**1.BÖLÜM**

1. **Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar ve Bulaşma Kaynakları Genel Bilgiler**
2. **Mikroorganizmaların Bulaşma Kaynakları Su ve Toprak Bitkiler ve Bitkisel Ürünler Gıda Kapları Hayvan ve İnsanların Bağırsak Sistemleri Gıda İşçileri Hayvan Yemleri Hayvan Deri ve Postları Hava ve Toz Gıda Zehirlenmelerine Neden Olan Bakterilerin Kaynakları**
3. **Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar Bakteriler Küfler Mayalar**

**01. Genel Bilgiler**

İnsanların gıda maddelerinde bulunan mikroorganizmaları ne zaman fark ettikleri hakkında kesin bir tarih vermek mümkün değildir. Bununla birlikte, bu olayın mikrobiyolojinin bir bilim dalı olarak ortaya çıkmasında çok önemli olduğu kabul edilen bir gerçektir. İnsanın gelişim evresi "gıdaların toplandığı" ve "gıdaların üretildiği" dönemler olarak ikiye ayrılabilir. Birinci evre 1 milyon yıl öncesinden 8-10 bin yıl öncesine kadar bir süreyi kapsar. İnsanın bu evrede daha çok et yiyerek beslendiği, bitkisel gıdaların tüketilmesinin bu dönemin sonlarına yakın başladığı kabul edilir. Ayrıca bu dönemde zamanla gıdaların pişirilerek tüketildiği de saptanmıştır. Gıdaların üretilmesi ise 8-10 bin yıl önce başlamıştır. İnsanların gıdaların bozulması ve gıda zehirlemeleri gibi sorunlarla bu dönemin başında karşılaşmaya başladıkları sanılmaktadır. Hazırlanmış gıdaların bozulmasına ait ilk bulgular, M.Ö civarına rastlamaktadır. Toprak çanakların ilk önce bu dönemde görülmeleri, hububatların pişirilmelerinin ve gıdaların depolanmasının bu dönemde veya kısa bir süre sonra başladığını düşündürmektedir. Bira yapımının ilk kez M.Ö yıllarında Babil' de uygulandığına dair bulgular mevcuttur. Sümerlilerin ise tereyağını ilk elde eden kavim olduğu, ayrıca etleri ve balıkları tuzladıkları bilinmektedir. Süt, peynir ve tereyağının M.Ö yılında Mısırlılarca kullanıldığı da saptanmıştır. M.Ö civarında Romalıların deniz ürünlerinin muhafazasında kardan yararlandıkları belirtilmektedir. Tüm bunlara karşın, bu çağlarda insanların gıdaların muhafazasındaki temel kuralı anlamış oldukları ve yine gıdaların hastalıkların başlatılmasında oynadıkları rolü veya hastalıklı hayvanlardan elde edilen etlerin tüketilmesindeki tehlikeyi fark etmiş olmaları pek sanılmamaktadır.

İnsanlık tarihindeki ilk büyük gıda zehirlenmesi olayı M.S. 943 yılında Fransa'da görülmüş ve Claviceps purpurea ile enfekte olmuş çavdar veya diğer hububatın tüketilmesi sonucu kişinin öldüğü belirlenmiştir. Ergotizm diye adlandırılan bu zehirlenmeye daha önceki

çağlarda da rastlanmıştır. Etlerin satılabilir ve satılamaz olarak nitelendirilmesi ilk kez İsviçre'de görülmüştür. 13. yüzyılda et kalitesi ile ilgili bilgiler artmış olmakla beraber, et kalitesi ile mikroorganizmalar arasındaki ilişkinin anlaşılmış olduğu pek sanılmamaktadır. Mikroorganizmaların gıdaların bozulmalarında rol oynadığını belki de ilk ileri süren kişi A. Kircher adında bir keşiştir yılında çürüyen vücutlar, bozulan et, süt ve diğer gıdalarda gözle görülmeyen "kurtçuklar" olduğunu ileri süren bu kişinin görüşleri pek taraftar bulmamıştır. Daha sonraları 1765'te L. Spallanzani kaynatıldıktan sonra sıkı bir şekilde kapatılmış bir kapta saklanan et suyunun bozulmadığını göstermiştir. Spallanzani bunu spontan generasyon doktrinini çürütmek amacıyla yapmış ancak, bu işlemde spontan generasyonunun hayati öğesi olan oksijenle ilişkiyi kestiği için kabul ettirememiştir. 1873' de Schwann bu teoriyi havayı kızgın bir bobin üzerinden geçirip ortama vererek, hava bulunması halinde de gelişme olmadığını göstererek ispatlamıştır. Bu araştırıcılar ısıl işlemle gıda muhafazasını teorik olarak geliştirdikleri halde, bunu uygulamaya aktarmamışlardır. Konserveciliğin temeli 1795 yılında Fransız hükümetinin gıdalarının pratik olarak saklanmasına yönelik bir yöntem geliştiren kişiye 1200 Frank ödül koymasıyla atılmıştır yılında bir şekerleme ustası olan F. Appert eti cam kavanoz içinde kaynatarak muhafaza etmeyi başarmıştır. Bu bakış 1810 yılında Appert 'in patent almasıyla kamuoyuna duyurulmuştur. Gıdalarda bulunan mikroorganizmaların önemi ve oynadıkları rolü ilk anlayan ve gösteren kişi ise L. Pasteur' dür. 1860' da şarap ve birada istenmeyen mikroorganizmaları yok etmek için ilk defa ısı uygulanmıştır. Böylece günümüzde de gıda muhafazasında yaygın olarak kullanılan pastörizasyon uygulamalarının temeli atılmıştır. Gıdaların korunması, bozulması, fermantasyon mikrobiyolojisi, gıdalardan insanlara geçen hastalıklar ve mikrobiyolojik gıda zehirlenmeleri konularında pek çok gelişme olmuş ve gıda mikrobiyolojisi günümüzde önemli bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır. İnsan gıda kaynaklarının bitki ve hayvan kaynaklı olması nedeniyle bunların üzerinde doğal olarak bulunan mikrobiyel floranın biyolojik prensiplerinin, bitki ve hayvansal habitatlarıyla etkileşimi ve oynadıkları rollerinin anlaşılması son derece önemlidir. Mikroorganizmalar doğada ölü bitki ve hayvan dokularında indirgen halde bulunan karbon, azot, kükürt bileşiklerini bitkilerin kullanabileceği şekle dönüştürür, bitkiler ise hayvanların beslenmesini sağlar. Bu sırada mikroorganizmalar insanlar tarafından kullanılan bitki ve hayvansal gıdaların bozulmasına neden olurlar. Kuşkusuz bu mikroorganizmaların doğadaki asli görevleri değildir, gerçekte doğada kendi varlıklarını sürdürebilme çabasıdır. Bu işlem sırasında aşağıdaki reaksiyonu gerçekleştirirler. Tüm organik bileşikler (Proteinler, karbohidratlar, lipitler vb.) Hücre yapıları + Enerji +İnorganik bileşikler (Nitratlar, sülfatlar vb.) Mikroorganizmalar yüksek canlılarla kıyaslandıklarında

basit yapılı olmalarına karşın, yaşamlarını sürdürebilmek için pek çok kompleks kimyasal reaksiyonları yürütme yeteneğindedirler. Bunun için kullandığımız organik gıda kaynaklarımızın bir kısmından yararlanmaktadırlar. Yeryüzünde bulunan tüm bakteriler gıdalarda aynı öneme sahip değildir. Aşağıda gıdalarda bulunan önemli mikroorganizmalar verilmiştir.

Bakteriler Acetobacter Erwinia Pediococcus Aeromonas Escherichia Proteus Alcaligenes Flavobacterium Pseudomonas Bacillus Hafnia Psychrobacter Bacteroides Kocuria Salmonella Brochothrix Kurthia Serratia Camplylobacter Lactococcus Shewanella Carnobacrterium Lactobacillus Shigella Citrobacter Leuconostoc Staphylococcus Clostridium Listeria Streptococcus Corynebacterium Micrococcus Vagococcus Enterobacter Moraxella Vibrio Enterococcus Paenibacillus Weisella Pantoea Yersinia Küfler Alternaria Cladosporium Mucor Aspergillus Colletotrichum Penicillium Aureobasidium Fusarium Rhizopus Botrytis Geotricum Trichothecium Byssochlamys Monilia Wallemia Xeromyces Mayalar Brettanomyces Issatchenkia Schizosaccharomyces Candida Kluyveromyces Torulaspora Cryptococcus Pichia Trichosporan Debaryomyces Rhodotorula Zygosaccharomyces Hanseniaspora Saccharomyces 02. Mikroorganizmaların Bulaşma Kaynakları Su ve Toprak Belki de bir zamanlar mikroorganizmaların hepsi suda bulunuyordu. Toprak yüzeyinin kuruması sonucu oluşan toz içindeki mikroorganizmalar tozun rüzgarla dağılması sonucu diğer topraklara, nehirlere, okyanuslara vb. dağılmıştır. Büyük su kütleleri üzerinde oluşan bulutların rüzgarla taşınması ve suların yağmur halinde tekrar toprak yüzeyine düşmesiyle de mikroorganizmalar yayılmıştır. Bu nedenle su ve toprakta bulunan mikroorganizmaların aynı olmaları bir süpriz olarak görülmemelidir. Aşağıda sıralanan ve gıda kaynaklı olarak belirtilen bakterilerin daha ziyade su ve topraktan bulaştıkları kabul edilmektedir. Bunlar Alcaligenes, Bacillus, Citrobacter, Clostridium, Corynebacterium, Enterobacter, Micrococcus, Proteus, Pseudomonas ve Serratia cinsi içinde yer almaktadırlar.

Küflerin hemen hemen hepsi su ve toprakta bulunmaktadır. Küfler bitkisel ve hayvansal maddelerin parçalanmasında çok önemli rol oynayan ve bunlarda hastalık da yapan organizmalar olup, doğada çok yaygındırlar. Bunlar arasında toprakta en fazla görülenleri: Aspergillus, Rhizopus, Penicillium, Trichotechium, Botrytis ve Fusarium 'dur. Mayaların çoğu daha ziyade bitkilerle ilişkili olduğu için bunların toprakta da bulunmaları beklenir, sudaki sayıları ise oldukça azdır Bitkiler ve Bitkisel Ürünler Yukarıda su ve toprak için bahsedilen mikroorganizmaların çoğu bitkilerde de bulunmakta olup, zaten bunların bitkilere

bulaşma kaynakları da su ve topraktır. Bununla birlikte bazı bakteriler topraktan daha ziyade bitkilerle ilişkilidir. Bu cinsler arasında özellikle Acetobacter, Erwinia, Flavobacterium, Kurthia, Lactobacillus, Leuconostoc, Pediococcus ve Streptococcus cinsleri önemlidir. Zaman zaman yukarıda sayılmayan cinsler de bitkiler ve bitkisel ürünler üzerinde bulunabilirler. Küfler arasında en önemli bitkisel kaynaklı cinsler meyve ve sebzelerin pazarlanması sırasında bozulmaya neden olanlardır. Bunlar üzerinde ileride daha detaylı olarak durulacaktır. Birçok bitkisel üründe ve özellikle meyvelerde bulunan maya cinsi Saccharomyces' tir. Ayrıca Rhodotorula da yaygın olarak bulunan mayalardandır Gıda Kapları Gıda kapları üzerinde bulunan mikroorganizmaların türü, işlenen gıdanın çeşidine, bu kapların gördüğü muameleye, bunların depolama koşullarına ve diğer faktörlere bağlıdır. Sebzeler sürekli aynı kaplar içinde işleniyorlarsa doğal olarak bu kapların içinde söz konusu sebze ile ilgili mikroorganizmalar bulunacaktır. Kaplar sıcak veya kaynar su ile yıkanıyorlarsa geri kalan flora da doğal olarak bu işleme direnç gösteren organizmalardan oluşur. Diğer yandan kaplar açıkta tozlu bir yerde muhafaza ediliyorsa bunlarda da hava kaynaklı bakteri, maya ve küfler bulunur Hayvan ve İnsanların Bağırsak Sistemleri Bu çevrede toprak, su veya diğer yerlerden ziyade daha sıkça hayvan ve insanların bağırsak sistemlerinde bulunan bakteriler mevcuttur. Bunlar arasında en fazla görülenler; Bacteroides, Escherichia, Lactobacillus, Proteus, Salmonella, Shigella, Staphylococcus ve Streptococcus' dur. Bunlar arasında en dikkat çekeni doğal ortamı insan ve diğer memelilerin bağırsak sistemi olan Escherichia cinsidir. Bunlardan ayrı olarak bağırsak sisteminde sıklıkla görülen cinsler arasında Clostridium, Citrobacter, Enterobacter ve Pseudomonas da sayılabilir. Bağırsak kökenli bakteriler hayvanların bağırsak sistemlerinden doğrudan doğruya toprak ve suya karışabilirler. Toprak ve sudan da bitkilere, toza ve gıda kaplarına vb. bulaşabilirler. Bağırsak sistemlerinde küflerin bulunması pek düşünülmezse de özellikle insan bağırsak sisteminde Candida cinsine ait maya türlerine sıklıkla rastlanmaktadır

**Gıda İşçileri**

Gıda işçilerinin ellerinde ve elbiselerinin dış yüzeyinde bulunan mikroflora işçinin alışkanlıkları ve çevresi hakkında önemli ipuçları vermektedir. Flora normal olarak kişilerin temas ettikleri herhangi bir eşya üzerinde bulunan organizmalardan oluşabileceği gibi, toz, su, toprak ve benzeri ortamlardan da kaynaklanabilir. Ek olarak, özellikle eller, burun boşluğu ve ağızdan bulaşan çeşitli mikroorganizma cinsleri vardır. Bu cinsler arasında Micrococcus ve Staphylococcus cinsleri en dikkate değer olanları olup, Staphylococcus 'lar el, kol, burun

boşluğu, ağız ve vücudun diğer kısımlarında yaygın olarak bulunmaktadırlar. Salmonella ve Shigella cinsleri ise temelde bağırsak kökenli olup, kişiler sanitasyon kurallarına uymazlarsa bunlardan gıdalara bulaşmaktadırlar. Küf ve mayaların herhangi bir cinsi gıda işçisinin o andaki davranışlarına bağlı olarak el veya elbiselerinde bulunabilir Hayvan Yemleri Şimdiye kadar değinilen bakteri, küf ve mayaların biri veya hepsi hayvan yemlerinde bulunabilir. Yemlerde bulunan organizmaların cinsi her şeyden önce yemin kaynak ve çeşidine bağlı olup, mikroorganizmaları öldürmek amacıyla bir işlem yapılıp yapılmadığına, depolandığı ambalaj malzemesinin çeşidine ve benzeri faktörlere de bağlıdır. Yemler özellikle gıda zehirlenmesine neden olan Salmonella cinsinin yayılmasında önemli rol oynarlar. Bu organizmaların işletmenin bir yerinde görülmesiyle birlikte her yerine dağılması çok hızlı olmaktadır Hayvan Deri ve Postları Toprak, su, hayvan yemleri, toz ve fekal kaynaklarda bulunan mikroorganizmaların hepsine hayvan deri ve postunda rastlanabilir. Bu mikroorganizmalar hayvan postlarından da işçilerin ellerine veya doğrudan doğruya gıdalara bulaşabilirler. Deri ve post florasında bulunan bazı organizmalar kasaplık hayvanların lenf sistemine yerleşerek kesim sonrası buradan adale dokusuna geçebilirler Hava ve Toz Hava ve tozda bulunan mikroorganizmalar bazı patojenler dışında tüm mikroorganizma cinslerini içerir. Bunlardan ayrı olarak Staphylococcus ve Salmonella türleri de gıdalara başlıca bulaşma kaynağı olmamakla beraber hava ve tozda bulunmaktadırlar. Hava ve tozda bulunan mikroorganizmalar arasında değişik derecelerde kuruluğa dayanıklı olan Bacillus ve Micrococcus türleri özellikle kayda değerdir. Zaman zaman çeşitli küf ve maya cinslerine de rastlanmaktadır Gıda Zehirlenmelerine Neden Olan Bakterilerin Kaynakları Gıda zehirlenmelerine neden olan en önemli bakteri cinsleri, Staphylococcus, Salmonella, Streptococcus ve Clostridium 'dur. Stafilokoklar daha ziyade insan ve hayvanların burun sistemi ile vücutlarının diğer kısımlarından bulaşmaktadır. Salmonella' lar ise esasen insan ve hayvanların bağırsak sistemlerinden bulaşmakta olup, dışkı ile bulaşan diğer kaynaklardan da gelmektedir. Streptokoklar da insan ve hayvan kökenli olmakla beraber, bitkilerden de bulaşmaktadırlar, buna karşın Clostridium 'ların bulaşma kaynağı topraktır. Bunlara ilaveten

Bacillus cereus ve Vibrio parahaemolyticus bakterileri de gıda zehirlenmelerine neden olmaktadırlar. Bunların kaynakları da sırasıyla toprak, toz ile su ve denizdir. 03. Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar Bakteriler 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- 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 (Salmonella, Shigella, Clostridium spp., Staplylococcus, Bacillus cereus vb.)

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

**Acetobacter :** Bu bakteriler genç hücreleri gram(-), yaşlı hücreleri gram variable (değişken), spor oluşturmayan, aerobik, katalaz(+) çubuk şeklindedir. Hareketli ve hareketsiz türleri vardır. Alkolü asetik aside okside etmeleri nedeniyle sirke işlemede yararlı, alkollü içki üretiminde ise zararlıdırlar. Organizma doğal olarak meyve ve sebzelerde bulunur. Bazı türleri asetik asit ve laktik asidi oksidasyon yoluyla CO 2 ve suya dönüştürürler. Acetobacter xylinum gibi aşırı derecede mukoz oluşturan bazı türleri sirke üretiminde üremeye başlayarak sirke jeneratörlerinin tıkanmasına yol açarlar.

**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.

**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 antracis 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. 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.polymxa ise polimiksin antibiyotiklerinin üretiminde kullanılır. B. subtilis, B. amiloliquefaciens ve B. stearothermophilus bakteriyel α-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 kullanılmakta olup miso ve soysos üretiminde starter kültür olarak da yararlanılmaktadır.

**Carnobacterium** : Gram(+), katalaz negatif çubuklardır. Daha önce laktobasiller içinde sınıflandırılmış olan suşları içermektedir. Lactobacillus divergens, Carnobacterium divergens; Lactobacillus piscicola ise Carnobacterium piscicola olarak adlandırılmıştır. Heterofermentatiftirler ve çoğu 0 $^0$ C' de gelişir, 45 $^0$ 'de gelişemez. Bazı türleri glikozdan gaz oluşturur. Laktobasillerden asetat ortamında gelişememeleri ve oleik asit sentezi yapmalarıyla ayrılırlar. Bu cinslere vakum paketli etlerde, balık ürünlerinde, balık ve kanatlı etlerinde rastlanmaktadır. Enterococcus : Doğada yaygın olarak bulunurlar, ayrıca omurgalıların dışkısında da miktarları yüksektir. Bazen piyogenik enfeksiyonlara neden olurlar. Gram(+), spor oluşturmayan, bazı türleri hareketli bazı türleri hareketsiz, kapsülsüz, fakültatif anaerob koklardır. Sıvı kültürde siferik veya oval şeklinde 0,6-0,2 x 0,6 x 2,5 µm büyüklüğünde hücreler oluştururlar. Karbohidratları fermente ederler ve esas olarak L(+)-laktik asit üretirler, gaz oluşturmazlar, son ph' ları 4,2-4,6'dır. 10 $^0$ C ve 45 $^0$ C' de gelişebilirler, optimum gelişme sıcaklıkları 37 $^0$ C' dir. %6,5 NaCl ortamında ve %40 safra tuzunda gelişme yeteneğindedirler. Bu cins içinde Lancefield'in D grup streptekokları yer almaktadır. Bazı peynirlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılan türleri vardır. Eski isim Streptococcus faecalis Streptococcus faecium Yeni isim Enterococcus faecalis Enterococcus faecium

**Erwinia :** Enterobacteriaceae familyasına dahil gram(-), katalaz(-), anaerobik enterik çubuklardır. E. caratovora şekerleri ve alkolleri fermente edebilir ve bazı sebzelerde bulunan ramnoz, sellobioz, arabinoz ve mannitol gibi şekerleri kolaylıkla kullanabilir. Çoğu 37 $^0$ C'de gelişme gösterirken bazı suşlarının buzdolabı sıcaklığında geliştiği (hatta 1 $^0$ C'de gelişebilen suşları) belirlenmiştir. Bitkilerde protopektin halinde bulunan pektini, sahip oldukları protopektinaz enzimi ile parçalayarak bakteriyel yumuşak çürümeye neden olurlar. Bu cinsin içinde yer alan üç tür Pantoea cinsi içine aktarılmıştır.

**Flavobacterium :** Gram(-) aerobik, katalaz (+) çubuklardır. Agar yüzeyinde sarı pigment oluştururlar. Mezofilik ve psikrotrof türleri vardır. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen et ve et ürünleri ile sebzelerde bozulmaya neden olurlar. Yeni sınıflandırmada bu gruptan Weeksella, Chryseobacterium, Emedobacter ve Bergeyella gibi farklı cinsler ortaya çıkmıştır, ancak hiç biri gıdalarla ilgili değildir. Bazı suşları balıklara patojendir, bazı türler ise halofilik özellik gösterir.

**Gluconobacter** : Gram(-) olup yaşlı hücreleri Gram(+)'e dönüşebilir. Mutlak aerob, katalaz(+), oksidaz (-), polar flagellumlu olmalarına rağmen bazıları hareketsiz, çubuk şeklinde bakterilerdir. Fermentatif değil, oksidatif bir metabolizmaya sahiptirler. Etanolu asetik aside okside ederler. Sebze, meyve, ekmek mayası, bira, şarap ve sirkede üreyerek bozulmalara yol açar. Bu cinsin tek temsilcisi Gluconobacter oxydans 'dır. Bu bakteriden endüstride C vitamini üretiminde yararlanılır.

**Hafnia :** Gram(-), fakültatif anaerobik ve fermentatif, oksidaz(-), hareketli enterik çubuklardır. Özellikle buzdolabı sıcaklığında saklanan et ve et ürünlerinde bozulmaya neden olurlar. Hafnia alvei bu cinsin tek türüdür. Toprak, su, süt ürünleri, kanalizasyon suları, insan ve hayvan dışkısında bulunur.

**Halobacterium :** Gram(-), katalaz(+), mutlak aerob ancak bazı suşları fakültatif anaerob, hareketli veya hareketsiz çubuk veya disk şeklindeki bakterilerdir. Ekstrem halofilik bakterilerdir. Gelişebilmeleri için ortamda en az %15 tuza gereksinimleri vardır. Optimum gelişebilmek için %20-26 oranında tuza ihtiyaç duyarlar. Halobacterium türleri pembe, turuncu ve kırmızı renkte pigment oluştururlar ve daha çok tuzlanmış balık ve et ürünlerinde gelişerek bozulmalara neden olurlar.

**Halococcus** : Gram (-), mutlak aerob, oksidaz ve katalaz(+), hareketsiz, ikili ve dörtlü sarsina veya düzensiz kok şeklinde bakterilerdir. Halococcus morrhuae bu cinsin tek türüdür. Turuncu ve kırmızı pigment oluştururlar ve yine tuzlanmış balık, et ve et ürünlerinde gelişerek bozulmaya neden olurlar.

**Kocuria :** Micrococcus cinsinden ayrılan üç tür Kocuria rosea, K. varians, K. kristinae ismini alarak bu gruba aktarılmıştır. Bu grubun üyeleri Gram (+), aerobik, oksidaz (-), katalaz(+) kok şeklinde bakterilerdir.

**Kurthia :** Gram(+), spor oluşturmayan, mutlak aerob, hareketli, uzun çubuklardır. Bu cins içinde Kurthia zophii ve Kurthia gibsonii adlı iki tür vardır. Çiftlik hayvanlarının dışkısında, sütte ve toprakta bulunmaktadır. Kurthia zophii -5 ile 35 $^{0}$ C arasında, Kurthia gibsonii ise 5' den başlayarak 45 $^{0}$ C ve daha yüksek sıcaklıklarda gelişebilme yeteneğindedir. Kurthia zophii indikatör mikroorganizma olarak kullanılmaktadır. Dondurularak saklanan etlerde bu mikroorganizmanın bulunması o etin dondurulduktan sonra bir ara çözündüğünü göstermektedir.

**Lactobacillus** : Düzgün veya kıvrımlı uzun çubuk şeklinde, spor oluşturmayan, katalaz(-), gram(+) olarak kabul edilmekle birlikte yaşlanmayla gram(-) hücreler oluşturan bakterilerdir. Mikroskop altında çoğunlukla uzun zincirler halinde görülmekle birlikte tek tek de bulunabilirler. Genellikle hareketsiz, çoğu mikroaerofilik veya anaerobik olup homofermentatif ve heterofermentatif türleri bulunmaktadır. Bitki ve hayvansal materyal üzerinde ve çeşitli gıdalar üzerinde (hububat, et ve süt ürünleri, bira, şarap meyve ve meyve suyu, hamur, turşu ve zeytin) yaygın olarak bulunurlar. Bazıları fermente süt ürünlerinin üretiminde önemlidir. Pek çoğunun gelişme istekleri çok belirgin olduğu için laboratuarda vitamin ve amino asit tayininde ve et ürünlerinin işlenmesinde starter kültür olarak kullanılırlar. Laktobasiller, gıda mikrobiyolojisinde yararlı gruba girmekle beraber zararlı olmaları da söz konusudur. Bu cins içinde Betabacterium, Streptobacterium, Thermobacterium olmak üzere 3 farklı grup bulunmaktadır. Zorunlu heterofermentatif Lactobacillus türlerinin (örneğin, L. brevis) hepsi Betabacterium içinde yer almaktadır. Homofermentatif ve fakültatif heterofermentatif Lactobacillus türleri ise Streptobacterium ve Thermobacterium grubu içindedir. Lactobacillus acidophilus ve Lactobacillus bulgaricus Thermobacterium grubunda yer alır, 40 $^{0}$ C'de optimum gelişirler, %3 veya daha yüksek miktarda laktik asit üretirler. Lactobacillus casei, Streptobacterium grubu içindedir, optimum gelişme sıcaklığı 30 $^{0}$ C' dir ve %1,5 veya daha yüksek miktarda laktik asit üretirler.

**Lactococcus :** Lancefield' in serolojik sınıflandırmasında N grup olarak bilinen streptekoklar yeni sınıflandırmada Lactococcus olarak adlandırılmıştır. Gram(+), spor oluşturmayan, hareketsiz, fakültatif anaerob, katalaz(-), oksidaz(-) koklardır. Sıvı kültürde geliştiklerinde 0,5-1,2 x 0,5 µm büyüklükte siferik veya oval şekilli hücreler oluştururlar, tekli, çift veya zincir yaparlar. 10 $^{0}$ C' de gelişirler ancak 45 $^{0}$ C' de gelişemezler. %0,5 NaCl ortamında gelişme gösteremezler. Suşların çoğu N grup antiserumlarla reaksiyona girer. Karbohidratları fermente ederler ve çoğunlukla L(+)-laktik asit üretirler, gaz oluşturmazlar.

Eski isim Streptococcus lactis subsp. lactis ve Lactobacillus xylosus Streptococcus lactis subsp. cremoris Lactobacillus hordniae Streptococcus garvieae Streptococcus plantarum Streptococcus raffinolactis Yeni isim Lactococcus lactis subsp.lactis Lactococcus lactis subps. cremoris Lactococcus hordniae Lactococcus garvieae Lactococcus plantarum Lactococcus raffinolactis

**Leuconostoc :** Gram(+), katalaz(-), hareketsiz, fakültatif anaerob, kok şeklinde laktik asit bakterileridir. L. cremoris süt ürünlerinde aroma maddesi oluşturur, özellikle asetaldehiti etil alkole dönüştürerek tereyağında yoğurt aroması oluşumuna engel olmaktadır. Bir tür hariç Leuconostoc türleri laktozu heterofermentatif yolla kullanarak laktik asit yanında, etil alkol ve karbondioksit üretirler. Doğal olarak bitkilerde ve sütte çok yaygın olarak bulunurlar. L. dextranicum ve L. mesenteroides türleri turşu fermentasyonunda önemlidir. Yüksek şeker konsantrasyonuna dayanıklıdırlar. Hatta %55-60 oranındaki şeker ortamlarında kolayca gelişebilmektedirler. Bu nedenle şeker fabrikalarında, şurup, kek, dondurma gibi ürünlerin üretimi sırasında kolayca gelişebilmekte ve ürettikleri mukoz madde nedeniyle sorun oluşturabilmektedirler. Bu türler tıp açısından önemli olan ve kan analoğu olarak kullanılan dekstran maddesinin üretiminde kullanılır. Tuza (%3-6,5) toleranslıdırlar. Bu özelliklerinden dolayı salatalık turşularının ilk aşamasında L. mesenteroides 'e rastlanmaktadır.

**Micrococcus :** Bu gruptaki bakteriler, gram(+) ve katalaz(-), aerobik, tekli, dörtlü veya düzensiz gruplar oluşturan kok şeklinde bakterilerdir. Bazıları pembeden portakal veya kırmızıya değişen pigment oluştururlar. Çoğunluğu yüksek düzeyde tuz varlığında gelişebilmektedir. Mezofilik olan bu cins içinde psikrotrof türler de vardır. Daha önce büyük bir grup olan Micrococcus cinsinden 5 tane yeni cins ortaya çıkmıştır: Dermacoccus, Kocuria, Kytococcus, Nesterenkonia ve Stomatococcus. Micrococcus luteus'un G+C mol yüzdesinin %69-76 olduğu belirlenmiştir. Eski isim Micrococcus agilis Micrococcus varians Micrococcus roseus Micrococcus kristinae Yeni isim Artrobacter agilis Kocuria varians Salinicoccus cinsine dahil edilmiştir.

**Kocuria kristinae Moraxella** : Gram(-) kısa çubuklardır. Glikozdan asit oluşturamazlar, oksidatif metabolizmaları vardır. Penisiline hassasiyetleri ve oksidaz(+) olmaları nedeniyle önceleri Acinetobacter olarak adlandırılmakta olan bazı suşlar Moraxella cinsi içine aktarılmıştır. Ancak bazı suşları tekrar buradan alınarak yeni ortaya konan Psychrobacter cinsine dahil edilmiştir.

**Paenibacillus :** Yeni ortaya konmuş bir cinsdir. Daha önce Bacillus ve Clostridium cinslerinde bulunan bazı suşları içermekte olup ek olarak 11 adet yeni üyesi vardır. Bu türler: Paenibacillus alvei, P. amylolyticus, P. azotofixans, P. circulans, P. durum, P. larvae, P. macerans, P. macquariensis, P. pubuli, P. pulvifaciens, P. validus'dur. Pantoea : Gram(-), kapsül ve spor oluşturmayan, peritrik flagella ile hareket eden çubuk şekilli bakterilerdir. Bitkiler, toprak, su ve insan dışkısında yaygın olarak bulunurlar. Bazıları bitki patojenidirler. Eski taksonomide Erwinia ve Enterobacterler içinde yer alan suşların bazıları bu cins içine aktarılmıştır. Buna göre; Pantoea agglomerans; Enterobacter agglomerans, Erwinia herbicola ve Erwinia milltiae' yi içermektedir. Pantoea ananas daha önce Erwinia ananas ve Erwinia uredovora ve Pantoea stewartii ise E. stewartii olarak biliniyordu. P. dispersa bu cinsin içinde yer alan yeni bir türdür.

**Pediococcus :** Gram(+), katalaz(-), mikroaerofilik, homofermentatif kok şeklinde bakterilerdir. Hücreleri iki boyutta bölünerek ikili ve dörtlü gruplar oluşturabilirler. Diğer laktik asit bakterileri gibi özellikle bitkilerde yaygındır, %5,5' luk tuz konsantrasyonunda rahatlıkla gelişirken, %10'luk tuz konsantrasyonunda zayıf gelişme gösterirler. Laktozu kolayca kullanamadıkları ve gereksinimleri olan gelişme faktörlerinin bulunmaması nedeniyle sütte iyi gelişemezler. P. acidilactisi sosis ve sucuk üretiminde, P. cerevisiae soysos üretiminde kullanıldığı gibi şarap ve biralarda diasetil ürettiği için kötü kokuya, sünmeye ve sarsina hastalığına da neden olmaktadır. P. pentosaceus yeni bir türdür. Bu grup bakterileri gıda mikrobiyolojisi bakımından önemli yapan tuza tolere etmeleri, asit üretmeleri ve 7-45 $^{0}$ C gibi geniş sıcaklık aralıklarında gelişebilmeleridir. Son kaynaklarda Tetragenecoccus halophilus olarak adlandırılan P. halophilus yüksek tuz içeren ürünlerde serbest amino asitleri dekarboksile ederek gıda bozulmalarına yol açmaktadır.

**Propionibacterium :** Bu cins içinde yer alan organizmalar genellikle pleomorfik olup gram(+), hareketsiz, anaerobik ancak oksijene tolerans gösterebilen, katalaz(+), spor oluşturmayan çubuklardan oluşur. Çubuklar davul tokmağı şeklinde olabildiği gibi ince uzun veya dallanmış olabilir. %6,5 tuz içeren ortamlarda gelişebilirler. Propionibacterium'lar daha ziyade insanlarda bulunmakla birlikte insan ve hayvan bağırsak sistemlerinde görülürler. Bu gruptaki bakteriler fermentasyonları sırasında ana ürün olarak propiyonik asit ve asetik asit üretmekte olup az miktarda da diğer organik asitleri oluştururlar. P. freudenreichii subsp. shermanii İsviçre peyniri üretiminde kullanılmaktadır. Propiyonik asit ve karbondioksit ürettiği için peynirin karakteristik kokusu ve gözeneklerinden bu bakteri sorumludur. Ayrıca

önemli miktarda B 12 vitamini ve propiyonik asit oluşturduğu için ticari amaçlı üretimlerde de kullanılabilir.

**Proteus :** Gram(-), fakültatif anaerob, hareketli, pleomorfik ve kısa çubuk şeklinde bakterilerdir. Proteus türleri toprak, su, çürümekte olan maddelerin üzerinde ve insan ve hayvan bağırsak sistemlerinde bulunur. Bu bakteriler yüksek proteolitik aktiviteye sahiptir ve buzdolabı sıcaklığının üzerinde saklanan et, deniz ürünleri ve yumurta gibi protein içeren gıdaların bozulmasına neden olurlar. Proteus vulgaris ve Proteus mirabilis et ürünlerinde üretdiklerinde bu ürünlerin tüketilmesi sonucunda bağırsak bozulmalarına neden olabilir. Laktozu fermente edememeleri ve hareketli olmaları nedeniyle Salmonella türlerine benzerlik gösterirler. Proteus 'u Salmonella 'dan ayıran en belirgin özellik üreyi hızlı bir şekilde hidroliz etmeleridir.

**Pseudomonas :** Son derece önemli olan bu cinsin türlerinin bazıları oksidaz pozitif, bazıları oksidaz negatiftir. Türlerin tamamı katalaz(+), gram(-), aerobik, polar flagellası ile hareket edebilen çubuk şekilli bakterilerdir. Bazı türleri insan, hayvan ve bitki patojenidir. Pseudomonas 'ları gıdalar için önemli kılan pek çok özelliğe sahiptirler. Bazı türleri proteolitik ve lipolitik aktivite göstermektedir. Aerobik olmaları nedeniyle gıdaların yüzeyinde hızla gelişebilmeleri sonucu okside ürünler ve mukoz madde oluştururlar. Kendi gelişmeleri için gerekli gelişme faktörleri ve vitaminleri sentezleme yeteneğindedirler. Psikrofil, mezofil veya psikrotrof türleri vardır. Özellikle soğukta saklanan et, tavuk eti, yumurta ve deniz ürünlerinin birinci derecede bozulma etmenidirler. Bazı gıda maddeleri üzerinde Pseudomonas fluoresans yeşilimtrak, P. nigrificans siyah, diğer türleri ise kahverengi pigment oluştururlar. Isı ve radyasyonla kolayca öldürülürler, oksijen olmadığı zaman ve 42 $^{0}$ C' nin üzerinde üreyemezler ve kurumaya direçlilikleri zayıftır. Pseudomonas aureginosa saprofit bir tür olmakla birlikte gastroenterik hastalıklara neden olabilir.

**Psychrobacter :** Gram(-), aerobik, hareketsiz, katalaz(+), oksidaz(+) çubuk şeklinde bakterilerdir. Daha önce Moraxella ve Acinetobacter cinsleri içinde yer alan bazı suşlar buraya aktarılmıştır. Glikozu fermente edemezler, %6,5 NaCl varlığında ve 1 $^{0}$ C'de gelişme eğilimdedirler. Ancak genellikle $^{0}$ C'de gelişemezler. Tween 80'i hidroliz ederler ve bu cinsde yer alan çoğu suş lesitinaz(+) özellik gösterir. Penisiline hassasiyet gösterirler, Acinetobacterler γ-aminovalerate'i kullanamazken bu cinsin üyeleri kullanırlar. Oksidaz(+) olmaları ve γ-aminovalerate'i kullanabilme özellikleri ile Acinetobacter 'lerden ayrılırlar.

Moraxellae cinsine çok benzerlik gösterirler. Bu nedenle daha önce Achromabacter ve Moraxellae cinsinde yer alan bazı suşlar bu grup içindedir. Et, kanatlı etleri, balık ve suda yaygın olarak bulunurlar.

**Serratia :** Enterobacteriaceae familyasına dahildir. Gram(-), aerobik, proteolitik, bazı gıdalarda ve agar yüzeyinde genellikle kırmızı pigment oluştururlar. Serratia liquefaciens ve Serratia marcescens en önemli türlerindendir. Serratia marcescens ette ve sütte gelişerek kırmızı pigment oluşturur.

**Shewanella :** Bu cins içinde Pseudomonas putrefaciens olarak bilinen önce Alteromonas putrefaciens şeklinde ifade edilen yeni taksonomide ise Shewanella putrefaciens olarak adlandırılan bakteri yer almaktadır. Gram(-), pigmentsiz ve polar flagella ile hareket eden düz veya kıvrımlı çubuk şeklinde bakterilerdir. Bu suşlar oksidaz(+) özellik gösterirler. Bu cins içinde yer alan diğer üç tür S. hanedai, S. benthica ve S. colwenilliana su ve deniz kaynaklıdır. S. benthica 'nın gelişmesi hidrostatik basınç altında artar. Streptococcus : Gram(+), katalaz negatif, fakültatif anaerobik, bazı türleri mikroaerofilik, kok şeklinde genellikle hareketsiz olan bu bakteriler kültür ortamında küçük ve renksiz koloniler oluştururlar. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (1994)'e göre yeni sınıflandırmada piyogenik hemolitik, oral streptekoklar, laktik streptekoklar (Lactococcus içinde) ve diğer streptekoklar olarak adlandırılmaktadır. Piyogenik grupta yer alan streptekoklar kanlı agarda β-hemoliz yaparlar, insan ve hayvana patojendir. İnsanlarda kızıl, boğaz ağrısı ve deri hastalıklarına neden olur. Oral Streptococcus türleri genel olarak ağız ve üst solunum yollarında bulunur. Bu grupta yer alanlar α-hemolitik viridans olarak bilinen gruba dahil türlerdir. Diğer Streptococcus 'lar grubunda yer alan ve gıdalarda önem taşıyan tür Streptococcus thermophilus 'dur. Daha önce viridans grupta yer alan Streptococcus thermophilus türünde Lancefield grup spesifik antijeni tanımlanmamıştır. Termadurik bir bakteridir. Laktozdan laktik asit üretir ve $^{0}$ C'de iyi gelişir. S. bovis ve S. equinus türleri de bu grupta yer almaktadır. S. bovis sığırların salyasından sütlere bulaşır ve S. thermophilus gibi termadurik olduğu için pastörize sütte hayatiyetini devam ettirir. 10 $^{0}$ C altında üreyemezler ancak 45 $^{0}$ C' de gelişebilirler.

**Vagococcus :** N grup laktokoklardan oluşan yeni bir cinstir. Peritrik flagella ile hareket ederler, gram(+), katalaz(-) olup 10 $^{0}$ C'de gelişirler ancak 45 $^{0}$ C'de gelişemezler. %4 NaCl ortamında gelişebilirler, %6,5'da ise gelişemezler. ph 9,6 da gelişme görülmez. En

azından bir türü H 2 S üretir. Balık, su, bazı gıdalar ve dışkıda bulunur. Weisella : 1993 yılında Yunan fermente sucuğundan izole edilen bakterinin Leuconostoc 'lara benzer olduğu ancak yapılan genetik çalışmalar sonucunda farklı bir yapıya sahip olduğu anlaşılmış ve bazı Lactobacillus türlerini de içeren Weisella adlı yeni bir grup oluşturulmuştur. Bu cinse ait bakteriler gram(+), hareketsiz, spor oluşturmayan, katalaz(-), fermentatif, kısa çubuk veya kokoid şekilli hareketsiz bakterilerdir. Heterofermentatif ve asiduriktirler. Bazı suşları arjinini hidrolize eder. Weisella paramesenteroides ve Weisella hellenica glikozdan D-laktik asit, diğer türler ise DL-laktik asit üretirler. 15 $^{0}$ C' de gelişebilir ancak 45 $^{0}$ C' de gelişemezler. Eski isim Lactobacillus viridescens Lactobacillus minor Lactobacillus kandleri Lactobacillus halotolerans Leuconostoc paramesenteroides Lactobacillus confusus Yeni isim Weisella viridescens Weisella minor Weisella kandleri Weisella halotolerans Weisella paramesenteroides Weisella confusus Weisella hellenica (sucuktan izole edilen yeni izolat) Küfler Bakteri ve birçok mayanın aksine küfler karmaşık yığınlar halinde gelişirler. Çok süratli bir yayılma özelliği gösterirler. 2-3 günde 5 ile 10 cm 2 ' lik alanı kaplayabilirler. Oluşan flament yığınına misel adı verilmektedir ve miseller hiflerden oluşmaktadır. Eşeysiz çoğalmada sporlar Sporongiofor denilen keseler içinde veya açıkta oluşur. Açıkta meydana gelen sporlara konidi denmektedir. Miselin herhangi bir hücresinin çevresinde kalın çeperler oluşması sonucu meydana gelen yapıya klamidosporlar denir. Bu yapıların hepsi çevre koşullarına çok daha dayanıklıdırlar. Miseller bölmesiz olduğu gibi, septalı (bölmeli) da olabilirler. Septalı misellerin küçük parçalara ayrılması sonucunda ise Artrospor veya Oidiumlar meydana gelir. Küflerin oluşturduğu eşeysiz sporlar onlara karakteristik renklerini verir. Küfler eşeysiz sporları yanında askospor, oospor ve zigospor gibi eşeyli sporlar da oluştururlar. 1980' li yıllara kadar gıda kaynaklı küflerin sistematiğinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Sadece bazı bilinen cins ve türlerin üremeleri ile ilgili durumları daha detaylı olarak belirlenmiştir. Bu kısımda gıda mikrobiyolojisi için önemli olan küf cinsleri anlatılacaktır.

**Alternaria :** Bu küfler septalı misel oluştururlar. Konidiler ve konidioforları koyu renklidir. Konidilerde enine ve boyuna septalar bulunur. Bitkisel ürünlerin çoğunda bozulmalara neden olurlar. A. solani patateslerde sert çürüme yapar. A. teneus meyvelerde mavi küf çürümesine neden olur. A. radicina havuç ve kerevizde, A. brasicae ise marul ve kıvırcıkta siyah benekler oluştururlar. A. citri özellikle greyfurt ve portakal gibi sitrus meyvelerinde yumuşak çürüme yaparak pazarlama sorunlarına neden olur. A. tenuissima bir tarla küfüdür ve buğdayda gelişebilir. İlave olarak kırmızı etten de izole edilmiştir. A. citri, A.

tenuissima ve A. alternata bir mikotoksin olan tenuozonik asidi oluşturarak gıda zehirlenmelerine neden olabilir.

**Aspergillus :** Misellerinden dik olarak yükselen konidioforların uçları küre veya oval şeklinde şişkindir. Konidiler tek hücreli, yuvarlak ve değişik renklidir. Pek çok gıda üzerinde sarı, yeşil, turuncu veya siyah koloniler oluştururlar. Miselleri septalıdır. Bu cinsin bazı türleri kanserojen özellikte aflatoksin üretirlerken, bazıları endüstride proteaz enzimi veya sitrik asit üretiminde kullanılarak gıda endüstrisine hizmet vermektedir. Hububat ve ürünleri, meyve, sebze, et ve diğer pek çok gıda üzerinde yaygın olarak bulunurlar. A. flavus ve A. parasiticus aflatoksin oluşturmaktadırlar. A. oryzae pirinçten sake içkisinin yapılmasında ve α-amilaz üretiminde kullanılır. Bu küfden aynı zamanda soysos imalinde ve koji fermentasyonunda starter olarak yararlanılmaktadır. A. niger meyvelerde siyah küf çürümesine ve ekmeklerde sarı pigment oluşumuna neden olmakta aynı zamanda endüstride sitrik asit, lipaz, invertaz, glukoamilaz, β-galaktozidaz enzimlerinin üretiminde kullanılmaktadır. A. glaucus ve A. restrictus depo funguslarıdır ve fasulye ve soya gibi ürünlerde sorun yaratır. A. candidus ve A. chevalieri türleri A. parasiticus'un aflatoksin üretimine engel olurlar. A. ochraceus, A. alliaceus, A. ostiarus ve A. mellus; Penicillium viridicatum, P. cyclopium, P. variable ile beraber bir başka mikotoksin olan okratoksini üretirler. A. versicolor, A. nidulans ve A. rugulosus ise sterigmatoksin adlı toksini oluştururlar. A. fumigatus nişastalı organik bileşiklerden insan veya hayvanlar için kullanılabilecek mikrobiyel protein üretiminde kullanılır.

**Botrytis :** Bu organizma uzun, ince ve çoğu kez renkli konidioflar oluşturur. Miselleri, septalı olup konidiler en uçtaki hücre üzerinde meydana gelir. Konidileri tek hücreli olup, gri renklidirler. Birçok bitki ve bitkisel gıda üzerinde gri küflenmeye yol açarlar. Meyve ve sebzelerin pazarlanması sırasında büyük sorun oluştururlar. B. cinerea bağlarda görülen küllenme hastalığını yapar. Turunçgiller, çilek, armut, elma, üzüm gibi pek çok sebze ve meyvelerde de gri küf çürümesine neden olurlar. B. allii soğanların boyunlarında gri çürüme yaparak boğazdan itibaren dokuyu yumuşatır.

**Byssochylamys :** Ascomycetlere dahil olan bu cins ask içinde 8 tane askospor oluşturur. Diğer ascomycetlerden farklı olarak ask'ın etrafını çevreleyen askokarp veya duvar bulunmaz. Askosporları ısıya dayanıklı olduğu için özellikle yüksek asitli gıdaların bozulmalarında önemli rol oynar ve düşük Eh değerlerine dayanıklıdırlar. Toprakta ve

olgunlaşmakta olan meyvelerde bulunurlar. En önemli türü olan Byssochylamys fulva ve B. nivea ısıl işlem görmüş asidik gıdaların özellikle konserve meyve ve meyve sularının bozulma etmenidirler. Bozulmanın yanı sıra bu iki tür patulin toksini üreticisidirler. Bazı türlerinden ise pektinaz enzimi üretiminde yararlanılır.

**Cladosporium :** Miselleri septalıdır. Kültürde kadifemsi, zeytin renginden siyaha değişen pigment oluştururlar. Bazılarının konidileri limon şeklindedir. Cladosporium herbarum sığır eti ve dondurulmuş kuyruk yağında siyah benek oluşturur. Kimi türleri tereyağı ve margarinde bozulma yapar, kimileri ise meyvelerde siyah kök çürümesine neden olur. İlave olarak bu cins bir tarla küfüdür ve buğday, arpa gibi hububatlarda sıklıkla rastlanır. C. herbarum ve C. cladosporiodes meyve ve sebzelerde yaygın bulunan türleridir.

**Fusarium** : Bu küfler çok miktarda pamuk görünümünde ve pembe eflatun veya sarı renkli miseller oluştururlar. Konidiler tek veya zincir şeklinde oluşur. Pek çok sebze ve meyvenin bozulmasına neden olan bu küfler muzlarda görülen boyun çürümesine de neden olurlar. F. culmorum tereyağında koyu pembe lekeler oluşturur, kuşkonmazda ise başlangıçta beyaz duman renkli miseller meydana getirir, doku daha sonra ıslak bir görünüm alarak yumuşar ve çürür. F. oxysporum aynı F. culmorum gibi etki yapar ancak pembe miseller yerine kahverengi miseller oluşturur. F. oxysporum ve F. sambucinum sambutoksin, F. monilioforme (Gibberalla fujikuroi), F. proliferatum ve F. hygami fumonisin, F. graminearum (F. roseum; Gibberalla zeae) zearalenon toksinini oluşturur. F. moniliforme incirlerde yumuşak çürüme veya endosepsis denilen hastalığa neden olur. Burada küf, incir yüzeyinde pembe lekelere ve dışa açık olan delik kısmından da şiddetli koku yayılmasına neden olur.

**Geotricum :** Daha önceleri Oidium lactis ve Oospora lactis olarak bilinen bu cins içinde maya benzeri organizmalar da vardır. Değişik renkte fakat genellikle beyaz koloniler oluştururlar. Miselleri septalı olup çoğalmaları misellerinin artrosporlara parçalanmasıyla meydana gelir. Bu organizmalara çeşitli peynirlere aroma kazandırmaları nedeniyle, bazen süt küfü adı verildiği gibi, gıda endüstrisinde, gıdalarla temas eden alet ve ekipmanın üzerinde geliştiği için makina küfü de denmektedir. Bu durum özellikle domates işleyen işletmelerde görülür. Geotricum albidum özellikle turunçgillerde, şeftali ve süt kremasında ekşimeye neden olur. Et ve sebzelerde de yaygın olarak bulunur. G. candidum ekmek mayasına bulaştığında bu mayayla imal edilen ekmeklerde küf kokusuna neden olur. Özellikle bu tür,

makina üzerinde gelişen Geotricum 'lara örnek olarak verilir. Bazı türleri Uzak doğuda tüketilen Gari adlı ürünün fermentasyonunda starter kültür olarak kullanılır.

**Monilia :** Miseller beyaz veya gri renkli olup dallanmış konidioforları taşırlar. Konidiler pembe veya ten rengi kütleler oluşturur. Miselyumları septalı olup, gelişmelerinin ileri aşamasında bölmeleri oluştururlar. Bu cins değişik isimler altında tanımlanmış ve eşeyli formları Neuspora, Monilina ve Sclerotinia cinslerine dahil edilmiştir. Neuropora olarak da bilinen bu küflerden M. sitophila (kırmızı ekmek küfü) ekmeklerde pembe kırmızı koloniler meydana getirir, şeker kamışı ve pancarı posasında da üreyerek pembe renkli koloniler oluşturur. Ayrıca makarnaların kağıt üzerinde kurutulmaları sırasında kağıt ile birleşme noktasında pembe hatlar meydana getirir. Monilina türleri sert çekirdekli meyvelerde kahverengi çürümeye neden olur. Monilina fructicola meyve ağaçlarında kangren, meyvelerde çürüme ve Sclerotinia fructigena, S. cinerea ise sebzelerde benek şeklinde bozulmalara yol açar. M. nigra sert peynirler üzerinde gelişerek kenar bölgelerde siyah benekler meydana getirir.

**Mucor :** Septasız misel oluştururlar. Sporları sporangium adı verilen kese içinde oluşur. Gıdalarda yaygın olarak bulunan bu küflerden Mucor miehei ve M. pussilus, Endothia parasitica ile birlikte peynir mayası olarak da bilinen mikrobiyel rennet (rennin) enzimi üretiminde kullanılır. M. rasemosus, M. mucedo ve M. lusitanicus etlerde püsküllenme hastalığına neden olurlar. Etin donma sıcaklığına yakın bir sıcaklık derecesinde saklanması sırasında bu küfler sporilizasyon yapmadan beyaz renkli, tüylü yapıda miseller oluşturarak etin püsküllü bir görünüm almasına neden olurlar. M. pyriformis endüstride sitrik asit üretiminde; M. rouxii amilaz ve M. miehei ise mikrobiyel lipaz enzimi üretiminde kullanılır.

**Penicillium :** Oluşturdukları miseller septalıdır. Konidiforları bazen tek, bazen de dallanmış haldedir. Uç taraflarında fırça görünümünde konidi taşıyıcıları yer alır. Konidileri yuvarlak olup, maviden mavi-yeşile kadar değişen tonlarda koloni oluştururlar ve bunları hemen hemen her türlü gıda maddesi üzerinde görmek mümkündür. Bazı türler peynir yapımında önem taşırken, bazıları da antibiyotik üretiminde kullanılmaktadırlar. Toprak, hava, toz, unlu gıdalar, meyveler üzerinde yaygın olarak bulunurlar. Bunlardan Penicillium expansum meyvelerde yumuşak çürüme, Penicillium digitatum ve Penicillium expansum ise turunçgillerde yumuşak çürümeye neden olmaktadır. P. camamberti ve P. roqueforti peynir üretiminde kullanılır. P. puberulum, P. cyclopium; A. ochraceus ile penisilik asit, P.citrinum,

P. viridicatum citrinin, P. patulum, P. expansum, P. claviforme; A. clavatus, A. teneus ve bazı Aspergillus suşları, Byssochlamys nivea ve B. fulva ile birlikte patulin (calvisin, expansin) toksini üretirler. P. viridicatum, P. cyclopium, P. variable ve bazı Penicillium türleri ise okratoksin üreticisidirler. Penicillium nalgiovensis ve P. camamberti'nin kuru sosislere starter olarak ilave edilmesinin mikotoksin üreten suşların gelişimini inhibe ettiği belirtilmektedir.

**Rhizopus :** Bu küflerin septasız misellerinde tipik olarak stolon ve rhizoidler bulunur. Sporongioforlar stolonların birleşme yerlerinden çıkar. Sporları genellikle siyah renkli olup sporangium içinde oluşur. Doğada çok yaygın olan bu küfler her türlü gıda maddesinden izole edilebilirler. Bazıları endüstride nişastadan alkol elde edilmesinde kullanılır. Rhizopus stolonifer gıdalarda en yaygın bulunan türüdür ve ekmek küfü olarak bilinmektedir. Çeşitli sebzeler ile elma, armut, üzüm, incir ve sert çekirdekli meyvelerde yumuşak çürümeye neden olur. Buzdolabı sıcaklığında saklanan bazı et ürünlerinde ve kuyruk yağında siyah benekler oluşturur. R. oligosporus oncom, bonkrek ve tempeh gibi fermente ürünlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılır.

**Thamnidium :** Septasız misel oluştururlar ve büyük sporangiumları sporangioforların uç kısımlarında, küçük sporangiolleri ise tabana yakın yan kısımlarda oluşur. Soğukta saklanan etlerde püsküllenme hastalığına neden olur. Çürümekte olan gıdalarda yaygındır. Bilinen tek türü T. elegans etlerde püsküllenme hastalığına neden olur.

**Trichothecium :** Septalı miselleri vardır. Trichothecium roseum pembe renkli pigment oluşturur ve meyvelerde pembe renkli kök çürümelerine neden olan tek türdür. Buğday, mısır ve arpa gibi hububatlarda yaygın olarak bulunur. Bazı türleri ise trikotesen (Trichothecenes; deoxynivalenol ) mikotoksin üretirler Mayalar Mayalar, her ne kadar misel oluşturabiliyorlarsa da küflerden tek hücreli oluşları, bakterilerden ise hücrelerinin daha büyük olması ve oval, uzun, eliptik veya yuvarlak hücre şekilleri ile bölünme esnasındaki tomurcuklanmaları sayesinde ayrılırlar. Tipik bir maya hücresinin büyüklüğü 5-8 µm çapındadır ve hatta bazıları daha da büyüktür. Genellikle yaşlı hücreleri genç ve gelişmekte olan hücrelere oranla daha küçük olma eğilimindedir. Geniş ph, şeker ve alkol konsantrasyonu sınırları arasında gelişebilirler. Şöyle ki, bazıları 1,5 gibi oldukça düşük ph' larda veya % 18 gibi yüksek alkol konsantrasyonlarında ve %55-60 gibi yüksek şeker konsantrasyonlarında gelişebilirler. Krem renginden pembe kırmızıya kadar değişen renkte pigment oluşturabilirler. Asko ve artrosporları ısıya oldukça dayanıklıdır. Geçen on yıl içinde

geliştirilen yeni teknikler (5S RNA, DNA baz kompozisyonu ve koenzim Q profillerinin belirlenmesi gibi) sayesinde maya taksonomisinde pek çok değişiklik yapılmıştır yılında yayınlanan, Kregen-van Rij tarafından düzenlenen maya sistematiği pek çok çalışma ürünü sonucunda geliştirilmiştir. Buna göre daha önce Torulopsis cinsi olarak bilinen grup Candida cinsine, bazı Saccharomyces türleri ise Torulaspora ve Zygosaccharomyces cinsi içine aktarılmıştır. Gıda kaynaklı 14 adet mayanın yeni taksonomisi aşağıda verilmiştir.

**Bölüm: Ascomycotina ;**

**Familya: Saccharomycetaceae** (Askospor ve artrospor oluştururlar, vejetatif üreme füzyon veya tomurcuklanma ile olur) ;

**Alt familya:** Nadsonioideae ;

**Cins:** Hanseniaspora.

**Alt familya:** Saccharomycotoideae ;

Cinsler: Debaryomyces, Issatchenkia, Kluyveromyces, Pichia, Saccharomyces, Torulaspora, Zygosaccharomyces. Alt Familya: Schizosaccharomycetoideae, Cins: Schizosaccharomyces

**Bölüm: Deuteromycotina ;**

**Familya:** Cryptococcaceae (Fungi imperfekti, eşeysiz üreme tomurcuklanma ile olur) ;

**Cinsler :** Brettanomyces, Candida, Cryptococcus, Rhodotorula, Trichosporon. **Brettanomyces :** Tomurcuklanma ile çoğalırlar, aerobik koşullarda glikozdan asetik asit oluştururlar. Ovoid şeklinde hücreleri vardır, şekerleri oksidatif ve fermentatif olarak kullanma yeteneğindedirler. B. intermedius en bilinen türüdür ve 1,8 gibi düşük ph da gelişebilir. Bira, şarap, alkolsüz içkiler ve turşularda bozulmaya neden olurlar. Ayrıca bira ve bazı şarapların (ale) yapımında 2. fermantasyonda önemlidirler.

**Candida :** 1923 yılında ilk kez tanımlanan bu cins yağ asitleri kompozisyonu itibariyle elektroforetik karyotipine göre 3 esas grup altında toplanmıştır. Hücreleri karotenoid pigment içermez ve isminin anlamı "parlayan beyaz"dır. Daha önceleri Torulopsis olarak adlandırılan Ascomycetes imperfecti türleri aşağıdaki gibi düzenlenmiştir. Anaformik özellik gösteren Candida türleri ise Kluyveromyces ve Pichia cinsi içine aktarılmıştır. Saccharomycopsis lipolytica ise Candida lipolytica olarak yeniden adlandırılmıştır. Bu cinsin bazı üyeleri kefir, kakao, bira, ale ve meyve sularının fermantasyonunda rol oynarlar. Bu cinsin bazı üyeleri taze kıyma, kanatlı etleri gibi ürünlerde yaygın olarak bulunurlar. C. tropicalis genel olarak en sık rastlanan türdür. Yeni isim Candida famata Candida kefyr Candida stellata Candida holmii Eski isim (Torulopsis candida, T. famata) (Candida pseudotropicalis, T. kefyr, T. cremoris) (Torulopsis stellata) (Torulopsis holmii)

**Cryptococcus :** Bu cins üyeleri çok yönlü tomurcuklanma ile çoğalır. Şekerleri fermente edemezler. Miselleri kırmızı veya turuncu renklidir. Artrospor oluşturabilirler. Bitki ve toprak ile çilek ve benzeri meyvelerde, deniz balıklarında, karides ve taze sığır kıymasında bulunurlar.

**Debaryomyces** : Askospor oluşturan bu mayalar çok yönlü tomurcuklanma ile çoğalırlar, bazen yalancı misel oluştururlar. Süt ve süt ürünlerinde en yaygın bulunan iki maya cinsinden biridir. D. subglobosus ve Torulaspora hansenii olarak bilinen türler D. hansenii olarak adlandırılmıştır. D. hansenii gıda kaynaklı en önemli mayalardandır. % 24 NaCl' de ve 0,65 gibi düşük su aktivitesinde gelişebilmektedir. Şarapların yüzeyinde zar oluşturarak gelişir. Salamura ve peynirlerin yüzeyinde kolayca gelişebilir, özellikle portakal suyu konsantratlarında ve yoğurtta bozulmalara neden olur. **Hanseniaspora :** Bunlara apiculatus mayaları da denir ve Kloeckera türlerini içermektedir. Çoğalmaları bipolar tomurcuklanma ile gerçekleşir. Limon şekilli hücreler oluştururlar. Ask içinde 2-3 adet şapka şeklinde sporları vardır. Şekerleri fermente edebilirler. Özellikle incir, üzüm, domates, çilek ve turunçgil gibi pek çok gıdada ve kakao fermentasyonu esnasında yaygın olarak bulunurlar.

**Issatchenkia :** Bu cinsin üyeleri çok yönlü tomurcuklanmayla çoğalırlar ve yalancı misel oluşturabilirler. Pichia cinsi içinde yer alan bazı türler bu cins içine aktarılmıştır. Candida krusei ise Issatchenkia orientalis olarak değiştirilmiştir. Gıdalarda yaygın olarak bulunurlar ve Koenzim Q-7 içermektedirler.

**Kluyveromyces :** Askospor oluşturan maya cinsidir, sporları siferiktir ve yalancı misel oluşturabilirler. Kluyveromyces marxianus önceden K. fragilis, K. lactis, K. bulgaricus, Saccharomyces lactis ve Saccharomyces fragilis olarak bilinen türleri içermektedir Süt ürünlerinde bulunan önemli iki mayadan biridir. Kluyveromyces türleri β-galaktozidaz enzimi üretme yeteneğindedir ve şekerleri fermente ederler. K. marxianus var. lactis laktozu fermente ederek kefir ile kımız yapımında ve peynir altı suyundan laktaz enzimi üretiminde starter olarak kullanılır. Ancak K. marxianus'un peynir gibi bazı süt ürünlerinin bozulmasına neden olduğu da unutulmamalıdır.

**Pichia :** Oval, silindirik hücreleri vardır, bu cinsin türleri yalancı misel ve artrospor oluşturabilirler. Çoğalmaları çok yönlü tomurcuklanma ile olur. Şapka formunda spor meydana getirirler. Bunlardan bazıları Williopsis türleridir ve yeni taksonomide Debaryomyces cinsi içine aktarılmışlardır. Candida guilliermondii; Pichia guilliermondii, Candida valida ise Pichia membranaefaciens olarak bu grupta yer almaktadırlar. Oksidatif mayalardır. Sıvı ortamlarda yüzeyde zar tabakası oluşturur ve zeytin salamuralarında kolayca gelişirler. Turşu, sauerkraut (susuz lahana turşusu) gibi asidik gıdalarda bozulmalara neden olurlar. Bazı türleri taze balık ve karidesten izole edilmiştir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde üretilen geleneksel pek çok ürünün üretiminde kullanılan önemli bir maya cinsidir.

**Rhodotorula :** Spor oluşturmazlar, ender olarak ilkel yalancı misel yaptıkları saptanmıştır. Çoğalmaları çok yönlü tomurcuklanmayla olur. Bir çoğu kültür ortamlarında ve gıdalar üzerinde kırmızı pigment oluştururlar. Doğada çok yaygın olarak bulunan bu mayalar hava ve toz ile bulaştıkları için laboratuarlardaki en büyük kontaminasyon kaynağını oluştururlar. Çok yüksek oranda yağ içerdiklerinden R. glutinis ve R. mucilaginosa gıdalarda bulunan en önemli iki türdür. Pembe, kırmızı, turuncu ve somon rengi pigment oluştururlar. Psikrotrof türleri de vardır. Taze kanatlı etleri, balık, karides ve sığır kıymasında bozulmalara neden olur. Tereyağının yüzeyinde kolaylıkla gelişirler.

**Saccharomyces :** Askospor yapan bu mayalar oval, yuvarlak ve uzun hücreler oluştururlar. Çoğalmaları çok yönlü tomurcuklanma ve içinde 1 ile 4 adet spor bulunan asklarla olur. Bu cins endüstride büyük önem taşıyan mayaları içermektedir. Doğada başta üzüm olmak üzere meyve ve sebzeler üzerinde çok yaygındır. Şekerleri fermente ederek alkol ve CO 2 oluştururlar. Saccharomyces cerevisiae başta bira olmak üzere tütsülenmiş kuru salam, şarap, şampanya, ekmek ve alkol üretiminde de kullanılmaktadır. S. bisporus ve S.

rouxii; Zygosaccharomyces cinsi, S. rosei ise Torulaspora cinsi içine aktarılmışlardır. S. cerevisiae gıdalarda nadiren bozulmaya neden olur. S. bailli mayonez, salata sosları, alkolsüz içkiler, meyve suları ve şarapta bozulma yapar. Benzoat ve sorbat gibi kimyasal koruyuculara dirençlidir.

**Schizosaccharomyces :** Bu cinsin üyeleri askospor oluşturmalarının yanı sıra bölünerek ve artrospor yaparak da çoğalırlar. Eşeyli çoğalmada oluşan ask içinde 4-8 adet askospor bulunur. Bu sporların şekilleri oval, yuvarlak veya böbrek biçiminde olabilir. Şekerli ürünleri bozulmasında rol oynarlar. En önemli türlerinden olan Schizosaccharomyces pombe yüksek oranda alkol üretme yeteneğindedir ve kimyasal koruyuculara karşı dirençlidir

**Torulaspora :** Çok yönlü tomurcuklanmayla çoğalırlar, ask içindeki sporları sferik şekillidir. Yeni taksonomide Saccharomyces cinsinin 3 türü bu cins içine aktarılmıştır. Şekerleri kuvvetli fermente ederler ve Koenzim Q-6 içerirler. Torulaspora delbrueckii gıdalarda en yaygın bulunan türüdür. Trichosporan : Oksidatif ve askospor oluşturmayan maya cinsidir. Gerçek misel oluştururlar ve şekerleri ya zayıf ya da hiç fermente edemezler. Kakao ve Uzak doğuda üretilen Idli fermentasyonunda starter kültür olarak kullanılırlar. Taze karides, sığır kıyması, kanatlı etleri, dondurulmuş kuzu eti ve diğer pek çok gıdada bulunmaktadır. Trichosporan pullulans en önemli türüdür ve endüstride lipaz enzimi üretiminde kullanılır.

**Zygosaccharomyces :** Ozmofilik bir maya cinsidir. Şekerleri kuvvetli fermente ederler. Bu nedenle reçel, marmelat, bal, melas ve şurup gibi şeker oranı yüksek gıdaların bozulmasına neden olurlar. Zygosaccharomyces rouxii en önemli türüdür ve Xeromyces bisporus'dan sonra düşük su aktivitesinde gelişebilen ikinci maya türüdür ve hatta 0,62 gibi çok düşük su aktivitesinde gelişebilmektedir. Özellikle ph=1,8 de gelişebilen Z. bailii başta olmak üzere bazı türleri mayonez ve salata soslarının bozulmasına neden olurken, bazı türleri ise soysos ve miso gibi fermente soya ürünlerinin üretiminde starter kültür olarak kullanılmaktadır.

## 2. BÖLÜM
## SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDE MİKROBİYOLOJİK BOZULMALAR

Süt, tereyağı krema ve peynir gibi mamulleri fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle mikrobiyal bozulmaya oldukça duyarlı gıdalardır. Sağlıklı bir hayvandan asetik koşullarda sağılan taze süt çok az sayıda bakteri içerir. En önemli bulaşma kaynakları hayvanın deri, kıl, insan eli, sağım makineleri, süt kapları ve soğutuculardır. Süte bu çevrelerden genellikle hava, toz, toprak su ve gübre kaynaklı mikroorganizmalar bulaşır. Süt ve mamullerinde mikrobiyal bulaşmanın düzeyi bulaşmaya engel olmak amacıyla alınan sanitasyon önlemlerine bağlıdır.

### SÜT

Süt nötral pH'sı içerdiği laktoz (süt şekeri), sitrik asit, süt yağı, azot kaynağı (proteinler, amino asitler, üre ve amonyak) mineral maddeler ve yüksek su oranı nedeniyle bir çok mikroorganizmanın gelişmesi için mükemmel bir besi ortamı oluşturur.Yeni sağılmış taze sütte doğal olarak bazı inhibitör maddeler bulunur.Diğer bazı inhibitör maddeler ise spesifik değildir ve bunlara örnek olarak lizozim, laktoferrin veya laktoperoksidaz sistemi verilebilir. İnek sütünde doğal olarak bulunan tiyosiyonat (SCN) ve H2 O2 miktarı antimikrıyal etki için gerekenden çok daha düşük düzeydedir ve nedenle de ortama ilave edilmesi gerekir. Sütte bulunan spesifik veya spesifik olmayan bu maddeler antimikbiyal özelliğe sahip olmakla birlikte çoğu sıcaklığa duyarlıdır veya süte uygulanan ısısal işlem ile ya da kendiliğinden inaktif hale gelir.

### ASİT ÜRETİMİ

Çiğ sütte normal koşullarda fermente edilebilir şekerlerin laktik asit bakterilerince kullanımı sonucu asit fermantasyonu meydana gelir. Asit fermantasyonu yapan bakterilerin ortamda bulunmaması veya koşuların bu bakterilerin gelişmesi için uygun olmaması durumunda ise sütte diğer değişiklikler gözlenebilir. Fermente süt mamullerinin üretiminde laktik asit fermantasyonundan yararlanılmasına karşın sütün ekşimesi pıhtılaşması mikrobiyolojik bir bozulma olarak nitelenir. Laktik asit fermantasyonu sonucu sütte önce ekşi bir tad oluşur ve daha sonra da süt proteini koagüle olur. Bu duruma özellikle oda sıcaklığında bekletilen çiğ sütlerde sık rastlanır. Çiğ sütlerde 10 ile 37 dereceler arasında ekşimeye genellikle Streptococcus lactis neden olur.

50 derecenin üzerindeki sıcaklıklarda genellikle B.coagulans gibi termofilik bakteriler gelişebilir. Donma noktasına yaklaşan sıcaklıklar da ise asit oluşumu çok yavaştır ve bu koşullarda genellikle proteolitik aktivite gözlenir. Süte uygulanan pastörizasyon işlemi laktik asit üreten birçok bakteriyi öldürür. Sütte laktik asit bakterilerinin dışında birçok mikroorganizma asit fermantasyonu yapabilir.

**GAZ ÜRETİMİ**

Süt ve süt mamullerinde bazı istisnai durumlar dışında asit üretiminin yanında gaz üretimi genellikle arzu edilmez. Gaz oluşturan mikroorganizmalardan en önemlileri hem CO2 hem de H2 üreten koliform bakteriler ile bazı Clostridium ve Bacillus türleri ile sadece CO2 üreten mayalar, propiyonik asit bakterileri ve heterofermentatif laktik asit bakterileridir. Gaz üretimi ve buna neden olan mikroorganizmaların tipi süte uygulanan işleme ve depolama sıcaklığına bağlıdır. Bu nedenle Clostridium ve bacillus türleri pastörizasyon sıcaklığında veya daha yüksek sıcaklıklarda ısısal işleme tabi tutlan sütlerde gelişerek gaz üretir.Propiyonik asit bakterileri ise genellikle sütte aktif değildirler.Bu bakteriler daha çok peynirde gaz oluştururlar.

**PROTEOLİZ**

Süt proteinin mikroorganizmalarca hidrolizi sonucu oluşan bazı peptidler sütte acı bir lezzet oluşturur. Bu tür bozulma daha çok laktik asit bakterilerinin ısısal işlemle öldürüldüğü, sütte oluşan asidin film (oksidatif) mayaları veya küfler tarafından yıkıma uğratıldığı veya süt asidinin başka mikroorganizmalar tarafından nötralize edildiği durumlarda düşük sıcaklıkta muhafaza edilen sütlerde görülür. Sütte proteolitik mikroorganizmaların oluşturdukları başlıca değişiklikler:

1. Asit üretimi ve proteolizin bir arada görüldüğü ‘asit proteoliz’ (asit pıhtılaşma)

2. Çok az asitlik veya hafif alkali reaksiyonla birlikte proteoliz
3. Bakterilerin otolizi sonucu açığa çıkan endoenzimlerin neden olduğu yavaş proteolizdir.
Asit proteoliz genellikle süt proteinin pıhtılaşma ve serum ayrılmasına neden olur.
Hayvanların memesinde gelişen bazı Micrococcus türleri aseptik olarak sağlayan sağılan taze sütlerde asit proteolize neden olabilir.
Sütte laktozu fermente edemeyen mikroorganizmaların neden olduğu proteoliz hafif kazein hidrolizinden tam protein hidrolizine kadar değişkenlik gösterir ve proteolizin düzeyi mikroorganizmanın cinsine bağlıdır. Bu tür bakteriler asit üretmezler veya çok az asit üretirler ve hatta bazen de proteinlerin parçalanması sonucu açığa çıkan ürünler sütte alkali reaksiyon oluşturabilir.
Pastörize sütlerde pıhtılaşma genellikle ambalajın dip kısmında başladığından tüketici özellikle karton kutularda ambalajlanan sütlerde proteoliz erken aşamalarında olayın farkına varmayabilir.

**ROP OLUŞUMU**

Sütlerde görülen diğer bir durum ise bazı bakteri hücreleri tarafından kaygan ve yapışkan materyal üretilmesi sonucu oluşan rop bozulmasıdır. Bu bozulmada sütün kıvamı koyu ve yapışkan bir haldedir. Bu genellikle düşük sıcaklıklarda depolanan sütlerde rastlanır. Sütlerde başlıca iki tip rop görülür.Birincisinde sütün yüzeye yakın kısımlarda, ikincisinde ise süttün tamamında rop oluşumu gözlenir.Sütte ropa neden olan bakteriler su, toprak, gübre, alet ve ekipmanlardan bulaştığı için kontaminasyonun önlenmesi, ropun önlenmesi açısından önemlidir.

**SÜT YAĞINDAKİ DEĞİŞMELER**

Süt yağında birçok farklı bakteri, küf ve maya cinsi değişikliğe neden olabilir. Süt yağında meydana gelen başlıca değişiklikler şunlardır:
1. Lipolitik aktivite sonucu griserol ve yağ asitleri açığa çıkar.
2. Lipolitik ve oksidatif aktivite sonucu ransit bozulma meydana gelir.
Küflerin büyük bir kısmı ve mayaların bazıları lipolitik aktiviteye sahiptir.

**LEZZET BOZUKLUKLARI**

Taze sağılmış bir süttün kendine özgü tipik lezzeti kolayca bozulabilir. Taze süttün lezzeti sağılan ineğe, hayvanın yemine göre farklılık gösterir.Sütte sonradan oluşan lezzet

bozukluklarının nedeni mikrobiyolojik olmayabilir.Süt bazı lezzet bozukluğuna neden olan maddeleri çevreden absorbe edebilir.

Sütte mikroorganizmaların neden olduğu tipik lezzet bozuklukları şunlardır;

1.Ekşi ve asit lezzet

2.Acı lezzet

3.Yanık (karamel) lezzet

Yukarıda bahsedilen tipik lezzet bozuklukların dışında daha seyrek görülen lezzet bozuklukları ise 'Enterobacter axyocum' neden olduğu ahırımsı lezzet. Yeterince soğutulmamış çiğ süt ağzı sıkıca kapatılmış şekilde bekletildiğinde sütte oluşan bazı uçucu bakteriyel metabolizma ürünleri sütün üzerinde toplanarak haşa gitmeyen bir koku oluşturur.

**RENK BOZUKLUKLARI**

Süt ve kremanın rengi; süt yağının sarılığı, süttün koyuluğu, sütte kan ve intihap bulunması ve yem gibi fiziksel ve kimyasal faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Sütte saf olarak üretilen Pseudomonas syncyanea mavimsi-gri ile kahverengimsi renk oluşturur. Sütte seyrek olarak görülen kırmızımsı renge Serratia marcescens neden olur.

**KOYULAŞTIRILMIŞ SÜT VE SÜT TOZU**

Şekersiz koyulaştırılmış süt normal olarak teneke kutularda buhar basıncı altında sterilize edilerek muhafaza edilir. Bu şekilde üretilen koyulaştırılmış sütlerde bozulma nedeni genellikle ısısal işlem yetersizliği veya ek yerlerinden sızmadır. Koyulaştırılmış sütlerde acılaşmaya genellikle proteolitik Bcillus ve bazen de Clostridium türleri neden olur. Bozulmaya genellikle ısısal işlemden sonra bulaşan mikroorganizmalar neden olur.Bu şekilde üretilen sütlerdeki başlıca bozulmalar :

1. Torula lactik-condensi ve T.globula gibi sakaroz fermente eden mayaların neden olduğu gaz üretimi

2. Rennin benzeri enzim üreten Micrococcus türlerinin neden olduğu koyulaştırılmış sütte kıvamın artması

3. Süt yüzeyinde küf kolonilerinin oluşturmasıdır. Küf kolonilerinin büyüklüğü kutuda kalan hava miktarına bağlıdır.

Süt tozunda ise nem oranının çok düşük olması nedeniyle mikrobiyal gelişme söz konusu değildir.

**TEREYAĞI**

Tereyağında görülen kusurların çoğu kremadan kaynaklıdır. Özellikle uzun süre bekletilen kremadan üretilen tereyağlarında birçok kusur ortaya çıkmaktadır. Kremanın bekletilmesi sırasında laktik asit bakterileri, gaz oluşturan bakteriler ve bozulmaya neden olan diğer birçok mikroorganizma gelişir ve bunları küf gelişmesi izleyebilir.
Tatlı kremadan işlenen tereyağları, ekşi kremadan işlenen tereyağlarına kıyasla daha dayanıklıdır. Ancak tereyağının lezzeti bozulmaya çok duyarlı olduğu için oldukça düşük sayılabilecek bir mikrobiyal gelişme yağın lezzetinde önemli kusurlar oluşturabilir.

**LEZZET BOZUKLUKLARI**

Tereyağında arzu edilen lezzetin kaynağı krema olabilir. Kremanın lezzeti hayvana verilen yemden etkilendiği gibi krema atmosferden bazı uçucu lezzet maddelerini absorbe edebilir. Sütte ve kremada mikrobiyal gelişme sonucu tereyağında aşağıdaki lezzet bozuklukları oluşabilir:

1. Lactobacillus türlerinin neden olduğu peynirimsi lezzet
2. Lipolitik bakteri ve küflerin neden olduğu ransit bozulma
3. mayaların neden olduğu mayamsı lezzet
4. Enterobacter türlerinin neden olduğu ahırımsı lezzet

**RENK BOZUKLUKLARI**

Tereyağlarında meydana gelen renk bozukluklarında mikrobiyal gelişmenin yanında rengin koyulaşmasına neden olan yüzeyde kuruma ve rengin açılmasına neden olan yağ asitlerinin oksidasyonu gibi kimyasal olaylarda rol oynayabilir.
Alternaria ve Cladosporium türlerinin gelişmesi sonucu yüzeyde siyahımsı-füme veya bazen de yeşilimsi renk oluşur.

**PEYNİR**

Olgunlaşmış peynirin su aktivitesi ve pH değerleri genellikle küflerin dışında bozulmaya neden olan birçok mikroorganizmanın gelişmesine engel olur. Ancak 30 farklı peynir örneğinde yapılan bir çalışma su aktivitesi ölçümlerinde parmesan peyniri ve çökelek hariç hepsinde su aktivitesi değerlerinin 0.94'ün üzerinde olduğu saptanmıştır. Peynirlerde görülen başlıca bozulma tipleri; küflenme, gaz oluşumu, kabukta bozulma ve renk bozukluklarıdır.

**KÜFLENME**

Peynirde küfleneme görünüş ve kokuyu olumsuz etkilediği gibi mikotoksin oluşturarak oluşturarak sağlık sorunu yaratır. Olgunlaştırma sırasında en sık görülen küfler Alternaria, Aspergillus, Cladosporium'dur.

**GAZ OLUŞUMU**

Olgunlaşmaının ilk günlerinde peynirin iç kısımlarında görülen gaz oluşumuna (erken şişme) koliform bakteriler ve özellikle Enterobacter türleri neden olur.

Genellikle üretimden birkaç hafta sonra görülen gaz oluşumuna (geç şişme) ise C.sporogones, C.butyricum ve Clostridium türleri neden olur.

**RENK BOZUKLUKLARI**

Peynir üzerindeki renk bozuklukları küf gelişmesinden kaynaklıdır.

Örneğin sert peynirlerde Aspergillus niger siyah lekeler oluştururken, Sporendonema casei kırmızı lekeye neden olur.

Peynirin iç kısımlarında renk bozukluğu daha seyrektir.

Küf kullanılarak üretilen küflü peynirlerde ise kullanılan küfün aşırı gelişmesi sonucu küf kokusu ve tad bozuklukları oluşur.

**YOĞURT**

Yoğurdun muhafazası sırasında birçok değişiklik meydana gelir. Bu değişikliklerin nedeni mikrobiyolojik ve kimyasal olabilir.

Yoğurtlarda mikrobiyolojik bozulmaya düşük pH ve sıcaklıkta gelişebilen küf ve mayalar neden olur.

Küfler genellikle yoğurt yüzeyinde gelişerek beyaz veya mavi bir film oluştururlar.

Yoğurtlarda gelişen küflerin lipolitik aktivitesi sonucu ise peynirimsi acı lezzet gözlenebilir.

**SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDE PATOJEN MİKROORGANİZMALAR**

Pastörize süt ve mamullerin insan sağlığı açısından risk oluşturmaz. Yasalarla öngörülen minimum pastörizasyon işlemi çiğ sütte bulunabilecek tüm patojen mikroorganizmaları öldürebilecek düzeydedir. Sütte pastörizasyon işlemi patojen mikroorganizmaları tamamen öldürmekle beraber S.aureus enterotoksinleri bu tür işleme oldukça dayanıklıdırlar. Sütün 148 derecede işlem görmesi halinde herhangi bir enfeksiyon oluşturmadığı belirtilmektedir. Sütte patojen virüslerin saptanması için kolay ve hızlı bir yöntem mevcut değildir. Bu nedenle de süt ve mamulleri de dahil olmak üzere patojen virüslerin gıdalardaki önemi ile ilgili bilgilerin

çoğu epidemiyolojik vakalardan elde edilmektedir. Dondurma, çiğ süt kullanılması veya uygun olmayan sanitasyon koşullarında üretilmesi halinde çiğ süt tüketiminden kaynaklanan her türlü gıda zehirlenmesi ve enfeksiyonun kaynağı olabilir.
Süt ve süt ürünlerinde insan sağlığı için zararlı olabilecek diğer bir mikroorganizma gurubu da küfler ve oluşturdukları mikotoksinlerdir.

## SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDE MUHAFAZA YÖNTEMLERİ

Sütün kendine özgü hassas yapısı ve lezzeti, kolayca bozulabilen bir özellik gösterir. Süt ve kremadan birçok değişik mamul üretilmesindeki amaçlardan biriside sütü daha dayanıklı hale getirmektir. Bu nedenle de içme sütünün dışında üretilen günlük sütü daha dayanıklı hale getirmektir. Bu nedenle içme sütünün dışında üretilen günlük sütün büyük bir bölümü süt tozu, peynir ve yoğurt gibi daha dayanıklı bir ürüne dönüştürülerek muhafaza edilir.

# BÖLÜM 3

## HUBUBAT VE HUBUBAT ÜRÜNLERİNDE MİKROBİYOLOJİK BOZULMALAR

## TARLA VE DEPODAKİ HUBUBAT TANELERİ

Hubabatlar; Gramineae familyasına ait buğday, arpa, yulaf, çavdar, pirinç, mısır gibi türleri içeren bir gıda grubudur. Hububat ve ürünlerinde küf bozulmaları başta olmak üzere mikrobiyal kaynaklı bozulmalar önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Depolama sırasında böceklenme veya küflenme nedeniyle bozulduğu tahmin edilen hububat tanelerinin % 20 dolayında olup, bu oran gelişmemiş ülkelerde daha da yüksektir.

Hububat tanelerinde gelişebilen küfler ‘tarla küfleri’ v e ‘depo küfleri’ olarak ikiye ayrılırlar. Her iki grupta da bulunabilen Aspergillus flavus gibi küf türü olmakla birlikte genelde tarla ve depo küfleri farklı cinslere ait küflerden oluşur Tarla küfleri hububat taneleri hasat öncesi tarlada enfekte ederler ve bulaşma kaynakları toprak, su, enfekte olmuş bitkiler gibi çevresel kaynaklardır. Depo küfleri ise hububat tanelerine hasat sonrasında kurutma veya depolama aşamalarında bulaşırlar ve gelişebilmeleri için tarla küflerine kıyasla daha düşük su aktiviteleri yeterlidir.

Hububat tanelerinden 50’nin üzerinde farklı küf cinsi izole edilmiştir. Bunlar arasında Cladosporium herbarum, Penicillium aurantiogriseum ve P.viridicatum gibi 0 C’nin altında gelişebilen türler bulunabildiği gibi, Mucor pusillus ve Thermoascus crustaceus gibi 60 C’ye

yakın sıcaklıklarda gelişebilen türler de bulunmaktadır .. Ancak küf cinslerinin çoğunluğunu optimum gelişme sıcaklığı 22-35C olan ve 5-45C sıcaklık aralığında gelişebilen mezofil türler oluşturmaktadır. Aynı şekilde hububat tanelerinde bulunabilen küflerin gelişebildikleri su aktiviteleri değerleride farklılık göstermektedir. Tarla küflerinin gelişebildikleri minumum su aktivitesi değerleri genellikle 0,88- 0,95 arasındadır. Örneğin tarla küflerinden Alternaria alternata minimum 0,94, Cladosporium herbarum minumum 0,70-0,88 arasında gelişen küf cinsleri içerir. En yaygın depo küflerinden olan Aspergillus'un değişik türleri farklı su aktivitesi değerlerinde gelişebilmektedir. Örneğin A.flavus minimum 0,86 su aktivitesine gereksinim gösterirken , A.restrictus 0,75 su aktivitesinde gelişebilmektedir. Depo küflerinden Penicillium cinsine ait türler ise genel olarak daha yüksek su aktivitesi değerinde gelişebilirler (minumum su aktivitesi değerleri P.aurantiogriseum için 0,84, P.viridicatum için 0,81, P.citrinum için 0,80' dir ). Zerofilik depo küflerinden Eurotium amstelodami, E.chevarieri, E.repens, Wallamia sebi gibi türler ise 0,75 ve altındaki su aktivitelerinde gelişebilmektedir.

Buğday, arpa ve yulaftan en sık izole edilen tarla küfleri Alternaria, Fusarium Helminthosporium ve Cladosporium'dur ancak farklı coğrafi bölgelerde farklı tarla küflerine raslanabilmektedir. Mısırda yeni hasat edilmiş buğday ve arpa tanelerinden aspergillus, Penicillium, Alternaria, Cladosporium, Fusarium ve Rhizopus cinsleri izole edilirken japonya'da buğday ve arpada en fazla zarara neden olan küf cinsi Fusarium olup, en yaygın izole edilen tür F.graminearum'dur. Fusarium cinsi tarla küflerinin sık rastlandığı diğer bir hububat çeşidide mısırdır ve en sık izole edilen fusarium türleri F.graminearum F.moniliforme ve F.subglutinans'dır. F.graminearum mısır taneleri ve kabukta kırmızımsı bir renklenmeye neden olur. Amerika Birleşik Devletleri, Güney Afrika , Zambia ve diğer birçok ülkede F.moniliforme mısırda çok yaygındır ve kontrolü çok zor olan bu tür, mikotoksin oluşturma potansiyeli nedeniyle tehlikelidir. Mısırdan izole edilebilen bir başka mikotoksijenik küf de Aspergillus flavus'dur. 1970' li yıllara kadar depo küfü olarak kabul edilen bu tür ve oluşturduğu toksin, son yıllarda yeni hasat edilen mısırlardan izole edilmiş ve mısırda tarlada da buluna bildiği saptanmıştır. Tarlada özellikle böcekler nedeniyle zarar görmüş mısırlara A.flavus'un nüfuz etmesi daha kolay olmaktadır. Yeni hasat edilen mısıra Penicillium cinsi de nüfuz edebilmektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde mısırda en sık raslanan Penicillium türleri P.exalicum ve P. Funicolosum iken Avusturalya ' da tarla küfü olarak izole edilen penicillium türleri P.pinophilum ve P.funicolosum'dur. Mısırda bulunan diğer tarla küfleri

arasında Alternaria , Verticillum, Cephalosporium, Nigrospora, Cladosporium ve Epicoccum türleri sayılabilir.

Diğer bir hububat çeşidi pirinçte de küf florası coğrafyaya bağlı farklılıklar gösterir. Örneğin Güneydoğu Asya yöresindeki pirinçlerde bulunabilen tarla ve depo küfleri çok çeşitlidir ve bunlar arasında Alternaria , Curvularia, Fusarium, Nigrospora, Piricularia, Chaetomium, Sphaeropsis, Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, Helminthosporium, ve Cephalosporium sayılabilir. Amerika Birleşik Devletlerinde ise pirinçte en sık rastlanan tarla küflerinin Helminthosporium, Nigrospora, Fusarium, Curvularia ve Alternatif olduğu bildirilmiştir.

Tarladaki hububat tanelerinde hemen hemen her zaman bulunabilen bakteri grupları psikrofil bakteriler ( gramda 10^4-10^5' in üzerinde), aktinomisetler (10^6'nın üzerinde) ve aerobik sporlu bakterilerdir ( gramda 10^0-10^5) . Birçok hububat çeşidinde bulunabilen bakteriler Pseudomonadaeceae, Lactobacillaceae, Bacillaceae ve Enterobacteriaceae familyalarına aittir. Aerobik sporlu bakterilerden. Bacillus cereus diğer hububat çeşitlerinde çok yaygın olmamakla birlikte , pirinçte bulunabilen en önemli bakterilerden biridir. B.cereus'un Japonya' da pirinç tarlalarındaki toprakta 10^3-10^4/gram düzeyinde bulunabildiği, ayrıca hasat öncesi, hasat sonrası, depolanma ve işleme gibi çeşitli aşamalarda giderek azalan sayılarda da olsa birinçten izole edildiği bildirilmiştir. Birçok hububat çeşidi üzerinde mayalar bulunabilirse de nem oranı düşük olduğu sürece herhangi bir soruna neden olmaktadırlar.

Hasat sonrası taneleri hızlı bir şekilde kurutulursa tarla küflerinin gelişmesi durur ancak taneleri nemli kalırsa, küfler üremeye devam ederek bozulmaya neden olabilirler. Yeni hasat edilmiş tanelerde hububatın çeşidi, hasat yöntemi, iklim koşulları gibi faktörlere bağlı olarak gramda 10^3-10^8 düzeyinde mikroorganizma bulunabilir.

Buğday, arpa ve yulafta depo küfü olarak bulunan Penicillium türleri genellikle bozulmaya neden olmazlar. Aynı şekilde Amerika Birleşik Devletlerinde pirinçte önemli bir bozulma etmeni olmayan Penicillium, Japonya' da pirinç tanelerindeki en önemli bozulma etkenidir. Pirinçte görülen sarı renge ( yellow rice disease) P.citrium, P.islandicum ve P.citreonigrum gibi toksijenik türler neden olurken, P.puberulum da kavuniçi renge neden olmaktadır. Pirinçte depo küfü olarak bulunabilen diğer cinsler, Aspergillus (A.restrictus, A.niger ve A.candidus gruplarının üyeleri), Eurotium (E.repens , E. Amstelodami),

Paecilomyces (P.variotii), kırmızı renklenmeye neden olan Fusarium chlamydosporium ve koyu kahverengi-siyah renklenmelere neden olan Helminthosporium oryzae' dir.

Hububat ürünlerinde depo küflerinin gelişmesi su aktivitesi kadar sıcaklık ve oksijene de bağımlı olup, bu faktörlerden ikisinin optimum olması durumunda üçüncü faktör uygun olmasa bile küf gelişmesi görülebilmektedir. Örneğin mısırın nem miktarı yüksek olup buzdolabı sıcaklığında depolansa bile küflenme görülebilir.

Hububat tanelerinde bakteri gelişmesi, sıcaklık ve nem miktarına bağlı olup genellikle % 20 ve üzerinde nem olmadığı sürece hububat tanelerinde bakteriler gelişemezler. Küfler primer bozulma etkeniyken bakteriler sekonder bozulma etkenidir ve küf gelişiminden sonra üremeye başlarlar. Uygun koşullarda küflerin üreyerek sıcaklığı yükseltmesi ve nemin artması ile bakterilerin de gelişmesi hububat tanelerinde 'tabi kızışma' denen mikrobiyal bozulmaya neden olabilir. Bu tip bozulmada depodaki sıcaklığın sabit olmaması önemli ölçüde rol oynar. Depolamada tanelerin sıcaklığı sabit ise %10-12'lik nem oranı küf gelişmesini önlemede yeterlidir.

Hububat tanelerinin mikrobiyal bozulmasında böceklerde rol oynar. Böcekler taneye verdikleri zarar sonucu küflerin taneye nüfuz etmesini kolaylaştırdığı gibi, küf ve bakterilerin taşınmasında da rol oynarlar.

Hububat tanelerinde küflerin gelişmesi sonucu renk ve koku bozuklukları oluşur, tanelerin çimlenme yüzdeleri düşer, ayrıca endospermdeki biyokimyasal değişmeler sonucu besin kalitesinde de azalma olur. Ancak küf gelişmesinin, bozulma ve ekonomik kayıplarından daha önemli olan zararı mikotoksin oluşturarak insan ve hayvan sağlığı açısından tehlike oluşturmasıdır.

**HUBUBAT UNLARI**

Hububat taneleri öğütülmeden önce yıkama , tavlama, eleme ve havalandırma gibi aşamalardan geçer.Yıkama ve tavlama aşamalarında klorlu su kullanımı ve bozuk tanelerin ayrılması mikrobiyal yükü önemli ölçüde azaltır. Ancak öğütme işlemi sırasında kullanılan ekipmanın temizliğine bağlı olarak yeniden bir kontaminasyon söz konusu olur.

Unlarda en sık rastlanan küfler Aspergillus glaucus grubu üyeleri , A.candidusi, A.flavus gibi Aspergillus türleri ve Penicillium türleridir. Unlarda bulunabilen diğer küf cinsleri Rhizopus, Mucor , Fusarium Alternatif ve Cladosporium'dur Unlarda mayalar

bulunabilirse de un nemlenmedikçe herhangi bir sorun oluşturmazlar. Unlarda sık olarak bulunabilen mayalar arasında Torula ve Saccharomyces cinslerine ait türler bulunur. Unların bakteriyel florasını ise genellikle psikofil bakteriler ve termofil sporlu bakteriler oluşturur. Unlardan izole edilen bakteriler arasında Bacillus , Lactobacillus, Pseudomonas, Erwinia Streptococcus, Achromobakter, Flavobakterium Sarcina ,Micrococcus, Alcaligenes, Serratia ve diğer cinslere ait türler ile enterik bakteriler sayılabilir.

## HAMURLAR

**Ekmek hamuru** : buğday unu, su veya süt, tuz , yağ, şeker ve ekmek mayasından (genellikle Saccharomyces cerevisiae) oluşur. Karıştırılan bu ingredientler fermantasyon için bekletilir ve bu süre içinde maya enzimleri hamurdaki karbonhidratları hidroliz ederek karbondioksit oluşturur. Farklı hamur tiplerinin fermantasyonunda değişik mikroorganizmalar kullanılabilir. Örneğin ekşi hamur mayası ekmeğinin fermantasyonunda Saccharomyces exiguus (Torulopsis holmii) ve heterofermantatif bir bakteri olan Lactobacillus sanfrancisco kullanılır . İtalyan tipi Panettone yapımında bir maya (Saccaromyces exiguss) ile bir veya birden fazla bakteri türü (Lactobacillus brevis, Enterobacter, Citrobacter) kullanılır.

Hamurda mikrobiyal bozulma seyrektir. Hamurun mikrobiyal kalitesi, özellikle un başta olmak üzere kullanılan ingredientlerin mikrobiyal kalitesinin iyi olmasına ve hamurun hazırlanması sırasındaki sanitasyon koşullarına bağlıdır. Hamurun çok nemli ve sıcak koşullarda bekletilmesi sonucu küf gelişmesi görülebilir. Buzdolabında bekletilen hamurlarda ise Lactobacillus dextranicum, Leuconostoc mesenteroides ile Streptococus, Bacillus ve Micrococcus türlerinin neden olduğu gaz, yapışkanlık oluşumu , ekşime gibi bozulmalar oluşabilir. Hamurda ekmek mayası dışında , Saccharomyces pastorianus, S.ellipsoides, Mycoderma cerevisiae , Torula utilis gibi yabani mayalar da bulunabilir, ancak genelde bu mayalar sorun oluşturacak düzeyde değildirler.

## EKMEK

Fermantasyon işlemi sonunda ekmek hamurunda ekmek mayası ve ingredientlerden gelen çok sayıda mikroorganizma bulunur. Pişirme sırasında somunun iç sıcaklığı 100C civarındadır ve bakterilerin vejetatif formları ile maya ve küfler ölürler. Pişirme sonrası ortaya çıkan küflenmeler, pişirme işleminden sonra: havadan, dilimleme , soğutma ve ambalajlama ekipmanlarından kaynaklanır. Bakteri sporları pişirme işleminde canlılıklarını

koruyabilir ve özellikle hamurda yüksek sayıda spor bulunduğunda pişirme canlı kalma olasılıkları artar.

**KÜFLENME**

Ekmekte en yaygın ve en önemli bozulma nedeni küflerdir. Ekmekte en sık rastlanan küfler Rhizopus stolonifer (R.nigricans), Penicillium expansum, P.stolonifer, Aspergillus niger, A.glaucus grubu üyeleri, Monilia sitophila, Mucor ve Geotrichum türleridir. Bunların dışında farklı cinslere ait çok sayıda diğer küf türüde ekmekte bozulmaya neden olabilirler.Ekmekte küflenmeyi arttırıcı faktörler (1)Havanın küf yükünün fazla olması, yoğun hava sürkülasyonu veya dilimleme aletlerinin küf ile kontamine olması gibi nedenlerle pişirme sonrası ekmeğe yüksek oranda kontamininasyon (2) ekmeğin dilimlenmesi ve dolayısıyla somun içine fazla hava girmesi,(3) ekmeğin ambalajlanması ve özellikle bu işlemin ekmek tam soğumadan yapılması,(4) ekmeğin sıcak ve nemli yerlerde saklanmasıdır.

**ROP**

Daha çok ev yapımı ekmeklerde rop oluşur.Ticari olarak üretilen ekmeklerde ise alınan önlemler sonucu günümüzde rop enfeksiyonu oldukça seyrek görülmektedir. Ancak özellikle nemli iklime sahip ve sanitasyon koşullarının iyi olmadığı, ülkelerde, ekmekte rop bozulması ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Rop bozulmasına Bacillus subtilis ve B.licheniformis neden olur. Ekmek yapımında kullanılan ingredientlerin. Hepsinde bu bakteri sporları bulunabilir, ancak un ve kontamine olmuş ekipmanlar en önemli bulaşma kaynaklarını oluştururlar. Bu bakterilerin sporları genellikle 100 Cyi aşmayan pişirme işlemi sırasında canlı kalır ve koşullar uygunsa çimlenerek ekmek içinde yumuşak, yapışkan yapıda sarımsı-kahverengi bir kitle oluşur.

**KIRMIZI EKMEK**

Ekmekte Serratia marcesvens'in neden olduğu seyrek görülen bir bozulma tipidir. Bozulma , bu bakterinin ekmek üzerinde üreyerek kırmızı pigment oluşturması sonucu oluşur. Smarcescens pişirme işlemi sırasında canlı kalamaz,dolayısıyla bu bozulmanın meydana gelmesi için bakterinin pişme işlemi sonrası ekmeğe bulaşması ve nem miktarının gelişme için uygun olması gerekir.Ekmekte pembe veya kırmızı renklenmeye küflerde neden

olabilir.Monilia(Neurospora) sitiphila ekmeğe pembe bir renk verirken, Geotrichum (Oidium) aurantiaceum da esmer ekmekte kırmızı renk oluşmasına neden olabilir.

**TEBEŞİRİMSİ EKMEK** ( chalky bread)

Ekmekte beyaz, tebeşir görünümünde lekelere neden olan bir bozulma tipidir ve bu bozulmaya da seyrek olarak rastlanır. Etkeni Endosmyces fibuliger veya Trichosporon variable'dır.

**MAKARNA VE BENZERİ ÜRÜNLER**

Makarna, şehriye ve benzeri ürünler: buğday unu , su, irmik gibi ingredientlerin hamur halinde karıştırılması, şekillendirilmesi ve genellikle 40C'de %10-12 nem içeriğine kadar kurutulması sonucu elde edilen ürünlerdir. Ayrıca bu ürünler yumurta, domates, konsantresi, süt proteini, soya proteini, vitamin, mineral gibi ingredientleride içerebilir. Makarna üretimi sırasında pişirme işlemi yoktur ve karıştırma veya kurutma aşamalarında mikroorganizmalar üreyebilir. Tüketim aşamasından önce uygulanan kaynatma işlemi ise bakterilerin vejetatif formları ile küf ve mayaları öldürür.

**KEK, PASTA VE BENZERİ ÜRÜNLER**

Kek ve benzeri fırın ürünlerinde pişme sırasında mikroorganizmalardan çoğu ölür ve düşük su aktivitesi nedeniyle mikrobiyal bozulma seyrektir.En sık görülen bozulma tipi küflenmedir ve keklerde küf kontaminasyonuna neden olan ingredientlerin başında şeker, fındık ve benzeri yemişler ile baharatlar gelir.

Pastalar ise kek ve benzeri fırın ürünlerine krema, meyve, meyve jöleleri, bal, fındık, ceviz, çeşitli soslar, şeker şurupları gibi gıda maddeleri ilave edilerek hazırlanır ve pastaların kek kısımlarından çok, çeşitli gıda maddelerini içeren bu kısımları mikrobiyal bozulmaya uğrar. Pastaların içlerine ve üzerlerine eklenen krema ve benzeri maddelerin birçoğu, özellikle süt ve yumurta içeriyorsa mikrobiyal gelişme açısından uygun gıdalardır.

**MISIR GEVREĞİ VE BENZERİ KAHVALTILIK ÜRÜNLER**

Bu tür gıdaların üretiminde uygulanan şekillendirme ve benzeri işlemler hammaddeye su eklenmesini gerektirdiğinden mikrobiyal gelişme için uygun bir su aktivitesi oluşabilir.Ancak daha sonra uygulanan ısısal işlem mikrobiyal yükü azaltır.Ayrıca ısısal işlemden sonra eklenen vitamin, mineral, tatlandırıcı ve benzeri maddeler de kontaminasyon

kaynağı olabilir.Kuru olarak saklandığı sürece mikrobiyal bozulmanın çok seyrek olduğu bu ürünlerin nemlenmesi ile küf gelişmesi söz konusu olabilir.

## HUBUBAT VE HUBUBAT ÜRÜNLERİNDE PATOJEN MİKROORGANİZMALAR VE MİKOTOKSİNLER

Hububat tanelerine tarlada ,hasat sırasında ,taşıma ve depolama aşamalarında, öğütme ve benzeri işlemler sırasında mikotoksin oluşturan küflerin kontaminasyonu söz konusu olabilmektedir. Ayrıca her aşamada bulaşabilecek küf cinsleri farklı olabildiğinden oluşabilecek mikotoksin cinsleri de çeşitli olabilir. Küflenen tanelerde mikotoksin oluşumu çeşitli faktörlere bağlıdır ve mikotoksijenik küflerle kontamine olmuş hububat ve hububat ürünlerinin hepsinde mikotoksin oluşmuyabilir. Bunun yanı sıra , düşük küf sayılarına sahip hububat tanelerinde de mikotoksine rastlanabilir. Böyle durumlarda genellikle mikotoksin oluşumundan sonra çevresel koşullar uygun olmadığından canlı küf sayısı azalabilir, ancak mikotoksinler aktif halde kalır. Genel olarak, hasat sonrasında hemen %15 veya altında nem içerecek şekilde kurutulmuş tanelerde mikotoksin oluşumuna rastlanmaz. Hasat öncesi ve hasat sırasında hububat tanelerinde mikotoksin oluşturulabilen en önemli küf cinsi Fusarium'dur Bu cinse ait F.culmorum, F.graminearum, F.poae F.tricinctum, F.sporotrichoides ve F.avenaceum türlerinin hububat tanelerinde mikotoksin oluşturduğu bilinmektedir. Normalde 'depo küfü' olarak sınıflandırılmayan Fusarium ve Alternatif gibi tarla küfleri hasat sonrasında giderek azalsa veya canlılıklarını tamamen yitirse bile, oluşturdukları mikotoksinler depolama sırasında aktif halde kalabilmektedir. Ayrıca bu küfler nemli olarak depolama sonucu depolama sırasında da mikotoksin oluşturabilmektedir. Önemli tarla küflerinden olan Alternaria, yapılan çeşitli çalışmalarda birçok hububat türünde yüksek düzeyde saptanmıştır. Alternatif'nın birçok türü monometil alternariol, alternariol, altertoksin 1 ve 2, altenuen, izo-altenuen ve tenuazonik asit gibi mikotoksinler üretmektedir, ancak bu mikotoksinlerin hububat ve ürünlerinde oluşup oluşmadığı konusunda fazla bilgi bulunmamaktadır. Hububat tanelerinin depolanması sırasında nem oranının %15'in üzerinde olaması halinde depo küflerinin mikotoksin oluşturma olasılığı bulunmaktadır. Depolama sırasında hububat çeşitlerinde mikotoksin oluşturan en önemli iki cins Aspergillus ve penicillium'dur . Bu cinslere ait çok sayıda tür aflatoksinler , okratoksinler patulin, sitrinin ve diğer birçok toksik metaboliti üretebilmektedir. Ekmekte gelişebilen küflerden çoğu mikotoksin oluşturabilen türlerdir ancak normal koşullarda küflenmiş ekmek tüketilmediğinden pratikte ekmekte mikotoksin sağlık açısından tehlike oluşturmaz . Ancak undan gelebilecek toksinler ekmek piştikten sonra da aktivitelerini

koruyabilmektedir.Trikoteenlerden deoksinivaleno miktarında önemli ölçüde azalma oluşturduğu bildirilmiştir. Makarna ve benzeri ürünler pastörizasyon sıcaklığının altında kurutulduğundan son üründe canlı patojen mikroorganizmalar bulunabilir. Yapılan çeşitli çalışmalarda makarna, pizza hamuru, lazanya, mantı gibi ürünlerde Salmonella ve Staphylococcus aureus'a rastlanmıştır. Yumurta kullanılan makarnada yumurtadan kaynaklanan Salmonella son üründe canlılığını koruyabilir, ancak tüketim öncesi uygulanan kaynatma işlemi bu bakteriyi öldürür. Makarnada potansiyel olarak tehlike oluşturabilecek diğer bir patojen de S.aureus'dur.

Mısır gevreği ve benzeri kahvaltılık ürünlerin nemlenmesi sonucu küf gelişmesi görülebilir. Ayrıca bu tür ürünlerde hammaddeden kaynaklanan veya üretim sırasında oluşabilen mikotoksinlere de rastlanabilmektedir. Özellikle mikrobiyal kalitesi düşük mısırdan üretilen mısır gevreği, mısır kırması gibi ürünlerde aflatoksin ve Fusarium toksinlerine rastlandığı bildirilmiştir.

## HUBUBAT VE HUBUBAT ÜRÜNLERİNDE MUHAFAZA YÖNTEMLERİ

Hasat öncesi hububatta oluşmuş mikotoksinler genellikle kimyasal açıdan stabil bir yapıda olup depolama ve işleme sırasında aktivitelerini korumaktadırlar. Depolama sırasında okratoksin A ve trikotesenlerin aktivitelerinde zaman içinde azalma görülmekle birlikte, genel olarak hububatta oluşan mikotoksinler aktif halde kalmakta ve hububat unları ve diğer hububat ürünlerine geçebilmektedir. Oluşan mikotoksinleri inaktif hale getirmek oldukça zor olduğundan mikotoksin oluşumunun önlenmesi daha önemlidir. Tarladaki hububat tanelerinde küf oluşumunun önlenmesi daha önemlidir.

Hububat tanelerinde mikrobiyal gelişmenin önlenmesi için en etkili yöntem su aktivitesinin düşük tutulmasıdır. Uygun şekilde kurutulan tanelerin depolanması sırasında, havalandırma ile nemin uzaklaştırılması ve yoğunlaşmanın önlenmesi, ayrıca sıcaklığın düşük ve sabit tutulması da mikrobiyal gelişmenin engellenmesinde önemlidir. Bir yıl depolanacak hububat taneleri için önerilen maksimum nem buğdayda %13-14, mısır ve arpada %13, pirinçte %14, yulaf ve soya fasülyesinde %11 olarak belirtilirken, beş yıl depolanacak

ürünlerde önerilen maksimum nem buğdayda %11-12, mısır ve arpada %11, yulaf ve soya fasulyesinde ise %10 olarak saptanmıştır. Mikotoksin oluşumunun en fazla oranda rastlandığı hububat çeşitlerinden biri olan mısırda yakın zamana kadar aflatoksinlere önem verilirken, günümüzde Fusarium toksinlerine de sık rastlandığı bildirilmektedir. Mısırın hasatı sırasında mekanik zararın azaltılması, hızlı kurutma, mümkünse 10C'nin altında depolama ve uygun havalandırma küf gelişmesinin önlenmesinde önemlidir, ancak diğer hububat çeşitlerine oranla yüksek neme sahip mısırda toksin oluşumuna sık rastlanmaktadır.

Unlarda sağlık açısından en önemli tehlike mikotoksinlerdir. Mikotoksinler ya tanelerden una geçer, ya da öğütülmüş unda oluşur. Unda küf gelişmesinin yanısıra toksin oluşumunun önlenmesi için de nem oranının %14'ün (tercihen %12'nin) altında tutulması gerekir. Ancak hasat öncesi tanede oluşmuş ve una geçmiş mikotoksinler unda aktif halde kalır.

Ekmekte en yaygın görülen mikrobiyal bozulma olan küflenmeye etki eden Faktörler dikkate alındığında, küflenmenin önlenebilmesi için: ekmeğin mümkün olduğu kadar küf sporları ile kontaminasyonunun engellenmesi, işletmelerdeki havanın filtrasyonu veya ultraviyole ışınlar ile dezenfeksiyonu, pişirme sonrası ve ambalajlanma öncesi ekmeğin hızlı ve yeterli şekilde soğutulması , dilimleme bıçakları ve ekmek yüzeyinin ultraviyole ışın ile dezenfeksiyonu, ekmeğin soğukta ve dondurularak saklanması ve ekmek hamuruna kimyasal koruyucular ilave edilmesi gibi önlemler yararlı olmaktadır.

Pasta ve benzeri ürünlerde ürünlerde gıda zehirlenmelerinin önlenmesi için pastörize krema, yumurta ve süt ürünlerini kullanmak, çig ingredientlerin ilave edilmesinden sonra pastayı soğukta muhafaza etmek, pişmiş kremaları hızla 5C'nin altına soğutmak ve 6-46C arasında 3saatten fazla bekletmemek, personel ve ekipman hijyenine dikkat etmek, pişmiş ürünün el ile temasını engellemek gibi önlemler alınabilir.

## DİĞER GIDALARDA MİKROBİYOLOJİK BOZULMALAR, PATOJEN MİKROORGANİZMALAR VE MUHAFAZA YÖNTEMLERİ

### 1.TUZ :

Gıdalarda Tat verme veya raf ömrünü uzatma gibi amaçlarla eklenen tuz doğada tuzlu yüzey suları (deniz suyu veya tuzlu göller) Kaya tuzları ve yer altındaki tuz kaynaklardan temin edilmektedir. Doğadaki tuz kaynaklarında ekstrem Halofiller olarak adlandırılan ve tuzun ve tuzun doygunluk noktası olan %26(ağırlık /hacim) Tuz konsantrasyonunda

üreyebilen Halobacterium ve Halococu cinsine ait bakteriler yaşayabilmektedir Bu bakteriler tuzlanmış et ve balık ürünlerinde gelişerek renk değişimlerine yol açabilirler Deniz suyu ve tuzlu göllerden elde edilen tuzun mikroflorasının yaklaşık %75'ini bacillus cinsi bakteriler oluştururken %25'ini bazı micrococcus ve sarcina türleri oluşturmaktadır . Kaya tuzlarının mikroflorasının ise %70 'ini micrococcus % 20' sini carynebacterium ve %4 'ünü bacillus türleri oluşturmaktadır .Ayrıca pütrifaktif anaerob bakterilere de rastlanabilmektedir. Gıdalara eklenen rafine edilmiş saf tuz ile gıdaya bulaşabilecek mikroorganizma sayısı çok düşüktür .Yağlı Tohumlar ,Sıvı Yağlar Ve Margarin Yağlı Tohumları pamuk çekirdeği (çiğit) ,keten tohumu,kolza,soya,ayçiçeği, susam gibi yağlı tohumlarda mikrobiyal kaynaklı veya mikrobiyal olmayan bozulmalar oluşabilir . Ancak en sık görülen mikroorganizma grubu küflerdir. Ve küflerden de Aspergillus türlerine sık rastlanır. Yağlı tohumlarda bulunabilen diğer küfler arasında tarla küfleri olarak Rhizopus ve Mucor türleri ,Botrytis Cinerea , Alternaria Tenuissima , Cladosporium , Cladosporoides depo küfleri olarak da Aspergillus glaucus grubu üyeleri A versicolor , A condidus ve pericillium Brevicompactum P . Cyclopium gibi çeşitli Pericillium türleri sayılabilir . Yağlı tohumların nem oranının %13'ünü üzerinde olması küf bozulmasına , nemin % 20 'nin üzerinde olması ise bakteriyel bozulmaya neden olabilir . Genelde bu tür ürünlerde % 14_15 'in üzerinde nem oranına izin verilmediğinden bakteriyel bozulma daha seyrektir .

**2.Yağlı Tohumlar ,Sıvı Yağlar Ve Margarin Yağlı Tohumları:**

Pamuk çekirdeği (çiğit) ,keten tohumu,kolza,soya,ayçiçeği, susam gibi yağlı tohumlarda mikrobiyal kaynaklı veya mikrobiyal olmayan bozulmalar oluşabilir . Ancak en sık görülen mikroorganizma grubu küflerdir. Ve küflerden de Aspergillus türlerine sık rastlanır. Yağlı tohumlarda bulunabilen diğer küfler arasında tarla küfleri olarak Rhizopus ve Mucor türleri ,Botrytis Cinerea , Alternaria Tenuissima , Cladosporium , Cladosporoides depo küfleri olarak da Aspergillus glaucus grubu üyeleri A versicolor , A condidus ve pericillium Brevicompactum P . Cyclopium gibi çeşitli Pericillium türleri sayılabilir . Yağlı tohumların nem oranının %13'ünü üzerinde olması küf bozulmasına , nemin % 20 'nin üzerinde olması ise bakteriyel bozulmaya neden olabilir . Genelde bu tür ürünlerde % 14-15 'in üzerinde nem oranına izin verilmediğinden bakteriyel bozulma daha seyrektir .

**3.SIVI YAĞLAR VE MARGARİN:**

Yağlar mikrobiyal bozulmalardan çok kimyasal bozulmaya maruz kalan gıdalardır.Yağlarda bozulma yapan küflere örnek olarak Bacillus, Serratia, lipotik, microccocus sayılabilir.Ayrıca mikroorganizmalar tarafından oluşturulan bazı pigmentler katı yağda çözülebilir ve sarı, kırmızı, mor ve kahverengi lekelenmelere neden olabilir. Bu tip ürünlerde emülsüyon ve kıvam oluşturmak amacıyla nişasta, jelatin, yumurta sarısı , hidrolize proetin ve benzeri katkı maddeleri kullanılmaktadır.

**4.SALATA SOSLARI VE MAYONEZ:**

Gıda zehirlenmelerine neden olan mikroorganizmalar belirli süre salata sosu ve mayonezde yaşayabilir. Ancak pH:4.5 altındaki ürünlerde genel olarak patojen bakteriler risk oluşturmaktadır. Mayonez ve salata sosları çiğ yumurta içeriyorsa pH'ının 4.1.'den fazla olmaması ve asitliğinin asetik asit cinsinden %1.4'den az olmaması gerekir.

**5.ALKOLSÜZ İÇECEKLER:**

Asitlendirilmiş alkolsüz içkilerin pH'ları oldukça düşüktür. Gazsız alkolsüz içecekler genellikle pastörüze edilir ve kimyasal koruyucular ile bozulmaları önlenir. Bu tür ürünlerde bulunabilen mikroorganizmalar mezofilik bakteriler, mayalar ve küflerdir. Ancak bunların sayıları düşüktür ve genelde bozulmaya neden olmazlar. Mayalarda sıklıkta bozulmaya neden olan cinz Saccharomyces'tir.

**5.KAHVE:**

Kahvede bozulma; koku kaybı kahve, yağının acılaşması, nemlenme veya küflenme şeklinde olabilmektedir. Kavrulmamış taze kahvede küflenme genel olarak %13'ün üzerinde nem bulunması durumunda görülür ve önemli ekonomik kayıplara yol açabilir. Ayrıca birçok çalışmada kavrulmuş ve kavrulmamış kahvede Sterigmatosistin, Aflatoksin B ve Sterringmatosisin kahve tüketicileri için önemli bir tehlike oluşturmadığı buna karşılık oknatoksinin daha yüksek düzeylerde saptanabildiği bilinmektedir.

**KAKAO, ÇİKOLATA VE ÇİKOLATALI ÜRÜNLER:**

Kakao taneleri kabukları içinde genelde sterildir. Kakao tozu elde etmek için tane kabuktan çıkarılır, fermante edilir, kurutulur, kavrulur, öğütülür ve preslenir. Kakao tozu %8'in altında nem içerir ve pH'sı doğal hali ile 5.5-6.6'dır. Kakao gibi çikolatada da

mkrobiyal bozulmaya seyrek olarak rastlanır. Genelde %6 oranında nem içeren kakao tozunda mikrobiyal bozulmaya rastlanmaz.

**6.ŞEKER KAMIŞI, ŞEKER PANCARI, ŞURUP, HAM VE RAFİNE ŞEKER**:

Ham şekerin rafinasyonu ile sakkaroz %99'un üzerinde saflanmıştır. Melas ve glikoz şurubu gibi şuruplarda yüksek şeker konsantrasyonu nedeni ile mikrobiyal bozulma görülmez ancak bu ürünler uzun süre havaya açık tutulursa yüzeyde küf gelişmesi görülebilir. Ayrıca seyrek olarak sıcaklığa dirençli mayalar bozulmaya neden olabilir.

**7.ŞEKERLEMELER:**

Bu tür ürünler genel olarak şeker, nişasta, süt, yağ, kakao, jelleştirici maddeler, meyve ve kabuklu yemişleri içerirler. Ayrıca tat ve koku verice katkı maddeleri emülgetörler ve benzeri maddelerde içeriklerinde bulunabilir. Şekerleme ve benzeri ürünlerde mikrobiyal gelişmeye etki eden en önemli faktör su aktivisedir. Küflenme ile koku ve tat bozuklukları olabileceği gibi ürünün enzim veya toksin bulaşmasında söz konuşu olabilir.

**8.BAL:**

Bal yüksek şeker içeriği ve pH'sının 3-4 civarında olması nedeniyle mikrobiyal gelişmeye uygun olmayan bir gıda maddesidir. Balda oluşabilecek mikrobiyal bozulmaların başlıca etkeni ozmofik mayalardır. Balın mikfoflorası son yıllarda Clostridum Botulinum sporlarının sık olarak izole edilmesi sonucu önem kazanmıştır. Anerobik bakterilerden en sık rastlanılır. Çok çeşitliçalışmalarda balda A, B ve F tipi toksini oluşturan C.b botulinum sporlarına ratladığı belirtilmiştir.

**9.CEVİZ FINDIK GİBİ KURUYEMİŞLER:**

Ceviz fındık ve benzeri sert kabuklu yemişler çeşitli ağaç çalı ve bitkilerden elde edilen ürünler olup işlem görmeden çiğ olarak veya kavurulduktan sonra tüketilirler. Ayrıca fındık ürünleri tatlılar, dondurma, şekerleme gibi çok çeşitli gıdada ingredient olarak kullanılır. Yüksek yağ oranı nedeniyle bakteriler gelişemez. Ceviz ve badem gibi ağaçtan toplanan türlerde toplama doğrudan ağaçtan yapılıyorsa mikrobiyal yük oldukça düşüktür. Ancak kabuğun zedelenmiş olması durumunda mikrobiyal yük artar.

**10.FISTIK EZMESİ:**

Fıstık ezmesi (yerfıstığı ezmesi) %49-52 oranında tuz içerebilirler. Su aktivitesi düşüktür ve genelde %1'in altında nem içerir. Yer fıstıklarının toplandıktan hemen sonra nem oranı %9'un altında olacak şeklide kurutulması önerilmektedir. Genelde 170-180C'de kavurulur, öğütülür, karıştırılır ve tuz veya diğer tat verici maddeler eklenerek hazırlanır. Daha sonra homojenize edilerek paketlenir.

**11. BAHARATLAR:**

Gıda endüstrisinde geniş kullanım alanı bulan baharatların mikrobiyal florası gerek baharatların kendisi, gerekse ingrediedient olarak kullandıkları gıdalarına korunması açısından önemlidir. Başka aflatoksinler olmak üzere baharatlardan mikotoksinler izole edilebilmektedir. Baharatlara uygulanan kurutma işlemi sonucu mikrobiyal florayı genellikle sporla bakteriler ve küfler oluştutur. Bu tür gıdalara baharatların kullanıldığı et ve et ürünleri, turşular veya çeşitli konserveler örnek olarak verilebilir. Baharatlara uygulanacak ısısal işlemler uçucu yağların dolayısıyla aroma maddelerinin kaybına neden olacağından baharat sterilizasyonunda ısısal işlem uygulanamaz.

**12.SU:**

Su doğal mikroflorasında bulunan bakteriler ile topraktan kaynaklanan bakterileri içerebileceği gibi insan ve hayvanların doğal bağırsak mikroflorasında bulunan bakteriler ve bağırsak patojenlernin de içerebilmektedir. Suda bulunan bakteriler; üretim, hasat işleme gibi çeşitli aşamalarda gıda ile temas ettiğinde veya ingredient olarak gıdalara eklendiğinde gıdalarda önemli kontaminasyon kaynaklarından birini oluşturur. Gıda işletmelerinde kullanılan suyun 'içilebilir nitelikte' olması gerekmektedir ancak sayısal olarak içilebilir nitelikte olsa suda bulunan belirli mikroorganizma grupları gıdaların kontaminasyonu ve bozulmasında rol oynamaktadır. Aynı süre içinde kontamine kuyu suyundan yapılan ve ticari olarak satılan buzun neden olduğu virotik enfeksiyonlarda 5000 kişinin etkilendiği tahmin edilmektedir. Su kaynaklı hastalıklara neden olan mikroorganizma grupları bakteriler, virüsler ve parazitlerdir. Gastrointestinal hastalıkların yanısıra diğer hastalıklara neden olabilen su kaynalı diğer bakteriler günümüzde giderek daha çok önem kazanmıştır.

## 4. BÖLÜM
## HACCP SİSTEMİNDE TEHLİKE VE RİSK

- Tehlike analizi ve kritik kontrol noktası, tehlikeleri analiz etmek ve bu tehlikelerin yaratacağı sorun ve riskleri engellemek için bir oluşum sağlar.
- Bu sistem, üretimin sonunda yoğun bir tetkiki değil de, üretim boyunca risklerin en aza indirgenmesini sağlar.

Tehlike analizi ve kritik noktalar planı aşağıdakiler de kapsamak durumundadır:

- Engellenebilir hususlar için kritik limitler
- Kontrol aktivitelerini gözlemleme ve devam ettirme

- Kritik limitlerden kaynaklanan aksaklıklar varsa, düzeltmeye yönelik adımlar atmak
- Kanıta dayalı veri ve kayıt tutma aktiviteleri

**HACCP İLKELERİ**

1-Tehlike analizlerinin yapılması
2-Kritik kontrol noktalarının saptanması,

3- Kritik limitlerin oluşturulması,
4- Sistemin etkili bir şekilde işlemesinin denetlenmesi için kontrol prosedürlerinin oluşturulması,

5- Kayıt ve dokümantasyon sisteminin oluşturulması

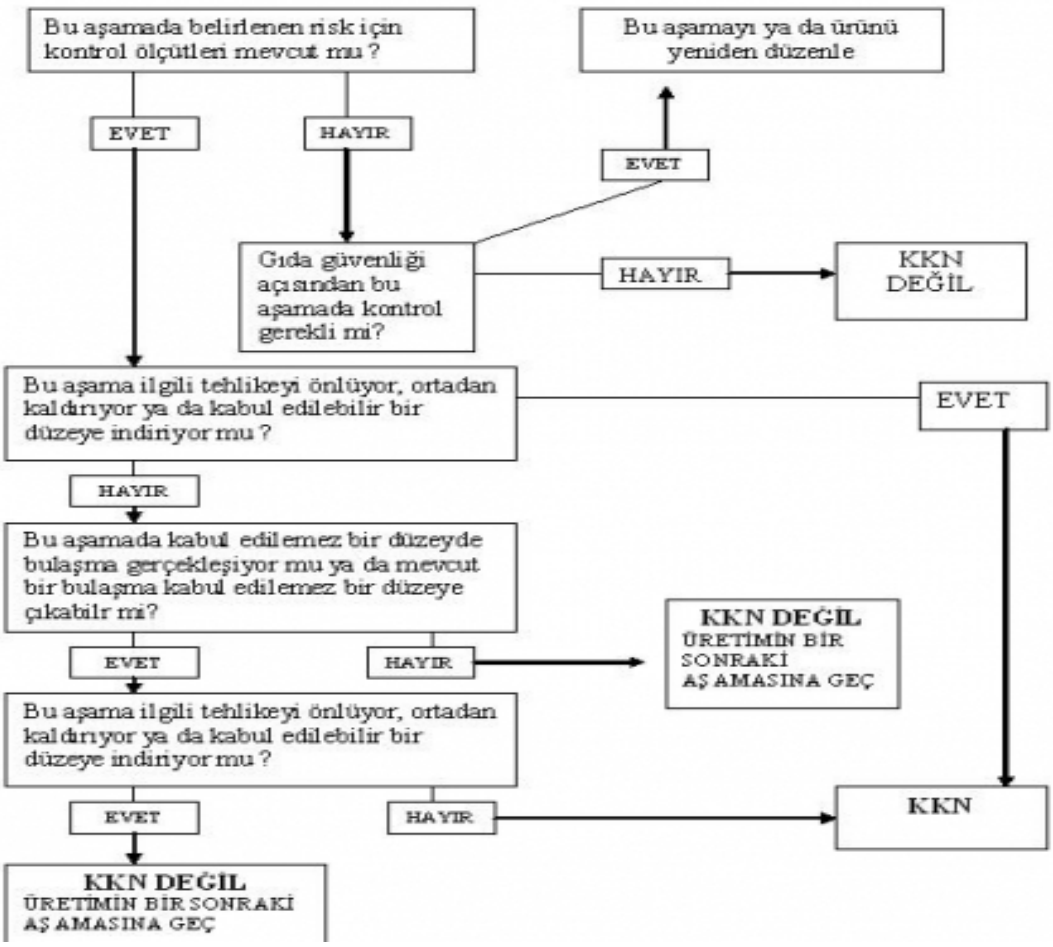
6-Kritik kontrol noktalarının izlenmesi için sistemin oluşturulması,
7- Kontrol altında olmayan noktaların izlenmesi ve varsa düzeltici faaliyetlerin oluşturulması,

**HACCP HAZIRLIK AŞAMALARI**

- Şirket çapında bir HACCP programı uygulanmadan önce bir takım hazırlık adımları atılmalıdır.
  Bu hazırlık adımları,

1. HACCP ekibinin oluşturulması
2. Gıdanın önemli özelliklerinin tanımlanması
3. Amaçlanan kullanım şeklinin belirlenmesi
4. Proses akış şemalarının hazırlanması
5. Proses akış şemalarının doğrulanması olarak sıralanır.

**KRİTİK KONTROL NOKTASINDA KULLANILAN KARAR AĞACI**




**SIĞIR KESİMİ**

- – Sadece sığır kesimi gerçekleştiriyorsa, günlük en az 36, en fazla 500 hayvan kesim kapasitesine, ya da
- – Sadece koyun ve keçi kesimi gerçekleştiriyorsa, günlük en az 290, en fazla 4.000 hayvan kesim kapasitesine sahip olmalı,
- Et İşleme Tesisi ise;
- – Günlük en az 0,5 Ton, en fazla 5 Ton günlük kurulu et işleme kapasitesine sahip olmalıdır.

**HACCP UYGULAMALARINA ÖRNEKLER**

- 1- Pismiş hamur (staphylococcus)
- 2-peynir (patojen mikroorganizmalar)
- 3-Baharatlar (salmonella)
- 4- sebzeler (salmonella)

**ÜRETİMİNDE KRİTİK KONTROL NOKTALARI BULUNAN GIDALAR**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **çikolata ürünleri** | | | | | | |
| | **1.12. Şekerli ürünler** | | | | | | |
| | 1.12.**1**. Helva, pekmez, lokum, baklava ve diğer şerbetli tatlılar, ezme, cezerye, fındık ve fıstık ezmeleri, şekerlemeler vb. | Maya ve küf | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ | ISO 7954 |
| | | E. coli | 5 | 0 | $<10^1$ | | ISO 16649-1 veya 2 |
| | 1.12.**2**. Tüketime hazır tatlı soslar | Maya ve küf | 5 | 2 | $10^1$ | $10^2$ | ISO 7954 |
| | **1.13. Hazır yemekler** | | | | | | |
| | 1.13.**1**. Tüketime hazır (pişirilmiş) her türlü et ve sebze yemeği vb. | Stafilokokal enterotoksinler | 5 | 0 | 25 g'da bulunmamalı | | |
| | | B. cereus | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ | EN/ISO 7932 |
| | | Salmonella | 5 | 0 | 0/25 g-mL | | EN/ISO 6579 |
| | 1.13.**2**. Tüketime hazır her türlü salata, şarküteri ürünleri ve soğuk mezeler vb. | E. coli | 5 | 2 | $<10^1$ | $10^1$ | ISO 16649-1 veya 2 |
| | | Stafilokokal enterotoksinler | 5 | 0 | 25 g'da bulunmamalı | | |
| | | Salmonella | 5 | 0 | 0/25 g-mL | | EN/ISO 6579 |
| | | L. monocytogenes | 5 | 0 | 0/25 g-mL | | EN/ISO 11290-1 |
| | 1.13.**3**. Tüketime hazır (pişirilmiş) her türlü unlu mamul (makarna, her türlü börek, lahmacun, pide, pizza, mantı vb.) | E. coli | 5 | 0 | $<10^1$ | | ISO 16649-1 veya 2 |
| | | Stafilokokal enterotoksinler | 5 | 0 | 25 g'da bulunmamalı | | |
| | | B. cereus | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ | EN/ISO 7932 |
| | | Salmonella | 5 | 0 | 0/25 g-mL | | EN/ISO 6579 |
| | 1.13.**4**. Tüketime hazır (pişirilmiş) her türlü tatlı (puding, muhallebi, krema, aşure, su muhallebisi vb.) | Stafilokokal enterotoksinler | 5 | 0 | 25 g'da bulunmamalı | | |
| | | Salmonella | 5 | 0 | 0/25 g-mL | | EN/ISO 6579 |
| | **1.14. Özel beslenme amaçlı gıdalar** | | | | | | |
| | 1.14.**1**. Bebek formülleri ve devam formülleri | B. cereus | 5 | 2 | $5x10^1$ | $5x10^2$ | EN/ISO 7932 |

Pars Eğitim, Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri
GSM. 0 507 454 33 57 Tel. 0 236 239 04 53
firatozel@gmail.com http://firatozel.wordpress.com/

## HACCP ANALİZİNDE YER ALAN YEDİ KRİTİK KONTROL NOKTALARIN SIRALAMASI

- 1-Postun yüzülmesi
- 2-Post yüzme işlemi sonrası yıkama ve bakterisidal yıkama
- 3-Bağırsakların yıkaması
- 4-Son yıkama
- 5-Soğutma
- 6-Soğukta muhafaza
- 7-Etiketleme

## HACCP PLANININ GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

- Sistem etkinliğinin kanıtlanmasına ilave olarak ham maddede işlemde ve veya tüketici kullanımında meydana gelecek herhangi bir değişiklik sonucu mevcut HACCP sisteminin tekrar gözden geçirilmesi zorunludur.

HACCP PLANININ GÖZDEN GEÇİRİLMESİNİ OTOMATİK OLARAK ZORUNLU KILACAK DEĞİŞİKLİKLERİN SIRALANMASI

- 1-Ham madde veya ürün formulasyonundaki değişiklik
- 2-İşleme yöntemindeki değişiklik
- 3-Çevre ve fabrika yerleşimindeki değişiklik
- 4-Ekipmanlarda yapılan modifikasyonlar
- 5- Sanitasyon programındaki değişiklikler
- 6-Paketleme depolama ve dağıtım sistemlerindeki değişiklikler
- 7-Personel organisyonu ve sorumluluklarındaki değişiklikler
- 8-Tüketici kullanımındaki değişiklikler
- 9-Ürünün sağlık ve bozulma riski ile ilgili satış noktalarından alınan bilgiler
- belirlenir.karar ağacı kullanılarak CCP olarak belirlenen bir işlem veya aşamadaki tehlike kontrol altına alınmalıdır.

**KRİTİK KONTROL NOKTALARININ CCP SAPTANMASI**

İlk aşamada tehlike analizi yapılarak potansiyel tehlikeler belirledikten sonra karar ağacı kullanılarak her aşamanın tehlikesinin bir CCP olup olmadığı belirlenir.

- Karar ağacı kullanılarak CCP olarak belirlenen bir işlem veya aşamadaki tehlike kontrol altına alınmalıdır. olarak belirlenen bir işlem veya aşamadaki tehlike kontrol altına alınmalıdır.

**KAYITLARIN TUTULMASI**

HACCP uygulamasında görev alan personelin görev ve sorumluluklarını ürünün tanımı ve akım şeması gibi

Tehlikeli analizi ile ilgili verileri kritik kontrol noktaları ile ilgili detayları Tehlikeleri kritik limitleri kontrol ve izleme sistemlerini herhangi problem durumunda dokümanlar hazırlanmalıdır.

- Çürüme nedeni olan mikroorganizmalar, meyve dokusundaki pektinden oluşan orta lamelleri çözerler.
- Bunun sonucunda hücre suyu dışarı çıkar ve böylece zedelenen doku bir çok mikroorganizma için uygun gelişme ortamı haline gelir. Meyveler adete ezilmiş bir şekil alırlar.
- Çileklerde sık görülen bu tip bozulmanın etmeni çoğu zaman Rhizopus nigricans'tır.

**Kuru çürüme**

- Yaş çürümeden farklı olarak, kuru çürümeye uğramış meyveler, kuru ve büzülmüş bir hal alırlar.
- Genellikle dokunun iç kısmında boşluklar oluşur. Gloeosporium ve Sclerotinia gibi farklı cinslerden küf mantarları çürüme etmeni olabilirler.
- Bu çürüme özellikle elma ve armutlarda görülür. Bazı hallerde çürüme hasattan önce de fark edilebilir. Yaş çürümeden farklı olarak, kuru çürümeye uğramış meyveler, kuru ve büzülmüş bir hal alırlar. Yaş çürümeden farklı olarak, kuru çürümeye uğramış meyveler, kuru ve büzülmüş bir hal alırlar.
- Genellikle dokunun iç kısmında boşluklar oluşur. Gloeosporium ve Sclerotinia gibi farklı cinslerden küf mantarları çürüme etmeni olabilirler.

- Bu tip çürüme görülen meyvelerin tadı acılaşır. Hasattan önce enfekte olan meyvelerde, genel olarak depolama sırasında yuvarlak sarı kahverenkli ve kenarları belirgin çizgili çürük yerleri görülür. Çürük yeri yumuşaktır ve kolaylıkla içe doğru çöker.

- Enfeksiyon etmeni yüzeyde fazla gelişmez, meyvenin içine doğru gelişir. Yüzeydeki çürük yerinin üzerinde gri-sarı veya beyaz renkli küf mantarı miselleri görülür. Çürüme etmeni Gloeosporium perennans, G.album ve G. fructigenum veya Glomeralla cingulata olabilir. Bu çürüme özellikle vişnelerde büyük kayıplara neden olur.
- Çürüyen meyveler zamanla kurur ve mumsu bir hal alırlar. Tricbotbecium roseum( pembe küf) de acı çürümelere neden olabilir. Fakat diğer küflerden farklı olarak gelişme yüzeyde kalır. Bozulan meyvelerin yüzeyinde pembe-kırmızı renkli miseller görülür. Bu bakımdan bu küf mantarlarının neden olduğu acı çürümelere kabuk çürümesi veya pembe çürüme adı verilmektedir.
- Bu bozulmada kabukta başlangıçta birkaç milimetre büyüklükte kuru bir leke oluşur.

Lekenin rengi, mat ve koyu kahverengi veya siyahtır. Zamanla leke büyür ve bir kısmı içeri doğru çöker. Venturia cinsinden küf mantarları kara leke etmeni olabilir. V.inaequalis-fusicladium dentricicum ise daha çok elmalarda kara leke etmenidir

- Bu çürüme etmeni sert ve yumuşak çekirdekli meyvelerde görülür. Bozulan meyvelerde dokular yumuşar, başlangıçta açık sonra koyu kahverengi bir renk alırlar. Sonuçta tüm meyve küflenir ve siyahlaşır. Monilia çürümesi etmeni, eskiden monilia cinsine dahil olduğu kabul edilmiş olan Sclerontinia cinsi küf mantarlarıdır.
- Yumuşak çekirdekli meyvelerde Sclerontinia fructigena ( monilia fructigena) ve sert çekirdekli meyvelerde Sclerontinia laxa( monilia laxa) bu tip çürümenin etmenidir. Enfeksiyon hasattan önce olur. Daha sonra depo sıcaklığı yüksekse kolaylıkla yayılır.

- Genellikle yumuşak çekirdekli meyvelerde görülen yeşil çürümede, meyve dokusu önce yumuşak, sonra meyve yüzeyi beyaz-gri, zamanla yeşil renk alan bir küf tabakası ile kaplanır. Meyvelerde tipik küf kokusu hissedilir. Elmalarda yeşil çürüme etmeni Penicillium expansum, turunçgillerde P. digitatum veya P. İtalicum türlerdir. Sebzelerde yeşil çürümeye neden olan küf mantarları ise daha farklıdır.

- Çilek gibi meyvelerde sık görülen bozulma şeklidir. Meyvenin yüzeyi 1.2mm kalınlığında bir tabaka halinde küf miselleri ile kaplanır. Meyve kahverengimsi bir renk alır.

Bozulma etmeni Botrytis cinerea gibi Botrytis türleridir. Bazı ülkelerde şaraplık üzümler üzerinde üremesi istenilen bu küf mantarları özellikle nemli yerlerde yaygın bozulmalara neden olur

- Özellikle yumuşak çekirdekli meyvelerde bu tip meyve çürümeleri sık görülür. Meyve kabuğunun üzerinde keskin sınırlı çürükler görülür. Eğer meyve kabuğu sarı renkli ise açık veya koyu kahverenkli çürükler, eğer yeşil renkli ise koyu yeşil renkli lekeler görülür.

Rutubetli yerlerde bu lekelerin üzerinde ayrıca beyaz renkli miseller görülür. Bozulma etmeni Phytophtora cactorum'dur. Bu mantar domates ve patateslerde de bozulma yapar

- Meyvelerden farklı olarak sebzelerde çürüme etmenleri çoğunlukla bakterilerdir. Özellikle Erwinia ve Xanthomonas cinsinden birçok türler sebzelerde yaş çürümelere neden olurlar.
- Bu bakteriler pektolitik parçalama yaptıklarından, bitki dokusu sertliğini kaybeder, hüre suyu dışına çıkar. Böylece sebzelerde saprofitler kolaylıkla gelişerek yapışkanlık ve ekşimeye neden olurlar.

- Sebzelerde ayrıca, küf mantarlarının neden oldukları çürümeler de önem taşırlar. Sclerotinia cinsinden bazı türler soğuk hava depolarında ve toprakta saprofit olarak yaşar, havuç, pancar ve kereviz gibi sebzelerde kahverengi veya beyaz çürüme yaparlar.
- Ayrıca Alternaria cinsinden bazı türler de sebzelerde bozulma yaparlar. Sebzelerde özellikle Alternaria çürümelerine sık rastlanır. Alternaria brassicae lahanalarda, önce kahverengi sonra siyahlaşan ve siyah çürüme adı verilen bozulma yapar.

## 5. BÖLÜM

## ET VE ET ÜRÜNLERİNDE MİKROBİYOLOJİK BOZULMALAR, PATOJEN MİKROORGANİZMALAR VE MUHAFAZA YÖNTEMLERİ :

### 1)ET VE ET ÜRÜNLERİNDE MİKROBİYOLOJİK BOZULMALAR:

*A)Kırmızı Etler:* Taze et kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeniyle mikrobiyolojik bozulmalara karşı en duyarlı gıdalardan biridir. Etin yapısında bulunan enzimler ve mikrobiyal aktivite sonucu taze ette kesimden sonra birçok değişiklik meydana gelir. Ette ileri düzeyde bir oteliz sonucu oluşan kusur genellikle ekşime olarak nitelendirilir.

Genel olarak sağlıklı bir hayvanın kas dokusu sterildir. Kesimden sonra hayvanda mikroorganizmaya karşı korunma mekanizması zayıflar. Bu durum mikroorganizmaların bütün dokulara yayılmasına neden olur. Bulaşan bu mikroorganizma uygun koşullarda çoğalarak ette bozulmaya neden olur.

Ete bulaşan mikroorganizma pratik kolaylık sağlaması açısından 3 grupta incelenir;

1-İnsanda hastalığa neden olabilen patojen mikroorganizmalar

2-İndikatör mikroorganizmalar

3-Ette bozulmaya neden olan mikroorganizmalar

Ete bulaşan mikroorganizmalar kan, lenf kanları ve bağ doku boşlukları aracılığıyla dokulara yayılır. Hayvan ölümünden sonra mikroorganizma dokulara yayılmasına etki eden faktörler şunlardır;

1-Bağırsaktaki yük

2-Kesimden önce hayvanın fizyolojik durumu

3-Kesim ve kanatma yöntemleri

4-soğutma hızı

*B)Taze Etler:* Taze etlerde bozulma yüzeyde veya etin iç kısımlarında mikroorganizmaların gelişerek yüksek sayılara ulaşması sonucu meydana gelir. Parça etlerde mikrobiyolojik bozulma genellikle yüzeyde görülür. Taze etlerde mikrobiyolojik bozulmalar aerobik ve anaerobik koşullarda meydana gelen bozulmalar olarak iki grupta incelenir.

***1-Aerobik bozulmalar:***

-yüzeyde yapışkanlık

-Et renginin değişmesi

-Küf gelişmesi

***2-Anaerobik bozulmalar:***

-Ekşime

-Pütrit bozulma

*C)Kürlenmiş Etler:* Kürlenmiş işlemi daha çok sığır ve domuz etlerine uygulanır. İşlem temelde etin tuzlanarak muhafaza edilmesi esasına dayanır. Kürlenmiş etlerde en önemli koruyucu etkiyi tuz sağlar.

Taze etlerde bozulmaya gram negatif bakteriler neden olurken kürlenmiş etlerde daha çok gram pozitif bakterileri, küfler ve mayalar gelişme şansına sahiptir. Yüksek oranda tuz içeren (%8-12) kürlenmiş etlerde micrococcus türleri,düşük oranda tuz içeren (%5-7)ürünlerinde ise staphylococcus türleri gelişerek flora oluşturabilirler.

*D)Balık Ve Diğer Deniz Ürünleri:* Balık ve diğer deniz ürünleri deniz suyunda bulunan mikroorganizmalar ile taşıma ve işleme sırasında bulaşabilecek birçok mikroorganizma içerir. Kırmızı etlerde olduğu gibi balık ve diğer deniz ürünlerinde de otolitik, oksidatif ve bakteriyel aktivite sonucu çeşitli bozulmalar meydana gelir.

Balıklarda pHölüm sertliğinin oluşumunda etkili olmasının yanında bakteriyel gelişme üzerindeki etkisi nedeniyle de bozulmada önemli bir faktördür.

Balıklarda meydana gelen bozulmanın hızı aşağıdaki faktörlere bağlıdır;

1-Balık çeşidi

2-Balığın yakalandığı andaki durumu

3-Bakteriyel bulaşmanın düzeyi

**4-Sıcaklık**

**Bozulma Belirtileri Ve Bozulmaya Neden Olan Bakteriler:**

Balığın bozulma sürecinde görünüşünde meydana gelen değişimler sırasıyla aşağıdaki şekilde olmaktadır;

1-Balığın karakteristik parlak rengi solar ve sarı-kahverengi kirli bir renk oluşur.

2-Balığın derisinde ve özellikle solungaç ve yüzgeçlerindeki kayganlık artar.

3-Balığın gözü çöker ve küçülür. Gözbebeği dolgunlaşır ve kornea opaklaşır.

4-solungaçlar önce açık pembe sonra da grimsi sarı renge dönüşür.

5-Kas dokusu yumuşar ve parmakla basıldığında çöker.

6-Balığın iskeleti kas dokudan kolayca sıyrılabilir ve hemoglobin oksidasyonu sonucu özellikle kuyruk kısmına doğru kırmızımsı kahverengi renk oluşur.

Balıkta bozulmaya genellikle balık yüzeyindeki kaygan tabakada ve bağırsakta doğal olarak bulunan flora neden olur. Balık muhafazasında uygulanan düşük sıcaklıkta bozulmaya; Pseudomonas türleri ve bunun yanında Acinetobacter, Moraxella, Alteromonas ve Flavobacterium türleri neden olur. Yüksek sıcaklıkta bozulmaya; Micrococcus ve Bacillus türleri ile Escherichia, Proteus, Serratia, Sorcina ve Clostridium türleri gelişebilir.

*E)Tavuk Etleri:* Kımızı etlerde konu edilen kontaminasyon kaynakları tavuk ve diğer kümes hayvanları için degeçerlidir. Tavuk ve tavuk ürünlerine bulaşan önemli mikroorganizmalar; Enterobacter, Alcaligenes, Escherichia, Bacillus, Micrococcus, Proteus, Moraxella, Staphylococcus ve Salmonella türleridir.

Tavuk etlerinde salmonella bulunma oranının %20'lere kadar çıktığı bilinmektedir.

Tavuk etlerinde bozulma enzimatik aktivitenin katkısı olmakla beraber asıl bozulma nedeni bakteriyel gelişmedir. Yapılan çalışmada bateriyel gelişmenin özellikle deride, karın boşluğunun iç yüzeyinde ve kesim yüzeylerinde meydana geldiğini göstermektedir.

## 2)ET VE ET ÜRÜNLERİNDE PATOJEN MİKROORGANİZMALAR:

Hayvansal kaynaklı gıdalar insan patojeni olan birçok mikroorganizmanın potansiyel kaynağını oluşturur. Hatta hayvansal gıdalar bu tür patojen mikroorganizmaların gelişebilmesi için mükemmel bir besi ortamıdır. Bu nedenle süt bu gıda ile insanlara geçebilen verem, malta humması ve Q humması gibi hastalıklara karşı tüketicinin korunması amacıyla pastörize edilmek zorundadır.

Çiğ et tüketiciye ulaşıncaya kadar herhangi bir işlem görmemektedir.

Et ve et ürünlerinin tüketimi sonucu insanlarda gıda enfeksiyonları ve zehirlenmelerine neden olan patojen mikroorganizmalardan en önemlisi Salmonella türleri Staphylococcus aureus ve Clostridium perfringens'dir. Bunlar dışında Yersinia enterocolitica ve özellikle et konservelerinde C.botulinum sayılabilir.

Toplam gıda enfeksiyonları içinde Salmonella enfeksiyonlarının oranı oldukça yüksektir. Ancak Salmonella türlerinin insan ve hayvan patojeni olduğu gerçeği hiçbir zaman unutulmamalıdır. Bütün dünyada Salmonella bağırsak enfeksiyonları ile ilgili epidemiyolojik kayıtlar en önemli kaynağının kırmızı et ve tavuk eti olduğunu göstermektedir.

Staphylococcus doğal olarak insan ve hayvan deri ve burun florasında bulunmakla beraber doğada da yaygın olarak bulunan ve etlerin mikrobiyal florasında sıklıkla rastlanan bir bakteridir. S.aureus insan ve hayvanlarda enfeksiyonlara neden olmasının yanında insanlarda gıda zehirlenmesine de neden olmaktadır. S.aurausun yavaş da olsa %10 tuz konsantrasyonuna kadar toksin üretebildiği saptanmıştır. İyi pişirilmemiş veya pişilirdikten sonra Stapylococ ile bulaşan etlerin oda sıcaklığında 4-5 saat bekletilmesi sonucu zehirlenmeye neden olabilecek düzeyde toksin oluşabilmektedir.

Et ve ürünlerinden kaynaklanan salmonellosis ve staphylococcus zehirlenmesi olaylarında bir azalmanın sağlanabilmesi için aşağıdaki belirtilen önlemlerin alınması zorunludur;

1-Et ve et ürünlerinin saklanmasında soğuk zincirin aksamaması

2-Çiğ etten ve çiğ etle çalışan personelin ellerinden işlenmiş ürünlere çapraz bulaşmasının önlenmesi

3-Çiğ etlerin hazırlanmasında kullanılan alet ve ekipmanlardan işlenmiş ürünlere çapraz bulaşmanın önlenmesi

4- Etlerin iyi pişilirmesi

5-İşletmede etkin bir temizlik ve dezenfeksiyon programının uygulanması

C.perfringes doğada insan ve hayvan dışkısında ve kanalizasyon sularında yaygın olarak bulunan bir bakteridir. Mikroorganizmanın en önemli özelliği hücre dışına salgılanan ve insanlarda gıda zehirlenmesine neden olan enterotoksin üretmesdiri. C.perfringes'e sıklıkla rastlanmasına rağmen mikroorganizmanın gıda zehirlenmesinin en fazla görüldüğü ürünler pişmiş veya hafifçe kızartılmış etler, pastörize edilmiş etler, tavuk ve balık etleri ile et sosları ve et suları gibi proteinli gıdalardır.

**3)ET VE ET ÜRÜNLERİNDE MUHAFAZA YÖNTEMLERİ:**

Etin muhafazasında alınması şart olan ilk önlem kesim sırasında ve kesim sonrası uygulanan tüm işlemler sırasında mikroorganizmaların ete bulaşmasını minimum düzeye indirmek. Kontaminasyonun önlenmesi etin muhafaza ömrünü uzatacağı gibi, ete uygulanan ısısal işlem, kürleme ve tütsüleme gibi işlemlerin de daha başarılı olmasını sağlar.

***1-Taze Etler:*** Taze etler donma sıcaklığının hemen üzerindeki sıcaklıklarda muhafaza edilir. Soğutma ne kadar çabuk yapılırsa mezofilik bakterilerin gelişmesi o ölçüde önlenmiş olur. Etlerin muhafazasında -1 ile +2C arasındaki sıcaklıklar önerilmektedir. Sığır etleri bu koşullarda 30 gün, kuzu ve koyun etleri 1-2 hafta süre ile muhafaza edilebilir. Karkas etlerin soğuk depoda muhafazasında depolama ömrünü uzatmak amacıyla ultraviyole ışınlar kullanılabilir. Ultraviyole ışınları et yüzeyinde bulunan, yağ ve diğer maddelerce korunmayan mikroorganizmalar üzerinde etkili olmaktadır

Depo atmosferindeki CO2 oranını artırmak suretiyle taze etlerin depolama ömrünü iki kat artırmak mümkündür.

Kontrollü atmosfer dışında taze etlerin muhafazasında uygulanan diğer bir yöntem ise etin gaz geçirgenliği düşük plastik ambalajlama materyalleri ile vakum ambalajlanması veya modifiye atmosferde ambalajlanmasıdır. Hijyenik koşullarda üretilmiş ve pH`sı 5.8`in altında olan sığır etler gaz geçirgenliği düşük ambalaj materyali kullanılması durumunda 0C`de 10-12 hafta muhafaza edilebilir.

Etin muhafazasında kullanılan diğer bir yöntem de dondurma işlemidir. Dondurarak muhafazada uygulanan sıcaklık -18C'dir. Muhafaza sıcaklığı düştükçe depolama süresi uzar.

-18C'de sığır etleri 12-13 ay, tavuk etleri 27 ay ve balık etleri ise 2-4 ay muhafaza edilebilir.

***2)Pişmiş Etler Ve Et Mamülleri:***

Et ve mamüllerinin muhafazasında uygulanan ısısal işlem ürünün karakterine göre farklılık gösterir. Et ürünleri genellikle düşük asitli gıdalardır ve ısısal işlemden sonra canlı kalan mikroorganizmaların gelişmesi için iyi bir ortam oluştururlar.

Isısal işlem görmüş kürlenmiş etler üç grup altında toplanabilir;

1-Pastörize kürlenmiş etler

2-Hermetik ambalajlanmış dayanıklı kürlenmiş etler

3-Tam steril konserveler

Hijyenik koşullarda üretilen etlerin gramında normal olarak birden az clostridium ve 10'dan az bacillus sporu bulunur. Bakteriyel sporların ete sporların ete bulaşmasında en önemli kaynak konserve ve et üretiminde kullanılan sebzeler, nişasta ve baharatlardır.

Bazı deniz ürünlerinin özellikle deniz kabuklarının kısa süreli muhafazasında pastörizasyon işlemi uygulanır.

Etlerin kurutularak muhafazasında üç yöntem kullanılır.

1-Yağsız et pişirildikten sonra kıyma haline getirilir ve ince bir tabaka halinde yayılarak tünel kurutucularda 50C'nin üzerinde kurutulur.

2-Et dondurularak kurutulur.

Bozulmaya çok duyarlı olması nedeniyle balıkların muhafazasında birçok kimyasal koruyucu önerilmektedir. Kuşkusuz bunlardan ilk akla gelen tuzdur. Kuru tuzlama veya salamura yöntemiyle balıkların uzun süre muhafaza edilmesi mümkündür.

Çeşitli et ürünlerinin muhafazasında uygulanan diğer bir yöntem de tütsülemedir. Etlerin tütsülenmesinde amaç;

1-Ürünün mikrobiyolojik ve kimyasal açıdan daha dayanıklı hale getirilmesi,

2-Lezzet ve rengin geliştirilmesidir.

Tütsüleme işlemi soğuk ve sıcak olmak üzere iki şekilde uygulanabilir. Sıcak tütsülemede sıcaklığın da mikroorganizmalar üzerinde etkisi vardır.

Etlerde tütsüleme işleminden önce genellikle kürleme işlemi uygulanır Balıklarında soğuk tütsülemesi 30C'de yapılır. Sıcak tütsüleme ise 60C veya daha yüksek sıcaklıkta 30 dakika süre ile yapılır.

Ette önemli bir parazit olan Trichinella Spiralis ise 59Ccanlılığını kaybeder.

## 6. BÖLÜM

## GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞMEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

**Genel Bilgiler:**

Mikroorganizmalar gıdalarda olumlu veya olumsuz pek çok değişime neden olurlar. Gıdalar bitki ve hayvan kökenli olmaları nedeniyle bitki ve hayvan dokularında mikroorganizmaların gelişmelerine etki edecek faktörlerin irdelenmesi önem taşımaktadır. Gıda kaynağı olarak kullanılan bitki ve hayvan dokularının doğal yapılarında mikroorganizmaların gelişmesini engelleyecek koruma sistemleri vardır. Taze gıdalarda bu koruma sistemlerinden bazıları etkinliklerini devam ettirir. Bu doğal olaylar dikkate alınarak, gıdaların ve bunlardan elde edilen ürünlerin mikrobiyolojik bozulmalarının önlenmesinde veya geciktirilmesinde bu parametreler tek tek veya birlikte kullanılabilir. Gıdalarda mikrobiyel gelişmeyi engelleyen bu faktörler iki gruba ayrılır:

**İç Faktörler:**

**Ph:**

Mikroorganizmaların gelişimini ve aktivitesini belirleyen önemli faktörlerden biri pH' dır. Bazı mikroorganizmalar pH=4,0' ün altında gelişmekle birlikte büyük bir kısmı en iyi pH=7,0 (6,6-7,5) civarında gelişmektedir. Patojen bakteriler başta olmak üzere bakteriler, pH bakımından küf ve mayalara göre daha seçicidirler. Mikroorganizmaların minimum ve maksimum pH değerleri ile ilgili olarak belirtilen rakamlar tablo 1' de verilmiştir. Bu değerler diğer gelişme parametrelerine bağlı olarak değişebildiğinden kesin sınırlar şeklinde algılanmamalıdır. Örneğin; bazı laktobasillerin gelişebildikleri sınırlar kullanılan aside bağlı olarak değişmektedir. Buna göre; sitrik, hidroklorik, fosforik ve tartarik asitler, asetik ve laktik aside göre daha düşük pH'da gelişmeyi sağlamaktadır.

**Su aktivitesi (Aw):**

Yeryüzünün 2/3' ü su ile kaplıdır. İnsan vücudunda ise su içeriği yaşa ve cinsiyete göre %42 ile %71 arasında değişir. Çocukların vücudunun su oranı yüksektir ve yaş ilerledikçe suyun yerini yağ almaya başlar. Yetişkin bireylerde vücudun ortalama olarak %59' u sudur. Bunun %60' ı hücre içinde, %40' ı hücre dışı sıvılarda yer almaktadır. Gıdalarda da protein, CHO, yağ, vitamin ve minerallerin yanı sıra su büyük önem taşımaktadır.

Su içeriğinin kontrolü ile gıdaların korunması prensibi en eski yöntemlerden biridir. Güneşte kurutma, tuz veya şeker ilavesi gibi işlemlerle su aktivitesi azaltılarak raf ömrü uzatılabilmekteydi. Buna karşın, bu olayın fiziksel ve kimyasal esası 1950' lere kadar anlaşılamamıştı. Daha sonra, su aktivitesi kavramı; gıdadaki suyun buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranı veya gıdaların atmosferden aldığı veya verdiği suyun nispi nem dengesinin 1/100' i şeklinde tanımlanmıştır. Sonraki yıllarda su aktivitesi kavramı önemli moment kazanmış ve reaksiyonların kimyasal kinetikleri, kullanılan su bağlayıcı tiplerin etkisi, pH, sıcaklık, koruyucular gibi diğer parametrelerin su aktivitesi üzerine etkisi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Gıdalardaki su aktivitesinin hesaplanmasında genel olarak; Su aktivitesi (As =aw =Sa ) = (P/P0) = (bağıl nem/100) Bu formülde ; P: Gıdadaki suyun buhar basıncı P0 : Aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncı Bağıl nem: Gıdaların atmosferden aldığı veya verdiği suyun nispi nem dengesi.

**Oksidasyon-Redüksiyon (O/R) Potansiyeli:**

Mikroorganizmaların gelişme ortamlarındaki oksidasyon-redüksiyon potansiyeline değişik derecelerde duyarlılık gösterdiği uzun yıllardır bilinmektedir. Bir substratın O/R potansiyeli substratın elektron kazanma veya kaybetme yolunda gösterdiği eğilim şeklinde tanımlanabilir. Bir element veya bileşik elektron kaybettiğinde substrat yükseltgenir (oksidasyon), elektron kazandığında ise indirgenir (redüksiyon).

Buna göre; elektronlarını kolayca verebilen substrat iyi bir indirgeyici, kolayca elektron kazanan substrat ise iyi bir yükseltgeyicidir. Elektronlar bir bileşikten diğerine aktarıldığında bu iki bileşik arasında potansiyel bir fark oluşur. Bu farklılık uygun bir alet kullanılarak ölçülebilir ve milivolt (mV) olarak ifade edilir. Madde ne kadar indirgendiyse o kadar negatif elektrik potansiyeli, ne kadar okside olduysa o kadar pozitif elektriki potansiyeli gösterecektir. Yükseltgeyici (oksidant) ve indirgeyici (redüktant) konsantrasyonları eşit olduğunda elektriki potansiyel sıfırdır. Bir sistemin O/R potansiyeli Eh sembolü ile ifade

edilir. Aerobik mikroorganizmalar gelişmek için pozitif Eh değerlerine, anaerobik mikroorganizmalar ise negatif Eh değerlerine gereksinim duyarlar. Gıdalarda indirgen koşulların devamını sağlayan maddeler arasında etlerdeki -SH grupları ile meyve ve sebzelerdeki askorbik asit ve indirgen şekerler bulunmaktadır. Bir gıda maddesinin O/R potansiyelini aşağıdaki özellikler belirler: 1- Gıdanın kendine özgü O/R potansiyeli 2- Gıdanın bu potansiyelde meydana gelecek değişimlere karşı gösterdiği direnç (denge kapasitesi) 3- Gıdanın çevresindeki atmosferin oksijen gerilimi 4- Gıdayı çevreleyen atmosferin gıda içine girebilme oranı

**Besin Maddeleri:**

Mikroorganizmalar normal olarak gelişebilmek ve çoğalabilmek için su, enerji kaynağı, azot kaynağı, vitaminler ve ilgili gelişme faktörleri, minerallere gereksinim duyarlar. Suyun mikroorganizmalar için önemi daha önce anlatılmıştı. Diğer dört kaynak ele alındığında istekleri en az olan küflerdir. Bunları sırasıyla, mayalar, gram(-) bakteriler ve gram(+) bakteriler izler. Gıda kaynaklı mikroorganizmalar enerji kaynağı olarak şekerler, alkoller ve amino asitlerden yararlanırlar. Mikroorganizmalar içinde pek azı nişasta ve selüloz gibi kompleks karbohidratları basit şekerlere parçalayarak enerji kaynağı olarak kullanabilirler. Bunun nedeni, bu büyük moleküllü bileşikleri temel yapı taşları olan şekerlere indirgeyecek enzim sisteminin olmamasıdır. Yağlar da mikroorganizmalar tarafından kullanılır, ancak bu bileşikleri parçalayan mikroorganizma sayısı yine azdır. Heteretrof mikroorganizmalar tarafından kullanılan başlıca azot kaynağı amino asitlerdir. Bu amaçla diğer azotlu bileşiklerden de yararlanmaktadırlar. Örneğin; bazı mikroorganizmalar nükleotidleri ve serbest amino asitleri, bazıları ise peptid ve proteinleri kullanırlar. Genel olarak, amino asitler gibi basit bileşikler hemen hemen tüm mikroorganizmalar tarafından yüksek molekül ağırlığına sahip proteinlerden önce kullanılırlar. Ortamda basit bileşikler kalmadığında proteinler gibi yüksek moleküllü bileşikler parçalanmaya başlar. Aynı durum polisakkaritler ve yağlar için de geçerlidir. Mikroorganizmalar düşük miktarda da olsa B vitaminlerine gereksinim duyabilirler. Doğal gıdaların çoğunda bu maddeler mikroorganizmaların gereksinimlerini karşılayacak kadar bulunmaktadır. Genel olarak, gram(+) bakteriler bu bileşikleri sentezleyemedikleri için bir veya daha fazlasını gelişme ortamından almak zorundadırlar. Gram(-) bakteriler ve küfler gereksinimlerinin çoğunu veya tamamını sentezleyebilecek yetenektedirler. Bunun sonucunda, meyveler düşük miktarda B

vitamini içerirler ve özellikle düşük pH' larına pozitif Eh değerleri de eklenince bozulma nedeninin bakterilerden ziyade küfler tarafından oluşturulduğu kendiliğinden ortaya çıkar.

**Dış Faktörler:**

Dış faktörleri, gıdaların depolandığı veya saklandığı çevrenin koşulları oluşturur. Bu faktörler mikroorganizmaların yanı sıra gıdanın doğal yapısının korunması açısından da önem taşırlar.

1-)Depolama sıcaklığı
2- )Çevrenin bağıl nemi
3-) Çevrede bulunan gazlar ve konsantrasyonları

**Depolama sıcaklığı:**

Sıcaklık mikroorganizmaların gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Mikroorganizmalar çok geniş sıcaklık aralığında gelişirler. Gıdalar üzerinde bulunan organizmaların gelişebildikleri sıcaklık derecelerinin bilinmesi gıdaların depolanması sırasında seçilecek depo sıcaklıkları hakkında bilgi verir. Bir mikroorganizmanın gelişebildiği en düşük sıcaklık -34 $^{0}$ C, en yüksek sıcaklık ise bazı yerlerde 100 $^{0}$ C' dir. Gelişme sıcaklıklarına göre mikroorganizmalar üç grupta toplanır. 7 $^{0}$ C veya altında gelişen ve optimumları 20-30 $^{0}$ C arasında olan mikroorganizmalar psikrotroflar olarak adlandırılırlar. 20-45 $^{0}$ C arasında gelişen ve optimumları 30-40 $^{0}$ C olanlara mezofil, 45 $^{0}$ C veya daha yüksek sıcaklıkta gelişebilen, optimumları 55-65 $^{0}$ C arasında olan mikroorganizmalara termofil adı verilir. Psikrotrof terimi, eskiden kullanılan psikrofilik mikroorganizma teriminin yerini almıştır. Bazı kaynaklarda psikrofil mikroorganizmalar zorunlu ve fakültatif psikrofiller olarak tanımlanmakta ve fakültatif psikrofil mikroorganizmalara psikrotfof denilmektedir. Buna göre; zorunlu psikrofil mikroorganizmalar 15-20 $^{0}$ C sıcaklık aralığında optimum gelişme gösterirken, 5-7 $^{0}$ C sıcaklıklarda gelişenler psikrotroflar içinde yer almaktadır.

**Çevrenin bağıl nemi:**

Gıdaların depolandığı çevrenin bağıl nemi hem gıdanın su aktivitesi hem de yüzeyde mikroorganizma gelişimi açısından önemlidir. Herhangi bir gıdanın As = 0,60'a ayarlanmışsa bu gıdanın yüzeyindeki ve yüzeyin altındaki As değerini mikroorganizmaların gelişebileceği bir düzeye yükseltecek oranda nem almasının engelleneceği bir ortamda saklanması gerekir. As değeri düşük olan gıdalar bağıl nemi yüksek bir çevrede depolandığı takdirde gıda ile çevre arasında denge kurulana kadar gıda maddesi çevreden nem alır. Aynı şekilde yüksek As

değerine sahip gıda bağıl nemi düşük ortamda tutulursa su kaybeder ve kurumaya başlar. Bağıl nem ve sıcaklık arasındaki ilişki uygun depolama ortamının seçiminde göz önünde bulundurulmalıdır. Genelde, sıcaklık ne kadar yüksekse bağıl nem azalır veya tersi söz konusudur.

**Çevrede bulunan gazlar ve konsantrasyonları:**

Gıda maddelerinin yaklaşık olarak %10 oranında CO2 içeren atmosferde depolanması tekniğine "kontrollü atmosfer" (K.A.) veya "modifiye atmosfer" (M.A.) depolaması adı verilir. Kontrollü atmosfer depolaması bitkisel yapıların muhafazasında 1917 yılından beri bilinmekte olup, ilk kez 1928 yılında ticari amaçlı kullanılmıştır. Meyvelerin muhafazasında kontrollü atmosfer depolaması çok sayıda ülkede uygulanmakta olup özellikle elma ve armutların depolanmasında kullanılmaktadır. Ortamdaki CO2 konsantrasyonu genellikle %10'u aşmaz ve gaz mekanik kaynaklardan sağlanır veya kuru buz (katı CO2) olarak uygulanır. Karbondioksitin meyvelerde çeşitli fungusların neden olduğu fungal çürümeyi geciktirdiği bilinmektedir. Tam olarak bu mekanizma anlaşılmamış olmakla birlikte etilen oluşumunu engelleyen bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.

## 7. BÖLÜM

## GIDALARDA BULUNAN MİKROORGANİZMALAR

Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar ve Bulaşma Kaynakları Genel Bilgiler 02. Mikroorganizmaların Bulaşma Kaynakları Su ve Toprak Bitkiler ve Bitkisel Ürünler Gıda Kapları Hayvan ve İnsanların Bağırsak Sistemleri Gıda İşçileri Hayvan Yemleri Hayvan Deri ve Postları Hava ve Toz Gıda Zehirlenmelerine Neden Olan Bakterilerin Kaynakları 03. Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar Bakteriler Küfler Mayalar 01. Genel Bilgiler İnsanların gıda maddelerinde bulunan mikroorganizmaları ne zaman fark ettikleri hakkında kesin bir tarih vermek mümkün değildir. Bununla birlikte, bu olayın mikrobiyolojinin bir bilim dalı olarak ortaya çıkmasında çok önemli olduğu kabul edilen bir gerçektir. İnsanın gelişim evresi "gıdaların toplandığı" ve "gıdaların üretildiği" dönemler olarak ikiye ayrılabilir. Birinci evre 1 milyon yıl öncesinden 8-10 bin yıl öncesine kadar bir süreyi kapsar. İnsanın bu evrede daha çok et yiyerek beslendiği, bitkisel gıdaların tüketilmesinin bu dönemin sonlarına yakın başladığı kabul edilir. Ayrıca bu dönemde zamanla gıdaların pişirilerek tüketildiği de saptanmıştır. Gıdaların üretilmesi ise 8-10 bin yıl önce başlamıştır. İnsanların gıdaların bozulması ve gıda zehirlemeleri gibi sorunlarla bu dönemin başında karşılaşmaya başladıkları sanılmaktadır. Hazırlanmış gıdaların bozulmasına ait ilk bulgular, M.Ö civarına rastlamaktadır. Toprak çanakların ilk önce bu dönemde görülmeleri, hububatların pişirilmelerinin ve gıdaların depolanmasının bu dönemde veya kısa bir süre sonra başladığını düşündürmektedir. Bira yapımının ilk kez M.Ö yıllarında Babil' de uygulandığına dair bulgular mevcuttur. Sümerlilerin ise tereyağını ilk elde eden kavim olduğu, ayrıca etleri ve balıkları tuzladıkları bilinmektedir. Süt, peynir ve tereyağının M.Ö yılında Mısırlılarca kullanıldığı da saptanmıştır. M.Ö civarında Romalıların deniz ürünlerinin muhafazasında kardan yararlandıkları belirtilmektedir. Tüm bunlara karşın, bu çağlarda insanların gıdaların muhafazasındaki temel kuralı anlamış oldukları ve yine gıdaların hastalıkların başlatılmasında oynadıkları rolü veya hastalıklı hayvanlardan elde edilen etlerin tüketilmesindeki tehlike vardı.

İnsanlık tarihindeki ilk büyük gıda zehirlenmesi olayı M.S. 943 yılında Fransa'da görülmüş ve Claviceps purpurea ile enfekte olmuş çavdar veya diğer hububatın tüketilmesi sonucu kişinin öldüğü belirlenmiştir. Ergotizm diye adlandırılan bu zehirlenmeye daha önceki

çağlarda da rastlanmıştır. Etlerin satılabilir ve satılamaz olarak nitelendirilmesi ilk kez İsviçre'de görülmüştür. 13. yüzyılda et kalitesi ile ilgili bilgiler artmış olmakla beraber, et kalitesi ile mikroorganizmalar arasındaki ilişkinin anlaşılmış olduğu pek sanılmamaktadır. Mikroorganizmaların gıdaların bozulmalarında rol oynadığını belki de ilk ileri süren kişi A. Kircher adında bir keşiştir yılında çürüyen vücutlar, bozulan et, süt ve diğer gıdalarda gözle görülmeyen "kurtçuklar" olduğunu ileri süren bu kişinin görüşleri pek taraftar bulmamıştır. Daha sonraları 1765'te L. Spallanzani kaynatıldıktan sonra sıkı bir şekilde kapatılmış bir kapta saklanan et suyunun bozulmadığını göstermiştir. Spallanzani bunu spontan generasyon doktrinini çürütmek amacıyla yapmış ancak, bu işlemde spontan generasyonunun hayati öğesi olan oksijenle ilişkiyi kestiği için kabul ettirememiştir. 1873' de Schwann bu teoriyi havayı kızgın bir bobin üzerinden geçirip ortama vererek, hava bulunması halinde de gelişme olmadığını göstererek ispatlamıştır. Bu araştırıcılar ısıl işlemle gıda muhafazasını teorik olarak geliştirdikleri halde, bunu uygulamaya aktarmamışlardır. Konserveciliğin temeli 1795 yılında Fransız hükümetinin gıdalarının pratik olarak saklanmasına yönelik bir yöntem geliştiren kişiye 1200 Frank ödül koymasıyla atılmıştır yılında bir şekerleme ustası olan F. Appert eti cam kavanoz içinde kaynatarak muhafaza etmeyi başarmıştır. Bu bakış 1810 yılında Appert 'in patent almasıyla kamuoyuna duyurulmuştur. Gıdalarda bulunan mikroorganizmaların önemi ve oynadıkları rolü ilk anlayan ve gösteren kişi ise L. Pasteur' dür. 1860' da şarap ve birada istenmeyen mikroorganizmaları yok etmek için ilk defa ısı uygulanmıştır. Böylece günümüzde de gıda muhafazasında yaygın olarak kullanılan pastörizasyon uygulamalarının temeli atılmıştır. Gıdaların korunması, bozulması, fermantasyon mikrobiyolojisi, gıdalardan insanlara geçen hastalıklar ve mikrobiyolojik gıda zehirlenmeleri konularında pek çok gelişme olmuş ve gıda mikrobiyolojisi günümüzde önemli bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır. İnsan gıda kaynaklarının bitki ve hayvan kaynaklı olması nedeniyle bunların üzerinde doğal olarak bulunan mikrobiyel floranın biyolojik prensiplerinin, bitki ve hayvansal habitatlarıyla etkileşimi ve oynadıkları rollerinin anlaşılması son derece önemlidir. Mikroorganizmalar doğada ölü bitki ve hayvan dokularında indirgen halde bulunan karbon, azot, kükürt bileşiklerini bitkilerin kullanabileceği şekle dönüştürür, bitkiler ise hayvanların beslenmesini sağlar. Bu sırada mikroorganizmalar insanlar tarafından kullanılan bitki ve hayvansal gıdaların bozulmasına neden olurlar. Kuşkusuz bu mikroorganizmaların doğadaki asli görevleri değildir, gerçekte doğada kendi varlıklarını sürdürebilme çabasıdır. Bu işlem sırasında aşağıdaki reaksiyonu gerçekleştirirler. Tüm organik bileşikler (Proteinler, karbohidratlar, lipitler vb.) Hücre yapıları + Enerji +İnorganik bileşikler (Nitratlar, sülfatlar vb.) Mikroorganizmalar yüksek canlılarla kıyaslandıklarında

basit yapılı olmalarına karşın, yaşamlarını sürdürebilmek için pek çok kompleks kimyasal reaksiyonları yürütme yeteneğindedirler. Bunun için kullandığımız organik gıda kaynaklarımızın bir kısmından yararlanmaktadırlar. Yeryüzünde bulunan tüm bakteriler gıdalarda aynı öneme sahip değildir. Aşağıda gıdalarda bulunan önemli mikroorganizmalar verilmiştir.

Bakteriler Acetobacter Erwinia Pediococcus Aeromonas Escherichia Proteus Alcaligenes Flavobacterium Pseudomonas Bacillus Hafnia Psychrobacter Bacteroides Kocuria Salmonella Brochothrix Kurthia Serratia Camplylobacter Lactococcus Shewanella Carnobacrterium Lactobacillus Shigella Citrobacter Leuconostoc Staphylococcus Clostridium Listeria Streptococcus Corynebacterium Micrococcus Vagococcus Enterobacter Moraxella Vibrio Enterococcus Paenibacillus Weisella Pantoea Yersinia Küfler Alternaria Cladosporium Mucor Aspergillus Colletotrichum Penicillium Aureobasidium Fusarium Rhizopus Botrytis Geotricum Trichothecium Byssochlamys Monilia Wallemia Xeromyces Mayalar Brettanomyces Issatchenkia Schizosaccharomyces Candida Kluyveromyces Torulaspora Cryptococcus Pichia Trichosporan Debaryomyces Rhodotorula Zygosaccharomyces Hanseniaspora Saccharomyces 02. Mikroorganizmaların Bulaşma Kaynakları Su ve Toprak Belki de bir zamanlar mikroorganizmaların hepsi suda bulunuyordu. Toprak yüzeyinin kuruması sonucu oluşan toz içindeki mikroorganizmalar tozun rüzgarla dağılması sonucu diğer topraklara, nehirlere, okyanuslara vb. dağılmıştır. Büyük su kütleleri üzerinde oluşan bulutların rüzgarla taşınması ve suların yağmur halinde tekrar toprak yüzeyine düşmesiyle de mikroorganizmalar yayılmıştır. Bu nedenle su ve toprakta bulunan mikroorganizmaların aynı olmaları bir süpriz olarak görülmemelidir. Aşağıda sıralanan ve gıda kaynaklı olarak belirtilen bakterilerin daha ziyade su ve topraktan bulaştıkları kabul edilmektedir. Bunlar Alcaligenes, Bacillus, Citrobacter, Clostridium, Corynebacterium, Enterobacter, Micrococcus, Proteus, Pseudomonas ve Serratia cinsi içinde yer almaktadırlar.

Küflerin hemen hemen hepsi su ve toprakta bulunmaktadır. Küfler bitkisel ve hayvansal maddelerin parçalanmasında çok önemli rol oynayan ve bunlarda hastalık da yapan organizmalar olup, doğada çok yaygındırlar. Bunlar arasında toprakta en fazla görülenleri: Aspergillus, Rhizopus, Penicillium, Trichotechium, Botrytis ve Fusarium 'dur. Mayaların çoğu daha ziyade bitkilerle ilişkili olduğu için bunların toprakta da bulunmaları beklenir, sudaki sayıları ise oldukça azdır Bitkiler ve Bitkisel Ürünler Yukarıda su ve toprak için bahsedilen mikroorganizmaların çoğu bitkilerde de bulunmakta olup, zaten bunların bitkilere bulaşma kaynakları da su ve topraktır. Bununla birlikte bazı bakteriler topraktan daha ziyade

bitkilerle ilişkilidir. Bu cinsler arasında özellikle Acetobacter, Erwinia, Flavobacterium, Kurthia, Lactobacillus, Leuconostoc, Pediococcus ve Streptococcus cinsleri önemlidir. Zaman zaman yukarıda sayılmayan cinsler de bitkiler ve bitkisel ürünler üzerinde bulunabilirler. Küfler arasında en önemli bitkisel kaynaklı cinsler meyve ve sebzelerin pazarlanması sırasında bozulmaya neden olanlardır. Bunlar üzerinde ileride daha detaylı olarak durulacaktır. Birçok bitkisel üründe ve özellikle meyvelerde bulunan maya cinsi Saccharomyces' tir. Ayrıca Rhodotorula da yaygın olarak bulunan mayalardandır Gıda Kapları Gıda kapları üzerinde bulunan mikroorganizmaların türü, işlenen gıdanın çeşidine, bu kapların gördüğü muameleye, bunların depolama koşullarına ve diğer faktörlere bağlıdır. Sebzeler sürekli aynı kaplar içinde işleniyorlarsa doğal olarak bu kapların içinde söz konusu sebze ile ilgili mikroorganizmalar bulunacaktır. Kaplar sıcak veya kaynar su ile yıkanıyorlarsa geri kalan flora da doğal olarak bu işleme direnç gösteren organizmalardan oluşur. Diğer yandan kaplar açıkta tozlu bir yerde muhafaza ediliyorsa bunlarda da hava kaynaklı bakteri, maya ve küfler bulunur Hayvan ve İnsanların Bağırsak Sistemleri Bu çevrede toprak, su veya diğer yerlerden ziyade daha sıkça hayvan ve insanların bağırsak sistemlerinde bulunan bakteriler mevcuttur. Bunlar arasında en fazla görülenler; Bacteroides, Escherichia, Lactobacillus, Proteus, Salmonella, Shigella, Staphylococcus ve Streptococcus' dur. Bunlar arasında en dikkat çekeni doğal ortamı insan ve diğer memelilerin bağırsak sistemi olan Escherichia cinsidir. Bunlardan ayrı olarak bağırsak sisteminde sıklıkla görülen cinsler arasında Clostridium, Citrobacter, Enterobacter ve Pseudomonas da sayılabilir. Bağırsak kökenli bakteriler hayvanların bağırsak sistemlerinden doğrudan doğruya toprak ve suya karışabilirler. Toprak ve sudan da bitkilere, toza ve gıda kaplarına vb. bulaşabilirler. Bağırsak sistemlerinde küflerin bulunması pek düşünülmezse de özellikle insan bağırsak sisteminde Candida cinsine ait maya türlerine sıklıkla rastlanmaktadır

**Gıda İşçileri**

Gıda işçilerinin ellerinde ve elbiselerinin dış yüzeyinde bulunan mikroflora işçinin alışkanlıkları ve çevresi hakkında önemli ipuçları vermektedir. Flora normal olarak kişilerin temas ettikleri herhangi bir eşya üzerinde bulunan organizmalardan oluşabileceği gibi, toz, su, toprak ve benzeri ortamlardan da kaynaklanabilir. Ek olarak, özellikle eller, burun boşluğu ve ağızdan bulaşan çeşitli mikroorganizma cinsleri vardır. Bu cinsler arasında Micrococcus ve Staphylococcus cinsleri en dikkate değer olanları olup, Staphylococcus 'lar el, kol, burun boşluğu, ağız ve vücudun diğer kısımlarında yaygın olarak bulunmaktadırlar. Salmonella ve Shigella cinsleri ise temelde bağırsak kökenli olup, kişiler sanitasyon kurallarına uymazlarsa

bunlardan gıdalara bulaşmaktadırlar. Küf ve mayaların herhangi bir cinsi gıda işçisinin o andaki davranışlarına bağlı olarak el veya elbiselerinde bulunabilir Hayvan Yemleri Şimdiye kadar değinilen bakteri, küf ve mayaların biri veya hepsi hayvan yemlerinde bulunabilir. Yemlerde bulunan organizmaların cinsi her şeyden önce yemin kaynak ve çeşidine bağlı olup, mikroorganizmaları öldürmek amacıyla bir işlem yapılıp yapılmadığına, depolandığı ambalaj malzemesinin çeşidine ve benzeri faktörlere de bağlıdır. Yemler özellikle gıda zehirlenmesine neden olan Salmonella cinsinin yayılmasında önemli rol oynarlar. Bu organizmaların işletmenin bir yerinde görülmesiyle birlikte her yerine dağılması çok hızlı olmaktadır Hayvan Deri ve Postları Toprak, su, hayvan yemleri, toz ve fekal kaynaklarda bulunan mikroorganizmaların hepsine hayvan deri ve postunda rastlanabilir. Bu mikroorganizmalar hayvan postlarından da işçilerin ellerine veya doğrudan doğruya gıdalara bulaşabilirler. Deri ve post florasında bulunan bazı organizmalar kasaplık hayvanların lenf sistemine yerleşerek kesim sonrası buradan adale dokusuna geçebilirler Hava ve Toz Hava ve tozda bulunan mikroorganizmalar bazı patojenler dışında tüm mikroorganizma cinslerini içerir. Bunlardan ayrı olarak Staphylococcus ve Salmonella türleri de gıdalara başlıca bulaşma kaynağı olmamakla beraber hava ve tozda bulunmaktadırlar. Hava ve tozda bulunan mikroorganizmalar arasında değişik derecelerde kuruluğa dayanıklı olan Bacillus ve Micrococcus türleri özellikle kayda değerdir. Zaman zaman çeşitli küf ve maya cinslerine de rastlanmaktadır Gıda Zehirlenmelerine Neden Olan Bakterilerin Kaynakları Gıda zehirlenmelerine neden olan en önemli bakteri cinsleri, Staphylococcus, Salmonella, Streptococcus ve Clostridium 'dur. Stafilokoklar daha ziyade insan ve hayvanların burun sistemi ile vücutlarının diğer kısımlarından bulaşmaktadır. Salmonella' lar ise esasen insan ve hayvanların bağırsak sistemlerinden bulaşmakta olup, dışkı ile bulaşan diğer kaynaklardan da gelmektedir. Streptokoklar da insan ve hayvan kökenli olmakla beraber, bitkilerden de bulaşmaktadırlar, buna karşın Clostridium 'ların bulaşma kaynağı topraktır. Bunlara ilaveten

Bacillus cereus ve Vibrio parahaemolyticus bakterileri de gıda zehirlenmelerine neden olmaktadırlar. Bunların kaynakları da sırasıyla toprak, toz ile su ve denizdir. 03. Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar Bakteriler 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

(Salmonella, Shigella, Clostridium spp., Staplylococcus, Bacillus cereus vb.) D- İnört yani ne faydalı ne de zararlı olan mikroorganizmalardır. Acetobacter : Bu bakteriler genç hücreleri gram(-), yaşlı hücreleri gram variable (değişken), spor oluşturmayan, aerobik, katalaz(+) çubuk şeklindedir. Hareketli ve hareketsiz türleri vardır. Alkolü asetik aside okside etmeleri nedeniyle sirke işlemede yararlı, alkollü içki üretiminde ise zararlıdırlar. Organizma doğal olarak meyve ve sebzelerde bulunur. Bazı türleri asetik asit ve laktik asidi oksidasyon yoluyla CO 2 ve suya dönüştürürler. Acetobacter xylinum gibi aşırı derecede mukoz oluşturan bazı türleri sirke üretiminde üremeye başlayarak sirke jeneratörlerinin tıkanmasına yol açarlar. 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 $^{0}$ C arasındadır. 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 antracis 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. 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.polymxa ise polimiksin antibiyotiklerinin üretiminde kullanılır. B. subtilis, B. amiloliquefaciens ve B. stearothermophilus bakteriyel α-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 kullanılmakta olup miso ve soysos üretiminde starter kültür olarak da yararlanılmaktadır.

**Carnobacterium :** Gram(+), katalaz negatif çubuklardır. Daha önce laktobasiller içinde sınıflandırılmış olan suşları içermektedir. Lactobacillus divergens, Carnobacterium

divergens; Lactobacillus piscicola ise Carnobacterium piscicola olarak adlandırılmıştır. Heterofermentatiftirler ve çoğu 0 $^{0}$ C' de gelişir, 45 $^{0}$ C 'de gelişemez. Bazı türleri glikozdan gaz oluşturur. Laktobasillerden asetat ortamında gelişememeleri ve oleik asit sentezi yapmalarıyla ayrılırlar. Bu cinslere vakum paketli etlerde, balık ürünlerinde, balık ve kanatlı etlerinde rastlanmaktadır.

**Enterococcus :** Doğada yaygın olarak bulunurlar, ayrıca omurgalıların dışkısında da miktarları yüksektir. Bazen piyogenik enfeksiyonlara neden olurlar. Gram(+), spor oluşturmayan, bazı türleri hareketli bazı türleri hareketsiz, kapsülsüz, fakültatif anaerob koklardır. Sıvı kültürde siferik veya oval şeklinde 0,6-0,2 x 0,6 x 2,5 µm büyüklüğünde hücreler oluştururlar. Karbohidratları fermente ederler ve esas olarak L(+)-laktik asit üretirler, gaz oluşturmazlar, son ph' ları 4,2-4,6'dır. 10 $^{0}$ C ve 45 $^{0}$ C' de gelişebilirler, optimum gelişme sıcaklıkları 37 $^{0}$ C' dir. %6,5 NaCl ortamında ve %40 safra tuzunda gelişme yeteneğindedirler. Bu cins içinde Lancefield'in D grup streptekokları yer almaktadır. Bazı peynirlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılan türleri vardır. Eski isim Streptococcus faecalis Streptococcus faecium Yeni isim Enterococcus faecalis Enterococcus faecium

**Erwinia :** Enterobacteriaceae familyasına dahil gram(-), katalaz(-), anaerobik enterik çubuklardır. E. caratovora şekerleri ve alkolleri fermente edebilir ve bazı sebzelerde bulunan ramnoz, sellobioz, arabinoz ve mannitol gibi şekerleri kolaylıkla kullanabilir. Çoğu 37 $^{0}$ C'de gelişme gösterirken bazı suşlarının buzdolabı sıcaklığında geliştiği (hatta 1 $^{0}$ C'de gelişebilen suşları) belirlenmiştir. Bitkilerde protopektin halinde bulunan pektini, sahip oldukları protopektinaz enzimi ile parçalayarak bakteriyel yumuşak çürümeye neden olurlar. Bu cinsin içinde yer alan üç tür Pantoea cinsi içine aktarılmıştır.

**Flavobacterium :** Gram(-) aerobik, katalaz (+) çubuklardır. Agar yüzeyinde sarı pigment oluştururlar. Mezofilik ve psikrotrof türleri vardır. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen et ve et ürünleri ile sebzelerde bozulmaya neden olurlar. Yeni sınıflandırmada bu gruptan Weeksella, Chryseobacterium, Emedobacter ve Bergeyella gibi farklı cinsler ortaya çıkmıştır, ancak hiç biri gıdalarla ilgili değildir. Bazı suşları balıklara patojendir, bazı türler ise halofilik özellik gösterir.

**Gluconobacter :** Gram(-) olup yaşlı hücreleri Gram(+)'e dönüşebilir. Mutlak aerob, katalaz(+), oksidaz (-), polar flagellumlu olmalarına rağmen bazıları hareketsiz, çubuk şeklinde bakterilerdir. Fermentatif değil, oksidatif bir metabolizmaya sahiptirler. Etanolu asetik aside okside ederler. Sebze, meyve, ekmek mayası, bira, şarap ve sirkede üreyerek

bozulmalara yol açar. Bu cinsin tek temsilcisi Gluconobacter oxydans 'dır. Bu bakteriden endüstride C vitamini üretiminde yararlanılır.

**Hafnia :** Gram(-), fakültatif anaerobik ve fermentatif, oksidaz(-), hareketli enterik çubuklardır. Özellikle buzdolabı sıcaklığında saklanan et ve et ürünlerinde bozulmaya neden olurlar.Hafnia alvei bu cinsin tek türüdür. Toprak, su, süt ürünleri, kanalizasyon suları, insan ve hayvan dışkısında bulunur.

**Halobacterium :** Gram(-), katalaz(+), mutlak aerob ancak bazı suşları fakültatif anaerob, hareketli veya hareketsiz çubuk veya disk şeklindeki bakterilerdir. Ekstrem halofilik bakterilerdir. Gelişebilmeleri için ortamda en az %15 tuza gereksinimleri vardır. Optimum gelişebilmek için %20-26 oranında tuza ihtiyaç duyarlar. Halobacterium türleri pembe, turuncu ve kırmızı renkte pigment oluştururlar ve daha çok tuzlanmış balık ve et ürünlerinde gelişerek bozulmalara neden olurlar.

**Halococcus :** Gram (-), mutlak aerob, oksidaz ve katalaz(+), hareketsiz, ikili ve dörtlü sarsina veya düzensiz kok şeklinde bakterilerdir. Halococcus morrhuae bu cinsin tek türüdür. Turuncu ve kırmızı pigment oluştururlar ve yine tuzlanmış balık, et ve et ürünlerinde gelişerek bozulmaya neden olurlar.

**Kocuria :** Micrococcus cinsinden ayrılan üç tür Kocuria rosea, K. varians, K. kristinae ismini alarak bu gruba aktarılmıştır. Bu grubun üyeleri Gram (+), aerobik, oksidaz (-), katalaz(+) kok şeklinde bakterilerdir.

**Kurthia** : Gram(+), spor oluşturmayan, mutlak aerob, hareketli, uzun çubuklardır. Bu cins içinde Kurthia zophii ve Kurthia gibsonii adlı iki tür vardır. Çiftlik hayvanlarının dışkısında, sütte ve toprakta bulunmaktadır. Kurthia zophii -5 ile 35 $^{0}$ C arasında, Kurthia gibsonii ise 5' den başlayarak 45 $^{0}$ C ve daha yüksek sıcaklıklarda gelişebilme yeteneğindedir. Kurthia zophii indikatör mikroorganizma olarak kullanılmaktadır. Dondurularak saklanan etlerde bu mikroorganizmanın bulunması o etin dondurulduktan sonra bir ara çözündüğünü göstermektedir.

**Lactobacillus** : Düzgün veya kıvrımlı uzun çubuk şeklinde, spor oluşturmayan, katalaz(-), gram(+) olarak kabul edilmekle birlikte yaşlanmayla gram(-) hücreler oluşturan bakterilerdir. Mikroskop altında çoğunlukla uzun zincirler halinde görülmekle birlikte tek tek de bulunabilirler. Genellikle hareketsiz, çoğu mikroaerofilik veya anaerobik olup homofermentatif ve heterofermentatif türleri bulunmaktadır. Bitki ve hayvansal materyal

üzerinde ve çeşitli gıdalar üzerinde (hububat, et ve süt ürünleri, bira, şarap meyve ve meyve suyu, hamur, turşu ve zeytin) yaygın olarak bulunurlar. Bazıları fermente süt ürünlerinin üretiminde önemlidir. Pek çoğunun gelişme istekleri çok belirgin olduğu için laboratuarda vitamin ve amino asit tayininde ve et ürünlerinin işlenmesinde starter kültür olarak kullanılırlar. Laktobasiller, gıda mikrobiyolojisinde yararlı gruba girmekle beraber zararlı olmaları da söz konusudur. Bu cins içinde Betabacterium, Streptobacterium, Thermobacterium olmak üzere 3 farklı grup bulunmaktadır. Zorunlu heterofermentatif Lactobacillus türlerinin (örneğin, L. brevis) hepsi Betabacterium içinde yer almaktadır. Homofermentatif ve fakültatif heterofermentatif Lactobacillus türleri ise Streptobacterium ve Thermobacterium grubu içindedir. Lactobacillus acidophilus ve Lactobacillus bulgaricus Thermobacterium grubunda yer alır, 40 $^{0}$ C'de optimum gelişirler, %3 veya daha yüksek miktarda laktik asit üretirler. Lactobacillus casei, Streptobacterium grubu içindedir, optimum gelişme sıcaklığı 30 $^{0}$ C' dir ve %1,5 veya daha yüksek miktarda laktik asit üretirler.

**Lactococcus** : Lancefield' in serolojik sınıflandırmasında N grup olarak bilinen streptekoklar yeni sınıflandırmada Lactococcus olarak adlandırılmıştır. Gram(+), spor oluşturmayan, hareketsiz, fakültatif anaerob, katalaz(-), oksidaz(-) koklardır. Sıvı kültürde geliştiklerinde 0,5-1,2 x 0,5 µm büyüklükte siferik veya oval şekilli hücreler oluştururlar, tekli, çift veya zincir yaparlar. 10 $^{0}$ C' de gelişirler ancak 45 $^{0}$ C' de gelişemezler. %0,5 NaCl ortamında gelişme gösteremezler. Suşların çoğu N grup antiserumlarla reaksiyona girer. Karbohidratları fermente ederler ve çoğunlukla L(+)-laktik asit üretirler, gaz oluşturmazlar. Eski isim Streptococcus lactis subsp. lactis ve Lactobacillus xylosus Streptococcus lactis subsp. cremoris Lactobacillus hordniae Streptococcus garvieae Streptococcus plantarum Streptococcus raffinolactis Yeni isim Lactococcus lactis subsp.lactis Lactococcus lactis subps. cremoris Lactococcus hordniae Lactococcus garvieae Lactococcus plantarum, Lactococcus raffinolactis.

**Leuconostoc :** Gram(+), katalaz(-), hareketsiz, fakültatif anaerob, kok şeklinde laktik asit bakterileridir. L. cremoris süt ürünlerinde aroma maddesi oluşturur, özellikle asetaldehiti etil alkole dönüştürerek tereyağında yoğurt aroması oluşumuna engel olmaktadır. Bir tür hariç Leuconostoc türleri laktozu heterofermentatif yolla kullanarak laktik asit yanında, etil alkol ve karbondioksit üretirler. Doğal olarak bitkilerde ve sütte çok yaygın olarak bulunurlar. L. dextranicum ve L. mesenteroides türleri turşu fermentasyonunda önemlidir. Yüksek şeker konsantrasyonuna dayanıklıdırlar. Hatta %55-60 oranındaki şeker ortamlarında kolayca gelişebilmektedirler. Bu nedenle şeker fabrikalarında, şurup, kek, dondurma gibi ürünlerin

üretimi sırasında kolayca gelişebilmekte ve ürettikleri mukoz madde nedeniyle sorun oluşturabilmektedirler. Bu türler tıp açısından önemli olan ve kan analoğu olarak kullanılan dekstran maddesinin üretiminde kullanılır. Tuza (%3-6,5) toleranslıdırlar. Bu özelliklerinden dolayı salatalık turşularının ilk aşamasında L. mesenteroides 'e rastlanmaktadır.

**Micrococcus** : Bu gruptaki bakteriler, gram(+) ve katalaz(-), aerobik, tekli, dörtlü veya düzensiz gruplar oluşturan kok şeklinde bakterilerdir. Bazıları pembeden portakal veya kırmızıya değişen pigment oluştururlar. Çoğunluğu yüksek düzeyde tuz varlığında gelişebilmektedir. Mezofilik olan bu cins içinde psikrotrof türler de vardır. Daha önce büyük bir grup olan Micrococcus cinsinden 5 tane yeni cins ortaya çıkmıştır: Dermacoccus, Kocuria, Kytococcus, Nesterenkonia ve Stomatococcus. Micrococcus luteus'un G+C mol yüzdesinin %69-76 olduğu belirlenmiştir. Eski isim Micrococcus agilis Micrococcus varians Micrococcus roseus Micrococcus kristinae Yeni isim Artrobacter agilis Kocuria varians Salinicoccus cinsine dahil edilmiştir. Kocuria kristinae

**Moraxella** : Gram(-) kısa çubuklardır. Glikozdan asit oluşturamazlar, oksidatif metabolizmaları vardır. Penisiline hassasiyetleri ve oksidaz(+) olmaları nedeniyle önceleri Acinetobacter olarak adlandırılmakta olan bazı suşlar Moraxella cinsi içine aktarılmıştır. Ancak bazı suşları tekrar buradan alınarak yeni ortaya konan Psychrobacter cinsine dahil edilmiştir. Paenibacillus : Yeni ortaya konmuş bir cinsdir. Daha önce Bacillus ve Clostridium cinslerinde bulunan bazı suşları içermekte olup ek olarak 11 adet yeni üyesi vardır. Bu türler: Paenibacillus alvei, P. amylolyticus, P. azotofixans, P. circulans, P. durum, P. larvae, P. macerans, P. macquariensis, P. pubuli, P. pulvifaciens, P. validus'dur. Pantoea : Gram(-), kapsül ve spor oluşturmayan, peritrik flagella ile hareket eden çubuk şekilli bakterilerdir. Bitkiler, toprak, su ve insan dışkısında yaygın olarak bulunurlar. Bazıları bitki patojenidirler. Eski taksonomide Erwinia ve Enterobacterler içinde yer alan suşların bazıları bu cins içine aktarılmıştır. Buna göre; Pantoea agglomerans; Enterobacter agglomerans, Erwinia herbicola ve Erwinia milltiae' yi içermektedir. Pantoea ananas daha önce Erwinia ananas ve Erwinia uredovora ve Pantoea stewartii ise E. stewartii olarak biliniyordu. P. dispersa bu cinsin içinde yer alan yeni bir türdür.

**Pediococcus :** Gram(+), katalaz(-), mikroaerofilik, homofermentatif kok şeklinde bakterilerdir. Hücreleri iki boyutta bölünerek ikili ve dörtlü gruplar oluşturabilirler. Diğer laktik asit bakterileri gibi özellikle bitkilerde yaygındır, %5,5' luk tuz konsantrasyonunda rahatlıkla gelişirken, %10'luk tuz konsantrasyonunda zayıf gelişme gösterirler. Laktozu

kolayca kullanamadıkları ve gereksinimleri olan gelişme faktörlerinin bulunmaması nedeniyle sütte iyi gelişemezler. P. acidilactisi sosis ve sucuk üretiminde, P. cerevisiae soysos üretiminde kullanıldığı gibi şarap ve biralarda diasetil ürettiği için kötü kokuya, sünmeye ve sarsina hastalığına da neden olmaktadır. P. pentosaceus yeni bir türdür. Bu grup bakterileri gıda mikrobiyolojisi bakımından önemli yapan tuza tolere etmeleri, asit üretmeleri ve 7-45 $^{0}$ C gibi geniş sıcaklık aralıklarında gelişebilmeleridir. Son kaynaklarda Tetragenecoccus halophilus olarak adlandırılan P. halophilus yüksek tuz içeren ürünlerde serbest amino asitleri dekarboksile ederek gıda bozulmalarına yol açmaktadır.

**Propionibacterium** : Bu cins içinde yer alan organizmalar genellikle pleomorfik olup gram(+), hareketsiz, anaerobik ancak oksijene tolerans gösterebilen, katalaz(+), spor oluşturmayan çubuklardan oluşur. Çubuklar davul tokmağı şeklinde olabildiği gibi ince uzun veya dallanmış olabilir. %6,5 tuz içeren ortamlarda gelişebilirler. Propionibacterium'lar daha ziyade insanlarda bulunmakla birlikte insan ve hayvan bağırsak sistemlerinde görülürler. Bu gruptaki bakteriler fermentasyonları sırasında ana ürün olarak propiyonik asit ve asetik asit üretmekte olup az miktarda da diğer organik asitleri oluştururlar. P. freudenreichii subsp. shermanii İsviçre peyniri üretiminde kullanılmaktadır. Propiyonik asit ve karbondioksit ürettiği için peynirin karakteristik kokusu ve gözeneklerinden bu bakteri sorumludur. Ayrıca önemli miktarda B 12 vitamini ve propiyonik asit oluşturduğu için ticari amaçlı üretimlerde de kullanılabilir.

**Proteus :** Gram(-), fakültatif anaerob, hareketli, pleomorfik ve kısa çubuk şeklinde bakterilerdir. Proteus türleri toprak, su, çürümekte olan maddelerin üzerinde ve insan ve hayvan bağırsak sistemlerinde bulunur. Bu bakteriler yüksek proteolitik aktiviteye sahiptir ve buzdolabı sıcaklığının üzerinde saklanan et, deniz ürünleri ve yumurta gibi protein içeren gıdaların bozulmasına neden olurlar. Proteus vulgaris ve Proteus mirabilis et ürünlerinde ürediklerinde bu ürünlerin tüketilmesi sonucunda bağırsak bozulmalarına neden olabilir. Laktozu fermente edememeleri ve hareketli olmaları nedeniyle Salmonella türlerine benzerlik gösterirler. Proteus 'u Salmonella 'dan ayıran en belirgin özellik üreyi hızlı bir şekilde hidroliz etmeleridir.

**Pseudomonas** : Son derece önemli olan bu cinsin türlerinin bazıları oksidaz pozitif, bazıları oksidaz negatiftir. Türlerin tamamı katalaz(+), gram(-), aerobik, polar flagellası ile hareket edebilen çubuk şekilli bakterilerdir. Bazı türleri insan, hayvan ve bitki patojenidir. Pseudomonas 'ları gıdalar için önemli kılan pek çok özelliğe sahiptirler. Bazı türleri

proteolitik ve lipolitik aktivite göstermektedir. Aerobik olmaları nedeniyle gıdaların yüzeyinde hızla gelişebilmeleri sonucu okside ürünler ve mukoz madde oluştururlar. Kendi gelişmeleri için gerekli gelişme faktörleri ve vitaminleri sentezleme yeteneğindedirler. Psikrofil, mezofil veya psikrotrof türleri vardır. Özellikle soğukta saklanan et, tavuk eti, yumurta ve deniz ürünlerinin birinci derecede bozulma etmenidirler. Bazı gıda maddeleri üzerinde Pseudomonas fluoresans yeşilimtrak, P. nigrificans siyah, diğer türleri ise kahverengi pigment oluştururlar. Isı ve radyasyonla kolayca öldürülürler, oksijen olmadığı zaman ve 42 $^{o}$ $^{C,}$ nin üzerinde üreyemezler ve kurumaya direçlilikleri zayıftır. Pseudomonas aureginosa saprofit bir tür olmakla birlikte gastroenterik hastalıklara neden olabilir.

**Psychrobacter :** Gram(-), aerobik, hareketsiz, katalaz(+), oksidaz(+) çubuk şeklinde bakterilerdir. Daha önce Moraxella ve Acinetobacter cinsleri içinde yer alan bazı suşlar buraya aktarılmıştır. Glikozu fermente edemezler, %6,5 NaCl varlığında ve 1 $^{0}$ C'de gelişme eğilimdedirler. Ancak genellikle $^{0}$ C'de gelişemezler. Tween 80'i hidroliz ederler ve bu cinsde yer alan çoğu suş lesitinaz(+) özellik gösterir. Penisiline hassasiyet gösterirler, Acinetobacterler γ-aminovalerate'i kullanamazken bu cinsin üyeleri kullanırlar. Oksidaz(+) olmaları ve γ-aminovalerate'i kullanabilme özellikleri ile Acinetobacter 'lerden ayrılırlar. Moraxellae cinsine çok benzerlik gösterirler. Bu nedenle daha önce Achromabacter ve Moraxellae cinsinde yer alan bazı suşlar bu grup içindedir. Et, kanatlı etleri, balık ve suda yaygın olarak bulunurlar.

**Serratia :** Enterobacteriaceae familyasına dahildir. Gram(-), aerobik, proteolitik, bazı gıdalarda ve agar yüzeyinde genellikle kırmızı pigment oluştururlar. Serratia liquefaciens ve Serratia marcescens en önemli türlerindendir. Serratia marcescens ette ve sütte gelişerek kırmızı pigment oluşturur.

**Shewanella :** Bu cins içinde Pseudomonas putrefaciens olarak bilinen önce Alteromonas putrefaciens şeklinde ifade edilen yeni taksonomide ise Shewanella putrefaciens olarak adlandırılan bakteri yer almaktadır. Gram(-), pigmentsiz ve polar flagella ile hareket eden düz veya kıvrımlı çubuk şeklinde bakterilerdir. Bu suşlar oksidaz(+) özellik gösterirler. Bu cins içinde yer alan diğer üç tür S. hanedai, S. benthica ve S. colwenilliana su ve deniz kaynaklıdır. S. benthica 'nın gelişmesi hidrostatik basınç altında artar.

**Streptococcus :** Gram(+), katalaz negatif, fakültatif anaerobik, bazı türleri mikroaerofilik, kok şeklinde genellikle hareketsiz olan bu bakteriler kültür ortamında küçük ve renksiz koloniler oluştururlar. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (1994)'e göre

yeni sınıflandırmada piyogenik hemolitik, oral streptekoklar, laktik streptekoklar (Lactococcus içinde) ve diğer streptekoklar olarak adlandırılmaktadır. Piyogenik grupta yer alan streptekoklar kanlı agarda β-hemoliz yaparlar, insan ve hayvana patojendir. İnsanlarda kızıl, boğaz ağrısı ve deri hastalıklarına neden olur. Oral Streptococcus türleri genel olarak ağız ve üst solunum yollarında bulunur. Bu grupta yer alanlar α-hemolitik viridans olarak bilinen gruba dahil türlerdir. Diğer Streptococcus 'lar grubunda yer alan ve gıdalarda önem taşıyan tür Streptococcus thermophilus 'dur. Daha önce viridans grupta yer alan Streptococcus thermophilus türünde Lancefield grup spesifik antijeni tanımlanmamıştır. Termadurik bir bakteridir. Laktozdan laktik asit üretir ve $^{0}$ C'de iyi gelişir. S. bovis ve S. equinus türleri de bu grupta yer almaktadır. S. bovis sığırların salyasından sütlere bulaşır ve S. thermophilus gibi termadurik olduğu için pastörize sütte hayatiyetini devam ettirir. 10 $^{0}$ C altında üreyemezler ancak 45 $^{0}$ C' de gelişebilirler.$^{0}$

**Vagococcus :** N grup laktokoklardan oluşan yeni bir cinstir. Peritrik flagella ile hareket ederler, gram(+), katalaz(-) olup 10 $^{0}$ C'de gelişirler ancak 45 $^{0'}$de gelişemezler. %4 NaCl ortamında gelişebilirler, %6,5'da ise gelişemezler. ph 9,6 da gelişme görülmez. En azından bir türü H 2 S üretir. Balık, su, bazı gıdalar ve dışkıda bulunur.

**Weisella :** 1993 yılında Yunan fermente sucuğundan izole edilen bakterinin Leuconostoc 'lara benzer olduğu ancak yapılan genetik çalışmalar sonucunda farklı bir yapıya sahip olduğu anlaşılmış ve bazı Lactobacillus türlerini de içeren Weisella adlı yeni bir grup oluşturulmuştur. Bu cinse ait bakteriler gram(+), hareketsiz, spor oluşturmayan, katalaz(-), fermentatif, kısa çubuk veya kokoid şekilli hareketsiz bakterilerdir. Heterofermentatif ve asiduriktirler. Bazı suşları arjinini hidrolize eder. Weisella paramesenteroides ve Weisella hellenica glikozdan D-laktik asit, diğer türler ise DL-laktik asit üretirler. 15 $^{0'}$ de gelişebilir ancak 45 $^{0'}$ de gelişemezler. Eski isim Lactobacillus viridescens Lactobacillus minor Lactobacillus kandleri Lactobacillus halotolerans Leuconostoc paramesenteroides Lactobacillus confusus Yeni isim Weisella viridescens Weisella minor Weisella kandleri Weisella halotolerans Weisella paramesenteroides Weisella confusus Weisella hellenica (sucuktan izole edilen yeni izolat) Küfler Bakteri ve birçok mayanın aksine küfler karmaşık yığınlar halinde gelişirler. Çok süratli bir yayılma özelliği gösterirler. 2-3 günde 5 ile 10 cm 2 ' lik alanı kaplayabilirler. Oluşan flament yığınına misel adı verilmektedir ve miseller hiflerden oluşmaktadır. Eşeysiz çoğalmada sporlar Sporongiofor denilen keseler içinde veya açıkta oluşur. Açıkta meydana gelen sporlara konidi denmektedir. Miselin herhangi bir hücresinin çevresinde kalın çeperler oluşması sonucu meydana gelen yapıya klamidosporlar

denir. Bu yapıların hepsi çevre koşullarına çok daha dayanıklıdırlar. Miseller bölmesiz olduğu gibi, septalı (bölmeli) da olabilirler. Septalı misellerin küçük parçalara ayrılması sonucunda ise Artrospor veya Oidiumlar meydana gelir. Küflerin oluşturduğu eşeysiz sporlar onlara karakteristik renklerini verir. Küfler eşeysiz sporları yanında askospor, oospor ve zigospor gibi eşeyli sporlar da oluştururlar. 1980' li yıllara kadar gıda kaynaklı küflerin sistematiğinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Sadece bazı bilinen cins ve türlerin üremeleri ile ilgili durumları daha detaylı olarak belirlenmiştir. Bu kısımda gıda mikrobiyolojisi için önemli olan küf cinsleri anlatılacaktır.

**Alternaria :** Bu küfler septalı misel oluştururlar. Konidiler ve konidioforları koyu renklidir. Konidilerde enine ve boyuna septalar bulunur. Bitkisel ürünlerin çoğunda bozulmalara neden olurlar. A. solani patateslerde sert çürüme yapar. A. teneus meyvelerde mavi küf çürümesine neden olur. A. radicina havuç ve kerevizde, A. brasicae ise marul ve kıvırcıkta siyah benekler oluştururlar. A. citri özellikle greyfurt ve portakal gibi sitrus meyvelerinde yumuşak çürüme yaparak pazarlama sorunlarına neden olur. A. tenuissima bir tarla küfüdür ve buğdayda gelişebilir. İlave olarak kırmızı etten de izole edilmiştir. A. citri, A. tenuissima ve A. alternata bir mikotoksin olan tenuozonik asidi oluşturarak gıda zehirlenmelerine neden olabilir.

**Aspergillus :** Misellerinden dik olarak yükselen konidioforların uçları küre veya oval şeklinde şişkindir. Konidiler tek hücreli, yuvarlak ve değişik renklidir. Pek çok gıda üzerinde sarı, yeşil, turuncu veya siyah koloniler oluştururlar. Miselleri septalıdır. Bu cinsin bazı türleri kanserojen özellikte aflatoksin üretirlerken, bazıları endüstride proteaz enzimi veya sitrik asit üretiminde kullanılarak gıda endüstrisine hizmet vermektedir. Hububat ve ürünleri, meyve, sebze, et ve diğer pek çok gıda üzerinde yaygın olarak bulunurlar. A. flavus ve A. parasiticus aflatoksin oluşturmaktadırlar. A. oryzae pirinçten sake içkisinin yapılmasında ve α-amilaz üretiminde kullanılır. Bu küfden aynı zamanda soysos imalinde ve koji fermentasyonunda starter olarak yararlanılmaktadır. A. niger meyvelerde siyah küf çürümesine ve ekmeklerde sarı pigment oluşumuna neden olmakta aynı zamanda endüstride sitrik asit, lipaz, invertaz, glukoamilaz, β-galaktozidaz enzimlerinin üretiminde kullanılmaktadır. A. glaucus ve A. restrictus depo funguslarıdır ve fasulye ve soya gibi ürünlerde sorun yaratır. A. candidus ve A. chevalieri türleri A. parasiticus'un aflatoksin üretimine engel olurlar. A. ochraceus, A. alliaceus, A. ostiarus ve A. mellus; Penicillium viridicatum, P. cyclopium, P. variable ile beraber bir başka mikotoksin olan okratoksini üretirler. A. versicolor, A. nidulans ve A. rugulosus ise sterigmatoksin adlı toksini oluştururlar. A. fumigatus nişastalı organik

bileşiklerden insan veya hayvanlar için kullanılabilecek mikrobiyel protein üretiminde kullanılır. Botrytis : Bu organizma uzun, ince ve çoğu kez renkli konidioflar oluşturur. Miselleri, septalı olup konidiler en uçtaki hücre üzerinde meydana gelir. Konidileri tek hücreli olup, gri renklidirler. Birçok bitki ve bitkisel gıda üzerinde gri küflenmeye yol açarlar. Meyve ve sebzelerin pazarlanması sırasında büyük sorun oluştururlar. B. cinerea bağlarda görülen küllenme hastalığını yapar. Turunçgiller, çilek, armut, elma, üzüm gibi pek çok sebze ve meyvelerde de gri küf çürümesine neden olurlar. B. allii soğanların boyunlarında gri çürüme yaparak boğazdan itibaren dokuyu yumuşatır.

**Byssochylamys :** Ascomycetlere dahil olan bu cins ask içinde 8 tane askospor oluşturur. Diğer ascomycetlerden farklı olarak ask'ın etrafını çevreleyen askokarp veya duvar bulunmaz. Askosporları ısıya dayanıklı olduğu için özellikle yüksek asitli gıdaların bozulmalarında önemli rol oynar ve düşük Eh değerlerine dayanıklıdırlar. Toprakta ve olgunlaşmakta olan meyvelerde bulunurlar. En önemli türü olan Byssochylamys fulva ve B. nivea ısıl işlem görmüş asidik gıdaların özellikle konserve meyve ve meyve sularının bozulma etmenidirler. Bozulmanın yanı sıra bu iki tür patulin toksini üreticisidirler. Bazı türlerinden ise pektinaz enzimi üretiminde yararlanılır.

**Cladosporium** : Miselleri septalıdır. Kültürde kadifemsi, zeytin renginden siyaha değişen pigment oluştururlar. Bazılarının konidileri limon şeklindedir. Cladosporium herbarum sığır eti ve dondurulmuş kuyruk yağında siyah benek oluşturur. Kimi türleri tereyağı ve margarinde bozulma yapar, kimileri ise meyvelerde siyah kök çürümesine neden olur. İlave olarak bu cins bir tarla küfüdür ve buğday, arpa gibi hububatlarda sıklıkla rastlanır. C. herbarum ve C. cladosporiodes meyve ve sebzelerde yaygın bulunan türleridir.

**Fusarium :** Bu küfler çok miktarda pamuk görünümünde ve pembe eflatun veya sarı renkli miseller oluştururlar. Konidiler tek veya zincir şeklinde oluşur. Pek çok sebze ve meyvenin bozulmasına neden olan bu küfler muzlarda görülen boyun çürümesine de neden olurlar. F. culmorum tereyağında koyu pembe lekeler oluşturur, kuşkonmazda ise başlangıçta beyaz duman renkli miseller meydana getirir, doku daha sonra ıslak bir görünüm alarak yumuşar ve çürür. F. oxysporum aynı F. culmorum gibi etki yapar ancak pembe miseller yerine

14 kahverengi miseller oluşturur. F. oxysporum ve F. sambucinum sambutoksin, F. monilioforme (Gibberalla fujikuroi), F. proliferatum ve F. hygami fumonisin, F. graminearum (F. roseum; Gibberalla zeae) zearalenon toksinini oluşturur. F. moniliforme incirlerde yumuşak çürüme veya endosepsis denilen hastalığa neden olur. Burada küf, incir yüzeyinde pembe lekelere ve dışa açık olan delik kısmından da şiddetli koku yayılmasına neden olur. Geotricum : Daha önceleri Oidium lactis ve Oospora lactis olarak bilinen bu cins içinde maya benzeri organizmalar da vardır. Değişik renkte fakat genellikle beyaz koloniler oluştururlar. Miselleri septalı olup çoğalmaları misellerinin artrosporlara parçalanmasıyla meydana gelir. Bu organizmalara çeşitli peynirlere aroma kazandırmaları nedeniyle, bazen süt küfü adı verildiği gibi, gıda endüstrisinde, gıdalarla temas eden alet ve ekipmanın üzerinde geliştiği için makina küfü de denmektedir. Bu durum özellikle domates işleyen işletmelerde görülür. Geotricum albidum özellikle turunçgillerde, şeftali ve süt kremasında ekşimeye neden olur. Et ve sebzelerde de yaygın olarak bulunur. G. candidum ekmek mayasına bulaştığında bu mayayla imal edilen ekmeklerde küf kokusuna neden olur. Özellikle bu tür, makina üzerinde gelişen Geotricum 'lara örnek olarak verilir. Bazı türleri Uzak doğuda tüketilen Gari adlı ürünün fermentasyonunda starter kültür olarak kullanılır. Monilia : Miseller beyaz veya gri renkli olup dallanmış konidioforları taşırlar. Konidiler pembe veya ten rengi kütleler oluşturur. Miselyumları septalı olup, gelişmelerinin ileri aşamasında bölmeleri oluştururlar. Bu cins değişik isimler altında tanımlanmış ve eşeyli formları Neuspora, Monilina ve Sclerotinia cinslerine dahil edilmiştir. Neuropora olarak da bilinen bu küflerden M. sitophila (kırmızı ekmek küfü) ekmeklerde pembe kırmızı koloniler meydana getirir, şeker kamışı ve pancarı posasında da üreyerek pembe renkli koloniler oluşturur. Ayrıca makarnaların kağıt üzerinde kurutulmaları sırasında kağıt ile birleşme noktasında pembe hatlar meydana getirir. Monilina türleri sert çekirdekli meyvelerde kahverengi çürümeye neden olur. Monilina fructicola meyve ağaçlarında kangren, meyvelerde çürüme ve Sclerotinia fructigena, S. cinerea ise sebzelerde benek şeklinde bozulmalara yol açar. M. nigra sert peynirler üzerinde gelişerek kenar bölgelerde siyah benekler meydana getirir. Mucor : Septasız misel oluştururlar. Sporları sporangium adı verilen kese içinde oluşur. Gıdalarda yaygın olarak bulunan bu küflerden Mucor miehei ve M. pussilus, Endothia parasitica ile birlikte peynir mayası olarak da bilinen mikrobiyel rennet (rennin) enzimi üretiminde kullanılır. M. rasemosus, M. mucedo ve M. lusitanicus etlerde püsküllenme hastalığına neden olurlar. Etin donma sıcaklığına yakın bir sıcaklık derecesinde saklanması sırasında bu küfler sporilizasyon yapmadan beyaz renkli, tüylü yapıda miseller oluşturarak etin püsküllü bir görünüm almasına neden olurlar. M. pyriformis endüstride sitrik asit üretiminde; M. rouxii amilaz ve M. miehei

ise mikrobiyel lipaz enzimi üretiminde kullanılır. Penicillium : Oluşturdukları miseller septalıdır. Konidiforları bazen tek, bazen de dallanmış haldedir. Uç taraflarında fırça görünümünde konidi taşıyıcıları yer alır. Konidileri yuvarlak olup, maviden mavi-yeşile kadar değişen tonlarda koloni oluştururlar ve bunları hemen hemen her türlü gıda maddesi üzerinde görmek mümkündür. Bazı türler peynir yapımında önem taşırken, bazıları da antibiyotik üretiminde kullanılmaktadırlar. Toprak, hava, toz, unlu gıdalar, meyveler üzerinde yaygın olarak bulunurlar. Bunlardan Penicillium expansum meyvelerde yumuşak çürüme, Penicillium digitatum ve Penicillium expansum ise turunçgillerde yumuşak çürümeye neden olmaktadır. P. camamberti ve P. roqueforti peynir üretiminde kullanılır. P. puberulum, P. cyclopium; A. ochraceus ile penisilik asit, P.citrinum, P. viridicatum citrinin, P. patulum, P. expansum, P. claviforme; A. clavatus, A. teneus ve bazı Aspergillus suşları, Byssochlamys nivea ve B. fulva ile birlikte patulin (calvisin, expansin) toksini üretirler. P. viridicatum, P. cyclopium, P. variable ve bazı Penicillium türleri ise okratoksin üreticisidirler. Penicillium nalgiovensis ve P. camamberti'nin kuru sosislere starter olarak ilave edilmesinin mikotoksin üreten suşların gelişimini inhibe ettiği belirtilmektedir.

**Rhizopus :** Bu küflerin septasız misellerinde tipik olarak stolon ve rhizoidler bulunur. Sporongioforlar stolonların birleşme yerlerinden çıkar. Sporları genellikle siyah renkli olup sporangium içinde oluşur. Doğada çok yaygın olan bu küfler her türlü gıda maddesinden izole edilebilirler. Bazıları endüstride nişastadan alkol elde edilmesinde kullanılır. Rhizopus stolonifer gıdalarda en yaygın bulunan türüdür ve ekmek küfü olarak bilinmektedir. Çeşitli sebzeler ile elma, armut, üzüm, incir ve sert çekirdekli meyvelerde yumuşak çürümeye neden olur. Buzdolabı sıcaklığında saklanan bazı et ürünlerinde ve kuyruk yağında siyah benekler oluşturur. R. oligosporus oncom, bonkrek ve tempeh gibi fermente ürünlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılır.

**Thamnidium :** Septasız misel oluştururlar ve büyük sporangiumları sporangioforların uç kısımlarında, küçük sporangiolleri ise tabana yakın yan kısımlarda oluşur. Soğukta saklanan etlerde püsküllenme hastalığına neden olur. Çürümekte olan gıdalarda yaygındır. Bilinen tek türü T. elegans etlerde püsküllenme hastalığına neden olur.

**Trichothecium :** Septalı miselleri vardır. Trichothecium roseum pembe renkli pigment oluşturur ve meyvelerde pembe renkli kök çürümelerine neden olan tek türdür. Buğday, mısır ve arpa gibi hububatlarda yaygın olarak bulunur. Bazı türleri ise trikotesen (Trichothecenes; deoxynivalenol ) mikotoksin üretirler Mayalar Mayalar, her ne kadar misel

oluşturabiliyorlarsa da küflerden tek hücreli oluşları, bakterilerden ise hücrelerinin daha büyük olması ve oval, uzun, eliptik veya yuvarlak hücre şekilleri ile bölünme esnasındaki tomurcuklanmaları sayesinde ayrılırlar. Tipik bir maya hücresinin büyüklüğü 5-8 µm çapındadır ve hatta bazıları daha da büyüktür. Genellikle yaşlı hücreleri genç ve gelişmekte olan hücrelere oranla daha küçük olma eğilimindedir. Geniş ph, şeker ve alkol konsantrasyonu sınırları arasında gelişebilirler. Şöyle ki, bazıları 1,5 gibi oldukça düşük ph' larda veya % 18 gibi yüksek alkol konsantrasyonlarında ve %55-60 gibi yüksek şeker konsantrasyonlarında gelişebilirler. Krem renginden pembe kırmızıya kadar değişen renkte pigment oluşturabilirler. Asko ve artrosporları ısıya oldukça dayanıklıdır. Geçen on yıl içinde geliştirilen yeni teknikler (5S RNA, DNA baz kompozisyonu ve koenzim Q profillerinin belirlenmesi gibi) sayesinde maya taksonomisinde pek çok değişiklik yapılmıştır yılında yayınlanan, Kregen-van Rij tarafından düzenlenen maya sistematiği pek çok çalışma ürünü sonucunda geliştirilmiştir. Buna göre daha önce Torulopsis cinsi olarak bilinen grup Candida cinsine, bazı Saccharomyces türleri ise Torulaspora ve Zygosaccharomyces cinsi içine aktarılmıştır. Gıda kaynaklı 14 adet mayanın yeni taksonomisi aşağıda verilmiştir:

**Bölüm: Ascomycotina ;**

Familya: Saccharomycetaceae (Askospor ve artrospor oluştururlar, vejetatif üreme füzyon veya tomurcuklanma ile olur) ;

Alt familya: Nadsonioideae ;

Cins: Hanseniaspora.

Alt familya: Saccharomycotoideae ;

Cinsler: Debaryomyces, Issatchenkia, Kluyveromyces, Pichia, Saccharomyces, Torulaspora, Zygosaccharomyces.

Alt Familya: Schizosaccharomycetoideae, Cins: Schizosaccharomyces

**Deuteromycotina ;**

Familya: Cryptococcaceae (Fungi imperfekti, eşeysiz üreme tomurcuklanma ile olur) ;

Cinsler : Brettanomyces, Candida, Cryptococcus, Rhodotorula, Trichosporon.

**Brettanomyces :** Tomurcuklanma ile çoğalırlar, aerobik koşullarda glikozdan asetik asit oluştururlar. Ovoid şeklinde hücreleri vardır, şekerleri oksidatif ve fermentatif olarak kullanma yeteneğindedirler. B. intermedius en bilinen türüdür ve 1,8 gibi düşük ph da gelişebilir. Bira, şarap, alkolsüz içkiler ve turşularda bozulmaya neden olurlar. Ayrıca bira ve bazı şarapların (ale) yapımında 2. fermantasyonda önemlidirler.

**Candida :** 1923 yılında ilk kez tanımlanan bu cins yağ asitleri kompozisyonu itibariyle elektroforetik karyotipine göre 3 esas grup altında toplanmıştır. Hücreleri karotenoid pigment içermez ve isminin anlamı "parlayan beyaz"dır. Daha önceleri Torulopsis olarak adlandırılan Ascomycetes imperfecti türleri aşağıdaki gibi düzenlenmiştir. Anaformik özellik gösteren Candida türleri ise Kluyveromyces ve Pichia cinsi içine aktarılmıştır. Saccharomycopsis lipolytica ise Candida lipolytica olarak yeniden adlandırılmıştır. Bu cinsin bazı üyeleri kefir, kakao, bira, ale ve meyve sularının fermantasyonunda rol oynarlar. Bu cinsin bazı üyeleri taze kıyma, kanatlı etleri gibi ürünlerde yaygın olarak bulunurlar. C. tropicalis genel olarak en sık rastlanan türdür. Yeni isim Candida famata Candida kefyr Candida stellata Candida holmii Eski isim (Torulopsis candida, T. famata) (Candida pseudotropicalis, T. kefyr, T. cremoris) (Torulopsis stellata) (Torulopsis holmii)

**Cryptococcus :** Bu cins üyeleri çok yönlü tomurcuklanma ile çoğalır. Şekerleri fermente edemezler. Miselleri kırmızı veya turuncu renklidir. Artrospor oluşturabilirler. Bitki ve toprak ile çilek ve benzeri meyvelerde, deniz balıklarında, karides ve taze sığır kıymasında bulunurlar.

**Debaryomyces** : Askospor oluşturan bu mayalar çok yönlü tomurcuklanma ile çoğalırlar, bazen yalancı misel oluştururlar. Süt ve süt ürünlerinde en yaygın bulunan iki maya cinsinden biridir. D. subglobosus ve Torulaspora hansenii olarak bilinen türler D. hansenii olarak adlandırılmıştır. D. hansenii gıda kaynaklı en önemli mayalardandır. % 24 NaCl' de ve 0,65 gibi düşük su aktivitesinde gelişebilmektedir. Şarapların yüzeyinde zar oluşturarak gelişir. Salamura ve peynirlerin yüzeyinde kolayca gelişebilir, özellikle portakal suyu konsantratlarında ve yoğurtta bozulmalara neden olur.

**Hanseniaspora :** Bunlara apiculatus mayaları da denir ve Kloeckera türlerini içermektedir. Çoğalmaları bipolar tomurcuklanma ile gerçekleşir. Limon şekilli hücreler oluştururlar. Ask içinde 2-3 adet şapka şeklinde sporları vardır. Şekerleri fermente edebilirler. Özellikle incir, üzüm, domates, çilek ve turunçgil gibi pek çok gıdada ve kakao fermentasyonu esnasında yaygın olarak bulunurlar.

**Issatchenkia** : Bu cinsin üyeleri çok yönlü tomurcuklanmayla çoğalırlar ve yalancı misel oluşturabilirler. Pichia cinsi içinde yer alan bazı türler bu cins içine aktarılmıştır. Candida krusei ise Issatchenkia orientalis olarak değiştirilmiştir. Gıdalarda yaygın olarak bulunurlar ve Koenzim Q-7 içermektedirler.

**Kluyveromyces :** Askospor oluşturan maya cinsidir, sporları siferiktir ve yalancı misel oluşturabilirler. Kluyveromyces marxianus önceden K. fragilis, K. lactis, K. bulgaricus, Saccharomyces lactis ve Saccharomyces fragilis olarak bilinen türleri içermektedir Süt ürünlerinde bulunan önemli iki mayadan biridir. Kluyveromyces türleri β-galaktozidaz enzimi üretme yeteneğindedir ve şekerleri fermente ederler. K. marxianus var. lactis laktozu fermente ederek kefir ile kımız yapımında ve peynir altı suyundan laktaz enzimi üretiminde starter olarak kullanılır. Ancak K. marxianus'un peynir gibi bazı süt ürünlerinin bozulmasına neden olduğu da unutulmamalıdır. Pichia : Oval, silindirik hücreleri vardır, bu cinsin türleri yalancı misel ve artrospor oluşturabilirler. Çoğalmaları çok yönlü tomurcuklanma ile olur. Şapka formunda spor meydana getirirler. Bunlardan bazıları Williopsis türleridir ve yeni taksonomide Debaryomyces cinsi içine aktarılmışlardır. Candida guilliermondii; Pichia guilliermondii, Candida valida ise Pichia membranaefaciens olarak bu grupta yer almaktadırlar. Oksidatif mayalardır. Sıvı ortamlarda yüzeyde zar tabakası oluşturur ve zeytin salamuralarında kolayca gelişirler. Turşu, sauerkraut (susuz lahana turşusu) gibi asidik gıdalarda bozulmalara neden olurlar. Bazı türleri taze balık ve karidesten izole edilmiştir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde üretilen geleneksel pek çok ürünün üretiminde kullanılan önemli bir maya cinsidir.

**Rhodotorula :** Spor oluşturmazlar, ender olarak ilkel yalancı misel yaptıkları saptanmıştır. Çoğalmaları çok yönlü tomurcuklanmayla olur. Bir çoğu kültür ortamlarında ve gıdalar üzerinde kırmızı pigment oluştururlar. Doğada çok yaygın olarak bulunan bu mayalar hava ve toz ile bulaştıkları için laboratuarlardaki en büyük kontaminasyon kaynağını oluştururlar. Çok yüksek oranda yağ içerdiklerinden R. glutinis ve R. mucilaginosa gıdalarda bulunan en önemli iki türdür. Pembe, kırmızı, turuncu ve somon rengi pigment oluştururlar. Psikrotrof türleri de vardır. Taze kanatlı etleri, balık, karides ve sığır kıymasında bozulmalara neden olur. Tereyağının yüzeyinde kolaylıkla gelişirler.

**Saccharomyces :** Askospor yapan bu mayalar oval, yuvarlak ve uzun hücreler oluştururlar. Çoğalmaları çok yönlü tomurcuklanma ve içinde 1 ile 4 adet spor bulunan asklarla olur. Bu cins endüstride büyük önem taşıyan mayaları içermektedir. Doğada başta

üzüm olmak üzere meyve ve sebzeler üzerinde çok yaygındır. Şekerleri fermente ederek alkol ve CO 2 oluştururlar. Saccharomyces cerevisiae başta bira olmak üzere tütsülenmiş kuru salam, şarap, şampanya, ekmek ve alkol üretiminde de kullanılmaktadır. S. bisporus ve S. rouxii; Zygosaccharomyces cinsi, S. rosei ise Torulaspora cinsi içine aktarılmışlardır. S. cerevisiae gıdalarda nadiren bozulmaya neden olur. S. bailli mayonez, salata sosları, alkolsüz içkiler, meyve suları ve şarapta bozulma yapar. Benzoat ve sorbat gibi kimyasal koruyuculara dirençlidir.

**Schizosaccharomyces :** Bu cinsin üyeleri askospor oluşturmalarının yanı sıra bölünerek ve artrospor yaparak da çoğalırlar. Eşeyli çoğalmada oluşan ask içinde 4-8 adet askospor bulunur. Bu sporların şekilleri oval, yuvarlak veya böbrek biçiminde olabilir. Şekerli ürünleri bozulmasında rol oynarlar. En önemli türlerinden olan Schizosaccharomyces pombe yüksek oranda alkol üretme yeteneğindedir ve kimyasal koruyuculara karşı dirençlidir.

**Torulaspora** : Çok yönlü tomurcuklanmayla çoğalırlar, ask içindeki sporları sferik şekillidir. Yeni taksonomide Saccharomyces cinsinin 3 türü bu cins içine aktarılmıştır. Şekerleri kuvvetli fermente ederler ve Koenzim Q-6 içerirler. Torulaspora delbrueckii gıdalarda en yaygın bulunan türüdür.

**Trichosporan :** Oksidatif ve askospor oluşturmayan maya cinsidir. Gerçek misel oluştururlar ve şekerleri ya zayıf ya da hiç fermente edemezler. Kakao ve Uzak doğuda üretilen Idli fermentasyonunda starter kültür olarak kullanılırlar. Taze karides, sığır kıyması, kanatlı etleri, dondurulmuş kuzu eti ve diğer pek çok gıdada bulunmaktadır. Trichosporan pullulans en önemli türüdür ve endüstride lipaz enzimi üretiminde kullanılır.

**Zygosaccharomyces** : Ozmofilik bir maya cinsidir. Şekerleri kuvvetli fermente ederler. Bu nedenle reçel, marmelat, bal, melas ve şurup gibi şeker oranı yüksek gıdaların bozulmasına neden olurlar. Zygosaccharomyces rouxii en önemli türüdür ve Xeromyces bisporus'dan sonra düşük su aktivitesinde gelişebilen ikinci maya türüdür ve hatta 0,62 gibi çok düşük su aktivitesinde gelişebilmektedir. Özellikle ph=1,8 de gelişebilen Z. bailii başta olmak üzere bazı türleri mayonez ve salata soslarının bozulmasına neden olurken, bazı türleri ise soysos ve miso gibi fermente soya ürünlerinin üretiminde starter kültür olarak kullanılmaktadır.

## 8. BÖLÜM

## 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 ; Manufactoring Practice) konularında indikatör mikroorganizmalar yeterli bilgi verir. Bir diğer deyiş ile ve kısaca indikatör mikroorganizmalar kalitenin göstergesidir.

Bu aşamada indikatör mikroorganizmalar ile patojenlerin birbirine karıştırılmaması gerekir. Gıda kalitesi hakkında fikir elde etmek için aranan / sayılan bu grup mikroorganizmalar toplam bakteri, toplam maya ve küf, toplam koliformlar, fekal koliformlar gibi mikroorganizma gruplarıdır. Toplam bakteri içinde çok yoğun olarak (örneğin *Staphylococcus aureus* gibi) patojen bakteriler bulunsa bile bunlar analiz yöntemi uyarınca sadece toplam bakteri olarak değerlendirilir. Tersine olarak bir gıda maddesinin üretiminde kullanıldığı için yararlı olarak değerlendirilen bir mikroorganizma (örneğin, rokfor peyniri yapımında kullanılan Penicillium roqueforti) başka bir gıdaya (örneğin 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. Bir yaklaşıma göre indikatör mikroorganizmaların mutlaka dışkı kökenli olması gerekirken, bir başka yaklaşım her türlü mikroorganizmayı indikatör olarak kabul etmektedir. Bu metinde ikinci görüş benimsenmekte ve indikatör olarak tüm mikroorganizmalar değerlendirilmektedir. Son zamanlarda mikroorganizmalara ek olarak mikrobiyal gelişmeye bağlı ortaya çıkan laktik asit, diasetil, alkol gibi ürünlerin de mikrobiyal indikatör olarak değerlendirilmesi üzerinde durulmaktadır.

Gıda sanayinin farklı işletmelerde o işletmeye özgü indikatör mikroorganizmalar üzerinde durulur. Örneğin tereyağı işletmesinde lipolitik mikroorganizma varlığı / sayısı önemli bir kalite kriteri iken, lipolitik bakterilerin örneğin meyve suyu endüstrisinde hiçbir önemleri yoktur. Benzer şekilde fekal kontaminasyon indeksi bakteriler pek çok gıda maddesi için önemli kalite kriteri iken, konserve sebzelerde bu bakterilerin aranması gereksizdir.

Gıda işletmeleri kendi kalite programları çerçevesinde hammaddeden başlayarak farklı mikroorganizmaları indikatör olarak belirleyebilir. Buna ilave olarak kamu kontrol kuruluşları tarafından belirlenen indikatör mikroorganizmalar da bulunur.

**İndikatör Mikroorganizmaların Özellikleri**

Gıda endüstrisinde indikatör olarak seçilen mikroorganizmaların belirli özellikler taşıması gerekmektedir. Öncelikle gıdalarda mikrobiyal kalite ile ilişkili bu mikroorganizmaların varlığı kolaylıkla ve hızla belirlenebilmeli ve sayılabilmeli, diğer mikroorganizmalardan ayrılabilmeli, gıdada bulunan doğal flora tarafından bu mikroorganizmaların gelişmesi engellenmemelidir.

Buna bağlı olarak toplam bakteri, toplam maya ve küf, toplam ozmofilik ve ozmotolerant mayalar, kserofil küfler, toplam proteolitik bakteriler, toplam koliformlar vb. gibi farklı mikroorganizmalar yukarıda da belirtildiği gibi farklı gıdaların kalitesinin belirlenmesinde indikatör mikroorganizma olarak kullanılmaktadır.

Genel prensip olarak indikatör mikroorganizmaların patojen olmaması gerekirse de *Clostridium perfringens* istisnadır.

***E.coli*'nin İndikatör Olarak Önemi**

Fekal orjinli olması nedeniyle bazı mikrobiyologlar sularda fekal kontaminasyonunun indikatörü olarak yalnızca *E.coli* 'yi dikkate almaktadırlar.*E.coli*'nin sularda fekal kontaminasyonunun indikatörü olarak kabul görmesinin en önemli nedenlerinden bir tanesi ise bu bakterinin sularda canlılığını sürdürme periyodudur.

ENTEROBACTERIACEAE FAMİLYASI

- Bu familya içinde laktozu fermente eden (koliform bakteriler) ve fermente edemeyen enterik bakterilerle birlikte doğa orijinli diğer bazı bakteriler yer almaktadır.

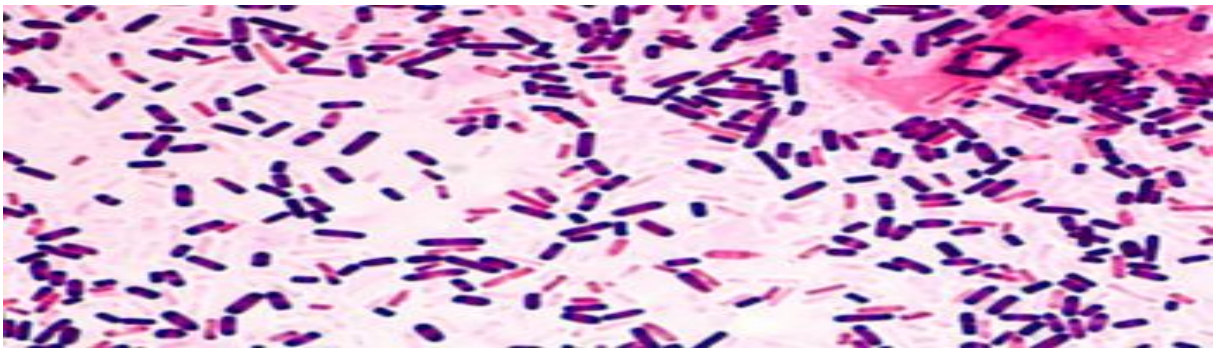
**DİĞER GIDA GÜVENLİĞİ İNDİKATÖRLERİ**

- ***Staphylococcus:***

  *Staphylococcus* türlerine insanların ağız, burun, el ve derilerinde normal veya geçici flora üyeleri olarak her zaman rastlanmaktadır.Bu bakteriler özellikle derideki sivilce ve yaralarda çok yaygın bulunurlar.

***Clostridium perfringens***

- *Clostridium* türleri insan dışkı florasında yer almaları nedeniyle bazı bilim adamları tarafından indikatör olarak önerilmektedir. *Clostridium perfringens* ‘in özellikle endüstriyel atık sularda fekal koliformlardan sonra insan kaynaklı fekal kontaminasyonun ikincil indikatörü olarak kullanılabileceği ifade edilmektedir.



***Pseudomonas aeruginosa***

*Pseudomonas aeruginosa* ‘nın insanların bağırsak sisteminde bulunması ve aerobik bir bakteri olması bu bakterinin alternatif alternatif bir fekal kontaminasyon indikatörü olarak önerilmesine yol açmıştır.

**Fekal Kontaminasyon İndeksi**

İndikatör mikroorganizmalar olarak en önemli grup fekal kontaminasyon indeksi bakterilerdir. Bunların varlığı gıdaya hammaddeden başlayıp gıdanın taşınmasına kadar bir ya da daha fazla aşamada doğrudan ya da dolaylı olarak lağım ile dışkı bulaştığının göstergesidir.

Fekal koliformlar enterekokla ve *Clostridium perfringens* tipik fekal kontaminasyon indeksidirler. Fekal koliformlar yerine yaygın olarak E. coli kullanılır. Bunlardan enterokoklar sularda fekal kontaminasyon belirlenmesi için diğerlerine göre daha iyi bir gösterge olarak kabul edilir.

Yukarıda da belirtildiği gibi indikatör mikroorganizmalar patojenler içinden seçilmemekledir. Burada öncelikle primer patojen olmayan bakteri E. coli tip 1 olarak tanımlanan bakteridir. Bu bakterinin bağırsaklarda vitamin sentezine katılması nedeni ile yararlı bir bakteri olduğu da açıktır. Bununla beraber, *E. coli O157:H7* serotipinin bugün bilinen en tehlikeli gıda kaynaklı patojen bakteri olduğu da unutulmamalıdır. Benzer şekilde E. coli 'nin diğer serotipleri ve Klebsiella pneumoniae de insan ve hayvanlarda hastalıklara neden olabilmektedir.

İkinci olarak analiz edilen materyalde bağırsak kökenli olan bu bakterilerin varlıklarının gösterilmesi o materyalde yine bağırsak kökenli olan *Salmonella* ve *Shigella* gibi primer patojenlerin de mutlaka bulunacağı anlamına gelmemekte, sadece bir potansiyel tehlikenin olduğuna işaret edilmektedir. İnsan dahil olmak üzere her hangi bir sıcak kanlı hayvanın bağırsağında başta E. coli olmak üzere diğer fekal koliformlar da mutlaka vardır, ancak o bireyde *Salmonella* ve *Shigella* gibi yine bağırsak kökenli patojenler bulunmayabilir. Nitekim tümüyle sağlıklı insan ve diğer sıcak hayvanların bağırsak sistemlerinde bu gibi patojenler yoktur.

Son olarak, bu bakterilerin analiz edilen materyalde bulunması bir hijyen eksikliğidir. Ancak, bu hijyen eksikliğini hammaddeden mi yoksa işletme koşullarından mı geldiği bugünkü teknoloji ile analiz edilememektedir. Örneğin, tarla koşullarında kuşların hammadde üzerine dışkılamaları pratik olarak ve kolaylıkla engellenemez. Bu durumda pek çok baharatta fekal kontaminasyon doğaldır. Tersine olarak, süt sağımında meme hijyeni ve sağım koşulları kontrol altına alınır ise hayvan dışkısının çiğ süte bulaşması tümüyle önlenebilir. Bu durumda çiğ sütte fekal koliform bulunmaması gerekir. Ancak ülke hayvancılık koşulları dikkate alınırsa bu aşama göz ardı edilebilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus "ülke hayvancılık

koşullarının zorlamasıdır ve kontrol altına alınabilir" bir özellik olmasıdır. Aynı durum çiğ et için de geçerlidir. Oysa pastörize sütten yapılan peynir gibi bir üründe pastörizasyon sonunda tüm koliform bakteriler ölür. Dolayısı ile bu ürünlerde fekal koliformlara rastlanması sadece pastörizasyon sonundaki bulamadan kaynaklanır. Bunun temel sorumlusu ise işletmede çalışanların tuvalet sonrası asgari hijyene dikkat etmemeleridir.

***ÜRÜN KALİTESİNİN (RAF ÖMRÜNÜN) İNDİKATÖRLERİ***

- Bir ürünün mikrobiyolojik kalitesi,onun bozulmadan uzun süre dayanabilmesi ya da başka bir deyişle raf ömrü ile yakından ilgilidir. Ürün kalitesinin (raf ömrünün) indikatörleri, bir üründeki tipik bozulma etkeni mikroorganizma veya mikroorganizma grupları ile bunların metabolik ürünleridir.

. **Gıdalarda Mikrobiyal Aktivite**

Doğada mikroorganizmalar, bitki ve hayvanlar arasında doğal ve sürekli bir etkileşim vardır. Mikroorganizmalar insan gıdasınıoluşturan bitkisel ve hayvansal kaynaklıgıda maddelerini kullanarak varlıklarını sürdürür.

Gıdaların içeriğini proteinler, yağlar, karbonhidratlar, vitamin ve mineraller ve su gibi değişik besin öğeleri oluşturur. Bu besin öğeleri nedeniyle gıdaların çoğu mikrobiyal gelişme için mükemmel bir ortam oluşturur.

Mikroorganizmaların enzimatik faaliyetleri sonucu çeşitli besin maddelerinin yıkımı ve yeni metabolitlerin üretimi gıdalarda arzu edilmeyen tat ve koku oluşumuna neden olur. Mikroorganizmaların asıl işlevi kendi nesillerini ve yaşamlarınıdevam ettirmektir. Bu amacıgerçekleştirmek için aşağıdaki temel reaksiyonu yürütürler.

Tüm organik bileşikler → Hücre yapıları+ Enerji + İnorganik bileşikler

Gıdalarda bozulmaya neden olan saprofit mikroorganizmalar ile insanlarda gıda zehirlenmesi ve enfeksiyonlara neden olan patojen mikroorganizmaların dışında fermente et, süt, sebze-meyve ürünleri ile bira, şarap gibi alkollü içeceklerin üretiminde rol oynayan yararlımikroorganizmalar da vardır. Herhangi bir gıdada patojen mikroorganizma bulunmasıhalk sağlığıaçısından risk oluşturur.

İnsan sağlığının korunması açısından patojen mikroorganizmaların gıdaya bulaşmasının ve gelişmesinin önlenmesi veya uygun gıda işleme yöntemiyle etkisiz hale getirilmeleri zorunludur.

Gıdalarda bulunan mikroorganizmalarıaktivitelerine göre;

- Bozulmaya neden olan saprofit mikroorganizmalar,
- Gıda zehirlenmesi ve enfeksiyonlara neden olan patojen mikroorganizmalar,
- Fermente gıdaların üretiminde rol oynayan mikroorganizmalar olarak

adlandırılır.

**4.2. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler**

Mikroorganizmalar gıdalarda olumlu veya olumsuz pek çok değişime neden olur.

Bitki ve hayvan dokularının doğal yapılarında mikroorganizmaların gelişmesini engelleyecek koruma sistemleri vardır. Taze gıdalarda bu koruma sistemlerinin etkileri bazı

gıdalarda devam eder. Gıdalarda mikrobiyel gelişmeyi etkileyen faktörler iç ve dışfaktörler olmak üzere iki grupta incelenir.

**4.2.1. İç Faktörler**

**□ pH**

Mikroorganizmaların gelişimini ve aktivitesini belirleyen önemli faktörlerden biri pH' dır. Mikroorganizmaların büyük kısmı pH 6.6 -7.5 arasında gelişmektedir. Mikroorganizmaların minimumu ve maksimum pH değerleri ile ilgili olarak belirtilen rakamlar tabloda verilmiştir. Bakteriler pH bakımından küf ve mayalara göre daha seçicidir

(Tablo 4. 1).

| Mikroorganizma | Minimum | Optimum | Maksimum |
|---|---|---|---|
| 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 - | 6.8 8.0 – 8.5 |

**Tablo 4.1: Mikroorganizmaların gelişebildikleri yaklaşık pH değerleri**

Meyvelerde genel olarak mikrobiyal bozulmaya pH 3.5 altında gelişmeleri sonucunda maya ve küfler neden olur. Et ve deniz ürünlerinin pH'ı5.6 ve daha yüksek olduğundan bu gıdalarda küf ve mayalar kadar bakteriler de bozulmaya neden olmaktadır. Sebzelerin de pH'sımeyvelerden daha yüksektir bu nedenle sebzelerde bakteriyel bozulma söz konusudur (Tablo 4. 2).

Ürün pH Ürün pH

Sebzeler Et ve Tavuk etleri

Fasulye 4-6.5 Sığır (kıyma) 5.1-6.2

Patlıcan 4.5 Dana 6.0

Mısır (tatlı) 7.3 Tavuk 6.2-6.4

Domates 4.2-4.3

Havuç 4.9-6.0

Ispanak 5.5-6.0

Balık ve Deniz ürünleri

Meyveler

Balık 6.6-6.8

Elma 2.9-3.3 Midye 4.8-6.3

İncir 4.6 Ton balığı 5.2-6.1

Muz 4.5

Karpuz 5.2-5.5

Üzüm 3.4-4.5 Süt ve Süt ürünleri

Yumurta

Süt 6.3-6.5

Akı 7.6-9.5 Yoğurt 3.8-4.1

Sarı 6.0-6.3 Peynir 4.9-6.1

 **Su Aktivitesi**

Gıdalardaki su, gıdanın yapısına bağlıolarak biyokimyasal ve mikrobiyolojik tepkimelerde rol almaktadır. Gıdalardaki suyun niteliğini belirlemede su aktivitesi önem taşımaktadır. Su aktivitesi kavramı; gıda maddesinin su buharıbasıncının aynısıcaklıktaki saf suyun su buharıbasıncına oranıolarak tarif edilir. Nem dengesinin 1/ 100'ü şeklinde tanımlanmıştır. Bir gıda maddesi % 80 bağıl nemli atmosferde % 20 su içeriğinde dengede kalıyorsa As=0.80 dir.Yani havanın denge neminin 100'e oranıdır. Su aktivitesi ve bazı gıdaların su aktivite değerleri(Tablo 4.3)'te görüldüğü gibidir. As dağılımı Gıdalar

1.0 - 0.95……Pişirilmiş sosisler, ekmek taze etler, taze sebze ve meyveler tavuk, balık, peynirler

0.95 - 0.87……Salam, olgun peynir, kekler

0.87 - 0.80……Un, pirinç, baklagil, şekerle koyulaştırılmış ürünler

0.80 – 0.75……Reçel ve marmelatlar, bazı kurutulmuş meyveler

0.75 – 0.65……Hububat

0.65 – 0.60……Kuru meyveler, şekerlemeler

0.50 – 0.40……Makarna, baharatlar

0.40……Yumurta tozu

0.30……Bisküvi, kızarmışekmek

**Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli**

Mikroorganizmaların gelişme ortamlarındaki oksidasyon- rediksiyon potansiyeline duyarlık gösterdiği bilinmektedir. Bir element veya bileşik elektron kaybettiğinde substrat yükseltgenir. (oksidasyon), elektron kazandığında ise indirgenir (redüksiyon) .

Oksidasyon

Cu →→→→→→→ Cu+ e-

←←←←←←←

Redüksiyon

Oksidasyon aşağıdaki gibi oksijen ilavesi ile de gerçekleşebilir.

2Cu+O2 → 2 CuO

Yükseltgeyici (oksidant) ve indirgeyici (redüktant) konsantrasyonlarıeşit olduğunda elektirik potansiyeli sıfırdır. Bu sistemin O/ R potansiyeli, Eh sembolü ile ifade edilir.

Aerobik mikroorganizmalar gelişmek için pozitif Eh değerlerine, anaerobik mikroorganizmalar ise negatif Eh değerlerine gereksinim duyar.

 Besin Maddeleri

Mikroorganizmalar normal olarak gelişebilmek ve çoğalabilmek için su, enerji kaynağı, azot kaynağı, vitaminler ve minerallere gereksinim duyar. Suyun aktivitesi daha önce anlatılmıştı. Diğer dört kaynak ele alındığında su istekleri en az olan küflerdir. Sırasıyla mayalar, gram (-) bakteriler ve gram (+) bakteriler izler. Mikroorganizmalar enerji kaynağıolarak şekerler, alkoller ve aminoasitlerden yararlanır. Doğal gıdaların çoğunda bu maddeler mikroorganizmaların gereksinimini karşılayacak kadar bulunmaktadır. Mikroorganizmalar azot kaynağıolarak aminoasitleri kullanır. Düşük miktarda olsa da B vitaminlerine gereksinim duyar.

 **Antimikrobik Bileşikler**

Gıda maddelerinde mikroorganizmalara karşıdirenç, gıdada doğal olarak bulunan ve antimikrobiyal aktivite gösteren bazıbileşikler ile sağlanmaktadır. Bunlar arasında sarımsak ve soğandaki allisin, tarçındaki sinnamik aldehit ve eugenol, karanfildeki eugenol, ada çayındaki eugenol ve timol sayılabilir. Meyve, sebze, çay ve diğer bitkisel kaynaklarda bulunan hidroksinnamik asit türevleri (p-cumaric, ferulic, klorojenik asitler) antimikrobiyal etki gösterir. Turunçgillerdeki uçucu yağlar meyve kabuğunda yer alır. Yumurtada bulunan lizozim konalbumin ile birlikte inhibitör görevi yapar. İnek sütü, laktoferrin, laktoperoksidaz gibi antimikrobiyel madde içermektedir.

 Biyolojik yapılar

Bazı gıdalarda doğal olarak bulunan dış kabuk bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gıdaya ulaşmasınıengeller. Bunlar sebze ve meyvelerdeki kabuk, yumurtanın kabuğu, hayvanın postu gibi yapılardır. Kabuklarızarar görmüşmeyve ve sebzeler sağlam olanlara göre daha çabuk bozulur. Yumurtanın da kabuğunun kırık veya çatlak olmasımikrobiyal kirlenmeyi hızlandırır.

### 4.2.2. DışFaktörler

Dışfaktörleri, gıdaların depolandığıveya saklandığıçevrenin koşullarıoluşturur. Bu faktörler mikroorganizmaların yanısıra gıdanın doğal yapısının korunmasıaçısından da önem taşır. Bu faktörler depolama sıcaklığı, çevrenin bağıl nemi, çevrede bulunan gazlar ve konsantrasyonlarıdır.

 Depolama Sıcaklığı

Mikroorganizmaların gelişebildikleri sıcaklık derecelerinin bilinmesi gıdaların depolanması sırasında seçilecek depo sıcaklıkları hakkında bilgi verir. Bir mikroorganizmanın gelişebildiği en düşük sıcaklık -34ºC, en yüksek sıcaklık ise 100ºC'dir. Gıdalarda görülen psikrofil bakteri cinsleri arasında, Pseudomanas, Alcaligenes, Lactobacillus, ve Micrococcus sayılabilir. Bu bakteriler buzdolabısıcaklığında gelişir, bu sıcaklıkta saklanan et, balık, kanatlıetleri, yumurta, süt ve süt ürünlerinin bozulmasına neden olur.

Gıdalarda önemli termofilik bakterilerin çoğu Bacillus ve Clostridium cinsleri içinde yer alır. Birkaç cinsi termofilik olmakla beraber konserve sanayinde gıda teknik elemanları için çok önemlidir.

Küfler, bakterilerden daha genişsıcaklık aralıklarında gelişebilir. Aspercillus, Cladosporium gibi pek çok küf buzdolabısıcaklığında yumurta, et ve meyvelerin yüzeyinde gelişebilme yeteneğindedir.

Mayalar ise psikrofil ve mezofilik sıcaklıklarda gelişebildikleri halde termofilik sıcaklıklarda genellikle gelişme gösteremezler.

Depolama sıcaklığının seçiminde gıdanın kalitesi de göz önüne alınmalıdır. Bazı gıdalar (muz, patates, soğan, sarımsak) 10-15ºC derecede depolamalarıdurumunda kalitelerini daha uzun süre korur. Depolama sıcaklığının başarısı, depolamanın yapıldığı ortamın bağıl nemi ile CO2 ve O2 gibi gazların bulunup bulunmamasına bağlıdır.

 **Çevrenin bağıl nemi**

Gıdaların depolandığıçevrenin bağıl nemi hem gıdanın su aktivitesi hem de yüzeyde mikroorganizma gelişimi açısından önemlidir. Herhangi bir gıdanın As değerini bilmek ve korumak, mikroorganizmaların gelişmesini engelleyecek şekilde depolanmalarınısağlamak açısından önemlidir. Deponun bağıl nemi havalandırma sistemleriyle kontrol edilir. Bağıl nem ve sıcaklık arasındaki ilişki uygun depolama ortamının seçiminde göz önünde bulundurulmalıdır. Genelde, sıcaklık ne kadar yüksekse bağıl nem azalır veya sıcaklık azaldığında bağıl nem yükselir. Bağıl nemi yüksek bir çevrede depolandığıtakdirde gıda ile çevre arasında denge kurulana kadar gıda maddesi çevreden nem alır. As değeri yüksek olan gıdalar da bağıl nemi düşük ortamda depolanırsa su kaybeder ve kurumaya başlar.

Gıda maddelerinin ambalajlanarak depolanmasıhem gıdanın hem de çevrenin bağıl nemini etkileyen önemli faktördür. Ayrıca mikroorganizmaların gelişimini de etkiler. Gıdaların depolanmalarıiçin uygun bağıl nem seçilirken hem mikroorganizmaların hem de gıdaların

arzulanan kalitesinin korunmasıhedeflenmelidir. Bağıl nemin değiştirilmesinin mümkün olmadığıdurumlarda gıdayıçevreleyen atmosferin gaz bileşimi değiştirilerek mikroorganizmaların yüzeyde gelişmesini engellemek mümkündür.

 **Çevrede bulunan gazlar ve yoğunluğu**

Gıda maddelerinin yaklaşık olarak %10 oranında CO2 içeren atmosferde depolama tekniğine kontrollü atmosfer (K.A.) veya modifiye atmosfer (M.A.) depolamasıadıverilir. Kontrollü atmosfer bitkisel yapıların muhafazasında uzun yıllardan beri kullanılmaktadır.

Özellikle elma ve armut depolamada kullanılmaktadır. Uygulamada ortamdaki CO2 konsantrasyonu %10'u aşmaz ve gaz mekanik kaynaklardan sağlanır veya katıbuz ( katı CO2

) olarak uygulanır. Karbondioksitin meyvelerde çeşitli fungusların (maya ve küfler) neden olduğu fungal çürümeyi geciktirdiği bilinmektedir. Depolama ortamına ozon ilavesinin gıdalarda koruyucu etki yaptığıbilinmektedir. Ozon gazının birkaç ppm düzeyde kullanımıbozulma etmeni mikroorganizmalara karşıetkili olduğu belirlenmiştir. Ancak bu gaz kuvvetli oksidanttır (yükseltgeyici) ve lipit içeren gıdaların depolanmasında kullanılmamalıdır. Hem CO2 hem de ozon uzun süreli depolanan karkasların yüzeysel bozulmasını geciktirir.

 **Engel kavramı ve engeller teknolojisi**

Gıdaların korunmasıve işlenmesinde amaç gıdanın tazeliğini korumak ve raf ömrünü uzatmaktır. Gıdalar bitki ve hayvan kökenli olduğu için bu dokularda gelişen mikroorganizmaların gelişmesine etki eden faktörleri bilmek gerekir.Bunlar daha öncede bahsedildiği gibi iç ve dışfaktörlerdir. İç faktörler gıdanın pH, Sa, O/R potansiyeli, gıdanın içerdiği besin elementleri, doğal antimikrobiyol bileşiklerdir. Dışfaktörler ise saklandığı çevre koşulları, depolama, işleme yöntemleri, sıcaklık, bağıl nem, gazlar ve konsantrasyonları, koruyucu madde ilavesidir . Mikroorganizmaların gelişmesinin geciktirilmesinden sorumlu her faktör mikroorganizmalar için 'engel' olarak değerlendirilir. 'Engeller teknolojisi' kavramı ile gıdalarda dayanıklılık yanında duyusal, besleyici, toksikolojik kalite ve ekonomik özellikleri ile gıdanın korunmasıhedeflenmektedir.

Sonuç olarak, gıdalarısağlıklıkılmak, gıda kayıplarınıen aza indirmek ve gıdanın stabilitesini koruyabilmek amacıyla günümüzde engeller teknolojisi ve HACCP (Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi)'in gıda sanayinde uygulamalarıdevam etmektedir. Bu amaçla gıda üretiminde gerekli önlemler alınarak sağlıklıve güvenli ürünlerin sunulması

standartlara uygun üretimin yapılmasıhedeflenir.

**4.3. Gıdalarda Mikrobiyolojik Bozulma**

Bir gıdanın bozulmasıham maddenin temini, taşınması, işlenmesi ve depolanması sırasında mikroorganizmaların gelişerek yüksek sayılara ulaşabileceği bir ortam oluştuğunun göstergesidir. Eğer bu arada gıdaya patojen bir mikroorganizma bulaşmışsa tehlikeli sayılara ulaşabilir. Bu da insanlarda çeşitli enfeksiyon hastalıklara veya gıda intoksikasyonlarına neden olabilir. Gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmalar gıdalarıbesin ve enerji kaynağı olarak kullanır. Mikroorganizmaların ürettiği çeşitli hidrolitik ekzoenzimler besinin yapısını bozar.

(Tablo 4. 4)

Enzim Etki ettiği bileşikler

Pektinaz Pektin (meyve ve sebzeler)

Selüloz Selüloz (meyve ve sebzeler)

Proteaz Protein (et, balık ve diğer proteinli gıdalar)

Amilaz Nişasta (nişastalıgıdalar)

Lipaz Yağ(yağlar ve yağlıgıdalar)

Gıdaların yapısında çok çeşitli organik bileşikler bulunur. Bileşikler çeşitli mikroorganizmalar tarafından yıkıma uğratılmasısonucu sayısız ürün oluşur. Gıdaların yapısında bulunan proteinler, karbonhidratlar, organik asitler, yağlar ve pektin bileşikleri gibi ana grupların yıkıma uğratılmasısonucu açığa çıkan başlıca ürünler ve tipik bozulmalar aşağıdaki gibidir.

Gıdalarda bulunan azotun büyük bölümü proteinlerin yapısında yer alır. Protein hidrolizi sonucu oluşan peptitler gıdada acılezzet oluşmasına neden olur. Birçok gıdada özellikle proteinlerin anaerobik yıkımısonucu kötü kokulu (hidrojen sülfür, amonyak, merkaptan, metil ve etil sülfit vb) istenmeyen ürünler oluşur.

Aminoasitlerin mikroorganizmalar tarafından yıkıma uğratılmasısonucu yağasitleri,

$NH_3$, amin bileşikleri, primer alkoller ve $CO_2$ açığa çıkar.

Mikroorganizmalar için azot içermeyen en önemli besin kaynaklarıkarbonhidratlar, organik asitler, aldehitler, ketonlar, alkoller ve yağlardır. Mikroorganizmalar karbonhidratlarıenerji kaynağıolarak kullanırlar. Karbonhidratlar basit şekerlere hidroliz edildikten sonra karbon ve

enerji kaynağıolarak kullanılır. Gıdalarda bulunan birçok organik asit veya organik asit tuzlarıbazı aerobik mikroorganizmalar tarafından yıkıma uğratılarak karbondioksit ve suya oksitlenir. Gıdalarda bulunan yağlar mikrobiyal lipaz enzimlerinin katalitik etkisiyle gliserol ve

Yağ asitlerine parçalanır.

## 9. BÖLÜM

## KONSERVE GIDALARDA BOZULMALAR

## KONSERVE GIDALARDA BOZULMA NEDENLERİ

- Isısal işlem gören gıdalarda bozulma kimyasal, mikrobiyolojik veya her şekil de meydana gelebilir.

- Konserve gıdalarda bozulma genellikle bomboş oluşumu ile kendini gösterir. Ancak konserve gıdalarda bozulma, kutu konserve görünüşünde herhangi bir anormallik söz konusu olmadığından da üründe kötü koku ve görünüş olarak ortaya çıkabilir.
- Yetersiz ısısal işlem nedeniyle mezofilik termofilik mikroorganizmaların canlı kalması.

- İşlem sonrası ürüne bazı mikroorganizmaların bulaşmasına neden olan kutunun ek yerlerinde sızma

- Isısal işlem sonrası yetersiz soğutma ve/veya dağıtım ve depolama sırasında sıcaklığın yüksek olması sonucu ısısal direnci yüksek termofilik mikroorganizmaların gelişmesi.

- KONSERVE GIDALARDA KUTU GÖRÜNÜŞÜ
- Konserve kutularında normal olarak kısmi bir vakum mevcutur.

- Bunun doğal bir sonucu olarak kutunun alt ve üst yüzeyleri hafifçe içbükeydir.

- Kutunun bu normal görünüşü pratikte düz olarak ifade edilir.Eğer kutu içindeki basınç yükselecek olursa kutunun bu normal görünüşü değişir.
- Çarpma sonucu oluşan bombajda kutu alt ve üst yüzeyleri düzdür.

- Ancak bir çarpma veya sıcaklığın yükselmesi sonucu yüzeylerden birisi dış bükeyleşir.

Yumuşak bombajda ise her iki yüzeyde dışbükeyleşir ancak kutu içi basıncın düşük olması nedeniyle parmakla bastırıldığında bastırılan yerde çökme meydana gelir.

**KONSERVE GIDALARDA ASİTLİKLERİNE GÖRE GRUPLANDIRILMASI**

- Konserve gıdaların asitliği gerek konserveye uygulanacak ısısal işlemin belirlenmesi ve gerekse konserve gıdada yetersiz ısısal işlem veya ek yerlerinden sızma sonucu meydana gelebilecek bozulmaların tahmin edilebilmesi açısından önemlidir.
- Düşük asitli gıdalar,
- Orta asitli gıdalar,
- Asit gıdalar,
- Yüksek asitli gıdalar,
- Yapılan bu detaylı gruplandırılmaya ilaveten genellikle bu konudaki kaynaklar yukarıda da sözü edildiği gibi, konserve gıdaları asitliklerine göre iki gruba ayırmakta, ve bozulma tiplerini de bu iki grup konserve gıdadaki bozulmalar olarak sınıflandırmaktadır…

**KONSERVE GIDALARDA GÖRÜLEN MİKROBİYOLOJİK BOZULMALAR**

- Konserve gıdalarda mikrobiyolojik bozulmalara genellikle termofilik bakteriler ve mezofilik mikroorganizmalar neden olur.

- Konserve gıdalarda meydana gelen başlıca mikrobiyolojik bozulmalar.

## 10. BÖLÜM

**Mikroorganizma Analizi--**

***1-Bacillus cereus:***

**Genel özellikler:**

Bacilluscereus Gram-pozitif, fakültatif aerobik, spor oluşturan bir bakteridir. Hücreleri büyük çubuk halindedir ve sporları spor kesesini şişirmez. Bu ve diğer özelliklerinin yanında biyokimyasal özellikler de B. cereus varlığını ayırt etmek ve doğrulamak amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca bu özellikler B. cereus var. mycoides , B. thuringiensis ve B. anthracis ile de paylaşılmaktadır. Bu organizmaların ayırt edilmesi ölüm derecesinin saptanmasına , toksin kristallerinin varlığına, hemolitik aktivitesine ve rhizoid büyümeye bağlıdır.

**Hastalık belirtileri:**

İki farklı metabolitin neden olduğu iki tip hastalığın olmasına rağmen, B. cereus gıda zehirlenmesi genel tanımıdır. İshal tipi hastalığa, yüksek molekül ağırlıklı proteinler sebep olurken, kusma tipi hastalığa düşük molekül ağırlıklı, ısıya dayanıklı peptitlerin neden olduğu bilinmektedir .

B. cereus 'un ishal tipi gıda zehirlenmesi semptomlarıClostridiumperfringens gıda zehirlenmesi belirtilerinin benzeridir. Sulu ishalin, karın kramplarının ve ağrılarının başlangıcı, kontamine gıdanın tüketiminden 6-15 saat sonra ortaya çıkmaktadır. Bulantı ishale eşlik edebilir, fakat kusma nadiren görülür. Birçok vakada belirtiler 24 saat boyunca gözlenir.

Kusma tipi gıda zehirlenmesi, kontamine gıdanın tüketiminden 0.5-6 saat içinde görülen bulantı ve kusma ile tespit edilir. Bazen, karın krampları ve/veya ishal gözlenebilir. Genelde belirtilerin süresi 24 saatten azdır. Bu tip gıda zehirlenmesinin belirtileri, gıda kaynaklı Staphylococcusaureusintoksikasyonu belirtilerine benzerdir. Gıda zehirlenmesi olaylarında sorumlu olan kuzu ve tavuk etlerinden B. subtilis ve B. licheniformis 'in bazı suşları izole edilmiştir. Bu organizmalar, B. cereus tarafından üretilen ve kusmaya neden olan toksine benzerler ve ısıya dayanıklı toksin üretmektedirler.

Gıdalarda yüksek sayılarda B. cereus bulunması aktif büyümenin göstergesidir ve organizmanın proliferasyonun göstergesidir ve sağlık açısından potansiyel bir tehlikedir.

**Teşhis:**

Gıda kaynaklı salgınlarda B. cereus 'un etyolojik ajan olarak teyidi için şüpheli gıdadan ve dışkıdan veya hastanın kusmuğundan aynı serotipe ait suşlarınizolasyonu gıda kaynaklı hastalığa neden olan şüpheli gıdadan veya dışkıdan veya hastanın kusmuğundan yüksek sayılarda B. cereusserotip izolasyonu şüpheli gıdadan B. cereus izolasyonu ve serolojik veya biyolojik testlerle enterotoksigenecitynin belirlenmesi gerekmektedir. Kusma tipi hastalığın çabuk başlangıç zamanı, bazı gıda kanıtlarıyla birleşir ve genelde bu tip gıda zehirlenmelerinin teşhisinde yeterlidir.

**İlgili gıdalar:**

Geniş çeşitte gıda bunların içinde, et, süt, sebze ve balık gibi gıdalar ishal tipi gıda zehirlenmesiyle alakalıdır. Kusma tipi salgınlar, genellikle pirinç ürünleri ile alakalıdır; bununla beraber patates,makarna ve peynir ürünleri gibi bulaşmış nişastalı gıdalar da bu tip

salgınlarla alakalıdır. Soslar, pudingler, çorbalar, güveç, börek ve salatalar gibi gıda karışımları gıda zehirlenmeleri vakalarında sıklıkla sorumlu olmaktadır.

**Önleme:**

Tamamen engelleme, muhtemelen imkansızdır, fakat yeterli depolanmış, ısıtılmış ve pişirilmiş gıdalar kusturucu olmayan tipler için genelde güvenlidir. En büyük risk çapraz-bulaşma riskidir, burada pişirilmiş gıda hammadde ile veya kontamine olmuş aletlerle kontağa geçer, kontaminasyona neden olur.

Kusma tipi hastalık genellikle yetersiz depolanmış nişastalı gıdalarla (pirinç, makarna) alakalıdır. Uygun depolama fazla üremeyi ve toksin üretimini engeller.

***2-Salmonella:***

Salmonella Gram-negatif bir bakteridir. Klinik laboratuvarda genelde MacConkeyagar, XLD agar, XLT agar, DCA agar, veya Önözagar ile izole edilir. Bağırsak enfeksiyonuna neden oldukları ve sağlıklı bağırsakta bulunan diğer bakteriler çok daha fazla sayıda olduğu için, ilk izolasyonunda seçici bir ortam kullanılması gerekir. Klinik nümunelerdesalmonella sayıları o kadar düşük olabilir ki dışkı rutin olarak bir zenginleştirme kültürüne tabi tutulur, örneğin selenitbuyyonu veya RappaportVassiliadis soya pepton buyyonu. Bu ortamlar normal bağırsak florasının büyümesine engelleyicidir ama salmonellaturlerinin çoğalmasını sağlarlar. Ardından, zenginleştirme ortamını birincil seçici ortama inoküle ederek salmonellalar izole edilir. Kan agarında 2–3 mm caplı, nemli koloniler oluştururlar. Hücreler uzun süre 25-28 °C aralığında büyütüldekleri zaman bazı türler bir biyofilm oluştururlar, bu biyofilm karmaşık karbonhidratlar, selüloz ve proteinlerden oluşur. Salmonellalar genelde laktoz fermantasyonu yapmazlar; çoğu hidrojen sülfür üretir, ferrik amonyum sitrat içeren ortamda bu gaz tepkiyerek kolonilerin ortasında siyah bir nokta oluşmasına neden olur.

Salmonella taksonomisi karmaşıktır. 7 Aralık 2005 itibariyle, bu cinsin içinde yer alan iki tür sayılmaktadır: S. bongori ve S. enterica. Bu sonuncusu altı alttürden oluşur:

1-enterica

2-salamae

3-arizonae

4-diarizonae

5-houtenae

geçersiz

6-indica

Ayrıca, her iki türde de pek çok serovar mevcuttur, bunlar çok çeşitli ortamlarda bulunurlar ve pek çok farklı hastalıkla ilişkilidirler. İnsanlardan elde edilebilen izolatların çok büyük bir kısmı S. enterica alttürüdür. ABD Hastalık kontrol ve önleme Merkezleri bu karmaşıklığı sadeleştirmek amacıyla Salmonella türlerinin yalnızca cins ve serovarları ile anılmasını önerir, örneğin,teknik olarak daha doğru olması gereken Salmonellaenterica alttür entericaserovartyphi. Yerine Salmonella typhi olarak anılması önerilir.

Salmonella izolatları en yaygın olarak serolojilerine göre sınıflandırılırlar. Esas ayrım önce somatik o antijeni, sonra da kamçı H antijenlerine göre yapılır.

**Ana madde:Salmonellozis**

Hastalık yapan Salmonella türleri, yakın zamanda, pek çok serovarı olan Salmonellaenterica adlı tek bir tür olarak yeniden sınıflandırılmışlardır. SalmonellaTyphi tifoya neden olur. Diğer salmonellalar sıkça gıda kaynaklı hastalıkların nedenidir, özellikle kümes hayvanları ve çiğ yumurtadan kaynaklanırlar. Hayvancılıkta antibiyotiklerin rutin kulanımı yüzünden oluşmuş antibiyotik dirençli salmonellasuşlarının enfeksiyonu sorunlu olabilir. Tifo ve paratifo istisnaları dışında, salmonellozis bir kan enfeksiyonu değildir.

***3-Listeria monocytogenes:***

*Listeria monocytogenes,* insanlarda ve hayvanlarda hastalığa neden olan en önemli gıda kaynaklı patojenlerden biridir. *Listeria monocytogenes* ile kontamine olmuş gıdalardan kaynaklanan Listeriozis vakalarına oldukça sık rastlanmaktadır.

*Listeriamonocytogenes* çevreye geniş ölçüde yayılabilen, buzdolabı sıcaklığında gelişebilen, soğutma, dondurma, ısıtma ve kurutma işlemleri gibi olumsuz koşullar altında bile canlılığını koruyabilen, halk sağlığı açısından önemli bir patojendir. Gram-pozitif, fakültatif anaerobik, kapsülsüz ve sporsuz bir bakteridir. Hücreler kısa, yuvarlak uçlu çubuk veya kokobasil

şeklindedir. Optimum gelişme sıcaklığı genellikle 35-37 0C olup, suşlar1-45 oC gibi geniş bir sıcaklık aralığında da gelişme gösterebilir.

***L.monocytogenes'in Kaynağı ve Yayılması:***

*L. monocytogenes* geniş bir alana yayılmakta ve su, silaj, lağım suyu, mezbaha atıkları, sağlıklı ve mastitisli ineklerin sütleri, insan ve hayvan dışkısında olduğu gibi pek çok yerde bulunabilmektedir. *L. monocytogenes* süt ve ürünleri, sığır ve domuz eti ile fermente sucuk gibi et ve ürünleri, turp, lahana gibi taze ürünler ile deniz ürünlerinden ve gıdaların hazırlandığı ortamlardan izole edilmiştir. Çiğ süt de önemli bir *L. monocytogenes* kaynağı olarak bilinmektedir. *Listeria'nın* çevreye yayılması enfekte hayvandan, toprak ve yeşil yemlerin kontaminasyonuna, buradan da et ve süt hayvanlarına tekrar geçmesi şeklinde bir döngü gösterdir. Böylece kontamine sebze, meyve, süt ve etten insanlara geçiş gerçekleşmektedir.

**Gelişmesi ve Canlılığını Sürdürmesi:**

*Listeriamonocytogenes* oldukça yüksek sıcaklıklara dirençlidir; ayrıca buzdolabı sıcaklıklarında da çoğalabilir ve nemli ortamlarda birkaç ay, tuzlu ve kuru ortamlarda ise iki yıla yakın yaşayabilir. Listeria birçok proseste ısıl işlemlerle imha edilmekte, ancak karşılaşılan ısıya karşı dirençliliği Listeria'nın türüne ve gıdanın yapısına göre değişiklik gösterebilmektedir.

Listeria türlerinin pH'nın 4.1'e düştüğü durumlarda da gelişebilmesi ve canlılığını sürdürebilmesi virulansı açısından önemli rol oynamaktadır. Çünkü bu bakterinin insan midesinden geçerken olumsuz koşullara dayanabildiği saptanmıştır. Ekstrem sıcaklıklar, pH değerleri, ozmotik basınç, besin azalması, toksik veya inhibitörlerin varlığı, antibiyotikler, bakteriyostatik veya bakterisidaller, L. monocytogenes'in gelişim oranını azaltan etkiler olarak ifade edilebilir.

Hastalığa neden olan gıdalar arasında; lahana salatası, startersiz üretilen taze peynirler, yumuşak peynirler, kanatlı etleri, tüketime hazır yiyecekler, ısıl işlem görmüş jambon, çeşitli sosis ve salamlar sayılabilir. Enfeksiyonun giriş noktası sindirim sistemi olup, inkübasyon periyodu sindirimi takiben bir gün içerisinde oluşmaktadır. L. monocytogenes organizmaya girdikten sonra ilk gün karaciğer ve dalakta kalır; bu süre içerisinde makrofajlara girerek 48

çoğalır ve makrofajları parçalar. Daha sonra granülomatoz lezyonların oluşmasına neden olur ve septisemi ile enfeksiyon, vücudun diğer kısımlarına da yayılır.

**Gıdalarda L. monocytogenes gelişimini engellemek için alınacak önlemler:**

*1. Süt yeterli düzeyde pastörize edilmeli ve pastörizasyon sonrası kontaminasyon olmamasına dikkat edilmeli,*

*2. Yumuşak peynir üretiminde hammadde olarak L. monocytogenes bulunmayan süt kullanılmalı,*

*3. Gıdaların özellikle de kanatlı etlerinin pişirme sırasında iç sıcaklıkları en az 72oC olmalıdır.*

*Sonuç olarak Listeriaenfeksiyonlarınınkontaminasyonla kolaylıkla yayılabilmesi ve geniş sıcaklık değerlerinde gelişmesini sürdürebilmesi alınacak önlemlerin önemini artırmaktadır. Ürün ile ilgili her faktörün (bileşim, depo ve depolama, raf ömrü, çapraz bulaşma riski gibi) dikkate alınarak değerlendirilmesi ile çapraz engellemelerin kullanılması bu önlemlerin etkisinin artmasını sağlayacaktır.*

***4-Colostridium spp. Ve cı. Perfringens:***

Clostridiumperfringens besin zehirlenmesine neden olan önemli etkenlerden biridir. Spor oluşturan, anaerob bir bakteri olan C.perfringens doğada yaygındır; insan ve hayvan bağırsak florasında yer alabilir. Bakteri sporları ile kontamine olmuş gıdaların, sıklıkla et, et ürünleri ve et suyu ile hazırlanmış yiyeceklerin tüketilmesiyle besin zehirlenmesine yol açar. Zehirlenmenin gerçek nedeni gıdaların hatalı sıcaklıkta tutulmasıdır; pişirme ısısına dayanıklı olan bakteri sporları, yemeklerin uygun koşullarda saklanmaması sonucu vejetatif forma geçerler ve çoğalarak enfektif doza (>108) ulaşırlar. Alınan yiyeceklerle bağırsağa ulaşan bakteriler enterotoksin salgılarlar. Sporlanma ve çoğalma sırasında salgılanan ve hastalığın gelişmesinden sorumlu olan enterotoksin, ısıya duyarlıdır. Bu nedenle uygun koşullarda

saklanmamış ve bol enterotoksiniçeren bir gıdanın ısıtılmadan yenmesiyle de besin zehirlenmesi gelişebilir. Enterotoksin, kontamine yiyeceklerde ve dışkıda tespit edilebilir.C.perfringens'e bağlı besin zehirlenmesi yaş ve cinsiyet ayrımı gözetmeksizin dünyanın her yerinde, her mevsimde görülebilir. Gerçek sıklığı bilinmemektedir. Hastalığın ılımlı doğası nedeniyle çoğu durumda teşhis edilmediği veya bildirilmediği düşünülmektedir.C.perfringens'e bağlı besin zehirlenmeleri sıklıkla salgınlar şeklinde ortaya çıkmaktadır ve en çok kitlesel ölçekte yemek üretimi ile ilişkilidir. Okul, özel bakım evleri,işyeri yemekhaneleri gibi yemeklerin büyük miktarda hazırlandığı ve tüketilmeden önce uzun süre bekletildiği şartlarda C.perfringens gıda zehirlenmelerine sık rastlanmaktadır.

**KLİNİK TANI YAKLAŞIMI:**

Hastalığın akla getirilmesinde şu öykü ve bulgular yol gösterici olabilir:

- kramp şeklinde karın ağrısı ve ishal (putrifiye olabilir), bazen kusma,

-birden fazla bireyin etkilenmiş olması,

-tüketilen besinin okul, yurt, özel bakım evi, hapishane veya işyeri yemekhanesi gibi

çok sayıda bireye sunulan tipte olması,

-tüketilen besinin et, et ürünleri veya et suyu ile hazırlanmış bir yiyecek olması

Kesin tanı dışkıda toksinin gösterilmesi ile veya mikroorganizmanın dışkı ya da şüpheli

gıdadan yapılan kültürlerde enfeksiyon için geçerli kabul edilen miktarlarda ürediğinin

gösterilmesi ile konur.

## 11. BÖLÜM

### Gıdalarda Var Olan Mikroorganizmaların Yok Edilmesi, Öldürülmesi

Bu yazıda; gıdalardaki zararlı bakteriler nasıl öldürülür, hastalık yapıcı mikroorganizmalar nasıl yok edilir, gıdalarda ısıl işlem uygulamaları nelerdir, bakterilerin yok edilmesi öldürülmesi için kullanılan yöntemler nelerdir hakkında bilgiler yer almaktadır.

### Mikroorganizmaların öldürülmesi için uygulanan yöntemler

Gıdalara mikroorganizma bulaşmasını önlemek için tüm gıda güvenliği kurallarına uysak bile gıdalar üzerinde mikroorganizma sayısı hiçbir zaman sıfır olmaz. Bu nedenle gıdalarımıza mutlaka mikroorganizmaları öldürmek için çeşitli işlemler uygulamak

zorundayız. Yiyeceklerde var olan mikroorganizmaları öldürmek için yüzeyler için uyguladığımız yöntemleri kullanırız.

a) Radyasyon ile (UV ışınlama)

b) Kimyasallar ile

c) Isıl işlem ile

Gıda üretim ve satış alanlarında mikroorganizmaların öldürülmesi için genel olarak;

Radyasyon, araç ve gereçlerin dezenfeksiyonunda,

Kimyasallar, gıdaya temas eden yüzeylerin dezenfeksiyonunda,

Isıl işlem, gıdaların dezenfeksiyonunda kullanılır.

**Gıdalarda ısıl işlem uygulamaları**

Gıda Güvenliğinin temel mantığı tüketeceğimiz gıdaların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak kirlenmesini önlemektir. Önleyemediğimiz durumlarda da bu riskleri ortadan kaldırmaktır. Mikrobiyolojik bakımdan kirli olan bir gıdanın içerisindeki mikroorganizmaları ortadan kaldırabilmek için en uygun ve sağlıklı yöntem gıdanın ısıtılmasıdır. Ancak ısıtma işleminde bakterilerin ölmesi için birkaç önemli husus vardır:

Her bakterinin ölme sıcaklığı ve ölme süresi farklıdır. Bu yüzden gıdaya uygulanan ısının süresi ve gıdanın geldiği sıcaklık değeri önemlidir. Örneğin bazı bakteriler 84oC'de ölürlerken bazı bakteriler 74oC'de ölürler.

Isıl işlem sırasında gıdanın sıcaklığı yükseldikçe bakterilerin ölüm hızı da yükselmektedir. Örneğin, sütü 72oC'ye ısıttığımızda süt içerisinde 1.000 adet bakteri ölüyorsa, 85oC'ye ısıttığımızda 1.000.000 bakteri ölür.

Isıtma işlemini besinlerin özelliklerine göre besinlerin yapılarını ve duyusal özelliklerini bozmadan mümkün olan en hızlı şekilde yapmalıyız. Isıtma işlemi yavaş olursa, bakteriler kendilerini korumak için daha hızlı şekilde spor forma geçecekler.

Isıtma işleminin amacına ulaştığından emin olabilmemiz için gıdaların merkez sıcaklığı en az 72oC olması gerekir. Örneğin köfte gibi yuvarlak gıdaların iç kısmını ısıtmak kolay değildir. Köftenin iç kısmının orta noktası eğer 72oC olursa, orta noktası dışında kalan diğer bölümleri 72oC'den daha yüksek olacaktır. Bu sıcaklık, ölümcül bakterilerin ortadan kalktığından emin olmamız için yeterlidir.

**Gıdalara uygulanan ısıl işlemler iki çeşittir: Pastörizasyon ve Sterilizasyon.**

**Pastörizasyon:** Isıl işlem ile dezenfeksiyon işlemine pastörizasyon denilmektedir. Pastörizasyon işleminde amaç gıdaların içerisinde bulunan ve yalnızca insan sağlığına zararlı mikroorganizmaların yok edilmesi, öldürülmesidir. Pastörizasyon işleminde ısı uygulaması 63oC ile 100oC arasında olur. Pastörizasyon işlemine en iyi örnek sokaktan aldığımız sokak sütünü evde kaynatmaktır. Yiyeceklere uyguladığımız tüm pişirme ve kaynatma işlemleri de yine birer pastörizasyon işlemidir.

**Sterilizasyon:** Isıl işlem ile dezenfeksiyonun bir üst basamağıdır. Sterilizasyon işleminde uygulanan sıcaklık 100oC'nin üzerindedir. Çünkü sterilizasyon işleminde amaç gıda içerisinde var olan tüm mikroorganizmaların ve bu mikroorganizmaların spor formlarını yok etmektir. Evlerimizde sterilizasyon işlemi uygulamamız yalnızca düdüklü tencereler ile mümkündür. Doğa şartları gereği su $100^0$ C'de kaynamaktadır. Yemek yaparken yemeğin suyu, gıdaların içerisinde bulunan su $100^0$ C'de kaynayacaktır ve gıdanın ısısı da $100^0$ C'yi geçmeyecektir. Yemeğin sıcaklığını $100^0$ C'nin üzerine çıkarmak istiyorsak basınçlı bir ortam yaratmamız gerekir. Düdüklü tencere bu ortamı sağlayan evlerimizdeki tek araçtır

**Gıdalardaki zararlı bakteriler nasıl öldürülür**

Yiyeceklerin içinde ya da üzerinde var olan bakterileri öldürebilmek için mutlaka gıdaya ısıl işlem uygulamamız gerekmektedir. Yiyeceklerimizi buzdolabında ya da derin dondurucuda saklayarak bakterileri öldüremeyiz. Yiyecekleri soğukta saklama yönteminde, yiyeceklerin içinde bulunan bakteriler ölmezler ve çoğalmazlar ancak canlılığını korumaya devam ederler.

Isıtma işlemi dışında yukarıda değindiğimiz şekilde radyasyon (UV ışınlama) yöntemi ile de gıdalardaki mikroorganizmaları öldürmemiz mümkündür ancak bu yöntem evimizde uygulayabileceğimiz bir yöntem değildir. Radyasyon işlemi belirli şartlar altında uygulanması gereken ve ancak gıda işletmelerinde uygulanması doğru olan bir yöntemdir.

Kimyasal maddeler yardımı ile de gıdalarda var olan mikroorganizmaları yok etmemiz mümkündür. Genel olarak evimizde bu yöntemi uygulayacağımız durum ve gıda sayısı çok değildir çünkü kimyasalları gıdalardan uzaklaştırmak çok kolay değildir. Ancak yinede bazı doğal kimyasallar kullanarak evimizde bu yöntem ile bakterileri yok edebiliriz. Sirke, Limon ve Alkol. Bu üç madde yeterli temizlik ve dezenfeksiyon yapamadığımız durumlarda mikroorganizmaları öldürmek için kullanabileceğimiz en önemli

**Gıdalarda ısıl işlem uygulamaları**

Gıda Güvenliğinin temel mantığı tüketeceğimiz gıdaların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak kirlenmesini önlemektir. Önleyemediğimiz durumlarda da bu riskleri ortadan kaldırmaktır. Mikrobiyolojik bakımdan kirli olan bir gıdanın içerisindeki mikroorganizmaları ortadan kaldırabilmek için en uygun ve sağlıklı yöntem gıdanın ısıtılmasıdır. Ancak ısıtma işleminde bakterilerin ölmesi için birkaç önemli husus vardır:

Her bakterinin ölme sıcaklığı ve ölme süresi farklıdır. Bu yüzden gıdaya uygulanan ısının süresi ve gıdanın geldiği sıcaklık değeri önemlidir. Örneğin bazı bakteriler $84^0$ C'de ölürlerken bazı bakteriler $74^0$ C'de ölürler.

Isıl işlem sırasında gıdanın sıcaklığı yükseldikçe bakterilerin ölüm hızı da yükselmektedir. Örneğin, sütü $72^0$ C'ye ısıttığımızda süt içerisinde 1.000 adet bakteri ölüyorsa, $85^0$ C'ye ısıttığımızda 1.000.000 bakteri ölür.

Isıtma işlemini besinlerin özelliklerine göre besinlerin yapılarını ve duyusal özelliklerini bozmadan mümkün olan en hızlı şekilde yapmalıyız. Isıtma işlemi yavaş olursa, bakteriler kendilerini korumak için daha hızlı şekilde spor forma geçecekler. Isıtma işleminin amacına ulaştığından emin olabilmemiz için gıdaların merkez sıcaklığı en az $72^0$ C olması gerekir. Örneğin köfte gibi yuvarlak gıdaların iç kısmını ısıtmak kolay değildir. Köftenin iç kısmının orta noktası eğer $72^0$ C olursa, orta noktası dışında kalan diğer bölümleri $72^0$ C'den daha yüksek olacaktır. Bu sıcaklık, ölümcül bakterilerin ortadan kalktığından emin olmamız için yeterlidir.

**Gıdalardaki zararlı bakteriler nasıl öldürülür**

**Yüksek Basınç Sistemi**

Yüksek basınç sistemi, kapalı basınç kabı, basınç üreten sistem, sıcaklık kontrol düzeneği ve materyal toplama sisteminden meydana gelir. Dolaylı ve statik basınç yöntemi olmak üzere yüksek basınç iki şekilde uygulanır. Dolaylı basınç yönteminde basınç kabından tüm hava çıkarıldıktan sonra basıncı ileten bir ortam (su ya da yağ) istenen basınca ulaşılıncaya kadar kabın içerisine bir rezervuardan pompalanır. Statik basınç yönteminde ise kapta istenen basıncı sağlamak için piston kullanılır. Bu yöntem aşındırmaya sebep olduğu için ticari uygulamalarda kullanılmamaktadır. Gıdalar ambalajlanmış veya ambalajlanmamış

şekilde basınca tabi tutulabilir. İşlemin verimliliği uygulanan basınca, uygulama kinetiklerine, pastörizasyon sıcaklığına ve uygulamaya tabi tutulan çözeltinin fizikokimyasal kompozisyonuna bağlıdır.

**Yüksek Basınç Yönteminin Avantajları**

Yüksek basınç yöntemi oda sıcaklığında gıdaların renk, lezzet ve besin öğeleri gibi kalite özelliklerini değiştirmez veya çok az değiştirir (1, 2, 3). İşlemin etkinliği üzerine ürünün boyut ve geometrisinin hiçbir etkisi yoktur (3). Gıdalarda bozulmaya neden olan saprofit mikroorganizmaları yok ederek gıdaların raf ömürlerini arttırır (2). Genellikle 250-300MPa'da 10dk.'lık bir uygulama birçok gıdadaki vejetatif hücreleri tamamen inaktive edebilir. Bu işleme soğuk pastörizasyon da denir (3). Yüksek basınç uygulaması Listeria gibi bazı patojenleri düşük sıcaklıklarda inaktive eder (5) ve süt ve süt ürünlerine uygulandığında gıda kaynaklı patojenleri gıdanın önemli kalite özelliklerine zarar vermeden 300-600MPa'da inaktif hale getirir (9). Yüksek basınç uygulaması gıdanın kalitesini etkileyen enzimleri de inaktif hale getirir.

Bu enzimlerden bazıları kolaylıkla 3000 bar basınçta inaktif hale getirilirken, bazısı ise 1000MPa gibi çok yüksek basınçlarda inaktif hale getirilir. Böyle enzimlerin inaktivasyonunda ısı basınç kombinasyonu kullanılmasına karşın, enzimin basınca direnciyle ısıya direnci arasında bir ilişki yoktur (1, 5).

**Yüksek Basınç Yönteminin Dezavantajları**

Yüksek basınç tekniği kesikli bir proses şeklinde yürütülmektedir ve yüksek yatırım ve uygulama maliyetleri vardır (3, 6). Bu yöntem tüm parça veya dilim halinde sterilize edilecek meyve ve sebzelerde bir takım arzulanmayan tekstürel değişmelere yol açabilir (3). Ayrıca 100-200MPa gibi düşük sıcaklıklarda monomerik enzimler aktif hale gelebilir (5). Son derece basınca karşı stabil olan, gıda kalitesini etkileyen bazı enzimler yüksek basınç uygulamasına karşı büyük direnç gösterir (1, 3). Bakteri sporları yüksek basınç uygulamasına karşı büyük direnç gösterir. Bakteri sporları ancak 1200 MPa'ı aşan basınçlar altında inaktive edilebilir (1, 5, 8). Yüksek basınç uygulaması sadece asidik gıdaların muhafazasında etkilidir (1).

**Yüksek Basınç Yönteminin Uygulama Alanları**

Yüksek basınç uygulamaları marmelatlar, meyve jöleleri, turunçgiller familyasına ait meyve suları, meyveli yoğurtlar, domuz eti ve ürünleri, istiridyeler gibi asidik gıdaların

pastörizasyonunda kullanılır (6). Bunun yanında etlerin gevrekliğinin arttırılması, gıdaların dondurulması ve çözündürülmesinde, çikolatanın sertleştirilmesinde, nişastaların ve proteinlerin jelatinizasyonunda, sebzelerin kabuklarının soyulmasında, balıkların ve kıymaların koagülizasyonu ve tekstürizasyonunda kullanılmaktadır (3, 6, 10)

Yiyeceklerin içinde ya da üzerinde var olan bakterileri öldürebilmek için mutlaka gıdaya ısıl işlem uygulamamız gerekmektedir. Yiyeceklerimizi buzdolabında ya da derin dondurucuda saklayarak bakterileri öldüremeyiz. Yiyecekleri soğukta saklama yönteminde, yiyeceklerin içinde bulunan bakteriler ölmezler ve çoğalmazlar ancak canlılığını korumaya devam ederler.

Isıtma işlemi dışında yukarıda değindiğimiz şekilde radyasyon (UV ışınlama) yöntemi ile de gıdalardaki mikroorganizmaları öldürmemiz mümkündür ancak bu yöntem evimizde uygulayabileceğimiz bir yöntem değildir. Radyasyon işlemi belirli şartlar altında uygulanması gereken ve ancak gıda işletmelerinde uygulanması doğru olan bir yöntemdir.

Kimyasal maddeler yardımı ile de gıdalarda var olan mikroorganizmaları yok etmemiz mümkündür. Genel olarak evimizde bu yöntemi uygulayacağımız durum ve gıda sayısı çok değildir çünkü kimyasalları gıdalardan uzaklaştırmak çok kolay değildir. Ancak yinede bazı doğal kimyasallar kullanarak evimizde bu yöntem ile bakterileri yok edebiliriz. Sirke, Limon ve Alkol. Bu üç madde yeterli temizlik ve dezenfeksiyon yapamadığımız durumlarda mikroorganizmaları öldürmek için kullanabileceğimiz en önemli doğal kimyasal maddelerdir.

**- MEYVELER NASIL KURUTULUR**

**A-Gerekli malzemeler:** Keskin bir bıçak, yıkamak için geniş bir kap, potasa, meyveleri kükürtlemek için büyük bir karton kutu, bir miktar kükürt, kükürtü yakacak bir kap, kurutma tepsisi. Kurutma tepsisi ince çıtaların ve kamışların çok az aralıklarla yan yana çakılması ile yapılır. Bunları yaparken dikkat edilecek konu, bu tepsilerin normal büyüklükte, yani, kolay taşınabilecek ve iş bittikten sonra evin içinde rahatça bir yerde saklanabilecek büyüklükte olmalarıdır.

**B- Kükürtleme nasıl yapılır:** Hazırlanmış meyveler soyulur, kurutma tepsileri üzerine tek sıra halinde dizilir. Evin dışında rüzgarsız bir yere karşılıklı konmuş tuğlalar üzerine tepsiler üst üste oturtulur. Tepsiler aralarına küçük tahta parçaları konarak biribirleri ile araları açılır. Böylece kükürt buharının bütün meyvelerin arasından geçmesi sağlanır.

Kükürtleme 2 kg.meyve için bir yemek kaşığı kükürt hesabı ile yapılır. Bu kükürt, bir kağıdın içine konur, kağıt iki kenarından bükülür ve küçük bir teneke kutu içinde tepsilerin yanına konur. Tepsilerin üstünü örtecek büyüklükte bir karton kutu alınır, bir kibrit ile kükürt kağıdı ucundan tutuşturulur, yanmaya başlayınca kutu hemen kapatılır, meyvelerin cinsine göre tabloda gösterilen sürelerin sonunda tepsiler çıkartılır, bol güneşli yerlerde kurutulur.

**4- EVDE MEYVE KURUTULMASININ AŞAMALARI**

A- Meyvelerin toplanması: Meyveler tam yeme olgunluğuna gelmiş, düzgün ve beresiz olarak toplanır. Toplama işlemi yapılırken meyveler çok çabuk ezilip berelendiğinden, çok dikkat edilmelidir.

B- Meyvelerin yıkanması: Meyveler geniş bir kap içinde bol su ile temizleninceye kadar 2-3 kez yıkanır.C- Meyveler ayıklanıp hazırlanması: Meyvelerin cinslerine göre kabukları soyulur, çekirdekleri çıkarılır, dilimlenir. Meyve dilimleri ince olursa çabuk, kalın olursa geç kurur.

E- Hazırlanan meyveler tercihe göre kurutma işlemine geçilir-

**MEYVELERİN KURUTULMASI**

**A- ELMA KURUTMA:** İri, düzgün, etli ve sert dokulu olan elmalar kurutmaya uygundur. Elmalar önce iyice yıkanır, kabukları soyulur, çekirdek evleri çıkarılır, yarım parmak kalınlığında dilimler halinde veya halkalar şeklinde kesilir.Kurutma tepsilerine dizilir. 60 dk. kadar kükürtlenir. Fırınlarda kurutulur.Elmalar güneşte kurutulmaz. Güneş hem renklerini karartır, hem de çok kurutur.Tam kurumuş elmalar elastiki olmalıdır, kurumuş elmalardan bir miktar avuç içine alınır, avuç yumulup açıldığında elmalar birbirinden ayrılırsa kuruma tamamdır.

**B- ARMUT KURUTMA**:Yeme olgunluğuna gelmiş, renkleri sararmış olan armutlar kurutulursa, iyi sonuç alınır. Armutlar yıkanır, soyulur, uzunluğunakesilir, çekirdek evleri çıkartılır, yarım santim kalınlığında dilimler halinde kesilir, tepsilere dizilir. Dilimlenmiş olanlar bir saat, sadece dörde bölünmüş olanlar 2-3 saat kükürtlenir.Önce güneşte, sonrada 3 gün gölgede kurutulursa , renkleri parlak ve güzel olur. İyi kurumuş armutlar elastiki olur, avuç içinde sıkılıp açıldığında birbirinden ayrılır.

**C- ERİK KURUTMA:** Kurutulacak eriklerin olgun olması gerekir. Erik kurutmada yöntem eriğin cinsine bağlıdır.Kalın kabuklu olan eriklerin kabuğunun üstündeki bal mumu tabakası, eriğin kurumasına engel olur ve çok geç kurur. Onun için kabuklu erikler, kaynar su buharında veya kaynar su içinde haşlanır, veyahut kül suyuna bandırılır. Sonra tepsilere konur, fırında veya güneşte kurutulur. Bu haşlama veya bandırma işlemi ile kabukların üstündeki balmumu tabakası inceltilir. Eğer eriklerin çekirdekleri ayrılabiliyorsa, erikler ikiye kesilir, çekirdekleri çıkarılır, kesik tarafları üste gelmek üzere tepsilere dizilir, kurutulur. Erikler sarı renkte ise, haşlamadan veya bandırmadan sonra bir de kükürtlenmesi gerekir, kükürtleme süresi bir saattir. Tam kurumuş olan erikler, iki parmak arasında sıkıştırıldığında çekirdeğinin kaymaması ve kabuğunun çok sertleşmemiş olması gerekir.

**D- KİRAZ VE VİŞNE KURUTMA:** Kurutulacak kiraz ve vişneler iyice yıkanır, sapları çıkarılır, tek sıra halinde kurutma tepsilerine veya kalın kağıtlar üzerine yayılır, güneşte kurutulur- ÜZÜM KURUTMA: Üzüm kurutmada bandırarak ve bandırmadan güneşte kurutmak olmak üzere iki yöntem vardır. Bandırılan üzümler bandırılmayanlara göre daha çabuk kurur, renkleri açık ve güzel olur. Bandırma işlemi şöyle yapılır: Potasa alınır, bunun % 4-7"lik eriyiği yapılır. Bu eriyiğin derecesi bome derecesiyle ölçülür. Derece yoksa şöyle yapılır: Olgun bir domates alınır, içine atılır, domates yarım parmak kadar eriyiğin dışına çıkar, yüzerse yoğunluğu uygundur. Potasa eriyiğine %1 kadar zeytinyağı konur. Yağ iyice karıştırılır ve kurutulacak üzümler buna bandırılır. Bu eriyik, üzümün üstünde bulunan balmumum tabakasını eritir. Üzümün içindeki suyun çabuk uçmasını temin eder. Üzümler kısa zamanda kurur. Bandırma bir sepet içinde yapılır. Üzümler sepete doldurulur, hazırlanmış eriyiğin içine daldırılır, sonra çıkarılır, suyu süzdürülür. Kerevetler veya kalın kağıtlar üzerine yayılır güneşte kurutulur.

Potasa yok ise aynı iş odun külünün suyu ile yapılır.Büyük bir küfe içine bir çuval konur ve çuval odun külü ile doldurulur. Üstünden su dökülür. Alta konan bir kazan içine küllü su toplanır, bu suyun yoğunluğu 5-7 derecedir. Bu su içine bir miktar zeytinyağı konur, iyice karıştırılır ve üzümler buna bandırılarak kurutulur. Böylece üzümler 5-8 günde kurur.

Kurutmanın 3-4. günü süpürge ile kurumakta olan üzümlerin üstüne 2-3 derecelik bandırma suyundan serpilir, buna şerbet verme denir. Şerbet, üzümlerin rengini açar, kurumasını kolaylaştırır.

**F- İNCİR KURUTMA**:Kurutmaya elverişli olan incir çeşitleri, kabuğu ince ve içi dolgun olanlardır.Meyveler arasında incir, kurumağa en elverişli olanıdır. Olgunlaştığı zaman suyunun önemli bir kısmı uçmuş olur, yani yarı kurumuş haldedir.

İncirler kendiliğinden ağaçtan düşecek derecede olgunlaşıncaya kadar bırakılır. Sonra kendi düşen incirler toplanır, hiçbir işleme gerek kalmadan kerevetlerin veya sazdan yapılmış sergilerin üstüne yayılır, güneşte kurutulur.

Kaynak:Meyve ve sebzelerin kurutulması/Gıda-tarım ve hayv.Bak.Ziraat İşl.Gn.md.yay.1976-Necla Tunaman/Ziraat yük.müh.

**EVDE SEBZE NASIL KURUTULUR**

**AŞAMA**

**Sebzelerin yıkanması**: Sebzeler geniş bir kap içinde temizleninceye kadar iyice yıkanmalıdır. Sebzeler yere yakın büyüdüklerinden çamurlu sularla bulaşmış olurlar.Onun için meyvelere nazaran daha dikkatli olarak yıkanmalıdır.

**Sebzelerin hazırlanması:** Her sebze kendi cinsine göre ayıklanır. Fasulyenin başları kesilir, kılçıkları ayıklanır. Bamyanın başları kesilir. Biberin başları kesilir, tohumları ayıklanır.

**Sebzelerin haşlanması**: Ayıklanmış hazırlanmış olan sebzeler ya kaynar su buharında veyahut doğrudan doğruya kaynar su içinde haşlanır. Buharda yapılan haşlama daha iyidir. Sebzenin bütün gıdası içinde kalır. Kaynar su içinde yapılan haşlamada ise sebzelerin gıdasının bir kısmı haşlama suyuna geçer. Buharda haşlama yapılırken, bir tencereye 3-4 parmak su konur, kaynatılır, haşlanacak sebzeler bir süzgeç (kevgir) içine konur ve bu tencere üstüne oturtulur, ağzı kapatılır. Kaynar su buharı bu sebzeler karasından geçer ve sebzeleri haşlar. Veya sebzeler bir tülbent içine konur, tencerede kaynayan su buharı üstüne tutulur. Buharda haşlama süresi 15-20 dk.dır. Kaynar su içinde yapılan haşlamada, haşlanacak sebzeler telden yapılmış bir sepet içinde kaynar suya daldırılır. 5 dk.kadar haşlanır, çıkarılır. Haşlama ile sebzelerin dokuları gevşer, kuruma işi hızlı ve kolay olur. Haşlanarak kurutulan sebzelerin rengi kuruduğunda koyu yeşil olur. Haşlamadan sonra sebzeleri, soğutmak için hemen soğuk suya daldırmalıdır. Aksi halde sıcak sıcak kurutmaya konan sebzeler kızışır ve kuruduklarında hoş olmayan bir koku meydana getirirler. (domatesi soğuk suya batırmaya

gerek yoktur) Sebzelerin haşlanarak kurutulmasınının şu faydaları vardır: Haşlama, sebzenin renk ve kokusunun daha iyi olmasına yardım eder. Haşlanmış sebzeler daha çabuk kurur. Haşlama ile sebzelerin vücuda yararlı kısımları kendi içlerinde kalır.

**Kurumuş sebzelerin terletilmesi:** Kurutmaya son verildiğinde, sebzelerin hepsi yanı oranda kurumuş olmayacağından bazılarında fazla kalan rutubeti diğerlerinde geçirmek için hepsi kapalı bir tencereye konur. Hergün karıştırarak 8-10 gün burada bırakılır. Birinde fazla olan rutubet diğerine geçer ve hepsi aynı ayarda kurumuş olur. Bu işleme "terletme" denir.

**Kurumuş sebzelerin saklanması:** Terletme sona erince, sebzeler kapaklı kutulara, cam kavanozlar, kağıt veya bez torbalar içine konur, ağızları iyice kapatılır. Serin ve gölge bir kilere kaldırılır.

**A- FASULYE KURUTMA:** Taze ve körpe olan fasulyeler alınır, iyice yıkanır, kılçıkları temizlenir, uçları kesilir, 3-4 cm. uzunluğunda dane aralarından kesilir.Kaynar su buharında 10-15 dk. tutulur veya kaynar su içinde 5dk. kadar haşlanır. Sonra soğuk suya daldırılarak soğutulur. Suyu süzdürülüp, gölgede veya fırınlarda kurutulur. (Soğuk suya batırılıp soğutulmayanlar kuruduklarında kötü bir koku meydana getirirler.)

**B-BAMYA KURUTMA**: Küçük olan bamyalar alınır, sap kısımları yuvarlak olarak kesilir, ipe dizilir, kaynar su buharında 5-10 dk. haşlanır, fırınlarda veya gölgede kurutulur.

**C-BİBER KURUTMA:** Biberler yıkanır, sap ve tohum kısımları kesilir, kaynar su buharında 10-15 dk, kaynar su içinde 5dk. haşlanır. Kurutma tepsilerine yayılır, fırında veya gölgede, ara sıra alt üst edilerek kurutulur.

**D-PATLICAN KURUTMA:** Patlıcanlar dolmalık veya yemeklik olarak iki şekilde kurutulur. Taze olan patlıcanlar yıkanır, dolma olacakların içi oyulur, yemeklik olacaklar.

## 12. BÖLÜM

## MİKROBİYOLOJİK KRİTERLER

### Giriş

Gıdaların mikrobiyolojik kalite kontrolünde kullanılan mikrobiyolojik kriterler kısaca gıdanın mikrobiyolojik karekteristiklerini belirleyen limitler olarak tanımlanabilir. Bu anlamda mikrobiyolojik kriterler daha önceden belirlenmiş örnekleme planına göre standart

yöntemlerle analize alınan gıda örneğinde bulunabilecek mikroorganizma ya da mikroorganizma grupları ile söz konusu gıdada bu mikroorganizmaların bulunmasına izin verilen düzeyleri belirler.

Bir mikrobiyolojik kriterin oluşturulabilmesi için aşağıda sıralanan beş şartın yerine getirilmesi gerekir.

1) Söz konusu gıda için önem taşıyan mikroorganizma ve/veya mikroorganizma grupları ile toksinlerinin bilinmesi
2) Söz konusu gıda için önemli olan mikroorganizmaların ve/veya toksinlerinin kalitatif ve kantitatif analizlerinin yapılabilmesi için analitik yöntemlerin geliştirilmiş olması.
3) Uygun örnekleme planının saptanması ( örnek sayısı,örnek ünitesi büyüklüğü,nereden,ne zaman ve ne şekilde örnek alınacağı)
4) Gıda için uygun görülen mikrobiyolojik limitlerin belirlenmesi için çalışmanın yapılması
5) Belirlenen limitlere uyması gereken örnek sayısı

Mikrobiyolojik kriterler gıdanın insan sağlığı açısından güvenirliliğini ve gıda üretiminde sanitasyon uygulamalarının sürekliliğini sağlamak amacıyla belirlenir. Ayrıca mikrobiyolojik kriterler bozulabilen gıdaların raf ömürlerini belirleme fonksiyonuna da sahiptir. Gıdaların mikrobiyolojik kalitesini belirlemek için kullanılan mikrobiyolojik kriterler çeşitli faktörler göz önüne alınarak değişik şekillerde gruplandırılmaktadır. Örneğin kullanım amaçları ve alanlarına göre mikrobiyolojik standartlar, spesifikasyonlar ve mikrobiyolojik limitler olarak sınıflandırılırken başka bir sınıflandırmaya göre de mikrobiyolojik kriterler zorunlu ve önerilen mikrobiyolojik limitler olmak üzere iki guruba ayrılmaktadırlar.

Uluslar arası bir komisyon olan Codex Alimentarus'a göre mikrobiyolojik kriterler önerilen ve zorunlu mikrobiyolojik limitler olmak üzere iki ana başlık altında toplanmakta ve önerilen limitler ise iki alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar;

1) Mikrobiyolojik limitler
2) Mikrobiyolojik spesifikasyonlardır.

Mikrobiyolojik limitler gerek gıdanın üretimi veya işlenmesi sırasında, gerekse işlem sonrasında belirli noktalarda mikrobiyolojik açıdan belirli bir kaliteyi yakalamak amacıyla üretime yönelik olarak hazırlanmış herhangi bir resmi kontrol amacı taşımayan mikrobiyolojik kriterlerdir. Bu kriterler gıdanın işlenmesi, dağıtımı, depolanması ve satışa sunulması aşamalarındaki aksaklık ve hataları ortaya koyar ve söz konusu gıda için zorunlu standartların mevcut olmadığı durumlarda kullanılırlar. Herhangi bir resmi kontrol amacıyla kullanılamayan bu kriterler, resmi kurumlar tarafından ancak hijyen ve sanitasyon uygulamalarının düzenlenmesi veya bu uygulamaların etkinliğini kontrol etmek amacıyla kullanılabilir.

Önerilen mikrobiyolojik kriterlerin ikincisi ise mikrobiyolojik son ürün spesifikasyonlarıdır. Son ürüne uygulanan mikrobiyolojik spesifikasyonlar ya işlemede otokontrolü sağlamak amacıyla ya da uluslar arası ticarette ticari spesifikasyonlar olarak uygulanmaktadır.

Gıdalar için düzenlenmiş zorunlu mikrobiyolojik kriterler ise uyulması zorunlu mikrobiyolojik standartlardır. Bu kriterlere uymayan gıdalar üretici tarafından yeniden işlenir, bunun mümkün olmadığı durumlarda ise tüketiminin engellenmesi amacıyla imha edilir. Ulusal resmi kurumların zorunlu kriterleri dışında, uluslar arası komisyonların koyduğu kriterlerde söz konusu komisyonlara üye ülkeler için zorunlu kriterler olarak kabul edilir.

Bazen mikrobiyolojik kriter yerine yanlışlıkla standart ya da spesifikasyon terimleri kullanılmaktadır. Ancak bu doğru ve yerinde bir kullanım değildir. Mikrobiyolojik kriterler; standartlar, spesifikasyonlar ve önerilen limitler (guidelines) olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

## MİKROBİYOLOJİK STANDARTLAR

Bu konuda hazırlanmış kanun, tüzük veya yönetmeliklerde yer alan ve düzenleyici fonksiyonuna sahip olan standartlar zorunlu mikrobiyolojik kriterlerdir. Diğer bir ifade ile standartlar bir gıdada standart yöntemlerle saptanan mikroorganizma ya da mikroorganizmaların ve/veya toksinlerinin o gıdada bulunmasına izin verilen maksimum düzeylerini belirleyen kanun, tüzük ve yönetmelik gibi yasal düzenlemeler olarak tanımlanabilir. Standartlar zorunlu mikrobiyolojik kriterler oldukları için herhangi bir gıdanın o gıda için hazırlanmış standartları karşılamaması ( standartlara uymaması) durumunda yasal yaptırım uygulanır.

## MİKROBİYOLOJİK SPESİFİKASYONLAR

Bir firma veya işletme tarafından satın alınan gıdalardaki spesifik mikroorganizma veya mikroorganizma gruplarının standart yöntemlerle saptanan kabul edilebilir maksimum düzeyidir. Zorunlu mikrobiyolojik kriterler değillerdir, ticari platformda firma veya işletme satın alacağı gıda maddesinin mikrobiyolojik kalitesini bu sınırlamaları koyarak yükseltmeyi amaçlar. Ticari uygulamalarda firma veya işletme satın alacağı gıda maddesini spesifikasyonlara uymaması durumunda reddedebilir.

## ÖNERİLEN LİMİTLER (Guidelines)

Önerilen mikrobiyolojik limitler gıda işletmesinin kendi ürettiği ürünler için belirlediği kriterlerdir. Söz konusu gıda maddesi için hiçbir standart veya spesifikasyon mevcut değilse üretici işletme tarafından bir anlamda otokontrol amacıyla kullanılırlar. Önerilen limitler herhangi bir gıda maddesinde belirli yöntemler kullanılarak saptanan

mikroorganizma veya mikroorganizmaların kabul edilebilir maksimum düzeyi olarak tanımlanabilirler. Resmi bir nitelik taşımazlar.

Hammaddeden son ürüne kadar tüm işlem basamaklarında işletmenin kendi belirlediği bu mikrobiyolojik kriterlerin kullanımının yararı tartışılmazdır. Son ürünün mikrobiyal yükünün önerilen bu limitleri aşması durumunda işletme sanitasyonun yetersiz olduğu veya mikrobiyal kontaminasyonun söz konusu olabileceği sonucuna varılır.

## GIDALARDA MİKROBİYOLOJİK KRİTERLERİN BELİRLENMESİ VE UYGULANMASINDAKİ YAKLAŞIMLAR

Mikrobiyolojik kriterlerin belirlenmesi ve uygulanmasında bazı noktalara göz önünde bulundurulmalıdır. Mikrobiyolojik kriterler gıdanın üretim teknolojisi ve mikrobiyolojisi konusunda deneyimli, uzman elemanlar tarafından belirlenmelidir. Mikrobiyolojik kriterlerin üretim koşulları bilinmeyen ürünlerin analize alınması sonucu elde edilen verilerle oluşturulmaması gerekir Kriter oluşturmada en iyi yol ürünlerde saptanan mikrobiyal sayılarla, bu ürünün üretiminde uygulanan sanitasyon düzeyi arasında ilişki kurmaktır. Bu amaçla örnekler toplanmadan önce denetçi ve mikrobiyologlardan oluşan bir ekip tarafından aynı tip bir ürün üreten işletmelerde inceleme yapılmalıdır. Genellikle üretimde uygulanan sanitasyon düzeyi ile mikroorganizmam sayıları arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu için mikrobiyolojik kriterler hijyenik koşullarda üretildiği saptanan ürünler esas alınarak belirlenmelidir.

Ancak bu uygulamada en önemli problem denetçiler ve gıda mikrobiyologları arasında net bir fikir birliğini oluşmamasıdır. Denetçiler genellikle işlem öncesinde ve işlem sırasında işletmenin temizlik ve dezenfeksiyonuna , personel hijyenine kısacası genel hijyen ve sanitasyon konularına önem verirken, gıda mikrobiyologları hammadde mikrobiyolojisi, hammadde işlem parametreleri örneğin gıdaya ısısal işlem uygulanacaksa sıcaklık, süre ilişkisi ve işletmedeki kritik kontrol noktaları (CCP) üzerinde yoğunlaşmışlardır. Gıdanın mikrobiyolojik kalitesi ile işletmenin hijyenik uygulamaları arasında direkt bir ilişki her zaman söz konusu ise de sorun zaman zaman gıdayı işleme yöntemi, işlem parametreleri veya işletmedeki kritik kontrol noktalarından kaynaklanabilir. Bazen kritik kontrol noktaları önceden belirlenen kritik kontrol noktalarından farklı olabilir. Örneğin bir konserve fabrikasında bozuk bir kutu kapama makinasının sonuç üründe mikrobiyolojik bir probleme yol açması gibi.

Mikrobiyolojik kriterlerin saptanması kadar uygulanması da önemlidir. Mikrobiyolojik kriterler genellikle ürünün tüketici tarafından satın alındığı noktalarda uygulanmaktadır. Ancak bu tür uygulamada zaman zaman gıdadaki mikroorganizma sayısı satış yerine gelemeden önce kriterde belirlenen düzeyin üzerine çıkabilmekte ve satıcının herhangi bir ihmali söz konusu olmamasına rağmen sonuçtan sorumlu tutulabilmektedir. İsviçre'de birçok gıda için belirlenen mikrobiyolojik kriterler gıdanın tahmin edilen raf ömrünün sonunda uygulanmaktadır. Ancak özellikle mikroorganizmaların ölüm fazına girerek depolama sırasında sayıca azaldığı bazı gıdalar raf ömrü sonunda mikrobiyolojik kriterlere uymakla beraber organoleptik olarak kabul edilemez duruma gelebilir. Bu nedenle de bu tür gıdalarda mikrobiyolojik kriterlerin raf ömrü sonunda uygulanması yanlıştır.

1970'li yılların başlarına kadar 'Gıdalar İçin Uluslar arası Mikrobiyolojik Spesifikasyonlar Komisyonu' (ICMSF The International Commission on Microbiological Spesificastions for Foods) mikrobiyolojik kriterlerin saptanması ve uygulanması ile ilgili kapsamlı bir politika belirleyememiştir. O yıllarda bazı gıdalar için oluşturulan mikrobiyolojik limitler düzenli ve sistematik olarak toplanmış verilere dayanmamaktaydı. Ancak daha sonraki yıllarda mikrobiyolojik kriterleri belirlemek üzere oluşturulan Gıda Tarım Örgütü (FAQ, Food and Agrieultural Organization) ve Dünya Sağlık Teşkilatı ( WHO, World Health Organization) çalışma grupları bu kriterlerin saptanması ve uygulanmasında göz önünce bulundurulacak genel prensipleri belirlemişlerdir. Bu prensipler özellikle Codex Alimentarius'un çalışmalarına ışık tutması amacıyla düzenlenmiş olmakla beraber gıdaların mikrobiyolojik kalite kontrolü ile ilgili diğer ulusal ve uluslar arası kuruluşlar içinde yol gösterici bir fonksiyona sahiptir. Mikrobiyolojik kriterlerin saptanması ve uygulanmasında göz önünce bulundurulması gereken noktalar aşağıda soru ve yanıtlar şeklinde açıklanmıştır:

## 1.MİKROBİYOLOJİK KRİTERLERE GEREKSİNİM VAR MIDIR ?

Mikrobiyolojik kriterler ihtiyaç duyulduğu durumlarda saptanmalı ve uygulanmalıdırlar. Epidemiyolojik çalışmalar bir gıdanın halk sağlığı açısından risk oluşturduğunu ortaya koyuyorsa bu durumda söz konusu gıda için mikrobiyolojik kriterlerin saptanması ve uygulanması gerekir. Bu durumlarda o gıda ile ilgili risk analizlerinin yapılması diğer bir deyişle gıdanın üretimi, hasatı, işlenmesi, hazırlanması ve satışa sunulması aşamalarında ortaya çıkabilecek mikrobiyolojik risklerin belirlenmesi gerekir. Bu anlamda sözü edilen mikrobiyolojik risk ürünün kabul edilemeyecek düzeyde patojen ve/veya bozulmaya neden olan mikroorganizmalarla buluşması ve insan sağlığını tehdit etmesidir. İnsan sağlığının risk altında olması ise mikrobiyolojik kriterlere ihtiyaç duyulduğunun en önemli göstergesidir. Ancak söz konusu riskin yorumuna bağlı olarak bazı hijyenik koşulların sağlanmasına ve bu koşulları sağlayacak kriterlere ihtiyaç duyulabilir. Bu durumda ise mikrobiyolojik kriter fabrikada üretimi kontrol etmek amacıyla mikrobiyolojik bir limit yani guideline olarak kullanılabilir. Bu tip bir mikrobiyolojik kriter hem denetçiler açısından işletmede amaçlanan hijyenik koşulların sağlanıp sağlanmadığını, hem de üretim teknolojisinde yapılan herhangi bir değişikliğin arzu edilmeyen mikrobiyolojik bir sonuç yaratıp yaratmadığını saptamada yardımcı olur.

## 2.HAMMADDE MİKROBİYOLOJİSİ UYGULANMASI ÖNGÜRÜLEN KRİTERİ ANLAMLI KILIYOR MU ?

Mikrobiyolojik kriter uygulanması düşünülen çiğ et, tavuk, balık ve sebze gibi işlenmemiş veya az işlenmiş gıdalarda hammadde mikrobiyolojisi ve özellikle de mikroflorada meydana gelen kalitatif ve kantitatif değişimler dikkate alınmalıdır. Ancak bazen hijyenik koşullara dikkat edilerek gerçekleştirilen hayvan kesimi etin mikrobiyolojik

kalitesi arzu edilen düzeye ulaştırmada yeterli olmayabilir. Örneğin hayvan kesimden önce *Salmonella* taşıyıcısı ise bu durumda alınan tüm önlemlere rağmen ete *Salmonella* bulaşabilir.

## 3.GIDAYA UYGULANAN İŞLEMLER MİKROBİYOLOJİK RİSKİ ARTTIRIYOR MU ?

Genellikle gıdalara uygulanan işlemlerin çoğu mikrobiyolojik riskleri azaltır. Ancak bazen de uygulanan işlemler gıdanın özelliklerini etkileyerek mikrobiyal gelişmeyi teşvik edebilir. Gıdalara muhafaza amacıyla uygulanan bazı işlemler ortamdaki zararsız rekabetçi mikroorganizmaları elimine ederek işlem sonrası gıdaya bulaşabilecek patojen mikroorganizmaların gelişmesi için uygun bir ortam oluşturabilir. Eğer bir gıdanın üretiminden sonra gıdanın hazırlanmasında uygulanan işlemler mikrobiyolojik bir risk oluşturuyorsa bu durumda mikrobiyolojik kritere ihtiyaç artar.

## 4.UYGULANAN MİKROBİYOLOJİK KRİTER ETKİLİ MİDİR ?

Mikrobiyolojik kriterlerin de içinde yer aldığı mikrobiyolojik kalite kontrol programları etkin olmalıdır. Aksi taktirde mikrobiyolojik kalite kontrol programlarının uygulanmasından beklenen yararlar sağlanamaz. Etkin bir kalite kontrol programı üründeki mikroorganizma sayısı ve halk sağlığını tehdit eden potansiyel riski azaltmalı ve ürün kalitesini iyileştirmelidir. Kalite kontrol programları etkinleri ve güvenilirlikleri kesin olarak kanıtlanmadan uygulanmamalıdır. Kalite kontrol programlarının vazgeçilmez bir parçası olan mikrobiyolojik kriterlerin etkinliğinin belirlenmesinde aşağıdaki sorulara olumlu yanıtlar alınması gerekir.

1. Uygulanan standartlar işletmede sanitasyonun iyileştirilmesinde olumlu bir etki yapmış mıdır ?
2. Söz konusu standartlar mikrobiyal sayının azaltılmasında etkili olmuş mudur?
3. Söz konusu standartların kullanımı gıda zehirlenmesi riskini azaltmış mıdır ?
4. Söz konusu standartların kalitenin iyileştirilmesinde kayda değer bir rolü olmuş mudur ?

Bir mikrobiyolojik kriter ancak belirli bir süre kullanılıp, uygulandıktan sonra yukarıdaki sorulara yanıt aranmalıdır. Ancak bu şekilde söz konusu mikrobiyolojik kriterin etkin bir kriter olup olmadığı ve güvenilirliği kanıtlanabilir.

## 5.UYGUN BİR İŞLEME YÖNTEMİ (GOOD MANUFACTURING PRACTISE, GMP) İLE KRİTERİN UYGULANMASINDAN AMAÇLANAN KALİTE ELDE EDİLEBİLİYOR MU ?

FAO/WHO çalışma grupları bir gıdanın mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi amacıyla uygulanan kriterlerin o gıdanın üretiminde iyi üretim uygulamaları (GMP) ile ulaşılabilecek mikrobiyolojik kriterler olması gerekliliğini vurgulamışlardır. Ancak bu konuda karşılaşılan problem bazı durumlarda belirli bir gıdanın üretimine yönelik GMP uygulamalarının kesin ve belirgin bir tanımının olmamasıdır. Gıda hijyeni ile ilgili yasal düzenlemelerin birçoğu kritik kontrol noktaları (HACCP) kavramını içermemekte, bu nedenle de üretimde kritik kontrol noktaları risk analizleri yapılmamaktadır. Her gıda işletmesinde HACCP sisteminin uygulanması ve gıda işleme zincirindeki her aşama için GMP uygulamalarının tam olarak tanımının yapılması gerekir. Ancak bu koşullarda belirlenen mikrobiyolojik kriterlerin uygulanması sonucu amaçlanan kaliteye ulaşmak mümkün olabilir.

## 6.UYGULANAN KRİTERİN GIDA SANAYİİNDE KULLANILMASININ ARZU EDİLMEYEN KİMYASAL KORUYUCULARIN KULLANIMINI TEŞVİK EDİCİ VEYA ZORLAYICI BİR ETKİSİ VAR MIDIR ?

Etkin bir hijyen uygulaması üründe mikrobiyal sayının azaltılması veya mikroorganizmaların inhibisyonu ya da mikrobiyal gelişmenin geciktirilmesi amacıyla alınan diğer önlemlere yardımcı olur. Bu önlemlerin bazıları tamamen kabul görürken, bazılarına ise toksikologlar ve tüketici grupları tarafından şiddetle karşı çıkılmaktadır. Koruyucular bu bölümün kapsamı dışında kaldığı için burada bu konuya değinilmeyecektir. Ancak nitritin bu maddelere iyi bir örnek olduğu söylenebilir. Gerek gıda mikrobiyologları ve hijyen uzmanları, ve gerekse uygulanan mikrobiyolojik kriterler bu tür kimyasal koruyucuların kullanılmasını teşvik edici veya zorlayıcı olmamalıdır.

## 7.EĞER ÜRÜN UYGULANAN MİKROBİYOLOJİK KRİTERİ KARŞILAMAZSA NE YAPILMALIDIR ?

Gıdanın hasatından son ürüne kadar geçen aşamalarda en önemli konu ürünün, o ürün için saptanmış mikrobiyolojik kritere uymaması durumunda ne yapılacağıdır. Bu durum karşısında ne yapılması gerektiği kriterde açıkça ifade edilmelidir. Codex Alimentarius Uluslar arası Standartlar Komisyonu Önerilen bir mikrobiyolojik limitin(guideline) veya spesifikasyonun karşılanmaması durumunda son ürünün reddedilmesinin zorunlu olmadığını belirtmekte ancak bu duruma neden olan faktörlerin belirlenmesi ve düzeltilmesini önermektedir.

Eğer kriter bir standartsa bu durumda söz konusu ürün amaçlanan kullanıma uygun olmadığı gerekçesi ile reddedilmelidir. Ürün reddedildiği zaman işletme için birkaç seçenek söz konusudur. Ayıklama, tekrar işleme (örneğin ısısal işlem uygulaması) veya imha etme bu seçenekler arasında yer almaktadır. Uygulanacak seçeneğin saptanmasında en önemli nokta

kabul edilemez durumdaki ürünün tüketiciye ulaşmasıyla oluşacak sağlık riskinin minimum düzeyde tutulmasıdır. Kuşkusuz bu seçeneklerden biriside ürünün imha edilmesidir.

## 8.KRİTERDE HANGİ MİKROORGANİZMALAR YER ALMALIDIR?

Mikrobiyolojik kriterlerde genellikle toplan canlı sayımları, indikatör bir mikroorganizma ve/veya mikroorganizma grubu ve o gıda için önemli bir veya birden fazla patojen mikroorganizma yer alır. Ancak genellikle kriterde yer alan analizlerin sayısı bir defa dilüsyonlar hazırlandıktan sonra bir veya iki ekstra analiz yapılmasının bir problem yaratmayacağı düşüncesiyle arttırılır. Bu yaklaşım özellikle spesifik mikroorganizmalar için kullanılan besi yerlerinin pahalı olduğu ve hazırlanmalarının ekstra yük getireceği gerçeğini göz ardı eder. Bu noktada testlerin maliyet/yarar oranları dikkate alınmalıdır. Maliyeti yüksek ancak getireceği yarar(kar) az olan mikrobiyolojik testler tercih edilmemelidir. Örneğin; spesifik bir gıdanın mikrobiyolojik durumu hakkında 6 farklı tip mikroorganizmanın %100 bilgi verebileceğini varsayalım. Bu kriteri oluşturan analizlerden birinin çıkarılması durumunda gıdanın mikrobiyolojik durumu hakkında elde edilecek bilgideki azalma saptanmalıdır. Örneğin bir analizin kriterden çıkarılması gıdanın mikrobiyolojik durumunu değerlendirilmesi fazla etkilemiyorsa bu durumda bu analizin yapılmasıyla ortaya çıkacak maliyet analizin yapılmasıyla elde edilecek yarardan çok daha yüksek olmaktadır.

Gıdanın mikrobiyolojik kalitesini belirlemede kullanılan kriterlerin sayısı minimum düzeyde tutulmalıdır. Bu durum mevcut laboratuvar kapasitesi ile daha fazla sayıda örneğin analize alınması olanağını sağlar. Böylece az sayıda örnekte fazla sayıda gereksiz analiz yapmak yerine daha fazla sayıda örnekte sadece gerekli analizler yapılmış olacaktır.

## 9.MİKROBİYOLOJİK ANALİZLERDE KULLANILAN YÖNTEMLERİN GÜVENİLİRLİĞİ NEDİR ?

Özellikle ürün spesifikasyonları ve standartlarının oluşturulmasında güvenilir uluslar arası standart yöntemler tercih edilmelidir. Kullanılan yöntemin güvenilirliği daha önceden belirlenen koşullarda defalarca yapılan analizlerden elde edilen sonuçların birbirine yakınlığı ve uyumu olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifade ile değişik laboratuvarlar veya aynı laboratuvarda farklı kişiler tarafından aynı parti gıda örneklerinde yapılan analizlerden elde edilen sonuçların hemen hemen aynı olması gerekir.

Doğruluk ise analiz yöntemi ile ilgili önem taşıyan diğer bir parametredir. Doğruluk analizin defalarca yapılması sonucu elde edilen ortalama sonuç ile gerçek değer arasındaki yakınlık olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifade ile örnekte çok az sayıda mikroorganizma bulunsa dahi bu mikroorganizmaların hepsini ya da hepsine yakını saptayabilecek yöntem, doğruluk derecesi yüksek olan yöntemdir.

Otokontrol amacıyla önerilen limitlerin (guideline) saptamasında doğruluk ve duyarlılığa daha az ihtiyaç duyulduğundan işletmelerde hızlı mikrobiyolojik yöntemler giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

## 10.HANGİ ÖRNEKLEME PLANI VE SAYISAL LİMİTLER UYGULANMALIDIR?

Kullanılacak örnekleme planı aynı parti ürünün mikrobiyolojik durumu hakkında yeterli bilgi sağlayabilmeli ayrıca idari ve ekonomik açıdan uygulanabilir olmalıdır. Bir partiden alınan örneklerin analiz edilmesi sonucu bu partinin kabul veya red edilmesi söz konusudur. Bu kararın doğru olarak verilebilmesi için uygun bir örnekleme planının seçilmesi gerekir. Uygulanacak örnekleme planı ve mikrobiyolojik kriterler üretici ve tüketici risklerini optimize etmelidir. Bu amaçla ICMSF tarafından iki veya üç sınıflı örnekleme planları önerilmiştir. Bu örnekleme planları arasındaki seçim gıdaya, kriterde yer alan mikroorganizma veya mikroorganizma gruplarına ve uygulanan kritere bağlı olarak değişmektedir. Standartlar ve ürün spesifikasyonları için fazla sayıda örnek analizi önerilirken, önerilen mikrobiyolojik limitler (guideline) için az sayıda örnek, çoğunlukla da tek örnekle yetinilebilir.

Mikrobiyolojik kriterde belirlenen sayısal limitler en önemli kısmı oluşturmaktadır. Genellikle patojenik mikroorganizmalar için sayısal limit o mikroorganizmanın analizinde kullanılan yöntemle saptanabilir düzeydir ve bu durumda genellikle iki sınıflı örnekleme planı uygulanır. Bu örnekleme planında bir örnek ünitesi önceden belirlenen bir sayının üzerinde mikroorganizma içeriyorsa örnek pozitif olarak kabul edilir. Bu planda ‘n’ analize alınan bir örnek sayısı, ‘e’ belirli sayısının üzerinde (m değerinden yüksek) mikroorganizma bulunmasına müsaade edilen örnek sayısını ve ‘m’ ise bir örnekte müsaade edilen maksimum mikroorganizma sayısını ifade eder. Bu örnekleme planında ‘m’ örnekleri mikrobiyolojik kalite açısından iki sınıfa ayırmaktadır ve genellikle tehlikeli patojenler için m=0 dır. Ancak patojen olmayan ve gıdalarda farklı düzeylerde bulunan indikatör mikroorganizmalar için iki sayısal limit kullanımı önerilmektedir(Üç sınıflı örnekleme planı). Bu örnekleme planında örnekleri mikrobiyolojik kalite açısından 0 ile ‘m’, ve ‘m’ ile ‘M’ arasında mikroorganizma içeren ve ‘M’ den yüksek sayıda mikroorganizma içeren olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Bu planda ‘n’ analize alınan örnek sayısını, ‘c’ belirli sınırlar arasında ( ‘m’ ile ‘M’ değerleri arasında) mikroorganizma bulunmasına müsaade edilen örnek sayısını, ‘m’ sayısal olarak kabul edilir ve marjinal kabul edilebilir kalite arasındaki sınırı , ‘M’ ise marjinal kabul edilebilir ve kabul edilemez kalite arasındaki mikrobiyolojik sınırı belirler, diğer bir ifade ile analize alınan örneklerden hiçbirisinde mikroorganizma sayısı ‘M’ değerinin üzerinde olmamalıdır.

Son ürün spesifikasyonları ve standartlar için sayısal değerlerin saptanmasında ürünün üretimi, depolanması ve dağıtımı aşamalarında elde edilen verilerin tümünün göz önüne

alınması gerekir. Önerilen mikrobiyolojik limitler (guideline) için ise her zaman sayısal limitlerin belirlenmesi gerekli olmayabilir.

## 11.KRİTERLER BELLİ ARALIKLARLA GÖZDEN GEÇİRİLEREK GEREKLİ REVİZYONLAR YAPILMALIDIR

Gıda teknolojisinde ve hijyen uygulamalarında meydana gelen gelişmeler ve insan sağlığı açısından risk değerlendirmelerindeki zamanla gözlenen değişimler mevcut mikrobiyolojik kriterlerin belirli aralıklarla gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu amaçla mikrobiyolojik kriterler, kriterin sürekli olarak incelenmesi, gözden geçirilmesi ve belirli aralıklarla (örneğin üç yılda bir) revize edilmesini zorunlu kılan bir ifade içermelidir.

## TÜRKİYEDEKİ GIDA KODEKSİ VE MİKROBİYOLOJİK KRİTERLER

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı tarafından yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği gıda kontrol hizmetlerinde esas olacak şekilde süt ürünlerinin, tahıl ürünleri ve tahıl bazlı ürünlerin, şeker ve şekerli ürünlerin, yağların, sebze ve meyvelerin ve işlenmiş ürünlerinin, çorbaların, kakao ve kakao ürünlerinin, fermente ürünlerinin, jelatin, mayonez ve soslarının, nişastanın, ekmek mayasının, çay ve kahvenin, sakız, sofra tuzu ve gıda sanayinde kullanılan tuzun, alkollü gazlı içeceklerin, tüketime hazır günlük yemek ve mezelerin mikrobiyolojik kriterlerini kapsamaktadır. Revize edilmiş Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği 06.02.2009 tarihinde 27133 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmış (tebliğ No:2009/6) ve 02.09.2001 tarihli (24511 sayılı-2001/19) tebliğ yürürlükten kaldırılmıştır. Son tebliğ farklı gıda ürünleri için farklı yıllarda revizyondan geçirilmiştir. Değişikleri içeren bölümler ve revizyonlar 8 $^{0}$ Cak 2010 tarih ve 27456 sayılı resmi gazeteden temin edilebilir ( http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/01/20100108-10.htm).

Gıda işletmeleri 29 Aralık 2011 tarihli Resmi Gazetede yayımlanmış (tebliğ no:28157) 'Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği' hükümlerince 8 $^{0}$ Cak 2010 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan (27456 sayı- tebliğ no 2009/68) ''Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkındaki Tebliğ'' hükümlerine görede 3 sınıflı örnekleme planı çerçevesinde (n, c, m , M değerleri ile) örnekleme yaparak, ilgili kriterleri uygulamak zorundadırlar. 2009 ve 2010 yıllarındaki revizyon çalışmaları sonucunda Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğ Ek-1 bölümünde ürünler Süt, Et, Sebze-Meyve, Hububat gibi farklı kategorilere ayrılmış ve her kategorinin alt birimlerinde ürün çeşitleri belirtilmiştir. Ayrıca yeni ürünler için de mikrobiyolojik kriterler belirlenmiş ve bazı mikrobiyolojik kriterler ise tebliğden çıkarılmıştır. Tablo 21.1'de ilgi tebliğde yer alan 'Süt ve süt ürünleri ile ilgili mikrobiyolojik kriterler' bir örnek teşkil etmesi amacıyla verilmiştir.

| GIDA | Mikroorganizmalar | Numune Alma Planı | | Limitler Kob/g-ml | |
|---|---|---|---|---|---|
| Süt ve Süt Ürünleri | | n | c | m | M |
| 1.1 İçme Sütü | | | | | |
| 1.1.1 Pastörize Süt | TVC | 5 | 2 | $10^4$ | $10^5$ |
| | *E.coli** | 5 | 0 | <0,3 | |
| 1.1.2 UHT süt(meyveli,aromalı vb. dahil) | Sterilite kontrolü | 5 | 0 | Madde4-(g) | |
| 1.2 Fermente süt ürünleri | | | | | |
| 1.2.1 Kefir | Koliform bakteriler* | 5 | 2 | 9 | 95 |
| | Küf | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | *E.coli** | 5 | 0 | <3 | |
| 1.2.2. Yoğurt,meyveli vb. yoğurtlar,ayran ve diper fermente süt ürünleri | Koliform bakteriler* | 5 | 2 | 9 | 95 |
| | Maya(probiyotik kullanılanlar hariç) | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | Küf | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | *E.coli** | 5 | 0 | <3 | |
| 1.3. Krema ve ürünleri | | | | | |
| 1.3.1. Krema(pastörize) | Maya ve küf | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | *E.coli** | 5 | 0 | <3 | |
| | *Salmonella spp.* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| | *L.monocytogenes* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| 1.3.2. Tereyağı ve sürülebilir süt ürünleri ve sadeyağ | *E.coli** | 5 | 0 | <3 | |
| | Maya ve küf | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | *Salmonella spp.* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| 1.3.3. Kaymak | Koliform bakteriler* | 5 | 2 | 9 | 95 |
| | Maya ve küf | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | *S.aureus*(koagülaz+) | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | *Salmonella spp.* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |

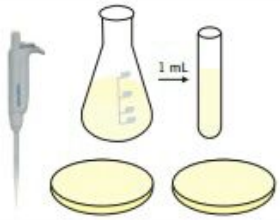
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *L.monocytogenes* | 5 | 0 | 0/25 g-mL |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.4. Süttozu ve krema tozu,dondurma için toz karışımlar, peyniraltı suyu tozu, yayıkaltı suyu tozu ve süt bazlı toz ürünler, kazein ve kazeinat | Maya ve Küf | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | *Enterobacteriaceae* | 5 | 0 | $<10^1$ | |
| | *S.aureus(koagülaz+)* | 5 | 2 | $10^1$ | $10^2$ |
| | *Salmonella spp.* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| | *L.monocytogenes* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| 1.5. Peynir(eritme peynir hariç diğer tüm peynirler | Enterobacteriaceae | 5 | 2 | $10^3$ | $10^4$ |
| | S.aureus(koagülaz+) | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | Salmonella spp. | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| | L. monocytogenes | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| | E.coli O157:H7 | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| 1.6. Eritme peynirler ve eritme peynir ürünleri | TVC | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | Maya ve Küf | 5 | 2 | $10^1$ | $10^2$ |
| | Koliform bakteriler* | 5 | 0 | <3 | |
| | *L.monocytogenes* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| 1.7. Koyulaştırılmış süt | TVC | 5 | 2 | $10^3$ | $10^4$ |
| | *Salmonella spp.* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| | *L.monocytogenes* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| 1.8. Dondurma ve sütlü buz | *E.coli** | 5 | 0 | <3 | |
| | *S.aureus(koagülaz+)* | 5 | 2 | $10^2$ | $10^3$ |
| | *Salmonella spp.* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |
| | *L.monocytogenes* | 5 | 0 | 0/25 g-mL | |

TVC, Aerobik toplam canlı sayımı
*Most Probable Number (Kuvvetle Muhtemel Sayım Yöntemi)

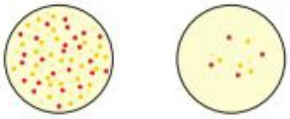
**Ek A - 01**

## Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayımı




10 g (mL) gıda, 90 mL MRD (Merck 1.12535) ile homojenize edilir. Gerekli seyreltmeler yapılır. Sıvı gıdalar doğrudan analize alınabilir. PCA (Merck 1.05463) besiyerine ekim yapılır.

Petri kutuları amaca göre 28 ºC ya da 37 ºC'da 48 saat inkübasyona bırakılır.



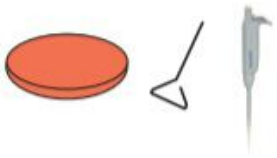
İnkübasyon sonunda besiyerinde oluşan tüm koloniler sayılır, gıdadaki toplam mezofil aerob bakteri sayısı hesaplanır.

Petri kutuları otoklavlandıktan sonra yıkanır/atılır.

*Ek A - 02*

## *Koliform Bakterilerin Sayılması; Katı Besiyeri (ISO 4832)*

10 g (mL) gıda, 90 mL MRD (Merck 1.12535) ile homojenize edilir. Sıvı gıdalar doğrudan analize alınabilir.



VRB Agar (Merck 1.01406) besiyerine ekim yapılıp, ikinci kat VRB ilave edilir.

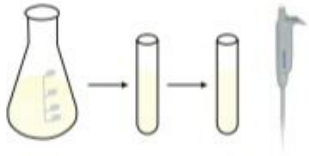
Petri kutuları 30-32 °C ya da 35-37 °C'da 24 saat inkübasyona bırakılır.

1-2 mm çapında kırmızımsı bir presipitat zonu ile çevrili koyu kırmızı koloniler sayılır.

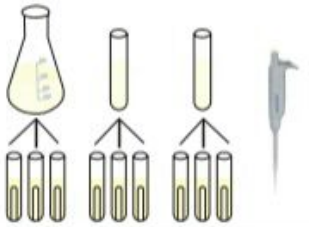
Sterilizasyondan sonra petri kutuları yıkanır/atılır.

*Ek A - 03*

## *Koliform Bakterilerin Sayılması; EMS Yöntemi (ISO 7725)*

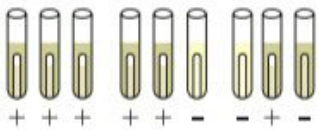


10 g (mL), gıda 90 mL MRD (Merck 1.12535) ile homojenize edilir. $10^{-2}$ ve katı gıdalarda $10^{-3}$ seyreltiler hazırlanır.



İçlerinde Durham tüpü bulunan LST Broth (Merck 1.10266) besiyerinden; katı gıdalarda $10^{-1}$ ; $10^{-2}$ ve $10^{-3}$, sıvı gıdalardan $10^{0}$ ; $10^{-1}$ ve $10^{-2}$ seyreltilerden olmak üzere 3'er tüpe 1'er mL ekim yapılır.

Tüpler 35-37 °C'da 24 saat inkübasyona bırakılır.




Bulanıklık ve Durham tüplerinde gaz oluşumu pozitif olarak değerlendirilir. EMS tablosu kullanılarak gıdadaki koliform grup bakteri sayısı hesaplanır.

Sterilizasyondan sonra tüpler yıkanır.

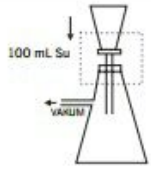
**Ek A - 04**

## 100 mL Suda Koliform Bakteri ve E.coli Aranması

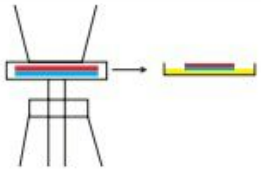
| | |
|---|---|
| | 100 mL su örneği steril bir kaba alınır. |
| | Üzerine 1 poşet Readycult Coliforms (Merck 1.01298) ilave edilir. |
| | Çalkalanıp, 35-37 °C'da 24 saat inkübasyona bırakılır. |
| | Besiyeri renginin yeşile dönüşmesi koliform pozitif olarak değerlendirilir. |
| | Koliform pozitif olan örnek, loş bir yerde kısa dalga boylu UV lambası (Merck 1.13203) ile incelenir. Bunlardan floresan ışıma verenler *E. coli* olarak değerlendirilir. |
| | Sterilizasyondan sonra kullanılmış malzeme yıkanır. |

## Ek A - 05

### Membran Filtrasyon Yöntemiyle Sularda Koliform Bakteri Aranması




100 mL su, membran filtrasyon sisteminden geçirilir, filtre Lactose TTC Agar with Tergitol 7 (Merck 1.07680) üzerine yerleştirilir.



Filtrenin, bakterilerin tutulmuş olduğu üst kısmı Petri kutusuna yerleştirmede yine yukarıda olmalıdır.

Petri kutusu tabanı üzerinde olacak şekilde 30-32 °C ya da 35-37 °C'da 24 saat inkübasyona bırakılır.

Sarı-portakal renkli koloniler koliform grup bakteri olarak değerlendirilir ve su örneğindeki koliform grup bakteri sayısı hesaplanır.