НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА БІОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ

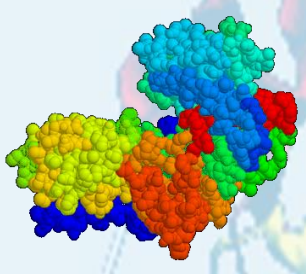
Дисципліна - БІОЛОГІЧНА ХІМІЯ

ТЕМА ЛЕКЦІЇ: ФЕРМЕНТИ.

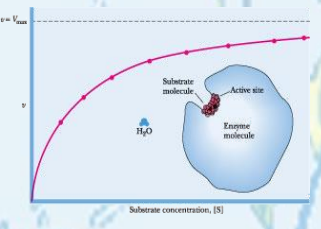
СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕХАНІЗМИ ДІЇ ФЕРМЕНТІВ.

СПЕЦИФІЧНІСТЬ ДІЇ ТА РЕГУЛЯЦІЯ АКТИВНОСТІ ФЕРМЕНТІВ.

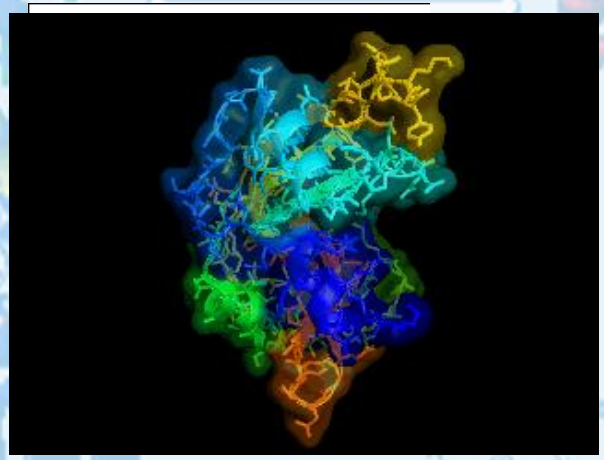
Спеціальність 226 Фармація



http://www.biyologlar.com/enzimlerin-kimyasal-yapisi



https://www.studyblue.com/notes/...6.../12936359



https://lh3.googleusercontent.com/W1lbx39iEF4bBBqxDxu6ZOs2t4lPvZ2pxLVLXF4xPLICSVWc3oE_y-BkQVw-31HGyzBbA=s113

2020 рік

Лектор: д.б.н., проф.
Кравченко В.М.

ПЛАН ЛЕКЦІЇ

1. Поняття про ферменти.
2. Номенклатура та класифікація ферментів.
3. Структурно-функціональна організація ферментів.
4. Механізм дії ферментів.
5. Кінетика ферментативних реакцій.
6. Специфічність дії ферментів.
7. Регуляція активності ферментів.
8. Одиниці активності ферментів, методи їх визначення.
9. Ізоферменти. Поліферментні системи.
10. Значення ферментів для медицини.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

1. Ензимодиагностика та ензимотерапія.
2. Множинні молекулярні форми ферментів.
3. Іммобілізовані ферменти та їх застосування.

http://www.apteka-parys.com.ua/notes.php?lek=25076

http://www.apt-eka.ru/products/

https://www.adc.sk/databazy/produkty/detail/

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Біологічна хімія: підручник / за загальною редакцією проф. А.Л.Загайка, проф. К.В. Александрової – Х.: Вид-во «Форт», 2014. – С. 163 – 225.
2. Конспект лекцій.

Допоміжна

1. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник. – Київ - Вінниця: Нова книга, 2007. – С. 86 – 108.

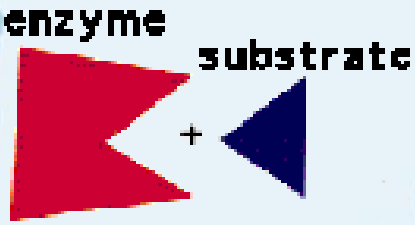
Інформаційні ресурси, у т.ч. в мережі Інтернет

1.Сайт кафедри біологічної хімії: http://biochem.nuph.edu.ua/.
2.Бібліотека НФаУ: e-mail library@nuph.edu.ua
3.Сайт дистанційного навчання http://www.pharmel.kharkiv.edu/.

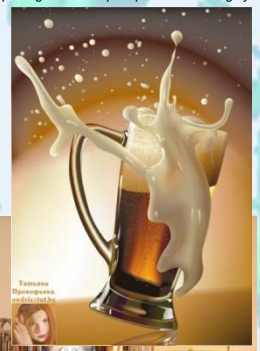
Ферменти - це біологічні каталізатори, переважно білкової природи, що беруть участь в усіх життєво важливих реакціях в організмах.

http://alkogol03.ru/upotreblenie-spirtnogo/skolko-v-pive-protsentov-alkogolya.html

https://syromaniya.com.ua/p532779092-zakvaska-ferment-dlya.html



http://academic.brooklyn.cuny.edu/biology/bio4fv/page/active_.htm



http://ssdd.ru/7258/11741.html

E – Фермент

S – Субстрат

P – Продукт

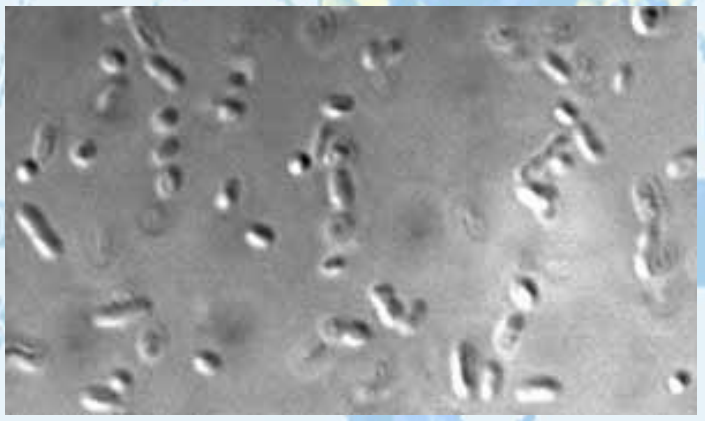
ES – фермент-субстратний комплекс

https://www.adc.sk/databazy/produkty/detail/

http://www.apt-eka.ru/products/product41/product50/index9f1f.php?prod_id=48319

Історія вивчення ферментів

www.chronos.msu.ru/old/biographies/paster.html



http://www.spbumag.nw.ru/2007/03/9.shtml

1856 р. у французькому місті Лілль п. Біго, власник фабрики з виробництва спирту, попросив Л. Пастера визначити причину захворювання спиртових чанів
– відкриття бактерій.

1876 р. Праця Пастера «Про бродіння»

Історія вивчення ферментів

https://studfiles.net/preview/3882818/page:2/

«Без живих дріжджів не може бути ніякого спирту»

Л. Пастер

http://www.wikiwand.com/ru

«Ті люди, які думають, що процесс бродіння обумовлений анімалькулями, подібні дітям, які вважають, що плин Рейну обумовлений обертанням колес водяних млинів, які стоять на його берегах»

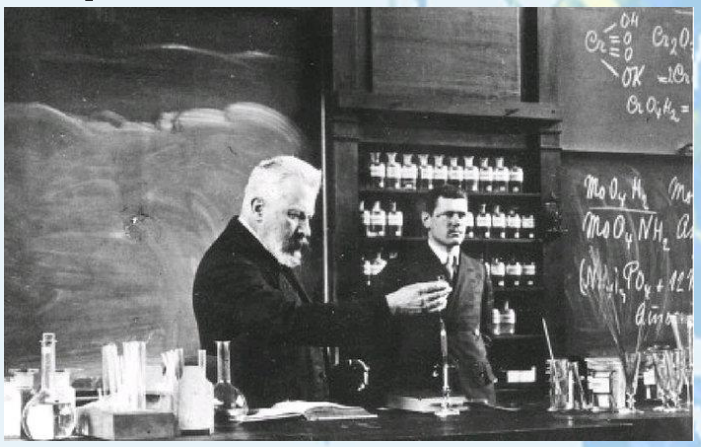
Ю. Лібіх

Історія вивчення ферментів

http://biographera.net/biography.php?id=144

1897 р. Е. Бюхнер показав, що можливо отримати спирт БЕЗ живих дріжджів.

«зимаза» - речовина з дріжджів.



https://indicator.ru/article/2017/04/05/nobelevskie-laureaty-eduard-buhner/

Історія вивчення ферментів

Константин Сігізмундович Кірхгоф (Константин Готтліб Сігізмунд) – російський хімік. Відкрив фермент, що міститься в екстракті з пророслого насіння ячменю та забезпечує перетворення крохмалю на глюкозу.

https://www.litres.ru/matvey-petrovich-bronshteyn/solnechnoe-veschestvo/chitat-onlayn/

К.С. Кірхгоф

Пайен Ансельм (1795-1871) та Персо Жан-Франсуа (1805-1868) у 1833 році вперше виділили та очистили фермент - амілазу пшениці, показали, що вона втрачає активність при нагріванні, і запропонували гіпотезу про центральну роль подібних речовин в біологічнких процесах.

https://expedienteoculto.blogspot.com/2009/06/optografia-puede-la-muerte.html

В.Кюне

http://cell.sites.acs.org/payenawardsymposium.htm

Пайен Ансельм

Терміни "ензим" і "фермент" німецький хімік Кюне запропонував тільки у 1877 р., а у 1893 р. німецький фізико-хімік і філософ Вільгельм Оствальд, лауреат Нобелівської премії з хімії 1909 р., довів, що ферменти є каталізаторами.

http://www.lgroutes.com/Famous/Scientific/Ostwald.html

В.Оствальд

Загальні властивості ферментів і небілкових каталізаторів :

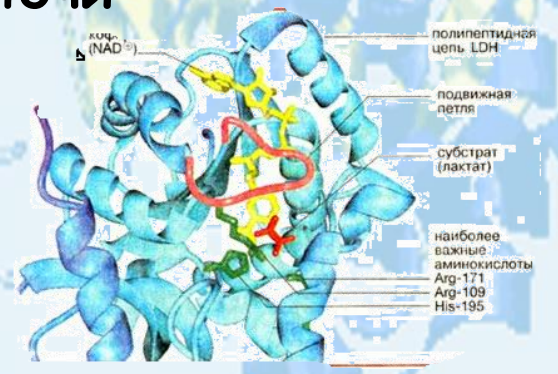
1.Збільшують швидкість реакції

2.Знижують енергію активації

3.Після реакції виділяються в незмінному вигляді

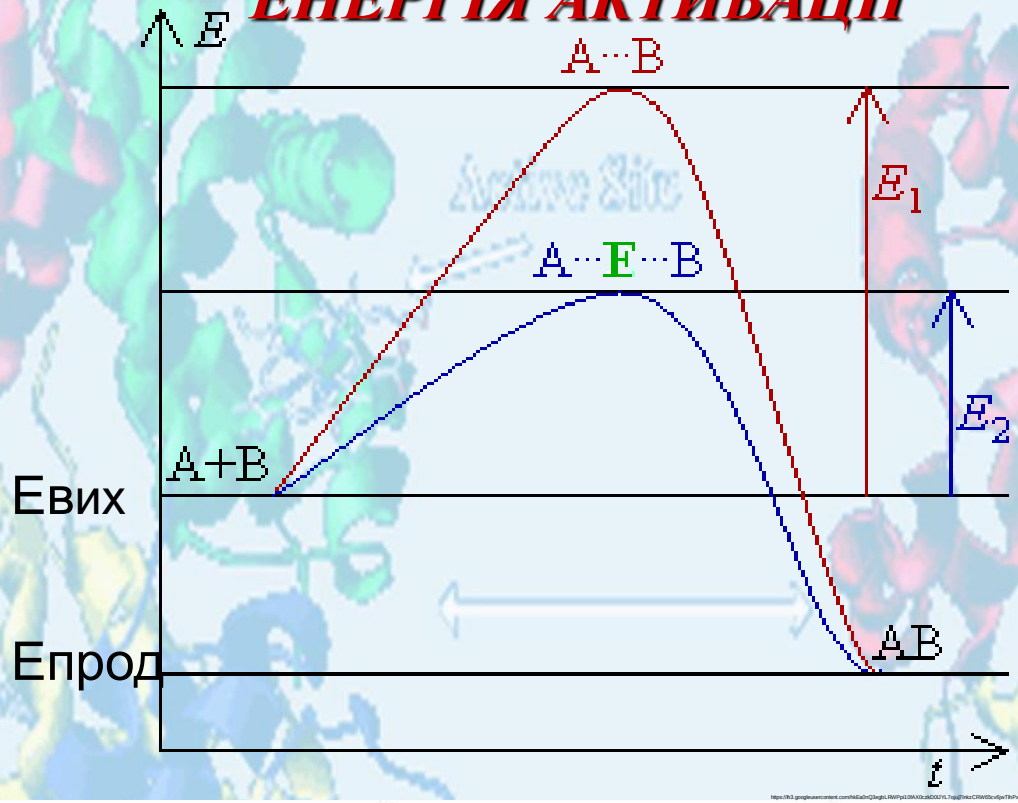
4.Прискорюють тільки термодинамічно можливі реакції

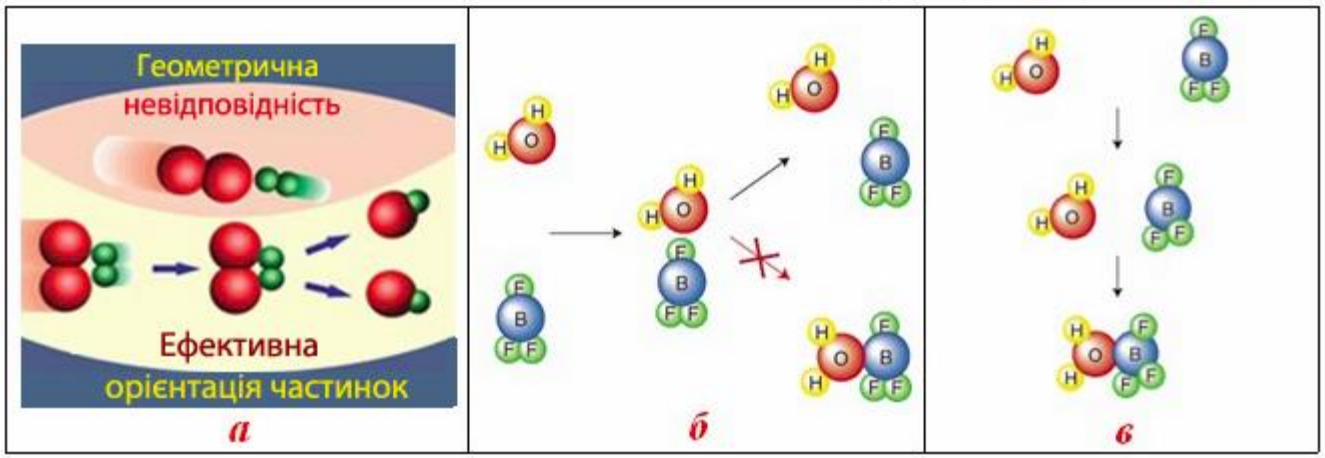
5.Не змінюють напрямок реакції, прискорюючи як пряму, так і зворотну реакцію



https://studfiles.net/preview/3351409/

ЕНЕРГІЯ АКТИВАЦІЇ





https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:c63732c3bf9b7070c82625f128c7980998d6c700/20150907111609/39929/index.html

Відмінності ферментативного та хімічного каталізу:

1)Швидкість ферментативного каталізу набагато вища, ніж небіологічного (більш висока ефективність).

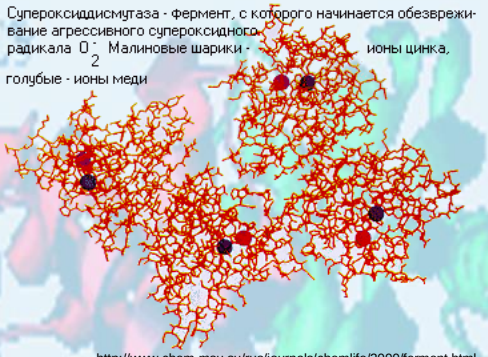
2)Ферменти виявляють високу специфічність.

3)Ферментативні процеси не дають побічних реакцій (Майже 100%-ний вихід продуктів).

4)Ферменти каталізують реакції в м'ягких умовах (pH, температура).

5) Каталітична активність ферментів регулюється.

6)Ферменти зберігають активність навіть після виділення з організму.



http://www.chem.msu.su/rus/journals/chemlife/2000/ferment.html

http://old.ssmu.ru/ofice/f4/biochemistry/uthebnik/11.htm

http://www.apteka0303.com.ua/notes.php?lek=25076&currency=UAH

Номенклатура ферментів

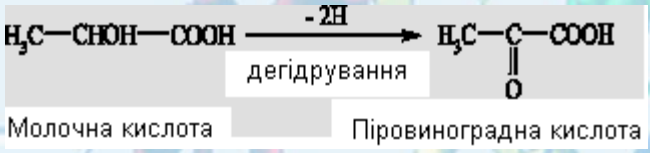
Способи номенклатури:

-**Тривіальна назва** (пепсин, трипсин)

-**Робоча назва**:

Назва субстрата+тип реакції+аза

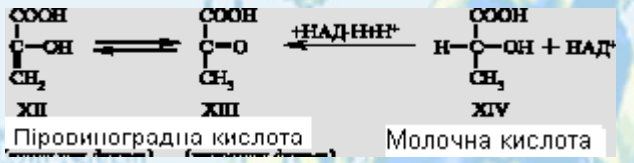
Лактатдегідрогеназа



Систематична назва:

Субстрат1:субстрат2-клас ферменту

L-лактат:НАД-оксидоредуктаза



Лецитин:холестерин-ацилтрансфераза

-**Код ферменту**

Клас.Підклас.Підпідклас.Індивідуальний номер

1.1.1.27

Класифікація ферментів

1. Оксидоредуктази	Окиснювально-відновні реакції	*Дегідрогенази*
2. Трансферази	Перенос груп від одного субстрату до іншого	*Амінотрансферази*
3. Гідролази	Розрив з’вязків з приєднанням води	*Естерази, ліпази, пептидази*
4. Ліази	Розрив зв'язків негідролітичним шляхом	*Декарбоксилази*
5. Ізомерази	Ізомерні перетворення в межах однієї молекули	*Таутомерази, мутази*
6. Лігази	Приєднання однієї молекули до іншої з використанням енергії АТФ	*Синтетази*

КФ 1.1.1.27 - Лактатдегідрогеназа

Класифікація ферментів

Підкласи – визначають, на яку групу в субстраті діє фермент.

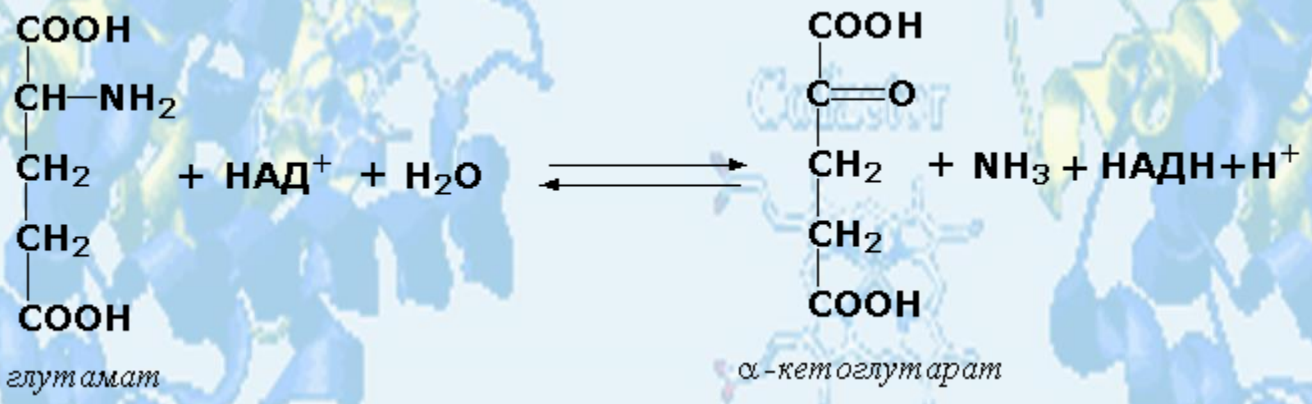
Наприклад:

1. *Оксидоредуктази*

1.1. Діє на СН-ОН групу донорів

1.2. Діє на альдегідну або кетону групу

1.3. Діє на СН-СН групу



Класифікація ферментів

Підпідкласи – вказують, яка речовина є другим субстратом (якщо субстратів 2), або до якої групи речовин відноситься субстрат (якщо субстрат 1).

Наприклад:

1. ***Оксидоредуктази***

1.1. Діють на CH-OH групу донорів

1.1.1. Акцептором слугують НАД або НАДФ

1.1.2. Акцептором служить цитохром

1.1.3. Акцептором служить O_2

3. Гідролази

3.5. Діють на C-N зв'язки, які відрізняються від пептидних

3.5.1. В лінійних амідах

3.5.2. В циклічних амідах

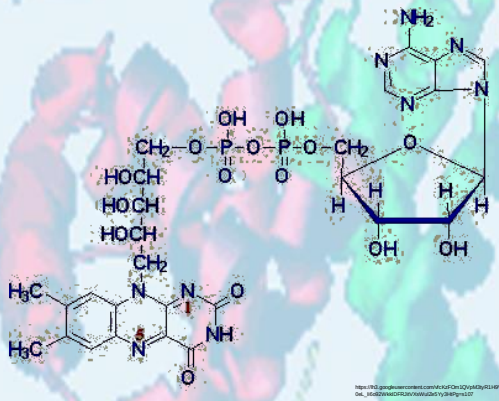
3.5.3. В лінійних амідинах

Структура ферментів

За будовою ферменти можуть бути:

однокомпонентними, простими білками, які складаються тільки з амінокислот та

двокомпонентними, складними білками.

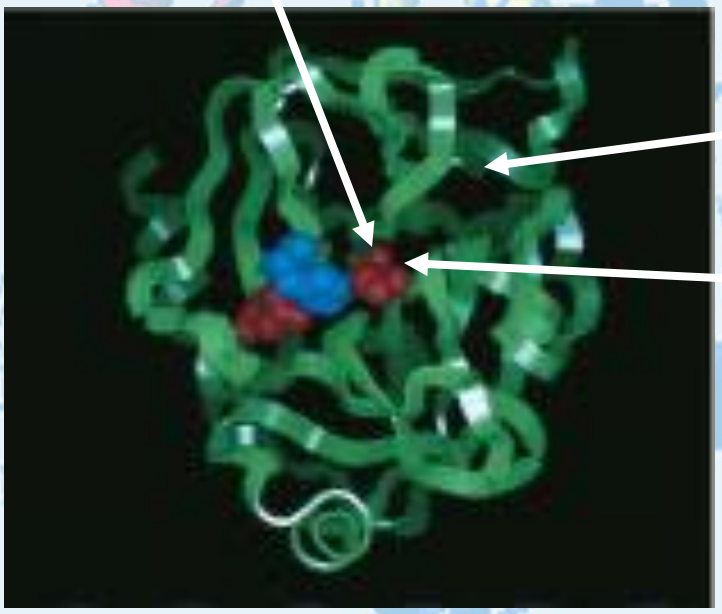


https://lh3.googleusercontent.com/vKxXxFOm1QYyM3yR0H6VVwk64uFUf72y6-0eL_WoBDWwsCFR2dVWsXzBn7cy3h8Fgns107

-кофактор (нековалентно зв‘язаний);

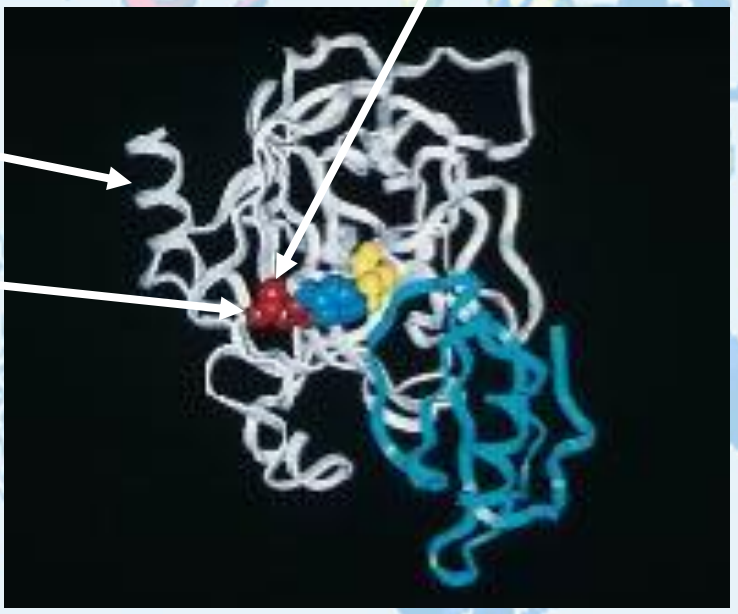
Холофермент

простетична група (ковалентно зв‘язаний)



Апофермент

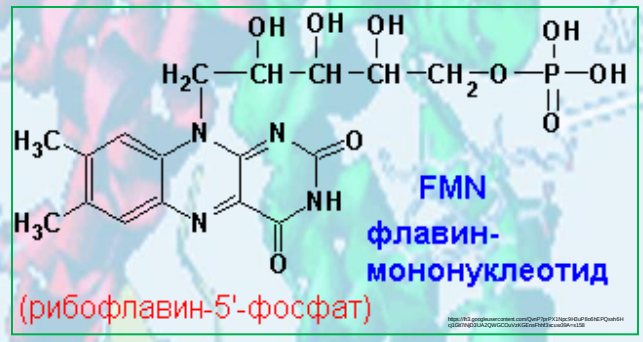
Кофермент

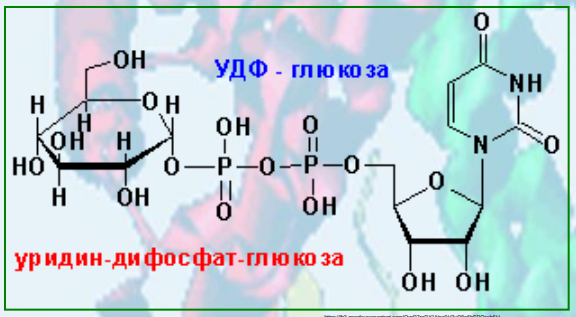


https://www.baus.org.uk/professionals/sections/academic/national_trials.aspx

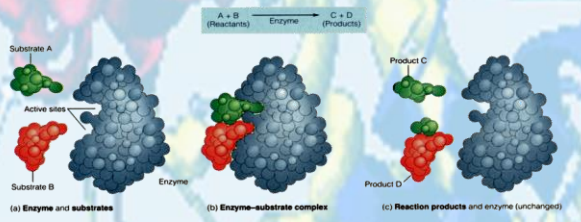
https://www.baus.org.uk/professionals/sections/academic/national_trials.aspx

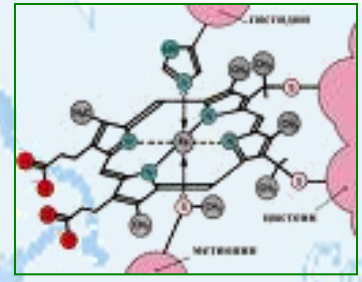
1. Участь в процесі каталізу.
2. Контакт ферменту та субстрату.
3. Стабілізація апоферменту.



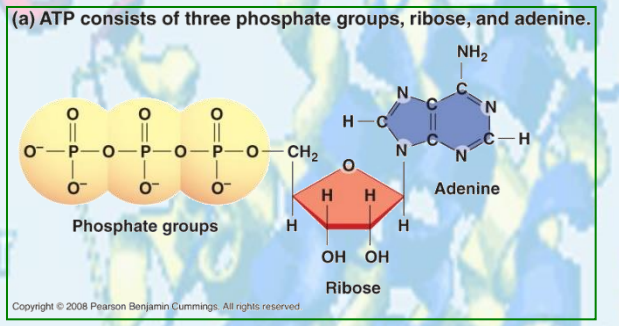


The roles of cofactors in enzyme function

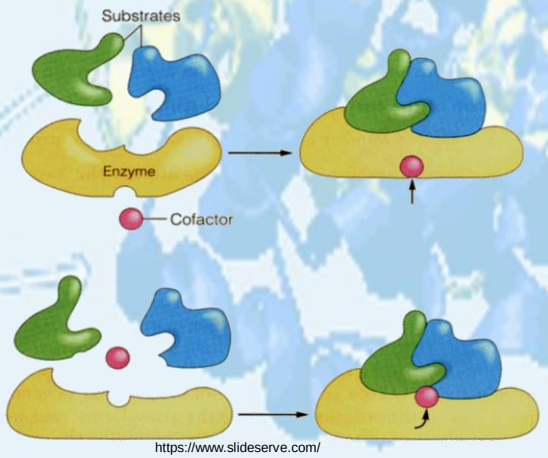




http://biochemistry.ru/pub/book6.htm



http://www.novocib.com/Nucleotides_Life_Science.html

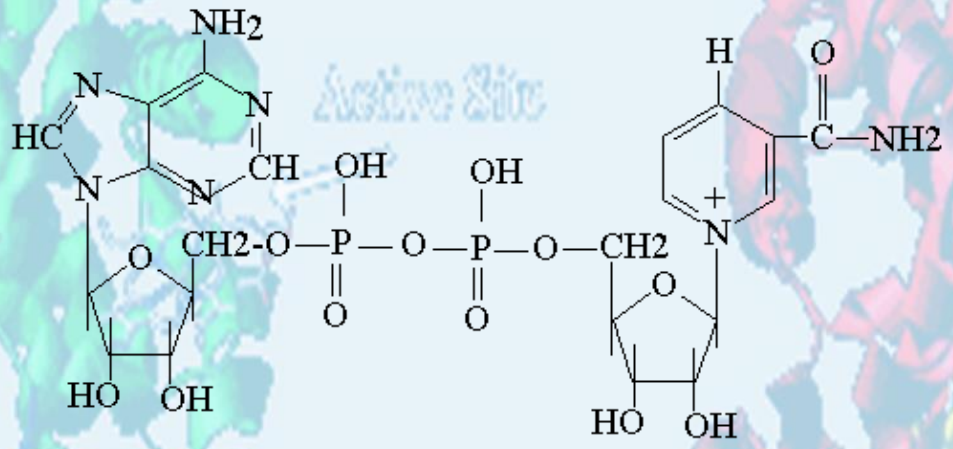


https://www.slideserve.com/

Mg^{2+}, Mn^{2+}, Ca^{2+}

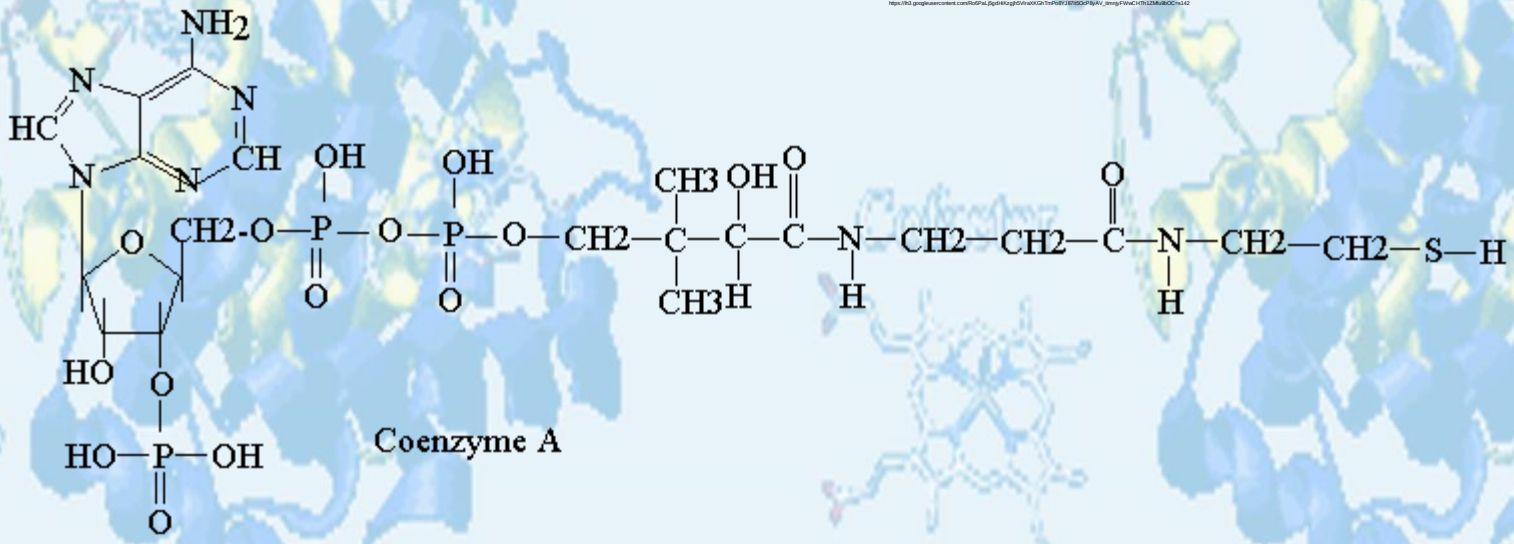
Йони	Фермент	Кофермент	Фермент
Fe^{2+} або Fe^{3+}	Цитохром оксидаза Каталаза Пероксидаза	Тіамин пірофосфат (ТРР)	Піруват дегідрогеназа Сукцинат дегідрогеназа Алкоголь дегідрогеназа
Cu^{2+}	Цитохром оксидаза	Флавін аденін динуклеотид (ФАД)	Піруват дегідрогеназа Сукцинат дегідрогеназа Алкоголь дегідрогеназа
Zn^{2+}	ДНК полімераза Алкоголь дегідрогеназа	Нікотинамід аденін динуклеотид ($НАД^+$)	Піруват дегідрогеназа Сукцинат дегідрогеназа Алкоголь дегідрогеназа
Mg^{2+}	Гексокіназа Глюкозо-6-фосфотаза	Коензим А (СоА)	Ацетил-КоА карбоксилаза

Структура коферментів похідних водорозчинних вітамінів – НАД+ та КоА



nicotinamide adenine dinucleotide (NAD+)

https://lh3.googleusercontent.com/RxSPsLj5pdHKzgd5VnxKXGhTmPd0Y2EhSOcPBjAV_tmnjFWxCHTh1ZMuBdOC=s142



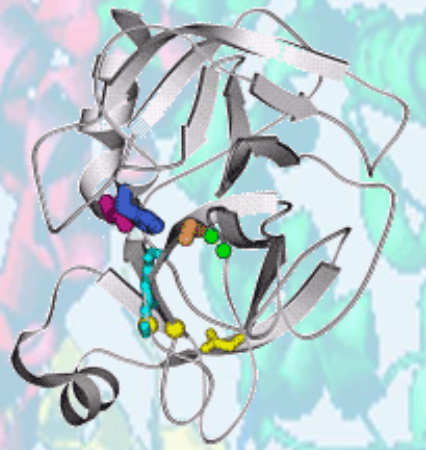
Coenzyme A

https://lh3.googleusercontent.com/X6aBeuHcqfzHzSW3Rmp1T6C6hOOnZgOOMEuo6JAygDAXk6jMqfY0GnuSCRPLGbuFmsg=s170

АКТИВНИЙ ЦЕНТР- частина молекули фермента, де відбувається зв'язування та перетворення субстрата.

1. Апофермент - тіло ферменту (білкова частина)
2. Каталітичний центр
3. Субстратний центр (контактні ділянки)
4. Активний центр ферменту
5. Аллостеричний центр

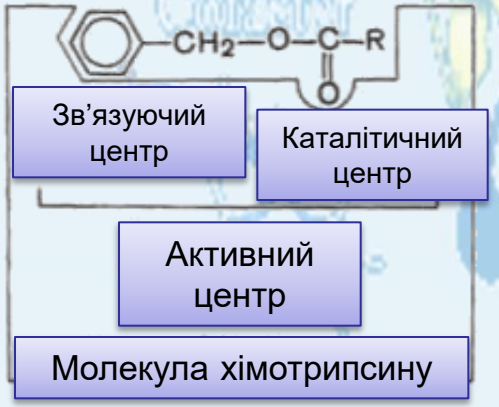
http://biofile.ru/bio/21922.html



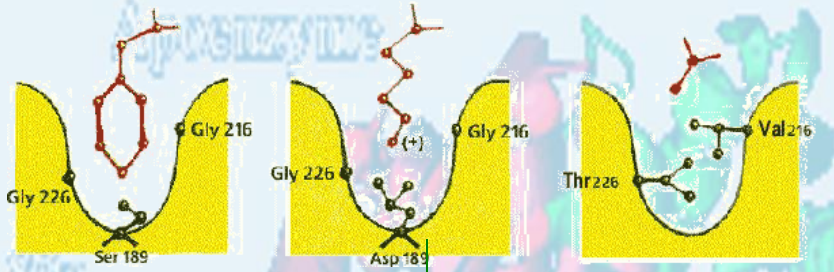
http://biofiz.ru/processy-pischevareniya/perevarivanie-belka/79-mehanizm-dejstviya-serinovyh-proteaz

Частіше за все в каталітичних центрах однокомпонентних ферментів зустрічаються залишки Сер, Гіс, Три ,Арг, Цис, Асп, Глу и Тир

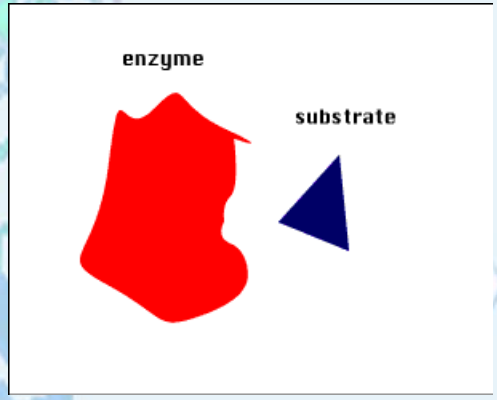
http://www.xumuk.ru/biologhim/045.html



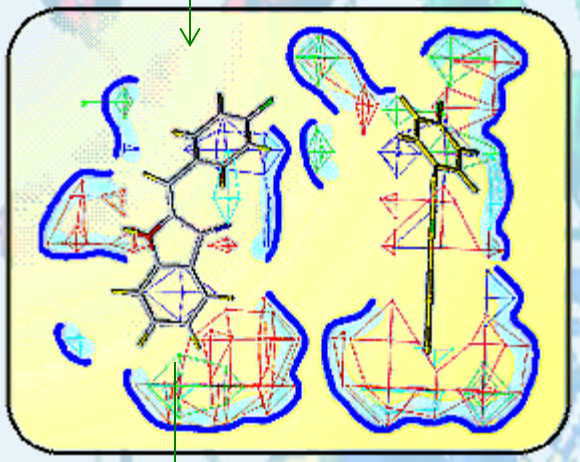
http://kbrbank.ru/aktivnyj-centr-fermentov/



http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/chemistry/classes_stud/ru/med/medprof/ptn/.htm

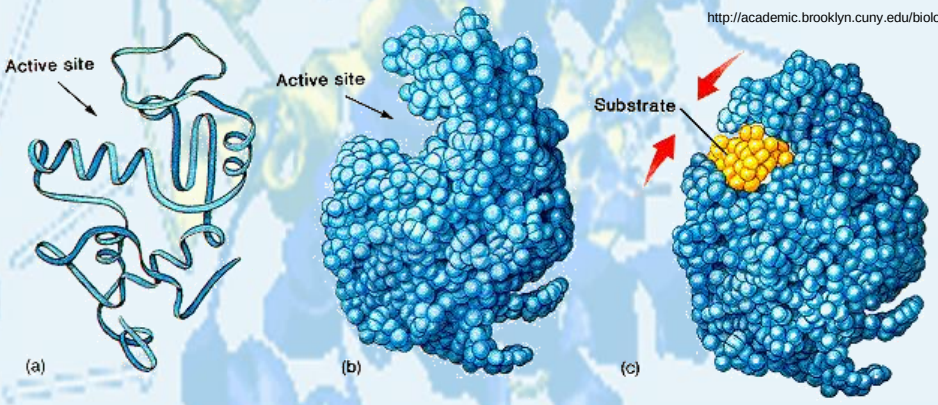


http://academic.brooklyn.cuny.edu/biology/bio4fv/page/active_.htm

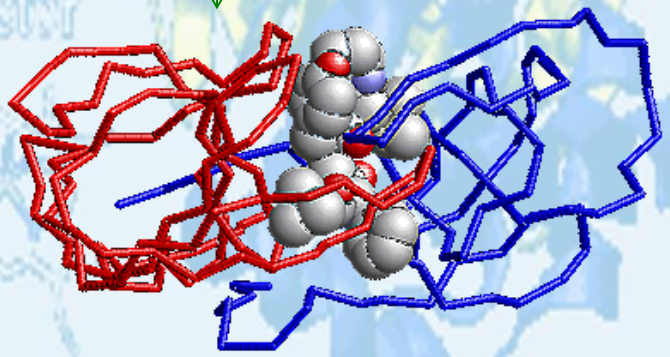


http://vivovoco.astronet.ru/HOME/PAPERS/TEXT/DRUGS/DRUGS_3.HTM

Figure 10
The induced-fit model of enzyme action.



http://lms.bums.ac.ir/mod/forum/discuss.php?d=3494&mode=1



http://vivovoco.astronet.ru/HOME/PAPERS/TEXT/DRUGS/DRUGS_3.HTM

Алостеричний центр – ділянка молекули фермента поза його активного центру - **Регуляторний центр**

http://bono-esse.ru/blizzard/A/Chimia/Bio_chinija/Stroenie_fermentov.html

http://old.ssmu.ru/ofice/f4/biochemistry/uthebnik/11.htm

Механізм дії ферментів

Розрізняють три основні етапи ферментативного каталізу.

<u>1 етап.</u> Приєднання субстрата до активного центру фермента. Утворення фермент-субстратного комплексу

а)

http://www.bsu.ru/content/page/1415/hecadem/biochemy/p_5a_6_4_2.htm

Взаємодія фермента з субстратом:
а) - модель "жорсткої матриці";
б) - модель "перчатка - рука".

б)

http://www.bsu.ru/content/page/1415/hecadem/biochemy/p_5a_6_4_2.htm

E+S → ES → ES* → ES** → E+P

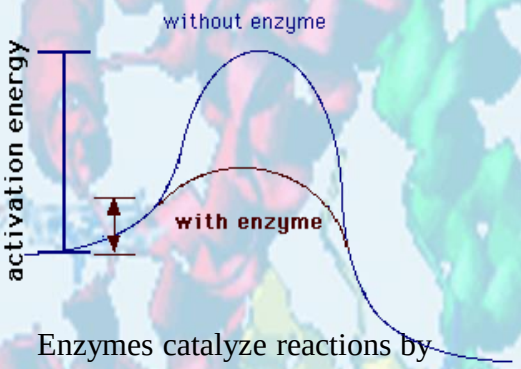
I II III

http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/chemistry/classes_stud/ru/med/medprof/ptn/.htm

ФЕРМЕНТ

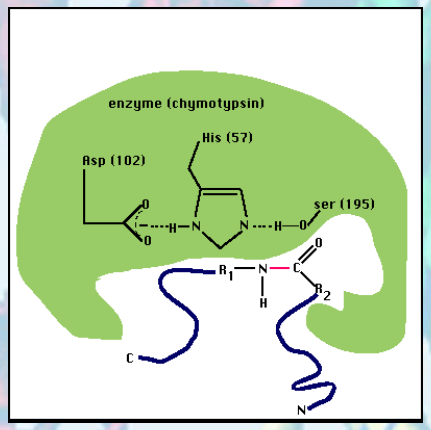
<u>2 етап.</u> Хімічні перетворення молекули субстрату в складі фермент-субстратного комплексу.

Фермент знижує енергію активації, необхідну для перетворення субстрату.



Enzymes catalyze reactions by lowering the activation energy.

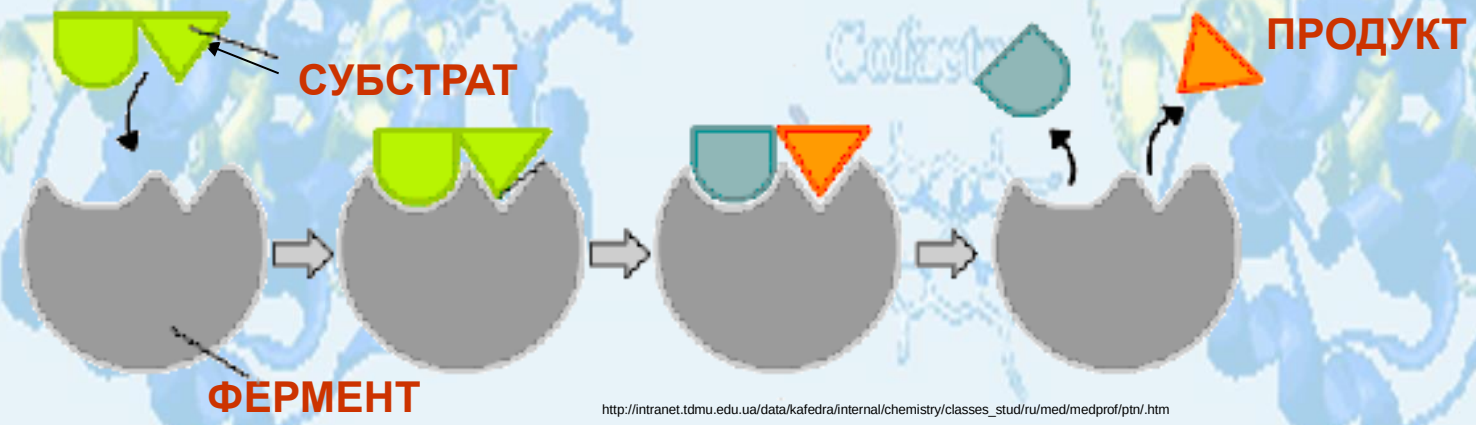
https://lh3.googleusercontent.com/3m-d0EqMBzvVV-ueWwdZ6LSWk3TQQHr2AGE5f9PSFOVD6bgl_jLZLjqeCRQTHgvVi2ausB=s124



http://academic.brooklyn.cuny.edu/biology/bio4fv/page/catalysp.htm

E+S → ES → ES* → ES → E+P**

I **II** **III**



http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/chemistry/classes_stud/ru/med/medprof/ptn/.htm

<u>3 етап.</u> Вихід продукта реакції з активного центру в оточуюче середовище.

$$E+S \xrightarrow{I} ES \rightarrow ES^{*} \xrightarrow{II} ES^{**} \xrightarrow{III} E+P$$

http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/chemistry/classes_stud/ru/med/medprof/ptn/.htm

Специфічність ферментів

<u>Специфічність дії</u> - це здатність ферменту каталізувати тільки конкретний тип хімічної реакції.

✓<u>абсолютна субстратна специфічність</u> - перетворення тільки одного, певного субстрату;

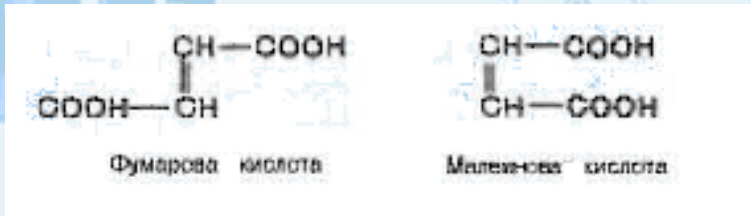
<u>*Аргіназа*</u> – розщеплення аргініну

✓<u>відносна субстратна специфічність</u> - перетворення декількох, близьких за будовою, субстратів;

<u>*Пептидази*</u> – розщеплення пептидних зв'язків

✓<u>стереоспецифічність</u> - перетворення стереоізомерів.

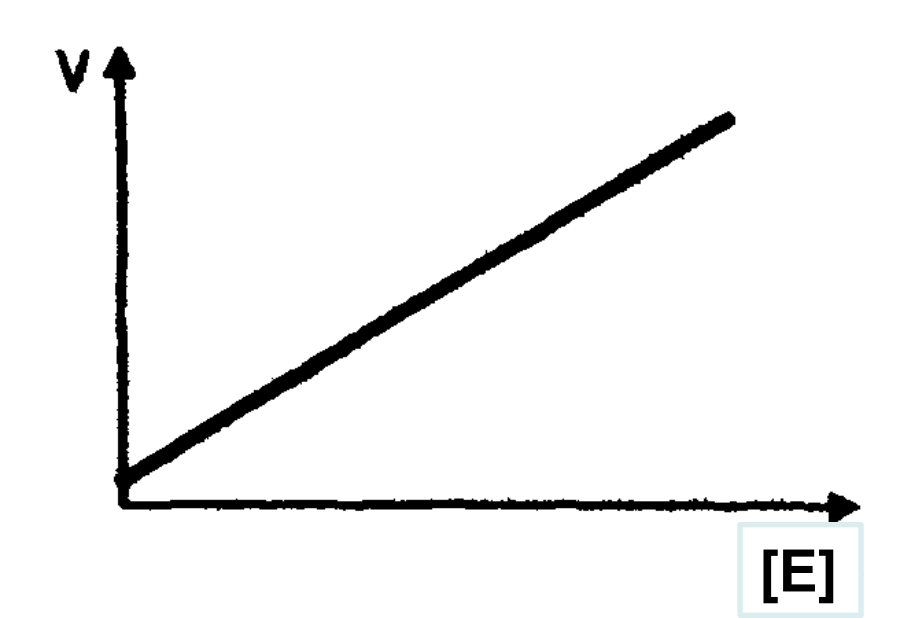
<u>*Фумараза*</u> – перетворення транс-ізомеру (фумарової кислоти)



https://lh3.googleusercontent.com/mM5JdUSosfWJ7ceBJ4l-bJqJET0Lxp4MXXAP9Yy0SMEONZe6aBysPn7vC8cIlPegOgbkwn170

Кінетика ферментативних реакції

Вплив концентрації ферменту на швидкість ферментативної реакції



https://lh3.googleusercontent.com/UPN2eu9yhpm5wy3-poQ__eON44eOcm6GC7GzSxsp-K8p7SqRb2b2bq=s119

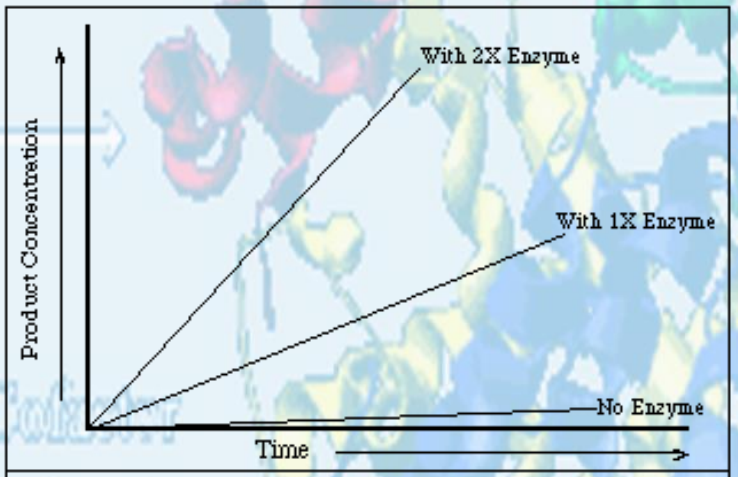


FIGURE 4
"Zero order" reaction rate is independent of substrate concentration.

https://lh3.googleusercontent.com/MqlcqBpCecVxKvKMQoqpxHMbm_SnxhdhxtqFRgxN_cqxGIQfLAKJKBZAC_=s103

Вплив концентрації субстрату на швидкість ферментативної реакції

$$E + S \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} ES \xrightarrow{k_2} E + P$$

https://lh3.googleusercontent.com/forO_-o0YwQMUKVfcjTcbEGVlLlZb85_n2u6JcgYhXhnqXOTwn2VfEUrD1EZ0WZcECNWQ=s170

Рівняння Міхаéліса—Мéнтен

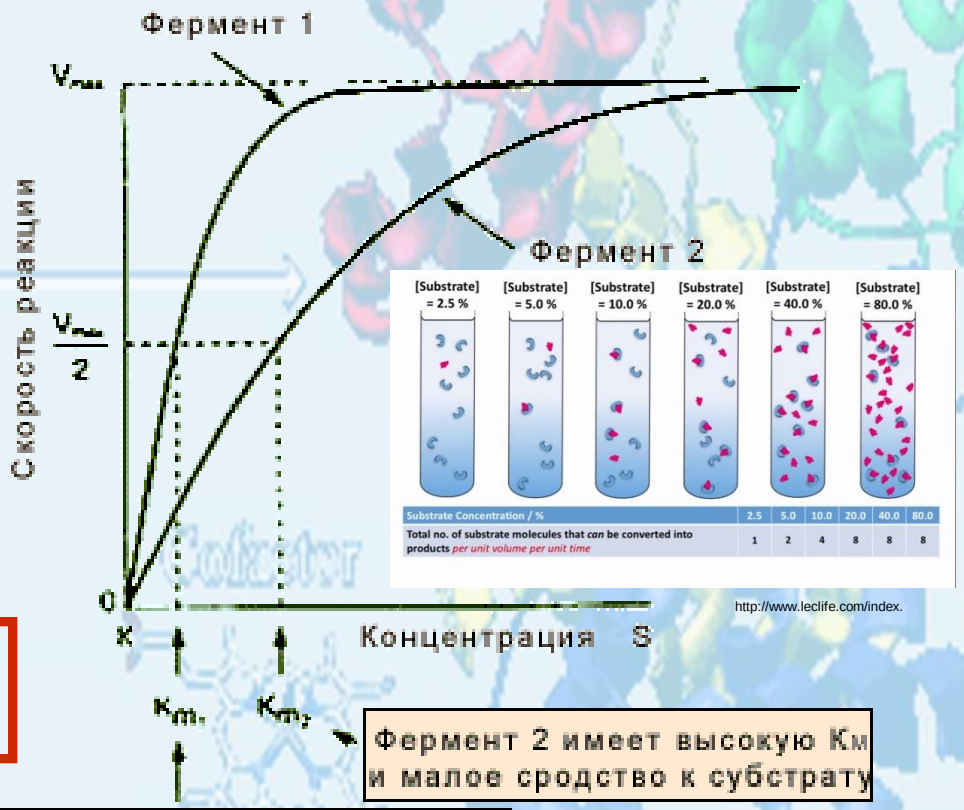
$$v = \frac{V_m S}{S + K_M}$$

https://lh3.googleusercontent.com/forO_-o0YwQMUKVfcjTcbEGVlLlZb85_n2u6JcgYhXhnqXOTwn2VfEUrD1EZ0WZcECNWQ=s170

<u>Константа Міхаеліса</u> (Km) - дорівнює тій концентрації субстрата **[S]**, при якій швидкість реакції досягає половини **Vmax**

$$K_m = \frac{(k_{-1} + k_2)}{k_1}$$

https://lh3.googleusercontent.com/forO_-o0YwQMUKVfcjTcbEGVlLlZb85_n2u6JcgYhXhnqXOTwn2VfEUrD1EZ0WZcECNWQ=s170

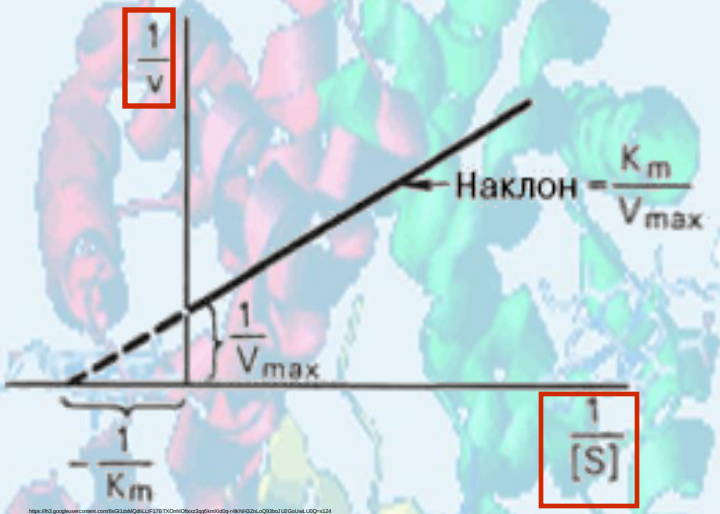


Фермент 2 имеет высокую Км и малое сродство к субстрату

Фермент 1 имеет малую Км и большое сродство к субстрату

https://lh3.googleusercontent.com/forO_-o0YwQMUKVfcjTcbEGVlLlZb85_n2u6JcgYhXhnqXOTwn2VfEUrD1EZ0WZcECNWQ=s170

Графік Лайнуівера-Берка



https://lh3.googleusercontent.com/Be21dvMQ8LLlFJ7ltTXOmOfbxo3qg5mXdDp-HkNHD2eLnQ0Zbu1JDGoUnL U0Q=s124

$$v = \frac{V_m S}{S + K_M}$$

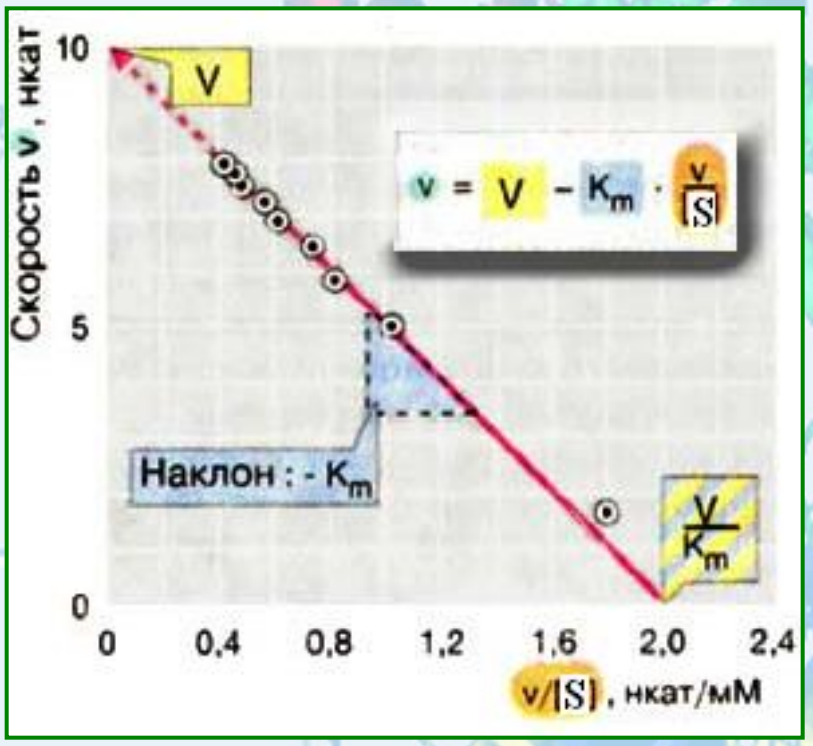
https://lh3.googleusercontent.com/bnO_-oDYwQMUKVfcj7cbEGVLlZb85_nZu8JcprYh3bnqXDTwn2VfEUdD1EZ0W2cEOWQ=s170

$$\frac{1}{v} = \frac{K_m}{V_{max} \cdot [S]} + \frac{1}{V_{max}},$$

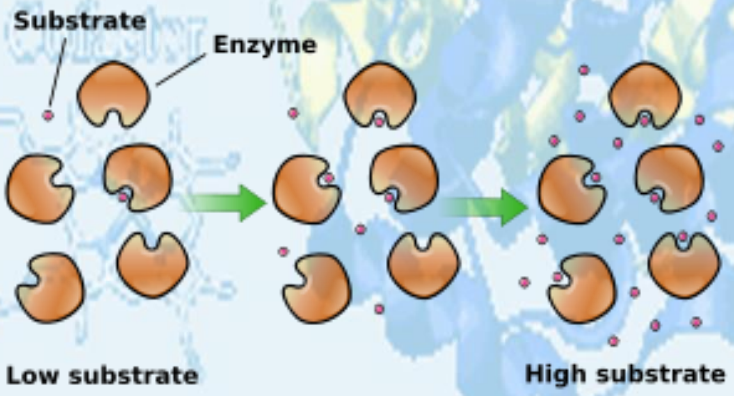
https://lh3.googleusercontent.com/bnO_-oDYwQMUKVfcj7cbEGVLlZb85_nZu8JcprYh3bnqXDTwn2VfEUdD1EZ0W2cEOWQ=s170

рівняння Лайнуівера-Берка

Графік Іді-Хофсті



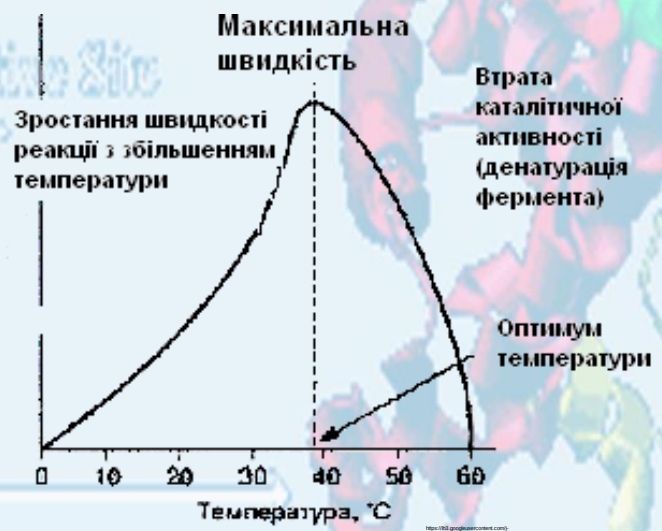
https://studopedia.su/20_16455_ingibitori.html



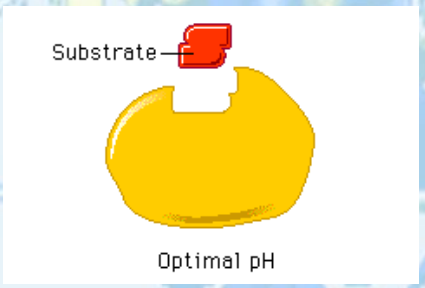
https://ipfs.io/ipfs/QmXoypizjW3WknFiJnKLwHCnL72vedxjQkDDP1mXWo6uco/wiki/Enzyme_kinetics.html

Кінетика ферментативних реакцій

Залежність швидкості ферментативної реакції від температури



Залежність швидкості ферментативної реакції від pH середовища



http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab2/ph.html

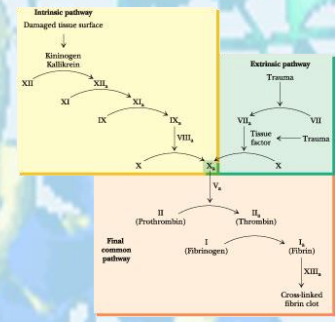
Регуляція активності ферментів

Активація **Інгібування**

Активатори – **речовини, які збільшують швидкість ферментативних реакцій.**

Na+, K+,Mg2+, Ca2+, Zn2+, Cu2+, Mn2+

1.Субстрати та коферменти,
2.Йони металів,
3.Частковий протеоліз. Деякі ферменти синтезуються спочатку неактивними і лише після секреції з клітини переходять в активну форму. Неактивний попередник називається проферментом. Активація профермента включає модифікацію первинної структури з одночасною зміною конформації,



https://www.coursehero.com

Пепсиноген ⟶ Пепсин

4.Модифікація молекули фермента, наприклад шляхом фосфорилювання,
5.Алостеричні активатори.

http://www.xumuk.ru/biologhim/054.html

Інгібування

Інгібітори (І) – речовини, які уповільнюють швидкість ферментативної реакції.

Види інгібування:

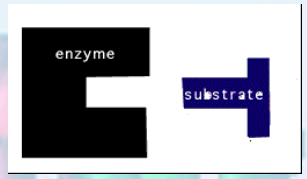
1. Зворотне інгібування,

2. Незворотне інгібування.

За механізмом виділяють основні типи інгібування:

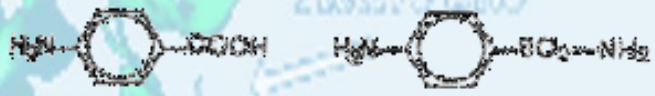
1. **Конкурентне,**
2. **Неконкурентне,**
3. **Безконкурентне,**
4. **Субстратне,**
5. **Алостеричне.**

Конкурентне інгібування



http://academic.brooklyn.cuny.edu/biology/bio4fv/page/competi.htm

- Інгібітор за хімічною структурою схожий на субстрат:



п-амінобензойна кислота

сульфаніламід

- Інгібітор конкурує з субстратом за зв'язування з активним центром ферменту,

http://www.xumuk.ru/biologhim/053.html

Сукцинатдегідрогеназа

Сукцинат

Фумарат

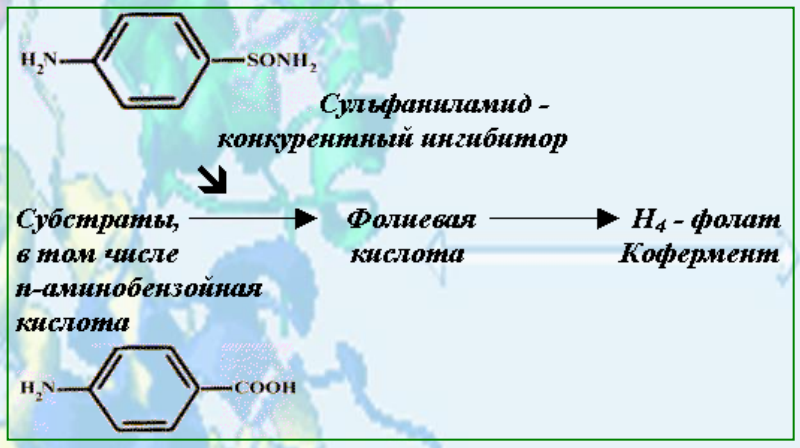
Малат

[I] > [S] ⟶ E + I ⟶ EI

[S] > [I] ⟶ E + S ⟶ ES ⟶ E + P

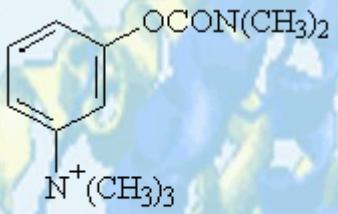
Антиметаболіти – структурні аналоги метаболітів, які можуть конкурувати з ними за фермент.

Сульфаніламіди – це структурні аналоги параамінобензойної кислоти, з яких у клітині мікроорганізма синтезується кофермент, що бере участь у синтезі нуклеїнових кислот. Порушення синтезу нуклеїнових кислот призводить до загибелі мікроорганізмів.



http://old.ssmu.ru/ofice/f4/biochemistry/uthebnik/11.htm

https://biofabrika.all.biz/rastvor-prozerina-0-5-dlya-lecheniya-i-g3012252



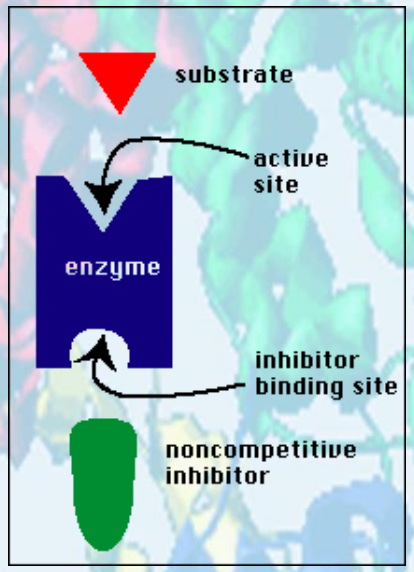
Прозерін

Конкурентний інгібітор ацетилхолінестерази Прозерін – інгібує активність ацетилхолінестерази, викликає накопичення ацетилхоліну.

Міастенія, паралічі, атонія кишечника та інш.

Неконкурентне інгібування

- Інгібітор не має структурної подібності з субстратом,
- Фермент - інгібіторний комплекс приєднує субстрат, але каталітичного перетворення субстрату не відбувається.

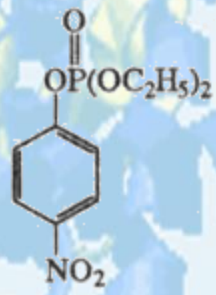


http://academic.brooklyn.cuny.edu/biology/bio4fv/page/noncomb.htm

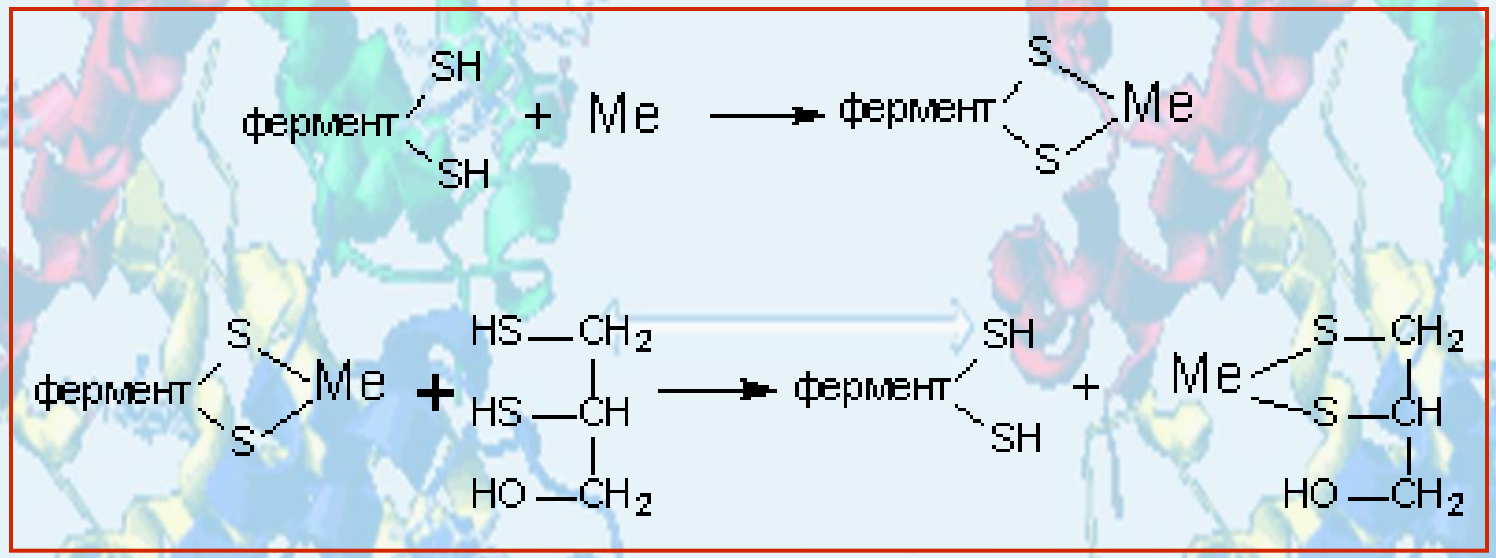
Приклади неконкурентних інгібіторів – <u>фосфорорганічні сполуки, ціаніди, йони важких металів</u>.

В медицині використовують:

- Незворотні конкурентні інгібітори ацетилхолінестерази – Фосфакол, армін, пірофос,
- Препарати Hg, Bi, As – неконкурентні інгібітори ферментів шкідливих бактерій.



При отруєнні важкими металами використовують реактиватори - речовини, які зв'язують інгібітори - цистеїн, унітіол, лимонна кислота та інш.



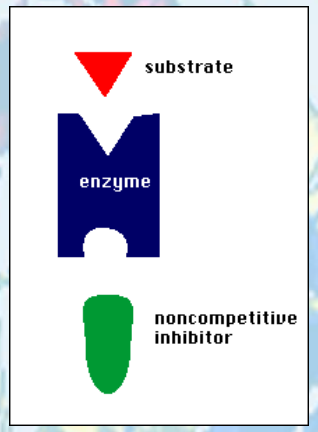
Безконкурентне інгібування

Інгібітор взаємодіє з ферментом в складі фермент-субстратного комплексу та запобігає його розпаду.

Алостеричне інгібування

Інгібітор взаємодіє з алостеричним центром ферменту, змінює конформацію фермента, що перешкоджає роботі активного центру фермента.
Приклади: кофактори, гормони, йони металів, іноді субстрати.

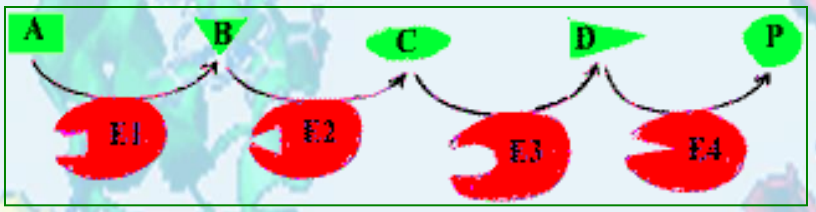
http://intranet.tdmu.edu.ua/



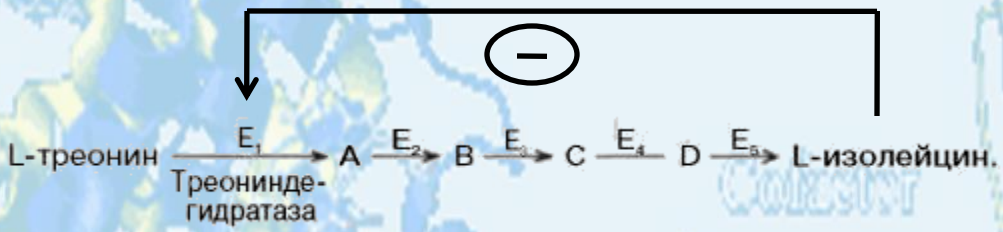
http://academic.brooklyn.cuny.edu/biology/bio4fv/page/noncomb.htm

Взаємодія алостеричного фермента з субстратом та ефекторами

У клітині робота ферменту не індивідуальна, а тісно пов'язана з іншими ферментами. З окремих ферментів формуються поліферментні системи, в яких продукт першої ферментативної реакції є субстратом для другого фермента. Деякі ферменти можуть поєднуватися в мультиферментні комплекси.



http://old.ssmu.ru/ofice/f4/biochemistry/uthebnik/11.htm



Алостеричні ферменти відіграють провідну роль у метаболізмі. Вони регулюють роботу системи ферментів.

АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ

Активність фермента виражають у міжнародних одиницях активності:
1 МЕ – кількість фермента, яка каталізує перетворення 1 мкмоль субстрату в продукт за 1 хвилину.

Питома активність – число МЕ на 1 г тканини. Відображає ступінь очистки ферменту.

Активність у каталах (кат):
1 кат — це кількість ферменту, яка перетворює 1 моль субстрату за 1 с.

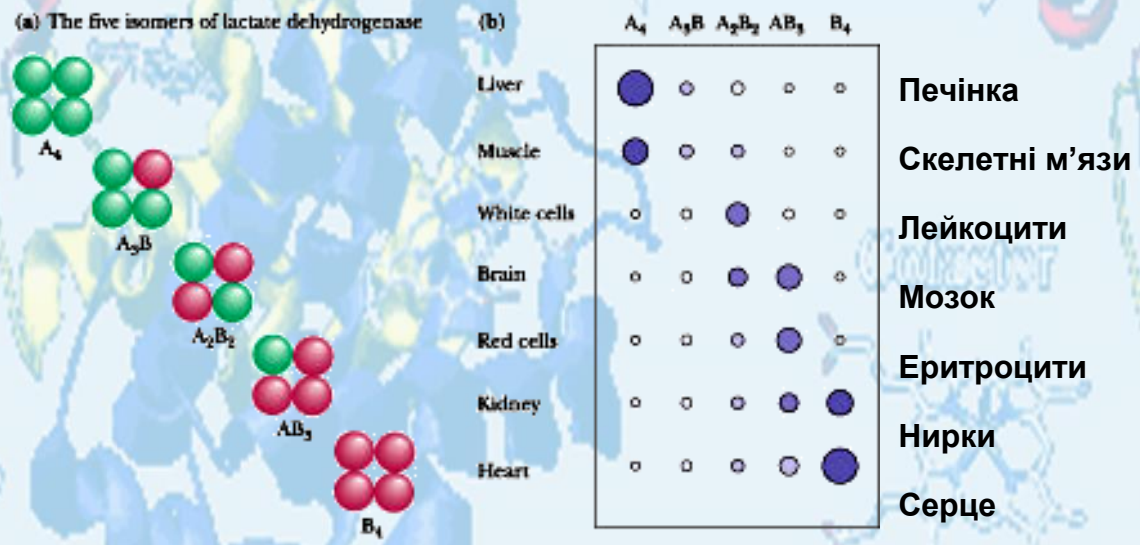
1 кат = $6 \cdot 10^7$ МЕ.

Рекомендовано, окрім того, вимірювати активність ферменту при температурі 25°С, оптимумі pH та концентрації субстрату, яка перевищує концентрацію насичення.

МНОЖИННІ МОЛЕКУЛЯРНІ ФОРМИ ФЕРМЕНТІВ. ІЗОФЕРМЕНТИ

Ізоферменти, або ізоензими, – це форми одного й того ж ферменту, які синтезуються в різних тканинах, каталізують одну й ту ж реакцію, але відрізняються один від одного за фізичними та хімічними властивостями.

Ізоферментні форми лактатдегідрогенази



https://pt.slideshare.net/pavanhalapeti/enzymes-12571794?nomobile=true&smtNoRedir=1

Вивчення ізоферментів лактатдегідрогенази (ЛДГ) (та інших ферментів) в сироватці крові важливе для диференціальної діагностики уражень органів і тканин. За зміною ізоферментів в сироватці крові можна судити про місце патологічного процесу та ступінь ураження органа або тканини.

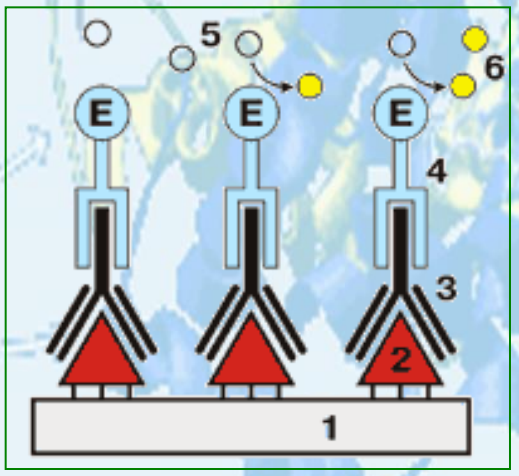
http://www.xumuk.ru/biologhim/046.html

ІММОБІЛІЗОВАНІ ФЕРМЕНТИ

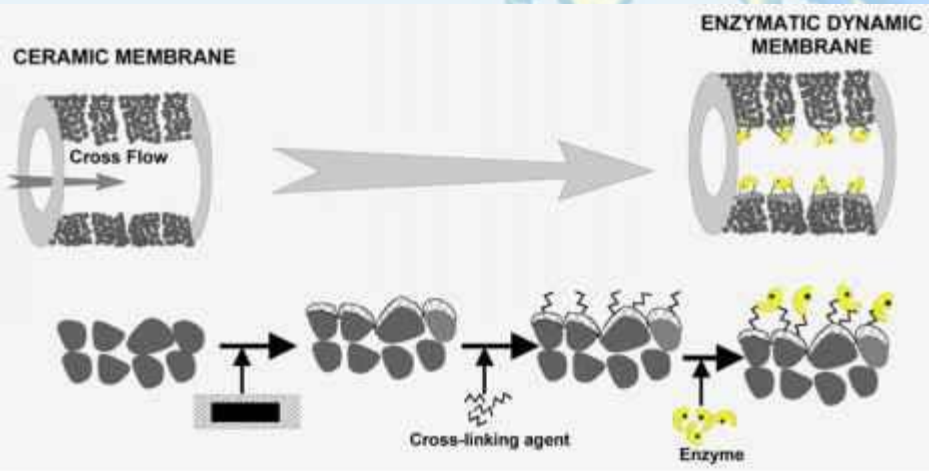
Іммобілізація фермента – приєднання молекули фермента до носіїв, нерозчинних у воді.

Переваги:
1. Збільшення стабільності,
2. Багаторазове використання,
3. Цілеспрямована зміна властивостей,
4. Полегшення регуляції.

Іммобілізовані ферменти знаходять широке використання в аналітичній практиці та біохімічній технології.



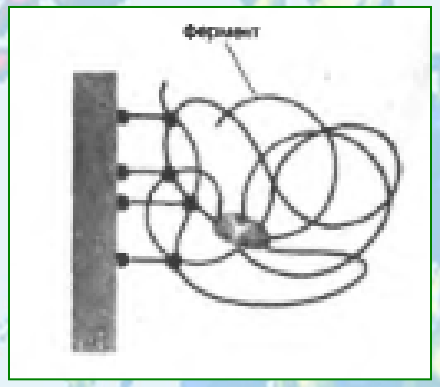
https://www.thermofisher.com



https://www.78stepshealth.us/enzyme-immobilization/info-rlo.html

Вимоги до носіїв:

- **Висока хімічна стійкість,**
- **Висока міцність,**
- **Висока пористість,**
- **Можливість отримання в зручному вигляді (гранули, листи),**
- **Невисока вартість.**



https://ppt-online.org/192688

Природні ліпіди – компоненти біомембран – у вигляді шару на силікагелі, часто використовуються у якості носіїв.

http://womanadvice.ru/antibiotiki-pri-vospalenii-yaichnikov

ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ В МЕДИЦИНІ

1. Лікування захворювань шлунково-кишкового тракту (пепсин, ліпаза, амілаза),
2. Використання ферментів при лікуванні гнійних ран (трипсин, хімотрипсин),
3. Для розсмоктування рубців (гіалуронідаза),
4. Для лікування вірусних захворювань (дезоксирибонуклеаза),
5. Для лікування тромбозів та тромбофлебітів (стрептодеказа та інш.),
6. Лікування деяких форм лейкоза (аспарагіназа)

http://www.apteka0303.com.ua/notes.php?lek=25076

http://s-aptekar.ru/1/0/item5739.htm

https://www.7mednews.ru/farma/1949-asparaginaza-7-poleznyh-svoystv-i-protivopokazaniy.html

http://medzeit.ru/lekarstvennye-preparaty/lidaza-instrukciya-po-primeneniyu.html

Використання інгібіторів ферментів.

Велика частина ЛП є інгібіторами різних ферментів:

- Протизапальні засоби (НПЗЗ) – інгібітори ЦОГ або ЛОГ;
- Антигіпертензивні засоби – інгібітори АПФ

Природні інгібітори протеїназ знайшли використання в терапії гострих панкреатитів, артритів, алергічних захворювань, при яких відмічається активація протеолізу та фібринолізу, що супроводжується утворенням вазоактивних кінінів.

https://aptekanomer1.ru

https://www.piluli.ru/product/Movalis

http://etodavlenie.ru/dav/narodnye-sredstva/tabletki-ot-vysokogo-davleniya-bystrogo-dejstviya.html

http://yug-farma.ru

https://med-otzyv.ru

http://pro-gastro.ru/ingibitory-protonnoj-pompy-preparaty-osobennosti-primeneniya/

Ферментативні процеси є основою багатьох виробництв: хлібопекарства, виноробства, пивоваріння, сироваріння, виробництва спирту, чая, оцту.

ВИСНОВКИ

1. Ферменти - це біологічні каталізатори, переважно білкової природи, що беруть участь в усіх життєво важливих реакціях в організмах.
2. Ферменти мають ряд властивостей, подібних до небіологічних каталізаторів, але одночасно і відрізняються від них.
3. Активний центр відповідає за специфічну спорідненість ферменту із субстратом, утворення ферментосубстратного комплексу і каталітичне перетворення субстрату.
4. Алостеричні центри служать місцем впливу на фермент різних регуляторних чинників, тому їх ще називають регуляторними центрами, а речовини, що взаємодіють з алостеричним центром, отримали назву ефекторів.
5. Ферменти, що функціонально пов'язані між собою, об'єднуються під поняттям функціональні ферментні системи, або надмолекулярні ферментні асоціації.
6. Активність ферментів може змінюватись за зміною кількості субстрату, ферменту, pH середовища і під впливом різних хімічних речовин.

Дякую за співпрацю та старання!

https://lh3.googleusercontent.com/2RRxxpHPd5RJfZEQEPSM7ASBkcHRmtxcEbtrpEDKTEA8dKgfxEFp3h81Qvhs_YGgg=s114