

BÖLÜM 2

GIDA MİKROBİYOLOJİSİNDE ÖNEMLİ OLAN MİKROORGANİZMALARIN TEMEL ÖZELLİKLERİ

1. Giriş

Mikroorganizmalar küçük, mikroskop ile incelenen canlılardır. Genellikle 6 büyük gruba ayrılırlar; bakteriler, funguslar, virüsler, algler, protozoalar ve riketsiyalar. Bunlardan bakteriler gıda mikrobiyolojisi açısından en önemli grubu oluşturmaktadır. Funguslar da yine çok önemli role sahiptirler. Virüsler ve protozoalar ise gıda mikrobiyolojisi açısından daha düşük de olsa önem taşımaktadırlar. Bu nedenle bu kitap içerisinde bu 4 ana grup detaylı olarak anlatılırken, geriye kalan 2 gruba (algler ve riketsiyalar) bu kitapta özet ile yer verilmiştir.

Mikroorganizmalar, çok farklı şekil ve büyüklükte, biyokimyasal özellikleri birbirinden önemli ölçüde farklı olabilen ve her yerde bulunabilen organizmalardır. Çevre şartlarına iyi derecede adapte olmuşlardır. Burada, birkaç ekstrem değer örnek olarak verilmek istenir ise; denizlerde yaşayan bakterilerin 100 atmosfer basınç, sıcak kaplıca sularında yaşayan bakterilerin 90°C sıcaklık, pembe renkli mayaların -34°C sıcaklık gibi çok farklı şartlarda aktivitelerini sürdürebildikleri söylenebilir.

Farklı çevresel şartlarda yaşayan, çok değişik mikroorganizmalar olduğu gibi, bir tür mikroorganizma da değişik şartlara adapte olarak aktivite gösterebilmektedir. Bu durum insan sağlığı açısından olduğu kadar gıda endüstrisi, biyoteknolojik yolla endüstriyel ürünler üretimi gibi alanlardan da büyük önem taşımaktadır.

2. Bakteriler

Bakteriler üç temel şekile sahiptirler: Yuvarlak (kok), çubuk (basil) ve kurve veya sarmal (spirilla) şekilli. Çoğalmaları hücrenin iki yeni hücreye basit bölünmesi yoluyla olmaktadır. Koklar bir veya iki düzlemde bölünebilirken, basiller tek düzlemde bölünebilmektedir. Bölünen hücreler birbirlerinden ayrılarak tek tek bulunabilecekleri gibi, bitişik halde kalıp, zincirleri (streptokok, streptobasil) veya yığınları (stafilokok) oluşturabilirler.

Bakteriler temelde benzer prokaryotik hücre yapısına sahiptirler. Ancak, bazı bakterilerde ekstra bileşenler bulunabilmektedir. Tüm bakterilerde bulunan hücre zarı, organizmanın canlılığında büyük önem taşımakta, transport moleküllerini bulundurmakta, enerji

üretimini ve hücrenin seçici geçirgenliğinin devamını sağlamaktadır. Sitoplazma oldukça komplekstir ve DNA'ca zengin çekirdek bölgesini, RNA'ca zengin ribozomlar ve çözünmüş formda çok farklı besin ögelerini içermektedir. Nüklear materyal bölünmeden mesul iken, ribozomlar protein sentezini yürütmektedirler.

Diğer önemli hücre komponentleri; flagella, kapsül ve endospor gibi oluşumlar her bakteride bulunmamaktadır. Bakterilerin sınıflanmasında kullanılan en önemli özellik Gram boyamadır. Gram boyama ile bakteriler; Gram negatif ve Gram pozitif olmak üzere 2 temel gruba ayrılmaktadır.

Gıda mikrobiyolojisi açısından önemli olan bakteri cinslerinin sınıflanmış oldukları sınıf, takım ve familyaları da belirtilerek temel özellikleri kısaca açıklanmıştır.

2.1. Schizomycetes (sınıf)

2.1.1. Pseudomonadales (takım 1)

2.1.1.1. Pseudomonadaceae (familya 1)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Pseudomonas

Gram negatif, kısa, çubuk şeklinde, taze gıdalarda bulunan en önemli bakteri grubudur. Aerobik olup, polar flagellumları ile hareket ederler. Gelişebildiği sıcaklık aralığı 4-43°C'dir. DNA'larındaki % G+C mol içeriği 58-70'dir.

Birçok psikrotrof suşlar içermesi dolayısıyla soğukta depolanan, taze gıdalarda bozulmalar meydana getiren çok önemli bir bakteri grubudur. Tipik, toprak ve su bakterileridir ve çeşitli gıdalarda özellikle sebzeler, et, kanatlı etleri ve deniz ürünlerinde çok yaygın olarak bulunmaktadır. Bazı türleri, suda çözünen mavi-yeşil pigmentler oluşturmaktadır. Bazı türleri ise, bitki ve insan dahil hayvan patojeni olup (örneğin: *P. aeruginosa*) çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir.

Bu cins içerisindeki türlerden *P. fluorescens* yumurtalarda yeşil çürümeye, sütte şalgam tadı ve kahverenginin oluşumuna, taze sebzelerde yumuşak çürümeye neden olmaktadır. *P. aeruginosa* soğanlarda kahverengi çürümeye neden olmaktadır. Aynı zamanda, gastroenterik hastalıklara neden olan enterotoksin de üretmektedir. *P. sapolactica* sütte sabun tadı oluşturabilmektedir. *P. fragi* sütte ve tereyağında ester oluşturarak bu ürünlerin meyve tadı almasına neden olmaktadır. *P. putrefaciens* proteinli ürünlerde gelişerek, putrofaktif kokular ve sütte kahverengi renk oluşturmaktadır. *P. nigrifaciens* hafif tuzlu tereyağlarında kırmızımtırak kahverengi, *P. syncyanea*, ette ve sütte mavi pigment oluşumuna neden olmaktadır.

Bu açıklamalardan anlaşıldığı üzere, gıda muhafazasında büyük önem taşıyan *Pseudomonas*'ların bu önemlerini doğuran özellikleri kısaca şöyle özetlenebilir:

- 1- Birçok karbonhidrat kaynağı ile birlikte, karbonhidrat olmayan diğer pek çok karbon bileşiğini de kullanabilmektedirler.
- 2- Basit azotlu bileşik içeren gıda maddelerini kullanma kabiliyetine sahiptirler.

- 3- Kendi gelişimleri için gerekli olan gelişme faktörleri ve vitaminleri sentezleyebilmektedirler.
- 4- Bu cinsin bir çok türü buzdolabı sıcaklığında gelişebilmektedir.
- 5- Aerobik olmaları dolayısıyla gıdaların yüzeyinde hızla gelişerek okside ürünler ve mukoid maddeler oluşturabilmektedirler.
- 6- Gıdaların tat ve aromasını bozucu birçok ürün oluşturabilmektedirler.
- 7- Bazı gıda maddeleri üzerinde mavimsi-yeşilimtrak fluoresans, siyah, kahverengi, krem, beyaz ve kırmızı renkli pigment oluşturan türleri de mevcuttur.

Acetobacter

Gram negatif, çubuk şeklinde aerobik karakterli bakterilerdir. 5-42°C arasında ve 4-7 pH arasında gelişebilirler. DNA'larının %G+C içeriği 55-64'dür. Gıda endüstrisi açısından önem taşıyan karakterleri; etil alkolü asetik asite okside etme kabiliyetine sahip olmalarıdır. Bu özellikleri ile endüstride sirke ve asetik asit ile, sentetik askorbik asit üretiminde kullanılırlar. Hareketli olanları peritrik kamçılıdır. Gıda sanayiinde en önemli ve en tipik tür *A. aceti*'dir.

Sirke üretiminde faydalı olan asetik asit bakterileri, etil alkolü okside etmeleri nedeni ile alkollü içki üretiminde sorunlara neden olmaktadır. Yine bunlar asetat ve laktatı H₂O ve CO₂'e kadar okside ederek sirke üretiminde de zararlı olabilirler. Ayrıca, *A. xylinum* gibi aşırı mukozsu ürünler üreten türler, sirke üretim jeneratörlerinde tıkanmaya neden olmaktadır. *Acetobacter*'lerden teknikte kullanılanların optimum gelişme sıcaklıkları 30-35°C ve pH optimumları ise 5.4-6.3 arasında değişmektedir.

2.1.1.2. *Vibrionaceae* (familya 2)

Familiyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Vibrio

Gram negatif, düz veya virgül şeklinde kıvrık, çubuk formunda bakterilerdir. Polar kamçı ile hareket kabiliyetindedir. Fakültatif anaerobtur, hem oksijenli solunum ve hem de fermentatif olarak enerjilerini temin edebilirler. Katalaz ve oksidaz pozitifler. Karbonhidratların fermentasyonu sonucu çeşitli ürünler oluştururlar, ancak, gaz üretmezler. Bazı türleri, ortamda NaCl olmadan üreyemezler. Optimum NaCl istekleri %3'tür. Optimum sıcaklık istekleri 18-37°C arasında değişmektedir. 6.0-9.0 pH arasında çoğalabilirler. *V. costicola* ortamda %23 kadar tuz bulunmasını tolere edebilmektedir. Gıda mikrobiyolojisi açısından önemli ve patojen *Vibrio* türleri *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *V. vulnificus* ve *V. alginolyticus*'dur. DNA'larının %G+C mol içeriği 38-31'dir.

V. parahaemolyticus özellikle okyanuslarda, deniz ürünlerinde bulunur ve insanlara deniz ürünlerinden veya bunlar ile kontamine olmuş diğer gıdalardan bulaşır. Gastroenteritise neden olur. Diğer tür *V. cholerae* isminden de anlaşılabilceği üzere kolera hastalığının etmenidir. İnsan ve hayvanların bağırsak kanalında ve havanın ılık olduğu dönemlerde hafif tuzlu suların yüzeyinde bulunmaktadır. *V. vulnificus* deniz suları ve deniz ürünlerinde bulunur. İnsanlarda doku yumuşaması ve sepsisemiye neden olur. *V. alginolyticus* ise deniz sularının normal florasındandır. Kulak infeksiyonlarına ve doku yumuşamasına neden olmaktadır.

2.1.1.3. *Aeromonadaceae* (familya 3)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Aeromonas (gaz üreticisi)

Aeromonas'lar, tipik su kaynaklı, Gram negatif, çubuk şekilli ve hareketli bakterilerdir. Önceleri *Vibrionaceae* familyası içerisinde sınıflanmakla birlikte günümüzde *Aeromonadaceae* familyası içerisinde yer almaktadır. Cinsin türleri 0-41°C ve 5.5-9.0 pH değerleri arasında gelişebilmektedir. Cins isminden de anlaşılacağı üzere şekerleri fermente ederek bol miktarda gaz üretirler. DNA'larının %G+C oranı 57-65'dir.

Bazı *Aeromonas* türleri (*A. hydrophila* ve daha önemsiz olarak da *A. caviae* ve *A. sobria*) gıda kaynaklı patojenler olarak önem taşımaktadır. Patojen *A. hydrophila*'nın enterotoksininin ishale yol açan 52 kda'lık bir polipeptid olduğu ve enterotoksik, sitotoksik ve hemolitik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bakterilerin doğal habitatı balıkların sindirim sistemidir. İnsanlara bulaşmasında balık, et, çiğ süt, salata sebzeleri ve su rol oynayabilir.

2.1.2. *Eubacteriales* (takım 2)

2.1.2.1. *Achromabacteriaceae* (familya 1)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Alcaligenes (alkali üreticisi)

Gram negatif olmasına rağmen, bazen Gram pozitif olarak boyanabilen, çubuk şeklinde bakterilerdir. Mikroskopta çok kısa çubuk, hatta kok şeklinde görülebilirler. Şekerleri fermente edemezler. Ancak, isminden de anlaşılacağı üzere yaygın şekilde alkali özellikte metabolitler üretirler (özellikle litmuslu sütte). Çoğunlukla aşırı hareketli bakterilerden müteşekkildirler. Mutlak aerob oldukları için, geliştiği sıvı ortam yüzeyinde zar oluştururlar. Renk pigmenti üretmezler. DNA'larında %G+C oranı 58-70'dir. Optimum gelişme sıcaklıkları 20-37°C'dir.

Tabiatta özellikle bozulan maddeler üzerinde çok yaygın olarak bulunurlar. Gübre, toprak, su, toz, çiğ süt, çürük yumurta ve kanatlı et ürünleri en yaygın bulundukları kaynaklardır. *A. viscolactis* türü aşırı miktarda salya benzeri ürün oluşturduğundan süt ve diğer gıda maddelerinde sünme ve yapışkanimsı yapıli bozulmalara neden olmaktadır.

Achromobacter

Su veya toprak kökenli bakterilerdir. *Alcaligenes*'lere benzemekle birlikte kitini parçalama yeteneğindedir. Pigment oluşturmazlar. Çoğunlukla *Pseudomonas*'lar ile karıştırılmaktadır. Et, balık, tavuk ve yumurtada istenilmeyen koku oluşumlu bozulmaya neden olurlar. İlaveten mukoz madde oluşumu da meydana getirebilirler. Birada da bulanıklılığa ve hidrojen sülfür veya elma kokusunu andıran bir koku oluşmasına neden olabilirler.

Flavobacterium

Gram negatif, çubuk şeklinde, aerob bakterilerdir. Hareketli ve hareketsiz türleri vardır. En önemli karakteristikleri; kültür ortamında sarıdan-kırmızıya değişen farklı tonlarda renk pigmentleri oluşturmalarıdır. Bazı mezotrof türleri bulunmakla birlikte, çoğunluğu

psikrotroftur. Genellikle 30°C'nin altındaki sıcaklıklarda gelişirler. Kitini parçalama ve etanı okside etme kabiliyetine sahiptirler. DNA'larındaki %G+C mol içeriği 63-70 veya 30-42'dir.

Tabiatta bitkiler ile ilişkilendirilmek ile birlikte, normal toprak florası içerisinde yer almaktadırlar. Gıdalardan, süt ve ürünleri ile taze ve dondurulmuş beyaz ve kırmızı et ürünlerinde bozulmalara neden olmaktadır.

2.1.2.2. *Enterobacteriaceae* (familya 2)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Escherichia

Tüm bakteri cinsleri içerisinde, üzerinde en yaygın olarak çalışılan cins; *Escherichia*, en yaygın olarak çalışılan türde; *E. coli*'dir. Gram negatif, katalaz pozitif, oksidaz negatif, fermentatif, kısa, çubuk şeklinde, peritrik kamçılı olan bu bakteriler, mikroskop altında *Enterobacter*'lerden ayıramamaktadırlar. Sitrata karbon kaynağı olarak kullanamazlar. Besin maddeleri açısından aşırı istek göstermezler. Şekerleri asit ve gaz oluşturarak parçalarlar. Üretilen gaz 1:1 oranında CO₂ ve H₂'den meydana gelmektedir. 7-50°C arasında optimum 37°C'de gelişirler. Enterotoksijenik suşları 4°C'de gelişebilir. Optimum nötr pH'da gelişmekle birlikte 4.4 pH'nın altına kadar gelişebilir. DNA'larındaki %G+C mol oranı 50-51'dir.

Gıda kaynaklı gastroenteritise neden olan suşları bulunmakla birlikte, asıl önemleri, fekal kirlenme indikatörü olmalarından kaynaklanmaktadır. Gelişme istemleri ve dayanıklılıkları diğer patojenlere yakın olması, kolay belirlenebilmeleri ve bağırsak kökenli oluşları nedeni ile, bağırsakta gelişen ve bu nedenle fekal artıklar ile bulaşması olası olan bir çok patojen bakterilerin iyi bir indikatörüdürler. Bu nedenle, su da dahil tüm gıdalarda fekal kirlenmenin kanıtı olarak kabul edilebilirler.

Asıl habitatları, insan ve hayvanların bağırsakları olmakla birlikte, bulaştıkları su, toprak ve gıdalarla da bulunmaktadır. Vücut içerisinde doğal olarak bulundukları kalın bağırsak dışında, patojen özellik kazanabilirler. Örneğin ürogenital sistem iltihaplarına, lokal iltihaplanmalara ve beyin zarı iltihaplarına yol açabilirler.

Enterobacter

Enterobacteriaceae familyası içerisinde koliform grup olarak tanımlanan bakteriler içerisinde yer alan Gram negatif, çubuk şeklinde bakterilerdir. Hareketsiz, kısa hücrelere sahip olmakla birlikte, iplik şeklinde hücreler de oluşturabilirler. Gelişmesi için besin elementleri açısından aşırı istek göstermez ve geniş sıcaklık aralığında gelişebilir. Pigment oluşturmazlar ve glukoz ile laktozu asit ve gaz üreterek parçalarlar. Tek karbon kaynağı olarak sitrati kullanabilirler. Üretilen gaz 1/2 oranında H₂ ve CO₂'den meydana gelmektedir.

Enterik kökenli olmakla birlikte sindirim sistemine tümüyle adapte olmamışlardır. İnsan ve hayvan dışkıları, toprak ve suda bulunabilirler. Aşırı gelişme istekleri olmaması dolayısı ile birçok gıda maddesinde kolayca gelişebilir ve gaz oluşumu, hoşça gitmeyen koku ve salyalanma ile kendini belli eden bozulmalara neden olabilirler. Gıda mikrobiyolojisi

açısından en önemli türleri *E. aerogenes* ve *E. coli*'dir. Bu türler sütlerde sünme ve yapışkanlaşma şeklinde bozulmalara neden olurlar.

Shigella

Gram negatif, katalaz pozitif, oksidaz negatif, çubuk şeklinde bakterilerdir. Gerçek hareketten yoksun, fakültatif anaerobik, mezofilik (10-45°C arasında gelişebilirler) karaktere sahiptirler. Optimum 6-8 pH arasında gelişirler ve 4.5 pH'nın altında canlılıklarını devam ettiremezler. Şekerleri gaz üretmeksizin asite kadar parçalarlar. DNA'larındaki % G+C mol oranı 49-53'dür. Hepsi insan patojeni olan 4 türe sahiptirler. En önemlisi ve gıdalarla bulaşan tür olan *S. dysenteriae*'dir.

İnsan ve hayvanların bağırsak kanalında yaşarlar. Fekal kirlenmiş sularda da önemli sayılarda bulunabilirler. Gıda maddelerine kirlenmiş sulardan veya insanlardan bulaşır. Un pastörize süt yumurta ve deniz ürünlerinde uzun süre canlı kalabildikleri bildirilmektedir. Gıda maddelerinde bulunmalarına kesinlikle müade edilmez.

Salmonella

Enterobacteriaceae familyasının en önemli üyelerinden birisidir. Gram negatif, katalaz pozitif, oksidaz negatif, fakültatif anaerobik, kısa çubuk şeklinde (0.5x1-3 µm) , peritrik kamçıdırlar. 5-47°C arasında optimum 37°C'de gelişirler. Pastörizasyon sıcaklıklarında kolaylıkla inhibe olurlar. Minimum aw değeri 0.93'tür. Fakat kurutulmuş gıdalarda uzunca canlı kalabilirler. Optimum pH istekleri 7.0 civarında olmakla birlikte, 4.0 pH değerine kadar gelişebilirler. Şekerleri parçalar, asit ve gaz oluştururlar. İnsan ve hayvanlarda patojen türlere sahip olan cins içinde 2200 civarında serotipleri tanımlanmıştır. DNA'larının %G+C mol içeriği 50-53'tür.

Tabiattaki asıl habitatları kuşlar, çiftlik hayvanları gibi hayvanlar ile insanların bağırsaklarıdır. Bunun ile birlikte, zaman zaman vücudun diğer bölgelerinde de rastlanabilmektedir. *Salmonella*'lar çiftlik hayvanları, yabani hayvanlar, kedi, köpek, kuş ve böcekler tarafından hastalık belirtisi olmadan taşınabilir ve onların dışkıları ile toprak, su, gıda ve yemlere bulaşır. Özellikle kirli kullanılan kirli sular ve tüketilen bulaşık gıdalarla, tekrar insanlara bulaşmaktadır. En önemli araçlar Kırmızı ve yaz et, süt ve yumurta ile bunlardan hazırlanan gıdalardır.

Salmonella'nın neden oldukları hastalıkların hepsi ağız yolu ile alınan ürünlerden kaynaklanır. En önemli türleri: *S. typhi*, *S. paratyphi*, *S. typhimurum* ve *S. enteritidis*'dir. İlk iki tür bulaşıcı olan tifo ve paratifo etmenidirler. Bu cins üyesi bakterilerin, gıda maddelerinde bulunmasına izin verilmez.

Citrobacter

Enterobacteriaceae familyası içerisinde yer alan, laktozu zayıf olarak parçalayan, Gram negatif, çubuk şeklinde bakterilerdir. Temel karbon kaynağı olarak sitratı kullanırlar. Bu gruba giren bakteriler gıdalarda fekal bulaşma indikatörü olarak önem taşımaktadır. DNA'larındaki % G+C mol oranı 50-52 dir.

Tabiatta; su, gıda maddeleri, insan ve hayvan dışkılarında bulunurlar. *C. freundii* gıdalarda yaygın bulunabilen ve önem taşıyan türdür. Diğer cins üyeleri gıda maddelerinde pek yaygın olarak bulunmazlar.

Klebsiella

Gram negatif, hareketsiz, bazen koklar ile karışabilecek derecede kısa çubuk şeklinde bakterilerdir. Laktozu gaz oluşturarak parçalayabilirler. Kapsül oluşturmakta ve alışılmış tüm besiyerlerinde gelişebilmektedirler. En önemli türü, pnömoni hastalığının (akciğer zarı iltihaplanması) etmeni olan *K. pneumonia*'dır. Ayrıca, gastrointestinal hastalıklara neden olan ve ısıya oldukça dayanıklı bir enterotoksin üretmektedirler. Bu patojen özelliği dolayısı ile indikatör mikroorganizmalar grubuna sokulmuştur.

Tabiatta, insan ve hayvanların bağırsak florası ile birlikte, özellikle kirli sularda ve toprakta bulunurlar. Gıdalardan; tahıl ve ürünlerinden, taze veya dondurulmuş sebzelerde oldukça önem taşırlar.

Proteus

Bu cins Gram negatif, aerob ve hareketli bakterilerden oluşmaktadır. Endospor ve kapsül oluşturmamaktadırlar. Glukoz çoğu suşlar tarafından asit ve gaz oluşumu ile parçalanır. Ancak, *Proteus* cinsi üyeleri öncelikle proteinlerin aerobik olarak parçalanmasından sorumludurlar. 10-43°C arasındaki sıcaklıklarda gelişebilirler. DNA'larındaki %G+C mol içeriği 38-42'dir.

Tipik olarak insan ve hayvanların bağırsak kanallarında bulunurlar. Uygun şartlarda üretilmeyen ve buzdolabı sıcaklığının üzerinde saklanan gıdalarda bozulmalara neden olurlar. Özellikle; et, peynir, balıklar ve yumurtalı ürünler gibi protein oranı yüksek gıdalarda kokuşmaya ve zehirlenmelere neden olurlar. Zehirlenmede etken lipopolisakkarit yapısında bir metabolittir. Gıdalarda en yaygın rastlanan ve önem taşıyan tür *P. vulgaris*'tir.

Erwinia

Gram negatif, çubuk şeklinde, peritrik kamçılı bakterilerdir. Çoğu türleri psikrofilik karakterdedir. Optimum gelişme sıcaklıkları 27-30°C'dir. Oksidaz negatif, katalaz pozitifler. Kültür ortamlarında kırmızı tonlarında renk pigmentleri oluştururlar. Pektini parçalama yeteneğine sahiptirler. DNA'larında % G+C mol oranı 53.6-54.1'dir. Şekerlerden asit oluştururlar, fakat gaz oluşturmazlar.

Tabiatta özellikle bitkilerde bulunmaktadırlar. Taze meyve ve sebzelerde, depolama ve pazarlama esnasında görülen bakteriyel yumuşak çürümenin baş etmenidirler. Çünkü, pektini parçalayarak dokulara kolayca nüfuz edebilirler. Bu özellikleri ile de, hem canlı bitkilere, hem de depolanan ürünlere zarar verirler. Gıda muhafazası açısından en önemli türü *E. carotovora*'dır.

Serratia

Gram negatif, peritrik kamçılı, kısa çubuk şeklinde bakterilerdir. Hücre boyunun kısa oluşu, önceleri bu cinsin kok olarak tanımlanmasına yol açmıştır. Karbonhidratca zengin

gıda maddelerinde kan damlası şeklinde renkli koloniler oluşturlar. Proteolitik karakterlidirler. DNA'sının % G+C oranı 53-59'dur.

Süt, toprak, su ve çürümekte olan bitki ve hayvan kalıntılarında yaygındırlar. En önemli türü *S. marcescens* ette ve sütte gelişerek kırmızı pigment oluşturur. *S. liquefaciens* çok yaygın gıda kaynaklı türdür ve soğukta saklanan sebzeler ile et ürünlerinde bozulmalara neden olmaktadır.

Yersinia

Enterobacteriaceae familyası içerisinde 11 türü ile yer alan Gram negatif, çubuk şeklinde (0.5-1.0x1-2 µm) bakterilerdir. 37°C'de hareketsiz, 30°C'de hareketli ve peritrik kamçılı, fakültatif anaerobik, katalaz pozitif, oksidaz negatif karakterlidirler. Glukozu gaz üretmeksizin veya çok az gaz üretimi ile parçalarlar. Bu cins insanlığın belası olan veba etmeni; *Y. pestis* ve gıda kaynaklı gastroenteriditise neden olan *Y. enterocolitica*'yı içermesi dolayısı ile önem taşır. *Y. enterocolitica* tarafından üretilen enterotoksin ısıya oldukça dayanıklıdır. Buzdolabı sıcaklığında gelişebilen türleri olması dolayısı ile, gıdaların soğukta muhafazası açısından önem taşımaktadır. -2 ila 45°C arasındaki sıcaklıklarda gelişebilen değişik özellikteki türleri içermektedir. Optimum gelişme sıcaklığı 30-37°C'dir. Minimum pH değeri 4.1-5.1 arasındadır ve %5 tuz içeren sıvı besiyerlerinde gelişebilirler. DNA'sının % G+C mol oranı 45.8-46.8'dir.

Y. enterocolitica ve diğer ilişkili türler karasal çevre, göller, kuyular ve akarsularda yaygın olarak bulunmaktadır. Buralardan gıdalara, hayvanlara ve insanlara bulaşırlar. Gıdalardan; kekler, vakum paketlenmiş etler, deniz ürünleri, sebzeler, süt ve süt ürünleri bu mikroorganizmanın sıkça bulunabildiği ürünlerdir.

2.1.2.3. *Brucellaceae* (familya 3)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Brucella

Gram negatif, katalaz pozitif, oksidaz pozitif, küçük kokobasil (0.3x0.4 µm) görünümünde, diplobasil şeklinde bulunan, hareketsiz ve aerobik bakterilerdir. Optimum gelişme sıcaklıkları 37°C'dir. Besiyerinde güç gelişir ve pigment oluşturmazlar. Kükürtlü bileşikler parçalayarak H₂S oluşturlar.

Brucella'lar ısı ve dezenfektanlara karşı dayanıksızdırlar. 63°C'de 7-10 dakika ısıtma ile öldürülebilirler. Ancak, gün ışığı içermeyen nemli toprakta 2 ay, suda 15 gün ve tereyağında 4 ay canlı kalabilirler.

İnsanlarda Malta Ateşi denilen ölümle sonuçlanabilen hastalığa ve yavru atmaya neden olabilirler. İnsanlarda patojen olan türler; *B. abortus*, *B. melitensis*, *B. canis* ve *B. suis*'tir. İnsanlara bulaşma, kontamine gıdalar, süt ve süt ürünleri ile solunum yolu veya derideki yaralardan doğrudan temas yoluyla olabilmektedir.

2.1.2.4. *Micrococcaceae* (familya 4)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Micrococcus

Gram pozitif, genellikle hareketsiz, kok şeklinde bakterilerdir. Mikroskopta mono-, diplo- veya tetrakok şeklinde görülmektedir. Mutlak aerob ve katalaz pozitifler. Nitratı nitrite indirgerler. Çoğu tür yüksek tuz konsantrasyonlarında gelişebilmektedir, %5 tuzda tüm türler gelişebilmektedir. Bazı türler turuncudan-kırmızıya kadar değişik tonlarda renk pigmentleri oluştururken, diğer bazıları pigmentsizdir. Glukozu, asetata veya tamamen okside ederek CO₂ ve H₂O'ya dönüştürürler. Çoğunlukla mezofil olmakla birlikte bazı psikrofil türleri de bulunmaktadır. Optimum gelişme sıcaklığı 25-30°C'dir. DNA'sının %G+C içeriği 66-75'dir.

Geniş bir cins olan mikrokoklar tabiatta, gıda işletmelerinde gıda işçilerinin kendilerinde, birçok gıda maddesinde, suda, toprakta ve hayvan postlarında yaygın olarak bulunmaktadır. Gıda mikrobiyolojisi açısından önemli türlerinden; *M. roseus* sütte kırmızı renk oluşumuna, *M. candidus* sosislerde asit üretimine, *M. freudenreichii* termodurik olup süt ürünlerinde yüzeysel ropy ve *M. urea* da, yine, süt ürünlerinde alkali üretimine neden olarak zararlı etkilerde bulunurlar. *M. aurantiacus* ise fermente sosislerin ve sucuğun üretiminde, nitratın nitrite dönüşmesindeki ve diğer bazı biyokimyasal olaylardaki faydalı rolleri nedeniyle starter kültür olarak kullanılmaktadır.

Staphylococcus

Gram pozitif, hareketsiz, katalaz pozitif, oksidaz negatif, kok şeklinde (~ 1 µm) bakterilerdir. Mikroskopta tekli, ikili veya zincir şeklinde görülebileceği gibi, asıl karakteristik görünümü üzüm salkımı şeklindedir. Zaten cins ismi de bu görünüm şeklinden kaynaklanmaktadır. Enerji temini oksijenli solunum ve fermantasyon ile olabilmektedir. Optimum gelişme sıcaklığı 35-40°C, optimum pH'sı 7.0-7.5'tur. Ancak, 7.0-47.8°C ile 4.2-9.3 pH gibi çok geniş aralıklarda da gelişebilmektedir. Tuza karşı oldukça dayanıklıdır. Birçok tür, % 15 hatta bir kısmı % 20 tuza kadar dayanıklıdır. DNA'sının %G+C mol içeriği 30-40'dır.

Staphylococcus cinsi içinde en önemli tür, enterotoksin üretimi ile gıda zehirlenmelerinde başı çeken *S. aureus* türüdür. Ancak *S. intermedius* ve *S. hyicus* türlerinde patojeniteleri rapor edilmiştir. *S. aureus* aynı zamanda, insan ve hayvanlarda sivilce ve çıbanlara da neden olmaktadır. Bu tür, besiyerinde altın sarısı koloniler üretmektedir. Süt ve süt ürünleri ile çeşitli et ürünlerinde bulunabilmekte ve tüketimi ile zehirlenmelere neden olabilmektedir. Stafilocoklar 3 farklı enzim ile patojenitelerini artırmaktadırlar. Bunlar; kan hücrelerini tahrip eden hemolizin, kan serumunu koagüle eden koagülaz ve dokuları bozarak canlı dokuda yayılmayı sağlayan fibrinolizindir. Stafilocoklar bu zararlı tür yanında starter kültür olarak kullanılan türleride içermektedir. Örneğin *S. xylosus* ve *S. carnosus* fermente et ürünlerinin üretiminde starter kültür olarak kullanılmaktadır.

Stafilocokların gıda sanayii için en önemli bulaşma kaynağı gıda işçileridir. Çünkü, Stafilocokların tabiatta en önemli bulunma yerleri insan burun boşluğu ve derisidir. Bunun dışında, gözler, boğaz ve bağırsakda da bulunabilmektedirler.

Gıda maddelerinde stafilocokların bulunması ve sağlık problemleri oluşturabilecek sayılara ulaşabilmesinde en önemli 4 faktör şunlardır:

1- Gıda maddelerinin hatalı soğutulması, pişmiş ve artık gıdaların rekontaminasyonu

- 2- Gıda üretiminde bakteriyi taşıyıcı kişilerin gıda ile teması ve yetersiz personel hijyeni
- 3- Yetersiz pişirme veya ısıtma işlemi
- 4- Gıdaların, mikroorganizmaların gelişebileceği sıcaklık aralığında uzun süre tutulması.

2.1.2.5. *Neisseriaceae* (familya 5)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Neisseria

Gram negatif, aerob, kok şeklinde bakterilerdir. Genellikle diplokok şeklinde bulunurlar ve hareketsizdirler. Optimum sıcaklık istekleri 37°C'dir. Gelişme için kompleks besiyerlerine ihtiyaç gösterirler. DNA'larının %G+C mol içeriği 47-52'dir. Bir çok türü ürogenital sistemde iltihaplanmalara neden olmaktadır. Bel soğukluğu, menenjit ve lokal iltihaplar neden oldukları rahatsızlıklardır.

Acinetobacter (hareketsiz)

Bu cins Gram negatif, çubuk şeklinde, mutlak aerob bakterileri içermektedir. *Achromobacter* sınıfı bakterilerden hareketsiz olmaları ile ayrılırlar. Nitratı indirgeyemezler. Optimum gelişme sıcaklıkları 30-32, pH'ları ise 7 civarındadır. Genç hücreler çubuk şeklinde olmasına karşın, yaşlı kültürler çoğunlukla kokkoid şekline dönüşürler. DNA'larındaki % G+C mol oranı 39-47'dir. DNA- rRNA hibridizasyon analizine dayanan veriler ışığında, *Moraxella* ve *Psychrobacter* ile birlikte *Moracellaceae* isimli yeni bir familyaya tasniflenmesi önerilmiştir. Ancak, bu öneri henüz yaygın bir kabul görmemiştir.

Bu bakteriler, toprak, su ve özellikle soğutulmuş taze gıdalarda yaygın olarak bulunabilirler. Düşük sıcaklık derecelerinde depolanan kırmızı ve beyaz etler ile deniz ürünlerinde yağların parçalanması ve acılık oluşumu şeklinde bozulmaya neden olurlar. *Acinetobacter*'ler, gıda maddelerinde bozulmaya neden olma potansiyelleri yanında, tek hücre proteini üretiminde kullanılabilme özellikleri ile de dikkat çekmektedirler.

2.1.2.6. *Lactobacillaceae* (familya 6)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Lactobacillus

Gram pozitif, katalaz negatif ve tekli veya ikili bulunabildiği gibi çoğunlukla zincir oluşturan çubuk şekilli bakterilerdir. Hücreler genelde düzgün çubuk şeklinde olmakla birlikte, bazı türlerde hafif kıvrık da olabilir. Fakültatif anaerob olarak sınıflanmakla birlikte, gıdalarda mikroaerofilik karakterde olanları da vardır. Sindirim sistemindekiler anaerobik karakter gösterirler. Bir tür hariç (*Sporolactobacillus inulus*) hareketsizdirler ve spor oluşturmazlar. Homo ve heterofermentatif olanları mevcuttur. Mezofil ve termofil karakterli türleri içerirler. Gıda sanayii açısından daha ziyade faydalı yönleri ile dikkat çekici olmakla birlikte, gıdaların bozulmalarına neden olarak önemli zararlara da yol açabilirler. DNA'larındaki %G+C mol oranı 34.7±1.4- 53.0±0.5'dir.

Lactobacillus cinsi üyeleri, tabiatı, süt ve ürünleri, et ve et ürünleri, meyve ve meyve suyu, turşu, zeytin, bira, şarap ve hububat gibi pek çok bitkisel ve hayvansal gıdalar üzerinde yaygın olarak bulunurlar. Gıda sanayii açısından önem taşıyan türleri: *L. plantarum*, *L. casei*, *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* gibi çeşitli fermente et, süt ve sebze

ürünlerinde starter kültür olarak kullanılan türler ile, *L. delbrueckii* gibi sanayiide laktik asit üretiminde kullanılan türlerdir. Ayrıca, *L. brevis*, şaraplarda dönme hastalığı ve turşularda gaz oluşumu, *L. pastorianum*, biralarda acılaşma, *L. viridescens* ise, sosislerde mukoz madde ve yeşillenme oluşumu gibi istenmeyen değişimlere yol açması dolayısı ile önem arz etmektedir.

Lactobacillus'lar bir çok kaynakta Betabacterium, Streptobacterium ve Thermobacterium olmak üzere 3 alt cinse ayrılmaktadır. Bunlardan ilki tüm heterofermantatifleri içerirken, Streptobacterium homofermantatif, mezofil türleri içermektedir. Streptobakterilerin optimum sıcaklıkları 30°C'dir ve %1.5 laktik asit üretebilmektedirler. Thermobacterium'lar ise, termofil türleri içermekte olup, optimum gelişme sıcaklığı 40°C'dir ve %3'e kadar laktik asit üretebilmektedirler.

Streptococcus

Gram pozitif, yuvarlak veya oval şekilli genelde zincir oluşturan bakterilerdir. Katalaz negatif ve fakültatif anaerob olan bu bakteriler, kültür ortamlarında renksiz küçük koloniler oluştururlar. Genelde hareketsiz olmakla birlikte hareketli türleri de olabilir. Hepsi homofermantatifler ve fermantasyon ürünü olarak laktik asit üretirler. Çok sayıda tür için en iyi gelişme sıcaklığı 37°C civarında olmakla birlikte, ısıya dayanıklı türlerde, 40-45°C civarındadır. Psikrotrof türlere sahiptir. DNA'larının %G+C oranı 33-42'dir.

Tabiatta, bitkiler, insan ve hayvanların sindirim sistemleri, süt ürünleri, yem ve silajda yaygın olarak bulunabilirler. Gıda maddelerinde çok fazla sayıda bulunmaları dışkı bulaşmasını akla getirmektedir. Nitekim, enterokok grubu fekal indikatör olarak da kullanılmaktadır.

Önemli bir kısmı saprofit karakterli olmakla birlikte, gıda zehirlenmesine yol açan, patojen türler de vardır. Bir kısım türler ise çeşitli süt ürünlerinin üretiminde önem taşır. Ayrıca nisinin üretiminde de bu cinse ait tür olan *S. lactis* kullanılmaktadır.

Streptokoklar gıdalarda bulunmalarına göre 4 grup altında incelenebilirler:

- 1- *Pyogenic Grup*; patojenik türleri içerir. Sığırlarda mastitis etmeni *S. agalactiae* ve insanlarda boğaz ağrısı ve kızıl benzeri hastalığa neden olan *S. pyogenes* bu gruptandır. Daha ziyade çiğ sütte bulunurlar ve gelişme sıcaklık dereceleri 10-45°C arasındadır.
- 2- *Viridans Grup*; 10°C'nin altında çoğalamayıp 45°C'nin üstünde çoğalabilenler bu grupta yer alırlar. En önemli tür; yoğurt üretiminde kullanılan *S. thermophilus*'tur.
- 3- *Laktik Grup*; 10°C'nin altında çoğalıp, 45°C'nin üstünde çoğalamayanlar bu grupta yer alırlar. *S. lactis* ve *S. cremoris* gibi, peynir ve tereyağı üretiminde yararlı rolleri olan bakterileri içerirler. Ancak aynı bakteriler sütün ekşimesine de neden olurlar. Yeni isimlendirmede bu grup üyeleri genellikle *Lactococcus* olarak adlandırılırlar. Ayrıca *S. lactis* veya diğer adı ile *Lactococcus lactis ssp. lactis* endüstride nisin eldesinde kullanılan türdür. Şekerleri fermente ederek oluşturdıkları temel ürün L-laktik asittir.
- 4- *Enterokok Grup*; bu grup hem 10°C'nin altında, hem de 45°C'nin üzerinde gelişebilmektedir. Yeni sınıflandırmada *Enterococcus* diye ayrı olarak incelenmektedir. Bu kitabın konuları içerisinde de bu isim altında incelenmiştir.

Enterococcus

Bu grup bir çok yayında Lancefield serolojik D grup Streptokoklar olarak gruplandırılıp, verilmektedir. Gram pozitif, yuvarlak veya oval şekilli hücrelerden oluşurlar. Hücreler tek, ikili veya kısa zincirler halinde bulunur. Bu grubu diğer streptokoklardan ayıran ve gıda mikrobiyolojisi açısından çok önemli hale getiren özellikleri şöyle özetlenebilir:

1. Termodurik özellikte bulunmaktadırlar. 60°C cıcaklığa 30 dk. dayanabilmektedirler.
2. %6.5 tuz konsantrasyonunda gelişebilmektedirler.
3. pH'ya karşı çok duyarlı değildirler ve pH 9.6 da dahi gelişebilmektedirler.
4. 10-45°C arasında kolaylıkla gelişebilmektedirler. hatta 5-8°C ila 48-50°C'lerde gelişebilen türlere sahiptirler.
5. Fekal kaynaklarda bulunmaları dolayısı ile fekal bulaşma indikatörü olarak kullanılabilirler.
6. İnsanlarda da patojeniteye sahip, *E. faecalis* ve *E. durans* gibi türleri de mevcuttur.

E. faecalis daha çok insan bağırsağı orjinlidir ve insan kaynaklı fekal bulaşma indikatörü olarak da özel bir öneme sahiptir. *E. faecium* ise daha ziyade bitkilerde bulunmaktadır. Diğer tür *E. durans*'a gıda maddelerinde yaygın olarak rastlanmaktadır.

Leuconostoc

Gram pozitif, katalaz negatif kokların oluşturduğu laktik asit bakterileridir. Heterofermantatiftirler. Yani, fermentasyon ürünü olarak laktik asit yanında, önemli düzeyde asetik asit, alkol ve CO₂ de oluştururlar. Hücreler yuvarlak veya oval olup, çiftli veya zincir halinde bulunurlar. DNA'larının %G+C oranı 43-44'tür.

Tabiatta yaygın olarak bulunduğu kaynak, bitkilerdir. Bazı türler, çeşitli süt ve et ürünlerinde starter kültür olarak kullanılabilirle birlikte, bu cins içerisinde üzerinde durulan türler dekstran üretenlerdir. *L. mesenteroides* ve *L. dextranicum* türleri tarafından üretilen dekstran tıpta kan analogu olarak faydalı yönü ile dikkat çekerken, gıda sanayiinde, özellikle şeker endüstrisinde problemlere neden olmaktadır. Ayrıca, bu cins, *L. oenes* gibi asidofil karakterli ve şaraplarda bozulma etmeni olan bakteriyi de içermektedir.

Pediococcus

Gram pozitif, katalaz negatif, kok şeklinde hücrelerden müteşekkildirler. Hücrelerin iki boyutta bölünebilmesi dolayısı ile tetrakoklar şeklinde bulunabilirler. Bu, diğer kok formundaki laktik asit bakterilerinden ayıracı özellikleridir. Hareketsiz ve mikroaerofiliktirler. Saprofit olarak yaşarlar. Homofermantatiftirler. DNA'larındaki %G+C mol oranı 34-44'tür.

Pediokoklar yüksek oranda tuzu tolere edebilmeleri (%5.5 tuzda rahat gelişirler. Hatta %15 tuzu tolere eden, *P. halophilus* türüne, sahiptirler), 7-45°C arasında gelişebilmeleri ve laktik asit üretebilmeleri dolayısı ile gıda sanayii açısından büyük önem taşıyan türleri içermektedirler. *P. pentosaceus* ve *P. acidilactici* fermente sosis ve sucukların üretiminde starter kültür olarak kullanılmaktadır. Tuza dayanıklı olan türler içermesi dolayısı ile turşu üretiminde de önem kazanmaktadır.

2.1.2.7. *Propionibacteriaceae* (familya 7)

Familyanın önemli cinsinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Propionibacterium

Gram pozitif, spor oluşturmeyen çubuklardan oluşur. Hücre kokkoid, ince uzun ipliksi, V ve Y şekilli dallanmış morfolojilere sahip olabilir. Anaerobtan, aerotoleransa değişen karakterlere sahiptirler. Fermentasyon ürünü, esas olarak, propiyonik ve asetik asitten oluşmaktadır. Ancak, bunların yanısıra CO₂, butirik asit, formik asit ve laktik asit de üretebilirler. Koloni rengi gri, sarı veya kırmızımsı olabilir. Optimum gelişme şartları 30-37°C ve pH 7 civarındır. %6.5 tuz konsantrasyonuna kadar gelişebilirler.

Tabiatta insan ve hayvanların bağırsak ve derileri ile süt ürünlerinde yaygın bulunurlar. Gıda mikrobiyolojisi açısından en önemli tür, bazı peynirlerin üretiminde kültür olarak kullanılan *P. freudenreichii subsp. shermanii*'dir. Hoşa giden bir aroma ve homojen deliklere sebep olurlar. Ayrıca, bu cinsten bazı üyeler, önemli miktarda propiyonik asit ve B12 vitamini ürettikleri için sanayide bu ürünlerin üretiminde de kullanılırlar.

İlaveten, bazı tür peynirlerde faydalı olan CO₂ üretimi ile oluşan gözenekler, diğer bazı peynirlerde hata olarak kabul edilebilir, oluşturulan butirik ve formik asit de diğer bazı süt ürünlerinde istenilmeyen aromalara neden olabilir.

2.1.2.8. *Corynebacteriaceae* (familya 8)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Corynebacterium (çomak, golf sopası)

Corynebacterium'un bazı türleri meyve ve sebzeler ile et ürünlerinde bozulmaya yol açan, Gram pozitif, genel de kısa çubuk şekilli bakterilerin oluşturduğu *Corynebacteriaceae* familyasının tipik temsilcisidir. Aerop veya fakültatif anaerop olan üyeler, sıvı yüzeyinde zar oluştururlar. Bölünme ile çubuk hücreler kokoid hücrelere parçalanırlar. Çoğunluğu mezofil olmakla birlikte psikrotrof olarak bilinirler. Katalaz pozitiflerdir.

Bu cinse ait türlerden bazıları daha sonra *Clavibacter* ve *Curtobacterium* cinsleri olarak sınıflanmışlardır. DNA'larının % G+C mol içeriği 51-63'dür.

Bu bakteriler, toprak, su ve havada ayygın bulunurlar. Cins üyelerinden *C. diphtheriae* insan patojeni, *C. pyogenes* mastitis etmeni, *C. fascians* ve diğer bazı türler bitki patojeni olarak dikkat çekerler. *C. diphtheriae*, oluşturduğu ekzotoksin ile kalp ve böbrek kasları ile sinir sistemini felce uğratar, ölüme neden olan en önemli türüdür.

Listeria

Gram pozitif, spor oluşturmeyen, katalaz pozitif, oksidaz negatif, kısa ve normal boyda çubuk şeklindeki (0.4-0.5 x 0.5-2.0 µm) bakterilerdir. 20-25°C'de inkübe edildiklerinde peritrik kamçılıdır. Temel 7 tür içermektedirler. Gelişme için bazı vitamin ve aminoasitlere ihtiyaç duymakla birlikte, birçok besiyerinde gelişebilmektedirler. 4.1-9.6 pH, 1-45°C sıcaklık dereceleri gibi geniş aralıkta ve yüksek tuz konsantrasyonlarında (%10

NaCl) gelişebilirler. Gıda sanayii açısından, listeriosis'e neden olan *L. monocytogenes* türünü içermesi dolayısı ile önem kazanırlar. Diğer türlerden *L. welshimeri*, *L. seeligeri* ve *L. ivanovii* insanlarda nadiren hastalığa neden olabilirler. Özellikle süt ürünleri başta olmak üzere, çeşitli et ürünleri ve meyve-sebze ürünleri ile de gıda kaynaklı zehirlenmelere neden olabilirler.

Tabiatta, genel olarak çürüyen sebzeler, toprak, silaj, yemler, su ve hayvansal dışkılarda bulunabilmektedirler.

2.1.2.9. Bacillaceae (familya 9)

Eubacteriales takımı içerisinde yer alan ve gıda mikrobiyolojisi açısından en fazla önem taşıyan familyalardan birisidir. Bu familya üyelerinin diğerlerinden en önemli farkları; endospor oluşturmaları ve bu yetenekleri dolayısı ile sıcaklık uygulamalarına dayanıklı olmalarıdır. Bu özellikleri nedeni ile, gıda sanayiinde gerçekten çok büyük harcamaları gerektiren işlemleri zorunlu kılmaktadırlar. Gram pozitif, oldukça büyük çubuk şeklinde, kamçılı ve hareketli bakterilerdir. Gıda sanayiinde; spor oluşturmaları yanında, 50°C'ye kadar sıcaklıklarda gelişebilen türlere ve oluşturdıkları enzimlerle etkin bir protein parçalama kabiliyetine sahip oluşları da büyük önem taşımaktadır.

Bu familya içerisinde en önemli cinsler aerob karakterli *Bacillus* ve anaerob karakterli *Clostridium*'lardır.

Bacillus

Familya özelliklerine uygun şekilde; Gram pozitif, endospor oluşturan, aerob özellikte oldukça kalın çomak bakterilerin (en; 1.2-1.5µm, boy; 5µm) bulunduğu bir cinstir. Ancak, çok az hava varlığında da gelişebilirler. Kültür ortamlarında çoğunlukla zincir oluştururlar. Çoğunluğu mezofilik karakterde olmakla birlikte, psikrofilik ve termofilik türler de içermektedir. Elliye yakın türü ihtiva eden *Bacillus*'larda, endosporun hücre içerisindeki yeri farklı olabilir. Spor hücre merkezinde veya uçta olabilir. Ayrıca, vejetatif hücreden daha dar olabildiği gibi, daha geniş de olabilir. Şekerleri fermente ederler ve sonuçta gaz oluşumu görülmeksizin asit üretirler. Proteinleri ise, amonyak oluşumu altında parçalarlar ve böylece kokuşmaya neden olurlar. DNA'larındaki % G+C mol oranı 32-62'dir.

Bu cins, yalnızca iki patojen tür içermektedir. Bunlar; insan ve hayvanlarda antraksa (şarbona) neden olan *B. anthracis* ile, oluşturduğu endotoksinler ile gıda zehirlenmelerine neden olan *B. cereus* türleridir.

Çoğu türler patojen olmamasına rağmen, taze meyve ve sebzelerde çürüme ve ekşimeye, konserve ve hazır gıdalarda ekşime ve kokuşmaya neden olmaları dolayısı ile zararlı organizmalardır. Termofil türlerden *B. stearothermophilus* optimum gelişme sıcaklığının 55-60°C arasında olması ve 37-75°C arası sıcaklıklarda gelişebilmesi dolayısı ile, gıdaların pastörizasyon ile dayanıklı kılınmalarında büyük önem taşımaktadır. Ayrıca endosporların kuruma ve sıcaklık uygulamasına aşırı dayanıklılıkları da önemlerini daha da artırmaktadır.

Bacillus türleri çoğunlukla mezofilik karakterde olmaları dolayısı ile özellikle buzdolabı sıcaklığı üzerindeki sıcaklıklarda saklanan bir çok gıdanın başlıca bozulma etmenidirler. Bunlar içerisinde en tanınmış ve en yaygın türü, et basili olarak da bilinen *Bacillus subtilis*'tir. Bu tür Kıyma et köfteleri gibi ürünlerde bozulmalara, ekmeklerde rope hastalığına neden olurken, endüstride amilaz ve proteaz enzimlerinin üretiminde de kullanılmaktadır.

Clostridium

Bacillaceae familyasının diğeri üyesi anaerob karakterli *Clostridium* cinsidir. Bu cins üyeleri, ortamda oksijen varlığında ürettikleri H_2O_2 nedeni ile kendi gelişimlerini durdururlar. Gram pozitif ve genelde peritrik kamçılıdır. Hareketsizlik çok az izlenir. Psikrotrof, mezofil ve termofil türlere sahiptirler. Endospor hücrenin bir ucunda bulunur ve spor çapı vejetatif hücreye göre büyüktür. Bu durum, vejetatif hücrenin o uca şişkinleşmesine neden olur. Endosporları ısıya çok dayanıklı olduğu için konserve teknolojisinde büyük önem taşırlar. Bu özellikleri nedeni ile bazı gıdaların sterilizasyonu için gerekli sıcaklık ve süre normlarının belirlenmesinde indikatör organizma olarak kullanılmaktadır. Karbonhidratları parçalayarak, butirik asit, asetik asit, aseton, butanol, izopropanol, etil alkol, CO_2 ve H_2 oluştururlar. Ayrıca, protein, aminoasit, purin ve ürik asiti parçalama kabiliyetine sahip olanları da bulunmaktadır.

Clostridium cinsine ait türler tabiatda özellikle toprakta çok yaygındır. Su ile insan ve hayvanların bağırsaklarında da bulunabilmektedirler. İnsanlarda hastalığa neden olan bir çok türü içermektedirler. Grubun en önemli üyeleri, insanlarda zehirlenmeye neden olan fekal kaynaklı olabilen *C. perfringens* ile botulin isimli toksini oluşturan *C. botulinum*'dur. Botulin, dünyanın en güçlü zehirlerinden birisidir (1 g botulin 8 milyon insanı öldürmeye yeterlidir). Ayrıca, *C. novyi*, *C. histolyticum* ve *C. tetani* de insanlarda tehlikeli hastalıkların etmenidirler.

Bu patojen türler dışında da gıda sanayiinde çok önem taşıyan türlere sahiptirler. *C. tyrobutyricum*, peynirlerde gazlı butirik asit fermentasyonuna, *C. sporogenes* peynirlerde putrefaksiyona, *C. thermosaccharoliticum* düşük ve orta asitli gıdalarda asit ve gaz oluşturarak bu gıdaların bozulmasına yolaçarlar. Ayrıca, son olarak belirtilen tür, spor oluşumu yanında sıcaklığa çok daha dayanıklı olması dolayısıyla da gıda endüstrisinde özel önem taşımaktadır. İlave, *C. nigrificans* kükürtlü aminoasitleri parçalayarak H_2S oluşumuna ve kükürtün gıdadaki demir ile birleşmesi neticesi siyah renk oluşumuna neden olabilmektedir. Yine, *C. butyricum* ve *C. pastorianum* butirik asit fermentasyonuna, *C. putrefaciens* proteolitik parçalanmaya, *C. bifermentas* ve *C. histolyticum* ise 15-45°C arasında depolanan etlerde gaz ve kötü koku oluşumu ile kendini gösteren bozulmalara yol açan türlerdir.

Clostridium cinsi içerisinde, yukarıda bahsedilen patojen veya bozucu türler yanında, saprofit olan ve endüstride aseton ve butanol üretiminde kullanılan ve önemli ekonomik öneme sahip türler de bulunmaktadır.

2.1.3. Actinomycetales (takım 3)

2.1.3.1. Actinomycetaceae (familya 1)

Familyanın önemli cinsinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Actinomyces

Gram pozitif, katalaz negatif veya pozitif, hareketsiz, düzensiz şekilde dallanmış kısa hif veya filamentlerden oluşurlar. Fakültatif anaerob veya anaerobdurlar. Glukozu fermente eder ve asıl ürün olarak asetik, formik, laktik ve suksinik asit üretirler.

İnsan ve hayvanlarda patojen etkiye sahip türleri mevcuttur. Örneğin *A. bovis* sığırlarda, *A. hominis* insanlarda ağız boşluğu ve çene kemiğinde görülen aktinomukoz hastalığının etmenidirler ve hasta dokularda bezeler oluştururlar.

2.1.3.2. *Mycobacteriaceae* (familya 2)

Familyanın önemli cinsinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Mycobacterium

Hareketsiz, hafif kıvrık veya düz çubuk şeklindedirler. Bazen dallanma, filament veya misel benzeri oluşumlar yapabilirler. Ancak, miseller hemen parçalanırlar. Gram boyamada güç boyanmalarına rağmen, Gram pozitif olarak kabul edilirler. Aerobturlar, DNA'larının %G+C mol içeriği 62-70'dir.

Türlerin çoğunluğu patojen olmakla birlikte, en önemli türü, insan ve hayvanlarda tüberküloz hastalığına neden olan *M. tuberculosis*'dir. Bu tür pastörizasyon sıcaklığında öldürülebilmektedir. Günümüzde, tüberküloz gıdalardan ziyade, hava yolu ile bulaşmaktadır. Bununla birlikte, çiğ süt ve süt ürünleri, ıstiridye, domuz eti ve fekal kirlenmiş sular ile sulanan sebzeler sindirim yolu ile bulaşma kaynağı olabilirler.

2.1.3.3. *Streptomycetaceae* (familya 3)

Familyanın önemli cinsinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Streptomyces

Gram pozitif, aerobik, dallanmış hiflere ve gelişmiş hava misellerine sahiptir. Sporlar olgun formda uç uca dizilerek kısa zincir oluştururlar. Çok farklı renk pigmentleri üretebilirler (beyaz, gri, sarı ve mavi gibi). Kolonilerin üstü tozlu görünüme sahiptir.

Humusca zengin topraklarda genelde saprofit olarak yaşamaktadırlar. En önemli karakterleri çeşitli antibiyotiklerin üretiminde kullanılmalarındandır. *S.griseus* streptomycin, *S. rimosus* tetrasiklin, *S. kanamyceticus* kanamycin gibi antibiyotiklerin üretiminde kullanılmaktadır.

3. Mavi-Yeşil Algler

3.1. Cyanophyta (sınıf 1)

Mavi-Yeşil algler olarak isimlendirilen tek hücreli canlılar bu sınıf içerisinde sınıflanmışlardır. Gıda mikrobiyolojisi açısından çok fazla öneme sahip değillerdir.

4. Riketsiyalar

4.1. *Microtatiobites* (sınıf 1)

4.1.1. *Rickettsiales* (takım 1)

4.1.1.1. *Rickettsiae* (familya 1)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Rickettsia

Canlı hücre içerisinde yaşarlar. Bu sebeble hücre dışında kültüre alınamazlar. Elipsoik ve çoğunlukla diplokok şeklinde bulunurlar. Gram negatiftirler. DNA'larının %G+C mol oranı 30-32.5'dur. Tifüs, humma gibi önemli hastalıkların etmenidirler.

Coxiella

Küçük ve kısa çomakçık şeklinde, nadiren diplobasil veya yuvarlak görümlü, hareketsiz bakterilerdir. Genellikle Gram negatif olarak kabul edilirler. Hücre içerisinde özellikle vakuoller içerisinde çoğalırlar. İnsanlar için patojen olan, *C. burnetii* (*Rickettsia burnetii*) türünü de içerirler.

C. burnetii dış ortam şartlarında kuruluğa ve kısmen sıcaklığa (63°C 30 dak. veya 85-90°C'de birkaç saniyede canlı kalabilir) dayanıklıdır. Bu durum sütlerin pastörizasyonunda önem taşımaktadır.

Coxiella'lar evcil hayvanlarda bulunabilir ve dışkı, idrar ve özellikle de sütleri ile dışarı atılırlar. Bu bakteriler yağsız süte 1 yıl canlı kalabilirler. İnsanlara bulaşmasında çiğ süt içimi ve bulaşık tozların solunması etken olabilmektedir.

5. Mikoplazmalar

5.1. *Mollicutes* (sınıf 1)

5.1.1. *Mycoplasmatales* (takım 1)

5.1.1.1. *Mycoplasmataceae* (familya 1)

Familyanın önemli cinsinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Mycoplasma

Hücre zarı içermezler. Yuvarlak veya oval şekilli olmakla birlikte, düzensiz şekilli dallanmış hücreler de oluşturabilirler. Membran filtrelerden geçerler.

İnsan ve hayvanlarda ağız ve genital organların mukozalarında patojen olmayan asalaklar olarak yaşayan türleri vardır. Ancak, kadınlarda genital organ apseleri ile hamilelerde hafif bebeğe ve çocuk düşürmeye yol açabilen *M. hominis* türü ile, insanlarda ateş ve öksürük ile seyreden hafif bir hastalığa neden olan *M. pneumoniae* türlerini de içermektedirler.

6. Funguslar (Maya ve küfler)

Funguslar, ökaryotik hücre yapısında, oldukça geniş bir grubu oluşturan, klorofil ihtiva etmeyen, heterotrof (saprofit veya parazit şeklinde yaşayan) metabolizmaya sahip canlılardır. Bu mikroorganizmaları, bitkilerden, organik karbon kaynaklarına ihtiyaç duymaları, hayvanlardan ise çözünür bileşenleri absorpsiyon yolu ile hücreye almalarındaki zorunluluklar ayırmaktadır. Ekstrasellüler enzimler salgılayarak organik maddeleri parçalar ve hücre içerisine küçük moleküller halinde absorblarlar. Tek veya çok hücreli olabilirler. Mayalar hariç (bazıları pseudomisel oluşturabilir) hifsel formda bulunurlar. Ancak, hücreler organlar oluşturmak için farklılaşmamışlardır. Hücre çeperleri rijittir. Hücre çeperlerinde ilkel funguslar genellikle selüloz içerirken, diğerleri genellikle kitin içerirler. Eşysiz ve eşeyli olarak spor oluşturarak veya tomurcuklanma ile çoğalmaktadırlar.

Funguslar, günümüzde özellikle endüstriyel mikrobiyoloji ve biyoteknolojinin temel taşlarından birini oluşturmaktadırlar. Diğer yandan, tarımsal ürünlerin gelişiminden depolanışına kadar bütün evrelerinde kayıplara neden olmaları, kendilerinin ve toksinlerinin insan sağlığı için önemli boyutlarda tehlike oluşturmaları gibi nedenlerle de zararlı olmaktadır. Bu nedenlerle, gıda sahasında çalışanlar, hem faydalı, hem de zararlı faaliyetlerde bulunan önemli fungusları tanımak zorundadırlar. Funguslar mikrobiyologlar tarafından öncelikle küfler ve mayalar olmak üzere iki ana sınıfa ayrılarak incelenir.

6.1. Küfler (Filamentli Funguslar) (alem)

Funguslar içerisinde yer alan küfler mayalardan farklı olarak misel oluşumu ile yığınlar halinde gelişirler. Misel; hücrenin vejetatif formu olan hiflerin oluşturduğu yığma verilen isimdir. Gıda sanayiindeki önemleri, oluşturdıkları askospor, zigospor veya konidiler ile daha da artmaktadır. Özellikle askospolar ısıya çok dayanıklıdır.

Küflerin sınıflandırılmalarında henüz tam bir birlik sağlanamamıştır. Bununla birlikte, gıda mikrobiyolojisi ders konusu açısından küfleri, daha önce verilen *Zygomycota*, *Ascomycota* ve *Deutoramycota* isimli üç bölüm (divizyon) altında sınıflayarak inceleyeceğiz. Bu bölümler içerisinde de dersin konusu açısından önemli familya, cins ve türler açıklanacaktır.

6.1.1. *Zygomycota* (bölüm 1)

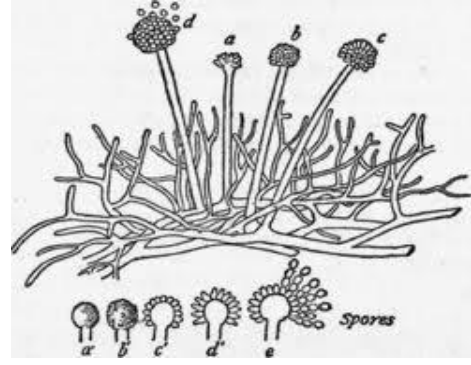
6.1.1.1. *Mucoraceae* (familya 1)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Mucor

Genellikle beyaz veya gri renkli olan hifleri, septasızdır ve çoğalmalarını sporangiosporlar ile gerçekleştirirler. Sporangioforlar dallanmış olabilir. Rhizoid veya stolon oluşturmazlar.

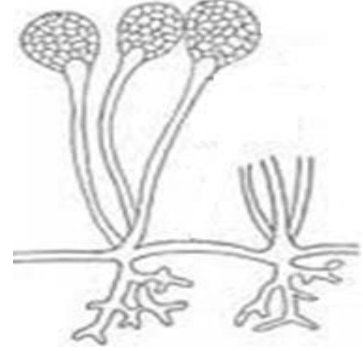
Çoğunlukla pamuksu koloniler meydana getirirler. Bazı türleri dondurulmuş koyun etlerinde sakal şeklinde veya siyah noktalar şeklinde gelişmelere neden olabilmektedir. En azından bir tür, *M. miehei* lipaz enzimi üretmektedir.



Fermente gıdalar, domuz eti, toprak, gübre, birçok sebzeler ve nişastalı gıdalarda yaygın bulunabilmektedir. Gıda sanayii açısından rennin enzimi üretiminde kullanılan *M. miehei* ve *M. pusillus* türleri ile sitrik asit imalinde kullanılan *M. pyriformis* ve amilaz enzimi üretiminde kullanılan *M. rouxii* türleri önem taşımaktadır.

Rhizopus

Bu cinsin de hifleri septasızdır ve çoğalmaları sporangiospor ile gerçekleşmektedir. Ancak, *Mucor*'dan farklı olarak tipik şekilde stolon ve rhizoid oluştururlar. Sporangioforlar, stolonların sonunda, rhizoidlerin orjin aldığı bölgelerden çıkar. Sporangiyumları oldukça koyu renkli veya siyahtır.



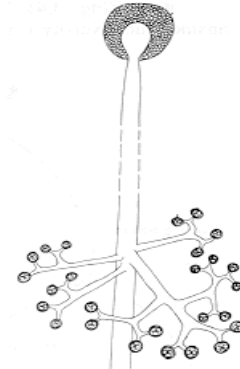
Bu cinsin de hifleri septasızdır ve çoğalmaları sporangiospor ile gerçekleşmektedir. Ancak, *Mucor*'dan farklı olarak tipik şekilde stolon ve rhizoid oluştururlar. Sporangioforlar, stolonların sonunda, rhizoidlerin orjin aldığı bölgelerden çıkar. Sporangiyumları oldukça koyu renkli veya siyahtır.

Bu cins çoğu kere “ekmek küfü” olarak isimlendirilir. Diğer taraftan, sebze ve meyvelerde sulu yumuşak çürümeye neden olabilirler. Dondurulmuş koyun ve sığır etlerinde siyah noktalar şeklinde zararlanmalara neden olurlar. En önemli türleri; meyve-sebzelerde yumuşak çürüme etmeni olan *R. stolonifer* ile, ekmek küfü *R. nigricans*'tır. Bazı türleri çeşitli gıdaların (tempeh gibi) üretiminde ve nişastadan alkol eldesinde kullanılmaktadır.

Thamnidium

Septasız hifler oluşturur ve sporangiosporla çoğalırlar. Sporangiyumlardan büyük olanı sporangiofor ucunda, küçük olanları ise sporangioforun alt kısmında aşırı dallanmış yapıların ucunda bulunurlar.

Çürümekte olan gıdalarda yaygın olarak bulunurlar. En önemli türü *T. elegans* özellikle soğukta saklanan sığır etlerinde sakal oluşumu şeklinde zararlara neden olabilmektedirler.



6.1.2. Ascomycota (bölüm 2)

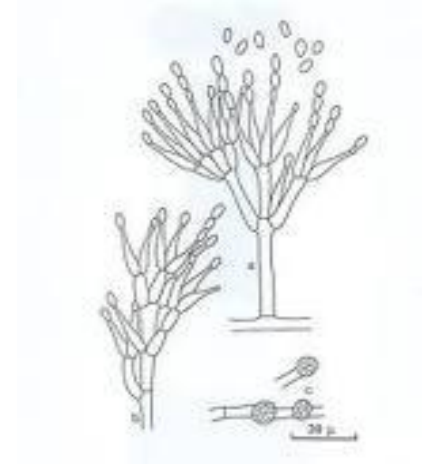
6.1.2.1. *Thichocomaceae* (familya 1)

Familyanın önemli cinsinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Byssoclamys

Bu cins askosporla çoğalır. Bir ask, içerisinde 8 adet askospor içermektedir. Askosporları ısıya oldukça dayanıklıdır. Bu yüzden yüksek asitli konserve gıdalarda (domates salçası gibi) bozulmalara neden olabilir. Düşük Eh değerini tolere edebilirler. Bazı türleri pektinaz üretebilmektedir.

Toprakta ve olgunlaşmakta olan meyvelerde yaygın olarak bulunurlar. Gıda sanayii açısından en önemli türleri, konserve edilmiş ve şişelenmiş meyve ürünlerinde zararlanmalara yol açan *B. fulva* ve *B. nivea*'dır. *B. fulva*, ayrıca, salçaların sterilizasyon derecesinin belirlenmesinde indikatör olarak da kullanılabilmektedir.



6.1.3. Deutoramycota (bölüm 3)

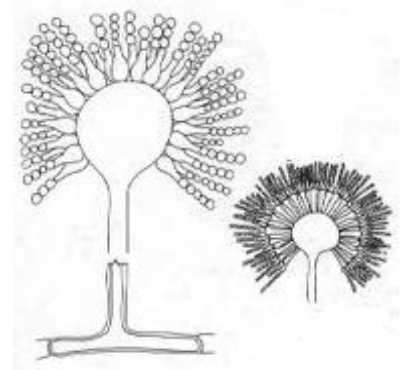
6.1.3.1. *Moniliaceae* (familya 1)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Aspergillus

Hifleri septalıdır ve dallanmıştır. Kuvvetli bir gelişme gösterirler. Konidiforlar misel içerisinde ayak hücresi diye tabir edilen kısımlardan, besiyerine dik olarak yükselir ve septalı veya septasız olabilirler.

Konidioforların ucunda vezikül olarak isimlendirilen şişkin yapılar yer alır. Vezikül üzerinde metula (primer sterigma) ve bunların ucunda da fialidler (sekonder sterigma) oluşur. Fialidlerin ucunda ise tespih tanesi şeklinde dizili konidiler bulunmaktadır.



Konidiler yuvarlak ve tek hücrelidir. Rüzgar veya herhangi bir sarsıntı ile konidiler kolayca atmosfere yayılabilmektedir. Vezikül şekli ve büyüklüğü türe göre değişmektedir. Konidi rengi türe özgüdür. Ancak, yaygın olarak siyah, kahverengi ve yeşil renkte görülmektedirler.

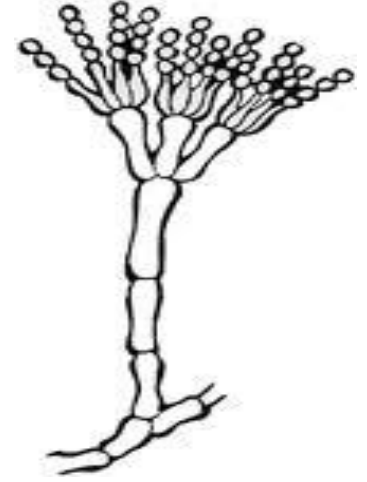
Aspergillus'lar besin madde ihtiyaçları açısından fazla istek göstermemeleri, oldukça fazla ve değişik özellikte enzim oluşturmaları dolayısı ile, hayretle karşılanacak kadar değişik maddelerden besin ihtiyaçlarını karşılayabilirler. Yüksek şeker ve tuz konsantrasyonunda gelişebilirler. Bu sebeble, belirli bir nem içermesi şartıyla, hemen hemen gelişemeyeceği hiçbir organik madde yoktur. Örneğin; deri eşyalar, kağıt, tekstil ürünleri üzerinde dahi çoğalabilirler. Bu özellikleri dolayısı ile de arktik kuşaktan, ekvitoral kuşağa kadar hemen hemen her yere yayılmışlardır ve toprak ile hava da yaygın olarak bulunmaktadır.

Aspergillus'lar birçok gıda maddesi üzerinde sarı, yeşil veya siyah koloniler şeklinde görülebilirler. Şeftali, narenciye ürünleri ve incir de "siyah çürüme" şeklinde zarara neden olurlar. Et ve fermente et ürünlerinde bulunurlar. Bazı türleri yağlarda bozulmalara neden olabilir. En önemli türleri; aflatoksin oluşturan *A. flavus* ve *A. parasiticus*'dur. Bunun dışında *A. ochraceus* okratoksin, *A. clavatus* patulin ve *A. versicolor* ile *A. nidulans* sterigmatosistin isimli toksini oluşturur. *A. niger*, meyvelerde siyah küf çürümesine, ekmeklerde sarı pigment oluşumuna neden olmaktadır.

Bu zararlı özelliklerine karşın, *A. oryzae* sake (uzakdoğuda üretilen bir tür fermente içecek) ve α -amilaz, *A. niger* sitrik asit, β -galaktozidaz, glukomilaz, invertaz, lipaz ve pektinaz gibi çeşitli metabolitlerin endüstriyel üretimlerinde faydalı mikroorganizma suşları olarak kullanılmaktadır.

Penicillium

Hifleri *Aspergillus*'larda olduğu gibi septalıdır. En önemli morfolojik farklılıklar konidiofora görülmektedir. Bu cinsten de, *Aspergillus*'larda olduğu gibi gelişme yüzeyine oldukça dik ve kalın konidi taşıyıcısı hifler oluşturulmaktadır. Ancak, bu hifin uca yakın kısımlarında simetrik veya asimetrik dallanmalar görülür. İşte *Aspergillus*'larla fark burada ortaya çıkmaktadır. Bu dallanmanın uç kısmında, primer ve sekonder sterigma ve bunun ucunda da konidiler meydana gelmektedir. Bu yapısı ile *Penicillium*'lar bir süpürgeyi andırırlar.



Konidiler yuvarlak şekillidir ve maviden mavi-yeşile kadar değişik tonlarda renge sahip olabilirler. Gıdalarda bulunan türlerin tipik rengi de mavi veya mavi-yeşildir. En iyi gelişme sıcaklıkları 15-30°C arasındadır.

Tabiatıta, toprak, hava, toz, unlu gıdalar ve meyve-sebzeler üzerinde çok yaygın olarak bulunurlar. Hemen her yerde bulunup, kolayca gelişebilir ve bozulmalara neden olabilirler. Gıda mikrobiyolojisi açısından hem zararlı, hem de faydalı olan türleri nedeni ile önem taşırlar. Turunçgillerde yeşil renkli, elma, üzüm, şeftali ve kök meyvelerde mavi renkli koloni oluşturan bozulma etmeni türler yaygındır.

Önemli türlerden *P. italicum* ve *P. digitatum* turunçgillerde, sırasıyla mavi ve yeşil küf çürümesine, *P. expansum* depolanmış elmalarda yumuşak çürümeye neden olmaktadır. *P. expansum* diğer bazı türler ile birlikte etlerde beyaz lekeler ve ekmeklerde siyah veya

kahverengi-siyah koloni oluşumuna yol açmaktadır. *P. casei* ise süt ürünlerinde sarımsı-kahverengi lekeler şeklinde oluşumlara neden olmaktadır.

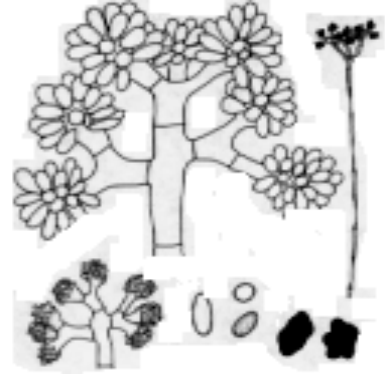
Bazı türleri insan ve hayvanlarda hastalık etmeni olabilirler. *P. citrinum*; citreovirin, *P. citrinum*, *P. viridicatum*; citrinin, *P. viridicatum*, *P. variable*; ochratoksin, *P. expansum*, *P. patulum*; patulin gibi toksinleri üretmekle birlikte, gıda zehirlenmesi açısından *Aspergillus*'lar kadar tehlikeli değildirler.

Gıda sanayiinde önemlerini artıran diğer bir husus, çeşitli peynirlerin olgunlaştırılmasında ve antibiyotik üretiminde oynadıkları rollerdir. Örneğin, önemli peynir türlerinden Rokfort peyniri *P. roqueforti*, Camambert peyniri *P. camamberti* türlerinin kullanımı ile imal edilmektedir. Herkes tarafından bilinen penisilin antibiyotiği bu cins tarafından üretilmektedir. Antibiyotik üretiminde *P. notatum* ve *P. crysogenum* türleri önem taşımaktadır.

Botrytis

Hifleri septalıdır. Uzun, ince, çoğu kere renkli konidiforlar oluştururlar. Konidiler, en uç kısımlarda meydana gelir ve genelde gri renklidirler. Ancak, siyah renkli olanlarda bulunabilmektedir.

Gıda maddelerinde yaygın olarak bulunurlar. Özellikle elma, şeftali, çilek, üzüm, turunçgiller ve kök meyveler gibi bir çok üründe gri küflenmeye neden olurlar. Meyve ve sebzelerin pazarlanması sırasında sorunlar oluşturabilirler.

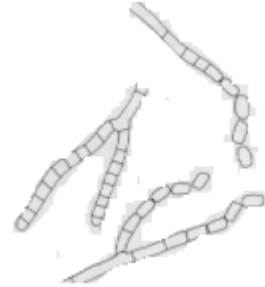


En önemli türü, bağlarda “küllenme hastalığına” neden olduğu gibi, çeşitli sebze ve meyvelerde de “gri küf çürümesine” neden olan *B. cinerea*'dir. *B. allii* ise, soğanların boyunlarından başlayan ve doku yumuşamasına neden olan gri çürüme etmenidir.

Geotrichium

Maya benzeri fungilerdir ve genellikle beyaz renklidirler. Hifleri septalıdır. Çoğalmaları vegetatif hiflerin artrospora parçalanması ile olmaktadır.

Toprakda ve çeşitli et ürünleri ve sebzelerde, süt ürünleri ve sütçülük alet ekipmanları üzerinde yaygın olarak bulunurlar.

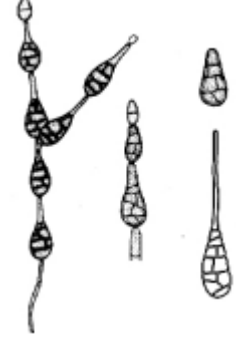


Gıda açısından en önemli türü *G. candidum*'dur. çeşitli peynir tiplerinin aromasından sorumlu olmaları dolayısı ile “süt küfü”, gıda işleme tesislerinde (özellikle salça) gıda ile temas eden alet ekipman üzerinde bulundukları için de “makina küfü” olarak

adlandırılmaktadır. Faydalı yönleri yanında, çeşitli meyve-sebzelerde “ekşi çürüme” ile zararlı yönleri de olmaktadır.

Alternaria

Hif ve konidiforları septalıdır. Konidiler büyük ve kahverenglidir. Konidiler değişik şekillidir, çapraz ve uzunlamasına septa içermektedir.



Bitkisel ürünlerde yaygın olarak bulunurlar ve çürümelere neden olurlar. Elma, kök meyveler ve incirlerde kahverengiden siyaha kadar değişen renklerde çürümelere neden olurlar. Turunçgillerde siyah çürümeye neden olan türleri vardır. Yine bu tür içerisinde buğdayda gelişen ve kırmızı et ürünleri üzerinde bulunan türlere de rastlanmaktadır.

En önemli türleri patateslerde sert çürüme etmeni olan *A. solani*, marul ve kıvırcıkta siyah lekeler oluşturan *A. brassicae* ve turunçgillerde yumuşak çürümeye neden olan *A. citri*'dir.

Gıda maddelerinde bozulma şeklindeki bu zararlı etkilerine ilaveten *A. citri*, *A. alternata*, *A. solani* ve *A. tenuissima*, elma, domates vb. ürünlerde çeşitli mikotoksinler de (tenuazonik asit, alternariol ve alternariol monoetil eter) oluşturmaktadırlar.

Cladosporium

Hifleri septalı ve koyu renklidir. Çok dallanmış konidiforlardan ağaçlardaki tomurcuklanmaya benzer konidi oluşumu bu cinsi karakterize etmektedir. Kültürde, zeytini yeşilden siyaha kadar değişik renklerde kadifemsi görünümde koloniler oluşturur. Bir kısım konidiler limon şeklinde oluşmaktadır.



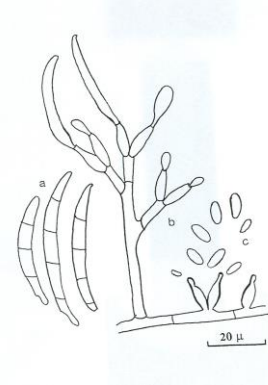
Toprakta ve bitkisel atıklar üzerinde yaygın olarak bulunurlar. En önemli türleri meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan *C. herbarum* ve *C. cladosporioides*'dir. *C. herbarum* dondurulmuş koyun ve sığır etinde siyah noktalar şeklinde bozulmalara neden olabilir.

Yine bazı türler tereyağı ve margarinlerde bozulmaya neden olurken, bazı türleri üzümde siyah çürümeye neden olabilmektedir. Aynı zamanda, arpa ve buğday daneleri üzerinde gelişen küfler içerisinde de yer alırlar.

Fusarium

Pembe, kırmızı, menekşe ve kahverenginin açık tonlarında, pamuksu yapıda aşırı misel üretirler. Orak şeklinde makrokonidilere ve oval şeklinde mikrokonidilere sahiptirler.

Fusarium'lar kültürü yapılan bitkilerde çeşitli hastalıklara neden olarak, ekonomik olarak çok önemli sorunlara neden olan bir cinstir. Cins üyeleri ayrıca ürünlerde depolama sırasında da zararlara yol açarlar.

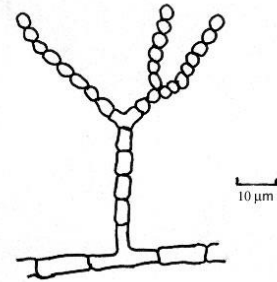


Turunçgillerde kahverengi, incirde yumuşak çürümeye neden olurlar. Ayrıca, arpa ve buğday danelerinde gelişen küfler içerisinde yer alırlar.

Bazı türleri mikotoksin üretirler. Özellikle yağışlı ve nemli havalarda mısır, buğday, arpa, yulaf, susam gibi ürünlerde toksin oluşturabilirler. Mikotoksin üreten en önemli türleri *F. graminearum* (önceki isimlendirme *F. roseum*), *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides* ve *F. poae*'dir.

Monilia

Hifleri septalıdır. Konidileri pembe, gri veya sarımsı kahverengi olabilir. Şeftali gibi çekirdekli meyvelerde kahverengi çürümeye neden olurlar. En önemli türü ekmeklerde pembe-kırmızı koloniler meydana getiren *M. sitophila*'dır.



6.2. Mayalar (alem)

Mayalar çok hücreli küflerin aksine tek hücreli olarak bulunan fungileri oluştururlar. Bununla birlikte, yalancı misel denilen oluşumları gösteren türleri de vardır. Bakterilerden, daha büyük (5-8 µm) oval, uzun, eliptik veya yuvarlak hücre şekilleri ile ayrılırlar.

Küflerde olduğu gibi, mayaların sistematüğini yapmak da zor olmakla birlikte, bu dersin konusu içerisinde gıda mikrobiyolojisi açısından önemli olan mayalar 2 bölüm ve 2 familya altında toplanarak incelenecektir.

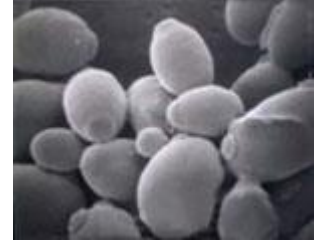
6.2.1. Ascomycotina (bölüm 1)

6.2.1.1. Saccharomycetaceae (familya 1)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Debaryomyces

Askospor ile çoğalan, yuvarlak, kısa veya uzun oval hücrelere sahip mayalardır. Askuslar içerisinde 1, 2 veya 4 askospor içerebilirler. Yalancı misel oluşturabilir ve çok yönlü tomurcuklanma ile çoğalırlar.

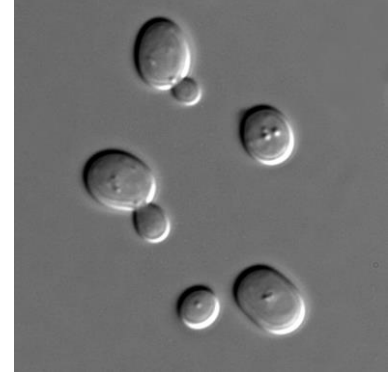


Süt ürünlerinde bulunabilen mayaların en önemlilerindendir. *D. hansenii* en önemli gıda kaynaklı türüdür, %24 tuz konsantrasyonunda ($a_w=0.65$) gelişebilmektedir.

Fermente sosislerde yapışkan viskoz salgı üretirler. Salamura ve peynirlerde gelişebilir, portakal suyu konsantresi ve yoğurtlarda bozulmalara yol açabilirler.

Kluyveromyces

Askospor oluşturan ve çok yönlü olarak tomurcuklanabilen mayalardır. Sporları yuvarlaktır. β -galaktozidaz üretirler ve laktozu da içeren şekerleri fermente ederler.

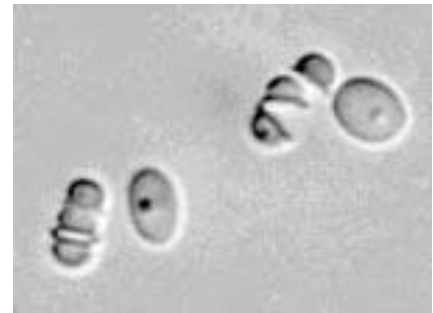


Süt ve ürünlerinde bulunabilen en önemli mayalardan bir tanesi olan, peynirlerde bozulmalara yol açabilen *K. marxianus*'u içermektedir. Ayrıca, *K. fragilis* ve *K. lactis* kırmızı mayasında, *K. fragilis* kefir danesinde bulunmaktadır.

Peyniraltı suyundan laktaz üretimi ve tek hücre proteini üretimi açısından da önem taşırlar. Çeşitli meyveler üzerinde kontamine olarak bulunabilirler.

Pichia

Hücreler çok değişik şekillerde olabilmektedir. Askospor oluşturlar ve askuslarda 1-4 adet spor taşırlar. Sporlar fötr şapka veya saturn şekillidir. Tomurcuklanma çok yönlüdür. Birçok tür yalancı misel oluşturabilir. Gerçek misel oluşturan bazı türler de bulunabilmektedir.



Sıvı besiyerinde yüzeyde kıvrımlı, kuru görünümlü bir zar tabakası oluşturlar.

Dünyanın çeşitli kısımlarında üretilen yöresel gıdaların üretiminde önem taşırlar. Bazıları taze balıklarda, karideslerde bulunurlar. Bir kısmı zeytin salamuralarının üzerinde bulunur ve turşu ve sauerkrautta bozulmalara neden olabilirler.

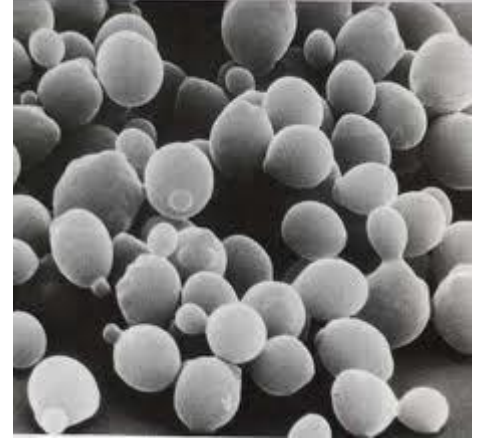
Hansenula

Yuvarlak, oval veya uzun hücrelere sahiptirler. Askospor oluştururlar ve ask içerisinde 1-4 spor taşırlar. Sporları fotr şapka şeklindedir.

Çok yönlü tomurcuklanabilirler. Sıvı besiyerleri üzerinde zar oluşturabilir veya oluşturmazabilirler, %20-24 tuz konsantrasyonuna dahi dayanabilen türleri mevcuttur.

Ayrıca, laktik asiti de parçalayabilirler. Bu özellikleri dolayısı ile, turşu ve zeytin salamurası gibi ortamlarda kolayca çoğalabilir ve asitliğin düşmesine neden olarak bozulmalara sebep olurlar.

Ayrıca, *H. anamola* gibi ozmofilik türleri nedeni ile meyve suyu konsantrelerinin de bozulmasına neden olabilirler.

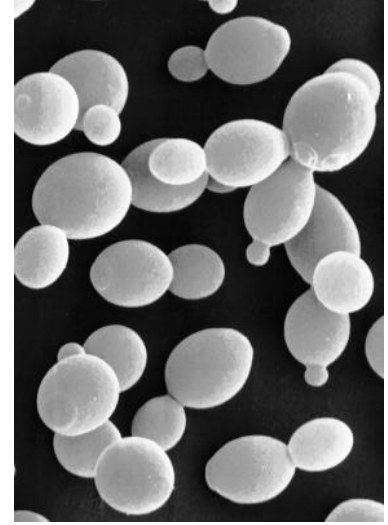


Saccharomyces

Saccharomyces cinsi *Saccharomycetaceae* familyasının karakteristik temsilcisidir. Teknikte maya denildiğinde akla ilk gelen, hatta çoğu kere kastedilen bu cinse ait türlerdir. Hücre morfolojileri çok farklı olabilmekle birlikte, genelde oval, yuvarlak veya uzun hücrelerden oluşurlar.

Çoğalmaları tomurcuklanma ve içerisinde 1-4 adet spor bulunan askların oluşması ile gerçekleşebilir. Askosporlar yuvarlak veya hafif oval şekillidir.

Sıvı besiyerinde çoğalmaları sırasında belirgin bir zar oluşturmazlar. Yalancı misel oluşumu nadirdir. Laktozu parçalayamazlar.



Tabiatla başta üzüm olmak üzere, meyve ve sebzeler üzerinde çok yaygın olarak bulunurlar. Ekmek, bira, şarap ve şampanya mayaları bu cins içerisinde yer almaktadır. *S. cerevisiae* başta bira olmak üzere, ekmek ve alkol üretiminde, *S. carlsbergensis* bira üretiminde, *S. cerevisiae* var. *elipsoides* şarap üretiminde kullanım yönleri ile ekonomik anlamda çok büyük önem taşımaktadır.

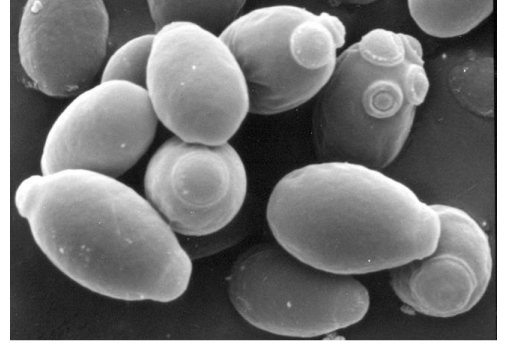
S. cerevisiae birçok üründe bulunabilmesine rağmen nadiren zararlı olmaktadır. Bununla birlikte, *S. pastorianus* birada bozulmalara neden olabilmektedir.

Saccharomyces'ler sıcaklık uygulamasına karşı çok hassas oldukları için, yöntemine uygun sıcaklıkta işlem görmüş ürünlerde problem oluşturmazlar ve gıda sanayiinde daha çok faydalı yönleri ile önem kazanırlar.

Zygosaccharomyces

Çok yönlü tomurcuklanma ve fasulye şekilli askosporlar ile çoğalırlar. Genellikle ask oluşmaz. Şekerleri fermente ederler. Cinsin önemli üyesi, 0.62 a_w değerinde de gelişebilen *Z. rouxii*'dir (önceki isimlendirme *S. rouxii*).

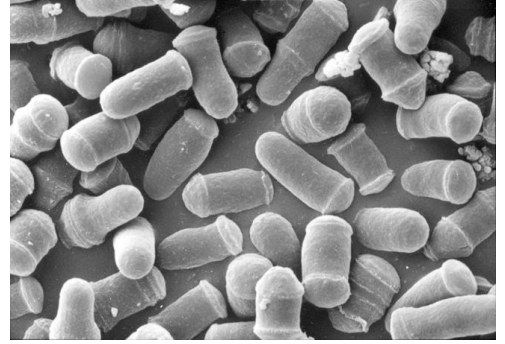
Bazı türler çeşitli uzakdoğu tipi içeceklerin fermantasyonunda kullanılırken, bazıları mayonez ve salata soslarında yaygın bozulmalara neden olabilmektedir. Bu açıdan, 1.8 pH'da gelişebilen *Z. bailii* önem taşımaktadır.



Schizosaccharomyces

Bu cins, hücre şekli, eşeysiz çoğalma şekli ve eşeyli çoğalmada her askus içerisinde 4-8 oval veya fasulye şekilli askospor içermesiyle *Saccharomyces*'lerden kesin olarak ayrılmaktadır. Nadir de olsa gerçek misel ve bunların parçalanması ile artspor oluşumuna rastlanır. Tomurcuklanma olmaz, hücreler enine veya çapraz olarak bölünürler.

Şekerli ürünlerde yaygın olarak bulunur ve bozulmalara neden olurlar.



Şekerli ürünlerde yaygın olarak bulunur ve bozulmalara neden olurlar. *S. pombe* önemli düzeyde alkol üretmesi, ozmofilik olması ve bazı kimyasal preservatiflere dayanıklı olması nedeni ile oldukça önem taşır. Diğer tür *S. octosporus*'ta balda bozulmaya neden olabilecek kadar yüksek şeker konsantrasyonlarında dahi faaliyet gösterebilmektedir.

Torulospora

Daha önce *Saccharomyces* içerisinde sınıflanan 3 tür, günümüzde bu cins içerisinde sınıflanmaktadır.

Çok yönlü tomurcuklanma ve yuvarlak askospor oluşumu ile çoğalırlar. Şekerleri fermente ederler. En yaygın tür *T. delbruckii*'dir.



6.2.2. Deuteromycotina (bölüm 2)

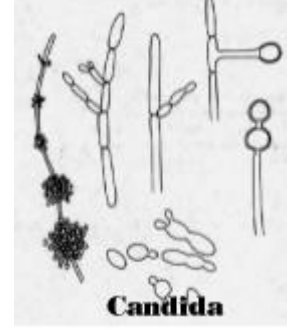
6.2.2.1. Cryptococcaceae (familya 1)

Familyanın önemli cinslerinin temel bazı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Candida

Hücreler çok farklı şekillere sahiptirler. Çoğalma tomurcuklanma veya misellerin parçalanması ile olabilmektedir. Askospor oluşturulmamaktadır. Yalancı misel oluşumu yaygındır. Gerçek misel de oluşturabilirler.

Hidrokarbonlar da dahil birçok C kaynağından faydalanabilirler. Bu cinse ait türlere birçok fermentasyonların florasında rastlanabildiği gibi, cins özellikle yem üretiminde önem taşımaktadır.



Cins üyeleri, taze sığır kıymaları ve kanatlı etlerinde oldukça yaygındır. Genel olarak gıda maddelerinde en yaygın tür *C. tropicalis*'tir. Kakao daneleri, kefir daneleri, biralar ve meyve suları gibi birçok üründe bulunabilmektedirler.

C. albicans insanda ve sıcak kanlı hayvanların mukoz membranlarında normal floranın bir üyesidir. Ancak bazen ağız, vajina ve sindirim sistemi mukozalarında hastalık etmeni olabilmektedir. Ayrıca, kalp, kan ve beyin infeksiyonlarına da neden olabilmektedirler. Patojen özellikleri; diğer hastalıklar, fizyolojik bozukluklar, şişmanlık, alkolizm ve uzun süreli geniş-spektrumlu antibiyotik ve steroid kullanımı ile teşviklenir.

C. lipolitica, tereyağı ve margarinlerin acılaşmasına, mayonezlerin bozulmasına ve diğer bazı mayalar ile birlikte fondan şekerlemeler içerisinde gaz oluşumuna neden olmaktadır.

Bahsedilen zararlı yönlerinin yanı sıra, *C. utilis* gibi, hayvan yemi ve gıda amaçlı protein, intervaz enzimi ve suni bal üretiminde kullanılan türleri de bulunmaktadır.

Rhodotorula

Spor oluşturmazlar. Çoğalmaları çok yönlü tomurcuklanma ile gerçekleştirilir. Yalancı veya gerçek hif oluşturabilirler. Fermentasyon yapamazlar.

Pembeden kırmızıya değişen renk pigmentleri içerebilirler. Çoğunluğu portakal rengi veya alabalık pembesi tonunda renk pigmentleri oluştururlar.

Cins birçok psikrotrof tür içerir ve taze kanatlı etleri, karides, balık ve sığır etinde bulunurlar. Bazı türler tereyağının yüzeyinde gelişebilirler.



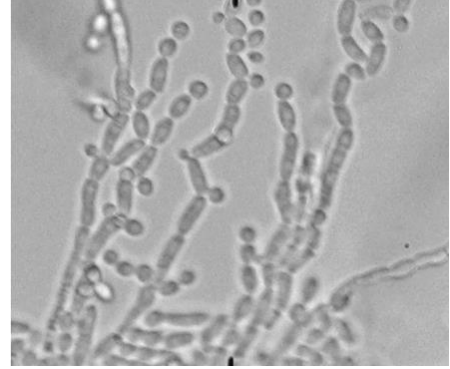
Gıda maddelerinde en yaygın bulunan türleri, *R. glutinis* ve *R. mucilaginosa*'dır. Bunlardan *R. glutinis* yağ sentezleyebildiği için, mikrobiyal yağ üretiminde kullanılmaktadır. Elde edilen yağ daha ziyade hayvan yemlerinde kullanılmaktadır. Yine bu mikroorganizma ve *R. gracilis* β -karotenin sentezinde kullanılabilecek özelliكتedir.

Trichosporon

Spor oluşturmazlar. Tomurcuklanarak veya artrospor ile çoğalırlar. Gerçek misel oluşturmazlar.

Şekerleri fermente etmez veya zayıf fermente ederler. Taze karidesler, sığır kıyması, kanatlı etleri, dondurulmuş kuzu ve diğer gıdalarda bulunurlar.

En önemli türü lipaz üreten *T. pullulans*'tır.

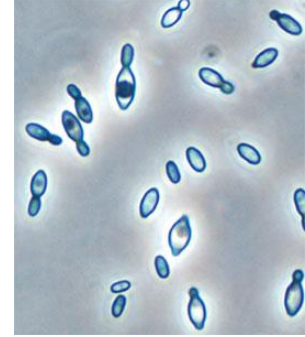


Brettanomyces

Askospor oluşturmaz, tomurcuklanma ile çoğalırlar. Tomurcuklanma terminaldir.

Aerobik şartlarda glukozdan asetik asit üretirler. *B. intermedius* en önemli türdür. 1.8 pH gibi düşük pH'larda gelişebilir.

Bira, şarap, meşrubat ve turşularda bozulmalara yol açabilirler.



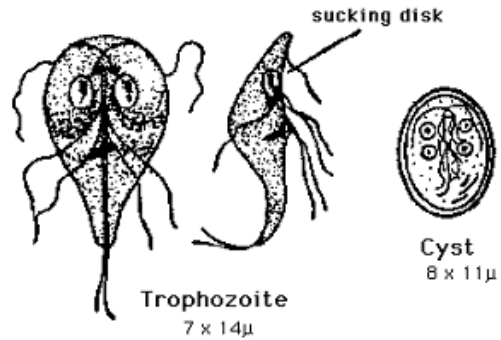
7. Protozoa

Protozoa'lar, alg ve funguslar ile birlikte Protista Alemi içerisinde sınıflandırılmışlardır. Bunlar en küçük ve çok ilkel hayvansal formlardır. Gıdalar ile ilişkili olan formları aşağıda kısaca anlatılmıştır.

7.1. *Giardia lamblia*

Onikiparmak bağırsağı ve ince bağırsağa ait flagellalı protozoalardır ve sularda bulunurlar. Gıda maddelerinde ve suda kist şeklinde bulunurlar.

Beslenmeleri aktif fagositik değil, besin elementlerinin absorpsiyonu ile yapılır. *Giardia*'lar evsahibi dokuda derine nüfuz edemezler. Hastalıkta ishal, karın krampları, mide bulantısına neden olurlar.



Gıda maddelerinden sebzelerde, meyvelerde bulunabilirler, bunlara infekte sular ve taşıyıcılardan bulaşırlar. Gıda hazırlamada kullanılan normal pişirme işlemleri ile inhibe olurlar.

7.2. *Entamoeba histolytica*

İnsanda intestinal bölgede, özellikle kalın bağırsakta yaşayan ve patojen olan bir amiptir.

Ameobik dizanteriye neden olmaktadır. Hastalığa neden olabilmesi için günlük 50 milyon kistin alınması gerekir. Bunun için genellikle hastalık belirtileri göstermezler.

Hastalık mukusun azalması, kanlı dışkı, kalın bağırsakta ülserizasyon ile başlar ve birkaç hafta sonra ishal, karın ağrısı, ateş ve kusma görülür.

Bunlar aerotolerans anaeroburlar ve aktif harekete sahiptirler. Yalancı ayakları vasıtası ile kırmızı kan hücrelerini fagosite eder ve sindirirler.



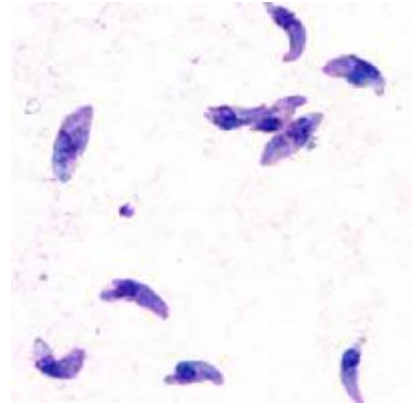
Çoğunlukla fekal-oral yol ile bulaşırlar. İnsanlara bulaşmasında temel rol oynayan etkenler; Kistli dışkıyla kirlenmiş yiyecek ve içecekler, taşıyıcı insanlar, insan dışkısının toprak gübresi olarak kullanıldığı bölgelerde yetiştirilen sebzeler, su kaynaklarının kirlenmesi ve sineklerin kistleri besinlere bulaştırması ve gıdaların elle işlenmesidir

Ellerde 5 dakikalık bir süre ve tırnak içlerinde 45 dakikaya kadar canlı kalabilir. Kurutma ve 55°C'den yüksek sıcaklıklarda yok edilir. -10°C ile -15°C'de 24 saat sonra kistler ölür. Kurutulmuş gıdalarda kısa bir süre canlı kalabilen kistler yoğurta 4°C'de 15 güne kadar canlı kalabilir.

7.3. *Toxoplasma gondii*

Toxoplasmosis hastalığına neden olan, zorunlu hücre içi paraziti olan protozoalardır. Evcil ve yabani kediler bunların konukçuları ve insanlara bulaşmasında en önemli kaynaktır.

Gametlerin oluşumu ve sporogoni kedigillerin ince bağırsak epitel hücreleri içinde gerçekleşir. Ookistler dışkıyla kedi bağırsağından dışarı atılır. Kedigillerden olmayan memelilerin ya da kuşların ookistleri yemesi durumunda parazit bunların dokularında da çoğalarak tüm vücuda yayılır.



Ookistlerin bitkilere ulaşmaları halinde ruminant hayvanlar için; dolayısıyla onların etini tüketen insanlar için ciddi bir tehlike söz konusudur. Enfekte bitkilerin (sebze-meyve) doğrudan tüketilmesiyle de hastalığın insana geçişi kolaylaşmaktadır.

Erişkinlerde *T. gondii* enfeksiyonu, olguların yaklaşık %80'inde belirtisiz seyreder ya da yalnızca hafif bir genel halsizlik durumuna ve boyun lenf bezlerinde büyümeye yol açar. Hastalık gebelik sırasında bulaşırsa, parazit embriyoya da geçerek, embriyonun özellikle beyin dokusunda ve gözlerinde lezyonlara yol açabilir.

Bu organizma 60°C'nin üzerine ısıtılarak veya dondurularak öldürülebilir. Ancak, gıda maddelerinin dondurulması sırasında kistler inaktif olmayabilir.

7.4. *Cryptosporidium parvum*

İshale neden olan 4 önemli etkenden birisidir. Fekal-oral yol ile bulaşma önemlidir. Gıdalar ve özellikle süt ile indirek bulaşması mümkündür.

İntrasellüler-ekstrastoplazmik kok şeklinde protozoalardır. Hayat siklusunu bir konakçıda tamamlar.

Pastörize sütlerde ve dondurulmuş gıdalarda inaktiftirler. 60°C'nin üzerinde ve -20°C'nin altındaki sıcaklıklarda kistleri de dahil inaktif hale gelirler.



8. Virüsler

Gıda maddelerinde rastlanabilen önemli virüsler 4 grup altında incelenebilir.

8.1. SRSV Grup

SRSV grup içerisindeki virüsler genelde virion olarak tanımlanırlar. İnvitro olarak kültivasyonu zordur. İnsanda tipik mide bulantısı, kusma, sırt ağrısı, sıkıntı ve düşük seviyede ateşe neden olur. Aynı zamanda çoğunlukla hafif ishale de neden olabilir.

SRSV'nin gıda kaynaklı zehirlenmeye neden olmasında en önemli kaynak deniz ürünleridir. Çiğ veya tam pişirilmeden yenen bulaşık deniz ürünleri hastalığa sebep olabilirler. Fekal kirlenme olmuş bölgelerde avlanan ve özellikle suları filtre ederek beslenen istiridye gibi deniz ürünlerinde önemli sayılarda bulaşık olarak bulunabilirler. Bununla birlikte bu virüsler gıda maddelerinde çoğalamazlar.

8.2. SRV Grup

SRSV'lerden daha küçük virüslerdir. Hastalığa neden olan dozları düşüktür. İnsanlara çiğ veya tam pişirilmemiş istiridyelerden bulaşabilmektedir.

8.3. Rotavirüs

Genellikle kış hastalığı olarak bilinir ve sonbahar ile ilk kış aylarında yaygındır. Çift zincirli RNA ve kapsid içerir. Deride pul şeklinde dökülmeye, ince bağırsak mukozasındaki hücrelerin farklılaşarak bozulmasına ve ince bağırsak villuslarının zafiyete uğramasına neden olur. İshal de görülebilir.

Fekal bulaşık gıdalar özellikle deniz ürünleri ve su ile insanlara bulaşır.

8.4. Astrovirüs ve Diğerleri

Tek zincirli RNA virüsleridir. Bu virüsler, normal ve ishal dışkısında bulunurlar. Yetişkinlerde gastroenteridite neden olabilmektedirler. Özellikle anaokulu ve öncesi yaştaki çocuklarda önem taşırlar.