**LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ**

Mikrobiyoloji bilim dalının doğuşu ile birlikte, gıda endüstrisinde ekonomik öneme sahip olarak bilinen laktik asit bakterileri ile ilgili çalışmalar da başlamıştır.

LAB bugün endüstriyel olarak önem arz eden başlıca bakterilerdir. Gıda üretimi, sağlığı düzenleme, makromoleküller, enzim ve metabolitlerin üretiminde kullanılmaktadır.

LAB, et ve balık ürünleri (örn., sucuk), süt ürünleri (örn., yoğurt, kefir), tahıl ürünleri (örn., ekmek, boza), şarap ve sebzeler (örn., lahana ve salatalık turşusu) gibi pek çok gıdada ya spontan kültür olarak veya starter kültür olarak ilave edilmesi suretiyle gıdaların olgunlaştırılmasında, üretiminde ve dayanıklılığının arttırılmasında önemli rol oynarlar.

Ayrıca bozulmuş pişirilmiş etlerden sıklıkla, *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus* ve *Leuconostoc mesenteroides*, depolanmış et ürünlerinden *Lactobacillus* spp, *Leuconostoc* spp, *Weissella viridescens*, *Carnobacterium divergens* tespit edilmiştir.

**İsimlendirme ve Sınıflandırılmaları**

LAB ilk kez sütü fermente ve koagüle etme özellikleri nedeniyle koliform bakterilerle bir grup olarak tanımlanmıştır. 1901 yılında Gram pozitif olarak tanımlanması ile koliform bakteriler, LAB grubundan ayrılmıştır.

İlk kez 19. yüzyıl sonlarında süt ve süt ürünlerinde fermantasyona yol açan bakteriler; laktik asit bakterileri olarak isimlendirilmiş ve daha sonraki yıllarda Lactobacillaceae familyası içinde sınıflandırılmışlardır.

LAB’ın ilk sınıflandırması Orla-Jensen tarafından 1919 yılında, morfolojik, ekolojik ve özellikle optimal üreme sıcakları başta olmak üzere fizyolojik özelliklerine göre yapılmıştır. Takip eden yıllarda da ilave fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin (örn., pH değeri ve tuz konsantrasyonlarında gelişim ve karbonhidrat katabolizması) incelenmesini içeren fenotipik özelliklere dayanan yöntemler kullanılmıştır. Bundan dolayı ilk başlarda LAB dendiğinde *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus, Leuconostoc* ve *Pediococcus*’lar anlaşılmaktaydı.



Bakterilerin taksonomisi ve bilimsel adlandırılmasında değişimler sürekli olmasına karşın son 20-30 yıldaki değişimler dikkat çekicidir. Son yıllarda genetik çalışmalar sonucu ortaya çıkan sınıflandırmada gıdalarda önem arz eden başlıca LAB’leri:

*Carnobacterium, Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Oenococcus, Pediococcus, Streptococcus, Tetragenecocus, Vagococcus* ve *Weissella* olarak bildirilmiştir.

**LAB’İN YENİ SINIFLANDIRMASI**

**Bölüm I**

 **Familya:** **Aerococcaceae**

 Cins: Abiotrophia

 Cins: Aerococcus

 Cins: Facklamia

 Aerococcaceae’nın minör cinsleri: Dolosicoccus, Eremococcus, Globicatella, Ignavigranum

**Bölüm II**

 **Familya: Carnobacteriaceae**

 Cins: Carnobacterium

 Cins: Marinilactibacillus

 Cins: Trichococcus

 Cins: Alkalibacterium

Carnobacteriaceae’nın minör cinsleri: Allofustis, Alloiococcus, Atopobacter, Atopococcus, Atopostipes, Bavariicoccus, Desemzia, Dolosigranulum, Granulicatella, Isobaculum and Lacticigenium

**Bölüm III**

 **Familya: Enterococcaceae**

 Cins: Enterococcus

 Cins: Tetragenococcus

 Cins: Vagococcus

 Enterococcaceae’nın minör cinsleri: Catellicoccus, Melissococcus ve Pilibacter

**Bölüm IV**

 **Familya: Lactobacillaceae**

 Cins: Lactobacillus

 Cins: Paralactobacillus

 Cins: Pediococcus

**Bölüm V**

 **Familya: Leuconostocaceae**

 Cins: Fructobacillus

 Cins: Leuconostoc

 Cins: Oenococcus

 Cins: Weissella

 Cins: Lactococcus

**Bölüm VI**

 **Familya: Streptoccaceae**

 Cins: Lactovum

 Cins: Streptococcus

**Bölüm VII (Fizyolojik olarak ilişkili cinsler):**

 Cinsler: Bifidobacterium, Parascardovia and Scardovia

 Cinsler: Sporolactobacillus

 Cinsler: Bacillus, Geobacillus and Halobacillus

 Cinsler: Halolactibacillus and Paraliobacillus

Son yapılan çalışmalarda Lactobacillus cinsi içinde gruplanan bakterilerin çoğu için isim değişiklikleri duyurulmuştur. Bunun nedeni olarak son yıllarda Lactobacillus cinsine 250'den fazla tür atanması ve bu haliyle orijinal cinsin çok farklı türleri içermesinden dolayı yeni bir sınıflandırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Bu gereklilik sonucu Lactobacillus cinsi yakın zamanda bir grup bilim insanı tarafından 25 cinse göre yeniden sınıflandırılmıştır.

Günümüzde Lactobacillus cinsi eski Lactobacillus delbrueckii grubu ile sınırlı kalmıştır. Laktik asit bakterilerinin son yapılan çalışmalar sonunda kabul gören (geçerli) en son sınıflandırması da şu şekilde verilmiştir.:

**Familya *Lactobacillaceae***

|  |  |
| --- | --- |
| [**Acetilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/acetilactobacillus) | [**Lapidilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/lapidilactobacillus) |
| [**Agrilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/agrilactobacillus) | [**Latilactobacillus**  Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/latilactobacillus) |
| [**Amylolactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/amylolactobacillus) | [**Lentilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/lentilactobacillus) |
| [**Apilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/apilactobacillus) | [**Levilactobacillus**  Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/levilactobacillus) |
| [**Bombilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/bombilactobacillus) | [**Ligilactobacillus**  Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/ligilactobacillus) |
| [**Companilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/companilactobacillus) | [**Limosilactobacillus**  Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/limosilactobacillus) |
| [**Dellaglioa** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/dellaglioa) | [**Liquorilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/liquorilactobacillus) |
| [**Fructilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/fructilactobacillus) | [**Loigolactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/loigolactobacillus) |
| [**Furfurilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/furfurilactobacillus) | [**Paucilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/paucilactobacillus) |
| [**Holzapfelia** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/holzapfelia) | [**Pediococcus**  Claussen 1903](https://lpsn.dsmz.de/genus/pediococcus)  |
| [**Lacticaseibacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/lacticaseibacillus) | [**Schleiferilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/schleiferilactobacillus) |
| [**Lactiplantibacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/lactiplantibacillus) | [**Secundilactobacillus** Zheng et al. 2020](https://lpsn.dsmz.de/genus/secundilactobacillus) |
| [**Lactobacillus** Beijerinck 1901](https://lpsn.dsmz.de/genus/lactobacillus) |   |

**Familya *Streptococcaceae***

|  |
| --- |
| [***Floricoccus Chuah et al. 2017***](https://lpsn.dsmz.de/genus/floricoccus) |
| [***Lactococcus Schleifer et al. 1986***](https://lpsn.dsmz.de/genus/lactococcus) |
| [***Lactovum Matthies et al. 2005***](https://lpsn.dsmz.de/genus/lactovum) |
| [***Streptococcus Rosenbach 1884***](https://lpsn.dsmz.de/genus/streptococcus)  |

***Familya Leuconostocaceae***

|  |
| --- |
| [***Convivina Praet et al. 2015***](https://lpsn.dsmz.de/genus/convivina) |
| [***Fructobacillus Endo and Okada 2008***](https://lpsn.dsmz.de/genus/fructobacillus) |
| [***Leuconostoc van Tieghem 1878***](https://lpsn.dsmz.de/genus/leuconostoc)  |
| [***Oenococcus Dicks et al. 1995***](https://lpsn.dsmz.de/genus/oenococcus) |
| [***Weissella Collins et al. 1994***](https://lpsn.dsmz.de/genus/weissella) |

***Familya Enterococcaceae***

|  |
| --- |
| [***Bavariicoccus Schmidt et al. 2009***](https://lpsn.dsmz.de/genus/bavariicoccus) |
| [***Catellicoccus Lawson et al. 2006***](https://lpsn.dsmz.de/genus/catellicoccus) |
| [***Enterococcus (ex Thiercelin and Jouhaud 1903) Schleifer and Kilpper-Bälz 1984***](https://lpsn.dsmz.de/genus/enterococcus) |
| [***Melissococcus corrig. Bailey and Collins 1983***](https://lpsn.dsmz.de/genus/melissococcus) |
| [***Pilibacter Higashiguchi et al. 2006***](https://lpsn.dsmz.de/genus/pilibacter) |
| [***Tetragenococcus Collins et al. 1993***](https://lpsn.dsmz.de/genus/tetragenococcus) |
| [***Vagococcus Collins et al. 1990***](https://lpsn.dsmz.de/genus/vagococcus) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Eski Sınıflandırmada İsmi*** | ***Yeni Sınıflandırmada İsmi*** | ***Kısaltılmış ismi*** |
| **Probiyotikler** |  |  |
| ***Lactobacillus brevis*** | ***Levilactobacillus brevis*** | ***L. brevis*** |
| ***Lactobacillus casei*** | ***Lacticaseibacillus casei*** | ***L. casei*** |
| ***Lactobacillus fermentum*** | ***Limosilactobacillus fermentum*** | ***L. fermentum*** |
| ***Lactobacillus paracasei*** | ***Lacticaseibacillus paracasei*** | ***L. paracasei*** |
| ***Lactobacillus plantarum*** | ***Lactiplantibacillus plantarum*** | ***L. plantarum*** |
| ***Lactobacillus reuteri*** | ***Limosilactobacillus reuteri*** | ***L. reuteri*** |
| ***Lactobacillus rhamnosus*** | ***Lacticaseibacillus rhamnosum*** | ***L. rhamnosus*** |
| **Starter kültürler** |  |  |
| ***Lactobacillus acidophilus*** | ***Lactobacillus acidophilus*** | ***L. acidophilus*** |
| ***Lactobacillus casei*** | ***Lacticaseibacillus casei*** | ***L. casei*** |
| ***Lactobacillus curvatus*** | ***Latilactobacillus curvatus*** | ***L. curvatus*** |
| ***Lactobacillus delbrueckii*** | ***Lactobacillus delbrueckii*** | ***L. delbrueckii*** |
| ***Lactobacillus fermentum*** | ***Limosilactobacillus fermentum*** | ***L. fermentum*** |
| ***Lactobacillus helveticus*** | ***Lactobacillus helveticus*** | ***L. helveticus*** |
| ***Lactobacillus plantarum*** | ***Lactiplantibacillus plantarum*** | ***L. plantarum*** |
| ***Lactobacillus sakei*** | ***Latilactobacillus sakei*** | ***L. sakei*** |

**TEMEL ÖZELLİKLERİ**

Laktik asit bakterileri morfolojik açıdan farklıdırlar. Kok veya kısa-uzun çubuktan oluşurlar. Farklı uzunlukta zincir şeklinde bulunurlar. Familya üyeleri fizyolojik açıdan oldukça benzerdirler. Tüm üyeler; gram-pozitif ve katalaz-negatif reaksiyon verirler (düşük oranda şeker ihtiva eden ortamda pseudokatalaza sahip suşlar görülebilir). Fakültatif anaerobiktirler. Sporolactobacillus inulinus türü hariç hiçbiri spor oluşturmaz. Bazı istisnalar hariç hareketsizdirler ve tek düzlemde bölünürler.

Laktik asit bakterileri, Gram- pozitif bakteriler içerisinde en düşük düzeyde guanin-sitozin (G+C) oranına sahiptir. DNA’ları 1.8Mb (*Oenococcus oeni*) ve 3.3Mb (*Lactobacillus plantarum*) arasında değişmektedir. Laktik asit bakterileri; mutlak fermantatiftirler ve asıl fermantasyon ürünü olarak laktik asit üretmektedirler.

Laktik asit bakterilerinin doğal ortamları:süt ve süt ürünleri, fermente gıdalar, taze veya çürümüş bitkiler, insan ve hayvanların bağırsak mukoza içerikleridir. Çeşitli gıdalarda doğal olarak bulunan ve starter kültür olarak kullanılan birçok laktik asit bakterisinin, gıdayı bozucu mikroorganizmalar veya gıda kaynaklı patojenleri ihtiva eden bir grup mikroorganizmaya karşı antagonistik aktivite gösterdiği bilinmektedir.

**LAB’nin antagonistik aktivitesi farklı mekanizmalar ile gerçekleşmektedir:**

1. Karbonhidratları fermente etmeleri sonucu; laktik asit ve asetik asit gibi organik asitler üretilmekte ve ortamın pH’sı düşmektedir. Gıdalarda bulunan birçok mikroorganizma, bu üretilen organik asitlere karşı hassastır ve sonuçta laktik asit bakterilerinin düşürdüğü pH’yı da tolere edememektedirler.

2. Aerobik gelişme esnasında üretilen hidrojen peroksit (H2O2), birçok mikroorganizma üzerinde inhibitör etki gösterebilmektedir.

3. LAB tarafından üretilen bakteriyosin veya bakteriyosin benzeri metabolitler özellikle üretici bakteriye yakın ilişkili bakteriler üzerinde bakteriyosidal aktivite göstermektedirler.

4. LAB tarafından üretilen diasetil, alkol ve CO2 gibi metabolitler de, bazı mikroorganizmalar üzerinde inhibitör etki gösterebilmektedir.

Tüm bu bileşenler ayrı ayrı inhibitör etkiye sahip olmasına rağmen diğer mikroorganizmalara karşı antagonistik etki, bunların kombinasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Laktik asit bakterileri, fermentasyon esnasında glukozun parçalanması sonucu oluşan ürünlerin miktarına ve cinsine göre iki ana gruba ayrılmaktadır: Homofermentatif ve Heterofermentatif laktik asit bakterileri.

Homofermentatif laktik asit bakterileri; fermentasyon sonucunda sadece laktik asit oluştururlar.

(C6H12O6 → 2(CH3-CHOH-COOH)

Heterofermentatif laktik asit bakterileri; laktik asitin yanında yüksek oranda etanol, asetik asit, gliserol, mannitol ve fruktoz da oluştururlar.

***Streptococcaceae* Familyası**

**Streptococcus**

Gr(+), katalaz (-), küresel veya oval, genellikle hareketsiz, fakültatif anaerobik, bazen gelişimleri için karbondiokside ihtiyaç duyan, bazen de anaerobik ortamda gelişebilen mikroorganizmalardır. Optimum üreme sıcaklıkları 37ºC’dir.

*Streptococcus* cinsi morfolojik, serolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerine göre:

*S*. *pneumonia*, *S*. *pyogenes*, ve *S*. *agalactia* gibi patojen mikroorganizmaları, *S*. *faecalis*, *S*. *faecium* gibi intestinal bakterileri ve *S*. *cremoris* ve *S*. *lactis* gibi starter bakterileri içermektedir.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| http://microbewiki.kenyon.edu/images/0/05/Strep.jpg | http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS_O2yZQkxvK-SK2x9J3YWpLoUkN4QeNJruxsenbZhgPXmbhdWnbIubf4z- | http://www.sciencephoto.com/image/13021/large/B2360144-Streptococcus_bacteria-SPL.jpg |

16S rRNA üzerine yapılan gen dizinlerinin tespit edilmesi ile streptokoklar genetik olarak farklı üç gruba ayrılmıştır. Bunlar; *Streptococcus*, *Enterococcus, Lactococcus*

*Streptococcus* cinsi içerisinde kalan türler patojenik ve oral streptokokları içermektedir. *S*. *thermophilus* yoğurt ve peynir yapımında starter kültür olarak kullanıldığı için bu cins diğerlerinden hariç tutulabilir. *S*. *thermophilus*’un taksonomisi hala tartışmalıdır.

**Lactococcus**

*Lactococcus*’un zaman zaman düz uzun zincir görüntüsü (kokobasil) laktobasil olarak yanlış yorumlanmasına yol açabilmektedir.

1985 yılında Lancfield grup N laktik streptokokların önemli bir kısmı *Lactoccoccus* cinsine devredilmiştir. *Lb*. *xylosus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis,* *Lb*. *hordniae* ise *Lc*. *lactis* subsp. *hordniae* şeklinde yeniden sınıflandırılmıştır.

*Lactococcus* cinsi oldukça fazla ve çok yaygın bilinmeyen türler içermektedir: Sığır mastitisinde rol oynayan *Lc*. *garvieae*, somon balıklarında bulunan *Lc. piscium*, dondurulmuş bezelyede *Lc*. *plantarum* ve çiğ sütte *Lc*. *raffinolactis* ve *Lc*. *lactis*’in alt türleri ekonomik öneme sahiptirler.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| http://www.optibacprobiotics.co.uk/uploads/lc-lac.jpg | http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQnZRU-KJ0l0zu8zQTdniQl_dzOzSGteY2XwmQY47JkvxgJcWps | http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQB65ao8UahTR_D9jy1S2nboMUWLhD6SksP_lPeXhBAiDnTH65IkA |

Sitratı kullanarak diasetil üreten *S*. *diacetylactis*, *Lc*. *lactis* subsp. *diactylactis* olarak sınıflandırılmıştır. Sitrat kullanımı bu bakterilerde stabil bir durum olmadığı için bu bakteri, fermente süt ürünlerinde çok yaygın bir kullanımı olan *Lc*. *lactis* subsp. *lactis* ve *Lc*. *lactis* subsp. *cremoris*’in bir varyetesi olarak klasifiye edilmiştir.

*Lactococcus lactis*’in varyeteleri lantibiotic, nisin gibi önemli bakteriosinleri üretirler.

***Enterococcaceae* Familyası**

**Enterococcus**

10–45ºC sıcaklıklarda, pH 9,6’da, %6,5 NaCl’de üreyebilirler. Katalaz (-) özellik yansıtmalarına rağmen bazı türleri yalancı katalaz aktivitesi verebilir. Fakültatif anaerob bakterilerdir.

*Enterococcus* cinsi ilk defa 1899 yılında intestinal orjinli olduğu için, enterekok olarak tanımlanmıştır. Andrewes ve Horder 1906 yılında endokarditisli bir hastadan izole edilen bu bakteri için *S*. *faecalis* adını kullanmıştır. Klina 1970 yılında *S*. *faecalis* ve *S*. *faecium* için *Enterococcus* cinsini önermişse de, bu 1984 yılında Scheilfer ve Kilpper-Balz tarafından yapılan öneriye kadar kabul görmemiştir.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTCRopEBJzhcVBsOBNvoheWOKm_7-IXrM0Xg9wZCk0vpacMZkH6 | http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQXwr6qWE0srujsgPZQLQ8SnsUhR52UHBFiysCpEJS2A9wbSWFK | http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRFMNS1075KO9wESrgX5dq_ctDS2UITIU2WG2Uqmj7VxI16uDNh |

*Enterococci*, özellikle de *E*. *faecalis* endokarditis, üriner sistem ve hastane enfeksiyonlarında yer alır. *E*. *faecium* enterokokal enfeksiyonların yalnızca %20’sinde bulunur. Enterokokların gıda ve halk sağlığı açısından önemleri; muhtemel gıda kaynaklı hastalıklarda yer almaları yanında gıda güvenliğinde indikatör olarak kullanılmalarından kaynaklanmaktadır.

Enterokoklar aynı zamanda bazı gıdalarda starter kültür olarak kullanılırlar. Ticari probiyotik olarak kullanılmaları da mevcuttur. *E*. *faecium* Kuzey Avrupa’da üretilen bazı peynirlerin fermentasyonuyla ilişkilidir.

Son tanımlanan *Enterococcus* cinslerinden *E*. *durans* ve *E*. *flavescens* klinik orijinlidir. Dolayısıyla gıdalardaki enterokoklar yorumlarken azami dikkat sarf edilmelidir.

**Tetragenococcus**

*Pediococcus* cinsinin 16S rRNA ile yapılan filogenetik çalışmaları sonucunda, *P*. *halophilus* diğer pediokoklardan ayrılarak yeni bir cins olan *Tetragenococcus* cinsine sınıflanmıştır.

Bu cins *Enterococcus* ve *Carnobacterium*’a yakın bulunmuştur. *Pediococcus halophilus* %18 tuz konsantrasyonunda üreyebilen bir bakteridir.



**Vagococcus**

Tavuk dışkısından ve nehir suyundan izole edilen hareketli grup N streptokoklar *Vagococcus fluvialis* olarak isimlendirilmiştir. Hasta somon balıklarından *V*. *salmoninarum* adlı yeni bir tür izole edilmiştir. 16S rRNA ile yapılan filogenetik çalışmalar sonucu:

Hareketli grup N streptokokların, *Streptococcus* ve *Lactococcus*’dan daha çok *Enterococcus*, *Carnobacterium* ve *Listeria*’ya yakın olduğu ortaya konmuştur.



**Carnobacteriaceae Familyası**

**Carnobacterium**

Bu cins 1987 yılında Collins ve ark. tarafından önerilmiştir. Thorney, soğukta muhafaza edilen kanatlı etlerinde Gram (+), katalaz (-), spor oluşturmayan bakteriler tespit etmiştir. Benzer grup bakteriler vakum paketlenmiş soğukta depolanan etlerde de tespit edilmiş ve asit oluşturmayan laktobasiller olarak tanımlanmıştır.

Asit oluşturmayan bu bakterilerin iki grubu önce *Lb*. *divergens* ve *Lb*. *carnis* yeni tür olarak önerilmiştir. Yapılan filogenetik çalışmalarda *Carnobacterium* cinsi önerilmiştir. Carnobacterium’larlaktobasillerle birlikte izole edilse de filogenetik olarak *Enterococcus* ve *Vagococcus*’a daha yakın olarak bulunmuştur.

*Carnobacterium*’ların kırmızı et, kanatlı eti ve balık eti dışında diğer gıdalarda nadir de olsa varlığı bildirilmiştir. *C*. *piscicola* ve *C*. *divergens*’in küfle olgunlaştırılan peynirlerde dominant mikroflora olduğu saptanmıştır.

|  |  |
| --- | --- |
| http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTxmUQI8qSqQ4afNKSrbqvLJG4J3LOasTwDoIXKd49kBwNFxmIdLw | http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQPF6dZeFLJYJZwF6B1MsG0UD_ivHZvj3ERrbz0-5H-GuTSfMq2 |

***Lactobacillaceae Familyası***

**Lactobacillus**

Lactobacillus cinsindaki mikroorganizmalar basil şeklinde, Gr (+), spor oluşturmayan ve katalaz (-) bakterilerdir. Çoğu Lactobacillus suşu pentozları fermente etmez ve hiçbiri pentoz-fosfat yolu veya piruvat format liyaz yolu için genleri kodlamaz. Cinsin düzeltilmiş tanımı, daha önce L. delbrueckii grubuna atanan tüm organizmaları içermektedir.

Lactobacillus türleri, nispeten geniş bir karbonhidrat grubunu fermente etmektedir. Hücre dışı fruktanları, nişastayı veya glikojeni fermente edebilen suşa özgü yeteneğe sahip olanlar bulunmaktadır. Bağırsak habitatlarında bulunan Lactobacillus türleri genellikle heterofermentatiflerdir.

Lactobacillus türleri, bağırsak ve vajinal ekosistemlerdeki ilişkilerine ek olarak, süt ve tahıl fermantasyonlarında sıklıkla bulunur ve fermente süt ürünlerinin üretimi için yaygın olarak starter kültürleri olarak kullanılırlar. Lactobacillus cinsinin tip türü *L. delbrueckii'*dir. *L. delbrueckii, L. leichmannii, L. lactis* ve *L. bulgaricus* arasında yüksek fenotipik ve genotipik benzerlikler bulunur. Tüm türler d (-) laktik asit üretir.

*L. delbrueckii* subsp*. bulgaricus* glukoz, fruktoz, mannoz ve laktozu metabolize eder, ancak sükrozu edemez. Yoğurt ve peynirlerin üretiminde önemli bir starter kültürdür. *L. delbrueckii* subsp. *delbrueckii* glikoz, sükroz, fruktoz ve manozu metabolize eder, ancak laktozu etmez. Sebze, ekşi tahıl püreleri ve fermente edilmiş tahıllardan izole edilmiştir. *L. delbrueckii* subsp. *lactis,* daha önce *L. lactis ve L. leichmannii* olarak adlandırılan suşları içerir. *L. delbrueckii subsp. lactis glikozu* d (-) laktik aside fermente eder. Ayrıca sükroz, früktoz, mannoz, maltoz ve trehalozu da metabolize eder. Süt, peynir, yaş ekmek mayası ve tahıl ezmesinden izole edilmiştir.

*Lactobacillus acidophilus* selobiyoz, galaktoz, laktoz, maltoz, mannoz, sukroz ve trehalozdan dl-laktik asit üretir. Belirli suşları probiyotik olarak kullanılır. İnsan ve hayvanların bağırsak yolundan, insan ağzından, insan vajinasından, maya ve şaraptan izole edilmiştir.

*Lactobacillus johnsonii* suşları glikoz, mannoz, galaktoz, maltoz, sukroz ve fruktozu fermente eder ve dl-laktik asit üretir. İnsanların bağırsak ve vajinasından; kuşların, kemirgenlerin, buzağıların ve domuzların dışkılarından ve tip II ekşihamurlardan izole edilmiştir.

*Lactobacillus gasseri* suşlarının tümü glikoz, mannoz, galaktoz, maltoz, sukroz ve fruktoz fermente eder ve dl-laktik asit üretir. Kadınların alt genital yolundaki baskın türlerden biridir. Ayrıca insan ağzı ve sindirim sistemi ile hayvanların bağırsaklarından izole edilmiştir. Ayrıca yaralarda, idrarda, kanda, çürük dentininde ve septik enfeksiyonlardan muzdarip hastaların irininde bulunur.

*Lactobacillus helveticus,* glukoz galaktoz, laktoz, mannoz ve trehalozdan dl-laktik asit üretir. Tavuğun ana mikrobiyomunun bir parçasıdır. Aynı zamanda ekşi süt, peynir başlangıç kültürleri, peynirden (özellikle Emmental ve Gruyère) ve domates posası ve silajdan da izole edilmiştir.

*Lactobacillus amylovorus* selobiyoz, fruktoz, galaktoz, glikoz, maltoz, mannoz, sukroz, nişasta ve trehalozdan d (-) ve l (+) laktik asit üretir. Nişastayı fermente etme yeteneği ile hücre dışı amilolitik bir enzimin varlığı ayırt edici özellikleridir. Maksimum 45-48 °C'de gelişir. Domuz bağırsak mikrobiyotasının karakteristik bir temsilcisidir. Ayrıca ekşihamur ve sığır atığı-fermante mısırdan izole edilmiştir.

***Amylolactobacillus***

Amylolactobacillus nişastayı fermente eden laktik asit bakterisidir. Amylolactobacillus suşları, tek başına ve kısa zincirler oluşturan, hareketsiz, Gram pozitif, katalaz negatif, oksidaz negatif, spor oluşturmayan ince çubuklardır (0,5–0,9 μm genişliğinde ve 1,2–3 μm uzunluğundadır).

Amylolactobacillus türleri homofermentatiftir ve hücre dışı amilolitik enzim aktivitesi gösterirler. Tip türü, *Amylolactobacillus amylophilus'*dur.

*A. amylophilus* nişastayı l(+) laktik aside fermente eder. Fruktoz, galaktoz, glikoz, mannoz ve maltozu metabolize eder. Domuz atığı-mısır fermantasyonundan, mısır nişastası işleyen endüstriyel atıklardan ve kocho (Ensete ventricosum) ekmeğinden izole edilmiştir.

***Holzapfelia***

Holzapfelia suşları, Gram pozitif, çubuk şeklinde, katalaz negatif, homofermentatif ve aerotoleranttır. Cinsin tip türü dağ çiçeklerinden izole edilmiş, diğer türler arı larvalarında belirlenmiştir. *H. floricola* 15°C'de gelişir, 37°C'de gelişmez. *Glukoz ve fruktoz, fermente edilen tek karbonhidrattır. Organizmanın genomik ve fizyolojik özelliklerinin yanı sıra izolasyon kaynakları, cinsin böcek ve çiçeklerle ilişkili bir yaşam tarzına işaret etmektedir.*

***Bombilactobacillus***

Bombilactobacillus türleri, bal arılarının midesi ve bombus arılarının arka bağırsaklarından izole edilmiştir. Bombilactobacillus türleri, homofermentatif ve termofiliktirler. Diğer böceklerle ilişkili laktobasillere kıyasla dar bir karbonhidrat spektrumunu fermente ederler.

***Companilactobacillus cinsi***

Companilactobacillus türleri tahıl ve sebze fermantasyonlarında diğer lactobacillerle, özellikle heterofermentatif organizmalarla birlikte bulunurlar. Gram pozitif, homofermentatif ve spor oluşturmayan çubuklardır.

Companilactobacillus suşları fermente sebzeler (özellikle fermente hardal veya yeşil soğan), meyveler, ekşi hamur veya ilgili tahıl fermentasyonları, sosis veya et ürünleri ile fermente bir süt ürününden izole edilmiştir. Companilactobacillus, bu fermentasyonların hiçbirinde baskın değildir, ancak tip I ekşi mayalar ve fermente hardal veya yeşil soğanda sürekli olarak; et, salamda ara sıra izole edilmektedir.

Sıcaklık istekleri değişkendir. Tüm suşlar 25 ila 30°C arasında gelişir. Türlerin çoğu 15°C'de; bazı türler de 45°C'de gelişir. Companilactobacillus türe veya suşa özgü olarak pentozların fermante ederler. Companilactobacilli'nin ekolojisi veya yaşam tarzıyla ilgili bilgiler azdır.

*Companilactobacillus alimentarius;* 15-37°C arasında gelişen ve karbon kaynağı olarak pentozlar, heksozlar ve disakkaritleri kullanan türdür. Marine edilmiş balık ürünleri ve yemeye hazır etlerde bozucu organizmalar, fermente edilmiş sosislerde fermentasyon organizmaları olarak izole edilmiştir. Türün bir suşu, biyo-koruyucu kültür olarak kullanılmıştır. Tip I ekşi hamurlarda *Fructilactobacillus sanfranciscensis* ile ilişkili olarak ortaya çıkar ve diğer bitki fermantasyonlarından da izole edilmiştir.

*Companilactobacillus farciminis* 15-42°C arasında gelişebilen, heksozlar ve disakkaritleri karbon kaynağı olarak kullanabilen ancak pentozları kullanamayan türdür. Et ürünleri, ekşi hamur, fermente balık, soğuk füme somon, soya sos püresi, süt ürünleri, sofralık zeytin, fermente sebzeler ve mısır silajından izole edilmiştir.

***Lapidilactobacillus***

Gram-pozitif çubuk veya kok şeklinde homofermentatif, hareketsiz, spor oluşturmayan, fakültatif anaerob ve katalaz negatiftir. Pentoz kullanımı ve gelişme pH aralığı suşa bağlıdır ve optimum pH 6,0-7,0 arasındadır. Homofermentatiftirler ve esas olarak l-laktik asit üretirler. Büyüme için optimum sıcaklık 30–37°C'dir. Arginin'den amonyak üretmezler. Tip türü *Lapidilactobacillus concavus’*dur.

*Lapidilactobacillus dextrinicus (Lactobacillus dextrinicus)* suşları daha önce *Pediococcus dextrinicus* veya *Pediococcus cerevisiae* subsp. *dextrinicus* olarak sınıflandırılmıştır. Hücreler küreseldir ve tekli, çiftli veya kümeler halinde ve nadiren de zincirler halinde meydana gelirler. Dörtlü kümeler görülebilir, ancak bunlar iki düzlemde bölünmezler. Maltoz, dekstrin ve nişastadan sadece l(+) laktik asit üretirler. Silajdan, fermente edilmiş sebzelerden, bira ve dilimlenmiş vakumla paketlenmiş pişmiş sosislerden izole edilmişlerdir.

***Agrilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk şeklinde, katalaz negatif, homofermentatif ve aerotolerant. Kökeni, fizyolojik özellikleri ve genom özellikleri, cinsin serbest yaşayan bir yaşam tarzına işaret etmektedir. Endonezya ve Çin'de shochu ezmesi içeren komposttan ve sebzelerden (hardal) izole edilmiştir. Cinsin tip türü *A. composti'*dir.

***Schleiferilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk şeklinde, katalaz negatif, homofermentatif ve aerotoleranttır. Cinsin suşları, bira, fermente sütlü içecekler, fermente sebzeler ve fermente tahıllar dahil olmak üzere bozulmuş içeceklerden izole edilmiştir. 15-42°C aralığında gelişmekte; pentozlar, heksozlar ve oligosakkaritler dahil çok çeşitli karbonhidratları fermente etmektedir. Cinsin tip türü *S. perolens’tir.*

***Lacticaseibacillus***

Lacticaseibacillus suşları homofermentatiftir; Bazı türler pentozları fosfoketolaz yoluyla metabolize edebilmektedir. Hareketsiz ve oksidaz negatiftir. Genellikle glikozdan d(-) ve l(+) laktik asit üretir. Büyüme için sıcaklık aralığı değişkendir, ancak 10 °C'nin altında ve 45°C'nin üzerinde gelişmez. Bir alttür 70°C'de 40 saniye hayatta kalır.

Lacticaseibacillus, daha önce *L. casei* grubu olarak adlandırılıyordu. Süt fermantasyonlarında starter kültür olarak ve probiyotik olarak kullanılan birkaç türü barındırdığı için cins, önemli ekonomik öneme sahiptir. Tip türü *Lacticaseibacillus casei’*dir.

*Lacticaseibacillus casei* türü, daha önce *Lactobacillus zeae* olarak sınıflandırılan suşları içerir. *L. casei,* katalaz aktivitesi ile diğer çoğu laktobasilden farklıdır. İzolatlar, geleneksel Çin turşusu, bebek dışkısı, mısır likörü, yulaf silajı, ticari diyet takviyeleri, balgam, nazofarenks gibi çeşitli kaynaklardan izole edilmiştir*.*

*Lacticaseibacillus paracasei;* daha önce *L. casei* subsp. *alactosus, L. casei* subsp. *pseudoplantarum ve L. casei subsp. tolerans* olarak isimlendirilen suşları içerir. Hücreler süperoksit dismutaz aktivitesine sahiptirler. Genellikle kare uçlu, tek başına veya zincirler halinde bulunan çubuklardır (0,8-1,0 × 2,0-4,0 μm). Gelişme sıcaklıkları 10-40 °C arasındadır. Bazı suşlar 5-45 °C'de gelişebilir. İki alt tür geçerli olarak yayınlanmıştır. Bu türün suşları insan ağız boşluğu, fermente tahıllar, sebzeler, etler, süt ürünleri ve omurgasız konakçılar dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan izole edilmiştir.

*Lacticaseibacillus rhamnosus* cinsin süt ürünleri, fermente et, balık, sebze ve tahıllar, kanalizasyon, insanlar (oral, vajinal ve bağırsak), omurgasız konakçılar ve klinik kaynaklar dahil olmak üzere çok çeşitli habitatlardan izole edilen bir diğer türüdür.

***Paralactobacillus***

Gram-pozitif, homofermentatif, hareketsiz, spor olmayan, genellikle tek başlarına veya çiftler halinde bulunan çubuklardır. Glikozdan d(-) ve l(+) laktik asit üretirler. Mannoz ve salisinden asit üretirler ancak laktoz, melibiyoz, rafinoz, riboz veya ksilozdan asit üretmezler. 15°C'de gelişir, ancak 45°C ve % 6,5 NaCl de gelişmezler. Tip türü Malezya gıda maddesi olan chili bo 'dan izole edilmiş *P. selangorensis’*dir*.*

***Latilactobacillus***

*Latilactobacillus türleri homofermentatiftir, sadece l(+) laktik asit izomerini üreten L. fuchuensis haricinde d(-) ve l(+) laktik asit üretirler. Türdeki suşlar, mezofiliktir. Ancak birçok suş psikrotrofiktir ve 8°C'nin altında gelişir.*

*L. sakei ve L. curvatus et starter kültürleri olarak ticari öneme sahiptir. Cinsin tip türü Latilactobacillus sakei’dir.*

*Latilactobacillus sakei* suşları, özellikle durağan büyüme fazında sıklıkla hafif kavisli ve düzensiz hücreler şeklindedir. Suşların çoğu 2-4°C'de de gelişmekte ve çoğu MRS besiyerinde l(+) laktik asit üretmektedir. Lahana turşusu, fermente edilmiş bitki materyali, fermente edilmiş deniz ürünleri, soğuk füme somon, fermente veya soğutulmuş et ürünleri, spontan ekşi hamurlardan izole edilmiştir. Ticari olarak fermente etlerde starter kültür olarak kullanılır.

*Latilactobacillus curvatus* suşlarının bazıları hareketlidir. Tür; çiftler halinde, kısa zincirler halinde ve sıklıkla at nalı formlarında meydana gelir. İnek gübresinden, fermente edilmiş ve vakumla paketlenmiş soğutulmuş et ve balık ürünlerinden, süt ve peynir gibi süt ürünlerinden, lahana turşusu gibi fermente edilmiş bitki ürünlerinden, ekşi hamurdan, turp, turşu, kimchi, ve diğer bitki kökenli materyallerden, baldan ve mısır veya ot silajından izole edilmiştir.

***Loigolactobacillus***

Hücreler hareketsiz, spor oluşturmayan, Gram-pozitif, katalaz negatif çubuklardır, tek tek ve çiftler halinde bulunurlar. Homofermentatiftirler; d(-) ve l(+) laktik asit üretirler. Pentoz fermentasyonu türe özgüdür; türlerin çoğu d-mannoz ve d-mannitolden asit üretirler. Cinsin tip türü *L. coryniformis’*tir*.*

*L. coryniformis* hücreleri kısa, kokoid çubuklardır ve sıklıkla armut şeklindedir. Pantotenik asit, niasin, riboflavin, biotin ve p-aminobenzoik asit, test edilen suşların tamamının veya çoğunun büyümesi için gereklidir. İki alt türe sahiptir: *Loigolactobacillus coryniformis* subsp. *coryniformis* ve *Loigolactobacillus coryniformis* subsp*. torquens.*

***Dellaglioa***

Dellaglioa suşları, fakültatif anaerobik, psikrofilik, hareketsiz, homofermentatif çubuk şeklindeki bakterilerdir. Bu cinse dahil olan tek tür psikrotrofiktir ve et bozucu organizma olarak ortaya çıkar. Tip türü *Dellaglioa algida’*dır.

***Liquorilactobacillus***

Homofermentatif ve *L. cacaonum, L. hordei, L. mali* dışında türlerin çoğu hareketlidir. Mezo-diaminopimelik asit içerirler. Liquorilactobacillus türleri çoğunlukla alkollü fermantasyona uğrayan bitkisel materyallerden ve su kefirinden izole edilmiştir. Birçok Liquorilactobacillus suşu sükrozdan dekstran üretmektedir Tip türü *Liquorilactobacillus mali’*dir*.*

***Ligilactobacillus***

Ligilactobacillus türleri homofermentatiftir. Birkaç Ligilactobacillus türü hareketli olan suşları içerir. Çoğu Ligilactobacillus türü, hayvanlardan ve insanlardan izole edilmiştir. Birkaç Ligilactobacillus suşu üreaz (bu enzim mide asiditesine karşı koyan en güçlü bakteriyel araçtır) üretmektedir. Birkaç Ligilactobacillus türü de genellikle fermente gıdalarda bulunur ve ticari starter kültür veya probiyotik kültür olarak kullanılır. Tip türü *Ligilactobacillus salivarius’*tur*.*

***Lactiplantibacillus***

*Lactiplantibacillus türleri Gram pozitif, spor oluşturmayan, homofermentatif ve hareketsiz çubuklardır. Lactiplantibacillus türleri çok çeşitli karbonhidratları fermente etmektedir. Çoğu tür, esteraz, dekarboksilaz ve redüktaz aktiviteleriyle fenolik asitleri metabolize eder. Tip türü Lactiplantibacillus plantarum’dur.*

*Lactiplantibacillus plantarum,* pseudokatalaz aktivitesi ve nitratın indirgenmesi nedeniyle atipiktir. Lactiplantibacillus türleri, fermente sebzeler, etler, süt ürünleri ve fermente tahıllar dahil olmak üzere birçok farklı fermente gıdadan izole edilirler. Ancak bunlar aynı zamanda böceklerle ilişkili habitatlarda veya omurgalı bağırsak mikrobiyotasının geçici sakinleri olarak da bulunurlar. *L.* plantarum, laktobasillerde metabolik, ekolojik ve genetik araştırmalar için bir model tür olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. *L. plantarum*, çoklu gıda fermentasyonları için starter kültür olarak ticari öneme sahiptir ve probiyotik kültür olarak da kullanılmaktadır.

*Lactiplantibacillus plantarum,* tek tek, çiftler halinde veya kısa zincirler halinde bulunan hareketsiz çubuklardır. Bazı suşlar nitratı sınırlı glukoz konsantrasyonunda ve pH 6.0 veya üzerinde indirgerler. Bazı suşlar, pseudokatalaz aktivitesi veya hem mevcut olduğunda gerçek katalaz aktivitesi sergilerler. Gelişme için kalsiyum pantotenat ve niasin gerekir. Spontan sebze ve zeytin fermantasyonlarındaki mikrobiyotanın baskın bir üyesidir ve ayrıca ekşihamur, süt ürünleri fermantasyonları ve fermente etlerde görülür. *L. plantarum,* bira ve şarablarda bozulmaya neden olur. *L. plantarum* ayrıca böceklerin mikrobiyotasının bir parçasıdır ve insan bağırsak yolundan, özellikle ağız boşluğundan izole edilmiştir.

*Lactiplantibacillus pentosus* hareketsiz düz çubuklardır. Mısır silajı, fermente zeytinler, kanalizasyon, fermente çaylar, pirinç hamuru, mısır eriştesi, acı biber sosu, hardal turşusu, kokmuş tofu, süt ürünleri, hardal turşusu, fermente idli hamuru, tempoyak, insan vajina ve dışkısı ile ekşihamurlar gibi çeşitli kaynaklardan izole edilmiştir.

***Heterofermantatif Lactobacillaceae***

***Furfurilactobacillus***

Heterofermentatif ve aerotoleranttır. 15-37°C'de gelişir, ancak 45°C'de gelişmez. Bu cinsteki türler, ekşi mayadan veya bozulmuş biradan izole edilmiştir ve fenolik bileşikleri metabolize etmek için olağanüstü bir kapasiteye sahiptir. Cinsin ekolojisi büyük ölçüde keşfedilmemiştir, ancak *L. plantarum*'a benzer görünmektedir. Cinsin tip türü *Furfurilactobacillus rossiae’*dır*.*

***Paucilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk şeklinde, katalaz negatif, heterofermentatif ve aerotoleranttır. 20-37°C arasında gelişir. Bazı türler psikrotrofiktir ancak *Paucilactobacillus suebicus* 45°C'de gelişebilir.

Bu cinsteki suşlar, ağırlıklı olarak silaj, turşu ve meyve püreleri gibi fermente edilmiş bitki materyalinden izole edilmiştir. Heksozdan yoksun habitatlara adaptasyon, cinsin birçok suşunda mannitol dehidrojenazın olmaması ile gösterilir. Bu özellik yalnızca ilgili habitatlardan izole edilmiş Secundilactobacillus ile paylaşılır. Paucilactobacillus türleri tercihen pentozları metabolize eder ve birçok suş disakkaritleri fermente etmez. Cinsin tip türü *Paucilactobacillus vaccinostercus’*dır.

***Limosilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk veya kokoid şekilli, katalaz negatif, heterofermentatif ve anaerobik veya aerotoleranttır. 37°C'de ve çoğu tür içi de 45°C'de gelişme gözlenir. Ancak 15°C'de gelişmez. Diğer heterofermentatif laktobasillere kıyasla, Limosilactobacillus türleri nispeten geniş bir karbonhidrat spektrumunu fermente etmektedir. Ancak bazı türler glikozu fermente etmezler. Asit direncine tipik olarak üreaz, glutaminaz, glutamat dekarboksilaz ve/veya arginin deiminaz aktivitelerinin varlığı aracılık eder.

*L. fermentum* ve *L. secaliphilus haricinde,* cins içindeki suşlar bağırsak habitatlarından izole edilmiş veya deneysel olarak omurgalı hayvanların bağırsaklarına adapte oldukları gösterilmiştir.

*Limosilactobacillus reuteri* ve bu cinsteki diğer suşlar, üst bağırsak yolunda sekretuar olmayan epitelde biyofilm oluşumunu desteklemek için sükrozdan ekzopolisakkarit üretirler. Limosilactobacillus türleri gıda fermantasyonlarında da görülmektedir. Limosilactobacillus türleri, özellikle *L. reuteri,* ticari olarak starter kültür ve probiyotik kültür olarak kullanılmak üzere üretilir. Cinsin tip türü *Limosilactobacillus fermentum'*dur.

*Limosilactobacillus fermentum* türü daha önce *Lactobacillus cellobiosus* olarak sınıflandırılmıştır. *L. fermentum*, Limosilactobacillus'ta omurgalıların bağırsağına adapte olmayan tek türdür. Yaygın olarak kendiliğinden fermente edilmiş tahıllarda ve diğer fermente bitkisel materyallerde; ayrıca süt ürünlerinde, gübre ve kanalizasyonda ve insanların dışkısı ile vajinasında görülür.

*Limosilactobacillus reuteri’nin* suşları 1980'den önce *L. fermentum Biotype II olarak sınıflandırılmıştır. L. reuteri,* alt türlerin taksonomik sıralamasına eşdeğer olan ve fare ön midesinde biyofilm oluşturma yeteneklerinde farklılık gösteren, konakçı tarafından uyarlanmış soylara bölünmüştür. Birkaç *L. reuteri* suşu, laktobasiller arasında benzersiz bir yetenek olan poliketid sentaz ile antimikrobiyal bileşik reuterisiklin üretir. Kemirgenlerin, kuş ve domuzların bağırsak mikrobiyotası ve diğer bağırsak ekosistemlerinin baskın üyeleri olarak izole edilmiştir. Ayrıca tahıl fermantasyonlarında, özellikle de tip II ekşi hamurlarda görülür. Gıda izolatları bağırsak kökenlidir.

***Secundilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk şeklinde, katalaz negatif, heterofermentatiftir. Çoğu tür 15°C'de; bazıları da 45°C'de gelişir. Gelişme pH aralığı oldukça değişkendir. Bu cinsteki suşlar silaj, bira, likör ezmesi ve elma şarabı gibi heksozdan yoksun habitatlardan ikincil fermantasyon veya bozulma organizmaları olarak izole edilmektedir. Secundilactobacillus türlerinin metabolik özellikleri, heksozdan yoksun habitatlara adaptasyonla eşleşir. Cinsin pek çok suşu fruktozu mannitole indirgemez ve bu özelliği ile Paucilactobacillus hariç diğer tüm heterofermentatif laktobasillerden ayrılır.

Bu cinsteki birçok suş diolleri diol-hidrataz yoluyla metabolize eder ve bir arginin dekarboksilasyon metaboliti olan agmatini, agmatin deiminaz yolu aracılığıyla dönüştürür. Cins içindeki suşlar genellikle, pentozların piruvata metabolizmasına aracılık eden transaldolaz/transketolazı kodlayan genleri barındırır. Cinsin tip türü *Secundilactobacillus malefermentans'*tır.

***Levilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk şeklinde, katalaz negatif, heterofermentatiftir. Çoğu suş, 15°C'de çoğalır, ancak 45°C'de çoğalamaz. Aside toleranslıdır, genellikle 4,0-7,0 pH aralığında çoğalır ve dl-laktik asit üretir. Bu cinsteki suşlar, serbest yaşayan bir yaşam tarzında ekşi maya veya fermente edilmiş sebze ürünlerinden izole edilir. Aynı zamanda alkollü içeceklerde bozulma organizmaları olarak da bulunur. Cins içindeki suşlar genellikle, pentozların piruvata metabolizmasına aracılık eden transaldolaz/transketolazı kodlayan genleri barındırırlar. Levilactobacillus brevis ticari olarak gıda ve yem uygulamalarında starter kültür olarak kullanılmaktadır. Cinsin tip türü *Levilactobacillus brevis’*tir.

*Levilactobacillus brevis* suşları, sebze ve tahıl fermantasyonlarında ve bira bozulmasında yaygın olarak bulunurlar ve ayrıca böceklerden izole edilirler. Süt, peynir, lahana turşusu ve ilgili sebze fermentasyonları, ekşihamur, silaj, inek gübresi, dışkı, insan ve sıçanların ağız ve bağırsak yollarından izole edilmiştir.

***Fructilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk şeklinde, katalaz negatif, heterofermentatif ve aerotoleranttır. 15°C'de çoğalır, ancak 37°C'de çoğalmaz. Cins içindeki suşlar sadece birkaç karbonhidratı fermente ederler. Bazı suşlar sadece maltoz ve sükrozu fermente edebilirler. Türlerin çoğu suşu fruktofiliktir ve fruktozu karbon kaynağı yerine elektron alıcısı olarak kullanırlar.

Bu cinsteki birkaç tür, böcek bağırsak mikrobiyotasının ana üyesidir. Böceklerden, çiçeklerden ve bozulmuş veya fermente edilmiş gıdalardan izole edilmiştir. Cinsin tip türü *Fructilactobacillus fructivorans’*dır*.*

*Fructilactobacillus sanfranciscensis* türü 1971'de *Lactobacillus sanfrancisco* olarak tanımlandı ve *Lactobacillus sanfranciscensis* olarak değiştirildi. 1978'den önce açıklanan *F. sanfranciscensis'*inizolatları, *Lactobacillus brevis* subsp. *lindneri* olarak bildiriliyordu. Türün hemen hemen tüm izolatları, mayalama maddesi olarak kullanılan geleneksel ekşihamurlardan kaynaklanmaktadır. 1,2-1,3 Mbp'lik son derece küçük genom boyutu, bazı suşlar için sadece maltoz içeren sınırlı karbonhidrat fermentasyon modeli ve dar pH büyüme aralığını (pH 3,9-6,6) belgelemektedir.

***Asetilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk şeklinde, katalaz negatif, heterofermentatiftir. Mezofiliktir ve dar bir çoğalma sıcaklık aralığına sahiptir. Aside toleranslıdır ve optimum gelişme 4,0 pH'dadır. Asit üretimini sağladığı karbonhidrat spektrumu, şeker alkolleri ve disakkaritleri içerirken, ancak çoğu heksozu ve tüm pentozları içermediğinden sıra dışıdır. Olağandışı substrat gereksinimleri ve optimum gelişme pH değerleri asetik asit bakterileri ile ekolojik bir ilişkiyi yansıtıyor olabilir. Cinsin tek temsilcisi, bir tahıl sirkesinden (sirke pei) izole edilmiştir ve cinsin tip türü *Acetilactobacillus jinshanensis'*tir*.*

***Apilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk şeklinde, heterofermentatiftir. Genellikle 15-37°C aralığında gelişme gözlenir. Birçok suş pH 3,0'ın altındaki asidik koşullarda büyür. Bu cinsteki tüm suşlar fruktozu mannitole dönüştürür; cins içindeki suşlar tipik olarak polen ve arı ile ilişkili karbonhidratlar fruktoz, glikoz ve sükroz dahil olmak üzere çok az karbonhidratı fermente eder. Maltoz veya pentozları fermente etmez.

Fructilactobacillus'a kıyasla Apilactobacillus, böceklerle ilişkili bir yaşam tarzına sahiptir ve laktobasillerin ve böceklerin yayılması için merkez görevi gören çiçeklerde görülür. Fructilactobacillus'un aksine Apilactobacillus, bal arıları ve yabani arılar dahil olmak üzere arılara adapte olmuştur. Arı ve yaban arısı bağırsağında Apilactobacillus, homofermentatif kardeş cinsi Bombilactobacillus ile ilişkilidir. Cinsin tip türü *Apilactobacillus kunkeei’*dir.

***Lentilactobacillus***

Gram pozitif, çubuk şeklinde, katalaz negatif, heterofermentatiftir. Türlerin çoğu 15°C'de, bazıları da 45°C'de gelişmektedir. Gelişme pH aralığı oldukça değişkendir, ancak optimal pH 6,0'ın altındadır. Cins içindeki suşlar, silajdan, fermente sebzelerden, özellikle ikincil fermantasyon veya bozulma mikrobiyotası olarak bozulmuş şarap ve tahıl ezmelerinden izole edilmiştir. Lentilactobacillus türleri genellikle geniş bir pentoz, heksoz ve disakkarit spektrumunu metabolize etmektedir. Çoğu tür, laktatı 1,2-propandiol ve/veya 1,2-propandiolü propanol ve propiyonata metabolize eder; bu yollar neredeyse heterofermentatif laktobasillere özeldir ve bunlar arasında en yaygın ve en sık Lentilactobacillus'ta bulunur.

Lentilactobacillus türlerinin çoğu, argininin bakteriyel dekarboksilasyonunun bir ürünü olan agmatini de agmatin deiminaz yolu aracılığıyla dönüştürür. Lentilactobacillus türleri ticari olarak silaj starter kültürleri olarak ve az sayıda süt ürünleri ve tahıl uygulamalarında kullanılmaktadır. Cinsin tür türü *Lentilactobacillus buchneri'*dir.

*L. buchneri'*ninbiyokimyasal özellikleri *L. brevis'*e benzerdir. Ancak *L. buchneri,* laktattan 1,2 propandiol üretimi açısından farklılık göstermektedir. Preslenmiş maya, süt, peynir, fermente bitki materyali ve insan ağzından izole edilmiştir. *L. buchneri* ticari olarak silaj starteri olarak kullanılmaktadır.

**Pediococcus Cinsi**

Mikroskop altında tetrat morfoloji gösteren gruptur. Optimum gelişme sıcaklıkları 35ºC’dir. 50ºC’de gelişen türleri de (örn., *P*. *acidilactici*) bulunmaktadır. Homofermantatif gruba dahildirler. Katalaz negatiftirler.

Pastörizasyon işlemi neticesinde varlıklarını sürdürebilmektedirler. Alkollü içeceklerde bozulmalara sebep olurlar. Fermente gıdalar (örn., turşu, şarap) ve sebzelerde sıklıkla bulunurlar.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS3ExtF8i3xoOsTEWeS_x1_TXWQy_eDXMkjhVpgB9S5lgRF4emuWg | http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRWdP8UXsG0tf1dUsn_q0hl15Bs3WQvN652DyN-kxa9b_y7l2QR | http://www.simbiyotek.com/sim_lac_p_kg.jpg | http://bridgepathscientific.com/wordpress/wp-content/uploads/2009/07/ppb-1-224x300.jpg |

Pediococcus’lar mide pH derecesinde canlılığını sürdürebilirler. Probiyotik olarak önem taşırlar. Sim Lac-S probiyotik bir katkıdır. Sim Lac-S’nin 1 gramında 2x109 canlı *Pediococcus acidilactici* vardır.

Doğal izolat *Pediococcus acidilactici* Simbiyotek adına kayıtlıdırPediokoklar morfolojik benzerlik, yalancı katalaz üretimi ve tuz toleransı bakımından mikrokoklarla çok benzediğinden karışıklığa yol açmaktadır.

Bira ve bitkilerde bulunan pediokoklar önceleri tek tür *P*. *cerevisia* olarak belirtilmiştir. Fakat izolatlar üzerinde yapılan çalışmalar, biradakinin *P*. *damnosus*, bitkilerden elde edilenin ise *P*. *pentosaceus* olduğunu ortaya koymuştur.

*P*. *cerevisia*, *P*. *acidilactici* olarak yeniden klasifiye edilmiştir. *P*. *halophilus* ise *Tetragenococcus* olarak isimlendirilen yeni bir cinse ilave edilmiştir.

Cinsin başlıca türleri:*Pediococcus acidilactici, Pediococcus pentosaceus, Pediococcus parvulus, Pediococcus*  *dextrinicus, Pediococcus damnosus, Pediococcus*  *inopinatus, Pediococcus claussenii, Pediococcus argentinicus, Pediococcus ethanolidurans*

***Leuconostocaceae Familyası***

**Leuconostoc**

Leuconoctoc türleri heterofermentatiftirler. Fermantasyon sonucu laktik asit, asetik asit, gliserin, etil alkol, karbondioksit gibi maddeler oluştururlar. Leuconostoc’lar yaygın olarak sebze, süt ve süt ürünleri, şarap ve fermente et ürünleri ile bitkisel materyallerde bulunur. Genel olarak Leuconostoc sebze fermentasyonunda önem taşır. Leuconostoc’lar ilk Cienkowski tarafından 1878 yılında izole edilmiştir.

Leuconostoc’lar genellikle nonpatojenik, asit toleranslı, optimum gelişme sıcaklığı 18-25°C arası organizmalar olarak söylenebilir. Ancak grup çok çeşitlidir. Örneğin, *L. carnosum* bozulmuş, ambalajlı etin içinde bulunan anaerob bir bakteridir. Optimum sıcaklığı 2°C 'dir.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| http://genome.jgi-psf.org/leume/leume.jpg | http://www.visualphotos.com/photo/1x3745790/Leuconostoc_citreum_Leuconostoc_citreum_-_original_BA1874.jpg |  |

Leuconostoc kok şeklindedir. Agar üzerinde genellikle merceksi şekildedir, çift veya zincirler oluşturur. Leuconostoc hareketsiz, spor oluşturmayan bakterilerdir. Sitokrom içermez, katalaz-negatif ve nonproteolitik organizmadır.

Leuconostoc, vankomisine dirençli ve nonhemolitiktir. Heterofermentatiftir ve pentoz fosfat veya fosfoketolaz yollarını kullanır. *L. mesenteroides* şekerleri mannitol ve dekstrana dönüştürebilir. *Leuconstoc spp.* üyeleri laktik asit ve diasetil üretme yetenekleri nedeniyle fermente gıdaların üretiminde kullanılmaktadır. Meyve suyu veya süt ürünleri gibi pek çok gıda için aroma artırıcı starter olarak kullanılabilirler.

Leuconostoc’lar doğada yaygınca tüm tarım ürünlerinde doğal mikrofloranın bir parçası olarak bulunabilirler. Starter kültür olarak veya bir bulaşan olarak çok farklı işlenmiş gıdalarda bulunurlar. (likörler, zeytin, salatalık, lahana turşusu, şarap ve peynir vb.)

Leuconostoc’lar mezofilik karışık kültürlerde yer alırlar. Termofilik karışık kültürlerde bulunmaz. Leuconstoc mesenteroides esas olarak lahanadaki glikoz ve fruktozu laktik asit, mannitol, asetik asit, etanol ve karbon dioksite dönüştürmek için saurkraut üretiminin ilk aşamasında kullanılır. Fermente süt ve et ürünlerinde diasetil ve diğer fermantasyon ürünleri lezzet in artırılması ve gıda korunmasına yardımcıdırlar.

*L. carnosum* yakın ilişkili bakteri gelişimini inhibe eden antimikrobiyal üretir. Bu yüzden, bu tür biopreservative olarak kullanılabilir. Örneğin *Leuconstoc carnosum* bakteriyosin üretimi nedeniyle süt ve et ürünlerinde *Listeria monocytogenes*’i inhibe etmek için kullanılmaktadır.

Kemoorganoheterotroftur. Fakültatif anaerobdur. Gelişme için zengin, kompleks ortam ister. (nikotinik asit, thiamin, biotin ve pantothenic asit veya bunun türevleri)

Leuconostoc’lar da diğer LAB gibi bir trikarboksilik asit döngüsü veya sitokrom sistemi içermez ve bu nedenle oksidatif fosforilasyon ile enerji elde edemez. Bunun yerine, şekerlerin fermantasyonundan substrat seviyesinde fosforilasyon ile enerji elde eder ve bu arada laktik asit, etanol veya asetat ve C02 üretir.

Sitrat ve malat leuconostoc’lar tarafından metabolize edilen iki önemli organik asittir. Bu metabolik yetenek fermente süt ürünleri üretiminde ve özellikle ikincisi şarap üretiminde önemlidir. Leuconostoc’lar bir oksitlenebilir substrat varlığında oksijeni H202 , 02-  veya suya metabolize edebilirler.

***Weissella***

Bu cinse ait bakteriler gram (+), hareketsiz, spor oluşturmayan, katalaz (-), fermentatif, kısa çubuk veya kokoid şekilli bakterilerdir. 1993 yılında izole edilen Leuconostoc benzeri izolatın (*Leuconostoc paramesenteroides*) genetik yapısındaki farklılıklar nedeniyle Leuconostoc cinsinden farklı bir özellik gösterdiği belirlenmiş ve daha sonra Leuc. paramesenteroides ile önceki sınıflandırmalarda Lactobacillus cinsi içerisinde yer alan bazı türler Weissella cinsi adı altında toplanmıştır.

Heterofermentatif ve asiduriktirler. Bazı suşları arjinini hidrolize eder. *Weissella paramesenteroides* ve *Weissella hellenica* glikozdan D-laktik asit, diğer türler ise DL-laktik asit üretirler. 15ºC' de gelişebilir ancak 45ºC' de gelişemezler. Patojen olmayan mikroorganizmalar olarak değerlendirilmelerine rağmen bazı türlerin patojen olabileceği bildirilmiştir.

|  |  |
| --- | --- |
| *Weissella cinsine ait başlıca türler;* * *W. confusa (Lb. confusus),*
* *W. viridescens (Lb. viridescens),*
* *W. halotolerans (Lb. halotolerans),*
* *W. kandleri (Lb. kandleri),*
* *W. minor (Lb. minor),*
* *W. hellenica (Lb. viridescens),*
* *W. paramesenteroides (Leuc. paramesenteroides)*
* *W. thailandensis*
* *W. cibaria (W. kimchii sinonim)*
* *W. soli*
 | http://jcm.asm.org/content/vol39/issue4/images/small/jm0411036002.gif |

Toprak, taze sebzeler, şeker kamışı, çiğ süt, fermente gıdalar veya balık, et ve et ürünleri, insan feçesi ve bağırsak içeriği gibi çok çeşitli yerlerden izole edilmektedirler.

Soğutulmuş et ürünlerinde lezzet bozukluğu, renk değişikliği, gaz çıkışı, salgı üretimi ve pH’nın düşmesine *B*. *thermosphacta, Carnobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp. *ve Weissella* spp. birlikte etki ederek neden olmaktadırlar. Kırmızı et ve tavuk etinde *Weissella*’nın oluşturduğu başlıca bozulma belirtisi; yapışkanlık ve H2O2’in sebep olduğu renk değişimi (yeşillenme) olarak bildirilmiştir.

Ekşi hamurdan ve ekşi hamur starterinden *Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc* ve *Weissella* olmak üzere sıklıkla dört cins izole edilmiştir

**LAB ile Yakın İlişkili Diğer Cinsler**

Bazı gram pozitif cinsler LAB’ın tanımlanmasına benzemekte fakat bunlar (Aerococcus, *Brochotrix*, *Bifidobacteria* ) bu gruba üye olarak düşünülmemiştir.

***Aerococcus* cinsi** tetrat oluşturur ve pediokoklara benzer.

*A*. *viridans* asit oluşturmayan mikroaerofilik *Pediococcus* *urinae-equi* yakın ilişkili bulunmuş, daha sonra *P*. *urinae-equi* pediokoklardan ayrılmış ve *Aerococcus equi* olarak önerilmiştir.

***Brochotrix* cinsi** ilk defa *Microbacterium thermosphactum* olarak identifiye edilmiştir.

1970 yılında bu tür *B*. *thermosphacta* olarak yeniden sınıflandırılmıştır.

Bazı çalışmalarda *Lactobacillus* ve *Brochotrix* cinsleri arasındaki benzerlikten dolayı *Brochotrix*’in *Lactobacillaceae* familyasına geçici olarak alınmasına karar verilmiştir.

Daha sonra *Brochotrix*’in *Listeria*’ya daha yakın olduğu gösterilmiştir.

***Bifidobacteria*** 1900 yılında bebek dışkısından izole edilmiştir. 1957 yılında Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology’nin yedinci düzenlemesinde *Lb*. *bifidus* olarak bildirilmiştir.

Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology’nin 1986 yılındaki baskısına kadar, cinste yalnızca *Lb*. *bifidus* olarak bilinmiş ve bu yılda *Bifidobacterium* cinsina dahil edilmiştir.

Bunlar laktik asit ve asetik asiti 2/3 oranında oluşturduklarından gerçek laktikler olarak kabul edilmemektedir.

Bifidobakterileri LAB’dan ayıran en önemli özellik ise DNA’larındaki G+C oranının (%55-70) LAB’lardan çok yüksek olmasıdır.

|  |
| --- |
| LAB türlerinin yeni sınıflanması (Mart 2013) 1 |
| **Aile** | **Cins** | **Tip türler** | **Cinsteki tür sayısı** |
| ***Aerococcaceae*** | *Abiotrophia**Aerococcus**Dolosicoccus**Eremococcus**Facklamia**Globicatella**Ignavigranum* | *Ab. defective**Ae. viridans**Dc. paucivorans**Ere. coleocola**F. hominis**Glo. sanguinis**Ig. ruoffiae* | 1711621 |
| ***Carnobacteriaceae*** | *Alkalibacterium**Allofustis**Alloiococcus**Atopobacter**Atopococcus**Atopostipes**Bavariicoccus**Carnobacterium**Desemzia**Dolosigranulum**Granulicatella**Isobaculum**Lacticigenium**Marinilactibacillus**Trichococcus*(incl.*Lactosphaera*) | *Alk. olivapovliticus**Af. seminis**Ai. otitis**Ap. phocae**Ac. tabaci**At. suicloacalis**B. seileri**C. divergens**D. incerta**Dg. pigrum**Gra. adiacens**Is. melis**Lg. naphtae**M. psychrotolerans**Tr. flocculiformis* | 9111111101131125 |
| ***Enterococcaceae*** | *Catellicoccus* *Enterococcus**Melissococcus* *Pilibacter**Tetragenococcus* *Vagococcus* | *Cat. marimammalium**Ent. faecalis**Me. plutonius* *Pi. termitis**Tet. halophilus**V. fluvialis* | 1431158 |
| ***Lactobacillaceae*** | *Lactobacillus**Paralactobacillus**Pediococcus* | *Lb. delbrueckii**Pl. selangorensis**Ped. damnosus* | 151111 |
| ***Leuconostocaceae*** | *Fructobacillus**Leuconostoc**Oenococcus**Weissella* | *Fru. fructosus**Leuc. mesenteroides**O. oeni**W. viridescens* | 513215 |
| ***Streptococcaceae*** | *Lactococcus**Lactovum**Streptococcus* | *Lc. Lactis**Lv. miscens**Strep. pyogenes* | 7178 |
| **Diğer "LAB"** | *Bifidobacterium* | *Bif. bifidum* | 41 |