



ЦЕНТРАЛЬНА СПІЛКА СПОЖИВЧИХ ТОВАРИСТВ УКРАЇНИ
(УКРКООПСПІЛКА)

Чернівецький кооперативний економіко-правовий коледж

Розглянуто та затверджено на засіданні
циклової комісії загальноосвітніх дисциплін
Протокол № 1 від 29.08.2016р.
Голова циклової комісії
_____ С.М. Лугова

Спеціальність: 071 Облік і оподаткування

072 Фінанси, банківська справа та страхування

076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність

081 Право

123 Комп'ютерна інженерія

181 Харчові технології

241 Готельно-ресторанна справа

242 Туризм

Дисципліна: "Біологія"

Курс I

Лекція 7

Лекція інформаційна

Тема: Органічні речовини живих організмів

Тема лекції Ферменти, їх роль в життєдіяльності організмів

Навчальна мета: показати актуальність біологічних знань; розкрити сутність життя, вміння відрізнити живе від неживого, сформувані в студентів поняття про ферменти, вивчити їх будову, класифікацію, властивості та функції, які вони виконують в клітині і в організмі зокрема.

Виховна мета: виховувати розуміння важливості дослідження ферментів для практичної діяльності людини.

Розвивальна мета: спонукати до пізнавальної, наукової, творчої діяльності; розвивати самостійність, творче та логічне мислення; сприяти пробудження зацікавленості до вивчаючої дисципліни; розвивати цікавість, допитливість, вміння аналізувати. розвивати вміння використовувати раніше набуті знання;

Методична мета: використання презентації на занятті як засобу активізації процесу навчання.

Технічні засоби навчання:

- Мультимедійний проектор

Наочність:

- Тематична презентація в Power Point.

Міждисциплінарні зв'язки:

Забезпечувані: Загальна біологія

Забезпечуючі: Хімія

Література

Основна

1. Біологія: 10 кл.: Підруч. для загальноосвіт. навч. закл.: рівень стандарту, академічний рівень / П.Г. Балан, Ю.Г. Вервес, В.П. Поліщук. – К.: Генеза, 2010. – 288с.
2. Загальна біологія: Пробн. підруч. для 10 кл. серед. загальноосвіт. навч. закл. / М.Є. Кучеренко, Ю.Г. Вервес, П.Г. Балан, В.М. Войціцький. – К.: Генеза, 2001. – 160с.

Додаткова

1. Біологія: Навч. посібник / А.О. Слюсарев, О.В. Самсонов, В.М. Мухін та ін., За ред. та пер. з рос. В.О. Мотузного. – 2-ге вид., випр. – К.: Вища шк., 1997. – 607с.
2. Загальна біологія: Підр. для 10-11 кл. / Ю.І. Полянський, О.Д. Браун, М.М. Верзілін та ін.: За ред. Ю.І. Полянського. – 21-ше вид. перероб. – К.: Освіта, 1993. – 272с.

ПЛАН

1. Будова молекул ферментів, механізм дії ферментів. Активатори та інгібітори ферментів.
2. Класифікація ферментів.
3. Роль ферментів у життєдіяльності організмів, господарській діяльності людини.

1. Будова молекул ферментів, механізм дії ферментів. Активатори та інгібітори ферментів.

Ферменти або **ензими** — органічні каталізатори білкової або РНК природи. Ферменти каталізують більшість хімічних реакцій, які відбуваються у живих організмах. Вони можуть мати від одного до кількох поліпептидних ланцюгів — субодиниць. Кожен із ферментів має один або більше активних центрів, які визначають специфічність хімічної реакції, що каталізується даним ферментом. Крім активного центру деякі ферменти мають алостеричний центр, який регулює роботу активного центру. Ферментативна реакція також може регулюватися іншими молекулами, як білкової природи, так й іншими — активаторами та інгібіторами.

Ферменти РНК-природи називаються рибозимами і вважаються первісною формою ферментів, які були замінені білковими ферментами в процесі еволюції.

Терміни «**фермент**» і «**ензим**» можна використовувати як синоніми. Але наука про ферменти називається ензимологією, а не ферментологією (ймовірно щоб не змішувати коріння слів латинської і грецької мов).

Історія дослідження

Термін «фермент» був запропонований у 17 столітті хіміком ван Гельмонтом для опису механізмів травлення. В кінці 18 — на початку 19 століття вже було відомо, що м'ясо перетравлюється шлунковим соком, а крохмаль перетворюється на цукор під дією слини. Проте механізм цих явищ був ще невідомий. В 19 столітті Луї Пастер, вивчаючи

перетворення вуглеводів в етиловий спирт під дією дріжджів, дійшов до висновку, що цей процес (бродиння) каталізується якоюсь «життєвою силою», що знаходиться в дріжджових клітинах.

Понад сто років тому терміни «фермент» і «ензим» відображали різні погляди Луї Пастера з одного боку та Марселена Бертло і Юстуса Лібіха з іншого в теоретичній суперечці про природу спиртового бродиння. Власне «ферментами» (від лат. fermentum — «закваска») називали «організовані ферменти» (тобто саме живі мікроорганізми), а термін «ензим» (від грец. ἐν- — «в-» і ζύμη — «дріжджі», «закваска»), запропонований 1876 року В. Кюне для «неорганізованих ферментів», що секретуються клітинами, наприклад, до шлунку (пепсин) або кишечника (трипсин, амілаза). За два роки по смерті Пастера 1897 року Едуард Бюхнер опублікував роботу «Спиртове бродиння без дріжджових клітин», в якій експериментально показав, що екстракт клітин дріжджів здійснює спиртове бродиння так само, як і незруйновані дріжджові клітини. 1907 року за цю роботу він був удостоєний Нобелівської премії.

Функції ферментів

Ферменти є біологічними каталізаторами, вони присутні у всіх живих клітинах і сприяють перетворенню одних речовин (субстратів) на інші (продукти). Ферменти виступають в ролі каталізаторів практично у всіх біохімічних реакціях, що відбуваються в живих організмах — ними каталізується біля 4000 хімічно окремих біореакцій. Ферменти відіграють найважливішу роль у всіх процесах життєдіяльності, скеровуючи та регулюючи обмін речовин організму.

Подібно до всіх каталізаторів, ферменти прискорюють як пряму, так і зворотну реакцію, знижуючи енергію активації процесу. Хімічна рівновага при цьому не зміщується ні в прямий, ні у зворотний бік. Відмінність ферментів від небілкових каталізаторів полягає у їхній високій специфічності — константа дисоціації деяких субстратів з білком-ферментом може досягати менш ніж 10^{-10} моль/л.

Як і всі білки, ферменти синтезуються у вигляді лінійного ланцюжка амінокислот, який згортається певним чином. Кожна послідовність амінокислот згортається особливим чином, і молекула (білкова глобула), що виходить, володіє унікальними властивостями. Кілька білкових ланцюжків можуть об'єднуватися у білковий комплекс. Найбільші рівні структури білків — третинна та четвертинна структури — руйнуються при нагріванні або під дією деяких хімічних речовин.

Щоб каталізувати реакцію, фермент повинен зв'язатися з одним або кількома субстратами. Білковий ланцюжок ферменту згортається таким чином, що на поверхні глобули утворюється щілина або западина, до якої приєднуються молекули субстрату. Ця область називається ділянкою (сайтом) зв'язування субстрата. Зазвичай вона співпадає з активним центром ферменту або знаходиться поблизу від нього. Деякі ферменти містять також ділянки зв'язування кофакторів або іонів металів.

У деяких ферментів присутні також ділянки зв'язування малих молекул, що не беруть безпосередньої участі в реакції і часто, але не обов'язково, є субстратами або продуктами метаболічного шляху, в який входить фермент. Вони зменшують або збільшують активність ферменту, що створює можливість для зворотного зв'язку або регуляції роботи ферменту.

Ферменти зазвичай проявляють високу специфічність по відношенню до своїх субстратів. Це досягається частковою комплементарністю форми, розподілу зарядів і

гідрофобних областей на молекулі субстрату і в ділянці зв'язування субстрату на ферменті.

Багато ферментів після синтезу білкового ланцюга зазнають модифікацій, без яких фермент не проявляє свою активність повною мірою; такі модифікації називаються посттрансляційними. Один з найпоширеніших типів посттрансляційних модифікацій — приєднання хімічних груп до бічних залишків поліпептидного ланцюжка. Наприклад, приєднання фосфатної групи називається фосфорилуванням, воно каталізується ферментом-кіназою. Багато ферментів еукаріот глікозовані, тобто модифіковані олігомерами вуглеводної природи.

Ще один поширений тип посттрансляційних модифікацій — розщеплення поліпептидного ланцюжка. Наприклад, хімотрипсин (протеаза, що бере участь в травленні), утворюється при відщепленні поліпептидної ділянки з хімотрипсиногена. Хімотрипсиноген є неактивним попередником хімотрипсина і синтезується в підшлунковій залозі. Неактивна форма транспортується до шлунку, де перетворюється на хімотрипсин. Такий механізм необхідний для того, щоб уникнути пошкодження підшлункової залози та інших тканин до надходження ферменту в шлунок. Неактивний попередник ферменту називають також «зимогеном».

Деякі ферменти виконують каталітичну функцію самі собою, без додаткових компонентів. Проте є ферменти, яким для здійснення каталізу необхідні компоненти небілкової природи. Кофактори можуть бути як неорганічними молекулами (іони металів, залізо-січані кластери та інші), так і органічними (наприклад, флавін або гем). Органічні кофактори, які постійно (назавжди) зв'язані з ферментом, називають також *простетичними групами*. Кофактори органічної природи, що здатні відділятися від ферменту, називають коферментами.

Фермент, який вимагає наявності кофактора для здійснення каталітичної активності, але не зв'язаний з ним, називається апоферментом. Апофермент в комплексі з кофактором носить назву *голоферменту*. Більшість кофакторів зв'язані з ферментом нековалентними, але досить міцними взаємодіями. Є і такі простетичні групи, що зв'язані з ферментом ковалентно, наприклад, тіамініпрофосфат в складі ферменту піруватдегідрогенази.

Активність ферментів може бути посилена, ослаблена або повністю пригнічена.

До активаторів (кофакторів) ферментів відносяться іони багатьох металів. Дія їх виявляється по-різному: вони входять до складу простетичної групи, полегшують утворення фермент-субстратного комплексу, сприяють приєднанню коферменту до апоферменту і т.д.

Приєднуючись до алостеричного центру, вони змінюють третинну структуру білкової молекули, внаслідок чого субстратний і каталітичний центри ферменту набувають конфігурації, найбільш вигідної для здійснення їх функцій.

Інгібітор ферментів — це природна або синтетична речовина, що пригнічує активність ферментів або повністю припиняє їхню діяльність. Більшість інгібіторів ферментів діють зворотно, тобто не змінюють молекулу ферменту після своєї дисоціації. Однак існують також незворотні інгібітори ферментів, які незворотно модифікують цільовий фермент.

Розрізняють конкурентне й неконкурентне інгібування. Так звані аналоги субстрату мають властивості, подібні до властивостей субстрату цільового ферменту. Вони зворотно блокують частину молекул ферменту, але не можуть далі перетворюватися

на продукт. Оскільки субстрат та інгібітор конкурують за місце зв'язування на ферменті, цей тип гальмування називають конкурентним.

Якщо інгібітор реагує з функціонально важливою групою ферменту, не перешкоджаючи зв'язуванню субстрату, таке інгібування називають неконкурентним. Неконкурентні інгібітори діють, як правило, незворотно, оскільки вони модифікують функціональні групи цільового ферменту.

Інгібітори ферментів використовують для вивчення механізму дії ферментів, для лікування порушень обміну речовин, а також як пестициди.

Властивості ферментів

Основною властивістю ферментів є їх здатність утворювати за допомогою активного центру фермент-субстратний комплекс і прискорювати перебіг реакції.

Але існують й інші важливі властивості ферментів:

- прискорюючи швидкість реакції, вони самі в цій реакції не витрачаються;
- ферменти є високоспецифічними: один фермент може каталізувати лише одну реакцію або декілька реакцій одного типу;
- присутність ферментів не впливає ні на властивості, ні на природу субстрату і кінцевого продукту (або продуктів) реакції;
- дуже мала кількість ферменту спричиняє перетворення великих кількостей субстрату;
- активність ферментів залежить від рН середовища, температури, тиску, концентрацій субстрату тощо.

Механізм дії ферментів

Існує дві гіпотези, що пояснюють, як діють ферменти. Одна з них називається гіпотезою «ключа та замка», а друга — гіпотезою «руки та рукавички». Відповідно до першої, субстрат є «ключем», який точно підходить до «замка» — ферменту. Найважливішою частиною «замка

» є активний центр. Саме з ним і з'єднується субстрат, оскільки форма субстрату відповідає формі активного центру. Утворюється фермент-субстратний комплекс. Це активований стан, який веде до утворення продуктів реакції. Продукти, що утворилися, за формою уже не відповідають активному центру. Вони відокремлюються від нього, після чого активний центр, що звільнився, може приймати нові молекули субстрату.

Відповідно до другої гіпотези, активний центр не чітко підходить до субстрату. Субстрат спричиняє певні зміни в активному центрі, і «рукавичка» дещо змінюється, будучи одягнутою на «руку».

2. Класифікація ферментів.

За типом реакцій, що каталізують, ферменти підрозділяються на 6 класів згідно ієрархічної класифікації ферментів (КФ або ЕС — Enzyme Commission code). Класифікацію було запропоновано Міжнародним союзом біохімії і молекулярної біології (International Union of Biochemistry and Molecular Biology). Кожен клас містить підкласи, так що фермент описується сукупністю чотирьох чисел, розділених крапками. Наприклад, пепсин має код КФ 3.4.23.1. Перше число описує клас реакцій, що каталізує фермент:

КФ 1: ***Оксидоредуктази*** — ферменти, що каталізують окислення або відновлення. Приклад: каталаза, алкогольдегідрогеназа. Якщо реакція протікає в анаеробних умовах, такий підклас оксидоредуктаз називають дегідрогеназами, а якщо реакція протікає в аеробних умовах, то такий підклас називають оксидазами.

КФ 2: Трансферази — ферменти, що каталізують перенесення хімічних груп з однієї молекули субстрату на іншу. Серед трансфераз особливо виділяють кінази, що переносять фосфатну групу, як правило, з молекули АТФ. Це один з найбільших класів: він нараховує близько 500 індивідуальних ферментів. Залежно від характеру груп, які переносяться, розрізняють фосфотрансферази, амінотрансферази, глікозилтрансферази, ацильтрансферази.

КФ 3: Гідролази — ферменти, що каталізують гідроліз хімічних зв'язків. Приклад: естерази, пепсин, трипсин, амілаза, ліпопротеїніпаза. До гідролаз належать усі травні ферменти. Залежно від хімічної структури субстрату й характеру зв'язку, що розривається, гідролази поділяють на підкласи: естерази, фосфатази, глюкозидази, пептидгідролази.

КФ 4: Ліази — ферменти, що каталізують розрив хімічних зв'язків без гідролізу з утворенням подвійного зв'язку в одному з продуктів.

КФ 5: Ізомерази — ферменти, що каталізують структурні або геометричні зміни в молекулі субстрату.

КФ 6: Лігази — ферменти, що каталізують утворення хімічних зв'язків між субстратами за рахунок гідролізу АТФ. Приклад: ДНК-полімераза

Будучи каталізаторами, ферменти прискорюють як пряму, так і зворотну реакції, тому, наприклад, ліази здатні каталізувати і зворотну реакцію — приєднання по подвійних зв'язках. Тим не менш напрямок реакції може залучати кілька субстратів і бути таким, що зворотня реакція практично не відбувається.

Ферменти дуже чутливі до зміни рН середовища, в якому вони діють. Кожний фермент має оптимум рН, при якому він найбільш активний.

Для більшості ферментів оптимальне середовище близьке до нейтрального (рН біля 7,0), так як максимальна активність ферментів проявляється при фізіологічних значеннях рН, а в кислому або лужному середовищі їх активність знижується. З цього правила є винятки, і їх немало.

Наприклад, пепсин, який знаходиться в шлунковому соці, активний лише в дуже кислому середовищі (рН 1,5 – 2,5).

Ферменти дуже чутливі до температури. При підвищенні температури до 40-50 С підвищується активність більшості ферментів, що відповідає загальновідомому закону прискорення хімічних реакцій з підвищенням температури. Встановлено, що підвищення температури на кожних 10 збільшує швидкість ферментативної реакції в 1,5 – 2 рази. І тому необхідно дотримуватись температурного режиму при проведенні проб на ферменти.

Перетворення ферментів відбувається подібно з іншим обміном білків організму. Ферменти постійно оновлюються, синтезуються і розпадаються, що забезпечує їх належний рівень в тканинах.

В результаті секреції або відмиранні клітин ферменти попадають в кров.

Шляхи виведення ферментів з крові різні. В плазмі крові проходить інактивація ферментів, потім вони поглинаються клітинами ретикулоендотеліальної системи, де в наслідок катаболізму, розпадаються.

Частина ферментів виводиться через сечовидільні шляхи і шлунково-кишковий тракт. Але, еккреція ферментів з сечею і жовчю займає невелику питому вагу в механізмі виведення ферментів з організму. В основному, ферменти розпадаються в плазмі крові і тканинах і виводяться їх невикористані кінцеві продукти звичайними для білків каналами.

3. Роль ферментів у життєдіяльності організмів, господарській діяльності людини.

Людина активно використовує ферменти в промисловості. Перший патент на використання ферментних препаратів у промислових цілях був отриманий ще в 1891 році. Ферменти давно застосовують у харчовій та кондитерській промисловості для отримання тих чи інших продуктів, у текстильній промисловості — для вибілювання та обробки пряжі й бавовняних ниток.

Ферменти можна використовувати, не витягуючи їх із живих організмів, приміром, безпосередньо в бактеріальних клітинах. Цей спосіб, власне, є основою будь-якого мікробіологічного виробництва.

Біохіміки думали про те, як використовувати чисті препарати ферментів для того, щоб позбутися побічних реакцій, які супроводжують життєдіяльність мікроорганізмів. Створення виробництв, у яких використовуються ферменти в чистому вигляді як реактиви, дуже вигідне. Але є принципова складність: багато ферментів після їхнього витягування з клітини дуже швидко інактивуються, руйнуються.

Учені знайшли шляхи розв'язання цієї проблеми. Для того щоб зробити ферменти стійкими, придатними для багаторазового, тривалого промислового використання, їх приєднують за допомогою міцних хімічних зв'язків до нерозчинних або розчинних носіїв. Унаслідок цього ферменти стають стійкими й можуть бути використані багаторазово.

Створення таких ферментів - заслуга інженерної ензимології, одного з нових напрямів біотехнології. Сьогодні за допомогою методів інженерної ензимології в промисловості отримують, наприклад, глюкозо-фруктозні сиропи, напівсинтетичні пеніциліни, дієтичне безлактозне молоко.

Викладач _____ І.В. Фенюк