

Ферменттер

Негізгі сұрақтары

1. Ферменттік реакциялардың кинетикасы
2. Михаэлис-Ментен тендеу мен константасы
3. Фермент белсенділігін тежеу
4. Ферменттердің атауы (номенклатурасы) және топтастыруы
5. Ферменттердің практикалық маңызы

Ферменттердің каталитикалық ерекшеліктері

(Жалғасы келесі бетте)

1. Фермент өздігінен жаңа реакция жүргізбейді. Ол тек термодинамикалық мүмкін реакцияны ғана жүргізеді. Реакция барысында активтелу энергиясы төмендейді. Графикте көрсетілгендей реакцияның үлкен кедергі энергиясын сатылап бөліп төмендету және активтелу энергиясын жоғарлату арқылы реакция жылдамдығын жоғарлатады.

2. Фермент басталған реакцияның бағытын өз бетінше өзгерте алмайды. Ол бір ғана реакция өнімі түзілуі бағытында жұмыс істейді. Мысалы, глюкокиназа глюко-зидан тек глюкоза-6-фосфат түзілуін жүргізеді.

3. Фермент қатысатын реакция қайтымды болса, ол реакцияны екі бағытта да жүргізе алады. Мысалы, көмірсулардың гликолиттік ыдырауына қатысатын фосфогексоизомераза, альдолаза, фосфоглицераткиназа, фосфоглицератлидаза және т.б.

Ферменттік реакциялардың кинетикасы

Ферменттік реакциялардың кинетикасы - ферменттің әсерімен жүзеге асатын химиялық реакцияның жүру жылдамдығы. Ферменттік реакциялардың жылдамдығы фермент пен субстраттың *концентрациясына, ортаның рН көрсеткішіне, ортаның температурасына* тәуелді.

Ферменттік реакция жылдамдығы *фермент концентрациясына* тура пропорционалды, субстраттың концентрациясы және басқа факторлар тұрақты болуы керек.

Ферменттік реакция жылдамдығы *субстраттың концентрациясына* тәуелділігі гипербола түрінде. Фермент молекуласында субстратпен байланысатын бөліктер саны өлшеулі. Ферменттің осы бөліктері субстратпен толық байланысқанда фермент субстратпен қанығады. Сондықтан субстраттың концентрациясы өссе де, реакцияның жылдамдығы өзгермейді.

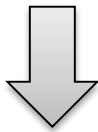
Ферменттік реакциялардың ерекшелігі: *ферментті субстратпен қанықтырылуы.*

Әр фермент белгілі бір *рН интервалында* белсенді. Мысалы, пепсин ортаның рН-ы 1,5-3-ке тең болғанда белсенді, трипсин ортаның рН-ы 7,5-7,8-ге тең болғанда белсенді. Фермент белсенділігіне ортаның рН мәнінің әсері амин қышқылы қалдықтарының бүйірлік топтарының иондалатын қасиеттеріне байланысты.

Ферменттер қызмет атқаратын *оптималды температура* 30-40° аралығында болады. Ортаның температурасы жоғарыласа немесе төмендесе, ферменттің белсенділігі төмендейді. Жоғары температураның әсерінен фермент молекуласының құрылымы өзгереді, фермент-субстрат комплексі ыдырауы мүмкін.

Ферменттердің активаторлары мен тежегіштері

Кейбір химиялық заттар фермент активтілігін арттырады, мұндай қосылыстар **активаторлар** деп аталады.



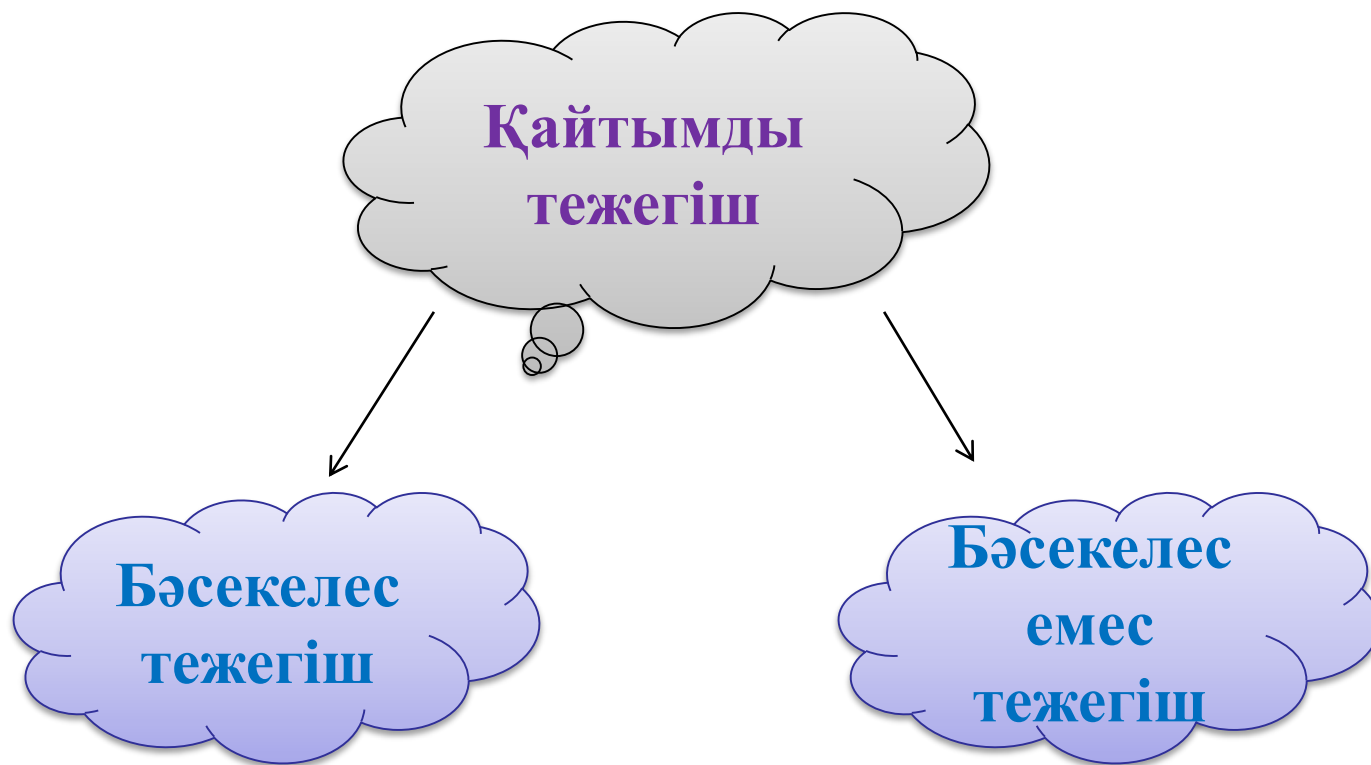
Мысалы, қарын сөлінде тұз қышқылы **пепсинді** активтендіреді де, белок гидролизін күшейтеді.

Кейбір заттар ферменттік катализді баяулатады, тіпті оны тежейді. Мұндай заттар **тежегіштер (ингибиторлар)** деп аталады.



Инсектицидтер холинэстераза ферментінің әсерін тежейді, ол ферменттің активті орталығымен байланысады да жүйке жүйесін тырыстырып, істен шығарады.

Ферменттердің активаторлары мен ингибиторлары (тежегіштері)



Ферменттің тежегіштері

Қайтымсыз тежелу – ферменттің белсенділігі бұрынғы қалпына қайта келмейді (1).

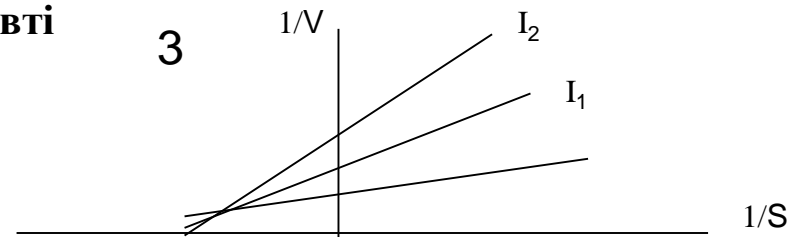
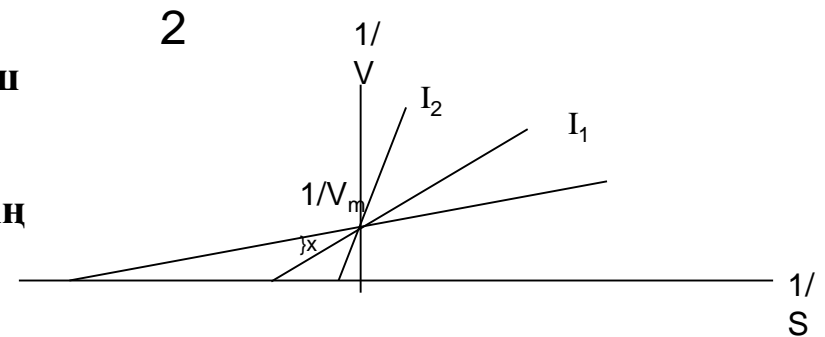
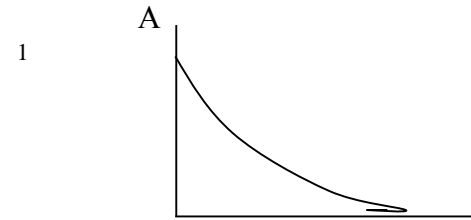
Қайтымды тежелу - ферменттің қайтымды тежелуі *бәсекелес және бәсекелес емес* тежелу түрлеріне бөлінеді.

Бәсекелес тежегіш (2) құрылымы бойынша субстратқа ұқсайды, сондықтан субстратқа бәсекелес болады, ферменттің активті орталығымен байланысады да, *фермент-тежегіш* комплексін түзеді. Фермент-тежегіш комплексі реакцияның өніміне айналмайды.

Бәсекелес емес тежегіштердің (3) құрылымы субстратқа ұқсас емес, сондықтан ферменттің активті орталығымен байланыспайды, оның басқа маңызды бөлігімен байланысады.

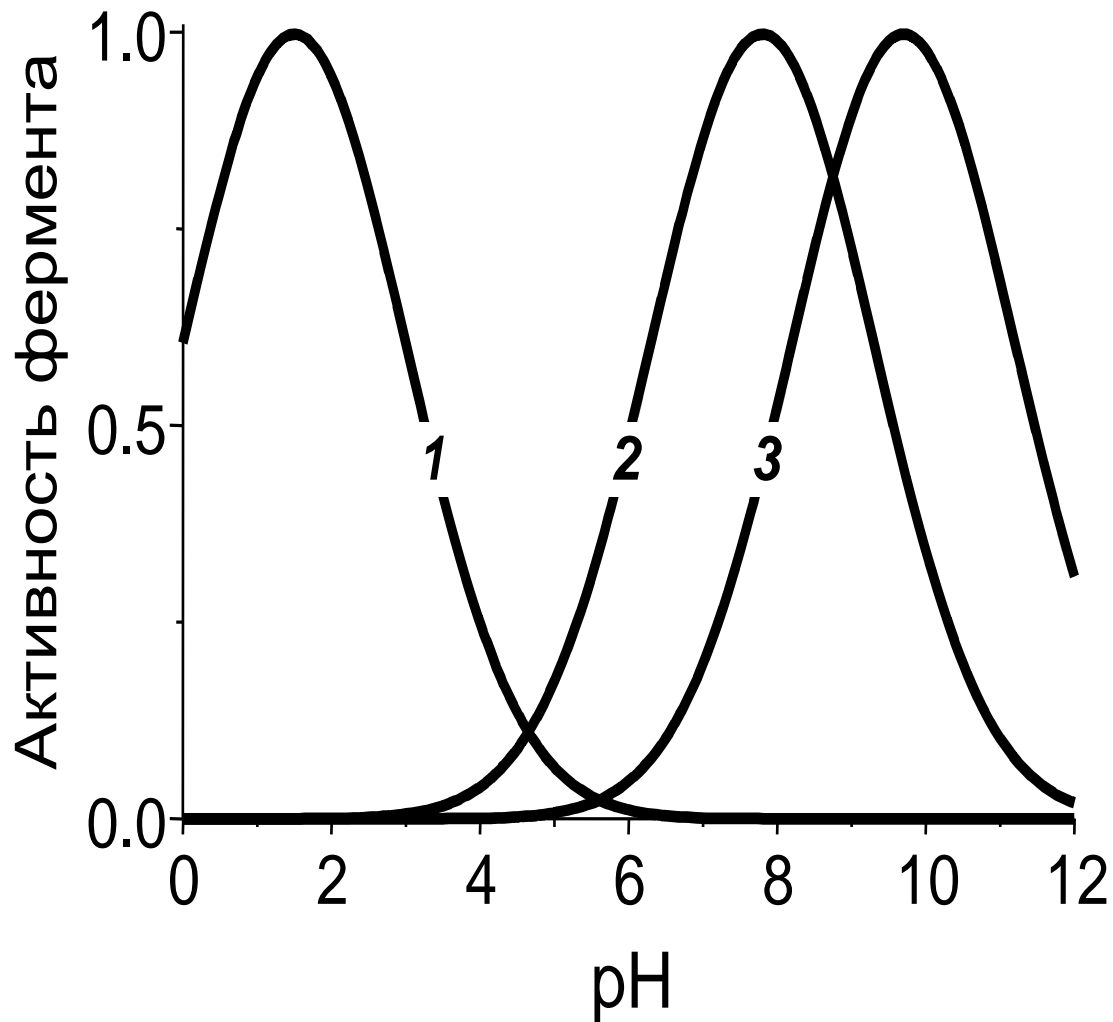
Бәсекелес емес тежегіштердің ферментпен байланысуының нәтижесінде молекуласының кеңістіктегі құрылымы өзгереді де, оның активті орталығында қайтымды өзгерістер жүзеге асырылады. Бұл ферменттің қайтымды инактивациялануына себеп болады.

Бәсекелес емес тежегіштердің тежелу деңгейі тежегіштің ғана концентрациясына тәуелді, субстраттың концентрациясына тәуелді болмайды. Бәсекелес емес тежегіштер *бос ферментпен де, фермент-субстрат комплексімен де байланысады*, нәтижесінде активті емес комплекс түзіледі:



I - тежегіш

Фермент белсенділігінің орта рН-на тәуелділігі



- Ферменттер:

1. Пепсин

2. Рибонуклеаза

3. Аргиназа

Ферменттер үшін оптимум рН мәндері

Фермент	Оптимум рН
Пепсин	1,5
Трипсин	7,7
Катал аза	7,6
Аргиназа	9,7
Фумараза	7,8
Рибонуклеаза	7,8

Фермент активтілігін өлшеу бірлігі

Катал — 1 секундта субстраттың 1 молінің өзгерісін қамтамасыз ететін ферменттің мөлшері.

Стандартты бірлігі (U) — субстраттың 1 молін 1 минутта өнімге айналуын катализдейтін ферменттің мөлшері, $1 U = 16,67$ нкатал (нанокатал).

Меншікті активтілік – белоктың 1 мг-на шағып есептелетін активтілігінің бірлігі.

Ферменттердің топтастырылуы

Ферменттердің топтастырылуы мен атаулардың негізіне ферменттер катализдейтін реакциялардың түрі алынған. Осы топтастыру бойынша ферменттер 6 класқа бөлінеді:

Оксидоредуктазалар - тотығу-тотықсыздану реакцияларын катализдейтін ферменттер.

Трансферазалар – биохимиялық реакцияларда атом топтарын немесе молекула қалдықтарын тасымалдаушы ферменттер. Бұл кластың ферменттерінің аты өздері тасымалдаушы субстраттардың атымен аталады. Мысалы, *ацилтрансфераза*, *аминотрансфераза* және т.с.с.

Гидролазалар - гидролиздеу реакцияларын катализдейтін ферменттер.

Лиазалар - субстраттан атом топтарын бөліп шығару арқылы қос байланыстар түзетін немесе қос байланыс бар жерге атом топтарын қосу реакцияларды катализдейді. Мұндай реакция нәтижесінде CO_2 , H_2O , NH_3 сияқты заттар бөлінеді де C-C, C-O, C-N, C-S байланыстары үзіледі. Мысалы, декарбоксилаза, дегидратаза, амидин-лигаза, дегидрохлориназа-ДДТ, аденилатциклаза, т.с.с.

Изомеразалар - заттардың молекулаішілік өзгерістерін катализдейтін ферменттер.

Лигазалар (синтетазалар) - Бұл ферменттер C-C, C-O, C-N, C-S сияқты байланыстар орнату арқылы түзілетін органикалық қосылыстар синтезін катализдейді. Мұндай реакциялар үшін АТФ, ГТФ, ЦТФ, УТФ және т.с.с. молекулалардың энергиялары пайдаланылады.

Ферменттердің атауы (номенклатурасы)

Ферменттердің әр класы топтарға және топшаларға бөлінеді. Осындай топтастыру бойынша ферменттер ерекше шифр арқылы белгіленеді. Әр ферменттің шифры төрт саннан тұрады, санның арасы нүктемен бөлінеді.

Бірінші сан ферменттің жататынын негізгі класын көрсетеді.

Екінші сан класс тармағын көрсетеді, мысалы, оксидоредуктазаларда екінші сан донор молекуласында тотығатын топтың түрін белгілейді, мысалы, 1 - СН-ОН-топты, 2 альдегид, кетон топты белгілейді.

Үшінші сан класс тармағының тармақшасын көрсетеді. Оксидоредуктазаларда үшінші сан реакцияға қатысатын акцепторды белгілейді, мысалы, 1 - коферментті (НАД- немесе НАДФ-ті), 2 – цитохромды белгілейді.

Төртінші сан класс тармағының ішіндегі ферменттің нөмірін көрсетеді. Мысалы, ферменттің шифры – 1.1.1.4, бұл фермент оксидоредуктаза, СН-ОН тотықтыратын реакцияны катализдейді, реакцияның акцепторы НАД⁺ немесе НАДФ⁺, тармақтың ішіндегі нөмірі – 4.

Ферменттің атауы субстрат атауынан және **-аза** жұрнағы қосылған катализдейтін реакцияның атауынан құрылады, мысалы, **аланинрацемаза**.

Ферменттердің тривиалдық (іскерлік) атаулары екі жолмен пайда болды:

- фермент катализдейтін реакция атауына **-аза** жұрнағы қосылады. Мысалы, **декарбоксилазалар** декарбоксильдену реакцияларын катализдейді;
- фермент әсер ететін субстраттың атауына **-аза** жұрнағы қосылады. Мысалы, **аргиназа** деген фермент аргинин амин қышқылына әсер етеді.

Кейбір ферменттердің тарихи қалыптасқан атаулары бар. Мысалы, **пепсин**, **трипсин**, **папаин**, **эластаза**, т.б. Бұл атаулар да пайдаланылады.