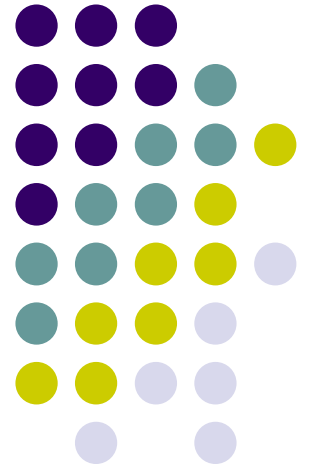
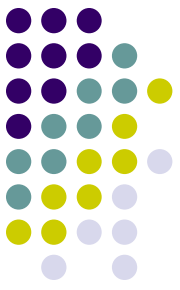


Gıda Mikrobiyolojisi

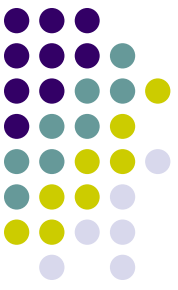
**GIDALARDA İNDİKATÖR VE
PATOJEN
MİKROORGANİZMALAR**





GIDALARDA İNDİKATÖR MİKROORGANİZMALAR

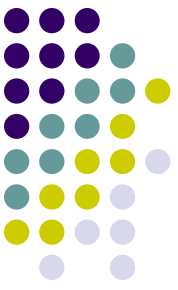
- İndikatör mikroorganizmalar gıda sanayiinde kurallara uygun olarak üretim yapılıp yapılmadığının göstergesi olarak değerlendirilir. Hammadde, üretim teknolojisi, iyi ve doğru üretim uygulaması (GMP; Good Manufacturing Practices) konularında indikatör mikroorganizmalar yeterli bilgi verir.
- İndikatör mikroorganizmalar kalitenin göstergesidir.
- İndikatör mikroorganizmalar ile patojenlerin birbirine karıştırılmaması gerekir. Gıda kalitesi hakkında fikir elde etmek için aranan ve/veya sayılan bu grup mikroorganizmalar *toplam bakteri*, *toplam maya ve küf*, *toplam koliformlar*, *fekal koliformlar* gibi mikroorganizma gruplarıdır.



Toplam bakteri içinde çok yoğun olarak (*Staphylococcus aureus* gibi) patojen bakteriler bulunsa bile bunlar analiz yöntemi gereğince sadece toplam bakteri olarak değerlendirilir.

Tersine; bir gıda maddesinin üretiminde kullanıldığı için yararlı olarak değerlendirilen bir mikroorganizma (rokfor peyniri yapımında kullanılan *Penicillium roqueforti*) başka bir gıdaya (kaşar peynirine) bulaşırsa yine indikatör mikroorganizma olarak toplam maya ve küf analizinde standartların üzerinde küfe rastlanacağı için o ürün bozulmuş olarak kabul edilir.

Hangi mikroorganizma gruplarının indikatör olarak ele alınacağı ile ilgili olarak farklı görüşler bulunmaktadır.



Son zamanlarda mikroorganizmalara ek olarak mikrobiyal gelişmeye bağlı ortaya çıkan laktik asit, diasetil, etil alkol gibi ürünlerin de mikrobiyal indikatör olarak değerlendirilmesi üzerinde durulmaktadır.

Gıda sektörünün farklı işletmelerinde o işletmeye has indikatör mikroorganizmalar üzerinde durulur.

Tereyağı işletmesinde lipolitik mikroorganizma varlığı / sayısı önemli bir kalite kriteri iken, lipolitik bakterilerin meyve suyu endüstrisinde hiçbir önemi yoktur. Benzer şekilde fekal kontaminasyon indeksi bakteriler pek çok gıda maddesi için önemli kalite kriteri iken, konserve sebzelerde bu bakterilerin aranması gereksizdir.

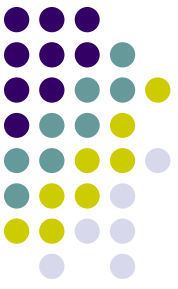


- ✓ İndikatör MOlar Schardinger'in 1892 yılında sularda *Salmonella* yerin *E.coli*'nin indikatör MO olarak aranmasını tavsiye etmesinden bu yan kullanılmaktadır. Buna sebep olarak, her iki bakterinin dışkı kökenli ve *E.coli*'nin gıda kaynaklı enterik patojenlerin hepsinden daha kolay izole edilip tanımlanabilmesi olmuştur.
- ✓ İndikatör MOları (1) gıda kalitesi ile gıda güvenliği ve (2) sanitasyon indikatörleri olarak iki kısma ayırarak incelemek mümkündür.

İndikatör Mikroorganizmaların Özellikleri



1. Mikroorganizmaların varlığı kolaylıkla ve hızla belirlenebilmeli ve sayılabilmeli,
2. Diğer mikroorganizmalardan ayrılabilmesi,
3. Bulunma ihtimalini gösterdiği patojenlerle birlikte bulunabilmesi
4. İndikatör – patojen sayısı arasında yüksek korelasyon bulunmalıdır
5. Varlığına işaret ettiği patojen MONun gelişme ihtiyaçlarına ve üreme hızına benzer özelliklere sahip olmalıdır
6. İndikatör MO patojen kadar yaşayabilmesi
7. İndikatör MO gıdaya uygulanan işlemlere patojen kadar dayanıklı olmalıdır
8. İndikatör MO analiz edilen gıdada tabii bir kontaminant olmamalıdır
9. İndikatör MO depolama sıcaklığında yüksek üreme ve ölüm hızına sahip olmamalıdır.



Fekal indikatörlerin bazı ek özelliklere sahip olmaları gerekmektedir:

1. Tabii olarak sadece dışkıda bulunduğu ispat edilmelidir.
2. Dışkıda yüksek oranda bulunmalıdır.
3. Olumsuz çevre şartlarına dirençli olmalıdır.
4. Gıdalarda çok düşük miktarlarda bile nispeten kolay ve güvenilir bir şekilde tespit edilebilmelidir.

- Koliform, fekal koliform, *E.coli*, *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, kolifaj ve aerobik plak sayımları indikatör testler olarak kullanılmaktadır.

- Bunların dışında bazı funguslar, viruslar ve protozoalar da indikatör olarak kullanılabilir.

Koliform Bakteriler

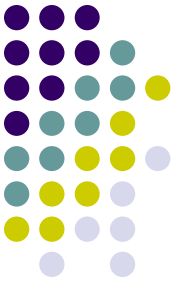


- İlk olarak suların güvenliği, daha sonraları diğer gıdalarda muhtemel bir fekal kontaminasyon ve gıda sanayiinde sanitasyon göstergesi olarak yararlanılmıştır.
- Bunlar; *Enterobacteriaceae* familyasına ait, laktozdan 35°C'de 48 saat içinde gaz oluşturan, Gram (-), sporsuz çubuk, aerob veya fakültatif anaerob bakterilerdir.
- EMB ve Endo agarda metalik koloniler oluştururlar. *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ve *Citrobacter* koliform bakterilere dahil edilen cinslerdir.



Fekal Koliform Bakteriler

- 44-46°C'de EC sıvı besi yerinde laktozu fermente ederek gaz oluşturabilen koliformlardır.
- Çocuk ve yetişkinlerde gastroenteritise sebep olan *E.coli* suşları “patojenik *E.coli* suşları” olarak isimlendirilir. Bunlar ETEC, EIEC, EHEC ve EPEC olarak adlandırılan tiplerdir. Patojen olmaları fekal kontaminasyon indikatörü olmalarından daha önemlidir.
- İnsan ve hayvan bağırsak sisteminde bulunmaları fekal bir bulaşmaya göstermesi bakımından önemlidir. Ancak bunlarla kontamine başka bulaşma kaynakları aracılığı ile de kontaminasyon olabilir.
- Bunlarla patojen bakteriler arasında her zaman pozitif bir ilişki kurulamamaktadır.



E.coli

- İnsan ve hayvan bağırsak sisteminde bulunmaları fekal bir bulaşmaya delalet eder. Enterik patojenlerin bulunma ihtimalini göstermesi bakımından önemlidir. Sayımı patojen kontaminasyon derecesinin belirlenmesini sağlar. Ancak mutlaka patojenin bulunmasını değil, bulunma riskini gösterir.
- Fekal orijinli olması sularda fekal kontaminasyonun indikatörü olarak yalnızca *E.coli*'nin gösterilmesine sebep olmuştur.
- *E.coli*'nin suda canlılık süresi bazı enterik patojenlere (*Salmonella*) benzer. Ancak bazı patojenler daha uzun yaşarlar.
- Düşük pH değerlerine nisbeten dayanıklıdır. Bu, bazı asit gıdalar için de indikatör olarak kullanılmalarını sağlar.
- HACCP gibi güvenlik sistemlerinde önemli bir yerleri vardır.

Enterobacteriaceae



- Laktozu fermente eden koliformlar, fermente edemeyen enterik bakteriler ve diğer bir çok cinsi içine alır. İndikatör olarak seçilmesinin sebepleri:
 1. Koliformların taksonomik olarak sınırları tam olarak belli değildir.
 2. Bu testle hem laktoz pozitif, hem de laktoz negatif bakterilerin sayımı söz konusudur.
 3. Salmonella olumsuz şartlara E.coli'den daha dayanıklıdır.



Bir gıdada önemli derecede Enterobacteriaceae veya koliform bulunması;

- Yetersiz ve/veya uygun olmayan işlemler ile uygunsuz depolama şartlarına, kirli alet ekipmana, rekontaminasyona,
- Enteropatojenik ve toksijenik organizmaların bulunma ihtimaline işaret eder.



Enterokoklar

- Dışkı kaynaklı Enterokoklar, bunların indikatör olarak kullanılabileceği fikrinin ortaya atılmasına sebep olmuştur. Ancak dışkıda *E.coli*'den daha az bulunmaları ve suda iyi üreyememeleri, yalnız başına bu bakterilerin kullanılmasının uygun olmayacağı kanaatine sebep olmuştur.
- *E.faecium* ve *E.faecalis* fekal orijinli olmakla beraber başka kaynaklarda da bulunurlar.
- Gıda sanayiinde kullanılan ısıl işlem, kurutma ve dondurma gibi işlemlere dayanıklı olmaları dolayısıyla önem taşırlar.



Enterokoklar

- Düşük Enterokok sayısı işlem görmemiş gıdalar için önem taşımazken, ısıtılmış gıdalar için önemlidir.
- Yetersiz sanitasyon uygulamaları Enterokokların alet ekipman üzerinde yerleşik flora haline gelmesine sebep olabilir.
- Bazı süt ürünlerinde starter olarak kullanılan Enterokoklar bulunmaktadır.

Bifidobacterium Türleri



- Anaerobik, iki tür hariç katalaz negatif, Gram (+) çubuk şeklinde bakterilerdir.
- Probiyotik süt ürünlerinin üretiminde kullanılan türleri vardır.
- Tipik özellikleri sadece fekal orijinli olmalarıdır. Bebek ve domuz dışkısı en fazla bulundukları ortamdır. Bazı türler evcil hayvanların dışkısından sıklıkla izole edilir.
- Bifidobacterium bifidum en önemli türdür.
- Standart, kolay bir belirleme metodu bulunmamaktadır.

Toplam Canlı Mikroorganizma Sayısı



Toplam canlı mikroorganizma sayısı

- Aerobik canlı bakteri sayısı
- Anaerobik canlı bakteri sayısı
- Psikrofil canlı bakteri sayısı
- Mezofil canlı bakteri sayısı
- Termofil canlı bakteri sayısı

Maya-küf sayısı



Diğer Gıda Güvenliği İndikatörleri

- *Staphylococcus*: İnsanların ağız, burun, el ve derilerinde bulunurlar. Patojen ve patojen olmayanları vardır. $>10^6$ /g, ml bulunması sağlık açısından risk olarak kabul edilir.
- *Pseudomonas aeruginosa*: İnsanların bağırsak sisteminde bulunur, ancak diğer fekal indikatörlere göre daha az sayıdadır.
- *Clostridium*: İnsanların bağırsak sisteminde bulunur, ancak toprakta da bulunur.



- Termofilik spor sayımı: Konserve sanayiinde, konserveye işlenecek sebzelerin yıkama ve temizlik işlemlerinin etkinliğinin bir indeksi olarak kullanılabilir.
- *Bacteriodes*: Fekal materyalde yüksek sayıda bulunur. Mutlak anaerobik olup rutin testlerle belirlenmesi zordur.
- *Geotrichum candidum*: Makine küfü olarak bilinir. Gıdaya uygulanan ısıl işlemlerde canlılığını kaybeder. İşlem görmüş gıdalarda hif varlığı kirlilik ve yetersiz sanitasyon indikatörü olarak dikkate alınır.
- *Kurthia zophii*: Etlerde buzdolabı sıcaklığı üstündeki sıcaklıklarda gelişebilir.

Bulunması, ideal muhafaza sıcaklığının üstünde bir depolamaya işaret eder.