



Laktik Asit Bakterilerinin Sınıflandırılması ve *Weissella* Türlerinin Gıda Mikrobiyolojisinde Önemi

Gamze Nuray YÖRÜK^{1✉}, Ahmet GÜNER²

1. Kocaeli Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Mikrobiyoloji Şefliği, Kocaeli.
2. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya.

Özet: Bakterilerin taksonomisi ve bilimsel adlandırılmasında yıllardan beri gerçekleşen sürekli değişimlere karşın son 20-30 yıldaki değişimler dikkat çekicidir. LAB'nin taksonomisi de sürekli değişken olmasına rağmen başlıca soylar; *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella* olarak tanımlanmaktadır. 1990'lı yıllarda *Leuconostoc paramesenteroides* ve bazı *Lactobacillus* türleri *Weissella* cinsine dahil edilmiş ve günümüze kadar 13 tür belirlenmiştir. LAB'ın ya da laktiklerin ortak özellikleri, laktozdan laktik asit fermentasyonu sonucunda laktik asit oluşturmalarıdır. Laktik fermentasyonla, besinlerde hem organoleptik özellikler denilen tat, koku gibi duyuşal özelliklerin oluşumunu sağlamak, hem de fermentasyonu sağlamaktır. Starter kültür kullanımıyla biyojen aminlerin oluşumu ve istenilmeyen mikroorganizmaların gelişimleri engellenerek, daha sağlıklı, kaliteli ve standart bir ürün elde edilmektedir. LAB "güvenli bakteriler" olarak kabul edilirler ve koruyucu kültürlerin özelliklerini taşırlar. LAB antagonizması, diğer mikroorganizmalarla besin öğeleri için yarışarak ya da organik asitler (asetik, propiyonik asit) veya laktik asit üretimiyle gıdanın asitlenmesiyle bozulmaya neden olacak mikroorganizmaların büyümesi engellenmekte, hatta öldürebilmektedirler.

Anahtar kelimeler: Laktik Asit Bakterileri, Sınıflandırma, *Weissella* Türleri.

Taxonomy of Lactic Acid Bacteria and Importance of *Weissella* Species in Food Microbiology

Abstract: Despite continuous changes for years in taxonomy and nomenclature of bacteria, there are noteworthy changes occurred in the last 20-30 years. Although continuous changes has also been occurred in the LAB taxonomy, mainly genus are *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella*. In 1990. some *Lactobacillus* spp. and *Leuconostoc paramesenteroides* has been included in *Weissella* genus. 13 species has been identified until today. LAB's or chemical compositions (lactics) the common features of lactic acid fermentation of lactose as a result of the formation of lactic acid. Lactic fermentation, the so-called organoleptic characteristics of foods and taste, odor, such as to ensure the formation of sensory features, as well as to provide the fermentation. Development of undesirable microorganisms in the use of starter cultures and by preventing the formation of biogenic amines, more healthy, high quality and standard of a product are obtained. LAB "safe bacteria" are considered to carry the properties and protective cultures. LAB antagonism, by competing for nutrients with other microorganisms or organic acids (acetic, propionic acid) or lactic acid production prevented the growth of microorganisms that can cause deterioration of food chemical acidics, or even kills.

Key words: Lactic Acid Bacteria, Taxonomy, *Weissella* Species.

✉ Gamze Nuray YÖRÜK

Kocaeli Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Mikrobiyoloji Şefliği, Kocaeli, e-posta: ngamzeyoruk@hotmail.com

GİRİŞ

Laktik asit bakterilerinde (LAB) soy ve türler oldukça çeşitlidir ve süt, bitki, etler, tahıllar ve vertebralıların gastrointestinal sistemi olmak üzere çok geniş bir yayılım alanına sahiptirler (Pfeiler ve Klaenhammer, 2007). Hayvanlarda ve insanlarda, özellikle gençlerde, sindirim sisteminde önemli bir rol oynamaktadırlar (Stiles ve Holzapfel, 1997).

LAB endüstriyel olarak önem arz eden başlıca bakterilerdir ve gıda üretimi, sağlığı düzenleme, makromoleküllerin, enzim ve metabolitlerin üretiminde kullanılır (Pfeiler ve Klaenhammer, 2007). LAB, et ve balık ürünleri (örn., sucuk), süt ürünleri (örn., yoğurt, kefir), tahıl ürünleri (örn., ekme, boza), şarap ve sebzeler (örn., lahana ve salatalık turşusu) gibi pek çok gıdada doğal veya starter kültür olarak ilave edilerek, gıdaların olgunlaştırılması, üretimi, dayanıklılığının artırılmasında önemli rol oynarlar (Tangüler ve Erten, 2006). Ayrıca bozulmuş pişirilmiş etlerden sıklıkla, *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus* ve *Leuconostoc mesenteroides*, depolanmış et ürünlerinden ise *Lactobacillus* spp, *Brochotrix thermospacta*, *Leuconostoc* spp, *Weissella viridescens*, *Carnobacterium divergens*, *Enterobacteriaceae*, *Aeromonas*, *Shewanella putrefaciens* ve çok az olarak da mayalar tespit edilmiştir (Hu ve ark., 2009).

Yıllardan beri bakterilerin taksonomisi ve bilimsel adlandırılmasında sürekli değişimler olmasına karşın son 20-30 yıldaki değişimler dikkat çekicidir (Stiles ve Holzapfel, 1997; Gobbetti ve ark., 2005). LAB'nin taksonomisi de sürekli değişken olmasına rağmen başlıca soylar; *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella* olarak tanımlanmaktadır (Adams ve Nicolaidis, 1997). Bunlar içinde *Weissella* soyu son yıllarda, gıda mikrobiyolojisi açısından önemli bir yere sahip olmuştur (Stiles ve Holzapfel, 1997).

LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN TANIMI

Yüzyıl önce LAB yalnızca sütte ekşime yapan bakteriler olarak değil aynı zamanda diğer ortamlarda da (örn., tahılların fermentasyonu) bulunduğu bilinirdi (Ehrmann ve Vogel, 2005). 1900'lü yıllarda ortaya konulan LAB terimi, filogenetik bir sınıfa yansıtılmaz fakat nadiren bu türlerin metabolik özelliklerini gösterir (Pfeiler ve Klaenhammer, 2007). LAB'ın ilk sınıflandırmasını Orla-Jensen 1919 yılında morfolojisi, ekolojisi ve özellikle optimal üreme sıcaklıkları olmak üzere başlıca fizyolojik özelliklerine dayanarak bir klasifikasyon şeması oluşturmuştur. LAB *Thermobacterium*, *Streptobacterium* ve *Beta-bacterium* olmak üzere üç taksonomiye ayrılmıştır (Ehrmann ve Vogel, 2005).

LAB'ın veya laktiklerin ortak özelliği, laktozdan laktik asit fermentasyonu sonucu laktik asit oluşturmalarıdır. Laktik fermentasyonla, besinlerde hem organoleptik özelliklerin (örn., tat, koku) oluşumu hem de fermentasyon sağlanmaktadır (Salminen ve Wright, 1993; Tekinşen ve Atasever, 1994). Bu bakterilerin düşük GC içeriklerine sahip olduğu ve 1.8Mb (*Oenococcus oeni*) ve 3.3Mb (*Lactobacillus plantarum*) arasında değiştiği bilinmektedir (Pfeiler ve Klaenhammer, 2007).

LAB; oldukça fazla soy ve türe sahip çubuk, kok ve kokobasil şekilde, Gr(+), hareketsiz, spor şekillerini oluşturmayan, sitokrama sahip olmayan, katalaz (-), mikroaerofilik veya anaerobik, aside dayanıklı, kuvvetli fermantatif olup, nitratları indirgemeyen, büyüme ve gelişimleri için glikoz ve amonyum yanında bazı vitamin ve aminoasitlere ihtiyaç duyan mikroorganizmalardır (Holzapfel ve ark., 2007).

Laktik Asit Bakterilerinin Besinlerde Bulunması

LAB, fermente et, süt, sebze, meyve ve tahıl ürünlerinin üretim ve olgunlaştırılmasında önemli rol oynamaları nedeni ile gıda teknolojisinde büyük önem taşımaktadır (Tekinşen ve Atasever, 1994;

Anonim, 2006). Fakat bazı üyeleri ağız, bağırsak ve vaginada da doğal olarak bulunmaktadır. Çeşitli gıdaların LAB temel alınarak muhafazası, en eski gıda muhafaza metotlarından birisi olarak kabul edilmektedir. Günümüzde de tüketicilerin doğal ve katkısız ürünlere gösterdikleri talep artışı dolayısıyla, LAB potansiyel gıda koruyucusu olarak önemini halen sürdürmektedir (Çon ve Gökalp, 2000). LAB “güvenli bakteriler” olarak kabul edilirler ve koruyucu kültürlerin özelliklerini taşırlar. Gıdalarda sadece gıda kaynaklı patojen ve bozulma etmeni mikroorganizmaları inhibe etmek ve/veya raf ömrünü uzatmak için kullanılan ve gıdanın duyuşal özelliklerinde değişime sebep olmayan antagonistik kültürlerle “koruyucu kültürler” denir (Lee, 2000).

Süt ve ürünlerinde asit oluşumu (*S. lactis*, *S. faecium*, *S. thermophilus* veya *L. bulgaricus*) ve/veya aroma ve lezzet oluşumunda (*Lb. cremoris*, *Lb. dextranicum* veya *S. lactis* subsp. *diacetylactis*) LAB’ın tek veya karışık suşlarından faydalanılmaktadır. Karışımlarda genellikle bir veya iki soy hakim durumdadır (Tekinşen ve Atasever, 1994).

Fermente et ürünlerinde olgunlaşma süresini kısaltmak ve kontrol altına almak, dayanıklılık süresini uzatmak, ürüne renk, aroma ve lezzet kazandırmak amacıyla tek ya da kombine olarak kullanılan yararlı mikroorganizmalardır. Ayrıca buldukları gıdalarda biyojen aminlerin oluşumu ve istenilmeyen mikroorganizmaların gelişimleri engellenerek, daha sağlıklı, kaliteli ve standart bir ürün elde edilmektedir (Salminen ve Wright, 1993; Çon ve Gökalp, 2000; Anonim, 2006). Fermente çiğ sucuklarda starter olarak, LAB (laktobasiller ve pediokoklar), mikrokoklar (Stafilokok ve Mikrokoklar), maya ve küflerin bazı türleri kullanılmaktadır (Anonim, 2006).

Laktik Asit Bakterilerinin Sınıflandırılmasının Tarihsel Gelişimi

Bakterilerin bir sınıfında birçok türün genomlarının dizilişi; onların değişimi ve o sınıftan uzaklaşmasının belirlenmesinde önem arz eder. *Archaea* ve *Proto-*

bacteria’da gözlemlendiği gibi genom azalması, LAB’ın değişimi sırasında sürekli bir eğilimdir. *Lactobacillales*’in tarihteki ataları olan *Bacilli*’den uzaklaşması, çoğu enzimlerinin biyosentezini gerçekleştiren 600-1200 gen kaybolması ile gerçekleşmiştir. Çok dikkat çeken gen kayıpları, patojenik *Streptococcus* türlerinden başlıca antibiyotik rezistans ve adhezyon özellikleri gibi patojenik genlerini kaybeden *Streptococcus thermophilus*’da gerçekleşmiştir. Bunun yanı sıra LAB besin ortamınca zengin ortamlara ve geniş bir alana adaptasyonu sırasında bazı genleri de kazanmıştır. Amino asit transferinde bulunan genler ve peptidaz, bu türlerin protein zengin ortamlara adapte olmaları için ikiye katlanmıştır. Nitekim *S. thermophilus*’un sütte oldukça az bulunan methionini sentezlemesi için *L. bulgaricus* tarafından sentezlenen gen örnek olarak verilebilir (Pfeiler ve Klaenhammer, 2007).

LAB’ın bir grup olarak ilk tanımlanması, koliform bakterilerle birlikte laktiklerin sütü fermente ve koagüle etme özellikleri üzerine yapılmıştır. 1901 yılında *Lactobacillus* mikroorganizmalarının gram pozitif olarak tanımlanması ile koliform bakteriler LAB grubundan ayrılmıştır. 1919 yılında Orla-Jensen, LAB’ı gram pozitif, hareketsiz, spor oluşturmayan, kok, kokobasil, karbonhidratları ve yüksek alkollerini başlıca laktik asit oluşturarak fermente eden bir grup olarak tanımlamış ve 7 tane soy ileri sürmüştür (Tablo 1) (Stiles ve Holzapfel, 1997). Orla-Jensen’in LAB üzerine olan makaleleri streptokokların süt ve süt ürünlerindeki önemi üzerine olmuştur. Streptokokların ilk sistematik klasifikasyonu Sherman tarafından 1937 yılında yapılmıştır. Mutlak anaeroblar ve pneumokoklar bu sınıflandırmadan çıkarılmış ve geri kalan fakültatif anaerob streptokoklar dört gruba (Piyojenik, Viridans, Laktik, *Enterococcus*) bölünmüştür (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Bakterilerin klasik taksonomisi; morfolojik, biyokimyasal ve fizyolojik özellikleri üzerine dayanmıştır. Bu daha sonra hücre duvarı kompozisyonu, hücre yağ asitleri, aromatik bileşiklerden elde edilen

quinone ve isoprene gibi organik bileşiklerin varlığına bakılarak genişletilmiştir (Stiles ve Holzapfel, 1997). Günümüzde bakterilerin taksonomisindeki büyük değişiklikler, önemli düzeyde bakteri DNA'sındaki nükleotit oranları (G+C içeriği) ile belirlenmektedir. G+C içeriği kesin olmamasına (%50'den daha az) rağmen, geniş dizimli cinslerin alt dallarına ayrılmasında iyi bir göstergedir (Stackebrand ve Teuber 1988). Ayrıca izole edilen genlerinin elektroforetik özellikleri, DNA: DNA hibridizasyonu ve RNA'nın yapısı ve sıralanması gibi moleküler özellikler taksonomide kullanılan başlıca çok önemli tekniklerdir. Bunlar LAB'ın taksonomisinde çok önemli değişikliklerin yapılmasına neden olmuştur (Stiles ve Holzapfel, 1997). Çünkü LAB'da önce yapılan sınıflandırmanın temeli fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal özelliklerin (örn., farklı sıcaklık, pH değeri ve tuz konsantrasyonlarında

gelişim ve karbonhidrat katabolizması) incelenmesini içeren fenotipik özelliklere dayanmaktaydı (Stiles ve Holzapfel, 1997; Gobbetti ve ark., 2005). Bundan dolayı, günümüzde yeni ortaya koyulan farklı soylar bilinmiyordu ve mikrobiyologlar LAB'dan veya laktiklerden bahsettiklerinde *Lactobacillus*, *Lactococcus* (*Streptococcus*), *Leuconostoc* ve *Pediococcus*'lar anlaşılmaktaydı.

Son yıllarda genetik çalışmalar sonucu ortaya çıkan sınıflandırmada gıdalarda önem arz eden başlıca LAB soyları: *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella*'dır. Yeni oluşturulmuş LAB soyları *Carnobacterium*, *Weissella*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Atopobium* ve *Albiococcus*'dur (Stiles ve Holzapfel, 1997; Endo ve Okada, 2005; Tangüler ve Erten, 2006).

Tablo 1. LAB ve sınıflandırması

Table 1. LAB and taxonomy

Tür	Şekil	Katalaz	Nitrit indirgemesi	Fermentasyon	Cinsler
Betabacterium	Çubuk	-		Heterofermantatif	<i>Lactobacillus</i> <i>Weissella</i>
Thermobacterium	Çubuk	-		Homofermantatif	<i>Lactobacillus</i>
Streptobacterium	Çubuk	-		Homofermantatif	<i>Lactobacillus</i> <i>Carnobacterium</i>
Streptococcus	Kok			Homofermantatif	<i>Streptococcus</i> <i>Enterococcus</i> <i>Lactococcus</i> <i>Vagococcus</i> <i>Leuconostoc</i>
Betacoccus	Kok			Heterofermantatif	<i>Oenococcus</i> <i>Weissella</i>
Microbacterium	Çubuk	+	+	Homofermantatif	<i>Brochotrix</i>
Tetracoccus	Kok	+ ^a	+	Homofermantatif	<i>Pediococcus</i> <i>Tetragenococcus</i>

a: Genelde pediokoklar katalaz negatiftir, fakat bazı türler yanlış pozitif sonuçlara yol açan pseudokatalaz üretirler

Streptococci

Gr(+), küresel veya oval, genellikle hareketsiz ve fakültatif anaerobik, bazen gelişimleri için karbondioksit ihtiyacı duyan, bazen de anaerobik ortamda gelişebilen ve katalaz (-) mikroorganizmalardır. Optimum üreme sıcaklıkları 37°C'dir (Yaygın

ve Kılıç, 1993). *Streptococcus* soyu 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. 16S rRNA üzerine yapılan gen dizinlerinin tespit edilmesi ile streptokoklar genetik olarak farklı üç gruba ayrılmıştır. Bunlar, *S. sensu stricto*, *Enterococcus* ve *Lactococcus*'dur. *Streptococcus* soyu içerisinde kalan türler patojenik ve oral streptokokları içermektedir. *S. thermophilus* yoğurt ve peynir yapımında starter kültür olarak kullanıldığı için bu soyda diğerlerinden hariç tutulabilir. *S. thermophilus*'un taksonomisi hala tartışmalı olmakla birlikte gıdalarda starter kültür olarak kullanılmaktadır (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Lactococci

Lactococcus'un zaman zaman düz uzun zincir görünüşü (kokobasil) bazı laktokokların laktobasil olarak yanlış yorumlanmasına yol açabilmektedir. 1985 yılında Lanfield grup N laktik streptokokların önemli bir kısmı *Lactococcus* soyuna devredilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre *Lb. xylosus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* olarak ve *Lb. hordniae* ise *Lc. lactis* subsp. *hordniae* şeklinde yeniden sınıflandırılmıştır. *Lactococcus* soyu 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. Sitratı kullanarak diasetil üreten *S. diacetylactis*, *Lc. lactis* subsp. *diacetylactis* 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 (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Enterococcus

10–45°C sıcaklık aralığında, pH 9,6'da, %6,5 NaCl'de üreyebilirler. Katalaz (-) özellik yansımalarına rağmen bazı türleri yalancı katalaz aktivitesi verebilir (Doming ve ark., 2003). Fakültatif anaerob bakteri-

lerdir. *Enterococcus* soyu ilk defa 1899 yılında Thiercelin tarafından, intestinal orjinli olduğu için, enterokok 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* soyunu önermişse de, bu 1984 yılında Scheilfer ve Kilpper-Balz tarafından yapılan öneriye kadar kabul görmemiştir (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Enterococci, özellikle de *E. faecalis* endokarditis, üriner sistem ve hastane enfeksiyonlarında yer almasına rağmen *E. faecium* enterokokal enfeksiyonların yalnızca %20'sinde, her ikisi de abdomen ve pelvisin miks enfeksiyonlarından bildirilmiştir. Enterokokların gıda ve halk sağlığı mikrobiyologları tarafından kabul edilen önemleri; gıda güvenliği açısından indikatör olarak kullanılmaları ve muhtemel gıda kaynaklı hastalıklarda yer almasından kaynaklanmaktadır. Enterokoklar aynı zamanda bazı gıdalarda starter kültür olarak kullanılırlar. Ticari probiyotik olarak kullanılmaları da mevcuttur. *E. faecium* Kuzey Avrupa'da üretilen bazı peynirlerin fermentasyonu ile ilişkilidir. Son tanımlanan bazı *Enterococcus* soyları (örn., *E. durans* ve *E. Flavescens*) klinik orijinlidir. Dolayısıyla halk sağlığı ve gıda mikrobiyologları gıdalardaki enterokokların varlığını yorumlarken azami dikkat sarf etmeleri gerekmektedir (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Carnobacterium

Bu soy 1987 yılında Collins ve ark. tarafından önerilmiştir. Thorney, soğukta muhafaza edilen kanatlı etlerinde Gram (+), Katalaz (-), spor oluşturmeyen bakterileri tespit etmiştir. Benzer grup bakteriler vakum paketlenmiş soğuk depodaki etlerden tespit edilmiş ve asit oluşturmeyen laktobasiller olarak tanımlanmıştır. Asit oluşturmeyen bu bakterilerin iki grubu *Lb. divergens* ve *Lb. carnis* yeni tür olarak önerilmiştir.

Yapılan filogenetik çalışmalarda *Carnobacterium* soyu önerilmiştir. *Carnobacteria* laktobasillerle birlikte izole edilse de filogenetik

olarak *Enterococcus* ve *Vagococcus*'a daha yakın olarak bulunmuştur. *Carnobacteria*'nın 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 (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Tetragenococcus

Pediococcus halophilus %18 tuz konsantrasyonunda üreyebilen bir bakteridir. *Pediococcus* soyunun 16S rRNA ile yapılan filogenetik çalışmaları sonucunda, *P. halophilus* diğer pediokoklardan ayrılarak yeni bir soy olan *Tetragenococcus* soyunda kullanılmıştır. Bu soy laktobasillerden çok *Enterococcus* ve *Carnobacterium*'a yakın bulunmuştur (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Vagococcus

Tavuk dışkısından ve nehir suyundan izole edilen hareketli grup N streptokoklar *Vagococcus fluvialis* olarak isimlendirilmiştir. *V. salmoninarum* adlı yeni bir tür hasta somon balıklarından izole edilmiştir. 16S rRNA ile yapılan filogenetik çalışmalar sonucu, hareketli grup N streptokokların *Streptococcus* ve *Lactococcus*'dan daha çok *Enterococcus*, *Carnobacteria* ve *Listeria*'ya daha yakın olduğu ortaya konmuştur (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Lactobacillus, Leuconostoc ve Pediococcus Soyları

Geçmişte bu üç soy birbirinden uzak soylar olarak bilinirdi. 16S rRNA ile yapılan çalışmalar sonucunda yapılan başlıca gruplandırma; 1-*Lb. delbrueckii* grup, başlıca homofermentatif laktobasilleri içermektedir. 2-*Lb. casei*-*Pediococcus* grup, fakültatif ve obligat heterofermentatif bakterilerin yanı sıra obligat homofermentatif bakterileri de içermektedir. 3-*Leuconostoc* grup, bazı obligat heterofermentatifleri içerir ve son olarak *Leuconostoc*, *Oenococcus* ve *Weissella* olmak üzere üç soya bölünmüştür (Stiles ve Holzapfel 1997).

Lactobacillus

Lactobacillus soyundaki mikroorganizmalar basil şeklinde, Gr(+), spor oluşturmeyen ve katalaz(-) bakterilerdir. Bu soydaki bakteriler 2-53°C'de (optimum 30-40°C) gelişmektedirler, hafif asidik ortamda hızlı çoğalarak *Streptococcus*'lardan daha çok asit oluştururlar (Kıran, 2006). %1-3 oranında laktik asit oluşturarak pH'yı 3.2-3.5'e kadar düşürmektedirler. Proteolitik aktiviteleri de yüksektir (Tekinşen ve Atasever, 1994; Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Oksijeni kullanma özelliğine göre mikroaerofilik ya da anaerob olup %5 CO₂'li ortamda gelişme gösterebilirler. Genellikle katalaz ve oksidaz negatif olarak bilinmektedirler (Hammes ve Vogel, 1995). *Lactobacillus* türleri, bitki, toprak, süt ürünleri ve bağırsak florasında bulunur. Fermente et, süt ve sebze ürünlerinin üretiminde rol oynamaktadırlar (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Günümüze kadar laktobasillerin klasik divizyonunda fermentatif özellikleri dikkate alınarak; obligat homofermentatifler, fakültatif heterofermentatifler ve obligat heterofermentatifler olmak üzere bir bölünme yapılmıştır. Grup 1 ve 2'deki bakterilerin çoğu ile grup 3'deki bazı bakteriler fermente gıdalarda kullanılmış, fakat grup 3 genelde gıda bozulmaları ile ilişkilendirilmiştir (Tablo 2) (Stiles ve Holzapfel, 1997).

1986 yılında yayınlanan Bergey's Manual of Systematic Bacteriology'de düzenli spor oluşturmeyen 7 soydan 4'ü gıda mikrobiyolojisi için önemli olarak gösterilmiş ve besin fermentasyonunda *Lactobacillus*'lar, besin bozulmalarında *Brochotrix* ve *Lactobacillus*, besin kaynaklı enfeksiyonlarda *Erysipelothrix* ve *Listeria* bildirilmiştir. 1980'li yıllardan sonra gerçekleştirilen filogenetik çalışmalarda *Lactobacillus* soyunda önemli değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Buna göre; laktobasiller tam fermentatif (homo ve hetero) ve kompleks besin ortamlarına ihtiyaç duyarlar. Oldukça farklı çevrelerde ürer ve bulunur. Asidurik ve asidofilik özellik gösterirler. Fermentatif karbonhidratların bulunduğu gıdalarda

pH'yı 4 düzeylerine kadar düşürebilirler. pH 7.2'ye kadar üreyebilirler. Laktobasiller, değişik çeşitte peynirler, fermente bitkisel ürünler, fermente etler, şarap ve bira üretimi, ekşi hamur ve silajda starter kültür olarak kullanılırlar (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Obligat homofermentatif olan grup 1'de *Lb. acidophilus*, *Lb. delbrueckii* ve *Lb. helveticus*'un yanı sıra *Lb. farciminis* ve *Lb. kefiranofaciens* bulunmaktadır. *Lb. delbrueckii*, 1983 yılında *Lb. delbrueckii* subsp. *delbrueckii*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* olarak yeniden klasifiye edilmiştir. *Lb. acidophilus* ilk defa 1990 yılında dışkıdan izole edilerek bu isim verilmiştir. Asidofiluslu süt üretiminde kullanılır. Probiyotik bakterileri temsil eden önemli bir bakteri olarak bilinir. *Lb. acidophilus* BG'F04 1982 yılında *Lb. johnsonii* olarak tanımlanmıştır. Bu suş sağlık etkilerinden faydalanmak üzere yeni tip yoğurt üretiminde kullanılmaktadır. *Lb. helveticus*'un *Lb. acidophilus*'a daha yakın *Lb. delbrueckii*'den daha uzak olduğu düşünülmektedir. İsviçre-İtalyan tipi peynirlerin üretiminde kullanılır (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Fakültatif heterofermentatif olan grup II'de gıda ile ilişkili başlıca soylar *Lb. casei* ve *Lb.*

plantarum'dur. *Lb. casei*, süt ürünleri, silaj, insan ağız ve bağırsaklarında bulunur. Ekşi hamur ve salamurada fermente edilen peynirlerde ve bazı gıdalarda sitratı CO₂'e fermente ederek bozulmalara sebep olur. *Lb. plantarum*, bazı fermente sosisler ve tahıl ürünlerinde starter olarak kullanılır. Grup ikide yer alan diğer alt grup laktobasiller başlıca *Lb. curvatus* ve *Lb. sake*'dir. Bu bakteriler modifiye atmosfer ve vakum paketlenmiş soğuk muhafaza edilen et ve et ürünlerinin başlıca florasını oluşturur. Vakum paketlenmiş Frankfurter, Vienna vb. sosislerin bozulmasında rol oynayan dominant bakteri olarak *Lb. curvatus* tespit edilmiştir. Ayrıca fermente et ürünlerinde kullanılan önemli starterlerdendir (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Grup 3 obligat heterofermentatif bakterileri içerir. Hekzosları laktik asit, asetik asit ve/veya etanol ve CO₂'e fermente eden bakteriler yer alır. Glikozdan gaz oluşturması bu bakterilerin en önemli özellikleridir. *Lb. sanfrancisco* ekşi hamurda kullanıldığı zaman maltozu laktik ve asetik asidin yanı sıra değişik lezzet bileşiklerine parçalar. *Lb. brevis* ve *Lb. fermentum*'un ekşi hamurdan, *Lb. kefir* kefir granüllerinden izole edilen başlıca bakterilerdir (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Tablo 2. *Lactobacillus* türlerinin fenotipik karakterlerine göre sınıflandırılması

Table 2. Taxonomy of *Lactobacillus* spp according to the phenotypic characteristics

Grup 1	Grup 2	Grup 3
Obligat homofermentatif	Fakültatif heterofermentatif	Obligat heterofermentatif
<i>Lb. acidophilus</i>	<i>Lb. acetotolerans</i>	<i>Lb. brevis</i>
<i>Lb. delbrueckii</i> subsp <i>bulgaricus</i>	<i>Lb. alimnetarius</i>	<i>Lb. buchnerii</i>
<i>Lb. delbrueckii</i> subsp <i>delbrueckii</i>	<i>Lb. bifementas</i>	<i>Lb. fermentum</i>
<i>Lb. delbrueckii</i> subsp <i>lactis</i>	<i>Lb. curvatus</i>	<i>Lb. hilgardii</i>
<i>Lb. helveticus</i>	<i>Lb. homohiochii</i>	<i>Lb. parabuchneri</i>
<i>Lb. johnsonii</i>	<i>Lb. paracasei</i> subsp <i>paracasei</i>	<i>Lb. parakefir</i>
<i>Lb. kefiranofaciens</i>	<i>Lb. plantarum</i>	<i>Lb. sanfrancisco</i>
<i>Lb. kefiraganum</i>	<i>Lb. pentosus</i>	<i>Lb. reuteri</i>
<i>Lb. mali</i>	<i>Lb. sake</i>	<i>Lb. vaccinostercus</i>

Leuconostoc

Bu bakterinin orijinal sınıflandırılması morfolojisi üzerine olmuştur. *Leuconostoc* soyu, her ne kadar Orla-Jensen tarafından betacocci olarak adlandırılmasına ve heterofermentatif kok olarak ayrı bir

soyda kabul edilmesine rağmen, morfolojisi bu soyu streptokoklara yakın kılmıştır (Stiles ve Holzapfel, 1997). *Leuconostoc*, bitkilerden izole edilen dominant bir soydur ve *Leuc. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* bitkilerden izole edilen başlıca

türüdür. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology'de soydaki tür sayısı altıdan dörde düşürülmüştür. *Leuc. mesenteroides*, *Leuc. Dextranum* ve *Leuc. cremoris*, *Leuc. mesenteroides*'in alt türleri olarak kabul edilmiştir (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Soğutulmuş olarak depolanan etlerden elde edilen 52 *Leuconostoc* izolatının taksonomik çalışması sonucunda üç grup oluşturulmuştur. Bir grup *Leuc. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* olarak tanımlanmıştır. Diğer iki grup *Leuc. gelidum* ve *Leuc. carnosum* adı verilen iki türü taşımaktadır. Asıl grup *Leuc. sensu stricto* olarak düzenlenmiş ve üç alt gruptan oluşturulmuştur. Bunlar; 1. *Leuc. Mesenteroides* ve *Leuc. Pseudo-mesenteroides*, 2. *Leuc. lactis* ve *Leuc. Citreum* 3. *Leuc. carnosum*, *Leuc. gelidum* ve *Leuc. amelibiosum*

Pediococcus

LAB soyları içinde mikroskop altında tetrat morfoloji gösteren gruptur (Stiles ve Holzapfel, 1997). Optimum gelişme sıcaklıkları 35°C'dir. 50°C'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 (Salminen ve Wright, 1993; Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Pediokoklar morfolojik benzerlik, yalnızca katalaz üretimi ve tuz toleransı bakımından mikrokoklarla çok benzeştiğinden karışıklığa yol açmaktadır (Stiles ve Holzapfel, 1997). 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 sınıflandırılmıştır. *P. halophilus* ise *Tetragenococcus* olarak isimlendirilen yeni bir soya ilave edilmiştir (Stiles ve Holzapfel, 1997).

LAB ile Yakın İlişkili Diğer Soylar

Bazı gram pozitif soylar LAB'ın tanımlanmasına uyum sağlamış fakat bunlar genellikle bu gruba üye olarak düşünülmemiştir. *Aerooccus* soyu tetrat oluşturur ve pediokoklara benzeyen bir bakteri olarak yanlış yorumlanır. *A. viridans* asit oluşturmayan mikroaerofilik *P. urinae-equi* yakın ilişkili bulunmuş, daha sonra *P. urinae-equi* pediokoklardan ayrılmış ve *Aerococcus equi* olarak önerilmiştir. Avrupa'da bal arılarının foulbrood hastalığının etkeni yeni soy olan *Melissococcus*'da *M. pluton* olarak isimlendirilmiş ve bu tür *Enterococcus*'a yakın bulunmuştur (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Bifidobacteria 1900 yılında bebek dışkılarından izole edilmiştir. 1957 yılında Bergey's Manual of Systematic Bacteriology'nin yedinci düzenlemesinde, daha önce Orla-Jensen tarafından ayrı olarak taksonimisi yapılmasına rağmen, *Lb. bifidus* olarak bildirilmiştir. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology'nin 1986 yılındaki baskısına kadar, soyda yalnızca *Lb. bifidus* olarak bilinmiş ve bu yılda *Bifidobacterium* soyuna dahil edilmiştir. Bunlar laktik asit ve asetik asiti 2/3 oranında oluşturduklarından gerçek laktikler olarak kabul edilmemektedir. Hekzosların fermentasyonunda kullanılmaları, onları laktiklerden ayırmaktadır. Bifidobakterileri LAB'dan ayıran en önemli özellik ise DNA'larındaki G+C oranının (%55-70) LAB'lardan çok yüksek olmasıdır (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Brochotrix soyu ilk defa *Microbacterium thermosphactum* olarak tanımlanmıştır. 1970 yılında bu tür *B. thermosphacta* olarak yeniden sınıflandırılmıştır. Bazı çalışmalarda *Lactobacillus* ve *Brochotrix* soyları arasındaki benzerlikten dolayı *Brochotrix*'in *Lactobacillaceae* familyasına geçici olarak alınmasına karar verilmiştir. Daha sonra *Brochotrix*'in *Listeria*'ya daha yakın olduğu gösterilmiştir (Stiles ve Holzapfel, 1997).

Tablo 3. *Lactobacillus* ve *Leuconostoc* türlerinin *Weissella* soyu olarak sınıflandırılması
Table 3. Taxonomy of *Lactobacillus* and *Leuconostoc* spp. as *Weissella* genus

Paramesenteroides grup	Yeni <i>Weissella</i> türleri
<i>Leuconostoc paramesenteroides</i>	<i>Weissella paramesenteroides</i>
<i>Lactobacillus confusus</i>	<i>W. confusa</i>
<i>Lb. halotolerans</i>	<i>W. halotolerans</i>
<i>Lb. kandleri</i>	<i>W. kandleri</i>
<i>Lb. viridescens</i>	<i>W. viridescens</i> , <i>W. hellenica</i>

WEISSELLA TÜRLERİ ve ÖNEMİ

Yunan fermente sucuklarında 1993 yılında *Leuconostoc* benzeri, ancak taksonomik tanımlaması tam olarak yapılmamış bir bakteri izole edilmiştir. Yapılan genetik çalışmalar sonucunda *Leuconostoc*'tan genetik yapısındaki farklılıklar nedeniyle ayrı olduğu ve *Leuconostoc paramesenteroides* türüne dahil edilemeyeceği bildirilmiştir. Bu gelişmelerin ışığında, *Leuconostoc* cinsinden farklı bir özellik gösteren *Leuc. paramesenteroides* ile önceki sınıflandırmalarda *Lactobacillus* cinsi içerisinde yer alan bazı türler *Weissella* cinsi adı altında toplanmıştır (Stiles ve Holzapfel, 1997; Tangüler ve Erten, 2006).

Bu cinse ait bakteriler gram (+), hareketsiz, spor oluşturmeyen, katalaz (-), fermentatif, kısa çubuk veya kokoid şekilli bakterilerdir (Shin ve ark 2009). Heterofermentatif ve asiduriktirler. Bazı suşları arjinini hidrolize eder. *Weissella paramesenteroides* ve *Weissella hellenica* glikozdan D-laktik asit, diğer türler ise DL-laktik asit üretirler (Stiles ve Holzapfel, 1997). 15°C' de gelişebilir ancak 45°C' de gelişemezler. Patogen olmayan mikroorganizmalar olarak değerlendirilmelerine rağmen bazı türlerin patojen olabileceği bildirilmiştir (Tangüler ve Erten, 2006). *Weissella* cinsine ait 13 tür belirlenmiş olup başlıcaları; *W. confusa*, *W. viridescens*, *W. halotolerans*, *W. hilgardii*, *W. kandleri*, *W. minor*, *W. hellenica*, *W. paramesenteroides*'dir (Stiles ve Holzapfel, 1997; Jang ve ark, 2002). Son yayınlarla *W. thailandensis*, *W. cibaria* ve *W. kimchii* eklenmiştir. *W. soli* ile *W. hanii* de NCBI Taxonomy Homepage tarafından yeni olabilecek türler arasında listelenmiştir. Bazı *Lactobacillus* ve *Leuconostoc*

türlerinin *Weissella* soyu olarak sınıflandırılması Tablo 3'de gösterilmektedir (Stiles ve Holzapfel, 1997).

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 (Jang ve ark., 2002; Tangüler ve Erten, 2006; Shin ve ark., 2009). 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 olmaktadır (Borch ve ark., 1996). Kırmızı et ve tavuk etinde *Weissella*'nın oluşturduğu başlıca bozulma belirtisi; yapışkanlık ve H₂O₂'in sebep olduğu renk değişimi (yeşillenme) olarak bildirilmiştir (Nychas ve ark. (2008). Ekşi hamurdan ve ekşi hamur starterinden *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve *Weissella* olmak üzere sıklıkla dört soy izole edilmiştir (Ehrmann ve Vogel, 2005; Ganzle ve ark., 2007).

W. hellenica

İlk olarak fermente sucuklardan izole edilmiştir (Stiles ve Holzapfel, 1997). Şekerlerden D-laktik asit oluşturmaktadır. D-fruktoz, sükröz ve trehalozdan asit üretmektedir (Magnuson ve ark., 2002; Tangüler ve Erten, 2006). Morea ve ark (1998) *W. hellenica*'yı Mozerella peynirinden izole edilenler arasında sadece *Lb. casei* subsp. *casei* ve *W. hellenica*'nın proteolitik aktivite gösterdiğini bildirmiştir. Urso ve ark. (2006), üç farklı konsantrasyonda şeker (kontrol, %1.5 ve %2.5) kullandıkları İtalyan fermen-

te sosislerinde *W. hellenica* ve *W. Paramesenteroides*'in yalnızca %2.5 şeker bulunan deneme gruplarında ürediklerini tespit etmişlerdir.

W. viridescens

Eski adı *Lb. viridescens*'tir. Maltozdan asit üretebilmekte ancak arjininden amonyak oluşturmamaktadır (Stiles ve Holzapfel, 1997; Anonim, 2006; Tangüler ve Erten, 2006). Taze et ve et ürünlerinde sıklıkla izole edilen başlıca LAB'lar *Lactobacillus sakei*, *Lb. curvatus*, *Lb. plantarum*, *Lb. Maltoramaticum*, ve *W. viridescens* olarak bildirilmiştir (Amor ve ark 2005). 68°C'de 40 dakika canlılığını sürdürürken, 69°C ve üzeri sıcaklıklarda (örn., yemek yapımı, sosis üretimi) ısıl işlemlerle yıkılanmaktadır (Borch ve ark., 1996; Peirson ve ark., 2003). *W. viridescens*, etin pişirilme işlemi sonrasında canlı kalıp, aerobik şartlarda, H₂O₂ üreterek et ürünlerinin merkezinde yeşil renk oluşturmaktadır. *Lb. sakei* ve *Leuconostoc* benzeri bakteri grubunun tüm üyeleri tütsülenmiş hindi eti florasında bulunmaktadırlar. Bu nedenle, tütsülenmiş hindi eti 4°C'de 2 haftadan sonra; paketler şişmekte, kokusunda ve tadında bozukluk olmakta ve çok fazla salgı (bozulan ete özgü uzayan salgı) bulunmaktadır. Kaynatılmış hindi etinde, identifiye edilmeyen *Leuconostoc*lar hariç tutulduğunda yaşamaya devam eden mikro-organizmalar, ette dilimleme ve vakumla paketleme işlemleri esnasında kontaminasyon nedeniyle bozulma yapmaktadırlar. *Leuc. carnosum*'dan ziyade birçok *Leuconostoc* türüyle ilişkili bulunan *W. viridescens* biyokimyasal reaksiyonlarda ve hücre yağ asitlerinde değişiklik yaparak bozulmaya neden olmaktadır (Samelis ve ark., 2000). Santos ve ark. (2005), *W. viridescens*'in İspanyol kan sosisinden elde edilen izolatlar arasında en yüksek orana (%42) sahip olduğunu bildirmişlerdir.

W. paramesenteroides

Eski adı *Leuc. paramesenteroides*'dir. Yayık tereyağı, taze sebzeler, fermente sucuklardan izole edilmiştir (Anonim, 2006). Güney Afrika, Benin ve Kenya'da

fermente manyok ile Almanya'da cassavalardan toplam 375 laktik asit bakterisi izole edilmiş ve 18 tanesi *W. paramesenteroides* ile *W. cibaria* olarak identifiye edilmiştir (Kostinek ve ark., 2007). Chao ve ark. (2008), soyadan yapılan Çinlilerin hafif bir yemeği olan stinky tofuda tespit ettikleri 32 soyun 14'ünü *Lactobacillus*, 6'sını *Leuconostoc* ve 4'ünü *Weissella*'nın oluşturduğunu ve saptadıkları 136 türden yalnızca *W. paramesenteroides*'in her üç salamura tankında da bulunduğunu bildirmişlerdir. Sağdıç ve ark. (2002), Afyon, Antalya, Isparta ve Konya bölgelerinden topladıkları yayık ayranlarında 85 farklı LAB izole ettiklerini ve *W. paramesenteroides*'in izolatların % 5.9'unu oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Hancıoğlu ve Karapınar (1997), Türk bozasında fermentasyon sırasında 77 adet LAB ve 70 maya izolatu elde ettiklerini, LAB izolatlarında en yüksek orana %25.6 ile *Leuc. Paramesenteroides*'in sahip olduğunu, *Lb. confusus*'un %7.8 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Urso ve ark. (2006), İtalyan fermente sosislerinde *W. paramesenteroides*'in yalnızca şeker oranı en yüksek deneme gruplarında ürediklerini tespit etmişlerdir. Pal ve Raman (2009), salatalıkta izole edilen *W. paramesenteroides* DFR-8 adlı suşun protein özellik taşımayan bir antimikrobiyel madde (non bacteriocin) ürettiğini ve bunun gıdaların muhafazasında önemli bir potansiyel oluşturacağını bildirmişlerdir.

W. cibaria

Kısa çubuk şeklinde, 0,8-1,2µm genişliğinde ve 1,5-2,0µm uzunluğundadır (Tangüler ve Erten, 2006). İnsan safrası ve dışkılarından, kanarya karaciğerinden ve enfekte olmuş köpek kulağından izole edilmiştir (Vela ve ark., 2003). Yunan ekşi hamurunda, ürün yapısına ve maksimum büyüme oranı üzerine, metabolit üretimine ve total asitlik titrelerine etkileri bakımından *Saccharomyces cerevisiae* ile LAB (*W. cibaria*, *Lb. paralimentarius*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Enterococcus faecium*) arasındaki ilişki açıklığa kavuşturulmuştur (Paramithiotis ve ark., 2006). İacumin ve ark. (2009), starter kültür kullan-

madan 4 farklı tipte ekşi hamur üretmişler ve üçünü sınıf I, birisini sınıf II olarak sınıflandırmışlar. Araştırmacılar diğer üçünden farklı olan ve kuru ekşi hamur olarak isimlendirdikleri örnekten (sınıf II) izole ettikleri LAB'ın %58'ini *W. cibaria*'nın oluşturduğunu bildirmişlerdir. Fermente Türk tarhanasında izole edilen LAB'ların multipleks PCR ve 16S rDNA gen dizini analizinde %4'ü *W. cibaria* olarak belirlenmiştir. Reid (2008), dünya genelinde insan ve hayvanlardan izole edilen *W. cibaria*'nın ağız sağlığı için potansiyel kullanımı olacağını bildirmiştir.

W. confusa

Eski adı *Lb. confusus*'dur. Kısa çubuk şeklinde bir bakteridir. Riboz ve galaktozdan asit oluşturmaktadırlar. Bitkiler, çiğ süt, ekşi hamur, fermente et, şeker kamışı, havuç suyu, kanarya karaciğeri, lağım suyu ve insan dışkılarından izole edilmiştir (Hammes ve Vogel, 1995; Vela ve ark., 2003; Tangüler ve Erten, 2006). Tapai ve Chili Bo gibi Malezya'nın fermente gıdalarının mikroflorasından (Björkroth ve ark., 2002), 15°C'de fermente edilen geleneksel Kore sebze yemeği Kimchi'de (Choi ve ark., 2003) *W. confusa* büyük oranda izole edilmiştir. Böylece, *W. confusa* yaygın olarak gözlenmekle birlikte, bitkisel gıdaların fermentasyonunda büyük rol oynamaktadır. *W. confusa* ayrıca Doğu Himalaya bölgesi olan Nepal ve Hindistan'da geleneksel tütsülenmiş ve güneşte kurutulmuş balık ürünleri olan sukako maacha, gnuchi, sidra ve sukuti olarak bilinen ürünlerde de tespit edilmiştir (Björkroth ve ark., 2002). İspanyol kan sosisinde *W. confusa* en yüksek orana (%11.4) sahip üçüncü izolat olarak bulunmuştur (Santos ve ark., 2005). Şiddetli endokarditis şikâyetleri ile hastanede yatan hastanın mitral ve aortic kapaklarındaki vejetasyon üzerine yapılan mikrobiyolojik analizlerden elde edilen izolat, 16S rDNA dizini ile *W. confusa* olarak teyit edilmiştir (Shin ve ark., 2009).

W. halotolerans

Eski adı *Lb. halotolerans*'dır (Stiles ve Holzapfel, 1997). Düzensiz kısa çubuklar şeklindedir (Merivirta

ve ark., 2005). Et ve et ürünlerinde bulunmaktadır. Riboz, D-fruktoz, sellobiozdan ve trehalozdan asit, arjininden NH₃ oluşturmaktadır (Stiles ve Holzapfel, 1997; Tangüler ve Erten, 2006). Mangal kömüründe kızartılmış vakum paketli 3 tür nehir balığından izole edilen LAB'lar; *Lactobacillus curvatus* subsp. *curvatus*, *Leuconostoc mesenteroides* ve *W. halotolerans* olarak tanımlanmıştır (Merivirta ve ark., 2005).

W. minor

Eski adı *Lb. minor*'dür (Stiles ve Holzapfel, 1997; Tangüler ve Erten, 2006). Düzensiz kısa çubuklar şeklindedir. Süt işletmesi atık sularından izole edilmiştir. Riboz, D-fruktoz, sellobioz, sükröz ve trehalozdan asit, arjininden amonyak oluşturur (Magnuson ve ark., 2002; Tangüler ve Erten, 2006).

W. kandleri

Eski adı *Lb. kandleri*'dir (Stiles ve Holzapfel, 1997; Tangüler ve Erten, 2006). Düzensiz çubuk şeklindedir. Bitkilerden izole edilmiştir (Tangüler ve Erten, 2006).

W. thailandensis

0,5-0,7 µm. genişliğinde, hareketsiz bir bakteridir. Tayland'da fermente balıktan izole edilmiştir (Tangüler ve Erten, 2006).

W. soli

Hareketsiz, kısa çubuk şeklinde, 0,9x1.2-30µm çapındadır. 4-40°C'de gelişme gösterirken, 42°C'de gelişemez. Toprakta izole edilmiştir. L-arabinoz, riboz, D-ksiloz, D-glukoz, D-mannoz, maltoz, mellibioz, sakkaroz, trehaloz, D-rafinoz ve D-arabitol'den asit üretirken; gliserol, eritritol, D-arabinoz, L-ksiloz, adonitol, galaktoz, D-fruktoz, L-sorboz, ramnoz, inositol, mannitol, sorbitol, amigdalin, sellobioz, laktoz, inulin, glikojen ve L-arabitol'den asit üretmez (Magnuson ve ark., 2002; Tangüler ve Erten, 2006).

W. koreensis

L-arabinoz, riboz ve ksilozdan asit oluşturunken, galaktoz, maltoz, rafinoz, sakaroz ve trehalozdan üretmez. Dekstran oluşumu ve arjininden NH₃ oluşumu pozitifdir (Anonim, 2006; Tangüler ve Erten, 2006).

SONUÇ

LAB, gıda teknolojisinde et ve süt ürünleri ile sebzelerin fermentasyonu ve gıda maddelerinin korunmasının yanı sıra insan sağlığına olan faydaları bakımından günümüzde önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda *Lactobacillus* soyundan gelen, ancak *Leuconostoc*'lara benzerliği ile de dikkat çeken yeni LAB soyu *Weissella*'daki birçok tür, çok çeşitli gıdaların fermentasyonunda rol oynarken, gıda hijyenine ve korunmasına dikkat edilmediği takdirde özellikle etlerde ve diğer gıdalarda çeşitli şekillerde bozulmalara neden olmaktadır. Bazı türleri patojen özellikte olup, çeşitli hastalıklara (örn., infektif endokarditis, konjunktivitis) neden olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Adams MR., Nicolaidis L., 1997. Review of the sensitivity of different foodborne pathogens to fermentation. *Food Cont.*, 8, 227-239.
- Amor A., Rachman C., Chaillou S., Prevost H., Dousset X., Zagorec M., Dufour E., Chevallier I., 2005. Phenotypic and genotypic identification of lactic acid bacteria isolated from a small-scale facility producing traditional dry sausages. *Food Microbiol.*, 22, 373-382.
- Anonim. <http://www.bacterio.cict.fr/bacdi/co/ww/tweissella.html>. Quelques Caractères Phénotypiques des Espèces du Genre *Weissella*. (Erişim: 18.01.2006).
- Björkroth KJ., Schillinger U., Geisen R., Weiss N., Hoste B., Holzapfel WH., Korkeala HJ., Vandamme P., 2002. Taxonomic study of *Weissella confusa* and description of *Weissella cibaria* sp. nov., detected in food and clinical samples. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 52, 141-148.
- Borch E., Muermans ML., Blixt Y., 1996. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *Int. J. Food Microbiol.*, 33, 103-120.
- Chao SH., Tomii Y., Wtanbe K., Tsai YC., 2008. Diversity of lactic acid bacteria in fermented brines used to make stinky tofu. *Int. J. Food Microbiol.*, 123:134-141.
- Choi IK., Jung SH., Kim BJ., Park AY., Kim J., Han HU., 2003. Novel *Leuconostoc citreum* starter culture system for the fermentation of kimchi, a fermented cabbage product. *Antonie van Leeuwenhoek*, 84, 247-253.
- Çon AH., Gökalp AH., 2000. Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Metabolitleri ve Etki Şekilleri, *Türk Mikrobiyol. Cem Derg.*, 30, 180-190.
- Doming K. J., Mayer H. K., Kneifel W., 2003. Methods used for the isolation, enumeration, characterisation and identification of *Enterococcus* spp. 2. phenotypic and genotypic criteria. *Int. J. Food Microbiol.*, 88, 165-188.
- Ehrmann MA., Vogel RF., 2005. Molecular taxonomy and genetics of sourdough lactic acid bacteria. *Trends in Food Sci. Technol.*, 16, 31-42.
- Endo A., Okada S., 2005. Monitoring the Lactic Acid Bacterial Diversity during Schochu Fermentation by PCR-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis, *J. Biosci. Bioengin.*, 99, 216-221.
- Ganzle MG., Vermeulen N., Vogel RF., 2007. Carbohydrate peptide and lipid metabolism of lactic acid bacteria in sourdough. *Food Microbiol.*, 24, 128-138.
- Gobbetti M., Angelis M., Corsetti A., Cagno R., 2005. Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. *Trends in Food Sci. Technol.*, 16, 1-13
- Hammes WP., Vogel RF., 1995. The genus *Lactobacillus*, in the lactic acid bacteria. The genera of lactic acid bacteria, Blackie Academics and Professionals, 2, 19-55.
- Hancıoğlu Ö., Karapinar M., 1997. Microflora of boza, a fermented Turkish beverage. *Int. J. Food Microbiol.*, 35, 271-274.
- Holzapfel WH., Haberer P., Geisen R., Björkroth J., Schillinger U., 2007. The American Society for Nutr., *J. Nutr.*, 137, 838S-846S.

- Hu P., Zhou G., Xu X., Li C., Han Y., 2009. Characterization of the predominant spoilage bacteria in sliced vacuum-packed cooked ham based on 16S rDNA-DGGE. *Food Cont.*, 20, 99-104.
- Iacumin L., Cecchini F., Manzano M., Osualdini M., Boscolo D., Orlic S., Comi G., 2009. Description of the microflora of sourdoughs by culture-dependent and culture-independent methods. *Food Microbiol.*, 26, 128-135.
- Jang J., Kim B., Lee J., Kim J., Jeong G., Hongui H., 2002. Identification of *Weissella* species by the genus-specific amplified ribosomal DNA restriction analysis, *FEMS Microbiol. Let.*, 212, 29-34.
- Kıran F., 2006. Hücre Duvarı Protein Profilleri ve Plazmid İçeriklerine Göre Laktik Asit Bakterilerinin Moleküler Tanısı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kostinek M., Specht I., Edward V. A., Pinto C., Egonlety M., Sossa C., Mbugua S., Dortu C., Thonart P., Taljaard L., Mengu M., Franz CMAP Holzappel WH., 2007. Characterisation and biochemical properties of predominant lactic acid bacteria from fermenting cassava for selection as starter cultures, *Int. J. of Food Microbiol.*, 114, 342-351.
- Lee I., 2000. *The Korean Language*. Albany, NJ: State University of New York Press.
- Magnuson J., Jonsson H., Schnürer J., Roos S., 2002. *Weissella soli* sp. nov., a lactic acid bacterium isolated from soil. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 52, 831-834.
- Merivirta LO., Koort JMK., Kivisaarib M., Korkeala H., Björkroth KJ., 2005. Developing microbial spoilage population in vacuum-packaged charcoal-broiled European river lamprey (*Lampetra fluviatilis*), *Int. J. Food Microbiol.*, 101, 145-152.
- Morea M., Baruzzia F., Cappab F., Cocconcellib PS., 1998. Molecular characterization of the *Lactobacillus* community in traditional processing of Mozzarella cheese, *Int. J. Food Microbiol.*, 43, 53-60.
- Nychas GJE., Skandamis PN., Tassou CC., Koutsoumanis KP., 2008. Meat spoilage during distribution. *Meat Sci.*, 78, 77-89.
- Pal A., Raman KV., 2009. Isolation and preliminary characterization of a nonbacteriocin antimicrobial compound from *Weissella paramesenteroides* DFR-8 isolated from cucumber (*Cucumis sativus*). *Process Biochem.*, 44, 499-503.
- Paramithiotis S., Gioulatos Tsakalidou E., Kalantzopoulos G., 2006. Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria in sourdough, *Process Biochem.*, 41, 2429-2433.
- Peirson MD., Guan TY., Holley RA., 2003. Thermal resistances and lactate and diacetate sensitivities of bacteria causing bologna discoloration, *Int. J. Food Microbiol.*, 86, 223-230.
- Pfeiler EA., Klaenhammer TR., 2007. The genomics of lactic acid bacteria. *Trends in Microbiol.*, 15, 546-553.
- Reid G., 2008. Probiotics and prebiotics-Progres and challenges. *Int. Dairy J.*, 18, 969-975.
- Sagdıç O., Arıcı M., Şimşek O. 2002. Selection of starters for a traditional Turkish yayık butter made from yoghurt. *Food Microbiol.*, 19, 303-312.
- Salminen S., Wright von A., 1993. *Lactic Acid Bacteria*, 270 Madison Avenue, New York 1001, USA.
- Samelis J., Kakouria A., Rementzisz J. 2000. The spoilage microflora of cured, cooked turkey breasts prepared commercially with or without smoking, *Int. J. Food Microbiol.*, 56, 133-143.
- Santos EM., Jaime I., Rovira J., Lyhs U., Korkela H., Björkroth J., 2005. Characterization and identification of lactic acid bacteria in "morcilla de Burgos." *Int. J. Food Microbiol.*, 97, 285-296.
- Sengün İY., Nielsen D. S., Karapınar M., Jakobsen M., 2009. Identification of lactic acid bacteria isolated from tarhana, a traditional Turkish fermented foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 135, 105-111.
- Shin J. H., Kim D., Kim H., Kim D., Kook J., Lee J., 2009. Severe infective endocarditis of native valves caused by *Weissella confusa* detected incidentally on echocardiography, *J. Infect.*, 54, 149-151.
- Stackebrand E., Teuber M., 1988. Molecular taxonomy and phylogenetic position of lactic acid bacteria, *Biochimie*, 70, 317-324.
- Stiles ME., Holzappel WH., 1997. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy, *Int. J. Food*

- Microbiol., 36, 1-29.
- Tangüler H., Erten H., 2006. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü, Türkiye 9.Gıda Kongresi; Bolu.
- Tekinşen OC., Atasever M., 1994. Süt Ürünleri Üretiminde Starter Kültür, S.Ü. Vet. Fak. Yayın Ünitesi, Konya.
- Urso R. Comi G., Cocolin L., 2006. Ecology of lactic acid bacteria in Italian fermented sausages: isolation, identification and molecular characterization. Syst. Appl. Microbiol., 29, 671-680.
- Ünlütürk A.,Turantaş F., 1999. Gıda Mikrobiyolojisi 2.Baskı, Mengi Tan Basımevi, İzmir.
- Vela Al., Porrero CG., Nieto J., Sanchez A., Briones B., Moreno V., Dominguez MA., Fernandez L., Garayzabal JF., 2003. *Weissella confusa* infection in primate (*Cercopithecus mona*). Emer Inf Dis., 9, 1307-1309.
- Yaygın H., Kılıç S., 1993. Süt Endüstrisinde Saf Kültür, Altındağ Matba, İzmir.