**Лекція 7**

**Тема 3. Ферменти.**

1. Ферменти.
2. Суттєвість явищ каталізу.
3. Класифікація та номенклатура ферментів.
4. Хімічна природа ферментів, їх функціональні групи.
5. **Ферменти.**

Ферме́нти, або ензи́ми  органічні [каталізатори](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) [білкової](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8) або [РНК](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%9D%D0%9A) природи, що утворюються в [живих організмах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%BC). Прискорюють біохімічні реакції як [in vivo](https://uk.wikipedia.org/wiki/In_vivo), так і [in vitro](https://uk.wikipedia.org/wiki/In_vitro). Можуть мати від одного до кількох [поліпептидних ланцюгів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8) — [субодиниць](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%81%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F) з високою [молекулярною масою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B0) (від десятка тисяч до кількох мільйонів).

За хімічним складом ферменти можуть належати до [простих](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96_%D0%B1%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8) чи [складних білків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D1%96_%D0%B1%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8). В останньому випадку [молекула](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0) складається з білкової частини ([апоферменту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%BE%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82)) та сполуки небілкової природи ([кофактору](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%22%20%5Co%20%22%D0%9A%D0%BE%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80)). У білковій частині ферменту каталітичні функції виконують відносно невеликі ділянки молекули — [активні центри](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80), які визначають специфічність хімічної реакції, що [каталізується даним ферментом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7). Активний центр являє собою поєднання певних [амінокислот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8), які можуть знаходитись у поліпептидному ланцюгу як поруч, так і в різних його частинах. Якщо амінокислоти просторово віддалені одна від одної, формування активного центру відбувається шляхом [згортання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B1%D1%96%D0%BB%D0%BA%D1%96%D0%B2) молекули ферменту в глобулярну структуру. Крім активного центру деякі ферменти мають [алостеричний центр](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80&action=edit&redlink=1), який регулює роботу активного центру.

За характером каталізованих реакцій розрізняють [оксидоредуктази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%B7%D0%B8), [трансферази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8), [гідролази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B8), [ліази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%B0%D0%B7%D0%B8), [ізомерази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%B7%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8), [лігази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B8).

Біохімічні реакції відбуваються за участю ферментів за нормального тиску, температури, у слабокислому, нейтральному чи слаболужному середовищі. Ферментативна реакція також може регулюватися іншими молекулами, як білкової природи, так й іншими — [активаторами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) та [інгібіторами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%96%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80).

Ферменти РНК-природи називаються [рибозимами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BC%22%20%5Co%20%22%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BC) і вважаються первісною формою ферментів, які були замінені білковими ферментами в процесі [еволюції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%8F).

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

Ферменти є біологічними [каталізаторами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80), вони наявні в усіх живих клітинах і сприяють перетворенню одних речовин ([субстратів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%B1%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F%29)) на інші (продукти). Ферменти виступають каталізаторами практично в усіх біохімічних реакціях, що відбуваються в живих організмах — ними прискорюється близько 4000 окремих біореакцій[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%22%20%5Cl%20%22cite_note-3). Ферменти відіграють надзвичайно важливу роль у всіх процесах життєдіяльності, скеровуючи та регулюючи [обмін речовин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%BC%D1%96%D0%BD_%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD) організму. Для ферментів характерним є те, що їхній синтез та [каталітична активність](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) контролюється на генетичному рівні, а також за участю низькомолекулярних сполук-субстратів або продуктів реакції[[4]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8#cite_note-%D0%A1%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%BC%D0%B0%D0%BD-4). Інша особливість ферментів — надзвичайно висока активність в порівнянні з неорганічними каталізаторами: деякі ферменти пришвидшують біохімічні реакції у мільйони разів.

Подібно до всіх каталізаторів, ферменти прискорюють як пряму, так і зворотну реакцію, знижуючи [енергію активації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97) процесу. [Хімічна рівновага](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%B3%D0%B0) при цьому не зсувається ні в прямий, ні в зворотний бік. Відмінність ферментів від небілкових каталізаторів полягає у їхній високій [специфічності](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C&action=edit&redlink=1) — [константа дисоціації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0_%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97) деяких субстратів з білком-ферментом може досягати менш ніж 10−10 [моль](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8C)/л.

Ферменти широко використовуються і в народному господарстві — у [харчовій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D1%80%D1%87%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), [текстильній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), [фармацевтичній промисловості](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B5%D0%B2%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C).

1. **Суттєвість явищ каталізу.**

За принципом фазового стану реагентів та каталізаторів розрізняють такі типи каталізу:

* гомогенний — каталізатор та реагенти знаходяться в одній [фазі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%B0)
	+ газофазний
	+ рідиннофазний
* гетерогенний — каталізатор та реагенти знаходяться в різних фазах
	+ каталіз рідкими каталізаторами, які збільшують швидкість взаємодії між рідинами та газами або між рідинами, що не змішуються
	+ каталіз твердими каталізаторами, які прискорюють взаємодії між рідкими та газоподібними речовинами
* мікрогетерогенний — процеси відбуваються у рідкій фазі за участі колоїдних часток металів в ролі каталізатора
* ферментативний — процеси у біологічних системах за участі білкових сполук — [ферментів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8).

Біфазний каталіз

Каталіз у системі, що складається з двох взаємно нерозчинних рідких фаз, в одній з яких знаходиться каталізатор, а в іншій відбувається каталізована ним реакція. Такий спосіб допомагає вирішити проблему вилучення каталізатора. Одна з фаз звичайно є водним розчином.

Біфункційний каталіз

Див. [Біфункційний каталіз](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7)

Каталіз біфункційними хімічними сполуками, що відбувається за механізмом, в якому обидві групи беруть участь у лімітуючій стадії через циклічний проміжний комплекс.

Гомогенний каталіз

Гомогенний каталіз може протікати у газоподібній чи рідкій фазах при відповідному стані каталізатора. На перший план виходять умови перебігу реакцій: концентрації реагентів, температура, тиск, інтенсивність перемішування. Механізм гомогенного каталізу полягає в утворенні між реагентами та каталізатором малостійких проміжних сполук, що існують у тій самій фазі і після розпаду яких каталізатор регенерується.

За механізмом розрізняють іонні, радикальні та молекулярні каталітичні реакції. Механізм іонного каталізу полягає в обміні протонами між каталізатором та реагентами, який супроводжується внутрішньомолекулярними перетвореннями. При радикальному механізмі, коли каталізатор лише ініціює ланцюгову реакцію, швидкість процесу не пропорційна концентрації каталізатора.

Каталізаторами в розчинах слугують мінеральні кислоти, [луги](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%B3%D0%B8_%28%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F%29), іони металів, а також речовини, які сприяють виділенню вільних радикалів. Прикладом гомогенного каталізу є синтез [бісфенолу А](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D1%81%D1%84%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BB_%D0%90) ([хлоридна кислота](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) як каталізатор):



Основним недоліком гомогенного каталізу є труднощі з виділенням каталізатору з кінцевої реакційної суміші, в результаті чого частина каталізатору втрачається, а продукт забруднюється ним.

Гетерогенний каталіз

Легкість відділення газової або рідкої реакційної суміші від твердого каталізатору послугувала причиною широкого використання гетерогенного каталізу. Більшість нині існуючих промислових процесів — реакції між газоподібними реагентами за участі твердих каталізаторів.



Процес каталізу на поверхні Q між водною та органічною фазами

Процес каталізу на поверхні твердого каталізатору відбувається в кілька елементарних стадій:

1. [дифузія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D1%84%D1%83%D0%B7%D1%96%D1%8F) реагентів з потоку речовин до поверхні каталізатору;
2. [хемосорбція](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%86%D1%96%D1%8F) у порах поверхні;
3. перегрупування атомів з утворенням поверхневих комплексів;
4. [десорбція](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%86%D1%96%D1%8F) продуктів з поверхні;
5. дифузія від поверхні до потоку речовин.

Одним з прикладів гетерогенного каталізу є гідрування [монооксиду вуглецю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4_%D0%B2%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8E) на поверхні [залізо](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE)-[родієвого](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%B9) каталізатору: 

Ферментативний каталіз

Ферментативний каталіз здійснюється за допомогою білкових сполук [ферментів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8) (ензимів). Їх відмінність від небілкових каталізаторів полягає у високій специфічності: кожен фермент каталізує лише певний тип реакцій або реакції певної сполуки — за цим параметром виділяють [6 груп ферментів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8#%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2). Константа дисоціації деяких субстратів з білком-ферментом може досягати менш ніж 10−10 моль/л. Це досягається частковою комплементарністю форми, розподілу зарядів і гідрофобних областей на молекулі субстрата і в ділянці зв'язування субстрата на ферменті. Ферменти демонструють високий рівень стереоспецифічності (просторової специфічності), регіоселектівності (специфічності орієнтації) і хемоселектівності (специфічності до хімічних груп).

Асиметричний каталіз

Каталіз, в якому каталізатор виступає асиметризуючим агентом через творення двох діастереомерних проміжних комплексів з реагентом, котрі надалі дають продукт реакції, збагачений одним з енантіомерів.

Специфічний каталіз

Пришвидшення реакції тільки одним певним каталізатором з ряду споріднених сполук. Цей термін, зокрема, стосується каталізу йоном Н+ (ліоній-йоном) — специфічний кислотний каталіз, або йоном НО– (ліат-йоном) — специфічний основний каталіз.

Внутрімолекулярний каталіз

Прискорення хімічного перетворення в реакційному центрі молекулярної частинки завдяки залученню іншої функційної групи цієї ж частинки, при цьому така група залишається незмінною в продуктах реакції. Наявність цього різновиду каталізу визначається за порівнянням швидкостей реакції двох сполук, в одній з яких є співдіюча(каталізуюча) група, а в другій її нема. Термін, згідно з рекомендаціями [IUPAC](https://uk.wikipedia.org/wiki/IUPAC), не слід застосовувати до міжмолекулярного каталізу з каталізуючою групою.

Гетерогенний каталіз

Каталіз, в якому [каталізатор](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) становить окрему фазу в реакційній системі і найчастіше є твердим тілом. Істотну роль тут відіграють процеси адсорбціїі хімічні взаємодії на його по-верхні, через що велике значення завжди мають стан і розвиненість поверхні каталізатора.

Гетерогенно-гомогенний каталіз

Пришвидшення реакції, що починається на поверхні каталізатора й продовжується в розчині або в газовій фазі.

Гетерогенний кислотно-основний каталіз

Каталіз, що відбувається на поверхні твердої фази, яка має кислотно-основні центри, де утворюються комплекси реагентів з каталізатором.

Біокаталіз

* 1. Прискорення хімічних перетворень речовин в організмі, зокрема за участю ферментів. Відбувається з творенням проміжних комплексів субстрат-фермент. Здійснюється за м'яких умов і відзначається великою селективністю та ефективністю.
* 2. Використання біологічних систем чи їх компонентів для прискорення хімічних реакцій.

[Фотокаталіз](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7)

Прискорення фотореакцій під дією каталізатора. Це означає, що світло і певна речовина(каталізатор чи ініціатор) впли-вають на реакцію. Термін стосується процесів, що термодинамічно є можливими(ΔG < 0), а каталіз полягає у зниженні енергії активації процесу.

Електрокаталіз

* 1. Пришвидшення електрохімічної реакції внаслідок спеціального формування хімічного складу електрода або модифікування його поверхні.
* 2. Каталіз електродної реакції поверхнею електрода або каталізатором, що знаходиться у розчині.
1. **Класифікація та номенклатура ферментів.**

За типом реакцій, що каталізують, ферменти поділяються на 6 класів згідно з ієрархічною класифікацією ферментів ([КФ](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D0%B4_%D0%9A%D0%A4&action=edit&redlink=1" \o "Код КФ (ще не написана)) або [EC](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D0%B4_%D0%9A%D0%A4&action=edit&redlink=1) — Enzyme Commission code). Класифікацію було запропоновано Міжнародним союзом біохімії і молекулярної біології ([International Union of Biochemistry and Molecular Biology](http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/)). Кожен клас містить підкласи, так що фермент описується сукупністю чотирьох чисел, розділених крапками. Наприклад, [пепсин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BF%D1%81%D0%B8%D0%BD) має код КФ 3.4.23.1. Перше число описує клас реакцій, що каталізує фермент:[[5]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8#cite_note-5)

* КФ 1: [Оксидоредуктази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%B7%D0%B8) — ферменти, що каталізують [окиснення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) або [відновлення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F). Приклад: [каталаза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B0), [алкогольдегідрогеназа](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B4%D0%B5%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B7%D0%B0)
* КФ 2: [Трансферази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8) — ферменти, що каталізують перенесення хімічних груп з однієї молекули субстрата на іншу. Серед трансфераз особливо виділяють [кінази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BD%D0%B0%D0%B7%D0%B8), що переносять [фосфатну групу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%B0), як правило, з молекули [АТФ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B0%D1%82).
* КФ 3: [Гідролази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B8) — ферменти, що каталізують [гідроліз](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B7) [хімічних зв'язків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B2%27%D1%8F%D0%B7%D0%BE%D0%BA). Приклад: [естерази](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%95%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B0&action=edit&redlink=1), [пепсин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BF%D1%81%D0%B8%D0%BD), [трипсин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%81%D0%B8%D0%BD), амілаза, [ліпопротеїнліпаза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%97%D0%BD%D0%BB%D1%96%D0%BF%D0%B0%D0%B7%D0%B0).
* КФ 4: [Ліази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%B0%D0%B7%D0%B8) — ферменти, що каталізують розрив хімічних зв'язків без [гідролізу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B7) з утворенням подвійного зв'язку в одному з продуктів.
* КФ 5: [Ізомерази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%B7%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B8) — ферменти, що каталізують структурні або геометричні зміни в молекулі субстрату.
* КФ 6: [Лігази](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B8) — ферменти, що каталізують утворення хімічних зв'язків між субстратами за рахунок гідролізу АТФ. Приклад: [ДНК-полімераза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%9D%D0%9A-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B0).
* Апофермент — бiлкова частина ферменту без простетичних груп чи кофакторів, необхідних для каталізу.
* Кф7: Транслокази ферменти що переносять молекули

Ферменти є каталізаторами, тому вони 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 зворотна реакція практично не відбувається.

1. **Хімічна природа ферментів, їх функціональні групи.**

Інгібітори - хімічні сполуки, що зменшують каталітичну активність ферментів.Інгібітори є зворотні та незворотні.(За характером дії інгібітори діляться на 2 великі групи:Оборотні - це з'єднання, які взаємодіють з ферментом, при цьому утворюється комплекс, здатний до дисоціації. Необоротні - це з'єднання, які можуть специфічно зв'язувати певні функціональні групи активного центру ферменту. Вони утворюють з ним міцні ковалентні зв'язки, тому такий комплекс важко зруйнувати.)

Інгфбування є зворотне та нехворотне.Незворотне інгібування спостерігається в разі, коли інгібітор міцно зв’язується з [молекулою ферменту](https://res.in.ua/na-dopomogu-endokrinologu-v2.html), що викликає незворотну втрату активності. Незворотні інгібітори є отрутами. Зворотне інгібування буває двох видів: конкуренте та неконкурентне .Конкурентне інгібування відбувається в разі, коли молекула інгібітора за структурою схожа на молекулу субстрату і конкурує з ним за активний центр ферменту. Неконкурентне інгібування є результатом зв’язування молекули інгібітора не з активним центром, а з іншою ділянкою молекули білка-ферменту. Таке інгібування змінює конфігурацію активного центру, що пригнічує його взаємодію із субстратом.

Ензимотерапія -застосування ферментів тваринного, бактеріального або рослинного походження і регуляторів активності ферментів з лікувальною метою.Вона проводиться переважно в тих випадках ,коли в організмі не вистачає якогось ферменту чи коферменту або як допоміжний засіб при дечких захворюваннях.Так,нестача ферментів шлунково-кишкового тракту при зниженні секреції шлункового соку може бути компенсована призначенням препарат пепсину із соляною кислотою за умов ахілії або препаратів трипсину в капсулах при нестачі ферментів підшлункової залози.Препарати цитохрому с застосовують при отруєннях окисом вуглецю та іншими сполуками ,які порушують процес тканинного дихання.Протеолітичні ферменти застосовують для обробки некротичних ран,опіків,гангренозних уражень тощо.Нуклеази застосовують для лікування деяких вірусних захворювань.Протеолітичні ферменти застосовують для профілактики тромбозів .Крім ферментів застосовують також коферменти.Так,тіамінпірофосфат вводять хворим на серцеві захворювання,нервові розлади.Широко застосовують і інгібітори ферментів,наприклад за умов гострого панкреатиту застосовують інгібітор протеаз-трансилол.Природні інгібітори протеаз застосовують для лікування алергічних захворювань,гострих артритів. Імобілізовані ферменти – це нерозчинні ферменти, які штучно створені шляхом приєднання молекул ензиму до нерозчинного у воді носія .Іммобілізація ферментів має свої переваги:стабілізує структуру ферменту і перешкоджає його руйнації;пролонгує строк дії [ферменту](https://res.in.ua/na-dopomogu-endokrinologu-v2.html);знижує вартість ферментів з причини можливості повторного використання.