

MİKROORGANİZMALARIN GELİŞME FAKTÖRLERİ

Mikroorganizmaların gelişimi üzerine etkili faktörler



[1] Fiziksel Faktörler

- Sıcaklık
- Su aktivitesi
- Çevrenin bağıl nemi
- Yüzey gerilimi
- Basınç
 - Ozmotik basınç
 - Hidrostatik basınç
- Işık, elektrik
- Koruyucu biyolojik yapılar

[2] Kimyasal Faktörler

- Oksijen
- Oksidasyon-redüksiyon (redoks) potansiyeli
- Hidrojen iyonları konsantrasyonu
- Çevredeki gazlar ve konsantrasyonları
- Besin maddeleri

[3] Biyolojik Faktörler

[4] Mekanik Faktörler

- Filtrasyon
- Vibrasyon
- Çalkalama
- Santrifüj, ezme, basınç uygulaması

[5] Diğer faktörler



1. Fiziksel faktörler

Sıcaklık

•Büyüme ve çoğalmada gerekli olan hücre içi kimyasal tepkimelerin gerçekleşmesinde yaşamsal değer taşır.

•Mikroorganizmalar -34°C 'den 100°C 'ye kadar değişen çok geniş bir sıcaklık aralığında yaşarlar

•Her mikroorganizmanın gelişebildiği en düşük, en yüksek ve optimum bir sıcaklık değeri vardır.

Mikroorganizmalar arasındaki bireysel farklılıklar ve diğer çevresel faktörler sıcaklığı etkilemektedir

•Sıcaklık isteklerine göre;

- Psikrofil
- Mezofil
- Termofil

Mikroorganizma	Sıcaklık (°C)		
	En düşük	Optimum	En yüksek
Psikrofil(zorunlu psikrofil)	(-15) – 5	15 – 20	20 – 30
Psikrotrof(fakültatif psikrofil)	(- 5) – 7	25 – 30	30 – 40
Mezofil	5 – 25	30 – 40	40 – 50
Termofil	35 – 45	45 – 65	60 – 90
Zorunlu termofil	40 – 45	55 – 65	70 – 90
Fakültatif termofil	35 – 40	45 – 55	60 – 80



Psikrofil

- Psikrotrof veya psikrofil mikroorganizma terimi soğucu seven ve soğukta iyi gelişenler için kullanılmaktadır
- Küf ve mayalar sadece psikrotrof ve mezofil bakterilere özgü sıcaklık aralıklarında gelişirken, bakteriler her 3 gruba da dahil olabilir
- Düşük sıcaklıklarda muhafaza edilen gıdalardaki bakterilerin büyük çoğunluğu psikrotroftur
- *Pseudomonas, Enterococcus, Alcaligenes, Micrococcus*
- *Candida, Rhodotorula*
- *Aspergillus, Cladosporium, thamnidium*



Mezofil grup

- Mezofiller (ılığı seven) doğada en sık görülen mikroorganizmalardır
- Optimum gelişme sıcaklığı 35-45°C
- Psikrofil grupta sayılan bütün cinsler mezofilikler arasında yer alabilir
- Buzdolabı sıcaklığında saklanan bütün gıdalarda bulunurlar, ancak gelişemezler
- Patojenler olanları insan sağlığı açısından önemlidir

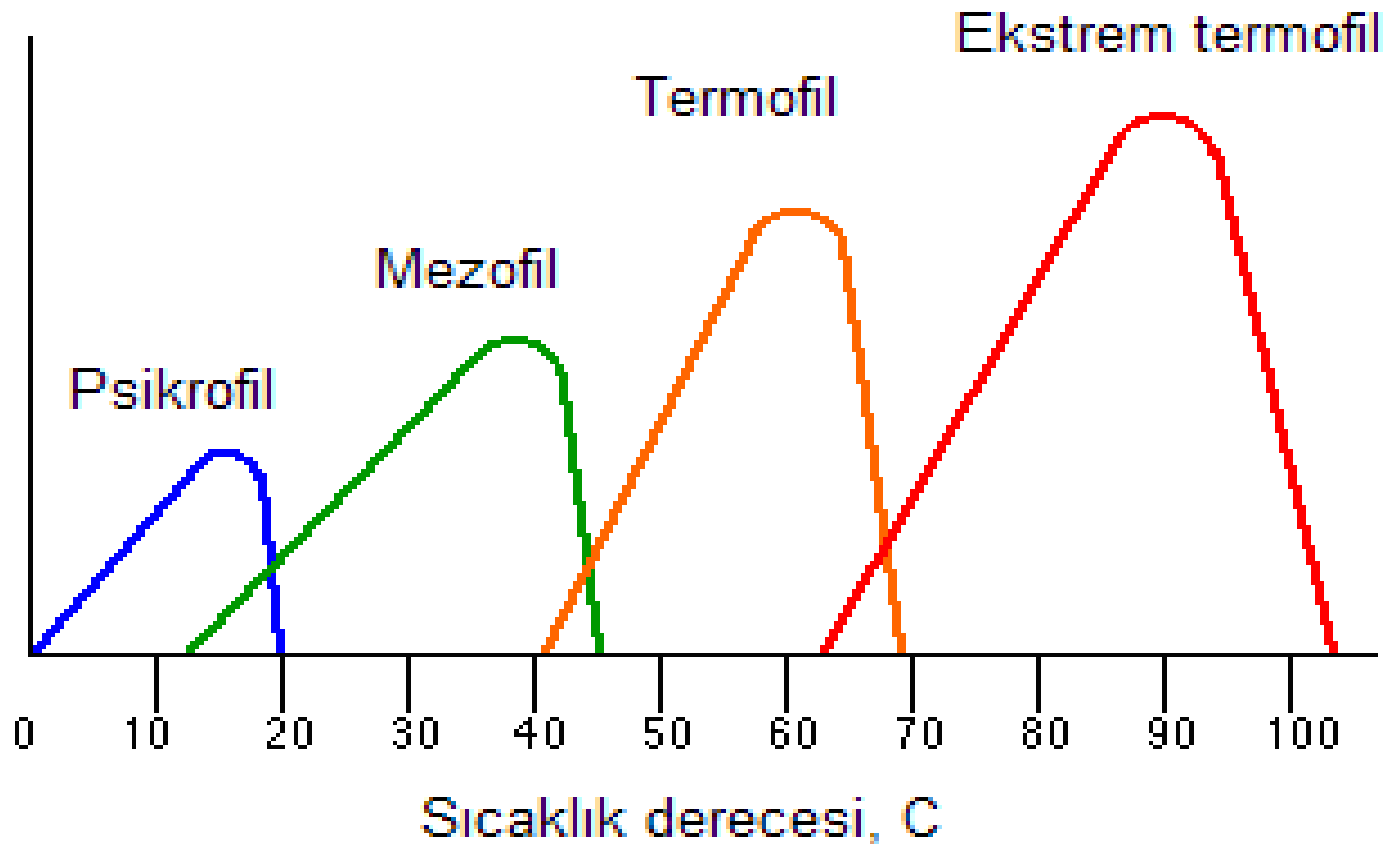


Termofil/ termodurik

- Termofil (Sıcağı seven, sıcakta gelişen) grup
- optimum gelişme sıcaklığı 45-65°C
- Bu aralıkta gelişen maya ve küf olmadığından termofilik terimi 55°C'de en iyi gelişen bakteriler için kullanılır
 - *Bacillus*
 - *Clostridium* (konserve sanayinde önem taşır)
- Termodurik grup yüksek sıcaklıklarda canlılıklarını sürdürebilen ancak üreyemeyen bakterilerdir
- Çoğunlukla spor oluştururlar
- Isıl işleme direnç gösterir ve son üründe canlılıklarını korur, daha sonra uygun koşullarda gelişerek, özellikle pastörize süt gibi ürünlerde bozulmalara neden olurlar
 - *Micrococcus*
 - *Streptococcus*
 - *Lactobacillus*

Sıcaklık isteklerine göre mikroorganizma grupları

Saatteki çoğalma



Su aktivitesi



Mikroorganizmalar saf suda gelişemez, susuz ortamda canlılıklarını sürdürürler fakat çoğalamazlar

Suyun fonksiyonları;

- çözünmüş besinlerin hücre içine alınması ve metabolizma artıklarının hücre dışına çıkarılması
- büyük moleküllerin hücre içine taşınabilir ve hücrede kullanılabilir bileşenlere hidrolizi
- hidrojen vericisi olarak hücre içi sıcaklığının ve pH' sının düzenlenmesi

Gıdalarda su iki formdadır

- bağlı su
- serbest su

- Bağlı su gıda moleküllerine fiziksel güçlerle tutunan sudur. Çözücülük ve kimyasal reaksiyonları gerçekleştirme özelliği olmadığından mikroorganizmalar bağlı sudan yaralanamazlar.
- Suyun içindeki Çözünen madde miktarının arttıkça; DN düşmekte, KN yükselmekte, ozmotik basınçta artış ve buhar basıncında azalma görölmektedir.
- Mikroorganizmaların su ihtiyacı, geliştikleri ortamın **su aktivitesi (aw) değeri** ile ifade edilir. Bu değeri bir ortamdaki mikrobiyel gelişim ve çeşitli aktiviteler için gerekli olan kullanılabilir suyun indeksidir.



- Su aktivitesi: gıdanın/gelişme ortamının buhar basıncının (P) aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına (Po) oranıdır.
 - $a_w = P / P_o$
- Saf suyun buhar basıncı gıda yüzeyinden buharlaşarak uzaklaşan su (bağıl (nisbi) nem) miktarına bağlıdır
- Bağıl nem ile su aktivitesi arasında ilişki
- $\text{Bağıl nem} = 100 \times a_w$
- Gıdadaki suyun buhar basıncının değişmesine neden olan her faktör su aktivitesi değerini de değiştirir
- Gıdalar farklı nem içeriğine sahip ortamlarda depolandığında kendi su aktivitelerine bağlı olarak **nem çekerler** veya **nem kaybederler**.



- Belirli bir sıcaklıkta % 80 nemli bir atmosferde tutulan gıda maddesinin denge nemi % 20 dir.
- Gıdanın nemi % 20 den düşükse (kurutulmuşsa) nem çekerek % 20 ye ulaşır, nemi % 20'den yüksekse kendini çevreleyen havaya nem vererek nemi % 20'ye düşer.
- Bu gıda maddesi % 80 bağıl nemli atmosferde % 20 su içerdiğinde dengede kalıyorsa, o gıdanın su aktivitesi değeri % 0.80'dir, yani havanın denge neminin 100'e oranıdır.



- Aw değeri 0 – 1 arasında değişir ve saf su için bu değeri 1'dir.
 - bakteriler 0.91
 - mayalar 0.88
 - küfler 0.80'den düşük su aktivitesi değeriinde gelişemezler
- AW değeriinin optimumdan uzaklaşması mikroorganizmaların
 - lag fazının ve jenerasyon süresinin uzaması
 - üreme, çimlenme,
 - hücre maddeleri sentezinde gecikmeler ve
 - popülasyonun azalması şeklinde etkilere neden olur.
- Buna karşılık, mikroorganizmalar düşük su aktivitesi değeriilerine karşı korunma mekanizması olarak hücrelerinde **prolin**, **K+**, **glutamat**, **glutamin**, **alanin** gibi maddeleri biriktirmektedirler.
- Çok yüksek değeriiler ise gelişmelerini sınırlandırabilir



- Su aktivitesi mikroorganizmalarda gelişimin yanı sıra;
 - spor oluşturma
 - sporun çimlenmesi
 - toksin üretimi
 - sıcaklığa direnç
 - canlılığın sürdürülmesi gibi özelliklerde etkilemektedir.
- Örneğin, küflerde spor oluşturma ve çimlenme için gerekli aw değeri gelişme sırasında gereksinim duyulan değerden daha yüksek olmaktadır.

Su aktivitesini düşürmek amacıyla ortama ilave edilen çözücü madde tipi mikroorganizmaların minimum su aktivitesi gereksinimini etkiler.



- Çevresel faktörler (sıcaklık, pH, redoks potansiyeli ve besin içeriği) aw değerini etkiler
- Bu faktörler optimum koşullarda seyrettiğinde mo daha düşük su aktivitesi değerlerinde gelişebilmektedir
- Örneğin, sıcaklık optimumdan uzaklaştıkça mikroorganizmanın gelişebildiği su aktivitesi aralığı daralır, aerobik mo oksijen varlığında yokluğuna göre daha düşük su aktivitelerinde gelişirler.



Çevrenin bağıl nemi

- Çevrenin (gıdaların muhafaza edildiği depoların) bağıl nemi a_w değerine bağılı olarak m.o' nın yüzeyde gelişimi açısından önemlidir
- Depolama sırasında gıdada değişimler
 - çevrenin bağıl nemine
 - su aktivitesi değerine
 - depolama sıcaklığına bağılı
- Düşük su aktiviteli kuru gıdalar bağıl nemi yüksek ortamda depolanırsa adsorbsiyona (su tutma, nemlenme) uğrar. Sonuçta bu gıdaların yüzeyinde veya yüzeyin hemen altında mikrobiyel bozulmaya yol açacak su aktivitesi değerine ulaşılır

- Bakteri, maya ve küf gelişmesi sonucu yüzeyinde bozulma meydana gelen gıdalar düşük bağıl nemli ortamlarda depolanmalıdır
- Çevrenin bağıl nemi değiştirilemiyorsa atmosferin gaz bileşimi değiştirilerek yüzeyde gelişen mikroorganizmalar engellenebilir
- Yüksek su aktiviteli gıdalarda ise desorpsiyon (su kaybetme, kuruma) görülür ve sonuçta yüzeyde büzüşme, kuruma gibi istenmeyen duyuşal değişimler meydana gelir.



Yüzey gerilimi

- Metabolik olayların düzenli seyredebilmesi için
 - hücre duvarının yarı geçirgen özellikte olması
 - sıvı ortam ile bakteri yüzeyi arasındaki moleküler gerilimin dengede bulunması gerekir
- Bakteriye temas eden sıvı yüzeyindeki moleküllerin oluşturduğu gerilim çok fazla olursa, kuvvetli bir moleküler membran oluşur ve besin maddelerinin giriş ve çıkışı güçleşerek bakteri beslenemez
- Tersine durumda, yani zayıf moleküler membran oluştuğunda sıvı ile bakteri yüzeyi birbirine çok sıkı temas eder, sıvı içindeki maddeler bakteri yüzeyinde toplandığından bakteri yine beslenemez
- Yüzey gerilimini düşürmek amacıyla sabun, deterjan, safra, fenol gibi maddeler kullanılmaktadır.



Basınç

1. Ozmotik basınç

- Sıvılar, içinde çözünen maddelerin konsantrasyonuna bağlı olarak belirli bir ozmotik basınca sahiptirler.
- Mikroorganizmalar üredikleri sıvı besi yeri ile hücrelerindeki ozmotik basınç arasında bir denge kurmuşlardır. Bu denge yarı geçirgen hücre zarıyla düzenlenir ve devam ettirilir.
- **İzotonik/izoozmotik ortam**
 - Üreme ortamının ozmotik basıncı, bakteri içindeki basınçla aynıdır veya çok az farklıdır
 - bakteri zarlarından giriş ve çıkış kolay olur
 - bakteri üreme ve gelişmesine devam eder
- **hipotonik-hipoozmotik ortam**
 - ortamın ozmotik basıncı azalmıştır
 - dışardan bakteri içine fazla sıvı girerek bakteriyi şişirir ve patlatır
 - Bu olaya **plazmoptiz** denir. Bakteri % 1 tuz içeren bir ortama konulursa plazmoptiz görülür



• Hipertonik/hiperozmotik ortam

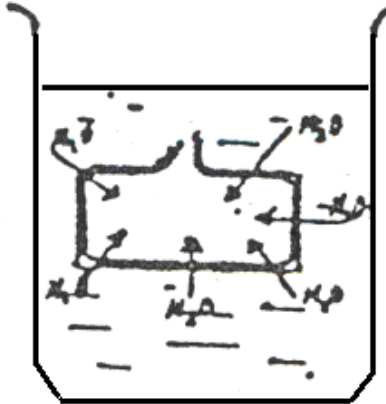
- bakterinin içinden dışarıya fazla sıvının çıkması sitoplazmik membranın hücre duvarından ayrılarak büzülmesine ve ortada toplanmasına neden olur
- Bu olaya **plazmoliz** denir
- Bakteri % 20 tuzlu bir çözeltiliye konursa hipertonik ortam oluşacağından plazmoliz meydana gelir.

Mikroorganizma içindeki ozmotik basınç, türlere göre değişmek üzere 5-20 atm arasında bulunur. Yüksek ozmotik basıncı tercih eden mikroorganizmalar ozmofilik olarak adlandırılır. Bu basınç içinde bulunan protein, amino asit, karbonhidrat ve inorganik tuzlar tarafından oluşturulur.

Ozmotik basınç

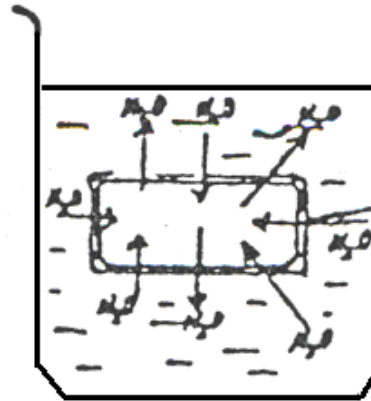


Hipotonik
çözelti



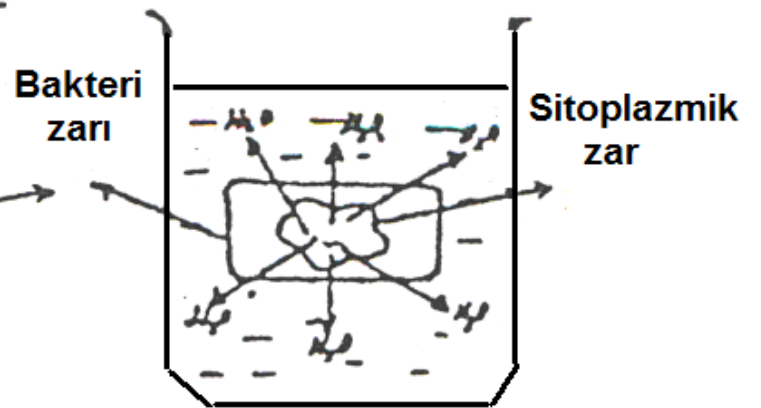
A. Plazmoptiz

İzotonik
çözelti



B. Normal

Hipertonik
çözelti



C. Plazmoliz



2. Hidrostatik basınç

- Mikroorganizmalar hücre duvarlarının sert ve dayanıklı olması nedeniyle mekanik ve hidrostatik basınçlara karşı oldukça dirençlidir.
- **Barofilik** mikroorganizmalar
 - Okyanusların, denizlerin ve göllerin diplerinde ve petrol yataklarında bulunur ve yaşamlarını sürdürebilirler
 - 10.000 lb/inc² değerindeki basınca dayanım gösterirler
- **Barotolerant** mikroorganizmalar
 - 500 atm basınca kadar toleranslı mikroorganizmalar
- Yüksek basınç mo da bazı değişimlere neden olabilmektedir. Örneğin kamçılı mikroorganizmalar hareketlerini ve bölünme kabiliyetlerini kaybedebilirler
- *Serratia marcescens* ve *S. lactis* 85.000-100.000 lb/inc² basınç altında 10 dakika içinde ölür.



Işık

- **Fototrof bakteriler** gelişmeleri için ışığa muhtaç olan bakteriler
- Genel olarak ışığa ihtiyaç duymazlar ancak
 - durgun sularda, nemli kayalarda, sıcak su kaynaklarında gelişen **aerob fototrof bakteriler** (mavi-yeşil algler) ile
 - tatlı su ve deniz suyunda gelişen **anaerob fototrof bakteriler** (kükürtsüz mor bakteriler, kükürtlü mor bakteriler, yeşil kükürt bakterileri) fotosentez için ışığa ihtiyaç duyarlar.



Elektrik

- Sıvı ortamlarda mikroorganizmalardan doğru veya alternatif akım geçirilirse mikroorganizmalar zarar görebilir
- Meydana gelen zarar akımın şiddeti ve süresiyle doğru orantılıdır. Elektrik nedeniyle sıvı ortamda bazı kimyasal değişmeler de meydana gelebilir
- Doğru akım, ortamdaki ozon ve klorini açığa çıkartır, bu da bakteriler üzerinde öldürücü etki yapar.



Koruyucu biyolojik yapılar

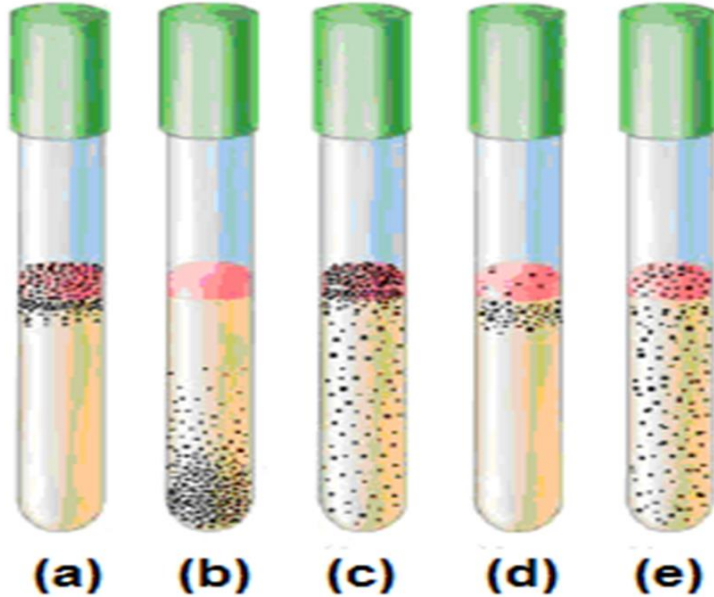
- fındık, ceviz, badem gibi meyvelerdeki kalın dış kabuk, bazı meyve ve sebzelerin (elma, lahana) yüzeyindeki balmumu benzeri örtü doğal koruyucu tabakadır.
- Yumurta kabuğu üzerindeki gözenekler bakteri, maya ve küf misellerinin içeri gelişmesine olanak sağlayabilir. Ancak kabuğun hemen üzerinde kütikül tabakası mo ya karsı ilk koruyucu engeldir.
- Meyve sapının koparılması kabuk soyma, kesme, ezme ve dondurma gibi işlemler mo ın gıda içine yayılmasına neden olur
- Balık ve sığır etinin dış yüzeyi iç dokuya göre daha kalın ve çabuk kuruma eğiliminde olduğundan mikrobiyel bulaşmayı ve bozulmayı kısmen engellemektedir.

2. Kimyasal Faktörler

1. Oksijen

Mikroorganizmalar üremeleri ve metabolik çalışmalarını sürdürebilmeleri için değişik düzeylerde oksijene gereksinim duyarlar.

Bazı mikroorganizmalar havadaki serbest oksijenden, bazıları da organik maddelerin içerdikleri oksijenden yararlanırlar.



- a) Aerob
- b) Anaerob
- c) Fakültatif
- d) Mikroaerofilik
- e) Aerotolerant



Aerob mikroorganizmalar

- yüksek düzeyde serbest oksijen ihtiyacı
- Dik agar besiyerinde üstte koloni oluşturma
- Gerekli enerjiyi solunum yoluyla karşılanır
- Metabolizma artıkları CO₂ ve H₂O dur
- *M. tuberculosis*
- *B. Antracis*
- *B.subtilis*
- Küf mantarları



Anaerob mikroorganizmalar

- Moleküler oksijenin olmadığı ortamlarda gelişirler
- Oksijen zehirleyici etki yapar
- Enerjiyi fermantasyon yoluyla kazanırlar, H-akseptör olarak organik maddelerden faydalanırlar
- Metabolizma atıkları; metan, CO₂, etil alkol, organik asitlerdir.
- Dik agar besiyerinin alt tarafında ürerler
- *Clostridium sp.*



Fakültatif mikroorganizmalar

- Serbest oksijenin hem bol hem de kısıtlı olduğu ortamda gelişir
- Oksijenli ortamlarda normal üreme, anaerobik şartlarda ise sülfür, karbon gibi redükte olabilen maddeleri enerji kaynağı olarak kullanırlar
- Dik agarın hemen her yerinde üreme gösterir
 - Süt asidi bakterileri
 - Stafilokoklar



Mikroaerofilik mikroorganizmalar

- Oksijene havadakinden daha düşük konsantrasyonda gereksinim duyar
- Anaerobik koşullarda gelişemez
- Oksijen oranı % 1-2 kadar düşürülmüş veya havasına % 5-10 CO₂ katılmış ortamlarda ürer
- katı besiyerinin yüzeyinden 1.0-1.5 cm kadar aşağıda ürerler
- Laktik asit bakterileri
- *Penicillium roqueforti*



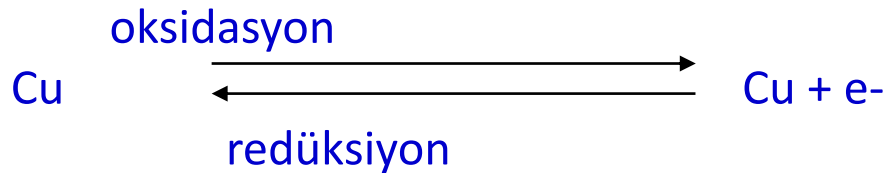
Aerotolerant (oksijeni en fazla tolere edebilen)

- Çoğunlukla yüzeyde olmak üzere, hem aerobik hem de anaerobik ortamlarda üreme yeteneğine sahiptir
- *Clostridium perfringens*



2. Redoks potansiyeli(OR – O/R – Eh)

- OR potansiyeli; Bir maddenin e⁻/H kazanması yada kaybetmesindeki kolaylık veya maddeye oksijen bağlanmasıdır.
- Gelişme ortamındaki bir element veya bileşik elektronlarını verdiği zaman yükseltgenir (oksidasyon), elektron aldığı zaman ise indirgenir (redüksiyon).



- Bir maddenin elektron kaybetmesi veya kazanması, H iyonlarını kaybetme veya kazanma şeklinde olmaktadır.
- Elektronların bir bileşikten diğerine aktarılması sırasında iki bileşik arasında oluşan potansiyel fark **OR potansiyeli** dir. Milivolt (mV) cinsinden ifade edilmekte olup, Eh ile gösterilir



- Gıdaların Eh değerleri **+400 mV** ile **-400 mV** arasında değişir
- pozitif elektrik potansiyeli
 - Ortam ne kadar çok okside olmuşsa
 - kuvvetli yükseltgen maddeler içeriyorsa
 - çözülmüş oksijen içeriyorsa
- negatif elektrik potansiyeli
 - ne kadar kuvvetli indirgen maddeler içeriyor
 - çözülmüş oksijeni uzaklaştırılmışsa
- yükseltgen ve indirgen madde konsantrasyonları eşit ise Eh sıfırdır
- gıdalarda indirgen özellik taşıyan maddeler
 - hayvansal gıdalardaki sistein gibi (-SH) grupları içeren amino asitler
 - bazı demir bileşikleri
 - bitkisel gıdalardaki askorbik asit
 - indirgen şekerler



- Aerop mo (*Bacillus*/küfler) gelişimleri için pozitif Eh değerine, anaeroplara (*Clostridium*) negatif Eh değerine gereksinim duyarlar.
- Mikroorganizmalar metabolik faaliyetleri sonucunda ortamın Eh değerini değiştirir
- Aerobikler ortamdaki çözülmüş oksijeni tüketmekte ve ortam yükseltgen madde içeriği yönünden gittikçe zayıflarken, indirgen maddelerin miktarı da giderek artmaktadır, sonuçta ortamın Eh değeri **giderek düşer**
- Aerobların gelişimi başlangıçta bu düşüşten fazlaca etkilenmemekte, ancak ortam negatif Eh değerlerine ulaştıkça gelişme hızları azalmaya başlamaktadır.



3. Hidrojen iyonları konsantrasyonu (pH)

- Mikroorganizmalar ortamın pH değerinden etkilenirken aynı zamanda ortamın pH değerini de etkileyebilir
- genel olarak bakterilerin gelişebildiği pH aralıkları küf ve mayalara göre daha dar
- bakteriler daha seçici, en seçici olanlar ise patojenler

Mikroorganizma	En düşük	Optimum	En yüksek
Bakteri	4.5	6.5 – 7.5	9.0 –
Küf	1.5 – 3.5	4.5 – 6.8	9.0 – 11.0
Maya	1.5 – 3.5	4.0 – 6.5	8.0 – 8.5

Mikroorganizma gruplarının gelişebildiği yaklaşık pH değerleri



- Düşük pH larda sitoplazmik zar H^+ iyonlarınca doygunluk nedeniyle katyonların hücre içine geçişi zorlaşır
- Yüksek pH larda OH^- iyonlarınca doygunluk nedeniyle anyonların zardan hücre içine geçişi zorlaşır
- Uygun olmayan pH koşullarında
 - hücre geçirgenliği ve enzim aktiviteleri olumsuz etkilenir, protein sentezi durur
 - hücreler toksik maddelere karşı daha duyarlı hale gelir
 - mikroorganizmada morfolojik değişikliklere neden olur
 - bazı iyonların çözünürlüğü ve miktarlarının bunlardan yararlanmasını etkiler (kalsiyum iyonları alkali ortamlarda çözünemez ve kullanılamaz)
 - lag (gecikme) fazları uzar



4. Çevredeki gazlar ve konsantrasyonu

- Gazların çeşidi ve konsantrasyonu mevcut floranın gelişimini etkileyerek bazılarını baskın duruma geçirir.
- Normal atmosferde CO₂, N₂ ve O₂ ve bazı gazlar bulunmaktadır. Bu düzeydeki oksijen, aerop mo geliştirir ve yüzeyde bozulma
- vakum uygulaması durumunda da fakültatif anaeroplara gelişir.
- Depo ortamlarındaki veya ambalaj içerisindeki CO₂, N₂ ve O₂ oranlarının ayarlanmasıyla oluşturulan koşullar “**kontrollü atmosfer**” veya “**modifiye atmosfer**” olarak isimlendirilir. Bu teknikler genellikle meyve ve etlerin depolanmasında yaygındır

- *Pseudomonas sp.*, *Acitenobacter-Moraxella* grubu CO₂'e en duyarlı
- LAB anaeroplara CO₂'e en dirençli bakteriler
- Depolama sırasında maya-küf gelişimini önlemek amacıyla kullanılan % 20-50 oranındaki karbondioksitin *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Rhizopus* küflerine etkili

3. Besin Maddeleri

Mikroorganizmalar su ve oksijene olduğu gibi çeşitli besin maddelerine de gereksinim duyarlar. Protein, karbonhidrat ve yağlarla enerji gereksinimlerini karşılarlar. Ayrıca mineraller ve vitaminler gelişmeleri için kullandıkları temel besin maddeleridir.

Biyolojik Faktörler

- Antimikrobiyel bileşikler veya inhibitör maddeler yer almaktadır.

Mikroorganizmalar üzerinde inhibitör etki yapan maddeler;

- Gıdalarda bulunan bakteriyostatik (mikroorganizmaların gelişmesini durduran) veya bakterisit (bakterileri öldüren) antimikrobiyel aktiviteye sahip doğal inhibitörler
- Gıdalara koruyucu olarak eklenen antimikrobiyel özellikteki katkı maddeleri
- Bazı mikroorganizmalar tarafından üretilen antimikrobiyel aktiviteye sahip inhibitörler
- Herhangi bir nedenle gıdaya bulaşmış olan antibiyotik, pestisit, deterjan ve dezenfektan madde kalıntıları



2. Mekanik Faktörler

Filtrasyon

- ❖ Amaç : Sıvı kültürlerde, sıvı besiyerlerinde, patolojik sıvılarda ve serumlarda bulunan bakterileri ve partikülleri gidermek

- ❖ Belirli gözenek çapına sahiptir.
- ❖ Filtreler yapılarını oluşturan maddelere göre:
 - aspesten (Seitz filtreleri)
 - fosil diatom toprağından
 - sırsız porselenden
 - cam tozlarının bir araya getirilip birleştirilmesinden
 - selüloz asetat (milipor)
 - selüloz nitrattan (gradokol membran) üretilirler

- ❖ Gözenek çapları dikkate alındığında; çok kaba, kaba, orta, ince, çok ince olarak gruplandırılırlar. Selüloz nitrat filtrelerin gözenek çapı 3-10 nanometre, bakteri geçirmeyenlerin çapı 1 mikrometreyi aşmamalıdır

- ❖ Laboratuvarlarda en çok kullanılanlar Seitz ve milipor fitreleridir.



Vibrasyon

- Süspansiyon halindeki mikroorganizmalar ultrasonik vibrasyonla öleb Ancak tam anlamıyla sterilizasyon sağlanamaz.
- 20-1000 Hz dalgalar bakteri hücrelerini parçalayabilir
 - Sıvı içinden geçen ses dalgaları 10 mikrometre çapında boşluklar oluşturur ve birbiriyle birleşir çöker
 - Bu sırada oluşan yüksek basınçlı enerji bakterilerin hücre duvarlarını parçalar.
 - Bunun yanı sıra sıvı içinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler bakteriler üzerinde olumsuz etki yapar ve parçalanmayı hızlandırır.
- Bakteri küçüldükçe daha yüksek frekans kullanılması gerekir.
- Ultrasonik vibrasyonlara *Staphylococcus* cinsi bakteriler dirençli olmasına karşın, diğer gram-pozitif ve negatif mikroorganizmalar daha duyarlıdır.
- Biyokimyasal çalışmalarda enzim veya diğer materyallerin eldesinde bakterilerin iç yapı karakterlerini incelemek amacıyla kullanılabilir.
- Endüstriyel uygulamalarda kullanılmaz.



Çalkalama

- Hareketsiz mikroorganizmaların veya zayıf üreme gösterenlerin buldukları ortamlardan daha elverişli yerlere ulaşarak üremelerini hızlandırmak amacıyla uygulanmaktadır.
- Ancak mikroorganizmaların sertçe veya devamlı çalkalanması bazılarının ölümüne neden olabilir
- Bu etkili bir inaktivasyon sağlamaz ve mikroorganizmaların büyük bir kısmı canlı kalabilir



Santrifüj

- Normal laboratuvar santrifüjleri ile bir sıvı içindeki mikroorganizmaları gidermek pratik olarak mümkün değildir.
- Yüksek devirli santrifüjler ile hem bakteriler hem de virüsler çökebilir, ancak bu yolla bakteri ve virüslerin % 100 oranında ayrılması mümkün değildir.
- Özellikle sıvı içinde fazlaca virüs kalabilir.



Ezme

- ❖ Santrifüjle ayrılan mikroorganizmalar bir havan veya ezme aletiyle ezilerek parçalanabilir
- ❖ Bu yöntem de tüm mikroorganizmalar için etkili bir inaktivasyon sağlamaz

Basınç uygulaması

- ❖ Devamlı ve yüksek basınç altında bazı mikroorganizmalar inaktif hale gelebilir.



Diğer Faktörler

- Mo gelişme ve çalışmaları üzerine bir çok kimyasal madde etki yapar
- asitler, alkaliler, alkoller, formaldehitler, metal tuzları; protoplazmanın koagülasyonuna
- fenol bileşikleri,sabunlar; sitoplazmik zarın geçirgenliğini bozmaktadır.
- Ayrıca, civa ve arsenik ; hücredeki enzimlerle birleşerek onları inaktif hale getirmektedir.