДНК, яка була вилучена з клітини (частіше за все під час руйнування клітини), з одних бактеріальних клітин в інші бактеріальні клітини



Трансдукція

Перенос бактеріальних генів з однієї клітини в іншу за допомогою бактеріофага



Характерні ознаки бактерій та архей

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

