

Bölüm 9. Enzimler

Hayat güçlü ve özgün katalizörler olan enzimlerin varlığına bağlıdır. Hemen hemen her biyokimyasal tepkime bir enzim tarafından katalizlenir.

Hayatın iki temel şartı vardır. Birincisi canlı kendi kendini kopyalayabilmelidir, ikincisi ise canlı kimyasal tepkimeleri seçici olarak ve etkili bir şekilde katalizleyebilmelidir. Biyolojik sistemlerde tepkimeleri katalizleyen enzimler oldukça özelleşmiş proteinlerdir. Enzimler substratlarına karşı son derece özgüdürlü ve kimyasal tepkimeleri olağanüstü derecelerde hızlandırır. Ayrıca sulu çözeltilerde, çok ılıman sıcaklık ve pH'larda çalışırlar.

Enzimlerin katalizör olarak etki ettiği maddelere substrat denir.

Reaksiyon sonunda meydana gelen maddeye ise ürün adı verilir.

Birçok enzimde ise katalitik etki gösterebilmesi için proteinden başka metal iyonuna, protein olmayan organik bir bileşiğe, bazılarının ise her ikisine de ihtiyacı vardır.

Enzimin aktivitesini gösterebilmesi için gereken bu maddelere kofaktör denir.

Bazı kofaktörler enzimle kovalent bağ ile oldukça sıkı birleşmiştir ve ayrılmazlar bu tip kofaktörlere 'Prostetik Grup' adı verilir.

Enzim-kofaktör kompleksine holoenzim denir.

Kofaktör ayrılınca kendi başına biyolojik aktiflik gösteremeyen protein kısmına apoenzim adı verilir.

Gerekli şekil ve şemalar tahtada gösterilmektedir.

Enzimler Katalizledikleri Tepkimelere Göre Sınıflandırılırlar

Gerekli şekil ve şemalar tahtada gösterilmektedir.

Enzim Nasıl Çalışır

Enzimle katalizlenmiş bir tepkimenin ayırt edici özelliği tepkimenin enzim üzerinde bulunan ve aktif bölge olarak isimlendirilen bir cebin içerisinde gerçekleşmesidir. Aktif bölgenin yüzeyi amino asit kalıntılarıyla, substrata bağlanan ve kimyasal dönüşümleri katalizleyen değişebilir gruplarla örülüdür.

Enzimler Dengeyi Değil, Tepkime Hızlarını Etkiler

Enzimlerin ve diğer katalizörlerin görevi tepkimenin aktifleşme enerjisini düşürmek ve tepkime hızını arttırmaktır. Enzimler çok etkili katalizörlerdir, genel olarak tepkime hızlarını arttırırlar. Tepkimenin dengesi enzimden etkilenmez.

Enzimle katalizlenen tepkimeler enzimle substrat arasında bir kompleksin oluşmasıyla (bir ES kompleksi) tanımlanırlar. Substrat enzimin üzerinde bulunan ve aktif bölge diye adlandırılan bir cebe bağlanır.

Enzimatik tepkime hızlarını arttırmak için kullanılan enerjinin önemli bir bölümü enzim ve substrat arasındaki hidrojen bağları, hidrofobik ve iyonik etkileşimler gibi zayıf etkilerden elde edilir.

Anahtar Kilit modeli

Gerekli şekil ve şemalar tahtada gösterilmektedir.

İndüksiyonla Oluşmuş Uygunluk

Gerekli şekil ve şemalar tahtada gösterilmektedir.

Enzim ve Substrat Arasındaki Zayıf Etkileşimler Geçiş Halinde Optimize Edilirler

Enzimatik tepkime hızlarını arttırmak için kullanılan enerjinin önemli bir bölümü enzim ve substrat arasındaki hidrojen bağları, hidrofobik ve iyonik etkileşimler gibi zayıf etkilerden elde edilir. Enzim aktif bölgesinde bu zayıf etkileşimlerden bazıları tepkimenin geçiş halinde özellikle oluşur, bu da geçiş halini kararlı kılar.

Kataliz substrat ve enzim arasında geçici kovalent etkileşimleri veya substrattan enzime veya enzimden substrata grup aktarımlarını içeren düşük enerjili tepkime yoludur.

Mekanizmayı Anlama Yaklaşımı Olarak Enzim Kinetiği

Enzim mekanizmalarını anlamının en eski yaklaşımı (ve hâlâ çok önemli yöntemlerden biridir) tepkimenin hızını ve deneysel parametrelerdeki değişimlere karşı verdiği cevaplardaki değişimleri belirlemektir. Enzimlerin çoğu ortak kinetik özelliklere sahiptir.

Substrat enzime bağlandığı zaman tepkime hızla ES kompleksinin oluşma ve bozulma hızlarının dengede olduğu kararlı hale gider. [S] arttıkça, enzimin sabit bir derişiminin kararlı hal aktifliği özgün bir en yüksek hıza (V_{mak}) ulaşmaya kadar hiperbolik bir şekilde yükselir. Bütün enzimler substratla kompleks oluşturarak çalışırlar.

Enzim Tarafından Katalizlenen Tepkimelerin Hızını Substrat Derişimi Etkiler

Bir enzim tarafından katalizlenen tepkimenin hızını etkileyen anahtar etmen substratın derişimidir[S].

Michaelis-Menten kinetiği

Substratın göreceli olarak düşük derişimlerinde V_o , [S]'ndeki artışla hemen hemen doğrusal olarak artar. Yüksek substrat derişimlerinde [S]'ndeki artışa karşılık V_o 'daki artışlar gitgide küçülür. Sonunda V_o 'daki artışın S'nin derişiminde meydana gelen artışlara göre yok denecek kadar küçük olduğu bir noktaya ulaşılır. Plato şeklinde görünen bu V_o bölgesi maksimum hıza (V_{mak}) çok yakındır.

Gerekli şekil ve şemalar tahtada gösterilmektedir.

Substrat Derişimi ve Tepkime Hızı Arasındaki Bağntı Nicel Olarak İfade Edilebilir

[S] ve V_o arasındaki bağntıyı gösteren eğri, enzimlerin çoğunda aynı genel görüntüye sahiptir (dikdörtgen hiperbole benzeyen bir şekli vardır) ve bu şekil Michaelis-Menten eşitliği tarafından cebirsel olarak izah edilebilir.

Gerekli formüller tahtada gösterilmektedir.

Kinetik Parametreler Enzim Aktifliklerinin Karşılaştırılmasında Kullanılır

$K_m = [S]$ olduğu zaman $V_o = 1/2 V_{mak}$ şeklinde verilen pratik kural Michaelis-Menten kinetiğine uyan tüm enzimler için geçerlidir. V_{mak} 'ın yarısına eşit bir tepkime hızını sağlayan substrat derişimi, Michaelis sabiti olarak bilinen K_m 'ye eşittir

Lineweaver-Burk grafiđi.

Gerekli formüller tahtada gösterilmektedir.

Birçok Enzim İki veya Daha Çok Substratlı Tepkimeleri Katalizler

İki substratlı enzimatik tepkimeler genellikle bir atom veya işlevsel grubun bir substrattan diğerine aktarımını gerçekleştirir. Bu tepkimeler birkaç farklı yoldan birini kullanır.

Gerekli formüller ve örnekler tahtada gösterilmektedir.