

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Кафедра біохімії та гігієни

Гащишин В.Р. Прокопів Т.М.

Фізіологія мікроорганізмів

Лекція з навчальної дисципліни

“Мікробіологія”

для студентів I курсу

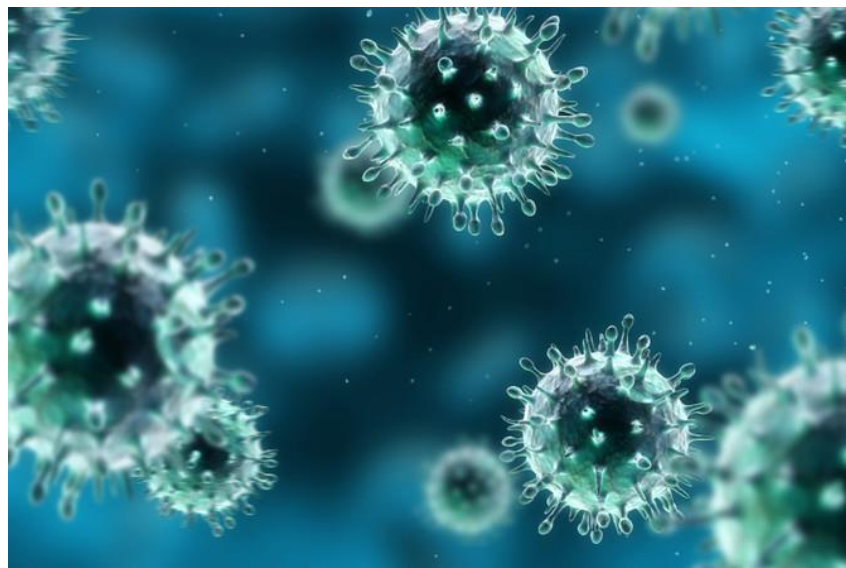
спеціальності 241 «Готельно-ресторанна справа»

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
на засіданні кафедри
біохімії та гігієни
„ ” серпня 2018 р. протокол №

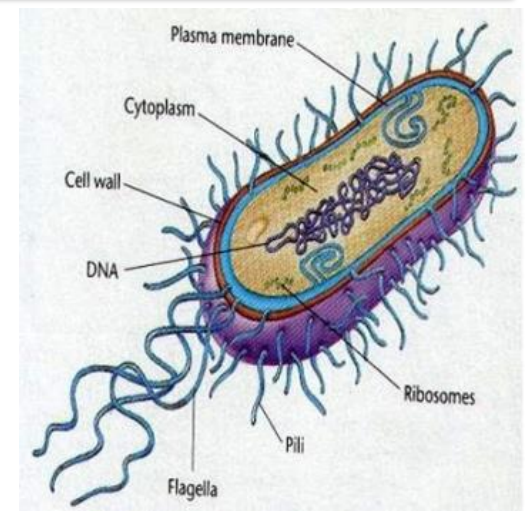
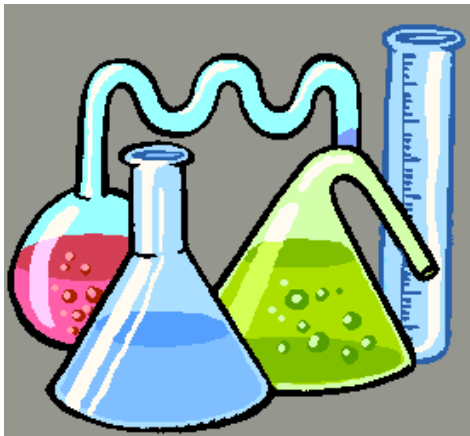
Зав. каф

д.б.н. Борецький Ю.Р.

Фізіологія мікроорганізмів



1. Хімічний склад клітин мікроорганізмів.
2. Поняття про метаболізм мікроорганізмів.
3. Типи і способи живлення.
4. Надходження поживних речовин у клітину.
5. Ріст і розвиток мікроорганізмів.
6. Розмноження бактерій. Цикли розвитку.



Хімічний склад бактерій



Приблизний елементний склад мікробної клітини

(за Р. Стейнієром та ін., 1979)

Хімічний елемент	Вміст, % від сухої ваги	Хімічний елемент	Вміст, % від сухої ваги
Карбон	50	Калій	0,1
Оксиген	20	Натрій	0,1
Нітроген	14	Кальцій	0,5
Гідроген	8	Магній	0,5
Фосфор	3	Хлор	0,5
Сульфур	1	Ферум	0,2
		Усі інші	0,3

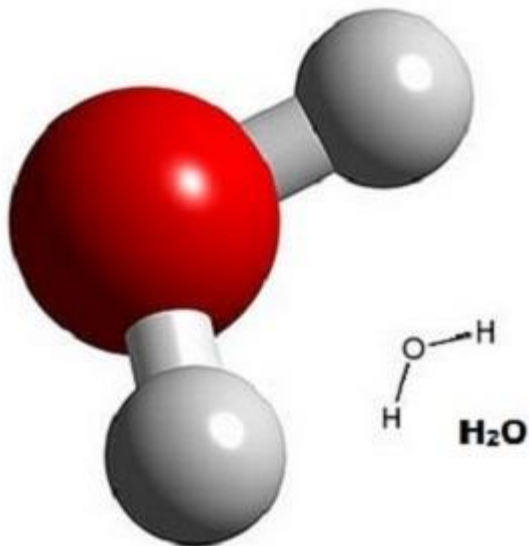


ВОДА

70 - 90 %

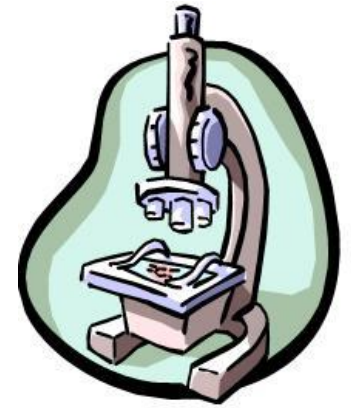
Вільна вода

Зв'язана вода



Біогенні (органогенні)

– Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген.



Макроелементи

– Фосфор, Сульфур, Калій, Кальцій, Натрій, Магній.

Мікроелементи

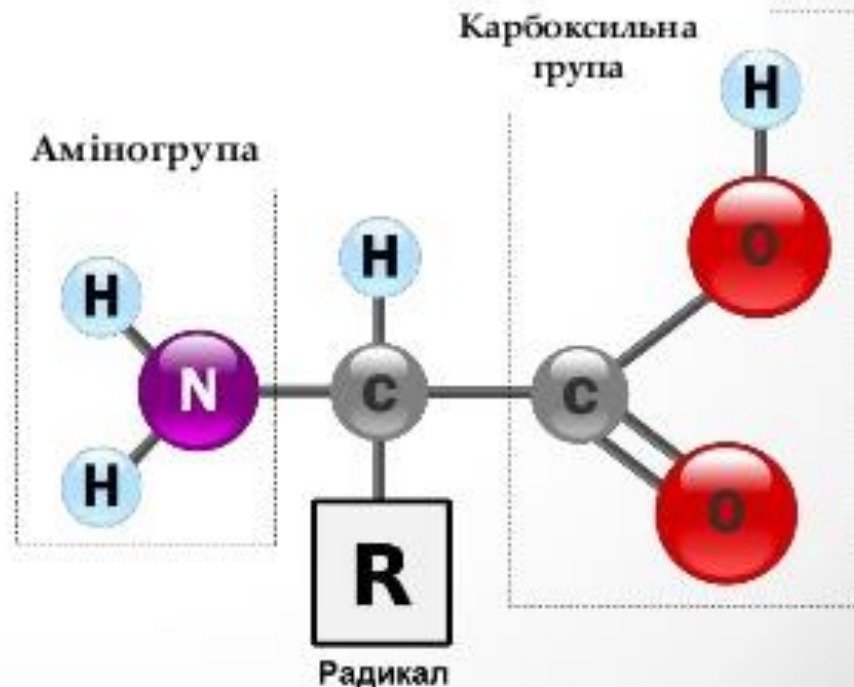
– Манган, Купрум, Цинк, Кобальт, Молібден тощо.



Білки – це органічні речовини, полімери, мономерами яких є амінокислоти

Амінокислоти – це невеликі за розмірами органічні сполуки, у молекулі яких одночасно містяться аміногрупа й карбоксильна група.

Загальна формула
амінокислоти



Класифікація білків мікроорганізмів

Прості білки -
протеїни

- містяться в цитоплазмі клітини, цитоплазматичній мембрані, клітинній стінці грамнегативних мікробів, нуклеоїді

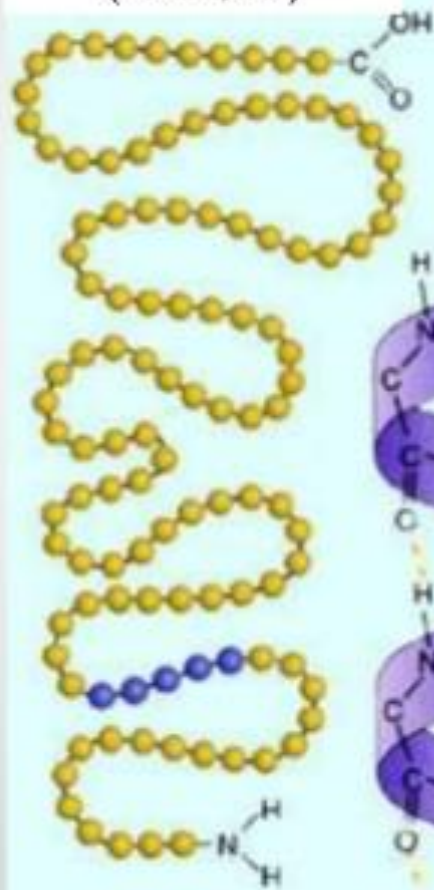
Складні білки
- протеїди

- здатні сполучатися з іншими речовинами

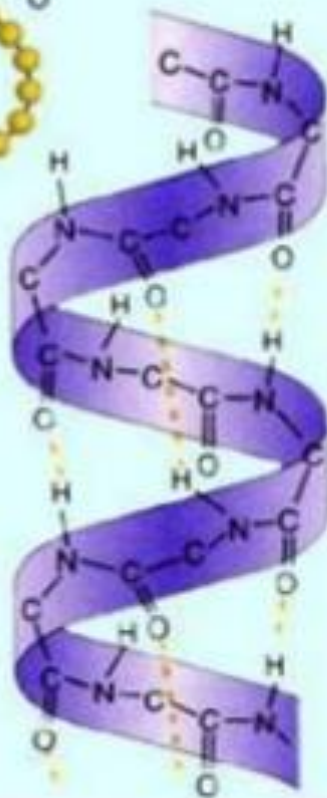
Рівні організації білкової

МОЛЕКУЛИ

Первинна
структура
(ланцюг)



Вторинна
структура
(спіраль)



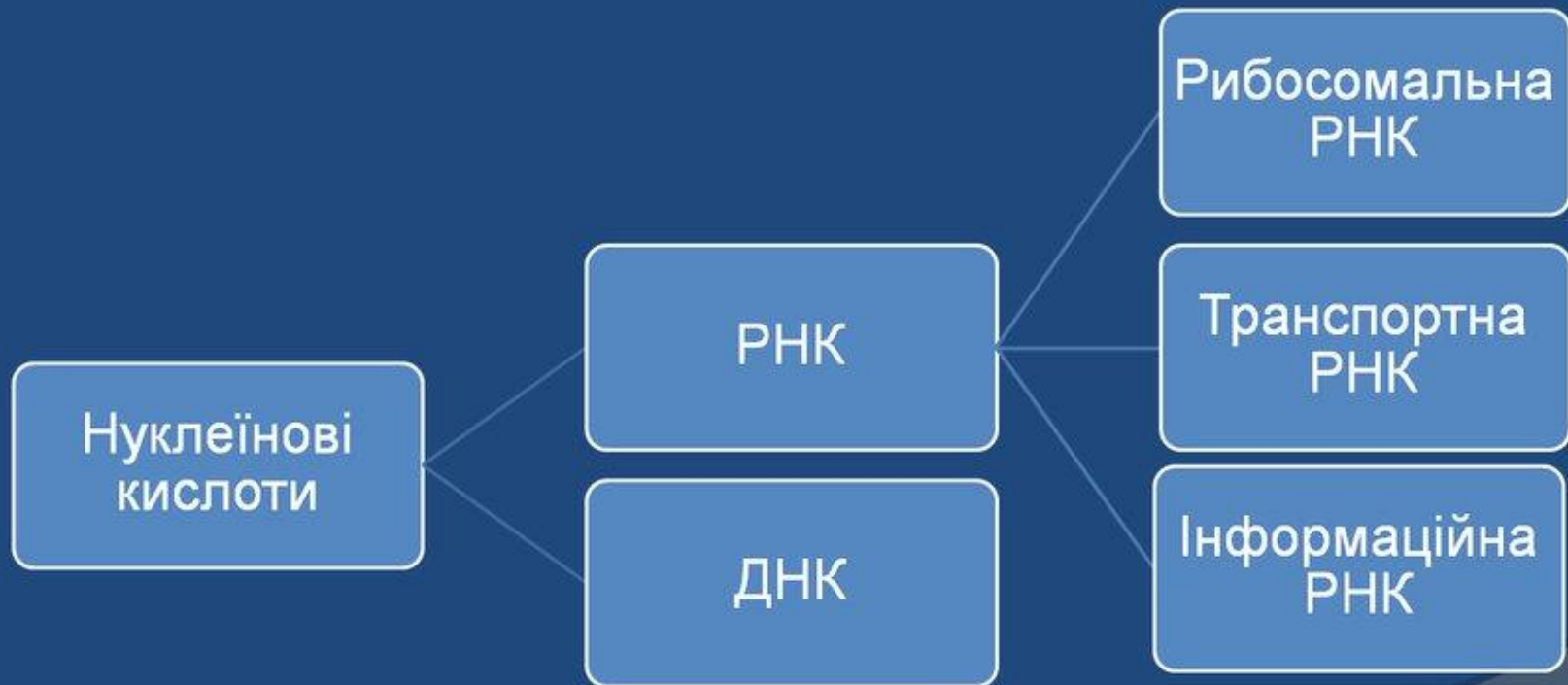
Третинна
структура
(глобула)



Четвертинна
структура
(кілька
поліпептидних
ланцюгів)



Нуклеїнові кислоти



Класифікація вуглеводів



моносахариди

дисахариди

полісахариди

Глюкоза
(виноградний цукор)
Фруктоза
(плодовий цукор,
кетонспирт)
Рибоза
 $C_nH_{2n}O_n$
Дезоксирибоза

Сахароза
(тростинний або
буряковий цукор)
Лактоза (молочний
цукор)
Мальтоза
(солодовий цукор)
 $C_{12}H_{22}O_{11}$

Крохмаль
Целюлоза
(клітковина)
Глікоген
 $(C_6H_{10}O_5)_n$
Хітин
(азотовмісний
полісахарид)

Ліпіди (від грецьк. *lipos* – жир) – органічні сполуки, які містять жири та жироподібні речовини.

Ліпіди

Прості
ліпіди

Складні ліпіди

стероїди

жири

воски

ліпопротеїди

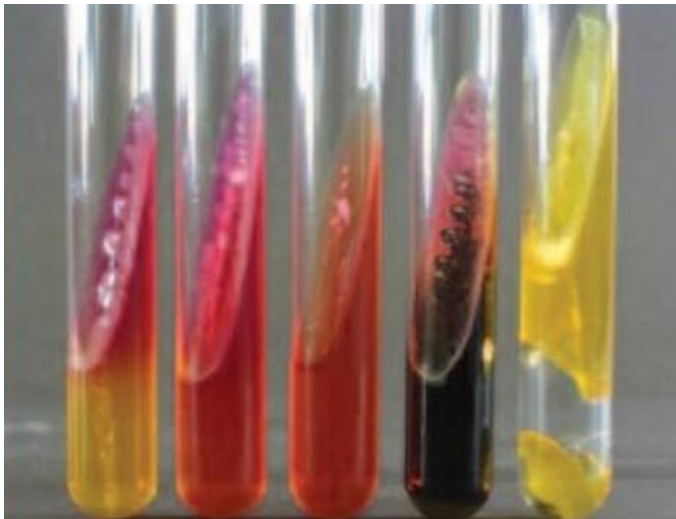
фосфоліпіди

гліколіпіди

Пігменти бактерій поділяються на дві групи:

- нерозчинні, зв'язані з клітинними компонентами вони зумовлюють забарвлення колоній, але не середовища (пігменти жовтої сардини, золотистого стафілокока);
- розчинні в поживному середовищі, яке забарвлюється при культивуванні бактерій

За хімічним складом пігменти поділяють:
бактеріохлорофіли, каротиноїди, меланіни.



Обмін речовин

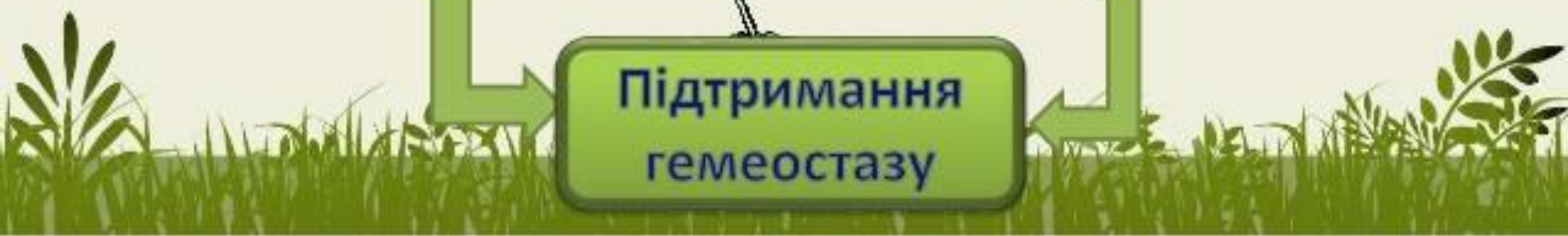
Асиміляція
(пластичний обмін,
анаболізм)

Дисиміляція
(енергетичний
обмін, катаболізм)

Сукупність всіх
реакцій біосинтезу

Сукупність всіх
реакцій розпаду
речовин

Підтримання
гемеостазу



Живлення мікроорганізмів

*Конструктивний
метаболізм або
анаболізм*

- забезпечує синтез складних клітинних сполук із більш простих.

*Енергетичний
метаболізм або
катаболізм*

- потік реакцій, що супроводжуються накопиченням електрохімічної енергії, яка потім використовується клітиною.

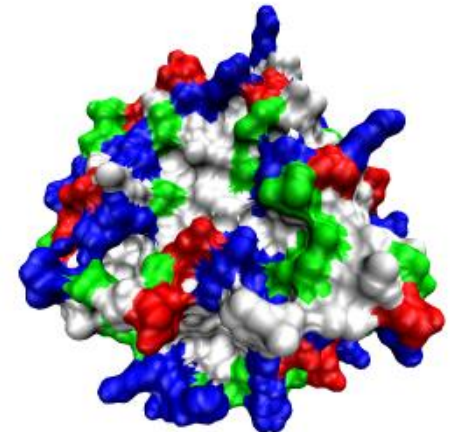
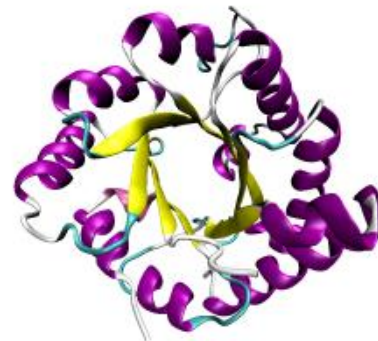
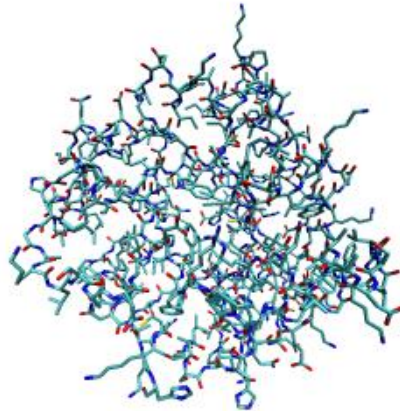
Анаболізм (*anabole* – від грец. підйом) – сукупність біохімічних процесів синтезу складних біомолекул з більш простих.

Катаболізм (*katabole* – від грец. руйнація) – сукупність біохімічних процесів розщеплення складних молекул до більш простих, у тому числі до кінцевих продуктів обміну.

Амфіболізм – процес катаболізму, проміжні метаболіти якого можуть бути використані для синтезу (для анаболізму) інших сполук.

Ферменти

- Гідролази
- Оксидоредуктази
- Ізомерази
- Трансферази
- Ліази
- Лігази

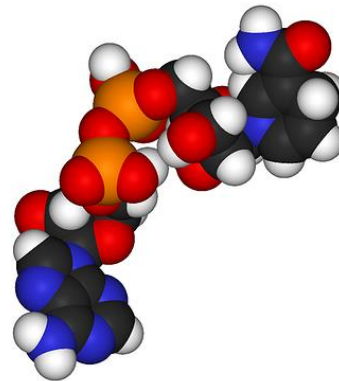


За способом дії ферменти поділяються на:

- Адаптивні – синтезуються лише тоді коли є субстрат
- Конститутивні – постійно присутні в клітині

За локалізацією:

- Екзоферменти – виділяються в навколишнє середовище
- Ендоферменти – на цитоплазматичній мембрані



Тип метаболізму мікроорганізмів

визначається трьома показниками:

- ❖ джерелом енергії;
- ❖ джерелом (донором) електронів;
- ❖ джерелом вуглецю.



Конструктивний метаболізм прокаріотів

- **Автотрофи** (autos - сам, trophe - живлення) здатні синтезувати всі необхідні їм органічні сполуки з CO_2 як єдиного джерела вуглецю.
- **Гетеротрофи** (heteros - інший) - мікроорганізми, джерелом вуглецю для яких є органічні сполуки (цукри, амінокислоти, багатоатомні спирти та ін.)

Бактерії–гетеротрофи

Сапротрофи

Бактерії
гниття,
бродіння

Симбіонти

Бульбочкові
бактерії, бактерії
травної системи
рослиноїдних
тварин, кишкова
паличка
кишечнику
людини

Паразити

Збудники
інфекційних
хвороб:
дизентерії,
холери, чуми,
ангіни,
пневмонії та ін.

Сапротрофи



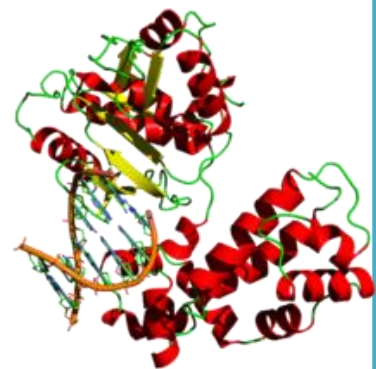
**Молочнокислі
бактерії**



**Гнилостні
бактерії**

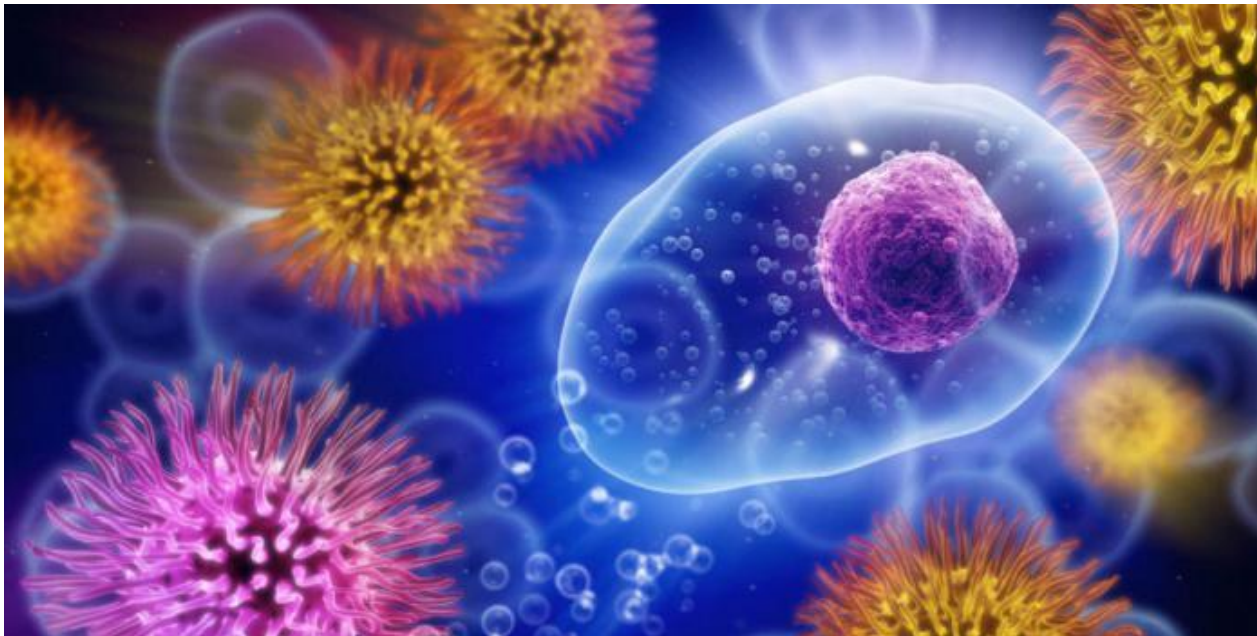
Найвищу гетеротрофність мають прокаріотичні організми, які здатні жити тільки всередині живих клітин (рикетсії, хламідії), їх метаболічні шляхи повністю залежать від організму хазяїна. Такі мікроорганізми називають **облігатними (суворими) паразитами.**

Однак багато мікробів можна вирощувати на штучних живильних середовищах, до складу яких входять білки, пептиди, вітаміни, фрагменти нуклеїнових кислот. Такі форми бактерій, здатних рости поза клітинами людини або тварин при створенні необхідних умов, називають **факультативними паразитами.**



Оліготрофні бактерії – здатні рости тільки за низької концентрації органічних сполук у середовищі.

Якщо для типових сапрофітів оптимальні умови для росту виникають при концентрації глюкози 10 г/л, то для оліготрофів у межах 1-15мг джерела Карбону на літр. У середовищах із більш високими концентраціями поживних речовин вони гинуть.



За типом засвоєння джерел енергії мікроорганізми поділяють на:

- **фототрофи** – використовують енергію світла,
- **хемотрофи** – використовують енергію окисно-відновних хімічних реакцій.



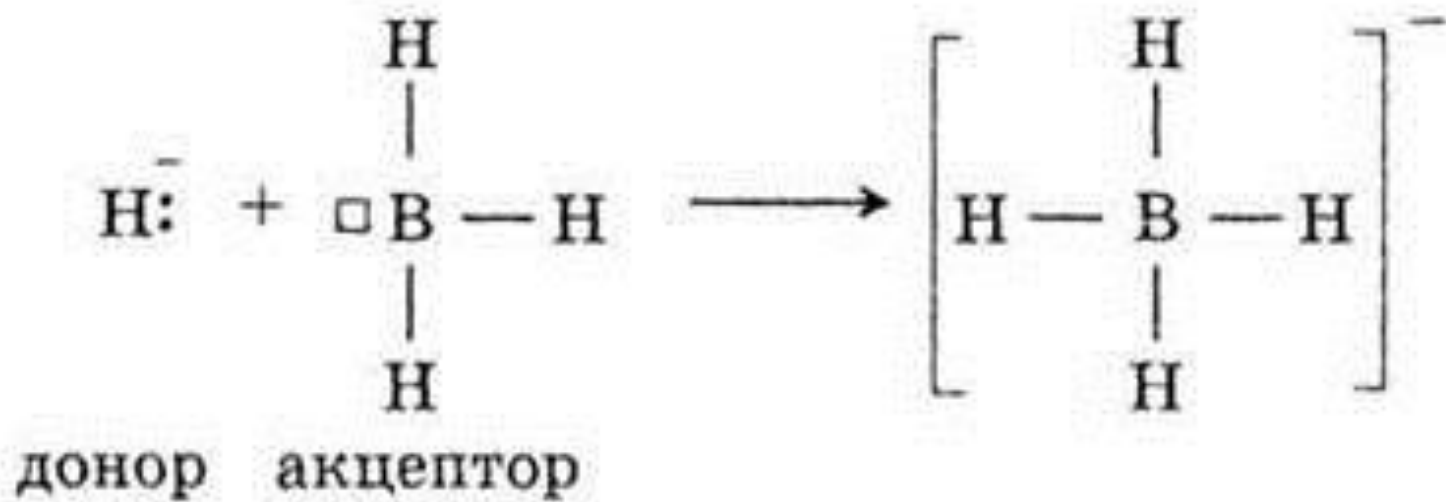
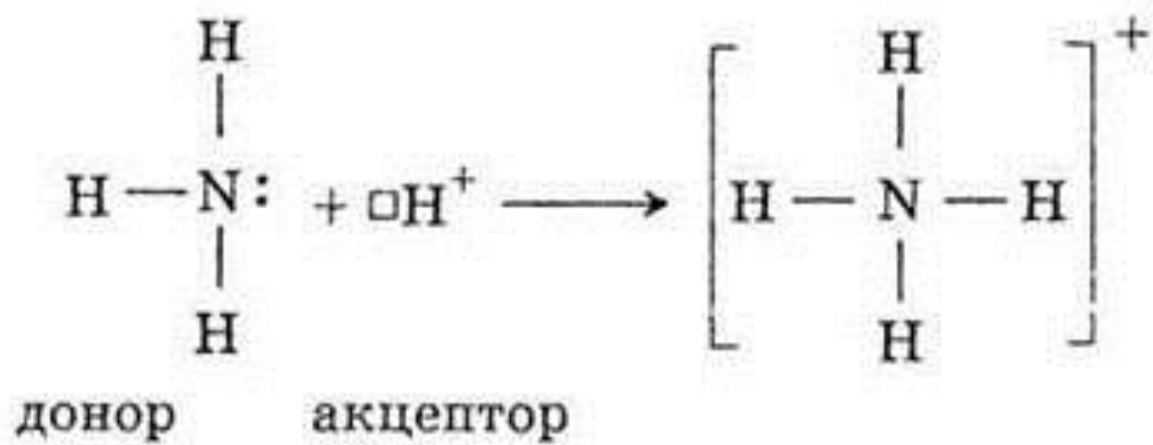
Бактерії–автотрофи

Фототрофи

*Зелені, пурпурові
бактерії*

Хемотрофи

*Нітрифікуючі бактерії,
залізобактерії,
сіркобактерії*

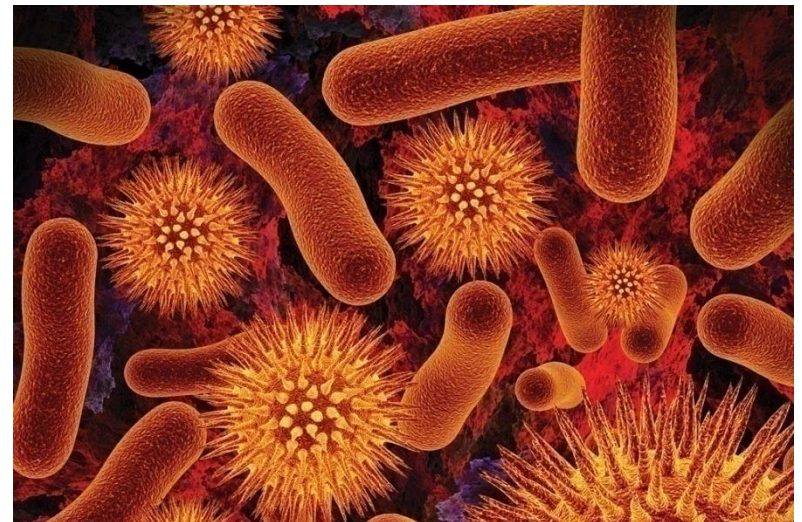


Якщо донором електронів у цих реакціях є неорганічні сполуки (H_2 , H_2S , Fe^{2+} , NH_3 тощо), мікроорганізми називають **літотрофами**, а якщо органічні сполуки – **органотрофами**.

При зміні складу середовища й умов культивування деякі мікроорганізми можуть переключатися з одного типу живлення на інший – **міксотрофи**.



Деякі прокаріоти виявляють потребу в одній якій-небудь органічній сполуці з групи амінокислот, вітамінів чи азотистих основ, які в силу різних причин не здатні синтезувати. Такі органічні речовини дуже потрібні у дуже малих кількостях, і вони дістали назву ***факторів росту***.



Залежно від фактора росту мікроорганізми поділяються на :

> **прототрофи** — здатні синтезувати всі необхідні для росту і розмноження органічні сполуки;

> **ауксотрофи** — їх ріст і розмноження неможливі при відсутності речовини, яку бактеріальна клітина нездатна або втратила спроможність синтезувати.



Основні типи живлення мікроорганізмів

Тип живлення	Джерела енергії, Н/е-, вуглецю	Приклади мікроорганізмів
Фотоліто-трофи автотрофи	Енергія світла Неорганічні донори Н/е- CO ₂ джерело вуглецю	Водорослі сульфобактерії ціанобактерії
Фотоорганотрофи гетеротрофи	Енергія світла, Органічні донори Н/е- Органічні джерела вуглецю	Пурпурні і зелені бактерії
Хемоліто-трофи автотрофи	Хімічні джерела енергії (неорганічні) Неорганічні донори Н/е- CO ₂ джерело вуглецю	Нітрифікуючі бактерії, залізобактерії
Хемоорганотрофи гетеротрофи	Хімічні джерела енергії (органічні) Органічні донори Н/е- Органічні джерела вуглецю	Найпростіші Гриби Більшість бактерій

Надходження речовин у клітину.

Встановлено, що мікробам притаманний **голофітний** тип живлення, тобто вони здатні поглинати живильні речовини тільки в розчиненому вигляді .



Мембранні транспортні процеси, що відбуваються у клітині, можна віднести до одного з двох основних типів – **пасивного** або **активного** транспорту.

Під час **пасивного транспорту** речовина переноситься *за градієнтом концентрації без залучення енергії гідролізу АТФ*. Пасивний транспорт, в свою чергу, може здійснюватися шляхом *простої* або *полегшеної дифузії* (в останньому випадку - за допомогою специфічного переносника, каналу чи іонофору).

Під час **активного транспорту** рух речовини здійснюється *проти концентраційного градієнта за рахунок енергії, що звільнюється при гідролізі АТФ*.

► **Дифузія** - транспорт молекул і іонів через мембрану з області з високою концентрацією в область з нижчою їх концентрацією.

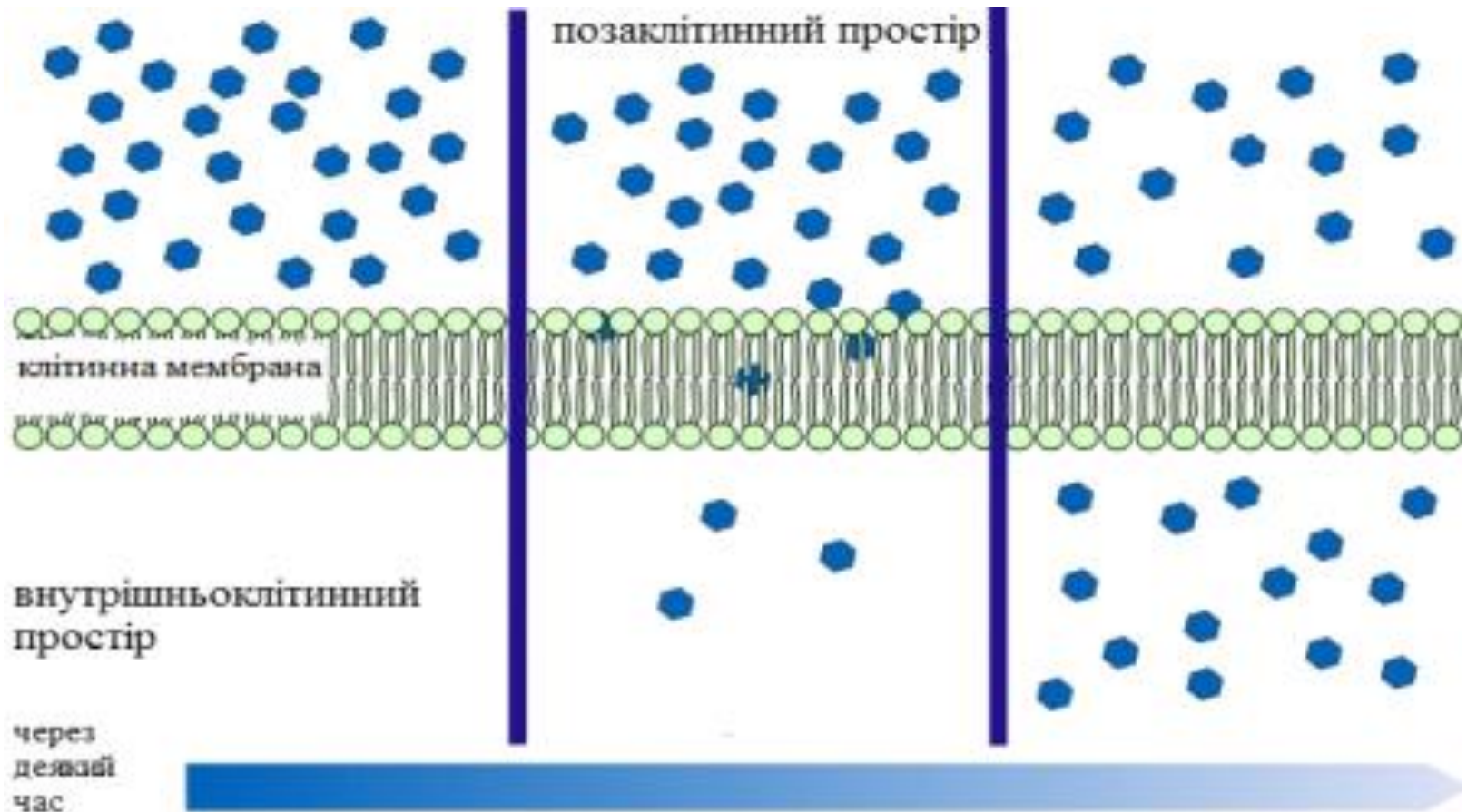


Проста
дифузія

The diagram consists of two arrows pointing downwards from a single point at the top center. The left arrow points to the text 'Проста дифузія' and the right arrow points to the text 'Полегшена дифузія'. The background features a faint, stylized topographic map with contour lines and a compass rose in the bottom left corner.

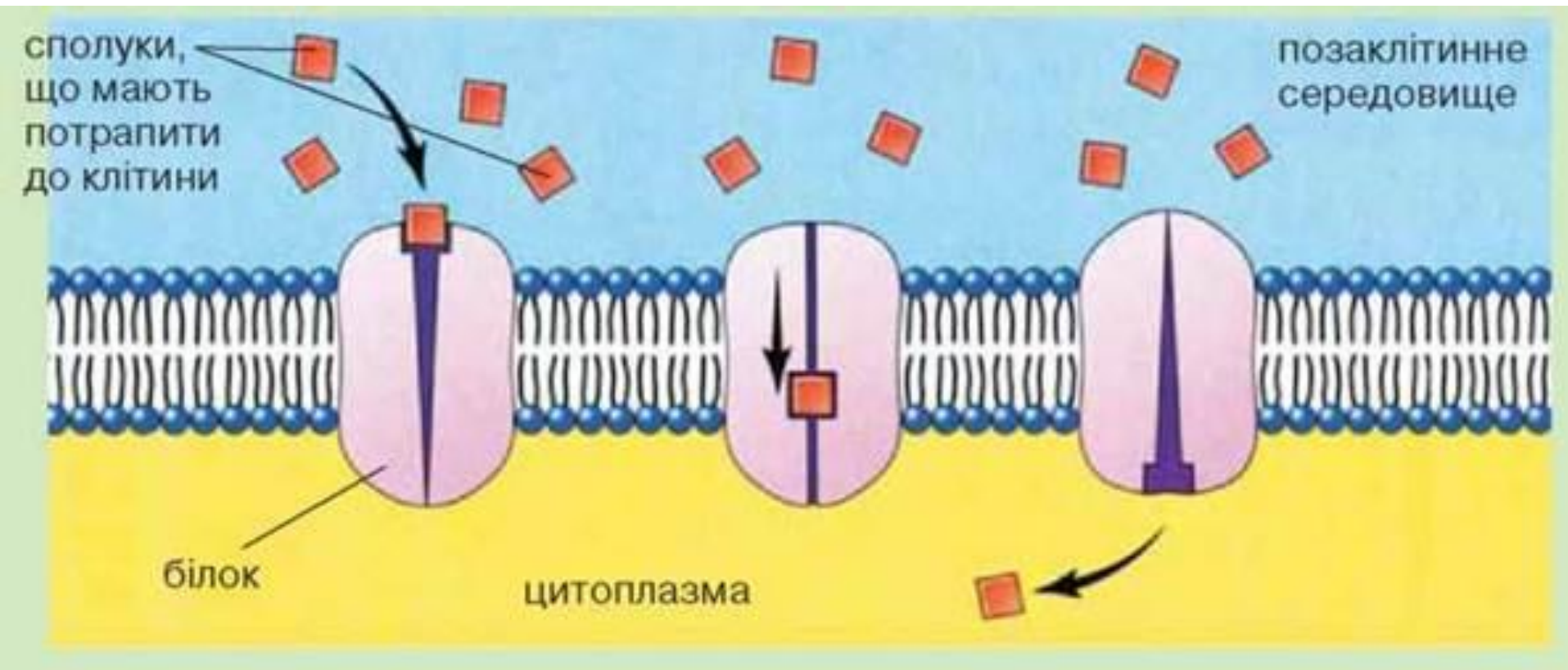
Полегшена
дифузія

Пасивна дифузія функціонує тоді, коли створюється градієнт концентрації речовини всередині бактеріальної клітини та зовні. Вона відбувається пасивно, тому що не вимагає затрат енергії.



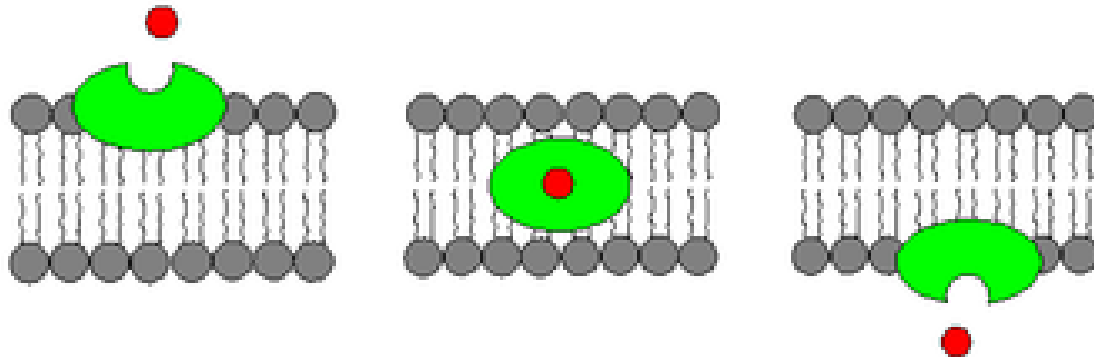
Мал. 3 Схема транспорту через мембрану за допомогою дифузії

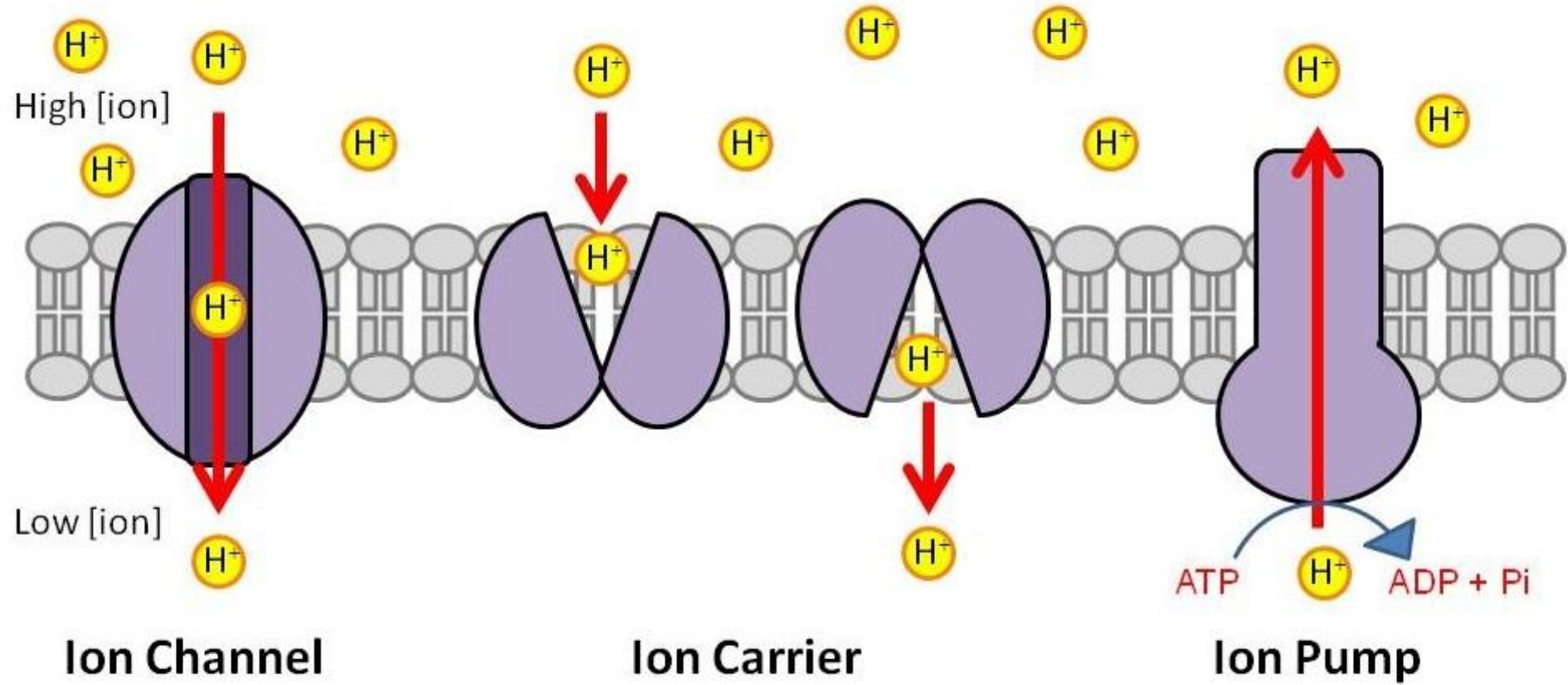
Полегшена дифузія здійснюється за рахунок особливих білків - пермеаз, які містяться в цитоплазматичній мембрані. Цей процес також не вимагає енергетичного забезпечення.



Деякі речовини не беруть участі у транспортуванні, але роблять мембрану проникною для іонів, утворюючи так звані іонні канали. Вони одержали назву іонофорів.

Іонофори – це органічні молекули різної природи. Багато з них – це антибіотики бактеріального походження.

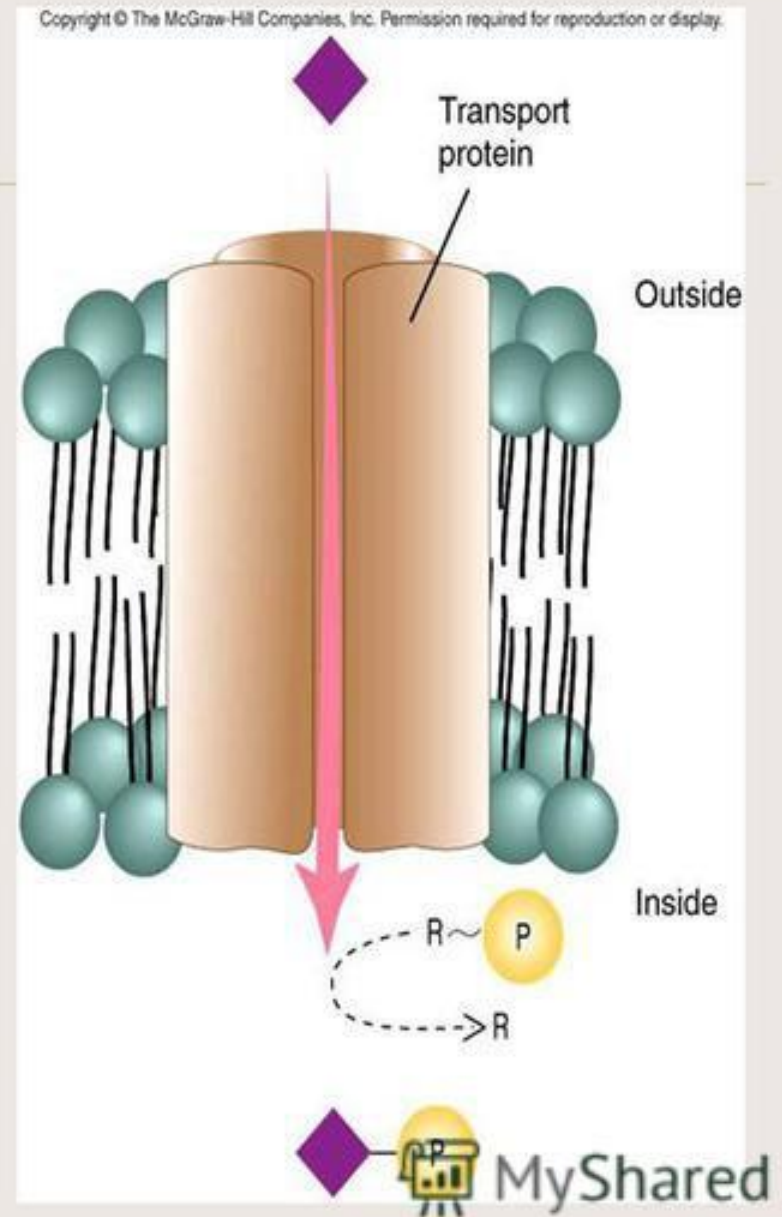


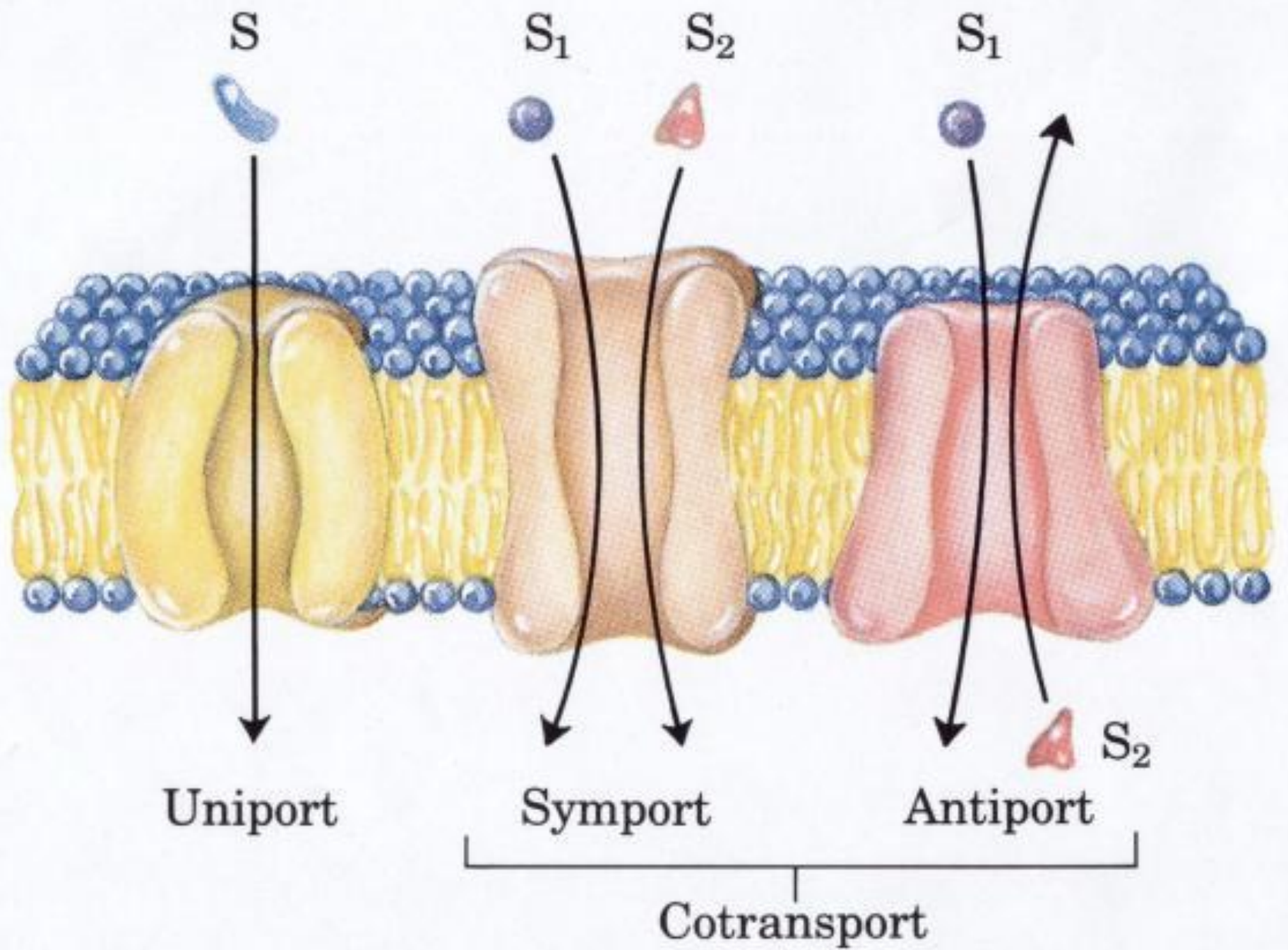







Більшість поживних речовин, метаболітів, іонів проникають у клітину за допомогою **активного транспорту**.

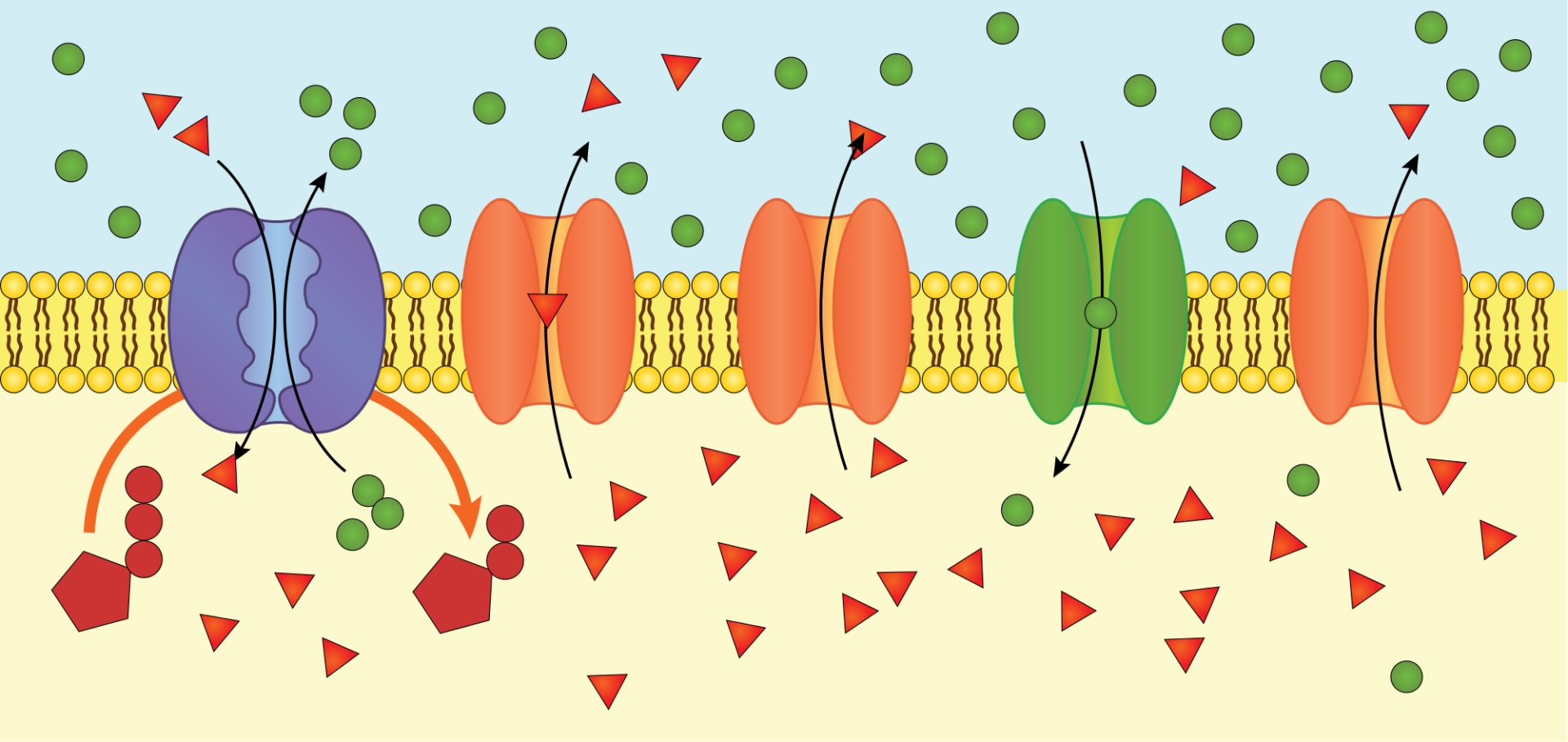
Його забезпечують білки-пермеази,

Цей процес відбувається за рахунок **енергії**, яку генерує клітина, тому можливий перенос і проти градієнта концентрації речовини.





● Na^+ ▲ K^+  АТФ  АДФ  Натрій-калієвий насос  Калієвий канал  Натрієвий канал



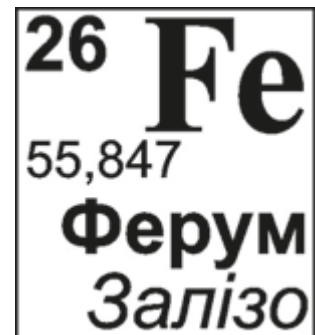
Перенесення радикалів (транслокація груп)

також здійснюється проти градієнта концентрації, із витратами енергії та за участю субстрат-специфічних транспортних білків. Однак органічна речовина в процесі перенесення хімічно модифікується і з'являється в клітині у фосфорильованій формі. У багатьох мікроорганізмів саме так транспортуються цукри.



Сидерофори — хімічні сполуки, які хелатують іони заліза і виділяються деякими мікроорганізмами.

При рН близькому до нейтрального (~7) іони Fe^{3+} мають дуже низьку розчинність у воді, тому мікроорганізми не можуть засвоювати залізо безпосередньо з навколишнього середовища. Такі іони утворюються в аеробних умовах (наприклад, в ґрунті) з іонів Fe^{2+} . Останні мають високу розчинність і можуть засвоюватися мікроорганізмами. Виділений до середовища сидерофор утворює комплекс з іонами Fe^{3+} , який згодом потрапляє всередину клітини мікроорганізму за допомогою механізмів активного транспорту.



Культивування

– вирощування мікроорганізмів на спеціальних поживних середовищах.

Розрізняють три види культивування мікроорганізмів:

1. періодичне
2. безперервне
3. синхронне



При внесенні у поживне середовище бактерії ростуть до тих пір, поки вміст якого-небудь необхідного компонента не стане мінімальним або не вичерпається, після чого ріст припиняється. Якщо впродовж усього цього часу в середовище не вносити ніяких поживних речовин і не виводити продукти метаболізму, то одержимо так звану **періодичну культуру** (популяцію клітин в обмеженому життєвому просторі).



Розрізняють чотири основні фази росту

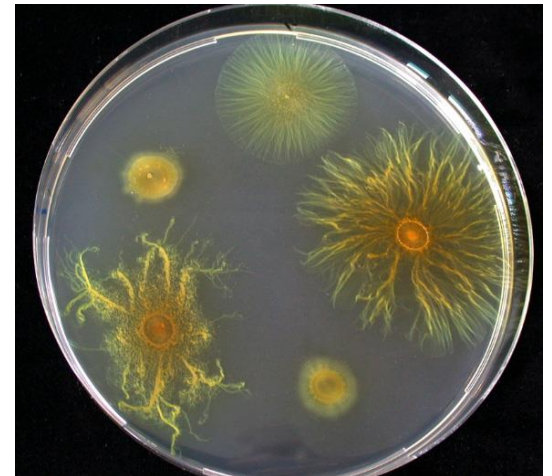
періодичної культури:

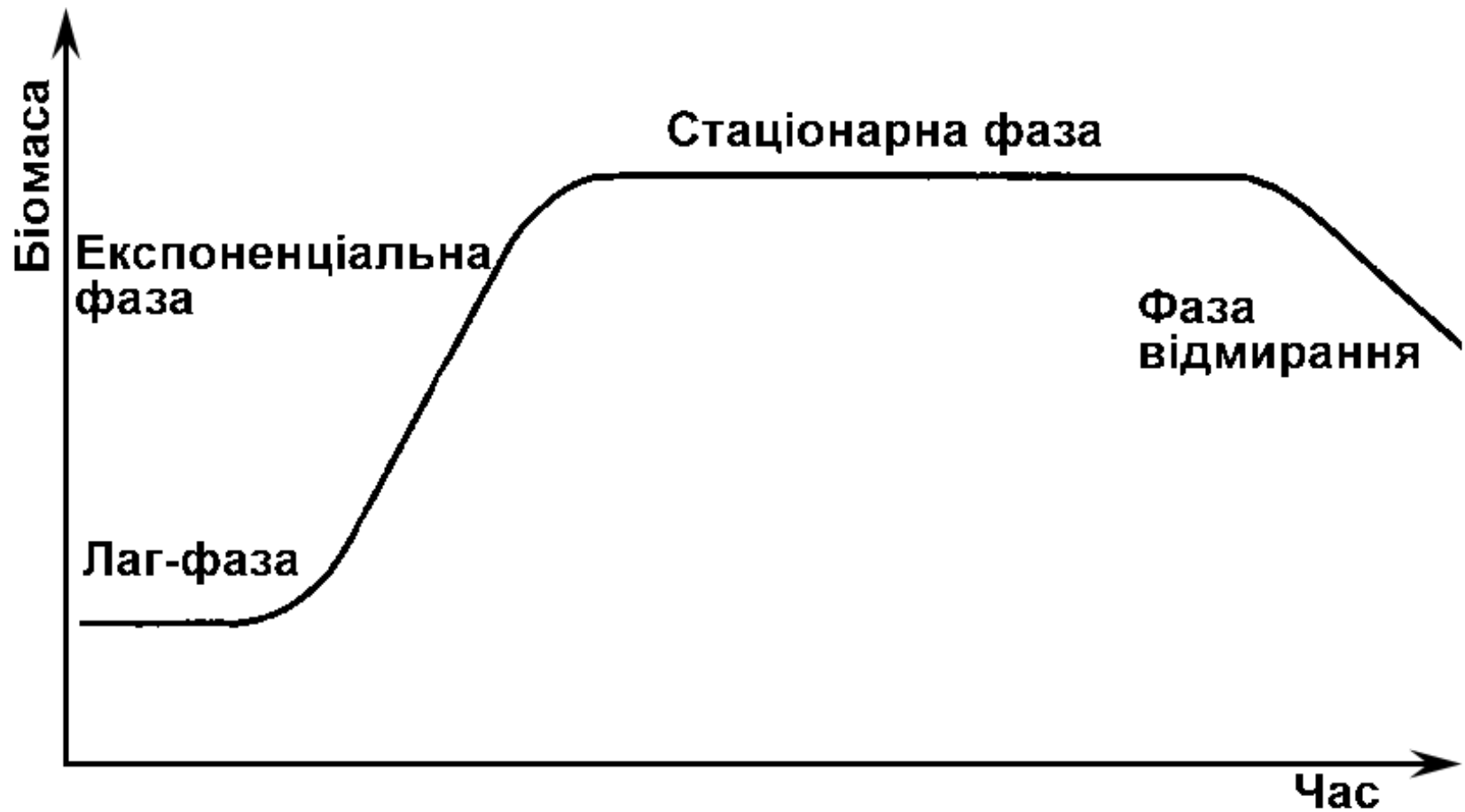
✓ **початкова** або **лаг-фаза**

✓ **експоненціальна** або **логарифмічна фаза**

✓ **стаціонарна фаза**

✓ **фаза відмирання**





Початкова або лаг-фаза починається з моменту посіву бактерій у свіже поживне середовище. В цей період відбувається адаптація бактерій до умов існування. В клітині у 8-12 разів зростає кількість РНК, збільшується концентрація ферментів. Тривалість фази 1-2 год.



Експоненціальна (логарифмічна) фаза характеризується постійною максимальною швидкістю поділу клітин і зростанням їх кількості у геометричній прогресії. Вона залежить від віку мікробів і складу середовища. Так, ентеробактерії діляться кожні 15-30 хв, стрептококи - 30 хв, а ґрунтові нітробактерії й збудники туберкульозу - 5-18 год. Час, протягом якого відбувається поділ мікроба, називається **часом генерації**. Тривалість фази - 5-8 год.

У **стаціонарній фазі** росту спостерігається незначний приріст біомаси. Вона настає тоді, коли кількість клітин перестає збільшуватись, тобто характеризується рівновагою між клітинами, що утворюються, та клітинами, що гинуть. У цій фазі культура менш чутлива до дії фізичних факторів, її біомаса досягає максимальної величини. Триває фаза 6-7 год.



Фаза відмирання (до 10 год) супроводжується різким зменшенням числа живих клітин. Цьому сприяють значний дефіцит поживних речовин у середовищі, нагромадження кислот, автоліз під впливом власних ферментів.

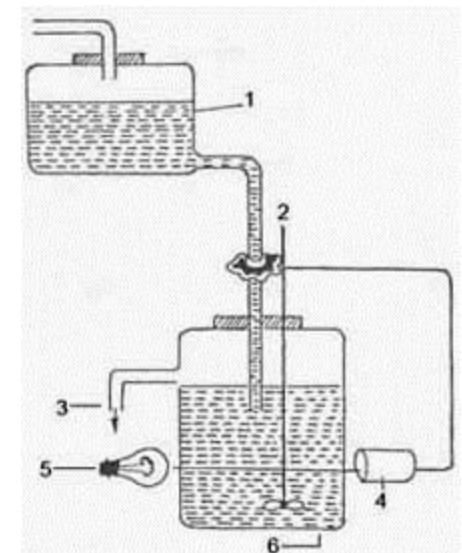
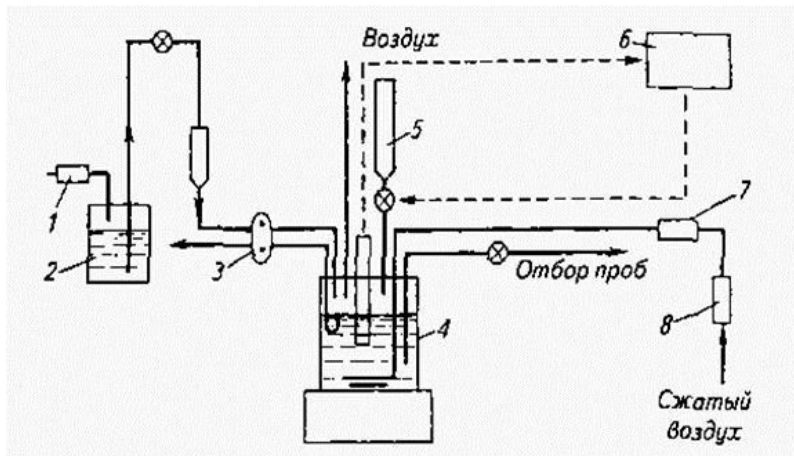
Якщо впливати на умови культивування таким чином, щоб виводити продукти обміну і додавати свіже поживне середовище, то можна тривалий час підтримувати культуру в експоненціальній фазі росту. Саме такий спосіб культивування мікроорганізмів знайшов своє застосування у виробничих і напіввиробничих умовах, і він називається **безперервним культивуванням**.

Контроль і управління процесами безперервного культивування здійснюють двома способами: хемостатним і турбідостатним.



Ріст культури в *хемостаті* контролюється концентрацією субстрату. Основним показником безперервного культивування є швидкість розбавлення середовища.

Принцип роботи *турбідостату* ґрунтується на регулюванні швидкості потоку середовища густиною популяції. Турбідостатний контроль може ґрунтуватися на інших методах вимірювання біомаси або продуктів, які утворюються в процесі їхнього росту.



Синхронні культури – це культури, в яких певний час всі клітини діляться одночасно (синхронно) за рахунок однакової готовності до росту та поділу окремих особин. Синхронізація культури досягається фізичними та хіміко-біологічними методами:

- *фізичні* — температурна дія, диференційне центрифугування, диференційне фільтрування, чергування світлових і темнових режимів у фотосинтезувальних бактерій.
- *хіміко-біологічні* — вирощування бактерій на неповноцінних поживних середовищах з наступним перенесенням їх у повноцінні середовища, вимушене голодування бактерій.

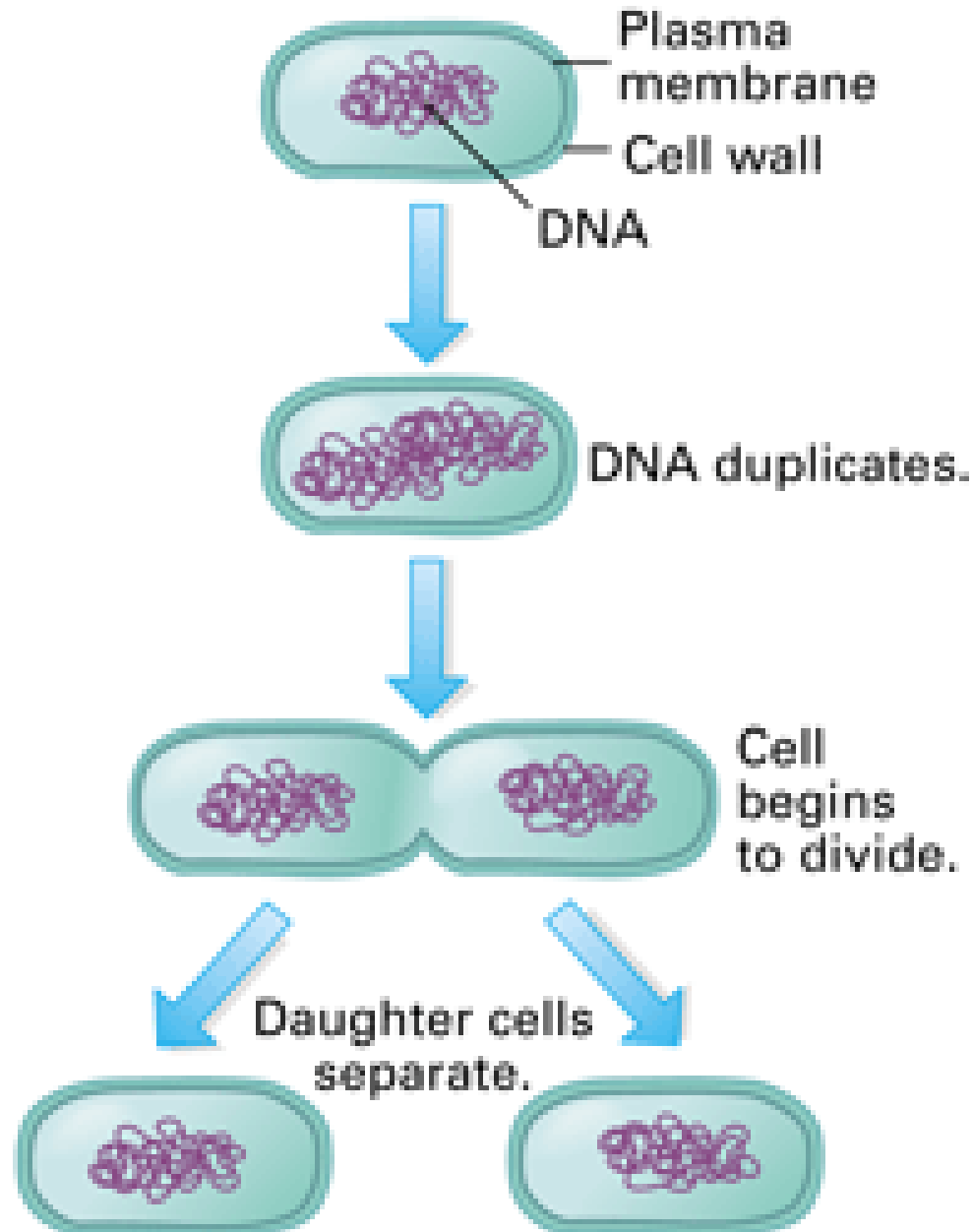


Бактерії розмножуються у геометричній прогресії. Якщо вважати, що за оптимальних умов бактерія подвоюється кожні 30 хвилин, то за годину їх буде 4, через дві години - 16, через 4 - 256, через 15 - мільйони. Через 35 год їх об'єм становитиме до 1000 м^3 , а маса - понад 400 т.

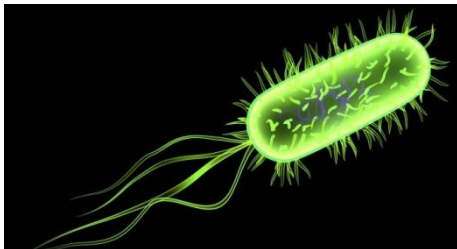
Для абсолютної більшості прокариот характерний **бінарний поперечний поділ**, внаслідок якого утворюються дві однакові дочірні клітини.

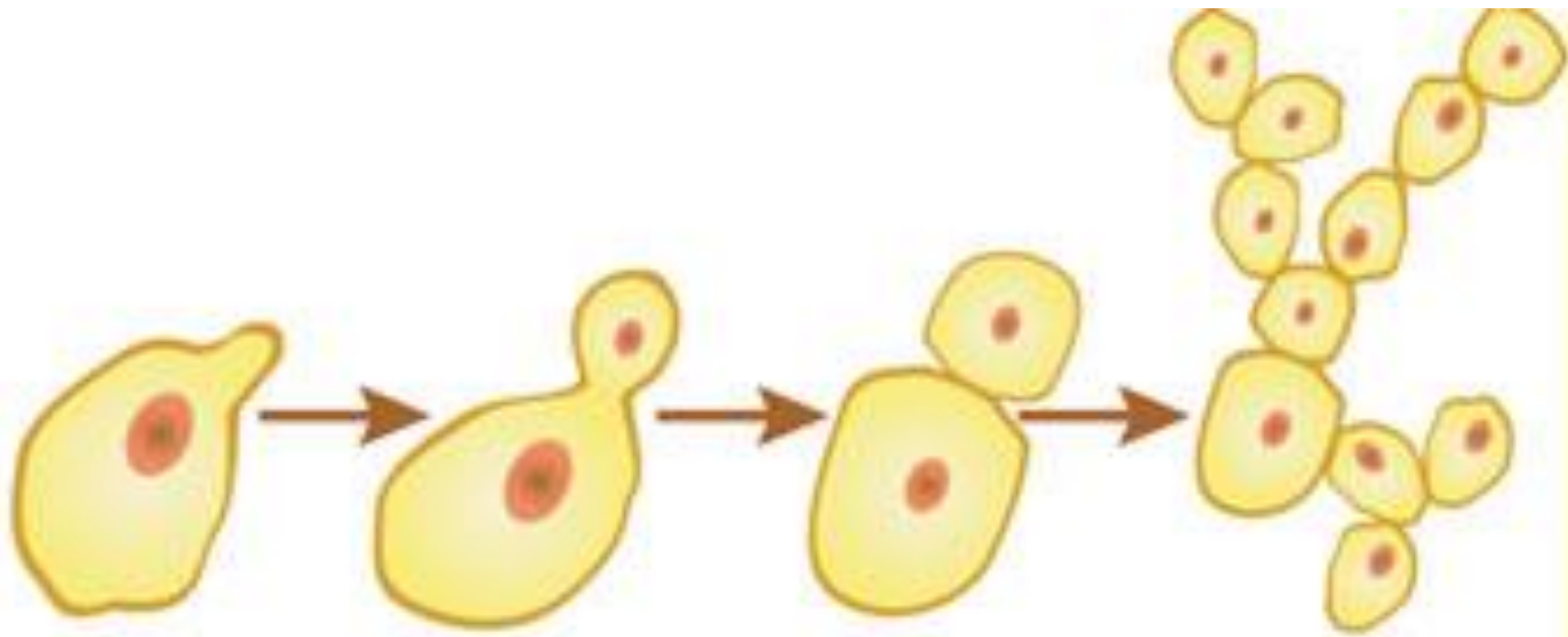


Binary Fission



Варіантом бінарного поділу є **брунькування**. Брунька утворюється на одному з полюсів материнської клітини. У процесі росту вона збільшується до розмірів материнської клітини, а потім відділяється від неї. Клітинна стінка бруньки синтезується заново, тоді, як у разі бінарного поділу значна частина материнської клітини передається дочірній клітині.





Bud begins to form on parent cell

Nucleus copies and divides. The bud receives a copy

Bud now becomes a separate daughter cell

Budding produces chains of cells

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ