

## 2. GIDALARDA BULUNAN MİKROORGANİZMALAR VE FONKSİYONLARI

**Prof.Dr.Kamuran AYHAN**

Gıdalar açısından önemli mikroorganizmalar temel özelliklerine göre:

A- Bozulma yapanlar (özellikle  $>10^6$  /g veya  $cm^2$  veya ml düzeyine geldiklerinde kalite ve ekonomik kayıplara neden olanlar)

B- Faydalı fonksiyonlar (aroma ve yapı geliştirerek özellikle fermente ürünlerdeki laktik asit bakterileri gibi, ürüne katkı sağlayanlar)

C- Sağlığa zarar verenler

1) Oluşturdukları toksinlerle gıda zehirlenmesine neden olanlar

2) Hastalık etmeni olanlar:

a) Üremesi sırasında

b) Bizzat kendisi hastalık unsuru olanlar (*Salmonella*, *Shigella*, *Clostridium* spp., *Staphylococcus*, *Bacillus cereus* vb.)

D- İnört, yani ne faydalı ne de zararlı olan mikroorganizmalardır.

Mikroorganizmalar yüksek canlılarla kıyaslandıklarında basit yapıları olmalarına karşın, yaşamlarını sürdürebilmek için pek çok kompleks kimyasal reaksiyonları yürütme yeteneğindedirler. Bunun için kullandığımız organik gıda kaynaklarımızın bir kısmından yararlanmaktadır. Aşağıdaki listede gıdalarda bulunan önemli mikroorganizmalar verilmiştir.

### **Bakteriler**

<i>Acetobacter</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Proteus</i>
<i>Aeromonas</i>	<i>Flavobacterium</i>	<i>Pseudomonas</i>
<i>Alcaligenes</i>	<i>Hafnia</i>	<i>Psychrobacter</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Kocuria</i>	<i>Salmonella</i>
<i>Bacteroides</i>	<i>Kurthia</i>	<i>Serratia</i>
<i>Brochothrix</i>	<i>Lactococcus</i>	<i>Shewanella</i>
<i>Campylobacter</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Shigella</i>
<i>Carnobacterium</i>	<i>Leuconostoc</i>	<i>Staphylococcus</i>
<i>Citrobacter</i>	<i>Listeria</i>	<i>Streptococcus</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>Vagococcus</i>
<i>Corynebacterium</i>	<i>Moraxella</i>	<i>Vibrio</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>Paenibacillus</i>	<i>Weisella</i>
<i>Enterococcus</i>	<i>Pantoea</i>	<i>Yersinia</i>
<i>Erwinia</i>	<i>Pediococcus</i>	

## 2.1 Bakteriler

### *Acetobacter*

Bu bakterilerin genç hücreleri Gram (-) olmakla birlikte yaşlı hücrelerinin Gram reaksiyonu değişkendir. Spor oluşturmayan, aerobik, katalaz (+) çubuk şeklinde bakterilerdir. Hareketli ve hareketsiz türleri vardır. Alkolü asetik aside okside etmeleri nedeniyle sirke işlemede yararlı, alkollü içki üretiminde ise zararlıdır. Organizma doğal olarak meyve ve sebzelerde bulunur. Bazı türleri asetik asit ve laktik asidi oksidasyon yoluyla CO<sub>2</sub> ve suya dönüştürür. *Acetobacter xylinum* gibi aşırı derecede mukoz oluşturan türler sirke üretiminde üremeye başlayarak sirke jeneratörlerinin tıkanmasına yol açarlar.

### *Aeromonas*

Gram negatif, fakültatif anaerobik, oksidaz pozitif, glikozu fermente etme yeteneğinde, çubuk şekilli bakteriler olup genellikle hareketlidirler. Polar flagellumlarıyla hareket ederler, ancak *Aeromonas salmonicida* ve *Aeromonas media* türleri hareketsizdir. *Aeromonas* türleri çoğunlukla tek polar flagellaya sahiptirler, ancak izolatların %50'si çok fazla sayıda polar flagella dışında lateral flagella içerir.

*Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsleri başlangıçta *Vibrionaceae* familyası içinde sınıflandırılmıştır. Her ikisi de sulara bulunur ve enteropatojendirler, ancak yapılan 16S-rRNA katalog ve 5S-rRNA sekans, RNA-DNA hibridizasyon analizleri sonucunda bu familya ile ortak özelliklerinin olmadığı anlaşılmıştır.

Buna göre, *Aeromonas* türleri; *Aeromonadaceae* familyası altında toplanmıştır. *P. shigelloides* ise *Enterobacteriaceae* familyası içindeki bakterilere daha fazla yakın olduğu ortaya çıkmış ve daha sonra *Plesiomonadaceae* familyası altında ayrı olarak sınıflandırılmıştır.

*Aeromonas* cinsinin sınıflandırılması karmaşıktır ve son yıllarda sıklıkla değişikliğe uğramıştır. *Aeromonas* cinsleri halofilik vibriolardan %6 NaCl' de gelişme gösterememesi ile *Vibrio cholerae*' dan ise 150 µg oranındaki vibriostatik maddeye gösterdiği dirençle ayrılır. *Aeromonas* cinsinde tek bir mezofil tür *A. hydrophila* (HGI) bulunmaktadır. Tek bir psikrofil tür olarak ise *A. salmonicida* (balık patojeni) yer almaktadır. 10 dan fazla fenotipik türü bulunmaktadır. Son yıllarda yapılan genetik ve biyokimyasal analizlerle fenotipik türler *A. hydrophila* (HGI), *A. caviae* (HG5), *A. veronii* biovar. *sobria* (HG8/10) ve *A. jandaei* (HG9) hibridizasyon grupları

şeklinde tanımlanma tipi kullanılmaktadır. *Aeromonas*' ların tanımlanmasını sağlayacak biyokimyasal özelliklere ait tabloların geliştirilmesi için daha fazla araştırmaya gereksinim vardır.

*Aeromonas*' lar genellikle normal bağırsak florasında bulunurlar ve bu nedenle fekal yolla gıdalara bulaşır. Et, çiğ süt, kanatlı etleri, balık, kabuklu deniz hayvanları ve sebzelerden izole edilmiştir. Çok nadir olmakla birlikte pastörize süt gibi işlem görmüş gıdalarda da saptanmıştır. *A. sobria* (*A. veronii* biovar. *sobria*) kanatlı etleri, çiğ et, sakatat ve et ürünlerinden sıklıkla izole edilmektedir. *A. caviae*' nin fenotipik türleri Japonya'da deniz balıkları, sebzeler ve ürünlerinden izole edilmiştir. Buna karşın *A. hydrophila* (HG1, HG2, HG3) ve *A. caviae*' ye Amerika' da daha çok sebzelerde rastlanmaktadır.

### *Alcaligenes*

Bu cins aerobik, Gram (-) olmakla birlikte bazen Gram (+) boyanırlar. Pigment oluşturmazlar. Çubuk, kokobasil veya kok şeklinde hücreleri vardır. Toprak, su, toz, çiğ süt, kanatlı etleri ve dışkıda yaygın olarak bulunur. Yumurta ve süt gibi ürünlerin bozulmalarında rol oynarlar ve şekerleri fermente ederler, ancak alkali reaksiyon oluştururlar. Gelişme sıcaklıkları 20-37°C arasındadır.

### *Alicyclobacillus*

*Alicyclobacillus* cinsi termo-asidofilik, mutlak aerob, heterotrofik, endospor oluşturan bakterilerden oluşmaktadır. Bu cins orijinal olarak 3 tür içerir: *A. acidocaldarius*, *A. acidoterrestris* ve *A. cycloheptanicus*. Son yıllarda üç yeni tür ve bir alt tür bu cinse dahil edilmiştir: *A. hesperidum*, *A. herbarius*, *A. acidiphilus* ve *A. acidocaldarius* subsp. *rittmannii*. Ayrıca, *Alicyclobacillus* genomik tür 1 ve *Alicyclobacillus* genomik tür 2 olmak üzere iki genomik tür bulunmaktadır. Tüm *Alicyclobacillus* türleri bozulmuş meyve suları yanında doğal sıcak su kaynakları ve toprakta da bulunmaktadır.

### *Arcobacter*

*Arcobacter* cinsi *Campylobacter*-benzeri bakteriler olup başlangıçta aerotolerant kampilobakterler olarak izole edilmiştir. Gram (-), spiral şeklinde, aerotolerant, hareketli bakterilerdir. Hareket tek polar flagella ile sağlanır. *Arcobacter* türlerinin habitatu sığır, domuz, kanatlılar ve primatlardır. Kanatlı etlerinde %20, kırmızı etlerde ise %0,5-5 oranında bulunurlar. 15, 25 ve 30°C' de gelişebilirler. Ancak 37 ve 42°C' de gelişme durumu değişkendir. 30°C de aerobik olarak, 35-37°C'de ise anaerobik olarak gelişme gösterirler. Sığır ve domuzlarda yavru atma ve enteritlere neden olurlar. İnsanlarda ise bakteremia, endokarditis,

peritonitis ve diyareye neden olabilirler. İnsanlarda hastalığa neden olan en önemli tür *A. butzleri*' dir.

### *Arthrobacter*

Toprak bakterileri arasında yaygın bir cinstir. Bu cinsin türleri Gram (+), zorunlu aerobdur. Çoğu toprak bakterisi gibi bu cins de metabolik olarak çok yönlüdür. Pek çok farklı enzim ürettiklerinden gelişebildikleri substrat fazladır. Hücreler çok sert olup sıcaklık ve susuzluğa dirençli olabilirler. *Arthrobacter* türleri birkaç kez bağışıklık sistemi zayıflamış hastalardan izole edilmiş olmakla birlikte çoğu suşu patojenik değildir. Bu cinsin yapısındaki ayırıcı özellik gelişme sürecinde hücre şeklinin değişikliğe uğramasıdır. Tipik olarak logaritmik dönemde çubuk şekilli olan hücreler durağan fazda kok haline dönüşürler.

### *Bacillus*

*Bacillus* cinsi *Bacillaceae* familyasına dahil olup, Gram (+) (bazı türleri değişken), aerobik veya fakültatif anaerobik, spor oluşturan çubuk şeklinde bakterilerdir. Çoğunlukla mezofilik olmakla birlikte psikrotrof ve termofilik türleri de vardır. Bu cinsin 34 türü bulunmaktadır. Toprak, su ve çeşitli gıdalarda bulunurlar. *Bacillus anthracis* insan ve hayvanlarda şarbon hastalığına neden olur. *B. thuringiensis*, *B. larvae*, *B. lentimorbus*, *B. popilliae* ve *B. sphaericus* 'un bazı türleri böcek patojenidir ve *B. thuringiensis* biyoinsektisit olarak kullanılmaktadır. *B. cereus* 'un bazı suşları insanlarda gıda zehirlenmesine neden olur.

*B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *Brevibacillus* (*Bacillus* olarak biliniyordu) *brevis* genellikle bozulma yapan bakteriler olarak ifade edilirken, *B. thuringiensis* de dahil olmak üzere tamamı gastroenteritlere neden olmaktadır. *B. cereus* group (*B. cereus sensu lato* group) genel olarak *B. cereus*, *B. anthracis*, *B. thuringiensis* ve *B. mycooides* 'i kapsar.

*B. coagulans* ve *B. stearothermophilus* 4,2 gibi oldukça düşük pH değerlerinde gelişebilirler ve özellikle konserve gıdalarda bozulmalara neden olurlar. *B. stearothermophilus* sporları bakteri sporları arasında ısıya en dirençli sporlardır. *B. coagulans* (*B. thermoacidurans*) sıcaklığa daha az, ancak asitliğe daha fazla dayanıklıdır. *B. subtilis*, subtilin adlı bir bakteriyosin üretmektedir. *B. licheniformis* basitrasin, *B. polymyxa* ise polimiksin antibiyotiklerinin üretiminde kullanılır. *B. subtilis*, *B. amiloliquefaciens* ve *B. stearothermophilus* bakteriyel  $\alpha$ -amilaz enzim üretiminde kullanılmakta olup amiloz ve amilodekstrini dekstrinlere parçalamaktadır. *B. subtilis*, *B. mesentericus* ve *B. stearothermophilus* ise bakteriyel proteinaz enzimi üretiminde

kullanılmaktadır. Bu enzim ise et ve balık etlerinin tenderize edilmesinde (yumuşatılması) şarap ve bira endüstrisinde protein bulanıklığının alınmasında stabilize edici olarak kullanılmaktadır.

### *Bacteroides*

Anaerob bakteriler olup sindirim sistemindeki mikroorganizmaların çoğunluğunu oluştururlar. Çoğu dışkıda bulunan mikroorganizmaların %50'sini *Bacteroides fragilis* hücreleri oluşturmaktadır. Zorunlu anaerob, Gram (-), pleomorfik çubuk şeklinde bakterilerdir. *B. fragilis*, *B. thetaiotaomicron*, *B. vulgatus*, *B. ovatus*, *B. distasonis*, *B. uniformis*, *B. stercoris*, *B. eggerthii*, *B. merdae*, and *B. caccae* olmak üzere 10 türü bulunmaktadır. Kanlı agarda iyi gelişirler ve mikroskopik incelemede hücre içinde endosporların görünümüne benzeyen büyük vakuoller oluşturdukları gözlenmiştir. *Bacteroides* türleri spor oluşturmaz ancak çok geniş bir kapsül oluştururlar. Hücre membranlarında endotoksin içermediklerinden patojeniteleri sınırlıdır. Bağırsaklarda kommensal olarak yaşayan bu bakteriler, karbonhidratların fermantasyonu, azotlu bileşiklerin kullanımı ve safra tuzları ile diğer steroidlerin biyotransformasyonunda rol oynarlar.

### *Brucella*

Gram (-) kokobasil veya kısa çubuk şeklindedir. Hareketsiz ve aerobiktir. 3 türü farklı hayvanlarda Brusellozis denilen hastalığa neden olmaktadır. *Brucella melitensis*, Malta humması denilen ve daha ziyade koyun ve keçiden geçen bir hastalığa neden olmaktadır. Hastalık septisemi (kan zehirlenmesi) şeklinde insan ve hayvanlarda kendini göstermektedir. *B. abortus* daha ziyade sığırlardan bulaşmakta olup, Bang hastalığı denilen şiddetli ateşli enfeksiyona neden olmaktadır. *B. ovis* koyunlarda, *B. suis* ise domuzlarda brusellozise neden olmaktadır. Hastalık sonucunda özellikle gebe hayvan ve insanlarda yavru atma olayları görülmektedir. Bu bakteriyi alan insanlarda ateş aniden yükselip inmekte ve olay sık sık tekrarlanmaktadır. Enfeksiyon kaynakları çiğ süt ve süt ürünleri başta olmak üzere pişirilmemiş et, sosis, sucuk ve pastırma gibi hayvansal kaynaklı gıdalardır.