



GIDA MİKROBİYOLOJİSİ

GIDA ORTAMINDA MİKROBİYAL GELİŞME

Gıdalarda Mikroorganizma Gelişmesine Etki Eden Faktörler

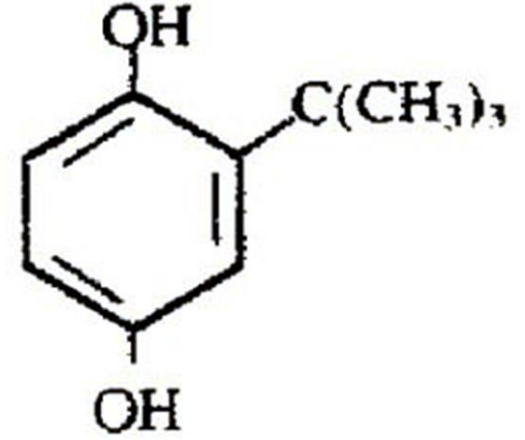
- Virüsler dışındaki mikroorganizmaların gıdalarda gelişmesi veya çoğalması
 - Gıdanın muhafaza edildiği ortam koşullarının yanında gıdanın yapısal özelliklerine de bağlıdır
- *Dış faktörler*
- *İç faktörler bulunur*
- Bu faktörler birbirleri ile bağlantılı ve yakın ilişki içinde olduğundan
 - *Bu iki faktörden herhangi birini mikrobiyal gelişme üzerine etki yönünden bağımsız olarak değerlendirmek mümkün değildir*



İç Faktörler (Gıdanın Yapısı)

➤ *Gıdanın iç faktörleri;*

- ✓ Gıdalarda Bulunan Besin Elementleri (Gıdanın Bileşimi)
- ✓ Gelişmeyi Destekleyici Faktörler
- ✓ Gelişmeyi Önleyici Faktörler (Antimikrobiyaller)
- ✓ Su Aktivitesi
- ✓ pH
- ✓ Oksidasyon-redüksiyon Potansiyelini İçerir

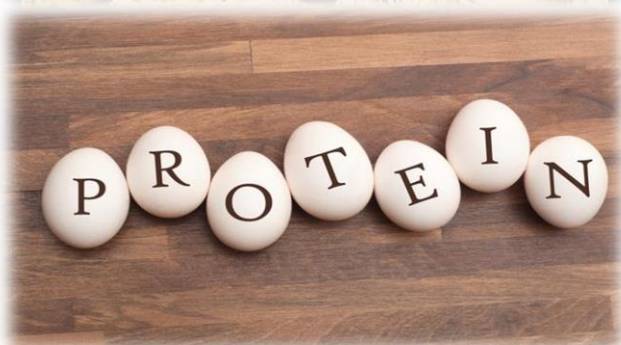


Besin Maddeleri ve Mikrobiyal Gelişme

- Mikrobiyal gelişme, enerji ve hücre bileşenlerinin sentezi yoluyla gerçekleşir
- Gelişme için ihtiyaç duyulan besin elementleri, mikroorganizma hücresinin bulunduğu yakın çevreden sağlanır
- Mikroorganizmanın gıdada bulunduğu durumda, besin elementleri gıdanın kendisinden sağlanır

➤ Bu besin elementleri;

- ✓ Karbonhidratlar
- ✓ Proteinler
- ✓ Yağlar
- ✓ Mineraller
- ✓ Vitaminlerdir

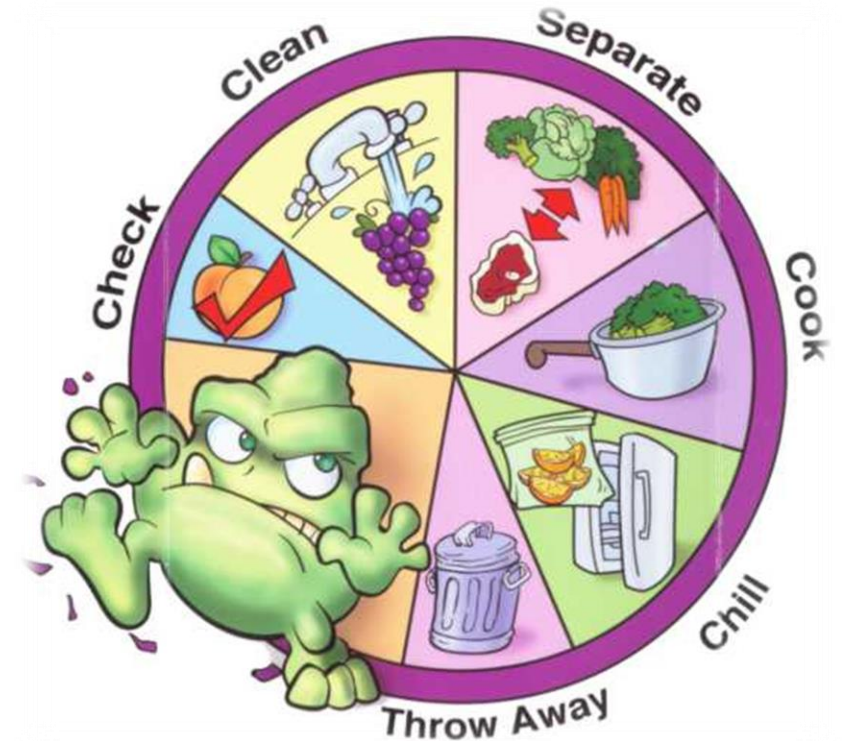


Besin Maddeleri ve Mikrobiyal Gelişme

- Su, besin elementi olarak kabul edilmez
- *Ancak su; enerji ve hücre ihtiyaçlarının sentezi için gerekli biyokimyasal reaksiyonlara bir ortam sağlaması yönünden gereklidir*
- *Genel olarak et ve balık* protein, yağ, mineral ve vitamin bakımından zengin, karbonhidrat bakımından fakirdir
- *Bitkisel kaynaklı gıdalar* ise karbonhidrat bakımından zengin, ancak protein, mineral ve bazı vitaminler bakımından fakirdir
- *Süt gibi bazı gıdalar* ve çoğu hazır gıdalar ise bu beş besin elementini mikrobiyal gelişme yönünden yeterli miktarda bulundurur

Besin Maddeleri ve Mikrobiyal Gelişme

- Bakteriler en fazla besin elementine ihtiyaç duyan gruptur
- Maya ve küfler daha az besin elementine ihtiyaç duymaktadır
- Mikroorganizmalar ayrıca büyük ve kompleks yapıdaki karbonhidratları, yüksek moleküllü proteinleri ve lipidleri parçalayabilmelerine göre de farklılık gösterirler
- Mikroorganizma hücre canlılıklarını kaybedip parçalanmaya başladıklarında
 - Hücre içi enzimleri serbest kalarak gıdada bulunan kompleks besin elementlerinin diğer mikroorganizmaları kullanabileceği daha düşük moleküllere parçalanmasına yol açabilir



Gıdalarda Bulunan Gelişme Faktörleri ve İnhibitörler

- Gıdalar mikroorganizmaların gelişmesini destekleyen veya olumsuz etkileyen bazı faktörlere sahip olabilir
- Gelişme faktörlerinin mekanizması tam olarak bilinmemekle beraber bazı gıdalarda doğal olarak bulunur
 - ✓ Bu duruma domateste bulunan ve bazı *Lactobacillus* türlerinin gelişmesi üzerine uyarıcı etki yapan gelişme faktörleri örnek gösterilebilir



Gıdalarda Bulunan Gelişme Faktörleri ve İnhibitörler

- Gıdalar mikrobiyal gelişmeyi olumsuz etkileyen doğal veya sonradan ilave edilmiş birçok kimyasal maddeyi de içerebilir
- Yumurtada bulunan lizozim, sütteki aglütinin ve karanfildeki öjenol doğal inhibitörlere örnek gösterilebilir
- İnhibitör maddeler, etki şekillerine göre gelişmeyi önleyebilir veya yavaşlatabilir ve mikroorganizmaları öldürür



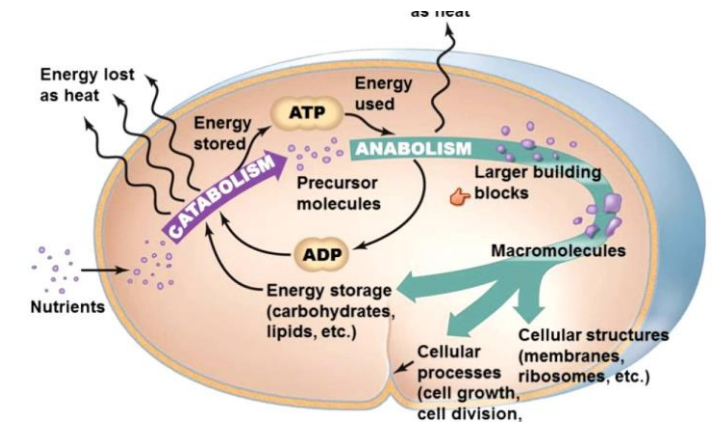
Mikrobiyal Metabolizma

➤ Mikroorganizmaların gıdada gelişmesi, gıdada bulunan besin maddelerinin özellikle, **metabolize olabilir karbonhidrat, protein ve yağların metabolizması ile gerçekleşir**



➤ Metabolizma sırasında pek çok iz yolu kullanılır

➤ Hangi iz yolunun kullanılacağı ortamda bulunan besin maddesinin özelliği ve konsantrasyonuna, mikroorganizma çeşidine ve gıda ortamının oksidasyon-redüksiyon potansiyeline bağlı olarak değişebilir



Mikrobiyal Metabolizma

- Besin maddelerinin metabolizmaları sırasında üretilen son ürünün kimyasal özelliklerine bağlı olarak
 - *Gıdaların bozulması, gıda zehirlenmeleri veya fermente gıdaların üretimi gerçekleşir*
- *Ortamın değişmesi bazı türlerin*
 - Çoğalma döngüsünün sonlandırılarak spor döngüsünü harekete geçirmesine
 - Hücrenin farklılaşarak endospor oluşturmaya yol açabilir

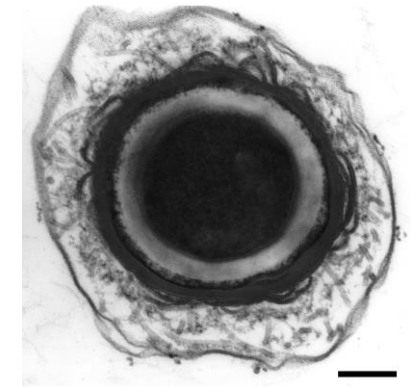
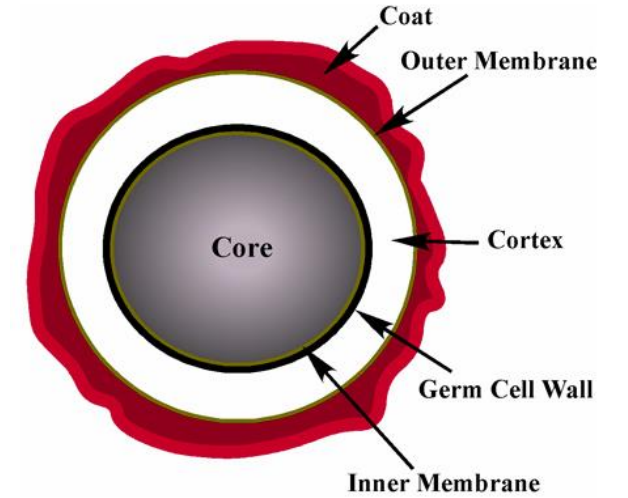




Mikroorganizmalarda Spor Oluşumu

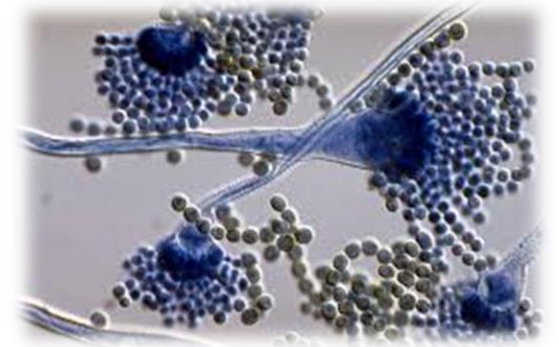
Mikroorganizmalarda Spor Oluşumu Ve Sporun Çimlenmesi

- Gıdalarda bulunan önemli mikroorganizmalar normalde eşit bölünme (ikiye bölünme) ile çoğalır
 - *Ayrıca küfler, bazı mayalar ve bazı bakteriler spor oluşturur*
- Sporlaşma bakterilerde elverişsiz ortamda canlı kalmaya yardımcı olurken
 - Küfler ve mayalarda üreme amaçlıdır
- Mayalar ve küflerde spor oluşması eşeyli veya eşeysiz üremeyle meydana gelir
 - Eşeyli üreme soy ıslahının temelini sağlar ki *bu üreme tipinden endüstride kullanılan türlerin geliştirilmesinde faydalanılır*
- Bakterilerde spor oluşumu maya ve küflerdeki spor oluşumu ile baştan sona farklılık gösterir ve hücre genetik yapısının zor şartlarda aktif kalmasını sağlar



Küf Sporları

- Küflerin sporları eşeyli veya eşeysiz oluşur ve bu oluşumlara bağlı olarak ***tam ve tam olmayan küfler*** olarak sınıflandırılır
 - Küfler yüksek miktarda eşeysiz sporlar üretir ve tiplerine bağlı ***olarak konidia, sporangiosporları ve artrosporları*** oluştururlar
- Konidia özel üreyebilen hiflerde üretilir ve bunlara ***konidiofor*** denir
- Gıdada önemli küfler arasında bulunan ***Aspergillus ve Penicillium*** türleri konidia oluştururlar
- Sporangiosporlar üreyebilen hifin ucunda bir kesede (sporangium) oluşturulur
- ***Mucor ve Rhizopus*** türleri sporangiospor oluşturan küflere örnektir



Maya Sporları

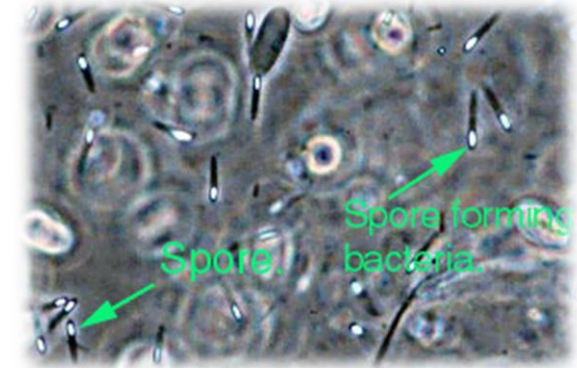
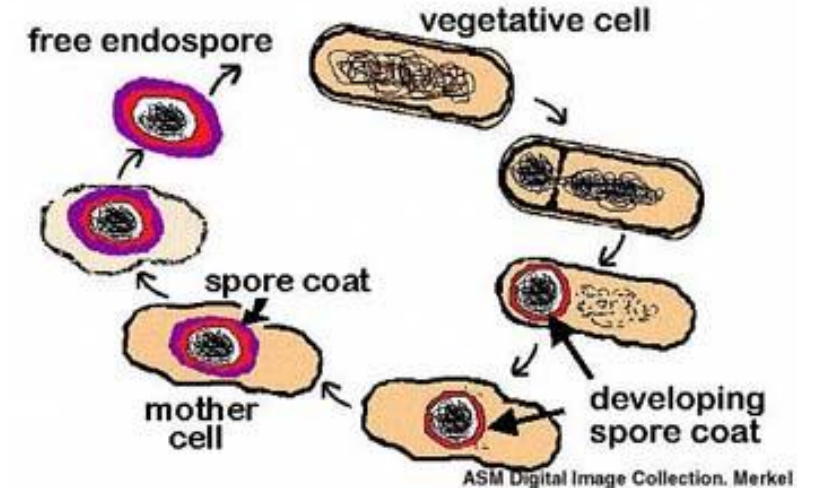
- Spor yapabilme özelliği temel alındığında gıdadaki önemli mayalar iki gruba ayrılırlar
 1. *Ascomycetes* olarak adlandırılan eşeyli **askospor** üretenler
 2. Sahte maya denilen spor üretemeyenlerdir
- Askospor üreten maya örnekleri *Saccharomyces, Pichia ve Hanseluna*'dır
- *Candida* cinsine ait *Torulopsis ve Rhodotorula* türleri spor oluşturamazlar
- Uygun bir ortamda her bir spor bir maya hücreğine dönüşür

Bakteri Sporları

- Spor yapabilme özelliği birkaç bakteri türüyle sınırlıdır
- Bunlar;
 - ***Bacillus***
 - ***Clostridium***
 - ***Alicyclobacillus***
 - ***Sporolactobacillus***
 - ***Sporosarcania***

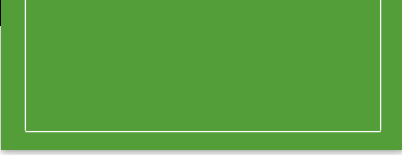
Bakteri Sporları

- Bunlar arasında **Bacillus**, **Clostridium** ve **Alicyclobacillus** gıdada dikkat edilmesi gereken bir öneme sahiptir
 - Çünkü gıdaların bozulması ve gıda kaynaklı hastalıklara sebep olan türleri içerirler
 - Bazı *Bacillus* ve *Clostridium* türleri gıda biyoprosesinde kullanılan enzimlerin üretiminde kullanılır
- Küf ve maya sporlarının aksine, bakteri hücreleri endospor üretir (her hücre içinde bir spor oluşur)
- Sporlar metabolik olarak inaktif veya yıllarca uyuyan formlardadır
- Uygun ortam bulduklarında vejetatif hücrelere dönüşürler



Sonuç Olarak;

- Bazı mayalar, küfler ve bakteri türlerinde spor oluşumu, canlı kalmayı ve yaşamın devamlılığını ifade eder
- Maya ve küflerde sporlaşma, eşeyli veya eşeysiz olarak meydana gelir
- Bakterilerde ise pek çok genin kontrolü ve ekspresyonu ile yapısal farklılaşma olarak ortaya çıkar
- Spor oluşumu; gıdalarda bulaşmaya sebep olmanın yanında türlerin çevrede geniş alanlara yayılmasını da kolaylaştırır
- Gıdalarda bozulma ve toksin üretmeye sebep oldukları için sporları vejetatif hücre haline dönmesi arzu edilmez



Gıda Ortamında Mikrobiyal Stres Yanıtı

Gıda Ortamında Mikrobiyal Stres Yanıtı

- Gıda kaynaklı bakteri hücreleri ve diğer mikroorganizmalar
 - *Gıdaların üretimi, işlenmesi, muhafazası, depolanması, taşınması ve tüketimi sırasında olduğu gibi gıdalar ve gıda bileşenlerinin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi sırasında* da genellikle değişik fiziksel ve kimyasal ortamlara maruz kalmaktadır
- *Bunun sonucu olarak bakteri hücreleri strese girmekte ve özelliklerinde çeşitli değişiklikler ortaya çıkmaktadır*
 - Stres ortamı, optimum gelişme koşulları aralığının içinde veya gelişme aralığı dışında da oluşabilir

Gıda Ortamında Mikrobiyal Stres Yanıtı

➤ *3 farklı stres kavramı vardır*

1. Stres Adaptasyonu
2. Ölümcül Olmayan Hasar
3. Canlı Fakat Kültüre Edilemeyen Durum (VBNC)



Stres Adaptasyonu

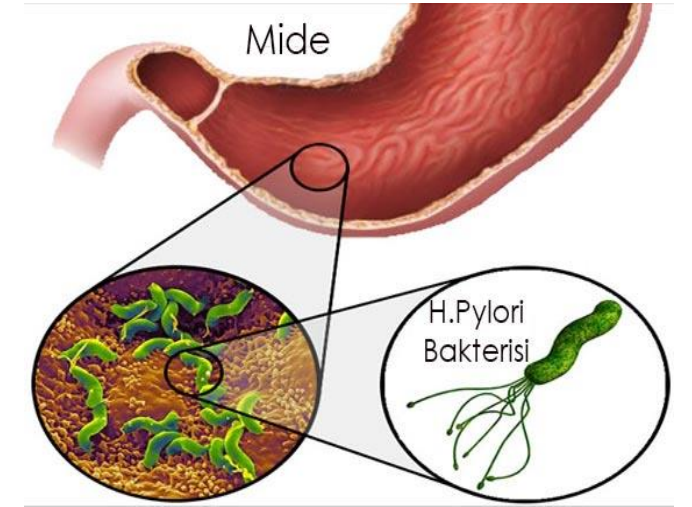
- **Stres adaptasyonu veya stres yanıtı**, bakteriyel popülasyonun optimuma yakın koşullardaki fiziksel veya kimyasal ortama kısa süre maruz kalması sonucunda
 - Normalde duyarlı olduğu işlemlere ya da daha yüksek şiddetteki işlemlere direnç göstermesi durumu olarak açıklanabilir
- Çoğu gıda kaynaklı patojenler ve bozulma yapan bakteriler düşük pH'ya duyarlıdır ve yüksek asitli gıdalarda depolama sırasında hızla ölürler
- Yakın zamanlarda canlı **Salmonella**, **E.coli**, **L.monocytogenes** içeren meyve suyu, fermente sucuk ve asitlendirilmiş gıdaların tüketimi ile ortaya çıkan gıda kaynaklı hastalıkların
 - Bu mikroorganizmaların aside adapte olmuş suşlarının düşük pH ve düşük ısı işlem sırasında canlı kalmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir

Stres Adaptasyonu

- ***Asit Direnci veya Asit Adaptasyonu:*** Hücrelerin uzun bir süre ılımlı asidik koşullara maruz bırakılmasını takiben $\text{pH} < 2-5$ koşullarına tabi tutulması bu koşullara direnç kazanmasını sağlar
- ***Asit Toleransı veya Asit Tolerans Yanıtı:*** Hücrelerin belli bir süre ılımlı asitlikteki ortama maruz bırakılmasını takiben $\text{pH} 2,4-4$ koşullarında canlılığını sürdürmesini sağlar
- ***Asit Şok Yanıtı:*** Bakteri hücrelerinin önceden hafif de olsa hiçbir asidik ortama maruz kalmadan düşük asit ortamda verdiği yanıtıdır

Strese Adapte Olan Patojenin Mide pH'sında Canlılığını Sürdürmesi

- Gıda kaynaklı hastalıklara neden olan enterik patojen hücrelerinin çoğu mide düşük pH'sına duyarlıdır ve bu pH'da ölür
- Bu muhtemelen enterik patojenlerin sindirim sisteminde enfeksiyona neden olabilmesi için yüksek dozda canlı hücre gereksinim bir nedenidir
- Midede birçok hücre ölmekte fakat birkaçı canlılığını sürdürerek bağırsaklara ulaşmakta ve enfeksiyon neden olmaktadır
- Eğer gıdada bulunan patojenik bir suş strese adapte olmuş işse düşük sayılarda dahi midede canlılığını sürdürecektir ve gastrointestinal sistemde hastalıklara neden olabilecektir



Ölümcül Olmayan Stres Ve Hasar

- *Ölümcül olmayan hasar*, hücrelerin olumsuz fiziksel ve kimyasal maruz kalması sonucu oluşmakta ve hücrenin yapısal ve fonksiyonel organizasyonunda geri dönüşümlü değişikliklere yol açtığı bilinmektedir
- Ayrıca uygun ortama geçiş yapıldığında hasarlarını onararak tekrar çoğalmaya başlayabilirler

Canlı Fakat Kültüre Edilemeyenler

- Olumsuz şartlar altında bakteri popülasyonundaki bazı hücreler canlı kalır fakat çoğu tekrar canlandırma uygulanmadan önerilen besiyerlerinde çoğalamazlar
- Bu hücreler uygun ortamda tekrar canlanarak çoğalabilir ve bu mikroorganizmaları içeren gıdaların tüketimi gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilir

Sonuç Olarak;

- Bakteri hücreleri maruz kaldıkları çevresel stresin tipi, düzeyi veya derecesine farklı yanıtlar oluşturur
- Optimum gelişme aralığından uzak optimal olmayan gelişme aralığındaki koşullarda hücreler strese adapte olur
- Benzer ya da daha yüksek seviyelerdeki streslere de artan bir direnç geliştirir



Teşekkürler