

MİKROORGANİZMALAR ARASI İLİŞKİLER

ENZİMLER



Mikroorganizmalar Arası İlişkililer

Mikroorganizmalar doğada veya canlıların vücudunda tek başlarına yaşamazlar. Diğer canlılarla veya yüksek yapılı hayvan ve bitkilerle ortak halde yaşamlarını sürdürürler.

Farklı türdeki organizmaların birbirlerinden faydalanarak sıkı bir ilişki içerisinde beraber yaşamalarına “**simbiyosis**” denir.



Simbiyotik yaşam Őekilleri;

- Mutalizm
- Komensalizm
- Sinerjizm
- Antagonizm
- Parazitizm
- Oportunizm
- Kompetisyon



1. Mutalizm

Bu tür simbiyotik yaşantıda mikroorganizmalar birbirlerinden karşılıklı yarar sağlar ve birbirlerinin metabolitlerine ihtiyaç duyarlar.

Örneğin;

- Fenil alanin içermeyen bir ortamda *Lactobacillus plantarum* ve *Streptococcus faecalis* tek başına gelişemez. Birlikte buldukları ortamda *S. faecalis* fenil alanin, *L. plantarum* glutamik asit sentezleyerek her iki bakteride kolayca ürer ve karşılıklı yarar sağlarlar.



2. Komensalizm

Bu tür yaşantıda mikroorganizmanın biri faydalanır, diğeri ise ne yarar ne de zarar görür.

Örneğın;

Ağız ve bağırsak florası, deri ve solunum yollarındaki bakteriler tipik kommensallerdir.



3. Sinerjizm

İki veya daha fazla mikroorganizmanın birbirini destekleyerek daha iyi gelişmelerine denir. Bu mikroorganizmalar tek başlarına da gelişip üreyebilirler ancak bir arada daha fazla gelişme ve çoğalma gösterirler.

Örneğin;

Yoğurt bakterileri sinerjim göstererek birbirlerinin gelişimlerini teşvik ederler.



4. Antagonizm

Bu yaşam şeklinde mikroorganizmalardan biri diğeri üzerinde öldürücü yada gelişmesini engelleyici etki gösterir.

Bu etki; mikroorganizmalardan birinin ortama salgıladığı antibiyotik, bakteriyosin, toksik veya antifungal maddeler ile diğerinin üremesini durdurmak şeklinde olduğu gibi, pH değeri, ozmotik basınç ve yüzey gerilimi gibi ortam koşullarını diğerinin gelişimine engel olacak şekilde değiştirmesiyle de mümkün olmaktadır.



5. Parazitizm

Bir mikroorganizmanın canlı bir konakçıda yaşayarak ona zarar vermesine parazitizm denir.

Parazitlerin konakçuya hiçbir faydası olmadığı gibi doğrudan yada dolaylı yolla zararlı etki yaparlar.

İnsan ve hayvanlarda hastalık yapan etkenler (bakteri, virus, mantar, bakteriyofajlar) parazit etkenlerdir.



6. Oportunizm (fırsatçılık)

İnsan ve hayvanların çeşitli sistemlerinde yaşayan ve normal koşullarda hastalık oluşturmeyen etkenler, konakçının sağlığının bozulması veya çevre koşullarının değişmesi sonucu hastalık oluşturabilir.

Örneğin;

Bazı mantarlar antibiyotik tedavisinden sonra hastalık oluşturabilir.



7. Kompetisyon (rekabet)

Aynı gıda yada substrat için iki mikroorganizmanın karşılıklı rekabete girmesi ve birinin yerini diğzerinin alması tarzında ortaya çıkan yaşam tarzıdır.

Bağırsaklarda aynı gıdayı paylaşan mikroorganizmaların yaşamı buna örnek olabilir.



METABOLİZMA

- Mikroorganizmalar gelişme dönemlerinde ya da canlılıklarını sürdürebilmeleri için sürekli **enerjiye** ihtiyaç duyar
- enerjinin kaynağı ortamdan alınan maddelerdir.
- Hücre, aldığı maddeleri dengeli ve düzenli bir şekilde ve ardarda meydana gelen zincirleme enzim reaksiyonları ile belirli bir dönüşüm veya parçalanma yoluyla değişikliğe uğratar. Bu olayların gerçekleşmesi **metabolizma** yoluyla sağlanır.



Metabolizma olayları iki kısımdan oluşur.

1. Katabolizma (disimilasyon)

Besin maddelerinin (glikoz, yağ asitleri, aromatik bileşikler gibi) önce küçük kimyasal bileşiklere parçalanmasıdır.

Sonra bu küçük moleküller **amfibolizma (ara metabolizma)** reaksiyonları ile organik asitler ve fosfat esterlerine dönüşür.

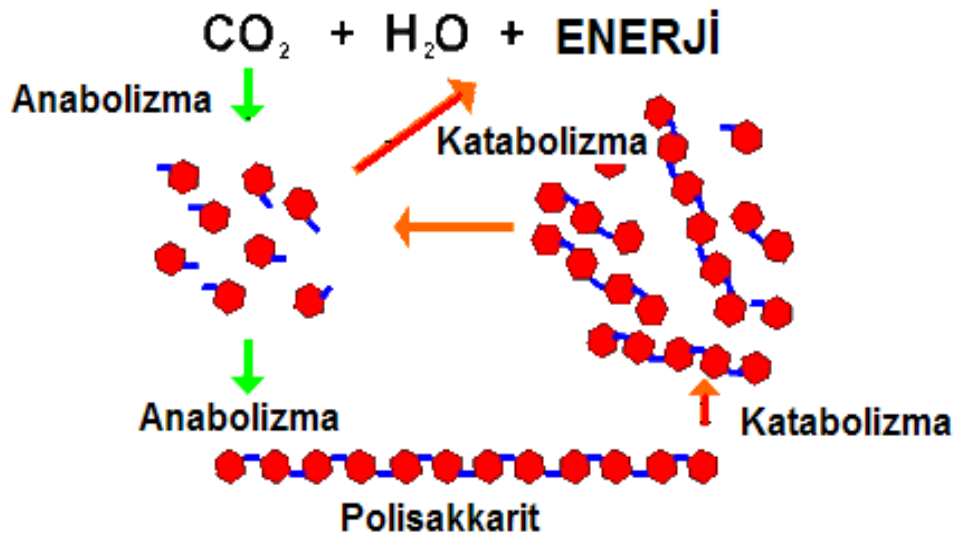


2) Anabolizma (asimilasyon)

Küçük moleküllerden; nükleik asitler, proteinler, depo maddeleri, hücre duvarı elemanları ve diğer makromoleküllerin oluşmasıdır.

Hücre bileşenlerinin ve çeşitli polimerlerinin biyosentezi **anabolizma** olarak adlandırılmaktadır.





Ekzergonik reaksiyonlar; Katabolizma sırasında gıda maddelerinin parçalanması nedeniyle açığa çıkan önemli miktardaki enerjidir. Bu enerji, yüksek enerji bağları halinde ADP ve ATP tarafından alınarak kendi fosfat bağları arasında depolanır.

Endergonik reaksiyonlar; Sentez olayları sırasında gerekli olan enerji bu bağlardan alınarak kullanılır.

Enzimler

- Canlı hücreler tarafından üretilen, protein yapısında, kompleks organik bileşiklerdir.
- Bütün metabolizma olayları enzimler tarafından gerçekleştirilir.
- hücredeki biyokimyasal reaksiyonları hızlandırır (10^8 – 10^{10} kat) ancak kendisi değişmeden çıkan biyokatalizördür.



- **Endoenzimler, intrasellüler enzimler;**

hücre içinde sentezlenen ve metabolizma olayları için hücrede alıkonulan enzimlerdir.

- **Ekzoenzimler, ekstrasellüler enzimler;**

dış ortama salgılanarak polisakkarit, protein, lipid gibi büyük moleküllu maddelerin parçalanmasında görev yapan enzimlerdir.

- **İzoenzimler (izozimler);**

aynı organizma tarafından sentezlenen ve kalitatif olarak aynı enzimatik aktiviteyi gösteren enzimlerdir. Ancak aminoasit farklılıktan dolayı kantitatif aktivitesi, protein yapısı, molekül ağırlığı farklı olabilmektedir.



Apoenzim + Koenzim

— **Holoenzim** ◀

▶ **Apoenzim**

protein yapısında, kolloidal, yüksek molekül ağırlıklı ısıya dayanıksız, taşıyıcı görevi yapan inaktif kısımdır.

▶ **Koenzim (Prostetik grup)**

protein yapısında olmayan, düşük moleküllü ısıya dayanıklı, inaktif organik kısımdır.

▶ **Holoenzim (konjuge enzim)**

iki inaktif (apoenzim-koenzim) kısmın birleşmesiyle oluşan aktif enzim



- **Preenzim/zimogen**

Sentezlendiklerinde genellikle inaktif durumda olan enzimler

- **Kofaktör/aktivatör**

Preenzimin aktivasyonunu sağlayan organik (vitamin) veya inorganik (mineral) kökenli bileşik

- Örneğin organik fosfatları parçalayan fosfataz enzimi magnezyum tarafından aktive edilir.

Bazı iz elementlerde (demir, bakır, çinko, kobalt, mangan, molibden vb.) kofaktör olarak görev yapar. Kofaktörler hücre içerisinde metil gruplarının, elektron ve protonların taşınması işlevini gerçekleştirir



- ▶ enzimler başlangıçta reaksiyona giren maddelerle (**substrat**) geçici kimyasal bileşik oluşturur reaksiyon bitince yenilerini katalize etmek için eski formlarına döner.
- ▶ enzim reaksiyonları genellikle geri dönüşlüdür (reversible) ve ortamda yeterince ürün biriktiğinde veya substrat tam olarak parçalandığında reaksiyon yavaşlar ve durur.

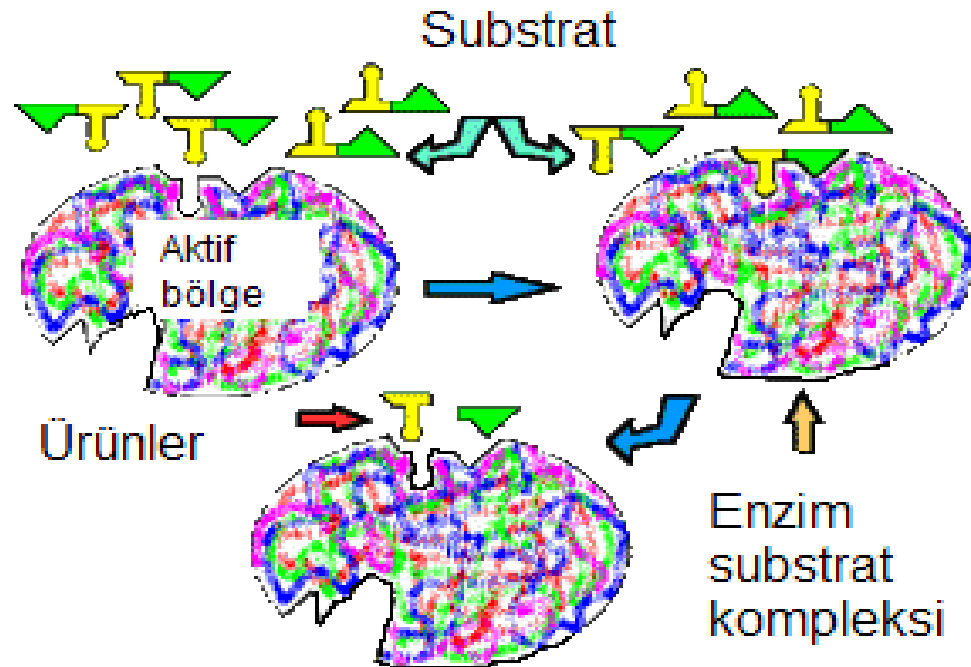


Enzimlerin Etki Mekanizması

- Enzimlerin etkisi spesifiktir. Her enzim ancak belirli bir substratı etkiler.
- Substratlar, enzimlerde bulunan ve bu amaca uygun şekilde değiştirilmiş, özel konfigürasyona sahip bölgelerle (aktif bölgeler) bağlantı kurarlar



- Bu bağlantı tam olarak kilit – anahtar ilişkisi gibidir. Aktif bölgeler, kendi kimyasal yapılarına uymayan substratları itecek ve onlarla geçici bileşik oluşturmayacak şekilde düzenlenmiştir
- Substratın bağlanması, iyon bağları, hidrojen bağları ve Van der Waals çekim kuvvetleri ile gerçekleşmektedir



Enzimlerin isimlendirilmesi

Enzimler önceleri bir sistematik gözetilmeden isimlendirilmiştir. Daha sonra enzimlerin etkilediği substratlar ve katalize ettiği reaksiyonlar esas alınarak isimlendirilmiştir.

| Substrata Göre İsimlendirme | | Reaksiyona Göre İsimlendirme | |
|------------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|
| Substrat | Enzim Adı | Reaksiyon | Enzim Adı |
| Protein | Proteinaz | Oksidasyon | Oksidaz |
| Karbonhidrat | Karbonhidraz | Redüksiyon | Redüktaz |
| Lipid | Lipaz | Dekarboksilasyon | Dekarboksilaz |
| Üre | Üreaz | Hidrolizasyon | Hidrolaz |

Enzimlerin sınıflandırılması

Enzimler katalize ettikleri reaksiyonlara göre 6 gruba ayrılırlar.

1. Hidrolazlar

Su yardımıyla hidrolitik parçalanma sağlarlar.
C-O veya C-N bağlarını etkiler.

- **Esterazlar** (lipaz, fosfataz):
Ester bağlarını parçalar.
- **Karbohidrazlar** (maltaz, laktaz, amilaz):
Glikozidik bağlara (-C-O-C-) etki ederek karbonhidratları parçalarlar.
- **Proteinazlar** (proteaz, peptidaz):
proteinleri parçalarlar.C-N bağlarını etkiler.



2. Oksidoredüktazlar

Hidrojen ve elektron naklede solunum ve fermentasyonda önemli etkileri vardır.

3. Transferazlar ve taşıyıcı enzimler

Substrattaki amino, metil, fosfat, karboksil gibi fonksiyonel grupların taşınımını sağlar.

4. Liyazlar

Hidrolazlara benzer, ancak substratı parçalamak için su vb. yardımcı maddeye ihtiyaç duymazlar.



5. İzomerazlar

organik bileşikleri izomerlerine dönüştürür, optik konfigürasyonda değişiklik oluşturur

6. Ligazlar

İki substratın birleştiği reaksiyonları katalize ederler.



Enzim aktivitesini etkileyen faktörler

1. Kimyasal maddeler

Ağır metaller (Ag, Hg, Cu, Pb) ve tuzları, deterjanlar, florid, borat, formaldehit, hidrojen peroksit, asitler ve alkaliler olumsuz yönde etkiler.

2. Sıcaklık

- ısı yükseldikçe enzimin katalize ettiği kimyasal reaksiyonların hızı da artar
- optimum sıcaklık derecesinde aktivite yüksektir ve katalize ettiği reaksiyonun hızı artar
- yüksek sıcaklık uygulaması yapıyı bozarak aktiviteyi yavaşlatır düşük sıcaklıklar aktiviteyi olumsuz etkiler.

3. pH

- enzimler belirli pH aralıklarında çalışırlar
- Optimum pH'dan uzaklaştıkça aktivite yavaşlar
- Çok asit ve çok alkali ortamlar çalışma bakımından pek uygun değildir.



4. Substrat konsantrasyonu

- Ortamda substratın fazla olması ile aktivite arasında ilişki doğrusal Ancak bu ilişki süreklilik göstermez
- Enzim konsantrasyonu sabitse, belli bir sınırdan sonra substrat yoğunluğunun artmasının bir yararı olmaz.

5. Enzim konsantrasyonu

- Ortamda enzimin fazla veya az olması, katalize edilen reaksiyonun normal yürütülmesinde önemli bir faktördür.

6. Tuz konsantrasyonu

- Ortamda fazla miktarda madensel tuzların bulunması enzim aktivitesini olumsuz etkiler.

7. Diğer faktörler

- UV ışınları, proteinleri etkileyen diğer fiziksel ve kimyasal faktörler enzim aktivitesini etkilemektedir.



Enzim aktivitesinin ölçülmesi

1. Spektrofotometrik yöntem
2. Warburg respirometresi
3. Thunberg tüpü
4. Radyoizotop yöntemi
5. Kromatografik yöntem



Enzim sentezinin düzenlenmesi

Mikroorganizma hücresinde bütün metabolik reaksiyonların bir düzen içerisinde gerçekleşmesi hücrenin düzenleyici sisteme sahip olduğunu gösterir.

Mikroorganizmalarda enzim sentezinin düzenlenmesi ve kontrolü **iki** mekanizma tarafından sağlanır.

1. **İndüksiyon** (enzim sentezinin uyarılması)
2. **Represyon** (enzim sentezinin baskılanması)



A. İndüksiyon (enzim sentezinin uyarılması)

- İndüksiyonda ortamda özel indüktörlerin bulunması durumunda, enzim sentezi ve salgılanması sağlanır
- Örneğin; *E.coli* laktoz bulunmayan ortamda gelişirken, laktozu parçalayan β -galaktozidaz enzimine iz miktarda sahiptir veya bulundurmaz
- Ancak ortama laktoz eklenirse bu enzimin süratle sentezlendiği görülür
- Böyle enzimlere **indüklenebilen enzimler** (bu örnekte β -galaktozidaz), enzimin sentezlenmesine neden olan maddeye **indüktör** (bu örnekte laktoz), bu olaya da **enzim indüksiyonu** denir.



B. Enzim sentezinin baskılanması (represyon)

Represyon, reaksiyon zincirine katılan enzim veya enzim grubunun sentez hızının nisbi olarak azalmasıdır. 2 şekilde olmaktadır.

1. Son ürün inhibisyonu (feedback represyon)

- ▶ Herhangi bir reaksiyonda, metabolizmanın son ürünleri enzim aktivitesini düşürür veya enzim sentezlemesini durdurabilir
- ▶ Örneğin *E.coli* basit bir ortamda (arjinin bulunmayan) geliştiğinde, arjinin biyosentezi normal olarak gerçekleşir. Eğer ortama dışardan son ürün olan arjinin ilave edilirse, arjinin biyosentezi ile ilgili enzimlerin oluşumu c (represyon)



Hücreler yıkanır ve arjinin bulunmayan bir ortama konulunca ilgili enzimler yeniden sentezlenir Buna rerepresyon denir.

2. Katabolik represyon

- İki substrat aynı anda katabolize edilemez
- Glikoz ve sorbit içeren bir ortamda *E.coli*, önce gerekli enzimleri üreterek glukozu parçalar. Glikoz tükenince represyon kalkar ve sorbit enzimleri sentezlenir
- ikinci substratı (sorbiti) ayrıştıracak olan enzim ilk aşamada inhibe edilerek sentezi önlenir.

