



## Lactic acid bacteria used in the production of fermented foods

İlkin YÜCEL ŞENGÜN \*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, 35100, Bornova, Izmir, Turkey

### Abstract

Variety of fermented foods produced from different raw material and microorganisms, considered as healthy foods with high nutritive value. Traditional fermented foods play an important role in the diets of consumers. Lactic acid bacteria (LAB), because of their metabolic characteristics are involved in many fermentation processes of milk, meats, cereals and vegetables. It is possible to produce safe and self stable food products with characteristic flavour and texture with LAB fermentation of foods. This review outlines the general properties, industrial importance and starter culture characteristics of lactic acid bacteria and summarizes the studies carried on the identification of lactic acid bacteria isolated from traditional fermented foods produced in various countries.

**Key words:** Lactic acid bacteria, Fermentation, Starter culture, Microbiology, Food

----- \* -----

## Fermente gıdaların üretiminde kullanılan laktik asit bakterileri

### Özet

Besin değeri yüksek ve sağlıklı ürünler olarak değerlendirilen fermente gıdalar, üretimde kullanılan hammadde ve fermentasyonda rol alan mikroorganizmalara bağlı olarak oldukça fazla çeşitlilik göstermektedir. Genellikle geleneksel yöntemlerle üretilmekte olan fermente gıdalar insanların günlük diyetlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Sahip oldukları özel metabolik karakteristiklerden dolayı laktik asit bakterileri (LAB) birçok süt, et, sebze ve hububat ürününün fermentasyonunda önemli rol oynamaktadır. Gıdaların LAB ile fermentasyonu sonucunda karakteristik lezzet ve yapıya sahip güvenli ve raf ömrü uzun ürün eldesi mümkün olmaktadır. Bu derleme çalışmasında, LAB'nin genel özellikleri, endüstriyel önemi ve starter kültür olarak kullanımı konuları incelenmekle birlikte, birçok ülkede geleneksel olarak üretilmekte olan farklı fermente ürünlerin üretiminde yaygın olarak rol alan bu bakteri grubunun tanımlanmasına yönelik yapılmış çalışmalar da özetlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Laktik asit bakterileri, Fermentasyon, Starter kültür, Mikrobiyoloji, Gıda

### 1. Giriş

Fermentasyon, gıda üretimi ve muhafazasında bilinen en eski ve en ekonomik yöntemlerden biridir. Medeniyetin doğuşuyla birlikte, M.Ö. 6000'li yıllara dek uzanan bazı kayıtlarda, Orta Doğunun verimli topraklarında fermente süt, et ve sebze ürünlerine ait birtakım bilgilere rastlanılmıştır (Fox, 1993). İsviçre'de yapılan kazılar, bundan 5000 yıl önce ekşi hamurdan yapılan ekmeğin, günlük gıda tüketiminde yer aldığına işaret etmektedir. M.Ö. 3200 yılına ait bulgularda ise, peynir, yoğurt, tereyağı gibi fermente süt ürünlerine ait bilgiler yer almaktadır. M.Ö. 3000'li yıllarda Babilliler tarafından üretilen biranın, Mısır'a ihraç edildiğine dair kayıtlar bulunmaktadır (Haggblade ve Holzapfel, 1989). Sonuç olarak hammaddeden daha farklı, lezzet açısından daha cazip ve uzun süre muhafaza edilebilen fermente ürünler, insanlık tarihinde büyük bir keşif olmuştur. Bu ürünlerin üretiminde kullanılan metotlara ait bilgiler, yerel

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902323113028; E-mail: ilkin.sengun@ege.edu.tr

dernekler ve feodal devletler aracılığıyla nesilden nesile aktarılmaktadır (Holzapfel, 1997; Caplice ve Fitzgerald, 1999; Ross vd., 2002).

1850'li yıllarda, mikrobiyoloji alanındaki yeni gelişmelerle birlikte, fermentasyonun işleyişi ve bakteri, maya ve küflerin fermentasyondaki rolleri daha iyi anlaşılabilmiştir. Fermentasyon mekanizmasının çözülmesi ve bunun 19. yüzyılda gerçekleşen sanayi devrimine denk gelmesiyle birlikte, şehir ve kasabalardaki nüfusun artması ve beslenme açısından fermente gıdaların oldukça faydalı bulunması, sanayicilerin fermente gıdalara olan ilgisini artırmıştır. Günümüzde de dünyanın birçok yerinde fermente gıdalar yaygın olarak üretilmekte ve diyetlerde önemli bir yer tutmaktadır (Caplice ve Fitzgerald, 1999; Ross vd., 2002; Aloys ve Angeline, 2009). Gıdaların fermente edilmesi ile dayanıksız ürünlerin daha uzun süre muhafaza edilebilmesi, daha güvenli ürün eldesi, çığ ürünlerde istenmeyen faktörlerin yok edilmesi, ürünün besin değerinin artması ve sindiriminin kolaylaşması, daha az hacim kaplayan materyal eldesi gibi faydalar sağlanabilmektedir (Daglioğlu, 2000; Blandino vd., 2003). Son yıllarda fermente gıdaların biyokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği çalışmaların sayısı artmıştır (Roy vd., 2007; Yeğin ve Üren, 2008; Lyberg vd., 2008; Lacumin vd., 2009).

Gıda fermentasyonlarında rol alan çeşitli mikroorganizmalar içerisinde laktik asit bakterileri (LAB) önemli bir gruba oluşturmaktadır. LAB'leri fermente süt ürünleri, fermente sebze ürünleri, fermente et ürünleri ve fermente hububat ürünleri gibi farklı gıda gruplarının üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Laktik asit fermentasyonlarının yanı sıra alkol fermentasyonu, propiyonik asit fermentasyonu, çeşitli bakteri ve küflerin meydana getirdiği fermentasyonlarla da, farklı tipte fermente ürünler üretilebilmektedir (Steinkraus, 1997). Laktik asit fermentasyonuna dayalı fermente ürün üretiminde LAB'leri, ortamda mevcut bulunan karbonhidrat substratını kullanarak laktik asit üretmektedirler. Bu mikroorganizmalar laktik asidin yanı sıra diğer bazı antimikrobiyal etkili maddeleri de üreterek, ürünün güvenilirliğini de sağlamaktadırlar (Gibbs, 1987; Degeest vd., 2001; Duboc ve Mollet, 2001; Jolly ve Stingle, 2001; Leroy ve De Vuyst, 2004). Son yıllarda LAB'lerinin gıdalarda kullanımı, üretmiş oldukları bu antimikrobiyal maddelerden dolayı, mikrobiyal bulaşmaların engellenmesinde alternatif yöntem olarak kabul görmektedir (Holzapfel, 1995; Lücke, 2000).

## 2. Laktik asit bakterileri

1919 yılında Orla-Jensen'in yapmış olduğu çalışmaya göre laktik asit bakterileri; Gram pozitif, katalaz negatif, hareketsiz, sporsuz, çubuk veya kok şeklinde, karbonhidratları ve yüksek alkollerini fermente ederek laktik asit oluşturan, doğal bir grup olarak tanımlanmıştır. LAB'leri, genetik ve fizyolojik farklılıklarından dolayı glikozu farklı metabolik yollar izleyerek kullanmakta ve farklı son ürünler üretmektedirler. Heksoz şekerlerin fermentasyonu sonucu birincil dereceden laktik asit üreten türler homofermentatif LAB'leri, heksoz şekerlerden laktik asit, CO<sub>2</sub> ve etanol üreten türler ise, heterofermentatif LAB'leri olarak adlandırılmaktadırlar (Wood ve Holzapfel, 1995). Ayrıca LAB'lerinin sınıflandırılmasında glikoz fermentasyonu sonucu üretmiş oldukları laktik asidin izomer yapıları da kullanılmaktadır (Jay, 1992; Caplice ve Fitzgerald, 1999; Carr vd., 2002). LAB'leri gelişebilmek için amino asitlere, B grubu vitaminleri ile pürin ve pirimidin bazlarına ihtiyaç duymaktadırlar. Çoğunlukla mezofilik olan LAB'lerinin bazı türleri 5°C'nin altında, bazı türleri ise optimum 45°C gibi yüksek sıcaklıklarda gelişebilmektedirler. LAB'leri genellikle 4,0 – 4,5 pH aralığında gelişebilmelerine karşın bazı türler 3,2 gibi düşük ve 9,6 gibi yüksek pH'larda da gelişebilmektedir. Yine bazı türlerde zayıf proteolitik ve lipolitik özellikler gözlenebilmektedir (Caplice ve Fitzgerald, 1999).

Laktik asit bakterilerinin fenotipik olarak tanımlanmasında Gram boyama, katalaz testi, glikozdan gaz oluşturma, karbonhidrat fermentasyon testleri, arginininden amonyak üretimi, eskülin hidrolizi, değişik sıcaklık ve pH değerlerinde üreme, farklı tuz konsantrasyonlarında gelişme gibi bir takım testler uygulanmaktadır (Sharpe vd., 1966; Schillinger ve Lücke, 1987; Hammes ve Vogel, RF., 1995). Son yıllarda fenotipik yöntemlerin yanı sıra, daha kesin ve güvenilir sonuçlar veren, genotipik varyasyona dayalı moleküler karakterizasyon yöntemleri de yaygın olarak kullanılmaktadır. Genotipik tanımlamada kullanılan yöntemler arasında, plazmid profil analizi, restriksiyon endonükleaz analizi, ribotipleme, pulsed-field jel elektroforezi (PFGE), polimeraz zincir reaksiyonuna dayanan yöntemler (PCR-RFLP, Rep-PCR, PCR-ribotipleme ve RAPD) ve nükleotid dizilim analizleri yer almaktadır (Farber, 1996).

### 2.1. Laktik asit bakterilerinin endüstriyel önemi

Fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmaların doğal olarak hammaddede yeterli düzeyde bulunduğu gıdalarda fermentasyon, starter kültür ilave edilmeden doğal fermentasyonla gerçekleştirilebilmesine karşın, starter kültür kullanılarak gerçekleştirilen fermentasyonlar, standart ve daha yüksek kalitede ürünlerin üretilebilmesine olanak sağlamaktadır (Holzapfel, 1997). Günümüzde doğal fermentasyonun optimize edilmiş bir şekli olan iyi üretilmiş bir fermente üründen bir miktar ayırarak bir sonraki partide kullanmaya dayanan sistem (back slopping) de yaygın olarak kullanılmaktadır (Daly vd., 1998; Wouters vd., 2002). Starter kültürler, kullanılacakları hammadde veya substrata uygun olarak seçilmektedir. Dolayısıyla süt, et, hububat ve sebze ürünleri için seçilen starterler genel olarak farklı mikroorganizmaları farklı miktarlarda içermektedir (Holzapfel, 1997; Vogelmann vd., 2009). Gıda endüstrisinde patojen olmayan ve fermente gıda üretiminde starter kültür olarak kullanılan altı LAB cinsi bulunmaktadır:

*Lactococcus* (süt), *Lactobacillus* (süt, et, sebze, hububat), *Leuconostoc* (sebze, süt), *Pediococcus* (sebze, et), *Oenococcus* (*O. oeni*, şarap), ve *Streptococcus* (*S. thermophilus*, süt) (Foulquie vd., 2006; Holzapfel, 2003). Belirli fermente ürünlerin eldesinde uygun starterlerin seçilebilmesi için, öncelikle bu starterlerden üretmeleri istenilen lezzet ve koku bileşiklerinin belirlenmiş olması gerekmektedir (Marshall, 1987). Örneğin peynir üretiminde kullanılan kültürlerde faj direnci olması istenirken kuru fermente sosis ve hububat ürünlerinde bu özellik istenmemekte veya hububat ürünlerinde kullanılan starter kültürün asetat ve diasetil üretmesi uygun iken peynir ve kuru fermente sosislerde bu özellik istenmemektedir (Ganzle, 2009). Fermente et, süt ve hububat ürünleri için starter kültür geliştirilmesini konu alan birkaç derleme çalışması bulunmaktadır (Leroy vd., 2006; Cogan vd., 2007; Ganzle vd., 2007).

Son yıllarda yapılan çalışmalardan elde edilen veriler, LAB'nin küf gelişimini engellediğini ve bazılarının ise mikotoksinlerle etkileşime girme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur (Dalie vd., 2010). Bununla birlikte laktik starter kültürlerin çok sayıda antimikrobiyal madde üretebildikleri uzun zamandan beri bilinmektedir (Schnürer ve Magnusson, 2005). Örneğin LAB'lerinin ürettiği bakteriyosinler, hedef organizmanın hücre membranını depolarize ederek veya hücre duvarı sentezini engelleyerek mikrobiyal gelişmeyi inhibe edebilmektedirler. Bazı bakteriyosinler sadece belli mikroorganizmaları inhibe ederken, lantibiotik, nisin gibi bazı bakteriyosinler ise, birçok mikroorganizma üzerine etki edebilmektedir (De Vuyst ve Vandamme, 1994). LAB'lerinin bu özelliği, probiyotik ürünlerin oluşumunda temel teşkil etmektedir. İçerisinde canlı mikroorganizmanın bulunduğu probiyotik ürünler, tüm dünyada yaygın olarak pazarlanmaktadır. Marketlerde bulunan hemen hemen tüm probiyotik ürünlerde *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* veya *Bifidobacterium* cinsleri yer almaktadır. Son yıllarda bu tip ürünlere karşı ticari ilginin artması, paralelinde araştırmacıların bu tip ürünlerin, özellikle sindirim sisteminde oluşturdukları etkiler üzerine çalışmalarını yoğunlaştırmalarına neden olmuştur. Yapılan çalışmaların çoğu *Lactobacillus* ve *Bifidobacteria* cinsleri üzerinde yoğunlaşmaktadır (Tannock, 1997; Penner vd., 2005). Probiyotik bakterilerin depolama şartlarında uzun süre canlı ve stabil kalabilme, midede düşük pH değerlerinde canlılığını sürdürebilme, konakçının gastrointestinal sistemi epitelinde kolonize olabilme, dirençli olma ve hastalık yapmama gibi özellikleri içermesi gerekmektedir (Ouweland ve Salminen, 1998; Saarela vd., 2000). Probiyotik gıdaların tüketiminin, sağlık üzerinde oluşturabileceği faydalar, farklı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Seçilen probiyotik türler, bağırsak florasının kompozisyonunu etkileyebilmektedir. Bu durum, özellikle laktozu tolere edemeyen kişiler için önem taşımaktadır. Ayrıca probiyotikler, bazı mikroorganizma karşı, sindirim-boşaltım sistemindeki metabolizmayı etkileyerek veya sistemik/mukozal bağışıklığı stimüle ederek, doğrudan antagonistik etki göstermektedirler. Probiyotik ürün tüketiminin sağladığı faydalar, serum kolesterolünü düşürmek, kanseri engellemek, bağışıklık sistemini stimüle etmek olarak sıralanabilir (Arunachalam, 1999; Niedzielin vd., 2001; Saarela vd., 2002). Günümüzde birçok probiyotik tür süt endüstrisinde kullanılmakta, bununla birlikte yeni probiyotik fonksiyonel gıdalar da geliştirilmektedir. Bu gıdalar arasında, bebek mamaları, fermente meyve suları, fermente soya ürünleri, hububat bazı ürünler ve fermente et ürünleri yer almaktadır (Hugas ve Monfort, 1997).

### 3. Fermente ürünler

#### 3.1. Fermente süt ürünleri

Fermente süt ürünlerinin popülaritesi her geçen gün artmaktadır. Bunun nedeni, bu ürünlerin sadece çekici tatları değil, aynı zamanda insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileridir (Daly vd., 1998). Süt ürünleri içerisinde yaygın olarak tüketilenler arasında yoğurt, peynir, tereyağı ve krema yer almaktadır (De Vuyst, 2000). Özellikle *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* ve *Pediococcus* cinslerine ait LAB'leri, bu ürünlerin üretiminde önemli rol almaktadırlar (Daly vd., 1998). Cogan (1996), endüstriyel kültürlerin süt ya da peynir altı suyunun inkübasyonu ile peynir üretim tesislerinde günlük olarak üretildiğini bildirmiştir (Çetin, 2002). Süt ürünlerinde kullanılan starter kültürler; mezofilik ve termofilik kültürler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Yaygın ve Kılıç, 1993; Mayra-Makinen ve Birget, 1998). Süt endüstrisinde yaygın olarak kullanılan mezofilik kültürler *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*; *L. lactis* subsp. *cremoris*; *L. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetilactis* türleridir. Termofilik LAB'leri yoğurt ve özellikle de Emental, Gruyere, Parmigiano ve Grana gibi sert ve pişmiş peynirlerde bulunmaktadır. Birçok LAB'sinin gelişmeyeceği sıcaklıklarda gelişebilen bu LAB'leri, süt endüstrisinde yaygın olarak kullanılan termofilik starter kültürlerdir: *S. thermophilus*; *Lactobacillus helveticus*; *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* veya *lactis* (Cogan ve Hill, 1993; Delcour vd., 2000). Bunun dışında *Enterococcus faecalis* ve *E. faecium* (Cheddar peyniri, yumuşak İtalyan peynirleri, bazı İsviçre peynirlerinde); *Propionibacterium freudenreichii* (Emmental ve Gruyere peynirlerinde); *Leuconostoc cremoris* (Ekşi krema ve kültüre edilmiş yayık altında) gibi diğer LAB'leri de fermente ürün üretiminde starter kültür olarak kullanılmaktadırlar (Turantaş, 2000).

Ülkemiz açısından önemli süt ürünlerinden biri olan yoğurdun üretiminde, *S. thermophilus* ve *Lb. bulgaricus* türlerini eşit oranda içeren starter kültür karışımları kullanılmaktadır (Caplice ve Fitzgerald, 1999). Yoğurt fermentasyonunda rol alan ve ticari önemi oldukça yüksek olan bu iki kültürün fizyolojik, biyokimyasal, genotipik ve teknolojik özellikleri, birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Bendadis vd., 1990; Kneifel vd., 1993; Bianchi-Salvadori vd., 1995; Koréneková vd., 1997; Özer ve Robinson, 1999; Biorollo vd., 2000; Ginovart vd., 2002; Talon vd., 2002; Guzel-Seydim vd., 2005). Süt ürünleri arasında çok yaygın olan ikinci bir ürün de peynirdir. Dünyanın birçok yerinde farklı özellikte peynirler üretilmektedir. Peynir fermentasyonu aşamasında LAB'lerinin yanı sıra mayalar da rol

almaktadır (Addis vd., 2001). Çeşitli peynirlerin fermentasyonunda rol alan LAB'leri, farklı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Tablo 1'de, farklı araştırmacılar tarafından incelenen fermente süt ürünlerinden izole edilen LAB'leri görülmektedir.

Tablo 1. Fermente süt ürünlerinden izole edilen LAB'leri

Table 1. LAB isolated from fermented dairy products

Ürün adı	LAB*	Kaynak
Gözeneksiz sert peynirler	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	Leroy ve De Vuyst, 2004
Küçük gözenekli peynirler	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var. <i>diacetylactis</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	Leroy ve De Vuyst, 2004
Morocco yumuşak beyaz peyniri	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. rhamnosus</i> , <i>Lb. paracasei</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. bunchneri</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. garvieae</i> , <i>L. raffinolactis</i> , <i>Leu. pseudomesenteroides</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> , <i>Leu. citreum</i> , <i>E. durans</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. saccharominimus</i>	Ouadghiri vd., 2005
İsveç ve İtalyan tipi peynirler	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. casei</i> ,	Leroy ve De Vuyst, 2004
Tereyağı, yayık ayranı, yoğurt	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i> <i>L. diacetylactis</i>	Tamime ve Marshall, 1997
Yunan Graviera peyniri	<i>Lb. casei/paracasei</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>L. lactis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>E. faecium</i>	Samelis vd., 2011
Fermente probiyotik süt	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var. <i>diacetylactis</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	Leroy ve De Vuyst, 2004
Kefir	<i>Lb. kefir</i> , <i>Lb. kefiranofaciens</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> , <i>L. lactis</i>	Chen vd., 2008
Ekşi krema	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>E. durans</i> , <i>E. faecium</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> , <i>Leu. pseudomesenteroides</i> , <i>Leu. lactis</i>	Zamfir vd., 2006

\**L.*: *Lactococcus*, *Lb.*: *Lactobacillus*, *Leu.*: *Leuconostoc*, *S.*: *Streptococcus*, *E.*: *Enterococcus*

### 3.2. Fermente et ürünleri

Etin fermente edilerek muhafazası çok eski tarihlerden beri uygulanan işleme yöntemlerinden birisidir. Etin kütleme tuzu ile karıştırılarak fermente edilmesi ve kurutulması mikrobiyolojik açıdan daha stabil bir ürün sağlamaktadır. Özellikle Avrupa'nın merkezi ve Güney Avrupa'da, ayrıca doğuda birçok Asya ülkesinde fermente et ürünleri yaygın olarak tüketilmektedir (Caplice ve Fitzgerald, 1999; Turantaş, 2000). Et fermentasyonunun mikrobiyal ekolojisi, LAB'lerinin ve koagülaz-negatif kokların ağırlıklı olarak rol aldığı kompleks proseslerdir. Etin fermentasyonu sırasında baş rolü alan LAB'leri starter kültür olarak duyuşal kaliteyi geliştirirken aynı zamanda biyokoruyucu ajanlar olarak da davranmaktadırlar (Fadda vd., 2010). Et ürünlerinden izole edilip daha sonra fermente et üretiminde starter kültür olarak kullanılan LAB'leri, fermentasyon sırasında spontan LAB'lerinin gelişimini engelleyerek, fermentasyon ve olgunlaşma aşamalarını kontrol etmektedirler (Hugas ve Monfort, 1997). Bununla birlikte spontan LAB'leri tarafından gerçekleştirilen fermentasyon sonucunda elde edilen bazı et ürünlerinin, duyuşal açıdan daha çok tercih edilebildiği bazı araştırmacılar tarafından saptanmıştır (Samelis vd., 1998).

Et ürünlerinin fermentasyonunda rol alan LAB'lerinin tanımlandığı birçok çalışma bulunmaktadır. Et ürünleri içinde sosis ve özellikle sucuk, ülkemiz açısından oldukça önemli olan ürünlerdir. Tablo 2'de laktik fermentasyonu sonucu elde edilen bazı et ürünleri ve bu ürünlerden izole edilen LAB verilmiştir.

Geleneksel fermente sosislerde en çok tanımlanan LAB türlerinin *Lb. sakei*, *Lb. curvatus* ve *Lb. plantarum* olduğu (Lebert vd., 2007), bu türler içerisinde ise % 42'lik izolasyon oranı ile en yaygın izole edilen türün *Lb. sakei* olduğu belirtilmektedir (Comi vd., 2005; Greco vd., 2005; Urso vd., 2006). Bununla birlikte tanımlanan diğer LAB türlerinin (*Lb. alimentarius*, *Lb. casei*, *Lb. delbrueckii*, *Lb. farciminis*, *Lb. paraplantarum*, *Lb. pentosus*, *Lb. sharpeae*) ufak bir popülasyonu oluşturduğu bildirilmektedir (Talon vd., 2007). Oldukça detaylı taksonomik çalışmalarda, koruyucu işlem görmüş deniz ürünlerinde *Lactobacillus* (özellikle *Lb. sakei* ve *Lb. curvatus*) ve *Carnobacterium*

cinslerinin (özellikle *C. maltaromaticum*) baskın olduğu, ancak bazı durumlarda *Leuconostoc* ve *Lactococcus* türlerinin de bulunabildiği tespit edilmiştir (Françoise, 2010).

Tablo 2. Fermente et ürünlerinden izole edilen LAB'leri  
Table 2. LAB isolated from fermented meat products

Ürün adı	Ülke	Ana içerik	LAB*	Kaynak
Sikhae	Kore	Deniz balığı, pişmiş darı, tuz	<i>Lb. mesenteroides</i> , <i>Lb. plantarum</i>	Lee, 1994
Narezushi	Japonya	Deniz balığı, pişmiş darı, tuz	<i>Lb. mesenteroides</i> , <i>Lb. plantarum</i>	Lee, 1994
Burong-isda	Filipinler	Tatlı su balığı, pirinç, tuz	<i>Lb. brevis</i> , <i>Streptococcus</i> sp.	Lee, 1994
Balao-balao	Filipinler	Karides, tuz, pirinç	<i>Lb. mesenteroides</i> , <i>P. cerevisiae</i>	Lee, 1994
Plaa-som	Tayland	Balık, baharat	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. reuteri</i>	Saithong vd., 2010
Kungchao	Tayland	Karides,tuz, şekerli pirinç	<i>P. cerevisiae</i>	Lee, 1994
Nem-chua	Vietnam	Domuz eti,tuz,pişmiş pirinç	<i>Pediococcus</i> sp., <i>Lactobacillus</i> sp.	Lee, 1994
Fermente Sosis	Avrupa	Domuz/sığır eti	<i>Lb. casei</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. johsonii</i> , <i>Lb. rhamnosus</i> , <i>B. lactis</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>B. breve</i>	Leroy ve De Vuyst, 2004
Fermente Sosis	ABD	Domuz/sığır eti	<i>Lb. kefir</i> , <i>Lb. kefirenofacies</i> , <i>Lb. brevis</i>	Leroy ve De Vuyst, 2004
Nem chua	Viyetnam	Fermente sosis, pişirilmemiş	<i>Lb. plantarum</i> , <i>P. pentosaceu</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. farciminis</i>	Tran vd., 2010
Sucuk	Türkiye	Sığır eti, kürlleme tuzu	<i>Lb. sake</i> , <i>Lb. curvatus</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i>	Gürakan vd., 1995

\*L.: *Lactococcus*, Lb.: *Lactobacillus*, P.: *Pediococcus*, B.: *Bifidobacterium*

### 3.3. Fermente sebze ürünleri

Ülkemizin coğrafik yapısı ve iklim özellikleri, son derece zengin bitki çeşitliliğine olanak sağlamaktadır (Yücel vd., 2010). Sebze ürünlerinin fermentasyonunda starter kültür kullanımı oldukça sınırlıdır. Özellikle son yıllarda salatalık, lahanalar ve zeytin gibi sebzelerin laktik asit fermentasyonu endüstriyel açıdan önem kazanmıştır. Havuç, fasulye, enginar, kapari ve patlıcan gibi diğer bazı sebze çeşitlerinin de standart endüstriyel şartlar altında laktik asit fermentasyonu uygulanarak güvenlik, besin içeriği, raf ömrü ve duyu özellikleri artırılmaktadır. İstenen kalitede fermente bir sebze ürünü elde edebilmek için LAB'nin ham maddenin karakteristik özelliklerine adapte olması gerekmektedir. (Rodríguez vd., 2009). Günümüzde birçok sebze fermentasyonu, ortama sadece tuz eklenmesi yoluyla gerçekleştirilmektedir. Taze sebzelerde bulunan LAB'leri, doğal floranın sadece % 0,15–1,5'ini teşkil etmektedir (Buckenhüskes, 1997). Spontan fermentasyon, ortamdaki doğal flora ile kontamine mikroorganizmalar arasındaki rekabet sonucu gerçekleşmektedir ki burada fermentasyon işleminin başlaması uzun zaman alırken işlemin başarısız olma riski de yüksektir. Bu nedenledir ki hızlı asit oluşumunun gerçekleşmesi, ve böylece bozulma yapan ve patojen mikroorganizmaların gelişiminin engellenerek yüksek kalite ve güvenliğe sahip ürün elde edilebilmesi için sebze fermentasyonunda starter kültür kullanılması önerilmektedir (Rodríguez vd., 2009). Bu amaçla sebze fermentasyonunda kullanılan birkaç kültür bulunmaktadır. *Lb. plantarum*, salatalık, lahanalar ve zeytin fermentasyonunda en sık kullanılan ticari starter kültürdür (Leal-Sánchez vd., 2003; Ruiz- Barba vd., 1994). Tablo 3'te laktik asit fermentasyonu sonucu elde edilen bazı sebze/meyve ürünleri ve bu ürünlerde yaygın olarak bulunan LAB'leri verilmiştir.

Tablo 3. Fermente sebze/meyve ürünlerinden izole edilen LAB'leri  
Table 3. LAB isolated from fermented vegetable/fruit products

Ürün adı	Ana içerik	LAB*	Kaynak
Burong mutsala	Hardal	<i>Lb. brevis</i> , <i>P. cerevisiae</i>	Lee, 1994
Gari	Casava	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. pentosus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. casei</i>	Oguntoyinbo ve Dodd, 2010
Dakguadong	Hardal yaprağı, tuz	<i>Lb. plantarum</i>	Lee, 1994
Dhamuoi	Lahana, değişik sebzeler	<i>Leu. mesenteroides</i> , <i>Lb. plantarum</i>	Lee, 1994
Kapari	Kapari	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. paraplantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. pentosus</i> , <i>Lb. fermentum</i>	Pérez-Pulido vd., 2007
Kimchi	Kore lahanası, turp, değişik sebzeler, tuz	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> , <i>Leu. pseudomesenteroides</i>	Kim ve Chun, 2005
Lahana	Lahana	<i>Leu. mesenteroides</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Leu. citreum</i> , <i>Lb. paraplantarum</i>	Plengvidhya vd., 2007
Patlıcan	Patlıcan	<i>Lb. pentosus</i> , <i>Lb. brevis</i>	Seseña ve Palop, 2007
Salatalık	Salatalık	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. pentosus</i> , <i>Leuconostoc sp.</i> , <i>Pediococcus sp.</i>	Tamminen vd., 2004
Sauerkraut	Lahana, tuz	<i>Leu. mesenteroides</i>	Lee, 1994
Üzüm şırası	Üzüm	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. hilgardii</i> , <i>Leu. mesenteroides</i>	Rodas vd., 2005
Zeytin	Zeytin	<i>Lb. plantarum</i> - <i>Lb. pentosus</i> - <i>Leu. mesenteroides</i> <i>Leu. pseudomesenteroides</i> <i>P. pentosaceus</i>	Ruíz-Barba vd., 1994 Nychas vd., 2002 Panagou vd., 2003 Leal-Sánchez vd., 2003 Hurtado vd., 2008

\* *Lb.*: *Lactobacillus*, *Leu.*: *Leuconostoc*, *P.*: *Pediococcus*

### 3.4. Fermente hububat ürünleri

Hububat ürünleri, günlük protein, karbonhidrat, vitamin, mineral ve diyet lifi ihtiyacını karşılama açısından önemli kaynaklardır. Hububat ürünlerinin besinsel kalitesi ve duyuşal özellikleri, süt ve süt ürünleri ile karşılaştırıldığında daha düşüktür. Ancak bu ürünlerin fermente edilmesi ile ürünün hem besin kalitesinde hem de duyuşal özelliklerinde önemli artışlar sağlanmaktadır (Blandino vd., 2003).

Genel olarak hububat ürünlerinin fermentasyonu sonucu oluşan değişiklikler şu şekilde özetlenebilir (Teniola ve Odunfa, 2001; Blandino vd., 2003):

- Karbonhidrat ve sindirilemeyen oligo/polisakkaritlerin seviyelerinde düşüş,
- Bazı aminoasitlerin sentezi, B vitamini içeriğinde artış,
- Hububat ürünlerinde bulunan fitatların optimum pH'da enzimatik yıkımları sonucunda çözünebilir demir, çinko, kalsiyum gibi maddelerin miktarlarında artış,
- Substrat toksisitesinin azalması,
- Protein miktarı ve kalitesinde artış,
- Diyet lifi açısından ürünün öneminin artırılması.

Laktik asit fermentasyonuna dayalı hububat bazlı fermente ürünler özellikle Orta Asya, Orta Doğu ve Afrika olmak üzere dünyanın farklı bölgelerinde yaygın olarak üretilip tüketilmektedir (Holzaphel ve Franz, 2006). Son yıllarda, fermente ürün tüketiminin insan sağlığı açısından sağladığı faydalar ve özellikle de diyet lifinin beslenme üzerindeki öneminin daha iyi anlaşılması ile birlikte, hububat bazlı fermente ürünlerin önemi de artmıştır. Afrika kabilelerinde yapılan çalışmalar, geleneksel hububat bazlı fermente ürünlerin tüketimi ile mide ve bağırsak hastalıklarına yakalanma riski arasında bir ilişki olabileceğini ortaya koymuştur (Hesseltine, 1979). Tablo 4'te, bazı fermente hububat ürünleri ve bu ürünlerin fermentasyonunda rol alan mikroorganizmalar verilmiştir (Şengün, 2006). Ülkemize özgü hububat bazlı fermente ürünler arasında yaygın olarak bilinen boza, nohut mayası ekmeği ve tarhana bulunmaktadır. Bu ürünlerde fermentasyonu gerçekleştiren LAB'lerinin tanımlanmasına yönelik yapılmış sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4. Hububat bazlı fermente ürünlerinden izole edilen LAB ve diğer mikroorganizmalar  
 Table 4. LAB and other microorganisms isolated from cereal based fermented products

Ürün adı	Ana içerik	LAB* ve diğer mikroorganizmalar	Kaynak
Bensaalga	Darı	<i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. plantarum</i>	Guyot vd., 2006
Boza	Mısır, pirinç, buğday	<i>Leu. paramesenteroides</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>dextanicum</i> <i>Leu. oenos</i> , <i>Lb. coryniformis</i> , <i>Lb. confusus</i> , <i>Lb. sanfrancisco</i> , <i>Lb. fermentum</i>	Hancıoğlu ve Karapınar, 1997; Zorba vd., 2003
Bushera	Sorghum, darı	<i>W. confusa</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. brevis</i>	Muyanja vd., 2004
Chicka	Mısır	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Leuconostoc</i> sp., <i>Acetobacter</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp.	Haard vd., 1999
Dhokla	Pirinç, nohut	<i>Lb. fermentum</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> , <i>Hansenula silvicola</i>	Joshi vd., 1989
Enjera (Injera)	Tef/ diğer hububatlar	<i>Leu. mesenteroides</i> , <i>P. cerevisiae</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Aspergillus</i> sp.	Steinkraus, 1983; Vogel vd., 1993
Kenkey	Mısır	<i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. reuteri</i> , <i>Candida</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i>	Muller ve Nyarko-Mensah, 1972; Halm vd., 1993
Khanomjeen	Pirinç	<i>Lactobacillus</i> sp., <i>Streptococcus</i> sp.	Lee, 1997
Kishk	Buğday, süt	<i>L. casei</i> , <i>L. brevis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Morcos vd., 1973; Chavan ve Kadam, 1989
Kisra	Sorghum, Darı	<i>Lactobacillus</i> sp., <i>Acetobacter</i> sp., <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Abdel Gadir, Mohammed 1993
Kivunde	Kasava	<i>Lb. plantarum</i>	Kimaryo vd., 2000
Mahewu	Mısır/buğday unu	<i>S. lactis</i> , <i>Lb. plantarum</i>	Steinkraus vd., 1993
Mısır ekmeği	Mısır unu Buğday unu	<i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>Lactobacillus</i> spp.	Sanni vd., 1998
Nohut mayası ekmeği	Nohut mayası, buğday unu	<i>E. mundtii</i> , <i>E. casseliflavus</i> , <i>Lb. sanfrancisco</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. viridescens</i> , <i>Lb. bifementans</i> , <i>P. urinae-equi</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i>	Sıkılı, 2003
Ogi	Sorghum, mısır/darı	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. confusus</i> , <i>Lb. murinus</i> , <i>Lb. agilis</i> , <i>Lb. gallinarum</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i>	Johansson vd., 1995
Pozol	Mısır	<i>L. lactis</i> , <i>S. suis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. alimentarium</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> , <i>Clostridium</i> sp.	Escalante vd., 2001
Puto	Pirinç	<i>Leu. mesenteroides</i> , <i>S. faecelis</i> , Maya	Lee, 1997
San Francis. Ekmeği	Un, ekşi maya	<i>Candida milleri</i> , <i>Lb. sanfrancisco</i>	Sugihara, 1985
Tarhana	Yoğurt, un, tarhana otu ve farklı sebzeler	<i>P. acidilactici</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>E. faecium</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>Leu. pseudomesenteroides</i> , <i>W. cibaria</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> spp. <i>bulgaricus</i> , <i>Leu. citreum</i> , <i>Lb. paraplantarum</i> , <i>Lb. casei</i>	Sengun vd., 2009

Şengün, 2006'dan adapte edilmiştir.

\*L.: *Lactococcus*, Lb.: *Lactobacillus*, Leu.: *Leuconostoc*, S: *Streptococcus*, E.: *Enterococcus*, P.: *Pediococcus*, W.: *Weissella*

#### 4. Sonuç

Farklı ülkelerde üretilmekte olan geleneksel fermente ürünlerin fermentasyonunda rol alan LAB'leri birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve fermente ürünlerin LAB açısından oldukça zengin ortamlar olduğu belirlenmiştir. Günümüzde birçok fermente ürün spontan fermentasyon veya bir önceki fermente üründen bir miktar ayırarak bir sonraki partide kullanmaya dayanan sistem ile üretilmekte olup, starter kültür kullanımı ile ürün eldesi, fermente süt ürünleri dışında oldukça sınırlı düzeydedir. Yapılan çalışmalardan elde edilen farklı karakterlerdeki laktik asit bakterisi izolatları, standart kalitede ürünün endüstriyel üretiminin gerçekleştirilmesi ve ürün kalitesi ile kalitenin sürekliliğinin sağlanması için gerekli olan altyapının oluşturulması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu konuda yapılmış ve yapılacak olan çalışmalar ile, geleneksel yöntemlerle üretilen, kuşaktan kuşağa aktarılan fermente ürünler ve doğal olarak ilgili LAB florasının, zaman içinde giderek yaygınlaşan endüstrileşme ve kentleşme çabası ile yok olması belli ölçüde engellenmiş olacaktır.

#### Kaynaklar

- Abdel Gadir, A. M., Mohamed, M. 1993. Sudanese kiswa/aseeda/ Aceda. In: Handbook of Indigenous Fermented Foods. (Ed.) Steinkraus, K.H., Marcel Dekker. New York. 196–200.
- Addis, E., Fleet, G.H., Cox, J.M., Kolak, D., Leung, T. 2001. The growth, properties and interactions of yeasts and bacteria associated with the maturation of Camembert and Blue- veined cheeses. *International Journal of Food Microbiology*. 69. 25-36.
- Aloys, N., Angeline, N. 2009. Traditional fermented foods and beverages in Burundi. *Food Research International*. 42. 588-594.
- Arunachalam, K.D. 1999. Role of Bifidobacteria in nutrition, medicine and technology. *Nutritional Research*. 19. 1559-1597.
- Bendadis, L., Faelen, M., Slos, P., Fazel, A., Mercenier, A. 1990. Characterization and comparison of virulent bacteriophages of *Streptococcus thermophilus* isolated from yoghurt. *Biochimie*. 72. 855-862.
- Bianchi-Salvadori, B., Camaschella, P., Cislighi, S. 1995. Rapid enzymatic method for biotyping and control of lactic acid bacteria used in the production of yogurt and some cheeses. *International Journal of Food Microbiology*. 27. 253-261.
- Birolo, G.A., Reinheimer, J.A., Vinderola, C.G. 2000. Viability of lactic acid microflora in different types of yoghurt. *Food Research International*. 33. 799-805.
- Blandino, A., Al-Aseeri, M.E., Pandiella, S.S., Cantero, D., Webb, C. 2003. Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*. 36. 527-543.
- Buckenhuskes, H.J. 1997. Fermented vegetables. In: *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers* (Eds.) Doyle, M.P., Beuchat, L.R., Montville, T.J. ASM Press. Washington D.C. 595–609.
- Caplice, E., Fitzgerald, G.F. 1999. Food fermentation: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*. 50. 131-149.
- Carr, F.J., Chill, D., Miada, N. 2002. The lactic acid bacteria: A literature survey. *Critical Reviews Microbiology*. 28. 281-370.
- Çetin, A.E. 2002. Isolation and molecular characterization of lactic acid bacteria from raw milk. Izmir Institute of Technology. MSc. Thesis. Izmir.
- Chavan, J. K., Kadam, S. S. 1989. Critical reviews in food science and nutrition. *Food Science*. 28. 348–400.
- Chen, H.C., Wang, S.Y., Chen, M.J. 2008. Microbiological study of lactic acid bacteria in kefir grains by culture-dependent and culture-independent methods. *Food Microbiology*. 25. 492-501.
- Cogan, T.M., Hill, C. 1993. Cheese starter cultures. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Volume 1, 2<sup>nd</sup> Edition (Ed.) Fox, P.F. Chapman-Hall, London. 193–255.
- Cogan, T.M. 1996. Dairy Starter Cultures. In (Eds.) Cogan, T.M., Accolas, J.P. Wiley-VCH Inc., New York. 290p.
- Cogan, T.M., Beresford, T.P., Steele, J., Broadbent, J., Shah, N.P., Ustunol, Z. 2007. Advances in starter cultures and cultured foods. *Journal of Dairy Science*. 90. 4005–4021.
- Comi, G., Urso, R., Iacumin, L., Rantsiou, K., Cattaneo, P., Cantoni, C., vd. 2005. Characterisation of naturally fermented sausages produced in the North East of Italy. *Meat Science*. 69. 381–392.
- Daglioğlu, O. 2000. Tarhana as a traditional Turkish fermented cereal food, Its recipe, production and composition. *Nahrung*. 44. 85-88.
- Dalié, D.K.D., Deschamps, A.M., Richard-Forget, F. 2010. Lactic acid bacteria – Potential for control of mould growth and mycotoxins: A review *Food Control*. 21. 370-380.
- Daly, C., Fitzgerald, G.F., O' Connor, L., Davis, R. 1998. Technological and health benefits of dairy starter cultures. *International Dairy Journal*. 8. 195-205.
- De Vuyst, L., Vandamme, E.J., 1994. *Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria: Microbiology, Genetics and Applications*. Blackie Academic and Professional. New York. 539p.



- De Vuyst, L. 2000. Technology aspects related to the application of functional starter cultures. *Food Technology and Biotechnology*. 38/2. 105-112.
- Degeest, B., Vaningelgem, F., De Vuyst, L. 2001. Microbial physiology, fermentation kinetics, and process engineering of heteropolysaccharide production by lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*. 11. 747-757.
- Delcour, J., Ferain, T., Hols, P. 2000. Advances in the genetics of thermophilic lactic acid bacteria. *Current Opinion in Biotechnology*. 11. 497-504.
- Duboc, P., Mollet, B. 2001. Applications of exopolysaccharides in the dairy industry. *International Dairy Journal*. 11. 759-768.
- Escalante, A., Wachter, C., Farres, A. 2001. Lactic acid bacterial diversity in the traditional Mexican fermented dough pozol as determined by 16S rDNA sequence analysis. *International Journal of Food Microbiology*. 64. 21-31.
- Fadda, S., López, C., Vignolo, G. 2010. Role of lactic acid bacteria during meat conditioning and fermentation: Peptides generated as sensorial and hygienic biomarkers. *Meat Science*. 86. 66-79.
- Farber, J.M. 1996. An introduction to the hows and whys of molecular typing. *Journal of Food Protection*. 59. 1091-1101.
- Foulquie- Moreno, M. R., Sarantinopoulos, P., Tsakalidou, E., De Vuyst, L. 2006. The role and application of enterococci in food and health. *International Journal of Food Microbiology*. 106. 1–24.
- Fox, P.F. 1993. Cheese: An overview. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Volume 1, 2<sup>nd</sup> Edition. (Ed.) Fox, P.F. Chapman and Hall, London. 1-36.
- Françoise, L. 2010. Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products. *Food Microbiology*. 27. 698-709.
- Gänzle, G.M., Vermeulen, N., Vogel, R.F. 2007. Carbohydrate, peptide and lipid metabolism of lactobacilli in sourdough. *Food Microbiology*. 24. 128–138.
- Gänzle, G.M. 2009. From gene to function: Metabolic traits of starter cultures for improved quality of cereal foods. *International Journal of Food Microbiology*. 134. 29-36.
- Gibbs, P.A. 1987. Novel uses for lactic acid fermentation in food preservation. *Journal of Applied Bacteriology* 63: 51-58.
- Ginovart, M., López, D., Valls, J., Silbert, M. 2002. Simulation modelling of bacterial growth in yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*. 73. 415-425.
- Greco, M., Mazette, R., De Santis, E. P. L., Corona, A., Cosseddu, A. M. 2005. Evolution and identification of lactic acid bacteria isolated during the ripening of Sardinian sausages. *Meat Science*. 69. 733–739.
- Guyot, J-P, el Hassane, T., Sifer, M., Galissaire, L., Verniere, C., Mouquet, C. 2006. Microbial diversity of Bensaalga, a pearl-millet based fermented gruels from Burkina Faso. In: *Food Micro 2006. The 20<sup>th</sup> International ICFMH Symposium. Abstract Book*. (Eds.) Parente, E., Cocolin, L., Ercolini, D., Vannini, L. Bologna, Italy. 355.
- Guzel-Seydim, Z.B., Sezgin, E., Seydim, A.C. 2005. Influences of exopolysaccharide producing cultures on the quality of plain set type yogurt. *Food Control*. 16/3. 205-209.
- Gürakan, G.C., Bozoğlu, T. F., Wiess, N. 1995. Identification of *Lactobacillus* strains from Turkish-style dry fermented sausage. *Lebensmittel-Wissenschaft Unter-Technologie*. 28. 139.
- Haard, N. F., Odunfa, S. A., Lee, C.H., Quintero-Ramirez, R., Lorence-Quinones, A., Wachter-Radarte, C. 1999. Fermented cereals, A global perspective. *FAO Agricultural Services Bulletin*. 138.
- Haggblade, S., Holzappel, W.H. 1989. Industrialization of Africa's indigenous beer brewing In: *Industrialization of Indigenous Fermented Foods* (Ed.) Steinkraus, K. Marcel Dekker, New York. 191–283.
- Halm, M., Lillie, A., Sorensen, A.K., Jakobsen, M. 1993. Microbiological and aromatic characteristics of fermented maize doughs for kenkey production in Ghana. *International Journal of Food Microbiology*. 19. 135-143.
- Hammes, W.P., Vogel, R.F. 1995. The genus *Lactobacillus*. In: *The Genera of Lactic Acid Bacteria*. Volume 2. (Eds.) Wood, J.B., Holzappel, W.H. Chapman and Hall, London. 19-49.
- Hancioğlu, Ö., Karapinar, M. 1997. Microflora of Boza, a traditional fermented Turkish beverage. *International Journal of Food Microbiology*. 35. 271-274.
- Hesseltine, C.W. 1979. Some important fermented foods of Mid-Asia, the Middle East and Africa. *Journal of American Oil Chemists Soc.* 56. 367-374.
- Holzappel, W.H., Geisen, R., Schillinger, U. 1995. Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. *International Journal of Food Microbiology* 24: 343–362.
- Holzappel, W.H. 1997. Use of starter cultures in fermentation on a household scale. *Food Control*. 8. 241-258.
- Holzappel, W.H. 2003. *Enterococci* in foods. Functional and safety aspects. *International Journal of Food Microbiology*. 88. 103–346.
- Holzappel, W.H., Franz, M.A.P. 2006. Introduction and overview of traditional small-scale food fermentations. In: *Food Micro 2006, The 20<sup>th</sup> International ICFMH Symposium*. Bologna. Italy. Abstract Book. 581.
- Hugas, M., Monfort, J.M. 1997. Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chemistry*. 59/4. 547-554.
- Hurtado, A., Reguant, C., Esteve-Zarzoso, B., Bordons, A., Rozès, N. 2008. Microbial population dynamics during the processing of Arbequina table olives. *Food Research International*. 41. 738–744.
- Jay, J.M. 1992. *Modern Food Microbiology*. 4th Edition, Chapman-Hall, London. 701p.

- Johansson, M-L., Sanni, A., Lönner, C., Molin, G. 1995. Phenotypically based taxonomy using API 50CH of lactobacilli from Nigerian ogi, and the occurrence of starch fermenting strains. *International Journal of Food Microbiology*. 25. 159-168.
- Jolly, L., Stinglele, F. 2001. Molecular organization and functionality of exopolysaccharide gene clusters in lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*. 11. 733-745.
- Joshi, N., Godbole, S.H., Kanekar, P. 1989. Microbial and biochemical changes during dhokla fermentation with special reference to flavour compounds. *Journal of Food Science and Technology*. 26/2. 113-115.
- Kim, M., Chun, J. 2005. Bacterial community structure in kimchi, a Korean fermented vegetable food, as revealed by 16S rRNA gene analysis. *International Journal of Food Microbiology*. 103. 91-96.
- Kimaryo, V.M., Massawe, G.A., Olasupo, N.A., Holzapfel, W.H. 2000 The use of starter culture in the fermentation of cassava for the production of “kivunde”, a traditional Tanzanian food product. *International Journal of Food Microbiology*. 56. 179-190.
- Kneifel, W., Jaros, D., Erhard, F. 1993. Microflora and acidification properties of yogurt and yogurt-related products fermented with commercially available starter cultures. *International Journal of Food Microbiology*. 18/3. 179-189.
- Koréneková, B., Kottferová, J., Korének, M. 1997. Observation of the effects of nitrites and nitrates on yogurt culture. *Food Research International*. 30/1. 55-58.
- Lacumin, L., Cecchini, F., Manzano, M., Osualdini, M., Boscolo, D., Orlic, S. Comi, G. 2009. Description of the microflora of sourdaouhs by culture-dependent and culture-independent methods. *Food Microbiology*. 26. 128-135.
- Leal-Sanchez, M., Ruiz-Barba, J. L., Sanchez, A. H., Rejano, L., Jiménez-Díaz, R., Garrido, A. 2003. Fermentation profile and optimization of green olive fermentation using *Lactobacillus plantarum* LPCO10 as a starter culture. *Food Microbiology*. 20. 421-430.
- Lebert, I., Leroy, S., Giammarinaro, P., Lebert, A., Chacornac, J. P., Bover-Cid, S.,vd. 2007. Diversity of microorganisms in environments and dry fermented sausages of French traditional small units. *Meat Science*. 76. 112-122.
- Lee, C. H. 1994. Importance of lactic acid bacteria in non-dairyfood fermentation. In: *Lactic Acid Fermentation of Non-dairy Food and Beverages* (Eds.) Lee, C. H., Adler-Nissen, J., Barwald, G. Harn Lim Won. Seoul. 8-25.
- Lee, C.H. 1997. Lactic acid fermented foods and their benefits in Asia. *Food Control*. 8. 259-269.
- Leroy, F., De Vuyst, L. 2004. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science and Technology*. 15. 67-78.
- Leroy, F., Verleyten, J., de Vuyst, L. 2006. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 106. 270-285.
- Lücke, F.K., 2000. Utilization of microbes to process and preserve meats. *Meat Science*. 56. 105-115.
- Lyberg, K., Olstorpe, M., Passoth, V., Schnürer, J., Lindberg, J.E. 2008. Biochemical and microbiological properties of a cereal mix fermented with whey, wet wheat distillers' grain or water at different temperatures. *Animal Feed Science and Technology*. 144. 137-148.
- Marshall, V.M., 1987. Lactic acid bacteria: starters for flavour. *FEMS Microbiology Letters*. 46. 327-336.
- Mayra-Makinen, A., Birget, M. 1998. Industrial use and production of lactic acid bacteria. In: *Lactic Acid Bacteria, Microbiology and Functional Aspects* (Eds.) Salmien, S., von Wirgth, A. Marcel Dekker, Inc., New York. 73-103.
- Morcos, S.R., Hegazi, S.M., El-Damhougy, S.T. 1973. Fermented foods in common use in Egypt, I. The nutritive value of kishk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 24. 1153-1156.
- Muller, H.G., Nyarko-Mensah, B. 1972. Studies on kenkey, a Ghanaian cereal food. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 23. 544-545.
- Muyanja, C.M.B.K., Langsrud, T., Narvhus, J.A. 2004. The use of starter cultures in the fermentation of *bushera*: a Ugandan traditional fermented sorghum beverage. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*. 9. 606-616.
- Niedzielin, K., Kordecki, H., Birkenfeld, B. 2001. A controlled, double-blind, randomized study on the efficacy of *Lactobacillus plantarum* 299V in patients with irritable bowel syndrome. *European Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 13. 1143-1147.
- Nychas, G.-J.E., Panagou, E., Parker, M., Waldron, K., Tassou, C.C. 2002. Microbial colonization of naturally black olives during fermentation and associated activities in the cover brine. *Letters in Applied Microbiology*. 34. 173-177.
- Oguntoyinbo, F.A., Dodd. 2010. Bacterial dynamics during the spontaneous fermentation of cassava dough in gari production. *Food Control*. 21. 306-312.
- Ouadghiri, M., Amar, M., Vancanneyt, M., Swings, J. 2005. Biodiversity of lactic acid bacteria in Moroccan soft white cheese (Jben). *FEMS Microbiology Letters*. 251. 267-271.
- Ouwehand, A.C., Salminen, S.J., 1998. The health effects of cultured milk products with viable and non-viable bacteria. *International Dairy Journal*. 8. 749-758.
- Özer, B.H., Robinson, R.K. 1999. The behaviour of starter cultures in concentrated yoghurt (Labneh) produced by different techniques. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 32. 391-395.
- Panagou, E.Z., Tassou, C.C., Katsaboukakis, K.Z. 2003. Induced lactic acid fermentation of intreated green olives of the *Conservolea cultivar* by *Lactobacillus pentosus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83. 667-674.

- Penner, R., Fedorak, R.N., Madsen, K.L. 2005. Probiotics and nutraceuticals: non-medicinal treatments of gastrointestinal diseases. *Current Opinion in Pharmacology*. 5. 596-603.
- Pérez-Pulido, R., Ben Omar, N., Abriouel, H., Lucas López, R., Martínez Cañamero, M., Guyot, J.-P., Gálvez, A. 2007. Characterization of lactobacilli isolated from caper berry fermentations. *Journal of Applied Microbiology*. 102. 583–590.
- Plengvidhya, V., Breidt, F., Lu, Z., Fleming, H.P. 2007. DNA fingerprinting of lactic acid bacteria in sauerkraut fermentations. *Applied and Environmental Microbiology*. 73. 7697–7702.
- Rob Nout, M.J. 2009. Rich nutrition from the poorest – Cereal fermentations in Africa and Asia. *Food Microbiology*. 26. 685-692.
- Rodas, A.M., Ferrer, S., Pardo, I. 2005. Polyphasic study of wine *Lactobacillus* strains: taxonomic implications. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 55. 197–207.
- Rodríguez, H., Curiel, J.A., Landete, J.M., de las Rivas, B., de Felipe, F.L., Gómez-Cordovés, C., Mancheño, J.M., Muñoz, R. 2009. Food phenolics and lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 132. 79-90.
- Ross, R.P., Morgan, S., Hill, C. 2002. Preservation and fermentation: Past, present and future. *International Journal of Food Microbiology*. 79. 3-16.
- Roy, A., Bijoy, M., Sarkar, K. 2007. Microbiological quality of legume-based traditional fermented foods marketed in West Bengal, India. *Food Control*. 18. 1405-1411.
- Ruiz-Barba, J.L., Cathcart, D.P., Warner, P.J. Jimenez-Dí'az, R. 1994. Use of *Lactobacillus plantarum* LPCO10, a bacteriocin producer, as a starter culture in Spanish-style green olive fermentations. *Applied and Environmental Microbiology*. 60. 2059–2064.
- Ruiz-Barba, J.L., Cathcart, D.P., Warner, P.J., Jiménez-Dí'az. 1994. Use of *Lactobacillus plantarum* LPCO10, a bacteriocin producer, as a starter culture in Spanish-style green olive fermentations. *Applied and Environmental Microbiology*. 60. 2059–2064.
- Saarela, M., Mogensen, G., Fonden, R., Mattö, J., Sandholm, T.M. 2000. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*. 84. 197-215.
- Saarela, M., Lahteenmaki, L., Crittenden, R., Salminen, S., Sandholm, T.M. 2002. Gut bacteria and health foods-the European perspective. *International Journal of Food Microbiology*. 78. 99-117.
- Saithong, P., Panthavee, W., Boonyaratanakornkit, M., Sikkhamonhol, C. 2010. Use of a starter culture of lactic acid bacteria in plaas-som, a Thai fermented fish. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 110. 553-557.
- Samelis, J., Metaxopoulos, J., Vlasi, M., Pappa, A. 1998. Stability and safety of traditional Greek salami-a microbiological ecology study. *International Journal of Food Microbiology*. 44.69-82.
- Samelis, J., Bleicher, A., Delbès-Paus, C. Kakouri, A., Neuhaus, K., Montel, M.C. 2011. FTIR-based polyphasic identification of lactic acid bacteria isolated from traditional Greek Graviera cheese. *Food Microbiology*. 28. 76-83.
- Sanni, A.I., Onilude, A.A., Fatungase, M.O. 1998. Production of sour maize bread using starter cultures. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 14. 101-106.
- Schillinger, U., Lücke, F.K. 1987. Identification of lactobacilli from meat and meat products. *Food Microbiology*. 4. 199-208.
- Schnürer, J., Magnusson, J. 2005. Antifungal lactic acid bacteria as biopreservatives. *Trends in Food Science and Technology*. 16. 70-78.
- Sengun, I.Y., Nielsen, D.S., Karapinar, M., Jakobsen, M. 2009. Identification of lactic acid bacteria isolated from tarhana, a traditional Turkish fermented food. *International Journal of Food Microbiology*. 135.105-111.
- Şengün, İ.Y. 2006. Ege Bölgesinin bazı yörelerinde yapılan geleneksel tarhana ve bileşenlerinin bakteri florasının tanımlanması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 212s.
- Seseña, S., Palop, M.L. 2007. An ecological study of lactic acid bacteria from Almagro eggplant fermentation brines. *Journal of Applied Microbiology*. 103. 1553–1561.
- Sharpe, M.E., Fryer, E., Smith, D.G. 1966. Identification Methods for Microbiologists. In: Identification of LAB (Eds.) Gibbs, B.M., Skinner, F.A. London Academic Press. 65-79.
- Sıkılı, Ö.H. 2003. Nohut mayasının mikrobiyolojik ve lezzet karakteristiklerinin araştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 203s.
- Steinkraus, K. H. 1983. Lactic acid fermentation in the production of foods from vegetables, cereals and legumes. *Antonie van Leeuwenhoek*. 49. 337-348.
- Steinkraus, K. H., Ayres, R., Olek, A., Farr, D. 1993. Biochemistry of *Saccharomyces*. In: Handbook of Indigenous Fermented Foods (Ed.) Steinkraus, K.H. Marcel Dekker. New York. 517–519.
- Steinkraus, K.H. 1997. Classification of fermented foods: worldwide review of household fermentation techniques. *Food Control*. 8. 311-317.
- Sugihara, T.F. 1985. Microbiology of breadmaking. In: *Microbiology of Fermented Foods*. Volume 1. (Ed.) Wood, B.J.B. Elsevier Applied Science Publisher. 249-261.
- Talon, R., Walter, D., Viallon, C., Berdagué, J.L. 2002. Prediction of *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* populations in yoghurt by Curie point pyrolysis-mass spectrometry. *Journal of Microbiological Methods*. 48. 271-279.

- Talon, R., Leroy, S., Lebert, I. 2007. Microbial ecosystems of traditional fermented meat products: The importance of indigenous starters. *Meat Science*. 77. 55-62.
- Tamime, A.Y., Marshall, V.M.E. 1997. Microbiology and technology of fermented milks. In: *Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk*. (Ed.) Law, B.A. Blackie Academic and Professional. 57-72.
- Tamminen, M., Joutsjoki, T., Sjöblom, M., Joutsen, M., Palva, A., Ryhänen, E.-L. 2004. Screening of lactic acid bacteria from fermented vegetables by carbohydrate profiling and PCR-ELISA. *Letters in Applied Microbiology*. 39. 439-444.
- Tannock, G.W. 1997. Probiotic properties of lactic-acid bacteria: plenty of scope for fundamental R & D. *Trends in Biotechnology*. 15. 270-274.
- Teniola, O.D., Odufa, S.A. 2001. The effects of processing methods on the levels of lysine, methionine and the general acceptability of ogi processed using starter cultures. *International Journal of Food Microbiology*. 63. 1-9.
- Tran, K.T.M., May, B.K., Smooker, P.M., Van, T.T.H., Peter J. 2010. Coloe distribution and genetic diversity of lactic acid bacteria from traditional fermented sausage. 2010. *Food Research International*. Article in press.
- Turantaş, F., 2000. Fermentasyon mikrobiyolojisi ve fermente gıdalar. In: *Gıda Mikrobiyolojisi* (Ed.) Ünlütürk, A., Turantaş, F. İzmir. 423-474.
- Urso, R., Comi, G., Cocolin, L. 2006. Ecology of lactic acid bacteria in Italian fermented sausages: Isolation, identification and molecular characterization. *Systematic and Applied Microbiology*. 29. 671-680.
- Vogel, S., Gobezie, A., Gifawesen, C. 1993. Ethiopian enjera. In: *Handbook of Indigenous Fermented Foods* (Ed.) Steinkraus, K.H. Marcel Dekker. New York. 182-194.
- Vogelmann, S.A., Seitter, M., Singer, U., Brandt, M., Hertel, C. 2009. Adaptability of lactic acid bacteria and yeasts to sourdoughs prepared from cereals, pseudocereals and cassava and use of competitive strains as starters. *International Journal of Food Microbiology*. 130. 205-212.
- Wood, B.J.B., Holzapfel, W.H. 1995. *The Genera of Lactic Acid Bacteria*, Blackie Academic and Professional, London.
- Wouters, J.T.M., Ayad, E.H.E., Hugenholtz, J., Smit, G. 2002. Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal*. 12. 91-109.
- Yaygın, H., Kılıç, S. 1993. *Süt Endüstrisinde Saf Kültür*. Altındağ Matb. İzmir.
- Yeğin, S., Üren, A. 2008. Biogenic amine content of boza: A traditional cereal-based fermented Turkish beverage. *Food Chemistry*. 111. 983-987.
- Yücel, E., Güney, F., Şengün, İ.Y. 2010. Mihalıççık ilçesinde (Eskişehir/Türkiye) gıda olarak tüketilen yabancı bitkiler ve bu bitkilerin tüketim şekilleri. *Biological Diversity and Conservation*. 3. 158-175.
- Zamfir, M., Vancanneyt, M., Makras, L., Vaningelgem, F., Lefebvre, K., Pot, B., Swings, J., De Vuyst, L. 2006. Biodiversity of lactic acid bacteria in Romanian dairy products. *Systematic and Applied Microbiology*. 29. 487-495.
- Zorba, M., Hancıoğlu, O., Genç, M., Karapınar, M., Ova, G. 2003. The use of starter cultures in the fermentation of boza, a traditional Turkish beverage. *Process Biochemistry*. 38.1405-1411.

*(Received for publication 1 November 2011; The date of publication 01 April 2011)*