

9.09.24.

25 група

Методи мікробіологічних досліджень.

Тема: Обмін речовин (метаболізм) мікроорганізмів

План

1. Поняття про метаболізм.
2. Ферменти бактерій.
3. Енергетичний метаболізм.
4. Бродіння, його типи.

1. Поняття про метаболізм прокаріот

Метаболізм – це сукупність процесів, що протікають у клітині, які забезпечують її життєдіяльність. Клітинний метаболізм складається із двох протилежно спрямованих процесів: енергетичного метаболізму (катаболізму) і конструктивного метаболізму (анаболізму).

Енергетичний метаболізм (катаболізм) – це сукупність реакцій окиснення різних відновлених органічних і неорганічних сполук, що супроводжуються виділенням енергії, яка акумулюється клітиною у вигляді фосфатних зв'язків.

Конструктивний метаболізм (анаболізм) – це сукупність реакцій біосинтезу, у результаті яких за рахунок речовин, що надходять ззовні, і проміжних продуктів, що утворюються при катаболізмі (амфіболітів), синтезуються речовини клітини. Цей процес пов'язаний зі споживанням вільної енергії, що запасується в молекулах АТФ або інших багатих енергією з'єднаннях.

Метаболізм прокаріот, як енергетичний, так і конструктивний, відрізняється надзвичайною різноманітністю. Це є результатом того, що бактерії можуть використовувати в якості джерел енергії й вуглецю досить широкий набір органічних і неорганічних сполук. Така здатність обумовлена відмінностями в наборі ферментів.

2. Ферменти бактерій

Мікроорганізми синтезують різні ферменти – специфічні білкові каталізатори. У бактерій виявлені ферменти 6 основних класів.

1. Оксидоредуктази – каталізують окисно-відновні реакції.
2. Трансферази – здійснюють реакції переносу груп атомів.
3. Гідролази – здійснюють гідролітичне розщеплення різних сполук.
4. Ліази – каталізують реакції відщеплення від субстрату хімічної групи негідролітичним шляхом з утворенням подвійного зв'язку або приєднання хімічної групи до подвійних зв'язків.
5. Лігази або синтетази – забезпечують з'єднання двох молекул, сполучене з розщепленням пірофосфатних зв'язків у молекулі АТФ або аналогічного трифосфату.
6. Ізомерази – визначають просторове розташування груп елементів.

Ферменти відіграють вирішальну роль у всіх реакціях. Склад ферментів визначає геном клітини і є відносно постійним. Відповідно до механізмів генетичного контролю в бактерій виділяють три групи ферментів.

За місцем перебування розрізняють:

Екзоферменти – виділяються в зовнішнє середовище, здійснюють процеси розщеплення високомолекулярних органічних сполук. Здатність до утворення

екзоферментів багато в чому визначає *інвазивність* бактерій – здатність проникати через слизисті, сполучнотканинні й інші тканинні бар'єри. До цієї ж групи належать *ензими*, що розкладають антибіотики.

Ендоферменти – внутрішньоклітинні ферменти.

За часом утворення всі ферменти можна розділити на три групи:

Конститутивні – їхній синтез відбувається з постійною швидкістю незалежно від речовини субстрату; у клітині вони перебувають у більш-менш постійній концентрації. Приклад: гліколітичні ферменти – обслуговують процеси гліколізу.

Індуцибельні – швидкість їх синтезу в клітині різко зростає у відповідь на появу в середовищі субстрату-індуктора. До індукцибельних ферментів належать більшість гідролаз.

Алостеричні ферменти – чутливо реагують на концентрацію кінцевих продуктів метаболізму.

У бактеріології для диференціації мікроорганізмів за *біохімічними властивостями* найчастіше основне значення мають кінцеві продукти й результати дії ферментів. Відповідно до цього існує мікробіологічна (робоча) класифікація ферментів.

1. Сахаролітичні.
2. Протеолітичні.
3. Аутолітичні.
4. Окисно-відновні.
5. Ферменти патогенності (вірулентності).

Ферментний склад клітини визначається геномом і є досить постійною ознакою. Знання біохімічних властивостей мікроорганізмів дозволяє ідентифікувати їх за набором ферментів. Основні продукти ферментації вуглеводів і білків – кислоти, газ, індол, сірководень, хоча реальний спектр для різних мікроорганізмів набагато більший.

Основні *ферменти вірулентності* – гіалуронідаза, плазмокоагулаза, лецитіназа, нейрамінідаза, ДНК-аза. Визначення ферментів патогенності має значення при ідентифікації ряду мікроорганізмів і виявлення їх ролі в патології.

Ряд ферментів мікроорганізмів широко використовується в медицині й біології для одержання різних речовин (аутолітичні, протеолітичні), у генній інженерії (рестриктази, лігази).

3. Енергетичний метаболізм

Як уже було відзначено, усі мікроорганізми стосовно енергетичних джерел підрозділяються на дві групи: **фототрофи й хемотрофи**. Хемотропні мікроорганізми використовують для синтезу молекул АТФ енергію, що звільняється при хімічних реакціях, фототрофні – сонячну енергію в процесі фотосинтезу.

Утворення молекул АТФ із АДФ може відбуватися двома способами:

– фосфорилування в дихальному або фотосинтетичному електронно-транспортному ланцюгу (пов'язане з мембранами або їх похідними – **мембранне фосфорилування**);

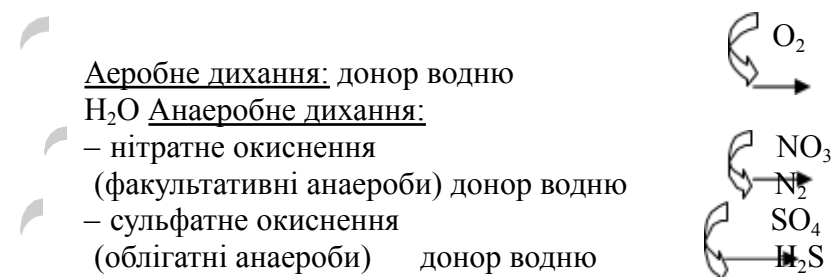
– фосфорилування на рівні субстрату (фосфатна група переноситься на АДФ від речовини-субстрату, більш багатого енергією, ніж АТФ – **субстратне фосфорилування**).

У хемотрофних бактерій генерація енергії в молекулах АТФ зводиться до двох типів біохімічних реакцій: *окиснення й відновлення*. Усі окисно-відновні реакції енергетичного метаболізму хемотрофних бактерій можна розділити на три типи: *аеробне дихання* або *аеробне окиснення*, *анаеробне дихання* і *бродиння*.

Аеробне дихання – процес, при якому донором водню або електронів є органічні (рідше неорганічні) речовини, а кінцевим акцептором – молекулярний кисень. Основна

кількість енергії при аеробному диханні утворюється в результаті *мембранного фосфорилування*.

Анаеробне дихання – ланцюг анаеробних окисно-відновних реакцій, які зводяться до окиснення органічного або неорганічного субстрату з використанням у якості кінцевого акцептора електронів не молекулярний кисень, а інших неорганічних речовин (нітрату – NO_3^- , нітриту – NO_2^- , сульфату – SO_4^{2-} , сульфіту – SO_3^{2-} , CO_2), а також органічних речовин (фумарату й ін.). Молекули АТФ утворюються в основному в результаті *мембранного фосфорилування*, але в меншій кількості, ніж при аеробному диханні.



У процесі аеробного дихання утворюються токсичні продукти окиснення (H_2O_2 – перекис водню, $\text{O}^\bullet$ – вільні кисневі радикали), від яких захищають специфічні ферменти, насамперед *каталаза*, *пероксидаза*, *пероксиддисмутаза*. В анаеробів ці ферменти відсутні, також як і система регуляції окисно-відновного потенціалу.

Бродіння – сукупність анаеробних окисно-відновних реакцій, при яких органічні сполуки слугують як донорами, так і акцепторами електронів. Як правило, донори й акцептори утворюються з того самого субстрату, що піддається бродінню (наприклад, з вуглеводу). АТФ при бродінні синтезується в результаті реакцій *субстратного фосфорилування*.

Найбільш вигідним типом окисно-відновних реакцій у бактерій є *аеробне дихання*, тому що тут відбувається найбільший вихід молекул АТФ. Найменш вигідним типом таких реакцій є *бродіння*, що супроводжується мінімальним енергетичним виходом.

Самостійна робота.

1. Яке місце займає мікробіологія в системі біологічних дисциплін?
2. Яка роль мікроорганізмів у природі та діяльності людини?
3. Назвіть групи організмів, що відносять до об'єктів мікробіології.
4. Назвіть основні частини мікроскопа
5. Яке обладнання необхідне для мікроскопування
6. Які фактори навколишнього середовища впливають на мікроорганізми?