

Önemli enzim ve prostatik gruplar

1. Oksidoredüktazlar

önemli koenzimleri

a) Nikotinamid-adenin – Dinükleotidler
(NAD)

b) Nikotinamid-Adenin-Dinükleotid-fosfat
(NADP)

Prostatik grupları

a) Flavinnükleotidler

- flavinmononükleotid (FMN)
- flavin-adenin dinükleotidler (FAD)

b) Sitokromlar

2. Transferazlar

Koenzimleri:

a) Adenozin-tri-fosfatlar (ATP)

b) Üridin-tri-fosfatlar (UTP)

c) Stidin-tri-fosfatlar (CTP)

d) Koenzim A (CoA-SH)

e) Tetrahidrofolikasidi

Prostatik grupları

a) Biotin

b) Pridoksal fosfat

3. Liyazlar

Prostatik grup

Tiamin-piro fosfat

Tiaminpirofosfatın enzimatik etkinliği, bir aldehiti ekleyebilme yeteneğinden kaynaklanır.

Bu şekilde bağlanmış aldehide “aktifleştirilmiş aldehyd” denir ve aldehyd, tiazol halkasına bağlanır. Tiaminpirofosfatın katıldığı en önemli tepkime dizisi oksidatif dekarboksilasyon’dur.

2.6. Enzimlerin bitkide buldukları yerler ve dağılışı

- Yaşayan hücrelerde metabolik olaylar sonucu oluşan enzimlerin kökenleri hakkında bilgiler yeterli düzeyde değildir. Yapılan çalışmalar (Beadle 1946 ve Horowitz 1947) enzimlerin birleşmelerinin hücrelerde bulunan kromozomlardaki genel tarafından kontrol edildiğini kesin bir şekilde göstermiştir. Pek çok enzimlerin, hücrelerde sitoplazmik parçacıkları ile ilişkili olduğu, kloroplastlarda enzim konsantrasyonunun yüksek bulunduğu saptanmıştır

. Hücre çekirdeğinde enzimlerin durumu
üzerindeki bilgiler yeterli değildir. Ancak hücre
çekirdeğinde deoksiribonükleas enziminin
bulunduğu saptanmıştır. Bu enzim deoksiriboz
nükleik asidin (DNA) parçalanması anında
katalizör görevi yapmaktadır.

Enzimler yaşayan hücre içerisinde düzenli
(üniform) bir şekilde dağılmamışlardır. Kimi
enzimler,örneğin solunum ile ilgili olanlar, yalnız
yaşayan hücrelerde bulunur. Başka kimi enzimler
bitkinin belli organ ve dokularında dağılmış
olarak bulunabilir.

Pancar yapraklarında sakkaras, maltas ve amilas enzimleri; pancar sapında sakkras, emülas, inülas ve emülsin enzimleri; kökte ise amilas, inülas ve emülsin enzimlerinin buldukları saptanmıştır.

Enzimlerin miktarı bakımından çimlenen bir tohum, bitkinin öteki organlarına oranla en varsıldır. Bu yüzden enzimler üzerindeki araştırmalarda çoğunlukla çimlenen tohumlar kullanılır.

Bakteri ve mantar hücreleri de enzimlerce varsıldır. Bu yüzden ki bakteri ve mantarlar sahip oldukları enzimlerle üzerinde buldukları maddeleri hidrolize ederek parçalarlar. Gereği halinde bakteri ve mantarların hücreleri içerisinde bulunan enzimler hücre zarından dışarıya çıkararak maddelerin parçalanmasını sağlar.

Bakteri ve mantarların hücreleri sürekli olarak hidrolize yapabilen enzimleri oluştururlar.

Aktivitörler, İnhibitörler ve enzim inhibasyonu

Enzimler biyokimyasal görevlerin gereği olarak hücre içindeki fizikokimyasal koşullara göre devamlı olarak faaliyetlerini değiştirirler. Bu olay ya enzim akitvasyonu veya enzim inhibasyonu halinde gözlenir. Özel bir grup enzim ise metabolik yolların regülasyonu bakımından oldukça önemli rol oynayarak çok karışık bir kinetik davranış gösterirler ve allosterik enzim olarak adlandırılırlar.

Aktivitörler

Genellikle enzim aktivatörleri küçük iyonlar veya büyük olmayan moleküllerdir. Aktivatörler enzimatik reaksiyona yani kataliz olayına her zaman katılmazlar.

Aktivatörleri 2 grupta toplamak mümkündür.

a) Sadece substratla birleşerek aktivatör rolü oynayan bileşikler. Bunlar: Zn, Co, Mg, Mn gibi metal iyonlarıdır. Örneğin: Karbonik anhidraz enziminin aktivatörü Zn^{+2} dur.

b) Serbest enzimlerle birleşerek aktivatör rolü oynayan bileşiklerdir. Bunlar: ATP, CTP, GTP, TTP, UTP dır.

İnhibitörler

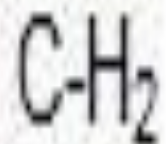
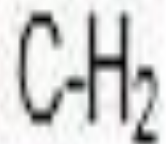
Enzimlerin aktif yörelerine girerek
enzimin etkinliğini sınırlayan maddelere
inhibitörler denir. İnhibitör maddelerin
enzimin etkinlikleri farklı şekilde
sınırlarlar.

1-) Kompetitif inhibitörler

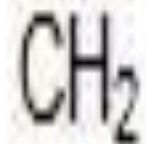
Bu tip inhibitörler substratın enzime bağlandığı bölgeye bağlanarak enzimi inaktive ederler. Bu tip inhibisyona kompetitif inhibisyon denir.

Kompetitif inhibisyona suksinik dehidrogenaz enzimi örnek olarak gösterilirse:

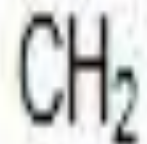
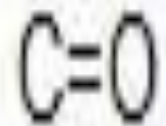
Suksinik dehidrogenaz enziminin normal
olarak substratı **suksinik asittir**. Malonik
asit ve oksaloasetik asit ise moleküler
yapı olarak suksinik asite benzerlik
göstermektedir. Malonik asit veya
oksaloasetik asit suksinik asit yerine
enzimle birleştğinde enzim inaktif hale
geçmektedir.



Suksinik asit



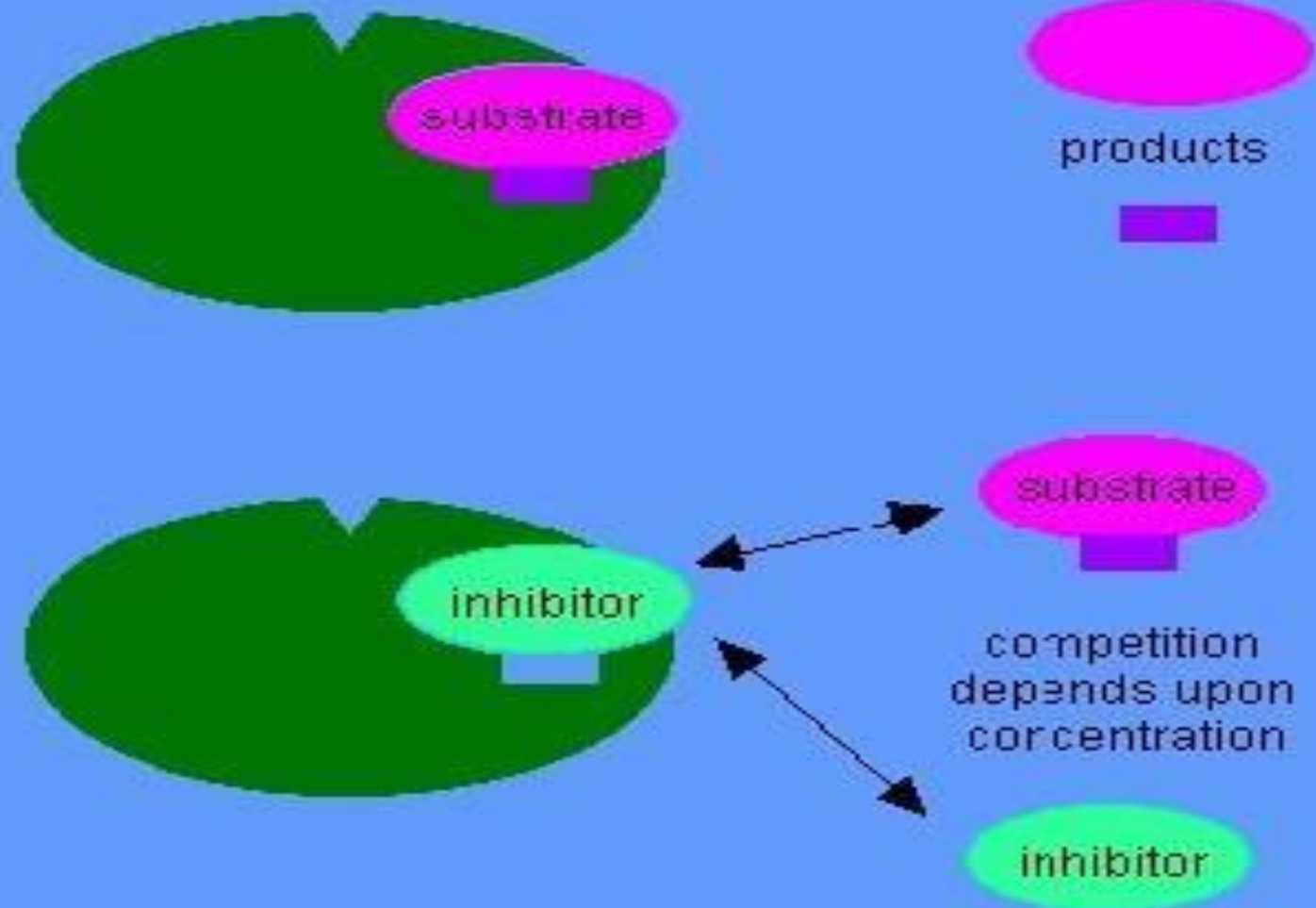
Malonikasit



Oksaloasetik asit

Kompetitif inhibisyon

Competitive Inhibitor



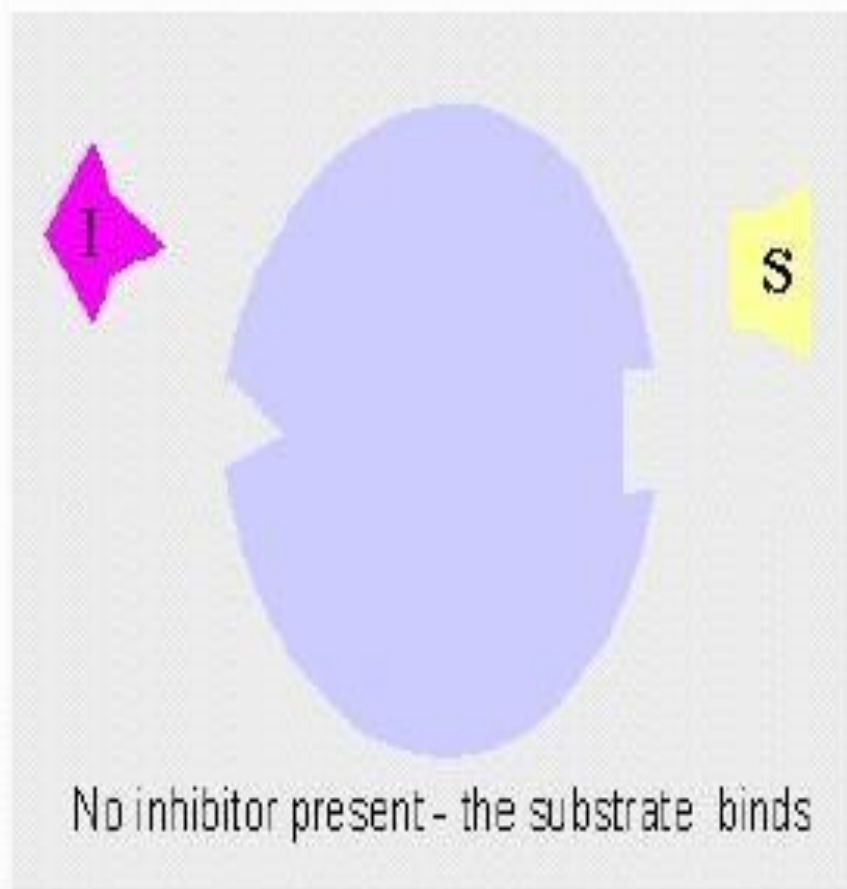
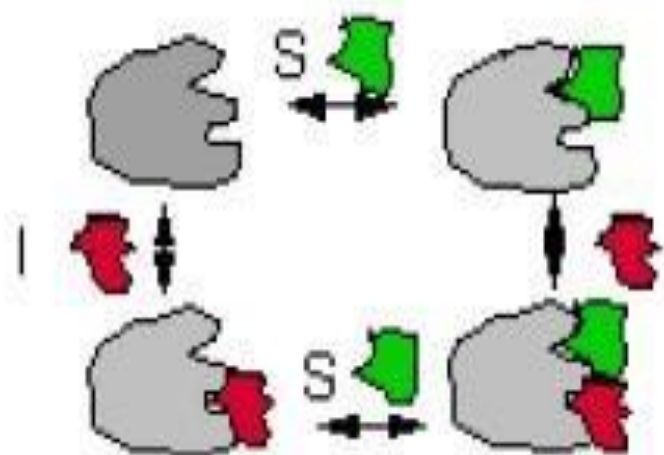
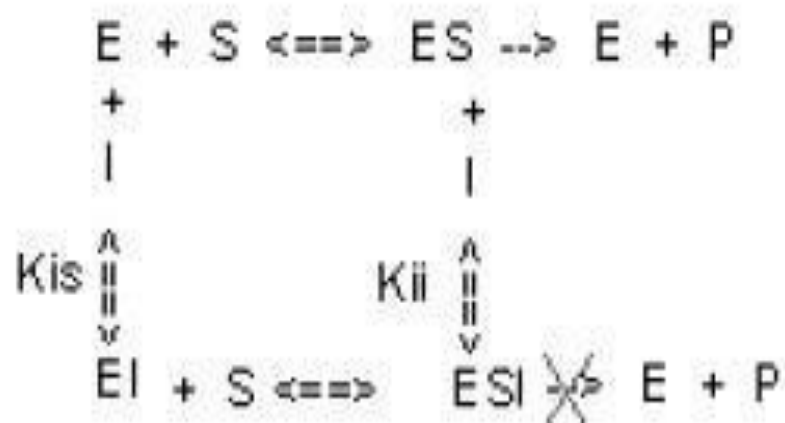
Nonkompetetif İnhibitörler

İnhibitor maddeler enzime *aktif yöre* üzerinden değil de *aktif yörenin dışında* bir noktadan enzime bağlanıyorsa bu tip inhibitörlere nonkompetetif inhibisyon denir. Bu tip inhibitörler genellikle enzimin üç boyutlu yapısında değişikliğe neden olarak inhibisyona sebep olurlar. Meydana gelen inhibisyona ise nonkompetetif inhibisyon denir

Örneğin amino asit olan L-isoleusin L-tieonin dehidrataz enziminin nonkompetetif inhibitörüdür.

Non-Kompetitif inhibisyon

NONCOMPETITIVE

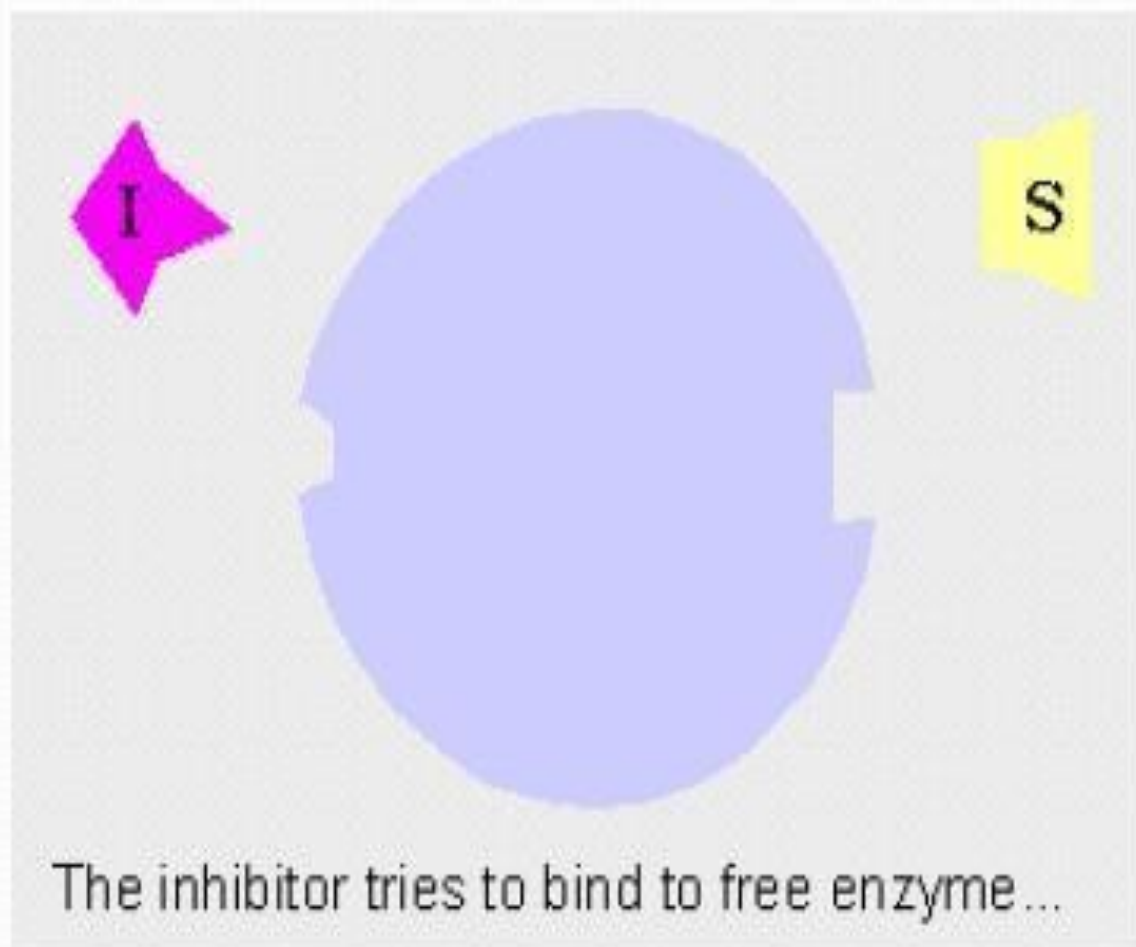
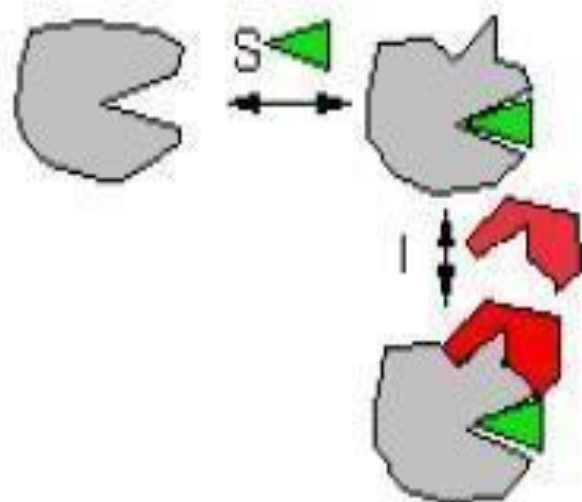
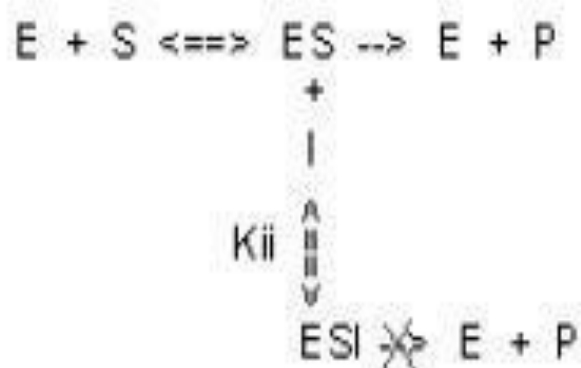


Unkompetetif İnhibitörler

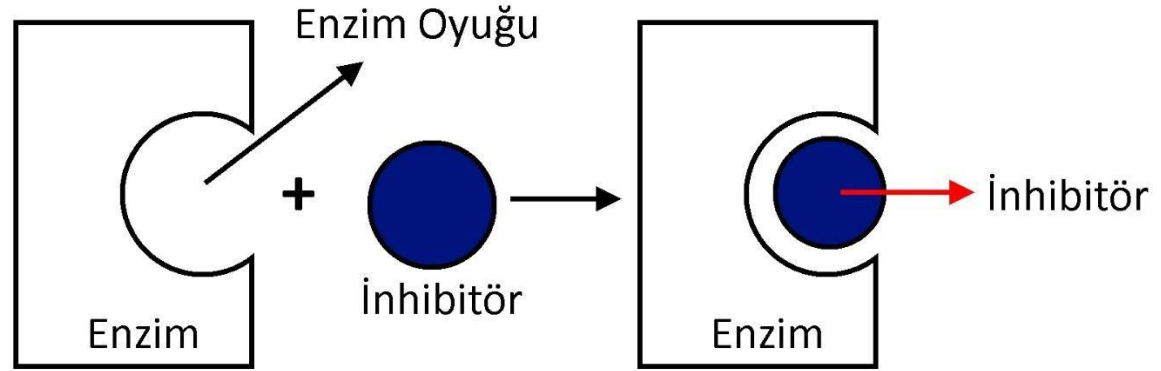
İnhibitör enzime değil de *enzim-*
substrat kompleksine bağlanarak
enzimi inaktifte ediyorsa bu tip
inhibitörlere unkompetetif
inhibitörler meydana gelen inhibisyona
ise unkompetetif inhibisyon denir.

Un-kompetitif inhibisyon

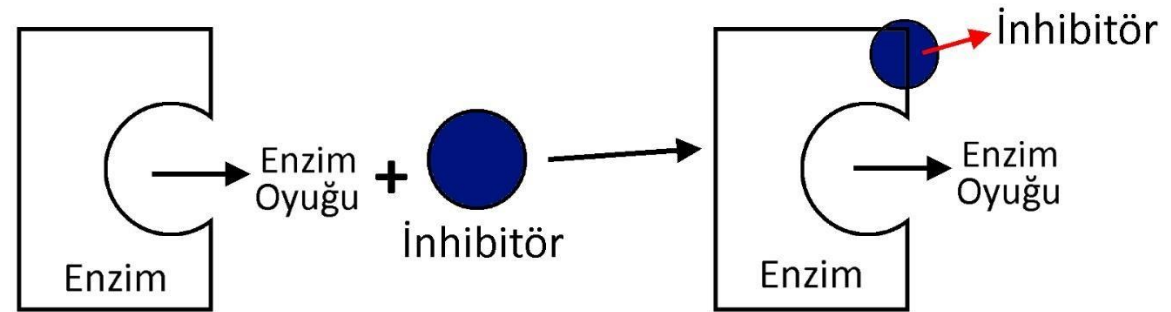
UNCOMPETITIVE



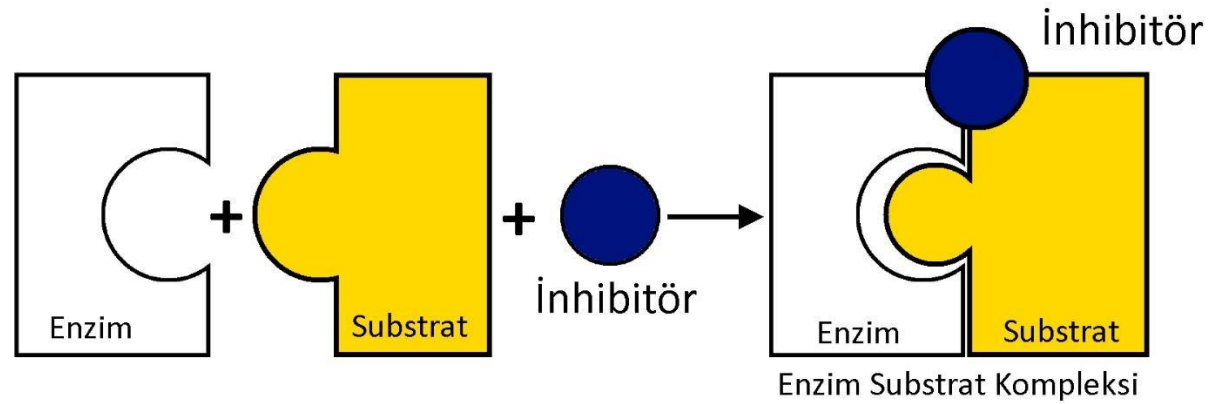
KOMPETETİF İNHİBİTÖR



NONKOMPETETİF İNHİBİTÖR



UNKOMPETETİF İNHİBİTÖR



Allosterik Enzimler

Üzerlerinde yer aldıkları metabolik yolun düzenli çalışmasını sağlayan ve o metabolik yolla ilgili son ürün veya başka bir molekül tarafından aktiviteleri kontrol edilen enzimlere allosterik enzimler adı verilir.

Allosterik enzimler dimer, trimer, tetramer, heksamer veya polimer yapıdadır. Bu tip enzimlerde birden fazla subünite bulunmaktadır. Allosterik yunanca diğer bölge anlamına gelmektedir.

Allosterik enzimlerde

- a. katalitik bölge
- b. Regülatör bölge olmak üzere 2 bölge bulunmaktadır

Allosterik enzimlerde enzim aktivitelerini değiştiren bileşiklere modülatör adı verilmektedir. Modülatöre, stümilasyon (teşvik edici) etkisi gösterdiği ve enzimi aktive ettiği zaman pozitif modülatör veya allosterik aktivatör, modülatöre enzimi inhibe ettiği zaman ise negatif modülatör veya allosterik inhibitör adı verilmektedir.

Ortamdaki metabolik yolun son ürünü hücre ihtiyacından fazla olacak olursa, bu ürün (yani son ürün) o metabolik yolun ilk enzimini inhibe etmektedir. Bu tip inhibisyona feed back inhibisyon (geri bildirimli inhibisyon) adı verilmektedir.

Feedback inhibisyonda reaksiyonu başlatan ilk enzim inhibe edildiği için ara metabolitler de üretilmeyecek dolayısıyla reaksiyon zincirinde görev diğer enzimlerinde faaliyeti yavaşlayacaktır.

Bu olay hücrenin bir maddeye karşı ihtiyacını karşılamak ve hücre ekonomisi bakımından oldukça önemlidir.

Böylelikle bir madde hücrede yeterinden fazla sentez edildiği zaman bu maddenin sentezi hemen durdurulmakta ve hücrenin boş yere çalışması engellenmektedir.

Allosterik regülasyon hücrede en hızlı kontrol mekanizmalarından birisidir.

Örnek izoleusin beş enzimatik kademedен sonra treoninden sentezlenen bir aminoasittir. Hücrede yeterince izoleksin sentezlenmişse ve hücrenin artık izoleksine ihtiyacı yoksa, Allosterik inhibisyonla bu reaksiyon sonlandırılmaktadır.

Bu olay

Threonin $\xrightarrow{E_1}$ B $\xrightarrow{E_2}$ C $\xrightarrow{E_3}$ D $\xrightarrow{E_4}$ E $\xrightarrow{E_5}$ İzoleusin şeklinde gösterilir.

Burada hücre için yeterince izoleusin sentezlenmişse ve hücrenin artık izoleusine ihtiyacı yoksa threoninden izoleusin sentezlenmesine gerek yoktur ve threoninden sonraki reaksiyonların durdurulması gerekir.

Bu olay Feedback inhibisyonuna çok güzel bir örnektir. İzoleusin tarafından bu metabolik yolun ilk enzimi olan threonin dehidratazın inhibe edilmesidir.

Burada *threoninden izoleusin* sentezlenmesinde, son ürün *izoleusindir*. Reaksiyonda ilk enzim ise *threonin dehidratazdır*. Threonin dehidrataz allosterik enzim, threoninden sentezlenen izoleusin ise (son ürün) threonin dehidrataz enziminin inhibitörüdür.

Bu şekilde oluşan inhibisyonu ise feedback inhibisyonu olarak adlandırılır.

Allosterik enzimlerde enzim tek bir madde tarafından aktive yada inhibe ediliyorsa bu tip allosterik enzimlere monovalent allosterik enzim denir.

Eğer Allosterik enzim birden fazla madde tarafından aktive veya inhibe ediliyorsa tipik allosterik enzime Polivalent allosterik enzim denir.

Allosterik enzimlerin bir diğer işlevi de hücrede regülasyonu sağlamaktır. Regülasyonu sağlayan Allosterik enzimler 3 grupta toplanır. Bunlar.

a-) Homotropik enzimler: Bu tip enzimlerde substrat molekülü yalnız substrat değil aynı zamanda enzimi aktive eden bir madde olarak da rol oynamaktadır. Bu tip enzimlerde birinci substratın enzim yüzeyine bağlanması, ikinci substratın enzim yüzeyine bağlanmasını kolaylaştırdığı için enzim aktif olmaktadır.

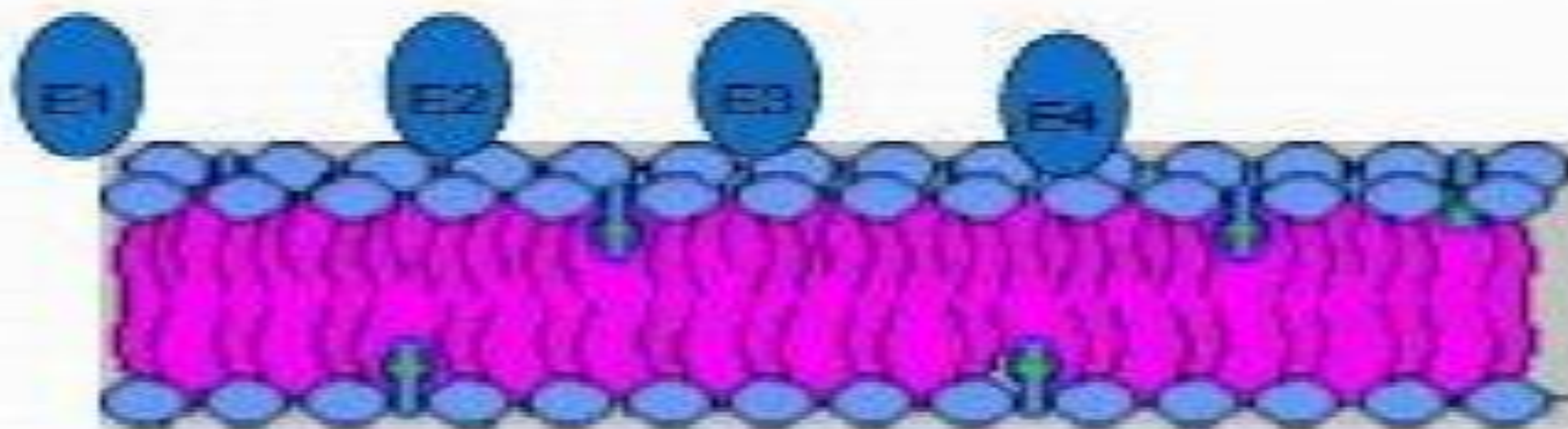
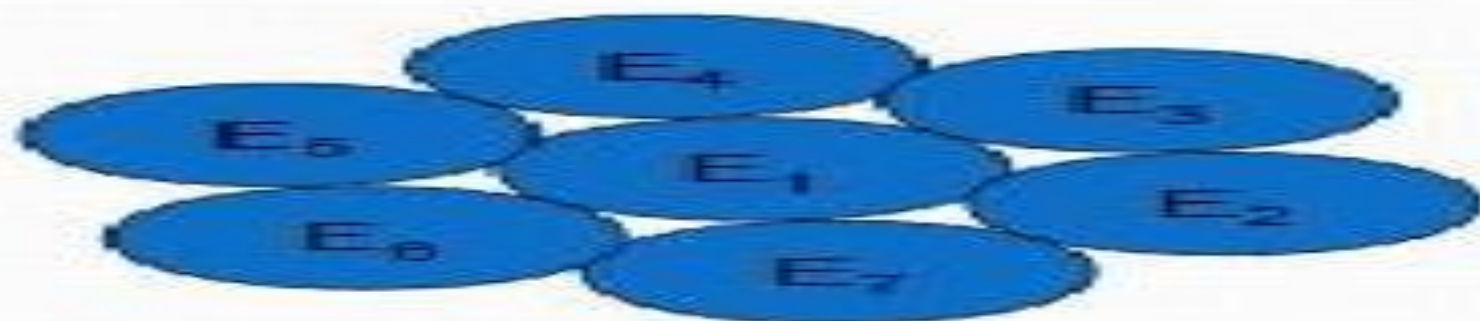
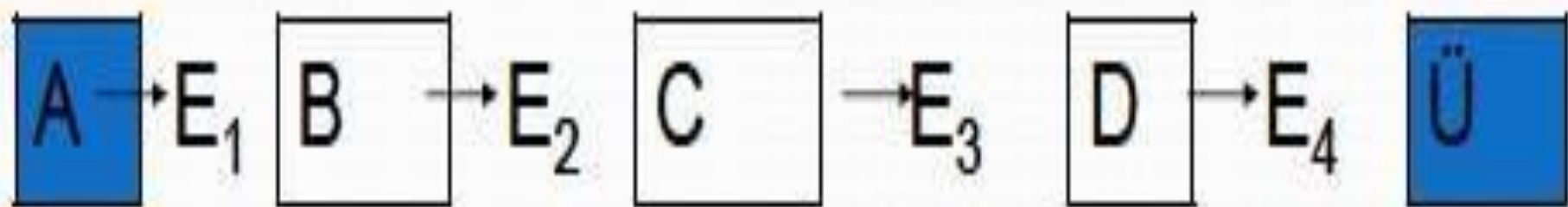
b-) Heterotropik enzimler: Bu tip enzimlerde substratın bağlanma yerinden farklı olarak bir de modifikatörün bağlanma yeri vardır. Bu modifikatör enzimi ya aktive eder ya da inhibe eder.

c-) Bazı düzenleyici enzimler ise hem homotropik özellik hem de heterotropik özelliğın ikisini birden gösterirler. Eğer ortamda, yalnız substrat var ise enzim aktif olarak homotropik özellik gösterir. Şayet modifikatör var ise enzim ya aktive yada inhibe olarak heterotropik özellik gösterir.

Enzim sistemleri

A-Multienzimler: Metabolizmada bazı enzim sistemleri birbirinden bağımsız olmayıp belirli bir düzen dahilinde bir araya gelerek kompleks yapı oluşturmaktadır ve farklı enzim aktiviteleri göstermektedir.

Bu şekilde belirli enzimlerin belirli bir düzen halinde bir araya gelerek kompleks yapı oluşturup aktivite göstermelerine multi enzim kompleksleri denir.



Eşersiya Coli den izole edilen piruvik dehidrogenaz enzimi sistemi multi enzime en güzel örneklerden biridir. Bu multi enzim kompleksinde 3 farklı enzim molekülü bir araya gelmiştir. Bunlar;

- a. 24 alt ünite (subünite) ile sisteme katılan Piruvat dekarboksilaz enzimi
- b. Yine 24 subünite ile sisteme katılan dihidrolipoil dehidrogenaz enzimi

c. 8 subünite ile sisteme katılan

Lipoilredüktaz trans asetilaz enzimidir.

B- İzoenzimler: Protein yapıları farklı fakat katalize ettikleri kimyasal reaksiyon aynı olan enzimlere izoenzimler denir. Kontrol mekanizmasında önemli rol oynayan olaylardan birisi de aynı kimyasal reaksiyonu katalize eden fakat enzim protein yapısı farklı olan

izoenzimlerin hücrede bulunmasıdır.
İzoenzimlere en iyi örneklerden birisi
Laktik dehidrogenaz enzimidir.