

# Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar ve Bulaşma Kaynakları<sup>1</sup>

**Kamuran AYHAN**

**Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü**

01. Genel Bilgiler
02. Mikroorganizmaların Bulaşma Kaynakları
  - 02.01. Su ve Toprak
  - 02.02. Bitkiler ve Bitkisel Ürünler
  - 02.03. Gıda Kapları
  - 02.04. Hayvan ve İnsanların Bağırsak Sistemleri
  - 02.05. Gıda İşçileri
  - 02.06. Hayvan Yemleri
  - 02.07. Hayvan Deri ve Postları
  - 02.08. Hava ve Toz
  - 02.09. Gıda Zehirlenmelerine Neden Olan Bakterilerin Kaynakları
03. Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar
  - 03.01. Bakteriler
  - 03.02. Küfler
  - 03.03. 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 zehirlenmeleri gibi sorunlarla bu dönemin başında karşılaşmaya başladıkları sanılmaktadır. Hazırlanmış gıdaların bozulmasına ait ilk bulgular, M.Ö. 6000 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. 5000-7000 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. 3000 yılında Mısırlılarca kullanıldığı da saptanmıştır.

M.Ö. 1000 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

---

<sup>1</sup> Kaynak : **Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, 2000. Genişletilmiş 2. Baskı; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını. Sim Matbaası, Ankara 522 s** 02. Bölüm, 01. kısım

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 40.000 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 anlaşılması pek sanılmamaktadır.

Mikroorganizmaların gıdaların bozulmalarında rol oynadığını belki de ilk ileri süren kişi A. Kircher adında bir keşiştir. 1658 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 ögesi 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 araştırmacılar ısı işlemle gıda muhafazasını teorik olarak geliştirdikleri halde, bunu uygulamaya aktarmamışlardır.

Konserveliğin temeli 1795 yılında Fransız hükümetinin gıdalarının pratik olarak saklanmasına yönelik bir yöntem geliştiren kişiye 1200 Frank ödül koymasıyla atılmıştır. 1809 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 sürdürme çabasıdır. Bu işlem sırasında aşağıdaki reaksiyonu gerçekleştirirler.

Tüm organik bileşikler (Proteinler, → Hücre yapıları + Enerji + İnorganik karbohidratlar, lipitler vb.) bileşikler (Nitratlar, sülfatlar vb.)

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

<b>Bakteriler</b>		
<i>Acetobacter</i>	<i>Erwinia</i>	<i>Pediococcus</i>
<i>Aeromonas</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Proteus</i>
<i>Alcaligenes</i>	<i>Flavobacterium</i>	<i>Pseudomonas</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Hafnia</i>	<i>Psychrobacter</i>
<i>Bacteroides</i>	<i>Kocuria</i>	<i>Salmonella</i>
<i>Brochothrix</i>	<i>Kurthia</i>	<i>Serratia</i>
<i>Campylobacter</i>	<i>Lactococcus</i>	<i>Shewanella</i>
<i>Carnobacterium</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Shigella</i>
<i>Citrobacter</i>	<i>Leuconostoc</i>	<i>Staphylococcus</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Listeria</i>	<i>Streptococcus</i>
<i>Corynebacterium</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>Vagococcus</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>Moraxella</i>	<i>Vibrio</i>
<i>Enterococcus</i>	<i>Paenibacillus</i>	<i>Weisella</i>
	<i>Pantoea</i>	<i>Yersinia</i>
<b>Küfler</b>		
<i>Alternaria</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Mucor</i>
<i>Aspergillus</i>	<i>Colletotrichum</i>	<i>Penicillium</i>
<i>Aureobasidium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Rhizopus</i>
<i>Botrytis</i>	<i>Geotricum</i>	<i>Trichothecium</i>
<i>Byssoschlamys</i>	<i>Monilia</i>	<i>Wallemia</i>
		<i>Xeromyces</i>
<b>Mayalar</b>		
<i>Brettanomyces</i>	<i>Issatchenkia</i>	<i>Schizosaccharomyces</i>
<i>Candida</i>	<i>Kluyveromyces</i>	<i>Torulasporea</i>
<i>Cryptococcus</i>	<i>Pichia</i>	<i>Trichosporan</i>
<i>Debaryomyces</i>	<i>Rhodotorula</i>	<i>Zygosaccharomyces</i>
<i>Hanseniaspora</i>	<i>Saccharomyces</i>	

## 02. Mikroorganizmaların Bulaşma Kaynakları

### 02.01. 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 sürpriz 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.

## 02.02. 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.

## 02.03. 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.

## 02.04. 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 çeken 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.

## 02.05. 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.

## 02.06. 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 yapıp 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.

## 02.07. 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.

## 02.08. 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.

## 02.09. 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 bulaşmaktadır, buna karşın *Clostridium* 'ların bulaşma kaynağı topraktır. Bunlara ilaveten *Bacillus cereus* ve *Vibrio parahaemolyticus* bakterileri de gıda zehirlenmelerine neden olmaktadır. Bunların kaynakları da sırasıyla toprak, toz ile su ve denizdir.

### 03. Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar

#### 03.01. 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., *Staphylococcus*, *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 oluşturmeyen, aerobik, katalaz(+) çubuk şeklindedir. Hareketli ve hareketsiz türleri vardır. Alkolü asetik aside okside etmeleri nedeniyle sirke işlemede yararlı, alkollü içki üretiminde ise zararlıdır. Organizma doğal olarak meyve ve sebzelerde bulunur. Bazı türleri asetik asit ve laktik asidi oksidasyon yoluyla CO<sub>2</sub> ve suya 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 20-37 °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 anthracis* insan ve hayvanlarda şarbon hastalığına neden olur. *B. thuringiensis*, *B. larvae*, *B. lentimorbus*, *B. popilliae* ve *B. sphaericus* 'un bazı türleri böcek patojenidir ve *B. thuringiensis* biyoinsektisit olarak kullanılmaktadır. *B. cereus* 'un bazı suşları insanlarda gıda zehirlenmesine neden olur. *B. coagulans* ve *B. stearothermophilus* 4,2 gibi oldukça düşük pH değerlerinde gelişebilirler ve özellikle konserve gıdalarda bozulmalara neden olurlar. *B. stearothermophilus* sporları bakteri sporları arasında ısıya en dirençli sporlardır. *B. coagulans* (*B. thermoacidurans*) sıcaklığa daha az, ancak asitliğe daha fazla dayanıklıdır. *B. subtilis* subtilin adlı bir bakteriyosin üretmektedir. *B. licheniformis* basitrasin, *B. polymyxa* ise polimiksin antibiyotiklerinin üretiminde kullanılır. *B. subtilis*, *B. amiloliquefaciens* ve *B. stearothermophilus* bakteriyel  $\alpha$ -amilaz enzim üretiminde kullanılmakta olup amiloz ve amilodekstrini dekstrinlere parçalamaktadır. *B. subtilis*, *B. mesentericus* ve *B.*

*stearothermophilus* ise bakteriyel proteinaz enzimi üretiminde kullanılmaktadır. Bu enzim ise et ve balık etlerinin tenderize edilmesinde (yumuşatılması) şarap ve bira endüstrisinde protein bulanıklığının alınmasında stabilize edici olarak 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. Heterofermentatifler ve çoğu 0 °C' de gelişir, 45 °C 'de gelişemez. Bazı türleri glikozdan gaz oluşturur. Laktobasillerden asetat ortamında gelişmemeleri ve oleik asit sentezi yapmalarıyla ayrılırlar. Bu cinslere vakum paketlenen 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 oluşturmeyen, bazı türleri hareketli bazı türleri hareketsiz, kapsülsüz, fakültatif anaerob koklardır. Sıvı kültürde sferik 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 °C ve 45 °C' de gelişebilirler, optimum gelişme sıcaklıkları 37 °C' dir. %6,5 NaCl ortamında ve %40 safra tuzunda gelişme yeteneğindedirler. Bu cins içinde Lancefield'in D grup streptokokları 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 alkollerini fermente edebilir ve bazı sebzelerde bulunan ramnoz, sellobioz, arabinoz ve mannitol gibi şekerleri kolaylıkla kullanabilir. Çoğu 37°C'de gelişme gösterirken bazı suşlarının buzdolabı sıcaklığında geliştiği (hatta 1°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. Etanolü 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 yararlanır.

*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 sarsına 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 oluşturmeyen, 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°C arasında, *Kurthia gibsonii* ise 5' den başlayarak 45 °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 oluşturmeyen, 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 °C'de optimum gelişirler, %3 veya daha yüksek miktarda laktik asit üretirler. *Lactobacillus casei*, *Streptobacterium* grubu içindedir, optimum gelişme sıcaklığı 30 °C' dir ve %1,5 veya daha yüksek miktarda laktik asit üretirler.

*Lactococcus*: Lancefield' in serolojik sınıflandırmasında N grup olarak bilinen streptokoklar yeni sınıflandırmada *Lactococcus* olarak adlandırılmıştır. Gram(+), spor oluşturmeyen,



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 °C' de gelişirler ancak 45 °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.

<u>Eski isim</u>	<u>Yeni isim</u>
<i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
ve <i>Lactobacillus xylosus</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
<i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
<i>Lactobacillus hordniae</i>	<i>Lactococcus hordniae</i>
<i>Streptococcus garvieae</i>	<i>Lactococcus garvieae</i>
<i>Streptococcus plantarum</i>	<i>Lactococcus plantarum</i>
<i>Streptococcus raffinolactis</i>	<i>Lactococcus raffinolactis</i>

*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 dayanıklıdır. 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 analogu olarak kullanılan dekstran maddesinin üretiminde kullanılır. Tuza (%3-6,5) toleranslıdır. Bu özelliklerinden dolayı salatalık turşularının ilk aşamasında *L. mesenteroides* 'e rastlanmaktadır.

*Micrococcus*: Bu gruptaki bakteriler, gram(+) ve katalaz(-), aerobik, tekli, dördü 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.

<u>Eski isim</u>	<u>Yeni isim</u>
<i>Micrococcus agilis</i>	<i>Artrobacter agilis</i>
<i>Micrococcus varians</i>	<i>Kocuria varians</i>
<i>Micrococcus roseus</i>	<i>Salinicoccus</i> cinsine dahil edilmiştir.
<i>Micrococcus kristinae</i>	<i>Kocuria kristinae</i>

*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 oluşturmeyen, 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 millitiae*' 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 dördümlü 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 sarsına 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 °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 oluşturmeyen 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<sub>12</sub> 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 °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 °C'de gelişme eğilimindedirler. Ancak genellikle 35-37 °C'de gelişemezler. Tween 80'i hidroliz ederler ve bu cinsde yer alan çoğu suş lesitinaz(+) özellik gösterir. Penisiline hassasiyet gösterirler, *Acinetobacterler*  $\gamma$ -aminovalerate'i kullanamazken bu cinsin üyeleri kullanırlar. Oksidaz(+) olmaları ve  $\gamma$ -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 türlerindedir. *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 streptokoklar, laktik streptokoklar (*Lactococcus* içinde) ve diğer streptokoklar olarak adlandırılmaktadır. Piyogenik grupta yer alan streptokoklar kanlı agarda  $\beta$ -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  $\alpha$ -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 37-45 °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 hayatini devam ettirir. 10 °C altında üreyemezler ancak 45 °C' de gelişebilirler.

*Vagococcus* : N grup laktokoklardan oluşan yeni bir cinistir. Peritrik flagella ile hareket ederler, gram(+), katalaz(-) olup 10 °C'de gelişirler ancak 45 °C'de gelişmezler. %4 NaCl ortamında gelişebilirler, %6,5'da ise gelişemezler. pH 9,6 da gelişme görülmez. En azından bir türü H<sub>2</sub>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 oluşturmeyen, 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 °C' de gelişebilir ancak 45 °C' de gelişemezler.

<u>Eski isim</u>	<u>Yeni isim</u>
<i>Lactobacillus viridescens</i>	<i>Weisella viridescens</i>
<i>Lactobacillus minor</i>	<i>Weisella minor</i>
<i>Lactobacillus kandleri</i>	<i>Weisella kandleri</i>
<i>Lactobacillus halotolerans</i>	<i>Weisella halotolerans</i>
<i>Leuconostoc paramesenteroides</i>	<i>Weisella paramesenteroides</i>
<i>Lactobacillus confusus</i>	<i>Weisella confusus</i>
	<i>Weisella hellenica</i> (sucuktan izole edilen yeni izolat)

### 03.02. Küfler

Bakteri ve birçok mayanın aksine küfler karmaşık yığınlar halinde gelişirler. Çok süratli bir yayılma özelliği gösterirler. 2-3 günde 5 ile 10 cm<sup>2</sup>' lik alanı kaplayabilirler. Oluşan filament yığına misel adı verilmektedir ve miseller hiflerden oluşmaktadır.

Eşeysiz çoğalmada sporlar Sporangiofor 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 dayanıklıdır. 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 sistematüğinde 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. tenuis* meyvelerde mavi küf çürümesine neden olur. *A. radicina* havuç ve kerevizde, *A. brassicae* ise marul ve kıvrıcıkta siyah benekler oluştururlar. *A. citri* özellikle greyfurt ve portakal gibi sitrus meyvelerinde yumuşak çürüme yaparak pazarlama sorunlarına neden olur. *A. tenuissima* bir tarla küfidir 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  $\alpha$ -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, glukozamilaz,  $\beta$ -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. ostiarius* 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 kullanılabilir 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.

*Byssochyلامys* : 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 *Byssochyلامys 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. cladosporioides* 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 zaeae*) zearalenon toksinini oluşturur. *F. monilioforme* incirlerde yumuşak çürüme veya endosepsis denilen hastalığa neden olur. Burada küf, incir yüzeyinde pembe lekeler 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. *Neurospora* 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 taşıırken, 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. Sporangioforlar 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 sporangiollerini ise tabana yakın yan kısımlarda oluşturur. 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.

### 03.03. 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. 1984 yılında yayınlanan, Kregen-van Rij tarafından düzenlenen maya sistematigi 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*, *Torulasporea*, *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* imperfekti 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.

<u>Yeni isim</u>	<u>Eski isim</u>
<i>Candida famata</i>	( <i>Torulopsis candida</i> , <i>T. famata</i> )
<i>Candida kefyr</i>	( <i>Candida pseudotropicalis</i> , <i>T. kefyr</i> , <i>T. cremoris</i> )
<i>Candida stellata</i>	( <i>Torulopsis stellata</i> )
<i>Candida holmii</i>	( <i>Torulopsis holmii</i> )

*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 *Torulasporea 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 yoğurttta 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  $\beta$ -galaktozidaz enzimi üretme yeteneğindedir ve şekerleri fermente ederler. *K. marxianus* var. *lactis* laktozu fermente ederek kefir ile kıymız 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 karideden 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 laboratuvarlardaki 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<sub>2</sub> oluştururlar. *Saccharomyces cerevisiae* başta bira olmak üzere tutsülenmiş kuru salam, şarap, şampanya, ekmek ve alkol üretiminde de kullanılmaktadır. *S. bisporus* ve *S. rouxii*; *Zygosaccharomyces* cinsi, *S. rosei* ise *Torulasporea* 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.

*Torulaspota* : 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. *Torulaspota delbrueckii* gıdalarda en yaygın bulunan türüdür.

*Trichosporan* : Oksidatif ve askospor oluşturmeyen 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.