

PAPER DETAILS

TITLE: Fermente Et Ürünlerinde Fonksiyonel Starter Kültürler

AUTHORS: Baris YALINKILIÇ,Mükerrem KAYA

PAGES: 97-102

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1189272>

Fermente Et Ürünlerinde Fonksiyonel Starter Kültürler

Barış Yalınkılıç, Mükerrrem Kaya

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Geliş Tarihi (Received): 30.11.2011, Kabul Tarihi (Accepted): 08.03.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): yalinkilic@atauni.edu.tr (B. Yalınkılıç)

☎ 0 442 231 24 98 📠 0 442 236 09 58

ÖZET

Et endüstrisinde starter kültür olarak kullanılan laktik asit bakterileri ile koagülaz negatif stafilokoklar ürün güvenliği ile renk, tekstür ve diğer duyuşal özellikler açısından önemli mikroorganizmalardır. Bu mikroorganizmaların bazı suşları klasik starter kültürlerden farklı olarak diğer bazı fonksiyonel özelliklere de sahiptir. Seçilmiş bu suşların fonksiyonel özelliklerinden dolayı fermente et ürünlerinde kullanılmasına yönelik araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır. Fonksiyonel starter kültür olarak adlandırılan bu mikroorganizmalar antimikrobiyal ve nutrasötik bileşikler üretme yetenekleri ile ön plana çıkmaktadır. Diğer taraftan et ürünlerinden izole edilen maya ve küflerin de fonksiyonel özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, fonksiyonel kültür olarak adlandırılan bu mikroorganizmaların özellikleri ve fermente et ürünlerinde kullanılabilecek imkânları derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel starter kültür, Bakteriyosin, Nutrasötik bileşik

Functional Starter Cultures in Fermented Meat Products

ABSTRACT

Lactic acid bacteria and coagulase negative staphylococci are important starter cultures used in the meat industry to improve the safety and sensorial properties of meat products such as their color and texture. In contrast to classical starter cultures, some strains of these microorganisms have different functional characteristics. Due to their functional properties, studies on the industrial use of these strains have recently increased. These microorganisms, functional starter cultures, are preferred because of their ability to produce antimicrobial and nutraceutical compounds. On the other hand, some molds and yeasts isolated from meat products are reported to have functional properties as well. In this study, the characteristics of these microorganisms called as functional starter cultures and the possibility of their use in fermented meat products are reviewed.

Key Words: Functional starter culture, Bacteriocin, Nutraceutical compounds

GİRİŞ

İnsanoğlu tarafından asırlardır gıdalara arzu edilen özellikleri kazandırmak amacıyla uygulanan fermentasyon, mikroorganizma ve enzim aktivitesi ile şekillenen önemli bir gıda muhafaza tekniğidir. Fermente gıdaların üretiminde starter kültür kullanımı standart ürün ve ürün güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Fermente sosis üretiminde kullanılan

birinci nesil starter kültürler bitkisel, ikinci nesil starter kültürler ise et orijinlidir [1].

Klasik starter kültürlerin fonksiyonlarına ek olarak daha farklı işlevselliklere sahip suşlar günümüzde fonksiyonel starter kültür olarak adlandırılmaktadır. Bakteriyosinleri ve/veya diğer bazı antimikrobiyal bileşikler üretmek, probiyotik karakter göstermek, sağlığı destekleyici bileşikler (nutrasötik bileşikler) üretmek, tat, aroma ve lezzet gelişimine katkıda bulunmak, patojen ve

bozulmaya sebep olan mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici veya gelişmeyi baskılayıcı özellik göstermek, biyogenik amin ve mikotoksin gibi toksik madde üretmemek, genetik yönden stabil olmak gibi özellikler bu suşlarda aranan en önemli özelliklerdir [2, 3].

FONKSİYONEL STARTER KÜLTÜRLERİN ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİ

Fonksiyonel starter kültürlerin en önemli özelliklerinden biri bakteriyosin üretme yetenekleridir. Bakteriyosinler, bakteriyosinogenik suşlar tarafından üretilen ve yakın akraba türlere karşı antagonistik aktivite gösteren protein tabiatındaki bileşiklerdir. Bakteriyosinler Gram (+) bakteri ve sporlarına karşı oldukça etkili olmaktadır. Buna karşın bakteriyosinler Gram negatiflere karşı antagonistik aktivite göstermemektedir [4]. Ancak Pascual ve ark. [5] *Lactobacillus fermentum* L23 suşunun Gram(+) ve Gram(-) bakteriler üzerinde inhibitör etki gösteren bakteriyosin ürettiğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan ozmotik şok, düşük pH, çelat ve yüksek basınç gibi uygulamaları neticesinde bakteriyosinlerin Gram negatiflere karşı da antagonistik aktivite gösterebildiği belirtilmektedir [6].

Lactobacillus, *Pediococcus* ve *Lactococcus* cinslerine ait türlerin bakteriyosinleri çiğ ve kuru fermente sosislerde *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7 gibi gıda kaynaklı patojenler üzerinde inhibe edici özelliklere sahiptir [7-9]. Ancak bazı bakteriyosinler fermantasyon ortamında çevresel faktörlere bağlı olarak bu aktivitelerini gerçekleştirememektedir. Bakteriyosinlerin gıdada bulunan yağ, protein ya da fosfolipidlere bağlanması durumunda aktivitede azalma ve hatta inaktivasyon söz konusu olabilmektedir [10]. Geniş etki spektrumuna sahip nisin, yukarıda da belirtilen faktörlerden dolayı özellikle et ve et ürünlerinde arzu edilen etkiyi gösterememektedir.

Fermantasyonda kullanılan fonksiyonel starter kültürler bakteriyosinlerin yanı sıra diğer bazı antimikrobiyal bileşikler de üretmektedir. Örneğin, *L. plantarum* 21B suşunun ürettiği fenillaktik ve 4-hidroksifenillaktik asidin antifungal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir [11]. Laktik asit bakterileri tarafından üretilen hidroksi yağ asitleri, hidrojen peroksit, reuterin ve peptid gibi maddelerin de antifungal aktivite gösterdikleri ortaya konulmuştur [12]. Ayrıca *Lactobacillus reuteri* tarafından üretilen reuterin (β -hydroxypropionaldehyde) olarak adlandırılan bileşiğin sosis yüzeyinde *L.monocytogenes*'in gelişimini önemli derecede engellediği belirlenmiştir [13].

Fermente et ürünlerinde renk ve aromanın gelişiminde önemli rolü olan *Staphylococcus xylosus* ve *S. equorum* türlerinin bazı suşları antimikrobiyal karakterde bileşikler üretebilmektedir. Carnio ve ark. [14], *Staphylococcus equorum* WS2733 suşunun *L.monocytogenes*, *S.aureus* ve *Clostridium perfringens* gibi gıda kaynaklı patojenler ile diğer bazı Gram (+) pozitif bakteriler üzerinde bakteriyostatik etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Villani ve ark. [15] ise *Staphylococcus xylosus* 1E suşunun

varlığında bir fermente sosis çeşidinde olgunlaştırma sırasında *L.monocytogenes* sayısında önemli bir reduksiyona neden olduğunu tespit etmişlerdir.

FONKSİYONEL STARTER KÜLTÜRLERİN ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

Fonksiyonel starter kültürler reaktif oksijen türlerinden (süperoksit radikali, hidrojen peroksit, hidroksil radikali) korunmak amacıyla çeşitli enzimler sentezlemektedir [16]. Bu kültürler tarafından sentezlenen antioksidan enzimler; katalaz, süperoksit dismutaz (SOD) ve nitrat redüktazdır. SOD ve katalaz genellikle müşterek aktivite göstermektedir. SOD anaerobik şartlarda metabolizmada ortaya çıkan süperoksitleri hidrojenden perokside dönüştüren süperoksit redüktazlar grubuna dâhil bir metaloenzimdir [17, 18]. Katalaz ise SOD aktivitesi neticesinde ortaya çıkan veya doğal olarak üretilen hidrojen peroksidi indirgeyen oldukça önemli bir antioksidan enzimdir [19]. Et endüstrisinde starter kültür olarak kullanılan koagülaz negatif stafilokokların antioksidan özellik gösterdiği, laktik asit bakterilerinin antioksidan özelliklerinin ise stafilokoklara göre daha zayıf olduğu belirtilmektedir [20, 21].

Stafilokoklar en yüksek katalaz aktivitesini logaritmik gelişim fazının sonunda göstermektedir [19]. *S. xylosus* tarafından üretilen katalaz ve süperoksit dismutaz enzimleri lipid oksidasyonunu engellemektedir [17]. *S. xylosus* linoleik asit oksidasyonunu önemli ölçüde sınırlandırırken linolenik asit üzerinde kısmi bir etki göstermektedir [20]. *Staphylococcus* türleri arasında en yüksek katalaz aktivitesine sahip tür ise *S.carnosus*'tur [19]. Talon ve ark. [22] *S.equorum* ve *S.succinus*'un geleneksel kuru fermente sosislerde gıda güvenliğini artırıcı ve yağ asidi ile kolesterol oksidasyonunu sınırlandırıcı etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bazı laktik asit bakterileri peroksit parçalayıcı olarak iki grup enzim üretebilmektedir. Birinci grupta yer alan gerçek katalaz, bazı laktik asit bakterileri tarafından gelişim ortamında hematin varlığında üretilmektedir. İkinci grup katalazlar ise heme bağlı olmayan katalaz, pseudokatalaz veya mangan katalaz olup çok az sayıda laktik asit bakterisi tarafından üretilmektedir [23]. Buna karşın laktik asit bakterileri tarafından üretilen katalaz enzimi fermente et üretiminde teknolojik öneme haiz değildir. Diğer taraftan mangan varlığında (0.05 g/L) *S.xylosus* ve *S.carnosus* türlerinin linolenik asit oksidasyonunu önemli ölçüde engellediği belirtilmiştir. Bazı *Lactobacillus* türlerinin ise mangan varlığında linoleik asit oksidasyonunu engellediği saptanmıştır [24].

Fermente et ürünlerinde starter kültür olarak kullanılan koagülaz negatif stafilokoklar ile *Kocuria varians* nitrat redüktaz aktiviteleri ile nitratı nitrite indirgemektedir. Nitrit, et ürünlerinde bulunan heme bileşiğini bağlayarak katalitik demir iyonunun serbest hale geçmesini engelleyerek veya heme bağlı olmayan demiri bağlayarak antioksidan etki göstermektedir. Stafilokokların nitrat redüktaz üretimi logaritmik gelişim fazında en yüksek seviyededir. Stafilokoklar arasında ise en yüksek nitrat redüktaz aktivitesini *S.carnosus* göstermektedir [19].

Bazı fermente sosisler ile kuru kür edilmiş parça et ürünlerinde starter olarak kullanılan küfler yüzeyde koloni oluşturarak ürün yüzeyinin oksijen ile temasını keserek oksijenin olumsuz etkisini ortadan kaldırmaktadır [25]. Starter kültür olarak kullanılan mayalar ise (*Debaryomyces* spp.) lipid oksidasyonu ürünlerinin üretimini inhibe edip ransiditeyi engellemektedir [26].

FONKSİYONEL STARTER KÜLTÜRLERİN NUTRASÖTİK ÖZELLİKLERİ

Et endüstrisinde kullanılan fonksiyonel starter kültürler, ürünü teknolojik yönden geliştirmenin yanı sıra tüketici sağlığını destekleyen nutrasötik bileşikler de üretebilmektedir. *L.plantarum* AKU 1009a suşunun α -linolenik asit ilave edilen ortamda konjuge α -linolenik asit ürettiği [27], linoleik asidin substrat olarak kullanıldığı ortamda ise aynı suşun *cis*-9,*trans*-11 (veya *trans*-9,*cis*-11)-oktadekadienoik asit ve *trans*-9,*trans*-11-oktadekadienoik asit izomerlerini ürettiği saptanmıştır [28]. *L.plantarum* JCM 1551 suşunun ise hintyağından yüksek miktarda konjuge linoleik asit (*cis*-9,*trans*-11-oktadekadienoik asit ve *trans*-9,*trans*-11-oktadekadienoik asit) ürettiği belirtilmiştir [29].

Fonksiyonel starter kültürler folik asit ve B₁₂ vitamini de üretebilmektedir. *Bifidobacterium adolescentis* MB 239 suşunun 48 saatlik bir inkübasyonda folik asit konsantrasyonunu 27 ng/ml'den 54 ng/mL seviyesine arttırdığı [30], *L.reuteri* CRL1098 suşunun B₁₂ ürettiği [31], *L.reuteri* JCM1112 suşunun ise B₁₂ ve folik asit sentezleyebildiği [32] bildirilmiştir.

FONKSİYONEL STARTER KÜLTÜRLERİN PROBIYOTİK ÖZELLİKLERİ

Fonksiyonel starter kültürlerin probiyotik karakter gösterebilmesi için çeşitli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Probiyotikler; a) ağızdan kolona doğru geçiş sürecinde mide asidi, proteolitik enzimler ve safra tuzuna dirençli olmalı ve kolona ulaştığında canlılığını sürdürebilmeli b) intestinal epitel doku hücrelerine iyi derecede tutunabilmeli ve ortamda gelişerek koloni oluşturabilmeli c) antimikrobiyal etki göstererek kolonda bulunan patojenler üzerinde antagonistik aktivite sergilemeli d) uygulanan teknolojik işlemlere ve tuz, nitrat/nitrit gibi katkı maddelerine dirençli olmalı ve e) konakçı üzerinde sağlığa yararlı etkiler (vitamin ve kısa zincirli yağ asidi üretimi) göstermelidir [33]. Ayrıca probiyotikler son kullanım tarihine kadar sayılarını koruyabilmeli ve güçlü metabolik aktivitelerini sürdürmelidir [34].

Fermente sosis üzerinde yapılan bir araştırmada, probiyotik suşların (*L.rhamnosus* GG, *L.rhamnosus* E-97800, *L.rhamnosus* LC-705) *Escherichia coli* O157:H7 sayısında yaklaşık 3 logaritmik birimlik bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir [7]. *L.rhamnosus* E-97800, *L.rhamnosus* LC-705 ve *L.plantarum* ALC01 suşlarının ise kuru fermente sosislerde *L.monocytogenes* üzerinde antilisterial aktivite gösterdiği belirlenmiştir [10]. Bir fermente sosis çeşidinde yürütülen diğer bir araştırmada ise, *L.rhamnosus* FERM P-15120 and *L.paracasei*

subsp. *paracasei* FERM P-15121 suşlarının *S.aureus*'un gelişimini ve enterotoksin üretimini önemli derecede inhibe ettiği belirlenmiştir [35].

FONKSİYONEL STARTER KÜLTÜRLERİN PROTEOLİTİK VE LİPOLİTİK ÖZELLİKLERİ

Fermente et ürünlerinin tat ve aroma profilleri üzerinde oldukça etkili olan proteolizis, olgunlaştırma süresince meydana gelen en önemli biyokimyasal değişimlerden biridir. Proteolizis ürün formülasyonu, kullanılan starter kültür ve üretim koşullarına bağlı olarak şekillenmektedir [36]. Proteolizis başlangıçta doku enzimleriyle gerçekleşse de olgunlaştırmanın ileri aşamalarında starter kültürler de sentezledikleri proteazlarla bu biyolojik degradasyona katkı sağlayarak ürün tat ve aroma profilinin şekillenmesine yardımcı olmaktadır. Starter kültür olarak kullanılan Micrococcaceae familyası üyeleri laktik asit bakterilerine göre proteolizisde daha etkindir. Tat ve aroma gelişimine oldukça önemli katkılar sağlamalarından dolayı bu kültürlerin endüstriyel üretimde lezzeti artırıcı olarak ilave edildiği belirtilmektedir [37]. Diğer taraftan mayalar ve küfler de proteolizise katkı sağlamaktadır.

S.xylosus suşlarının miyofibriler ve sarkoplazmik proteinler üzerinde proteolitik aktivite gösterdiği [38], *S.xylosus* ve *S.carnosus* türlerinin bazı amino asitleri parçalayarak fermente sosis aroması açısından önem arz eden uçucu bileşikler ürettiği [37, 39] ve sucuktan izole edilen onüç *S.xylosus* izolatının yedisinin proteolitik aktiviteye sahip olduğu [40] tespit edilmiştir. Laktik asit bakterileri de proteolitik aktivite gösterebilmektedir. *Lactobacillus sakei* L110 suşunun dipeptidaz [41], *L.sakei* IATA115 suşunun ise aminopeptidaz ürettiği belirlenmiştir [42]. *L.casei* CRL 705 suşunun sarkoplazmik proteinleri parçaladığı ve miyofibriler proteinleri hidrolize ederek hidrofilik peptidleri açığa çıkardığı ve ayrıca serbest amino asit miktarında artışa yol açtığı [43], *L.curvatus* CECT 904 suşunun ürün lezzeti üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu *L.plantarum* CRL 681 suşunun da hidrofilik peptidlerin ve serbest amino asitlerin miktarlarını artırdığı belirlenmiştir [44].

Fermente et ürünlerinin tat ve aromasının gelişiminde lipolizis önemli bir yer tutmaktadır. Lipolizis ile ortaya çıkan karbonil bileşikler ve düşük molekül ağırlıklı bileşikler ürünün tat ve aromasını etkilemektedir. Fermente et ürünlerinde lipolizis doku ve bakteriyel kaynaklı enzimler aracılığıyla gerçekleşmektedir. Ancak lipoliziste doku lipazlarının bakteri kaynaklı lipazlara göre daha etkin olduğu ve kuru fermente sosislerde açığa çıkan serbest yağ asitlerinin % 60'ından fazlasının doku enzimleri neticesinde ortaya çıktığı belirtilmektedir [45]. Laktik asit bakterileri de in vitro şartlarda lipolitik aktivite gösterebilmektedir. Örneğin *L.plantarum* DSMZ 12028 suşunun lipaz üreterek trioleinden serbest yağ asidi ürettiği saptanmıştır [46]. Ancak laktik asit bakterilerinin oldukça sınırlı düzeyde lipolitik yeteneğe sahip olduğu düşünülmektedir [47]. Katalaz pozitif koklar ise gerek in vitro gerekse fermentasyon şartlarında güçlü lipolitik aktivite göstererek fermente et ürünün tat ve aromasının gelişiminde etkili olmaktadır [48]. Katalaz pozitif kokların esterifikasyon özelliği de fermente sosis

aroması üzerinde önemli derecede etkili olmaktadır. *S.xyloso* suşlarının *S.carnosus* suşlarına göre daha yüksek miktarlarda ester ürettiklerini belirtilmiştir [49]. Et endüstrisinde starter kültür olarak kullanılan maya ve küfler de sahip oldukları lipolitik ve proteolitik aktiviteleriyle fermente et ürünlerinde lezzete katkı sağlamaktadır. Her iki mikroorganizma grubu da sahip oldukları deaminaz aktiviteleri ile amino asitlerden amonyak oluşturarak ürün pH'sını yükseltmektedir [50, 51].

FONKSİYONEL STARTER KÜLTÜRLERDE ARZU EDİLMEYEN ÖZELLİKLER

Biyojen amin üretimi, mikotoksin sentezi ve antibiyotiklere dirençlilik starter kültürler seçiminde dikkate alınması gereken en önemli kriterlerdendir. Son yıllarda yürütülen araştırmalarda fermente gıdalarda yaygın olarak kullanılan laktik asit bakteri ve koagülaz negatif kok suşlarının insan patojenlerinde olduğu gibi çeşitli antibiyotik direnç genlerine sahip olduğunun belirlenmesi ve bu genleri diğer patojenlere aktarabilme yeteneklerinin saptanması starter kültür olarak kullanılan ve sağlık açısından herhangi bir sorun teşkil etmediği düşünülen suşlara farklı bir gözle bakılmasına sebep olmuştur [52, 53]. Fermente gıda tüketimi ile yüksek seviyelerde vücuda alınan starter kültürler ve özellikle probiyotik kültürler kalın bağırsağa çok yüksek sayılarda ulaşabilmekte ve ortamda bulunan patojenlerle etkileşime girebilmektedir. Bu etkileşim neticesinde ise herhangi bir antibiyotiğe karşı direnç sağlayan gen taşıyıcısı starter kültür, sahip olduğu direnç genini patojenlere aktarabilmekte ve dolayısıyla intestinal sistemde yer alan patojenler antimikrobiyalere karşı dirençli hale gelebilmektedir. Kastner ve ark. [54] araştırmalarında *L.reuteri* SD2112 suşunun Linkozamide antibiyotiğine direnç sağlayan lnu(A) genini taşıdığını, ayrıca yine *L. reuteri* SD 2112 ve *Bifidobacterium lactis* DSM 10140 probiyotik suşlarının tetracycline antibiyotiğine direnç sağlayan tet(W) genini taşıdığını, et starter suşu olan *S.xyloso* BP suşunun ise tetrasikline direnç sağlayan tet(K) genini taşıdığını saptamışlardır. Ammor ve ark. [55] ise araştırmalarında *L.sakei* Rits 9 suşunun tetrasikline direnç sağlayan tet(M) ve tet(L) genlerini taşıdığını saptamışlardır. Gevers ve ark. [56] ise tet(M) geni taşıyan 14 adet *Lactobacillus* suşunun söz konusu direnç genini *Enterococcus faecalis* suşlarına in vitro şartlarda aktarabildiğini belirtmişler, ayrıca incelenen 14 suşun ikisinin tet(M) genini *L.lactis* subsp. *Lactis'e* de aktarabildiğini saptamışlardır. Bunun yanı sıra Resch ve ark. [53] stafilokokları incelemişler ve *S.equorum*, *S.succinus* ve *S.xyloso* suşlarının önemli bir kısmının ve *S.carnosus* ve *S.piscifermentans* suşlarının ise belirli bir kısmının yedi farklı antibiyotiğe karşı direnç gösterdiğini belirlemişlerdir. Starter kültür olarak kullanılan suşların antibiyotiklere direnç genlerinin intestinal sistemdeki patojenlere de aktarılabilme ihtimalinden dolayı starter kültür olarak kullanılması düşünülen suşların mutlaka antibiyotik direnç testlerine tabi tutulmaları gerekmektedir [57].

Starter kültürlerin biyojen amin üretmemesi et endüstrisinde oldukça arzu edilen bir özelliktir. Bu

nedenle starter kültür seçiminde suşların amino asit dekarboksilaz aktivitesi yönünden de kontrol edilmesi gerekmektedir [58]. Küf ile olgunlaştırılan soslerde kullanılan küflerin mikotoksin yönünden mutlaka kontrol edilmeleri gerekmektedir. Bu tip ürünlerde mikotoksin üretmeyen suşların kullanılması ile spontan küflerin gelişmesi ve dolayısıyla mikotoksin üretmesi de engellenmektedir.

SONUÇ

Fonksiyonel kültürlerin en önemli kaynağı geleneksel ürünlerdir. Bu ürünlerden laktik asit bakterileri ile koagülaz negatif stafilokokların izolasyonu ve identifikasyonuna yönelik kapsamlı araştırmalar yapılmalı ve hem teknolojik hem de fonksiyonel özellikler açısından uygun suşlar seçilmeli ve endüstriyel üretimde kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Hugas, M., Monfort, J.M., 1997. Bacteria starter cultures for meat fermentation. *Food Chemistry* 59(4): 547-554.
- [2] Leroy, F., Verluyten, J., De Vuyst, L., 2006. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology* 106: 270-285.
- [3] Ammor, M.S., Mayo, B., 2007. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. *Meat Science* 76: 138-146.
- [4] Albano, H., Todorov, S.D., Van Reenen, C.A., Hogg, T., Dicks, L.M.T., Teixeira, P., 2007. Characterization of two bacteriocins produced by *Pediococcus acidilactici* isolated from "Alheira", a fermented sausage traditionally produced in Portugal. *International Journal of Food Microbiology* 116: 239-247.
- [5] Pascual, L.M., Daniele, M.B., Giordano, W., Pajaro, M.C., Barberis, I.L., 2008. Purification and partial characterization of novel bacteriocin L23 produced by *Lactobacillus fermentum* L23. *Current Microbiology* 56: 397-402.
- [6] De Vuyst, L. and Leroy, F., 2007. Bacteriocins from lactic acid bacteria: Production, purification, and food applications. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology* 13: 194-199.
- [7] Erkkila, S., Petaja, E., 2000. Screening of commercial meat starter cultures at low pH and in the presence of bile salts for potential probiotic use. *Meat Science* 55: 297-300.
- [8] Scannell, A.G.M., Schwarz, G., Hill, C., Ross, R.P., Arendt, E.K., 2001. Pre-inoculation enrichment procedure enhances the performance of bacteriocinogenic *Lactococcus lactis* meat starter culture. *International Journal of Food Microbiology* 64:151-159.
- [9] Kaya, M., Gökalp, H.Y., 2004. Farklı laktik starter kültürler kullanılarak üretilen sucuklarda *Listeria monocytogenes*'in davranışı. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 28: 1113-1120.
- [10] Työppönen, S., Markkula, A., Petaja, E., Suihko, M.L., Mattila-Sandholm, T., 2003. Survival of

- Listeria monocytogenes* in North European type dry sausages fermented by bioprotective meat starter cultures. *Food Control* 14: 181–185.
- [11] Lavermicocca, P., Valerio, F., Evidente, A., Lazzaroni, S., Corsetti, A., Gobetti, M., 2000. Purification and characterization of novel antifungal compounds from the sourdough *Lactobacillus plantarum* strain 21B. *Applied and Environmental Microbiology* 4084–4090.
- [12] Dalie, D.K.D., Deschamps, A.M. and Richard-Forget, F., 2010. Lactic acid bacteria-potential for control of mould growth and mycotoxins: A review. *Food Control* 21: 370-380.
- [13] Kuleaşan, H., Çakmakçı, M.L., 2002. Effect of reuterin produced by *Lactobacillus reuteri* on the surface of sausages to inhibit the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. *Nahrung/Food* 46: 408 – 410.
- [14] Carnio, M.C., Holtzel, A., Rudolf, M., Henle, T., Jung, G., Scherer, S., 2000. The macrocyclic peptide antibiotic micrococcin P1 is secreted by the food-borne bacterium *Staphylococcus equorum* WS 2733 and inhibits *Listeria monocytogenes* on soft cheese. *Applied and Environmental Microbiology* 2378–2384.
- [15] Villani, F., Sannino, L., Moschetti, G., Mauriello, G., Pepe, O., Amodio-Cocchieri, R., Coppola, S., 1997. Partial characterization of an antagonistic substance produced by *Staphylococcus xylosus* 1E and determination of the effectiveness of the producer strain to inhibit *Listeria monocytogenes* in Italian sausages. *Food Microbiology* 14: 555-566.
- [16] Henkle-Dührsen, K., Kampkötter, A., 2001. Antioxidant enzyme families in parasitic nematodes. *Molecular & Biochemical Parasitology* 114: 129–142.
- [17] Barriere, C., Leroy-Setrin, S., Talon, R., 2001. Characterization of catalase and superoxide dismutase in *Staphylococcus carnosus* 833 strain. *Journal of Applied Microbiology* 91: 514-519.
- [18] Brines, L.M., Kovacs, A.J., 2007. Understanding the mechanism of superoxide reductase promoted reduction of superoxide. *European Journal of Inorganic Chemistry* 1: 29–38.
- [19] Talon, R., Walter, D., Chartier, S., Barriere, C., Montel, M.C., 1999a. Effect of nitrate and incubation conditions on the production of catalase and nitrate reductase by staphylococci. *International Journal of Food Microbiology* 52: 47–56.
- [20] Talon, R., Walter, D., Montel, M.C., 2000. Growth and effect of staphylococci and lactic acid bacteria on unsaturated free fatty acids. *Meat Science* 54: 41-47.
- [21] Toldrá, F., Sanz, Y., Flores, M. 2001 Meat Fermentation Technology. In Meat Science and Applications. Chapter 23, Edited by Hui, Y.H., Marcel Dekker, New York, Basel.
- [22] Talon, R., Leroy, S., Lebert, I., Giammarinaro, P., Chacornac, J-P., Moratalla, M.L., Vidal-Carou, C., Zanardi, E., Conter, M., Lebecque, A., 2008. Safety improvement and preservation of typical sensory qualities of traditional dry fermented sausages using autochthonous starter cultures. *International Journal of Food Microbiology* 126: 227–234.
- [23] Hertel, C., Schmidt, G., Fischer, M., Oellers, K., Hammes, W.P., 1994. Oxygen-dependent regulation of the expression of the catalase gene *katA* of *Lactobacillus sakei* LTH677. *Applied and Environmental Microbiology* 1359–1365.
- [24] Demeyer, D., Raemaekers, M., Rizzo, A., Holck, A., De Smedt, A., Brink, B.T., Hagen, B., Montel, C., Zanardi, E., Murbrekk, E., Leroy, F., Vandendriessche, F., Lorentsen, K., Venema, K., Sunesen, L., Stahnke, L., De Vuyst, L., Talon, R., Chizzolini, R., Eerola, S., 2000. Control of bioflavour and safety in fermented sausages: first results of a European Project. *Food Research International* 33: 171-180.
- [25] Bruna, J.M., Hierro, E.M., de la Hoz, L., Mottram, D.S., Fernandez, M., Ordonez, M.A., 2003. Changes in selected biochemical and sensory parameters as affected by the superficial inoculation of *Penicillium camemberti* on dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology* 85: 111 –125.
- [26] Flores, M., Dura, M.A., Marco, A., Toldra, F., 2004. Effect of *Debaryomyces* spp. on aroma formation and sensory quality of dry-fermented sausages. *Meat Science* 68: 439–446.
- [27] Kishino, S., Ogawa, J., Ando, A., Shimizu, S., 2003. Conjugated α -linolenic acid production from α -linolenic acid by *Lactobacillus plantarum* AKU 1009a. *European Journal of Lipid Science and Technology* 105:572–577.
- [28] Kishino, S., Ogawa, J., Omura, Y., Matsumura, K., Shimizu, S., 2002. Conjugated linoleic acid production from linoleic acid by lactic acid bacteria. *JAOCs*, 79(2): 159-163.
- [29] Ando, A., Ogawa, J., Kishino, S., Shimizu, S., 2004. Conjugated linoleic acid production from castor oil by *Lactobacillus plantarum* JCM 1551. *Enzyme and Microbial Technology* 35: 40–45.
- [30] Pompei, A., Cordisco, L., Amaretti, A., Zannoni, S., Matteuzzi, D., Rossi, M., 2007. Folate production by *Bifidobacteria* as a potential probiotic property. *Applied and Environmental Microbiology* 179-185.
- [31] Taranto, M.P., Vera, J.L., Hugenholtz, J., De Valdez, G.F., Sesma, F., 2003. *Lactobacillus reuteri* CRL1098 produces cobalamin. *Applied and Environmental Microbiology* 5643-5647.
- [32] Santos, F., Wegkamp, A., De Vos, W.M., Smid, E.J., Hugenholtz, J., 2008. High-Level folate production in fermented foods by the B12 producer *Lactobacillus reuteri* JCM1112. *Applied and Environmental Microbiology* 3291–3294.
- [33] Makras, L., Avonts, L., De Vuyst, L., 2004. Probiotics, prebiotics, and gut health. In Functional foods: Ageing and degenerative disease, Edited by Remacle, C. and Reusens, B., Cambridge, United Kingdom: Woodhead Publishing Ltd. 416–482p.
- [34] Holzapfel, W.H., Haberer, P., Snel, J., Schillinger, U., Huis in't Veld, J.H.J., 1998. Overview of gut flora and probiotics. *International Journal of Food Microbiology* 41: 85–101.
- [35] Sameshima, T., Magome, C., Takeshit, K., Arihara, K., Itoh, M., Kondo, Y., 1998. Effect of intestinal

- Lactobacillus* starter cultures on the behaviour of *Staphylococcus aureus* in fermented sausage. *International Journal of Food Microbiology* 41: 1–7.
- [36] Hughes, M.C., Kerry, J.P., Arendt, E.K., Kenneally, P.M., McSweeney, P.L.H., O'Neill, E.E., 2002. Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. *Meat Science* 62: 205–216.
- [37] Stahnke, L.H., 1999. Volatiles produced by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* during growth in sausage minces Part II. the influence of growth parameters. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 32: 365–371.
- [38] Mauriello, G., Casaburi, A., Villani, F., 2002. Proteolytic activity of *Staphylococcus xylosus* strains on pork myofibrillar and sarcoplasmic proteins and use of selected strains in the production of 'Naples type' salami. *Journal of Applied Microbiology* 92:482–490.
- [39] Beck, H.C., Hansen, A.M., Lauritsen, F.R., 2004. Catabolism of leucine to branched-chain fatty acids in *Staphylococcus xylosus*. *Journal of Applied Microbiology* 96: 1185–1193.
- [40] Kaban, G., Kaya, M., 2008. Identification of lactic acid bacteria and Gram-positive catalase-positive cocci isolated from naturally fermented sausage (sucuk). *Journal of Food Science* 73(8): M385–M388.
- [41] Montel, M.C., Seronie, M.P., Talon, R., Hebraud, M., 1995. Purification and characterization of a dipeptidase from *Lactobacillus sake*. *Applied and Environmental Microbiology* 61: 837–839.
- [42] Sanz, Y., F. Toldrá., 1997. Purification and characterization of an aminopeptidase from *Lactobacillus sake*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45: 1552–1558.
- [43] Sanz, Y., Fadda, S., Vignolo, G., Aristoy, M.C., Oliver, G., Toldrá, F., 1999. Hydrolytic action of *Lactobacillus casei* CRL 705 on pork muscle sarcoplasmic and myofibrillar proteins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 47: 3441–3448.
- [44] Fadda, S., Sanz, Y., Vignolo, G., Aristoy, M.C., Oliver, G., Toldrá, F., 1999. Hydrolysis of pork muscle sarcoplasmic proteins by *Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus sake*. *Applied and Environmental Microbiology* 65: 578–584.
- [45] Hierro, E., de la Hoz, L., Ordonez, J.A., 1997. Contribution of microbial and meat endogenous enzymes to the lipolysis of dry fermented sausages. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45: 2989–2995.
- [46] Lopes, M.D.S., Cunha, A.E., Clemente, J.J., Carrondo, M.J.T., Crespo, M.T.B., 1999. Influence of environmental factors on lipase production by *Lactobacillus plantarum*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 51:249–254.
- [47] Kenneally, P.M., Schwarz, G., Fransen, N.G. and Arendt, E.K., 1998. Lipolytic starter culture effects on production of free fatty acids in fermented sausages. *Journal of Food Science* 63 (3): 538–543.
- [48] Sørensen, B.B., 1997. Lipolysis of pork fat by the meat starter culture *Staphylococcus xylosus* at various environmental conditions. *Food Microbiology* 14: 153–160.
- [49] Talon, R., Chastagnac, C., Vergnais, L., Montel, M.C., Berdague, J.L., 1998. Production of esters by *Staphylococci*. *International Journal of Food Microbiology* 45: 143–150.
- [50] Jessen, B., 1995. Starter cultures for meat fermentation. In *Fermented Meats*, Edited by Campbell-Platt, G. and Cook, P.E., Blackie Academic and Professional, Glasgow, 39–51p.
- [51] Kaya, M. ve Kaban, G., 2010. Fermente et ürünleri. In *Gıda Biyoteknolojisi*, Edited by Aran, N., Nobel Yayın Dağıtım, 157–195p.
- [52] Mathur, S., Singh, R., 2005. Antibiotic resistance in food lactic acid bacteria—a review. *International Journal of Food Microbiology* 105: 281–295.
- [53] Resch, M., Nagel, V., Hertel, C., 2008. Antibiotic resistance of coagulase-negative *Staphylococci* associated with food and used in starter cultures. *International Journal of Food Microbiology* 127: 99–104.
- [54] Kastner, S., Perreten, V., Bleuler, H., Hugenschmidt, G., Lacroix, C., Meile, L., 2006. Antibiotic susceptibility patterns and resistance genes of starter cultures and probiotic bacteria used in food. *Systematic and Applied Microbiology* 29: 145–155.
- [55] Ammor, M.S., Gueimonde, M., Danielsen, M., Zagorec, M., van Hoek, A.H.A.M., Reyes-Gavilan, C.G.D.L., Mayo, B., Margolles, A., 2008. Two different tetracycline resistance mechanisms, plasmid-carried tet(L) and chromosomally located transposon-associated tet(M), coexist in *Lactobacillus sakei* Rits 9. *Applied and Environmental Microbiology* 74(5): 1394–1401.
- [56] Gevers, D., Huys, G., Swings, J., 2003. In vitro conjugal transfer of tetracycline resistance from *Lactobacillus* isolates to other Gram-positive bacteria. *FEMS Microbiology Letters* 225(1):125–130.
- [57] Danielsen, M., Wind, A., 2003. Susceptibility of *Lactobacillus* spp. to antimicrobial agents. *International Journal of Food Microbiology* 82:1–11.
- [58] Ruiz-Capillas, C., Jimenez-Colmenero, F., 2004. Biogenic amines in meat and meat products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44(7-8): 489–499.