



SUCUKTAN İZOLE EDİLEN *PEDIOCOCCUS* SUŞLARININ BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ*

Betül Aslan, Banu Özden Tuncer **

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Geliş / Received: 01.06.2020; Kabul / Accepted: 08.10.2020; Online baskı / Published online: 02.11.2020

Aslan, B., Özden-Tuncer, B. (2020). Sucuktan izole edilen *Pediococcus* suşlarının bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA* (2020) 45(6) 1109-1120 doi: 10.15237/gida.GD20086

Aslan, B., Özden-Tuncer, B. (2020). Determination of some technological properties of *Pediococcus* strains isolated from sucuk. *GIDA* (2020) 45(6) 1109-1120 doi: 10.15237/gida.GD20086

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, sucuktan izole edilen *Pediococcus acidilactici* (31 adet) ve *Pediococcus pentasaceus* (2 adet) suşlarının starter kültür olarak kullanım potansiyellerinin belirlenmesidir. Bu amaçla *Pediococcus* suşlarında laktik asit üretimi, proteolitik aktivite, lipolitik aktivite, nitrat redüktaz aktivitesi ve antibakteriyel madde üretim yetenekleri araştırılmıştır. Üç farklı besiyerinde (skim milk besiyeri, glukoz içeren skim milk besiyeri ve MRS broth besiyeri) 6. saat ve 24. saat sonunda yapılan pH ölçümleri kıyaslandığında en yüksek Δ pH değeri MRS broth besiyerinde 24 saat sonunda 1.71-2.49 aralığında hesaplanmıştır. En yüksek laktik asit üretimi de yine MRS broth besiyerinde 24 saat sonunda % 0.83-1.62 aralığında bulunmuştur. Suşların hiçbiri besiyeri ortamlarında proteolitik ve lipolitik aktivite göstermemiştir. Yirmi iki *Pediococcus* suşu kuvvetli, 4'ü ise zayıf nitrat redüktaz aktivitesi göstermiştir. Ayrıca tüm *Pediococcus* suşlarının indikatör bakterileri inhibe ettiği saptanmıştır. Sonuç olarak, hızlı asit üreten, nitrat redüktaz ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirlenen *Pediococcus* suşlarının fermente et ürünleri üretiminde starter kültür olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sucuk, *Pediococcus*, laktik asit, nitrat redüktaz, antibakteriyel aktivite, teknolojik özellikler

DETERMINATION OF SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF *PEDIOCOCCUS* STRAINS ISOLATED FROM SUCUK

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the potential use of *Pediococcus acidilactici* (31 strains) and *Pediococcus pentasaceus* (2 strains) strains isolated from sausage as starter culture. For this purpose, lactic acid production, proteolytic activity, lipolytic activity, nitrate reductase activity and antibacterial substance production ability were investigated in *Pediococcus* strains. When pH measurements at the end of 6th and 24th hours incubation period were compared in three different culture media (skim milk, skim milk with glucose and MRS) the highest pH change (Δ pH) was measured between 1.71 and 2.49 at the end of 24 hours incubation period in MRS broth. The highest lactic acid production was also determined as 0.83-1.62 % in MRS broth at the end of 24 hours incubation period. None of the strains showed proteolytic activity and lipolytic activity in agar media. Twenty two of *Pediococcus*

*Bu araştırma Betül Aslan'ın yüksek lisans tez çalışmasıdır. Bu çalışma 9. Gıda Mühendisliği Kongresi İzmir/Türkiye'de poster olarak sunulmuş ve kongre kitabında özet olarak basılmıştır. *This paper is MSc thesis of Betül Aslan. This study was presented as a poster presentation at the 9th Food Engineering Congress İzmir/Turkey, and study was published as a abstract in the book of proceedings.*

** Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ banutuncer@sdu.edu.tr,

☎ (+90) 246 211 8006,

☎ (+90) 246 237 0437

Betül Aslan; ORCID no: 0000-0001-5764-274X

Banu Özden Tuncer; ORCID no: 0000-0001-9678-4441

strains showed strong nitrate reductase activity, while 4 of *Pediococcus* have weak nitrate reductase activity. In addition, all *Pediococcus* strains have been found to inhibit indicator bacteria. As a result, it has been determined that *Pediococcus* strains that produce fast acid, have nitrate reductase and antibacterial activity can be used as starter culture in the production of fermented meat products.

Keywords: Sausage, *Pediococcus*, lactic acid, nitrate reductase, antibacterial activity, technological properties.

GİRİŞ

Et, besin değerinin yanında özel tat ve kokusu ile insan beslenmesinde yer alan önemli bir gıda maddesidir (Öztan, 2011). Et, insanoğlu tarafından çok eski zamanlardan beri dayanıklılığının artırılması ve farklı lezzetler oluşturmak amacı ile çeşitli ürünlere işlenmektedir. Bu amaçla üretilen ürünlerden biri de sucuktur (Nychas ve Arkoudelos, 1990; Çon vd., 2002). Sucuk, sığır eti ve yağı ile kuyruk yağının kıyma makinesinden geçirilip inceltmesi ve tuz, şeker, baharat ile karıştırılıp kılıflara doldurulduktan sonra kurutularak olgunlaşması ile üretilen bir üründür (Bozkurt, 2006). Sucuk üretiminde starter kültür kullanılarak fermentasyon gerçekleştirilebildiği gibi sucuk hamurunun doğal florasında bulunan doğal mikroorganizmalar tarafından da sucuk fermentasyonları yapılabilmektedir (Çon ve Gökalp, 2000). Starter kültür kullanılmadan üretilen sucukların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri zaman zaman farklılık göstermektedir. Bu nedenle, standart kalitede, raf ömrü uzun, hijyenik bir ürün eldesi için sucuk teknolojisinde starter kültür kullanımı doğru bir yaklaşım olarak görülmektedir. Ancak tüketicilerin doğal ürün tüketme arzusu nedeniyle ve damak tadı olarak daha lezzetli bulunan geleneksel sucuk üretimleri halen çeşitli üreticiler tarafından tercih edilmektedir (Lücke, 2000; Kundakçı vd., 2007).

Sucuk fermentasyon teknolojisinde starter kültür olarak, laktik asit bakterileri (LAB-*Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Leuconostoc*), koagülaz negatif koklar (*Staphylococcus xylosus* ve *S. carnosus*), *Kocuria varians* (*Micrococcus varians*) ve mayalar (*Debaryomyces hansenii*) yer almaktadır (Öztürk ve Sağdıç, 2014). Türk tipi fermente kuru sucuklardan izole edilen LAB; *Lactobacillus plantarum*, *Lb. sakei*, *Lb. fermentum*, *Lb. brevis*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. delbrueckii*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Pediococcus pentosaceus*, *P. acidilactici*, *Leuconostoc mesenteroides/dextranicum*, *L.*

lactis, *Enterococcus faecium* ve *E. faecalis* türleridir. LAB içerisinde yer alan *Pediococcus* suşları doğal fermentasyon ile üretilmiş sucuklardan sıklıkla izole edilmektedir (Adıgüzel ve Atasever, 2009). LAB, sosis fermentasyonunda önemli bir rol oynamaktadır (Toldra vd., 2001; Fontana vd., 2016). LAB, sosis hamurunda bulunan karbonhidratları fermente ederek ürettikleri laktik asit ile asitliğin düşürülmesi, sahip oldukları proteolitik ve lipolitik aktivite ile sucuğa has tat ve aromanın oluşması, bakteriyosin sentezi ile mikrobiyel güvenliğin sağlanmasına yardımcı olma gibi çok sayıda metabolik aktiviteye sahiptirler. Bu metabolik aktivitelerinden dolayı LAB sosis fermentasyonlarında starter kültür olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Aymerich vd., 2003; Huang vd., 2007). Sosis üretiminde *P. acidilactici* ve *P. pentosaceus* suşlarının tercih edilme nedenlerinden biri hızlı asit oluşturmalarıdır. Kompleks bir ortam olan sosis hamurunda çeşitli karbonhidratları fermente ederek laktik asit oluşumunu sağlayan bu bakteriler oluşturdukları laktik asit ile; i) patojen ve hastalık etmeni mikroorganizmaların gelişmesini engellemek, ii) ürünün hızlı kurumasını, proteinlerin koagülasyonu ve denatürasyonu aracılığı ile tekstürel özelliklerin gelişmesini, iii) kas proteazlarının aktivasyonunu, iv) nitritin nitritoksite indirgenmesi ve nitritoksinin miyogloblin ile reaksiyona girerek nitrosomiyogloblin oluşumu ile sucuklarda parlak kırmızı rengin gelişmesi gibi olumlu teknolojik özellikler sağlamaktadır (Lücke, 2000). Diğer taraftan fazla asitlik oluşumu ürünün tat ve kokusunu olumsuz etkileyebileceği gibi koagülaz-negatif stafilokokların inhibisyonu neticesinde renk oluşumunun da bozulmasına neden olabilmektedir (Buckenhüskes, 1993). Fermente ürünlerde organik asitler ve aromatik bileşikler mikroorganizmaların proteolitik ve lipolitik aktiviteleri sonucu meydana gelmektedir. Proteoliz ve lipoliz sonucu düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin oluşumu ile tekstür ve flora gelişimi

etkilenmektedir. LAB genellikle güçlü proteolitik ve lipolitik aktivite göstermezler. Bunun yanında bazı et kaynaklı LAB'nin belli düzeyde peptidaz ve lipaz aktivitesi gösterebildiği bildirilmiştir (Fadda vd., 1999; Casquete vd., 2011). Bakteriyosinler bakteriler tarafından ribozomal olarak sentezlenen ve hücre dışına salgılanan antimikrobiyal peptidlerdir (Klaenhammer, 1988). Bakteriyosin üreticisi kültürler fermente et ürünlerinin mikrobiyal güvenliğini arttırmak için starter kültür kombinasyonlarında kullanılabilir (Laranjo vd., 2019).

Bu çalışmada; starter kültür kullanılmadan üretilen Türk tipi fermente sucuktan izole edilen *Pediococcus* suşlarının bazı teknolojik özellikleri araştırılarak, fermente et ürünleri üretiminde kullanım potansiyeli bulabilecek starter kültür adaylarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Mikroorganizma

Çalışma kapsamında kullanılan sucuktan izole edilmiş 33 *Pediococcus* suşu Yüceer ve Özden Tuncer (2015)'den temin edilmiştir. Suşlar de Man Rogosa and Sharpe broth (MRS, LAB M, Lancashire, UK) ortamlarında 30 °C'de 24 saat (sa) süre ile geliştirilmiştir. Kültürler daha sonra % 20 oranında gliserol içeren stok tüplerine aktarılmış ve -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Antibakteriyel aktivite çalışmasında kullanılan indikatör bakteriler, Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Bakteriyel Genetik Laboratuvarı Kültür Koleksiyonu'ndan temin edilmiştir. İndikatör bakterilerin kültüre edildikleri besiyeri ortamları ve gelişme sıcaklıkları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İndikatör bakteriler, gelişme besiyerleri ve sıcaklıkları

Table 1. Indicator bacteria, growth medium and temperature

| İndikatör bakteriler <i>Indicator bacteria</i> | Gelişme besiyeri* ve sıcaklığı (°C) <i>Growth medium* and temperature (°C)</i> |
|---|---|
| <i>Lactobacillus plantarum</i> LMG2003 | MRS, 37 °C |
| <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 1 | GM17, 37 °C |
| <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 731 | GM17, 37 °C |
| <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> T1 | GM17, 37 °C |
| <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 105 | GM17, 37 °C |
| <i>Listeria innocua</i> LMG2813 | LB, 30 °C |
| <i>L. monocytogenes</i> ATCC15813 | LB, 30 °C |
| <i>L. monocytogenes</i> ATCC19115 | LB, 30 °C |
| <i>L. monocytogenes</i> ATCC7644 | LB, 30 °C |
| <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923 | TSB, 37 °C |
| <i>S. aureus</i> LMG3022 | TSB, 37 °C |
| <i>S. carnosus</i> LMG2709 | TSB, 37 °C |
| <i>S. aureus</i> ATCC29213 | TSB, 37 °C |
| <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC29212 | GM17, 30 °C |
| <i>E. faecalis</i> LMG2708 | GM17, 30 °C |
| <i>E. faecalis</i> LMG2602 | GM17, 30 °C |
| <i>Bacillus cereus</i> ATCC10876 | TSB, 37 °C |
| <i>Bacillus cereus</i> LMG2732 | TSB, 37 °C |
| <i>Salmonella</i> Typhimurium ATCC14028 | LB, 37 °C |
| <i>Salmonella</i> Enteridis ATCC13076 | LB, 37 °C |
| <i>Escherichia coli</i> LMG3083 (ETEC) | LB, 37 °C |
| <i>Pediococcus pentosaceus</i> LMG2001 | TSB, 37 °C |

*MRS: de Man Rogosa and Sharpe broth, TSB: Triptik Soy broth, LB: Luria-Bertani broth, GM17: Glukoz M17 broth (% 0.5 glukoz)

* MRS: de Man Rogosa and Sharpe broth, TSB: Tryptone Soy broth, LB: Luria-Bertani broth, GM17: Glucose M17 broth (containing 0.5 % glucose)

Laktik asit üretiminin ve pH'daki değişimlerinin belirlenmesi

Pediococcus suşlarının kültür ortamlarında pH değişimini belirlemek için, aktif kültürler skim milk, glukoz içeren skim milk ve MRS broth besiyerlerine % 1 oranında inoküle edilmiştir. 30 °C'de inkübasyona bırakılan kültürlerin 6. ve 24. saatteki pH'ları pH metre (WTW 3110, Almanya) ile ölçülmüş ve ΔpH değerleri başlangıç besiyeri pH'sı ile inkübasyon süresi sonunda ölçülen pH değeri arasındaki fark olarak kaydedilmiştir (Özkalp vd., 2007).

Pediococcus suşlarının asit üretim düzeyleri % 1 oranında inokülasyon yapılmış skim milk, % 0,5 glukoz içeren skim milk ve MRS broth besiyeri ortamlarında 30 °C'de 24 sa. inkübasyon sonrası titrasyon asitliği cinsinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bradley vd., 1992).

$$\% \text{ Laktik asit} = \frac{[\text{Harcanan NaOH miktarı (mL)} \times \text{NaOH' in normalitesi}] \times 9}{\text{Örnek miktarı}} \quad (1)$$

Proteolitik aktivite yeteneklerinin belirlenmesi

Suşların proteolitik aktivite yetenekleri, jelatin (30 g/L) içeren MRS agar ve Calcium caseinate agar (Fluka 21065, İsviçre) ortamlarında test edilmiştir (Landeta vd., 2013). Proteolitik aktivite denemeleri için *Pediococcus* suşları MRS broth besiyerinde 30 °C'de 18 sa inkübe edilmiş ve süre sonunda 10 µL kültür jelatin içeren MRS agar ve Calcium caseinate agar besiyeri ortamlarına inoküle edilmiştir. Besiyeri ortamları 30 °C'de 24 sa inkübasyona bırakılmış ve bu süre sonunda koloni etrafında opak zon oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir. Proteolitik aktivite denemelerinde *E. faecalis* NYE7 suşu (Inoglu ve Tuncer, 2013) pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

Lipolitik aktivite yeteneklerinin belirlenmesi

Suşların lipolitik aktivite yetenekleri Spirit Blue agar (BD Difco™ 295020, USA) ve Tween 80/Tween 20 içeren MRS agar ortamlarında belirlenmiştir (Landeta vd., 2013). Suşların % 1 oranında Tween 80 ve Tween 20 içeren MRS agar ortamlarında oluşturdukları zonlar incelenmiştir. Spirit Blue Agar, Tween 20 veya Tween 80 içeren

MRS agara, ayrı ayrı aktif kültürlerden 10 µL inoküle edilmiştir ve 30 °C'de 24 sa inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda suşların oluşturduğu zonlar incelenmiştir.

Nitrat redüktaz aktivitesinin belirlenmesi

Suşların nitrat redüktaz aktivitesi % 0.1 (w/v) KNO₃ içeren YT agar ortamlarında Miralles vd. (1996) tarafından önerilen yönteme göre belirlenmiştir. Inkübasyon süresi sonunda nitrat reaktifi A (Fluka 38497) ve B (Fluka 39441) eşit hacimde karıştırılmış ve kolonilerin üzeri bu karışım ile kaplanmıştır. Koloni etrafında kırmızı renk oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir. Denemelerde pozitif kontrol olarak nitrat redüktaz aktivitesine sahip olduğu bilinen *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028 ve *Escherichia coli* ATCC 25922 suşları kullanılmıştır.

Antibakteriyel madde üretim yeteneklerinin belirlenmesi ve proteolitik enzim denemesi

Suşların antibakteriyel aktivitesi van Belkum vd. (1989) tarafından önerilen nokta ekim yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Antibakteriyel aktivite testi için suşlar MRS broth ortamında 30 °C'de 18 sa kültüre edilmiştir. Aktif kültürlerden öze yardımıyla MRS agara sürme ekim yapılmış ve 30 °C'de 24 sa inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda oluşan koloniler steril kürdan yardımıyla alınmış ve MRS agar ortamına nokta ekim yapılmıştır. Petri kutuları 30 °C'de 24 sa inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon süresi sonunda kolonilerin yüzeyi 100 µL indikatör bakteri inoküle edilmiş yumuşak agar (% 0.5 agar, w/v) ile kaplanmıştır. Petri kutuları indikatör bakterilerin geliştiği uygun sıcaklıkta 18 saat inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda *Pediococcus* kolonileri etrafında oluşan inhibisyon zon çapları ölçülmüştür. Denemelerde Çizelge 1'de verilen indikatör bakteriler kullanılmıştır.

Proteolitik enzim denemesi için *Pediococcus* kolonileri steril kürdan yardımıyla MRS agar ortamına nokta ekim yapılmış ve koloni oluşumu için 30 °C'de 24 sa inkübasyona bırakılmıştır. Ertesi gün kolonilerin yaklaşık 1 cm uzağına 10 µL proteinaz K (30 µg/mL) damlatılmış ve petri kutuları 1 sa süre ile 37 °C'de inkübe edilmiştir. Süre sonunda 100 µL indikatör bakteri inoküle

edilmiş yumuşak agar ile petri yüzeyi kaplanmıştır. Petri kutuları indikatör bakterilerin geliştiği uygun sıcaklıkta 18 sa. inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda *Pediococcus* kolonileri etrafında oluşan inhibisyon zon yapıları incelenmiştir. İnhibisyon zonunun proteinaz K damlatılan tarafında meydana gelen aktivite kaybı, antibakteriyel maddenin protein doğasında olduğunun (bakteriyosin) göstergesi olarak kabul edilmiştir. Denemelerde enzim damlatılmamış petri ve Koral ve Tuncer (2014)'den temin edilen nisin Z üreticisi *L. lactis* subsp. *lactis* GYL32 suşu kontrol olarak kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ticari starter kültür kullanılmadan üretilen sucuk örneklerinden izole edilen *Pediococcus* suşlarının skim milk ortamında ilk 6 sa inkübasyon süresi sonunda Δ pH değerleri 0.09 ile 0.53 aralığında tespit edilmiştir. 24 sa inkübasyon süresi sonunda ise suşların Δ pH değeri 0.11 ile 1.36 aralığında ölçülmüştür. 24 sa inkübasyon süresi sonunda yapılan titrasyon ile *Pediococcus* suşlarının titrasyon asitliği % 0.144-0.360 değerleri aralığında hesaplanmıştır (Çizelge 2). *Pediococcus* suşlarının % 0.5 glukoz içeren skim milk ortamında Δ pH değerleri 6 sa inkübasyon süresi sonunda 0.15-0.37, 24 sa inkübasyon süresi sonunda ise 0.48-1.52 aralığında ölçülmüştür. *Pediococcus* suşlarının % 0.5 glukoz içeren skim milk ortamında 24 sa inkübasyon sonunda titrasyon asitliği ise % 0.197-0.495 aralığında bulunmuştur (Çizelge 2). MRS broth ortamlarında ise *Pediococcus* suşlarının 6 sa inkübasyon süresi sonunda Δ pH değerleri 0.34-1.14 aralığında, 24 sa inkübasyon süresi sonunda ise 1.71-2.49 aralığında olduğu ölçülmüştür. *Pediococcus* suşlarının MRS ortamlarında oluşturduğu titrasyon asitliğinin ise 24 sa inkübasyon süresi sonunda % 0.83-1.62 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Süt endüstrisinde starter kültür olarak kullanılan LAB skim milk ortamında 6 ve 24 sa inkübasyon süresi sonunda Δ pH değerleri 1'den küçük ise yavaş, 1-1,5 aralığında ise orta ve 1.5'ten büyük ise hızlı asit üreticisi olarak tanımlanmaktadır (Bradley vd., 1992; Özkalp vd., 2007; Kasap ve Tuncer, 2019). Bu değerlendirmeye göre skim milk ve glukoz içeren skim milk ortamında

Pediococcus suşlarının genel olarak yavaş asit ürettikleri tespit edilmiştir (Çizelge 2). Diğer taraftan MRS besiyerinde yapılan ölçümlere göre ise 24 sa sonunda *Pediococcus* suşlarının tamamı hızlı asit üreticisi olarak tanımlanmıştır (Çizelge 2). Garvie (1986), çoğu pediokok suşunun laktozu fermente edememesinin onların süt fermentasyonlarında kullanımını sınırlayan en önemli faktör olduğunu ifade etmiştir. Benzer olarak bu çalışma kapsamında da sucuk izolatu *Pediococcus* suşlarının genel olarak skim milk ortamında zayıf asit üreticisi oldukları belirlenmiştir. *Pediococcus* türleri arasında *P. acidilactici* ve *P. pentosaceus* suşları, bu nedenle süt endüstrisinden ziyade daha çok sebze ve sosis fermentasyonlarında starter kültür olarak kullanılmaktadır (Bhowmik ve Marth, 1990; Bhowmik vd., 1990). Sosis üretimlerinde *P. acidilactici* ve *P. pentosaceus* suşlarının tercih edilme nedenlerinden biri bu türlerin sosis hamurunda hızlı asit üretmeleridir. Çalışma kapsamında da kullanılan *P. acidilactici* ve *P. pentosaceus* suşlarının tamamının MRS broth ortamında 24 sa inkübasyon sonunda hızlı asit üreticisi suşlar olduklarının tespiti, bu suşların fermente et ürünleri üretiminde starter kültür kombinasyonlarında yer alabileceğini göstermektedir.

Proteolitik aktivite denemesi sonucu, çalışmada kullanılan *Pediococcus* suşlarının hiçbirinin proteolitik aktivite göstermediği belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer olarak Landeta vd. (2013), kurutulmuş İspanyol tipi sosislerden izole ettikleri *Lactobacillus* suşlarının jelatin ve Calcium caseinate agarda proteolitik aktivite yeteneği göstermediğini tespit etmişlerdir. Mejri ve Hassouna (2016) tarafından yapılan çalışmada ise, deve etinden üretilen sucuklardan izole ettikleri *Lb. plantarum* suşlarının % 4 jelatin ve % 10 skim milk içeren MRS agar ortamlarında proteolitik aktivite yetenekleri test edilmiştir. Jelatinin substrat olarak kullanıldığı petrielerde (30 °C'de 18 sa) hiçbir laktobasil suşunun jelatinaz aktivitesi göstermediği, ancak çoğu izolatu kazeini hidrolize ettiği (30 °C'de 72 sa) belirlenmiştir. Yaman vd. (1998), ticari üretimi yapılan sucuklardan izole ettikleri *Pediococcus* suşlarında spektrofotometrik yöntem kullanarak

proteolitik aktivite değerlerinin 0.13-0.21 mg tirozin/mL aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmaya benzer olarak Yüksekdağ ve Aslım (2010), Türk tipi fermente sucuklardan izole ettikleri *Pediococcus* suşlarının proteolitik aktivite değerlerinin 0.06-0.25 mg tirozin/mL aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. *Pediococcus* suşlarında proteolitik aktivitenin bu denli düşük bulunmasının ya da hiç bulunmamasının sebebi hücre dışı proteaz üretmemeleri olabilmektedir. Yapılan çalışmalar *Pediococcus* suşlarının hücre içi proteaz, dipeptidaz ve amino peptidaz enzimlerini ürettiklerini göstermiştir (Bhowmik ve Marth,

1990; Bhowmik vd., 1990). Özellikle peynir üretiminde otoliz olan *Pediococcus* suşlarının hücre içi peptidaz enzimleri açığa çıkarak peynir olgunlaşmasında etkili olmaktadır. Otoliz mekanizması sebze, et ve süt kaynaklı *P. acidilactici* ve *P. pentasaceus* suşlarında tanımlanmıştır. *Pediococcus* suşlarında peptidoglukan hidrolizinin yüksek tuz konsantrasyonunda ve farklı pH değerlerinde aktifleşmesi, bu suşların tuz içeriği yüksek fermente et ve sebze ürünlerinin üretiminde kullanım potansiyeline sahip olmalarını sağlamaktadır (Mora vd., 2003).

Çizelge 2. *Pediococcus* suşlarının skim milk (% 10), % 0.5 glukoz içeren skim milk ve MRS broth besiyerlerinde 6 saat ve 24 saat inkübasyon süresi sonunda pH değişimleri (Δ pH) ve 24 saat inkübasyon süresi sonunda titrasyon asitliği değerleri

Table 2. pH changes (Δ pH) of *Pediococcus* strains in skim milk (10 %), 0.5 % glucose containing skim milk and MRS broth medium at the end of the 6 and 24 hours incubation time and titration values at the end of the 24 hour incubation

| Suşlar Strains | Δ pH Δ pH | | | | | | Titrasyon asitliği (%) Titration acidity (%) | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------|---------------|-----------------|--------------|----------------|---|-----------------|-----------------|
| | SM* | | SM+G* | | MRS* | | SM | SM+G | MRS |
| | 6. sa 6. b | 24 sa 24. b | 6. sa 6. b | 24. sa 24. b | 6. s 6. b | 24. s 24. b | 24. sa 24. b | 24. sa 24. b | 24. sa 24. b |
| <i>P. acidilactici</i> OBS2 | 0.20 | 0.22 | 0.21 | 0.50 | 0.75 | 2.37 | 0.183 | 0.225 | 1.51 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS6 | 0.14 | 0.21 | 0.20 | 0.54 | 0.75 | 2.36 | 0.172 | 0.225 | 1.46 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS7 | 0.18 | 0.23 | 0.25 | 0.60 | 0.91 | 2.40 | 0.144 | 0.225 | 1.50 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS10 | 0.20 | 0.23 | 0.26 | 0.62 | 0.62 | 2.49 | 0.162 | 0.230 | 1.59 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS16 | 0.21 | 0.35 | 0.23 | 0.63 | 0.34 | 1.71 | 0.144 | 0.247 | 0.83 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS19 | 0.16 | 0.23 | 0.23 | 0.48 | 0.86 | 2.34 | 0.154 | 0.202 | 1.37 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS21 | 0.17 | 0.23 | 0.20 | 0.55 | 0.81 | 2.32 | 0.162 | 0.213 | 1.32 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS22 | 0.09 | 0.11 | 0.19 | 0.60 | 0.79 | 2.39 | 0.144 | 0.225 | 1.37 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS27 | 0.22 | 0.24 | 0.20 | 0.60 | 1.08 | 2.47 | 0.144 | 0.225 | 1.62 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS28 | 0.16 | 0.23 | 0.15 | 0.49 | 0.91 | 2.42 | 0.169 | 0.208 | 1.55 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS30 | 0.17 | 0.21 | 0.37 | 1.52 | 1.07 | 2.39 | 0.165 | 0.495 | 1.39 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS35 | 0.13 | 0.19 | 0.26 | 0.65 | 0.88 | 2.31 | 0.180 | 0.253 | 1.30 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS36 | 0.15 | 0.22 | 0.25 | 0.57 | 0.87 | 2.34 | 0.157 | 0.197 | 1.30 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS38 | 0.16 | 0.25 | 0.26 | 0.79 | 0.99 | 2.37 | 0.180 | 0.225 | 1.35 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS40 | 0.17 | 0.24 | 0.25 | 1.04 | 0.99 | 2.33 | 0.193 | 0.315 | 1.35 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS42 | 0.15 | 0.21 | 0.27 | 0.64 | 0.74 | 2.28 | 0.157 | 0.202 | 1.26 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS44 | 0.12 | 0.14 | 0.22 | 1.05 | 0.97 | 2.34 | 0.157 | 0.292 | 1.35 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS49 | 0.14 | 0.20 | 0.20 | 0.67 | 0.92 | 2.37 | 0.166 | 0.242 | 1.44 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS51 | 0.16 | 0.23 | 0.21 | 0.70 | 0.88 | 2.36 | 0.180 | 0.230 | 1.35 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS52 | 0.53 | 1.36 | 0.22 | 0.62 | 0.88 | 2.17 | 0.360 | 0.208 | 1.08 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS53 | 0.24 | 0.85 | 0.26 | 0.82 | 0.98 | 2.47 | 0.283 | 0.259 | 1.53 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS54 | 0.24 | 0.31 | 0.28 | 0.88 | 1.00 | 2.47 | 0.166 | 0.236 | 1.53 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS55 | 0.16 | 0.26 | 0.19 | 0.59 | 0.82 | 2.44 | 0.247 | 0.259 | 1.39 |

Pediococcus suşlarının bazı teknolojik özellikleri

| | | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| <i>P. pentosaceus</i> OBS56 | 0.20 | 0.40 | 0.23 | 0.67 | 1.02 | 2.49 | 0.210 | 0.253 | 1.53 |
| <i>P. pentosaceus</i> OBS57 | 0.20 | 0.75 | 0.23 | 0.66 | 1.00 | 2.47 | 0.256 | 0.253 | 1.53 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS58 | 0.20 | 0.25 | 0.24 | 0.75 | 1.05 | 2.46 | 0.225 | 0.242 | 1.53 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS59 | 0.19 | 0.25 | 0.26 | 0.76 | 1.02 | 2.45 | 0.200 | 0.253 | 1.48 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS60 | 0.20 | 0.18 | 0.28 | 0.71 | 1.03 | 2.46 | 0.238 | 0.247 | 1.48 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS61 | 0.17 | 0.22 | 0.25 | 1.17 | 1.09 | 2.44 | 0.225 | 0.231 | 1.48 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS62 | 0.18 | 0.30 | 0.24 | 0.71 | 1.14 | 2.44 | 0.200 | 0.247 | 1.44 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS63 | 0.13 | 0.19 | 0.19 | 0.75 | 0.85 | 2.39 | 0.180 | 0.264 | 1.44 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS64 | 0.18 | 0.25 | 0.22 | 0.59 | 1.06 | 2.44 | 0.225 | 0.225 | 1.44 |
| <i>P. acidilactici</i> OBS65 | 0.16 | 0.22 | 0.20 | 0.58 | 0.84 | 2.43 | 0.225 | 0.236 | 1.48 |

*SM: skim milk / *skim milk*, SM+G: % 0.5 glukoz içeren skim milk / *0.5% glucose containing skim milk*, MRS: de Man Rogosa and Sharpe broth / *de Man Rogosa and Sharpe broth*

Pediococcus suşlarının lipolitik aktivite yeteneklerinin belirlenmesi, Spirit Blue agar ve Tween 80/Tween 20 içeren MRS agar ortamlarında belirlenmiştir (Landeta vd., 2013). İki farklı besiyeri ortamı kullanılarak yapılan lipolitik aktivite denemeleri sonucu, *Pediococcus* suşlarının hiçbirinin her iki besiyerinde de lipolitik aktivite göstermediği belirlenmiştir. Benzer olarak Yaman vd. (1998), piyasada mevcut bulunan sucuklardan izole ettikleri *P. pentosaceus* ve *Lb. plantarum* suşlarının lipolitik aktivite yeteneği göstermediğini belirlemişlerdir. Diğer taraftan Jini vd. (2011), tatlı su balığı işleme atıklarından izole ettikleri *P. pentosaceus* suşlarının lipaz aktivitesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Landeta vd. (2013), kurutulmuş İspanyol tipi sosislerden izole ettikleri bazı *Enterococcus* suşları hariç *Lactobacillus* suşlarının Tween 20 ve Tween 80'i hidrolize etmediğini ancak Spirit Blue Agar ortamlarında *Lb. plantarum* ve *Lb. paracasei* suşlarının lipolitik aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir. Farklı bir araştırmada ise Tween 20, Tween 40, Tween 60 ve Tween 80 substrat olarak kullanıldığında fermente et ürünlerinden izole edilen *P. pentosaceus* ve *P. lolii* suşlarının lipolitik aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Tanasupawat vd., 2015). Zeng vd. (2016), ise, fermente tatlı su balığından izole edilen *P. pentosaceus* suşlarının lipolitik aktivite yeteneğinin olmadığını belirlemişlerdir. Dinçer ve Kıvanç (2018) ise yaptıkları çalışmada pastırmadan izole ettikleri 50 LAB'si arasından 25'inin lipolitik aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Pediococcus suşlarının nitrat redüktaz aktivitesinin test edildiği denemeler sonucu 21 *P. acidilactici* (OBS2, OBS7, OBS10, OBS16, OBS21, OBS27,

OBS28, OBS30, OBS35, OBS38, OBS42, OBS44, OBS51, OBS52, OBS53, OBS54, OBS57, OBS60, OBS61, OBS62, OBS63 ve OBS64) ve 1 *P. pentosaceus* (OBS57) suşunun nitrat redüktaz aktivitesine sahip olduğu, 4 *P. acidilactici* suşunun (OBS6, OBS19, OBS40 ve OBS49) ise zayıf nitrat redüktaz aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir. 7 *Pediococcus* suşunun ise nitrat redüktaz aktivitesi göstermediği tespit edilmiştir. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda da *Pediococcus* suşlarının nitrat redüktaz aktivitesine sahip oldukları belirlenmiştir (Hammes vd., 1990; Hugas ve Monfort, 1997). Fermente et ürünlerinde starter kültür olarak kullanılan bakteriler arasında en etkili nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalar stafilkoklar ve mikrokoklardır (Gøtterup vd., 2008). Stafilkoklar ve mikrokoklar kadar yüksek düzeyde olmasa da LAB de nitrat redüktaz aktivitesi gösterebilmektedir. Yapılan çalışmalarda LAB'nin stafilkokların ve mikrokokların nitrat redüktaz aktivitesini destekleyici bir aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Hammes ve Knauf, 1993; Aksu vd., 2005). Nitrat redüktaz aktivitesine sahip LAB'ni içeren starter formülasyonları ile yapılan sosislerin duyu kalitesinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Hammes vd., 1990; Hugas ve Monfort, 1997). Nitrat redüktaz aktivitesi fermente et ürünlerinde starter kültür olarak kullanılacak suşların seçilmesinde önemli bir kriterdir. Nitratın indirgenmesi üründe arzu edilen renk oluşumunu sağlarken aynı zamanda kötü lezzetin oluşumuna engel olarak ürünün kendine özgü lezzetinin geliştirilmesi ile de ilişkilidir (Garcia-Varona vd., 2000). Nitrat redüktaz aktivitesi fermente et ürünlerinde starter kültür

olarak kullanılacak *Pediococcus* suşlarının seçiminde birinci kriter olmasa da çalışma kapsamında kullanılan *Pediococcus* suşları arasında nitrat redüktaz aktivitesinin yaygın olması bu suşların fermente et ürünlerinde starter kültür olarak kullanılmalrı için bir avantajdır (Kasap ve Tuncer, 2019).

Pediococcus suşlarının antibakteriyel madde üretim yetenekleri nokta ekim yöntemi (van Belkum vd., 1989) kullanılarak 22 indikatör bakteriye karşı araştırılmıştır. *Pediococcus* suşlarının kullanılan Gram pozitif ve Gram negatif indikatör suşlara karşı oluşturduğu inhibisyon zonları Çizelge 3'de verilmiştir. İzolatların indikatör bakteriler arasında *Pediococcus*, *Lactococcus* ve *Enterococcus* cinslerine ait suşlar ile *Listeria* ve *Staphylococcus* cinslerine ait patojen suşlara karşı inhibisyon aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir. *Pediococcus* suşlarının Gram pozitif bakteriler yanında *S. Typhimurium* ATCC14028 ve *E. coli* LMG 3083 gibi Gram negatif bakterilere karşı da inhibisyon zonu vermesi dikkat çekici bir bulgu olarak değerlendirilmiştir. Ancak proteinaz K uygulaması sonucu *Pediococcus* suşları tarafından üretilen antibakteriyel maddelerin aktivite kaybına uğramaması, antibakteriyel maddelerin protein yapısında olmadığını kanıtı olarak değerlendirilmiştir. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalar protein doğaları nedeniyle bakteriyosinlerin proteolitik enzimler ile muamele edildiklerinde kısmen veya tamamen aktivite

kaybına uğradığını göstermiştir (De Vuyst ve Vandamme, 1994; Tuncer vd., 2014; Gök Charyyev vd., 2019). Bu nedenle *Pediococcus* suşlarının indikatör bakterileri inhibe etmesinde rol oynayan antibakteriyel maddeler bakteriyosin olarak tanımlanamamıştır. *Pediococcus* cinsi bakteriler diğer LAB gibi bakteriyosinlerin yanında patojen ve bozulma etmeni mikroorganizmaların gelişmesini engelleyen organik asitler, H₂O₂, diasetil gibi bileşikler de üretme yeteneğindedir (Herreros vd., 2005). Yüksekdağ ve Aslım (2010), Türk tipi sucuklardan izole ettikleri *Pediococcus* suşlarının çeşitli patojen bakterilere karşı H₂O₂ üretmek suretiyle inhibisyon aktivitesi gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bizim çalışmamızda elde edilen verilere benzer olarak pediokok suşlarının *L. monocytogenes* ATCC7644 suşuna karşı antibakteriyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışma kapsamında kullanılan *Pediococcus* suşları bakteriyosin üreticisi olarak tanımlanmamış olsalar da bu suşlar tarafından üretilen antibakteriyel maddelerin *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli*, *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* ve *B. cereus* gibi önemli gıda patojenlerini inhibe etmesi oldukça önemlidir. Antibakteriyel aktivite testlerinden elde edilen sonuçlar *Pediococcus* suşlarının fermente et ürünlerinin mikrobiyal güvenliğini arttırmak için starter kültür kombinasyonlarında yer alabileceklerini göstermiştir.

Çizelge 3. *Pediococcus* suşlarının indikatör bakterilere karşı inhibisyon zon çapları (mm)

Table 3. *Inhibitory zone diameters (mm) of Pediococcus strains against indicator bacteria*

| Suş no Strain no | İndikatör bakteriler* Indicator bacteria* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|
| | A | B | C | Ç | D | E | F | G | Ğ | H | I | İ | J | K | L | M | N | O | Ö | P | R | S |
| OBS2 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 13 | 8 | 12 | 20 | 12 | 8 | 10 | 16 | 8 | 2 | 4 | 18 | 6 | 18 | 16 | 13 | 8 |
| OBS6 | 2 | 4 | 6 | 4 | 4 | 13 | 9 | 12 | 18 | 10 | 10 | 12 | 16 | 6 | 4 | 4 | 14 | 8 | 17 | 14 | 12 | 6 |
| OBS7 | 2 | 4 | 8 | 4 | 4 | 10 | 10 | 16 | 18 | 14 | 10 | 10 | 18 | 6 | 6 | 4 | 16 | 6 | 18 | 15 | 13 | 6 |
| OBS10 | 2 | 4 | 4 | 4 | 6 | 13 | 7 | 15 | 20 | 12 | 10 | 12 | 18 | 8 | 4 | 4 | 16 | 8 | 17 | 12 | 11 | 10 |
| OBS16 | 2 | 2 | 1 | 6 | 2 | 11 | 6 | 9 | 10 | 4 | 6 | 2 | 16 | 4 | 10 | 4 | 10 | 8 | 7 | 6 | 5 | 10 |
| OBS19 | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 | 13 | 8 | 17 | 21 | 8 | 12 | 10 | 18 | 10 | 4 | 6 | 14 | 6 | 20 | 19 | 11 | 10 |
| OBS21 | 2 | 5 | 1 | 4 | 4 | 15 | 9 | 18 | 20 | 12 | 8 | 10 | 16 | 6 | 6 | 4 | 14 | 10 | 17 | 16 | 12 | 10 |
| OBS22 | 4 | 4 | 6 | 4 | 6 | 10 | 11 | 14 | 22 | 12 | 12 | 12 | 20 | 8 | 6 | 6 | 20 | 8 | 22 | 18 | 17 | 10 |
| OBS27 | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 | 9 | 9 | 14 | 19 | 14 | 12 | 12 | 20 | 8 | 6 | 6 | 12 | 6 | 20 | 18 | 11 | 6 |
| OBS28 | 2 | 8 | 4 | 4 | 6 | 10 | 11 | 13 | 20 | 10 | 12 | 14 | 18 | 10 | 6 | 6 | 18 | 6 | 19 | 17 | 11 | 8 |
| OBS30 | 3 | 6 | 6 | 4 | 6 | 9 | 10 | 13 | 18 | 18 | 10 | 10 | 14 | 14 | 4 | 6 | 14 | 8 | 18 | 22 | 11 | 6 |
| OBS35 | 2 | 4 | 4 | 6 | 6 | 10 | 9 | 15 | 18 | 18 | 8 | 10 | 18 | 6 | 4 | 3 | 14 | 6 | 20 | 20 | 11 | 6 |
| OBS36 | 2 | 4 | 6 | 3 | 4 | 12 | 11 | 14 | 19 | 12 | 8 | 8 | 22 | 6 | 6 | 6 | 10 | 6 | 21 | 17 | 12 | 10 |
| OBS38 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 9 | 10 | 15 | 13 | 16 | 10 | 12 | 20 | 8 | 6 | 4 | 16 | 6 | 18 | 16 | 10 | 10 |
| OBS40 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 17 | 8 | 15 | 20 | 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | 6 | 4 | 10 | 8 | 21 | 17 | 13 | 8 |
| OBS42 | 6 | 4 | 7 | 4 | 4 | 12 | 10 | 15 | 18 | 8 | 8 | 10 | 20 | 6 | 4 | 6 | 12 | 6 | 17 | 18 | 10 | 6 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| OBS44 | 6 | 4 | 8 | 4 | 4 | 14 | 13 | 11 | 20 | 10 | 10 | 11 | 20 | 8 | 8 | 6 | 10 | 8 | 21 | 20 | 13 | 6 |
| OBS49 | 8 | 4 | 8 | 6 | 6 | 14 | 6 | 11 | 18 | 10 | 6 | 16 | 18 | 8 | 6 | 4 | 12 | 10 | 17 | 16 | 13 | 8 |
| OBS51 | 4 | 6 | 6 | 4 | 6 | 11 | 10 | 14 | 16 | 12 | 8 | 10 | 16 | 7 | 6 | 8 | 10 | 8 | 19 | 16 | 12 | 6 |
| OBS52 | 8 | 5 | 8 | 4 | 8 | 15 | 10 | 13 | 22 | 10 | 8 | 10 | 18 | 8 | 8 | 6 | 14 | 6 | 15 | 15 | 11 | 6 |
| OBS53 | 2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 12 | 10 | 15 | 19 | 10 | 8 | 12 | 18 | 10 | 6 | 10 | 12 | 8 | 22 | 19 | 11 | 8 |
| OBS54 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 20 | 17 | 17 | 25 | 10 | 10 | 12 | 18 | 2 | 6 | 8 | 12 | 10 | 17 | 17 | 16 | 10 |
| OBS55 | 4 | 4 | 8 | 6 | 6 | 12 | 12 | 21 | 20 | 10 | 10 | 8 | 20 | 4 | 4 | 4 | 14 | 10 | 17 | 18 | 14 | 8 |
| OBS56 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 15 | 16 | 19 | 20 | 10 | 8 | 8 | 16 | 2 | 6 | 6 | 14 | 8 | 18 | 21 | 14 | 8 |
| OBS57 | 3 | 6 | 8 | 6 | 6 | 14 | 11 | 18 | 20 | 12 | 12 | 8 | 18 | 4 | 6 | 2 | 12 | 10 | 19 | 20 | 14 | 12 |
| OBS58 | 3 | 6 | 4 | 6 | 6 | 15 | 14 | 18 | 20 | 12 | 12 | 12 | 16 | 4 | 5 | 6 | 14 | 8 | 20 | 20 | 15 | 10 |
| OBS59 | 2 | 8 | 14 | 6 | 6 | 14 | 15 | 17 | 18 | 10 | 10 | 12 | 20 | 4 | 4 | 4 | 10 | 10 | 17 | 18 | 14 | 10 |
| OBS60 | 4 | 8 | 10 | 6 | 8 | 18 | 12 | 6 | 22 | 10 | 8 | 8 | 20 | 14 | 6 | 8 | 12 | 6 | 19 | 16 | 13 | 8 |
| OBS61 | 4 | 6 | 8 | 12 | 10 | 14 | 17 | 6 | 20 | 8 | 10 | 10 | 16 | 10 | 8 | 8 | 14 | 8 | 19 | 18 | 12 | 10 |
| OBS62 | 6 | 8 | 8 | 8 | 10 | 16 | 10 | 7 | 19 | 8 | 6 | 10 | 20 | 18 | 10 | 6 | 14 | 6 | 19 | 15 | 14 | 8 |
| OBS63 | 2 | 6 | 6 | 4 | 6 | 16 | 9 | 7 | 20 | 10 | 10 | 12 | 16 | 8 | 6 | 4 | 14 | 6 | 20 | 14 | 11 | 6 |
| OBS64 | 2 | 6 | 10 | 6 | 8 | 14 | 9 | 6 | 21 | 14 | 8 | 10 | 16 | 12 | 6 | 6 | 14 | 6 | 20 | 16 | 12 | 10 |
| OBS65 | 2 | 6 | 4 | 6 | 8 | 13 | 10 | 7 | 20 | 10 | 10 | 10 | 14 | 8 | 8 | 8 | 14 | 6 | 20 | 19 | 11 | 10 |

*A: *L. plantarum* LMG2003, B: *L. lactis* subsp. *lactis* 1, C: *L. lactis* subsp. *lactis* 731, Ç: *L. lactis* subsp. *lactis* T1, D: *L. lactis* subsp. *lactis* 105, E: *L. innocua* LMG2813, F: *L. monocytogenes* ATCC15813, G: *L. monocytogenes* ATCC19115, Ğ: *L. monocytogenes* ATCC7644, H: *S. aureus* ATCC25923, I: *S. aureus* LMG3022, İ: *S. carnosus* LMG2709, J: *S. aureus* ATCC29213, K: *E. faecalis* ATCC29212, L: *E. faecalis* LMG2708, M: *E. faecalis* LMG2602, N: *B. cereus* ATCC10876, O: *B. cereus* LMG2732, Ö: *S. Enteridis* ATCC13076, P: *S. Typhimurium* ATCC14028, R: *E. coli* LMG3083 (ETEC), S: *P. pentosaceus* LMG2001.

SONUÇ

Bu çalışmada sucuktan izole edilmiş *P. acidilactici* ve *P. pentosaceus* suşlarının fermente et ürünleri üretiminde starter kültür olarak kullanım potansiyelleri araştırılmıştır. *Pediococcus* suşlarının MRS broth ortamında hızlı asit ürettikleri, bir çoğunun nitrat redüktaz aktivitesine sahip olduğu ve Gram pozitif ve Gram negatif gıda patojenlerini inhibe ettiği belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgular söz konusu suşların fermente et ürünleri üretiminde starter kültür kombinasyonlarında kullanım potansiyeli olduğunu göstermiştir. İleride yapılacak çalışmalar ile hızlı asit üreticisi, nitrat redüktaz aktivitesine sahip ve antibakteriyel madde üreten *Pediococcus* suşlarının sucuk üretiminde starter kültür olarak kullanımının test edilmesi gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarların, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKILARI

BÖT, çalışma konusunu belirlemiş ve deneysel çalışma düzeneğini planlamıştır. BA ve BÖT deneysel çalışmaları gerçekleştirmiştir. BA makalenin taslağını oluşturmuş, BÖT danışman olarak makalenin nihai halini yazmıştır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 4202-YL1-14 nolu proje ile maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Adgüzel, G., Atasever, M. (2009). Phenotypic and genotypic characterization of lactic acid bacteria isolated from Turkish dry fermented sausage. *Rom Biotechnol Lett*, 14(1), 4130-4138.

Aksu, M.İ., Kaya, M., Ockerman, H.W. (2005). Effect of modified atmosphere packaging, storage period and storage temperature on the residual nitrate of sliced-pastırma, dry meat product produced from fresh meat and frozen/thawed meat. *Food Chem*, 93, 237-242.

Aymerich, T., Martín, B., Garriga, M., Hugas, M. (2003). Microbial quality and direct PCR identification of lactic acid bacteria and nonpathogenic Staphylococci from artisanal low-acid sausages. *Appl Environ Microbiol*, 69 (8), 4583-4594.

Bhowmik, T., Marth, E.H. (1990). Role of *Micrococcus* and *Pediococcus* species in cheese ripening: a Review. *J Dairy Sci*, 73, 859-866.

Bhowmik, T., Riesterer, R., van Boekel, M.A.J.S., Marth, E.H. (1990). Characteristics of low-fat

- Cheddar cheese made with added *Micrococcus* or *Pediococcus* species. *Milchwissenschaft*, 45, 230-235.
- Bozkurt, H. (2006). Investigation of the effect of sumac extract and BHT addition on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *J Sci Food Agri*, 89, 849-856.
- Bradley, R.L., Arnold, E., Barbano, D.M., Semerad, R. G., Smith, D.E., Vines, B.K. (1992). Chemical and physical methods. In: *Standard Methods for the Examination of Dairy Product*, (Marshall, R.T. eds), American Public Health Association, Washington, DC, pp. 433-531.
- Buckenhuskes, H.J. (1993). Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities. *FEMS Microbiol Rev*, 12 (1-3), 253-272.
- Casquete R., Benito, M.J., Martín, A., Ruizmoyano, S., Hernández, A. (2011). Effect of autochthonous starter cultures in the production of "salchichon", a traditional Iberian dry-fermented sausage, with different ripening processes LWT - *Food Sci Technol*, 44 (7), 1562-1571.
- Çon, A.H., Doğu, M., Gökalp, H.Y. (2002). Afyon'da büyük kapasiteli et işletmelerinde üretilen sucuk örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin periyodik olarak belirlenmesi. *Türk J Vet Animal Sci*, 26, 11-16.
- Çon, A.H., Gökalp, H.Y. (2000). Production of bacteriocin-like metabolites by lactic cultures isolated from sucuk samples. *Meat Sci*, 55, 89-96.
- De Vuyst, L., Vandamme, E.J. (1994). Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria. Microbiology, Genetics and Applications. Chapman and Hall, New York. p539.
- Dinçer, E., Kıvanç M. (2018). Lipolytic activity of lactic acid bacteria isolated from Turkish pastırma. *Anadolu Univ J of Sci and Technology C- Life Sci and Biotech*, 7 (1), 12-19 DOI: 10.18036/aubtdc.
- Fadda, S., Sanz, Y., Vignolo, G., Aristoy, M., Oliver, G., Toldra, F. (1999). Hydrolysis of pork muscle sarcoplasmic proteins by *Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus sakei*. *Appl Environ Microbiol*, 65, 578-584.
- Fontana, C., Bassi, D., López, C., Pisacane, V., Otero, M.C., Puglisi, E., Vignolo, G. (2016). Microbial ecology involved in the ripening of naturally fermented lamla meat sausages. A focus on lactobacilli diversity. *Int J Food Microbiol*, 236, 17-25.
- Garcia-Varona, M., Santos, E.M., Jaime, I., Rovira, J. (2000). Characterisation of *Micrococcaceae* isolated from different varieties of chorizo. *Int J Food Microbiol*, 54, 189-95.
- Garvie, E.I. (1986). Genus *Pediococcus* Claussen 1903. Sneath, P. H. A., Mair N. S., Sharpe M. E., Holt J. G. (Ed), *Bergey's Manual of Systemic Bacteriology* Sneath, (1075-1079), The Williams & Wilkins Company, Baltimore, USA.
- Gök Charyyev, M., Özden Tuncer, B., Akpınar Kankaya, D., Tuncer, Y. (2019). Bacteriocinogenic properties and safety evaluation of *Enterococcus faecium* YT52 isolated from boza, a traditional cereal based fermented beverage. *J Consum Prot Food Saf*, 14 (1), 41-53
- Götterup, J., Olsen, K., Knöchel, S., Tjener, K., Stahnke, L.H., Møller, J.K.S. (2008). Colour formation in fermented sausages By meat-associated staphylococci with different nitrite and nitrate reductase activities. *Meat Sci*, 78, 492-501.
- Hammes, W.P., Bantleon, A., Min, S. (1990). Lactic acid bacteria in meat fermentation. *FEMS Microbiol Rev*, 87, 165-174.
- Hammes, W.P., Knauf, H.J. (1993). Starters in the processing of meat products. *Meat Sci*, 36, 155-168.
- Herrerros, M.A., Sandoval, H., Gonzalez, L., Csatro, J.M., Fresno, J.M., Tornadijo, M.E. (2005). Antimicrobial activity and antibiotic resistance of lactic acid bacteria isolated from Armada cheese (A Spanish Goats' Milk Cheese). *Food Microbiol*, 22, 455-459.
- Huang, H.Y., Huang, S.Y., Chen, P.Y., King, V.A.E., Lin, Y.P., Tsen, J.H. (2007). Basic characteristics of *Sporolactobacillus inulinus* BCRC 14647 for potential probiotic properties. *Curr Microbiol*, 54, 396-404.

- Hugas, M., Monfort, J.M. (1997). Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chem*, 59, 547-554.
- Inoğlu, Z.N., Tuncer, Y. (2013). Safety assessment of *Enterococcus faecium* and *Enterococcus faecalis* strains isolated from Turkish Tulum Cheese. *J Food Safety*, 33 (3), 369-377.
- Jini, W.R., Swapna, H.C., Amit Kumar, Rai, Vrinda, R., Halami, P.M., Sachindra N.M., Bhaskar N. (2011). Isolation and characterization of potential lactic acid bacteria from freshwater fish processing wastes for application in fermentative utilisation of fish processing. *Braz J Microbiol*, 42, 1516-1525.
- Kasap, M., Tuncer, Y. (2019). Fermente sucuktan izole edilen mundtisin KS üreticisi *Enterococcus mundtii* YB6.30 suşunun teknolojik özellikleri ve güvenlik değerlendirmesi. *Gıda*, 44 (5), 866-880.
- Klaenhammer, T. (1988). Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Biochimie*, 70, 337-349.
- Koral, G., Tuncer, Y. (2014). Nisin Z-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* GYL32 isolated from Boza. *J Food Process Preserv*, 38, 1044-1053.
- Kundakçı, A., Kayacier, A., Ergönül, B. (2007). Effect of starter culture and packaging on the chemical, microbiological and sensory quality of Turkish soudjouck (Sucuk). *Int J Food Prop*, 10, 537-547.
- Landeta, G., Curiel, J.A., Carrascosa, A.V., Munoz, R., de las Rivas, B. (2013). Technological and safety properties of lactic acid bacteria isolated from spanish dry-cured sausages. *Meat Sci*, 95, 272-280.
- Laranjo, M., Potes, M.E., Elias, M. (2019). Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Front Microbiol*, 10, 853.
- Lücke, F.K. (2000). Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Sci*, 56(2), 105-115.
- Mejri, L., Hassouna, M. (2016). Characterization and selection of *Lactobacillus plantarum* species isolated from dry fermented sausage reformulated with camel meat and hump fat. *Appl Biol Chem*, 59(4), 533-542.
- Miralles, M.C., Flores, J., Perez-Martinez, G. (1996). Biochemical tests for the selection of *Staphylococcus* strains as potential meat starter cultures. *Food Microbiol*, 13, 227-236.
- Mora, D., Musacchio, F., Fortina, M.G., Senini, L., Manachini, P.L. (2003). Autolytic activity and pediocin-induced lysis in *Pediococcus acidilactici* and *Pediococcus pentosaceus* strains. *J Appl Microbiol*, 94, 561-570.
- Nychas, G.J.E., Arkoudelos, J.S. (1990). Staphylococci: their role in fermented sausages. *J Appl Bacteriol Symposium Supplement*, 167-188.
- Özkalp, B., Özden, B., Tuncer, Y., Şanlıbaba, P., Akçelik, M. (2007). Technological characterization of wild-type *Lactococcus lactis* strains isolated from raw milk and traditional fermented milk products in Turkey. *Dairy Sci Technol*, 87 (6), 521-534.
- Öztan, A. (2011). Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, 526, Ankara.
- Öztürk, İ., Sağdıç, O. (2014). Biodiversity of yeast mycobiota in “Sucuk,” a traditional Turkish fermented dry sausage: phenotypic and genotypic identification, functional and technological properties. *J Food Sci*, 11, 2315- 2322.
- Tanasupawat, S., Phoottosavako, M., Keeratipibul, S. (2015). Characterization and lipolytic activity of lactic acid bacteria isolated from Thai fermented meat. *J Appl Pharm Sci*, 5 (3), 6-12.
- Toldra, F., Sanz, Y., Lores, M. (2001). Meat fermentation technology. Hui YH (Ed) Meat science applications, 704p, New York.
- Tuncer, M., Özden Tuncer, B., Tuncer, Y. (2014). Çiğ süttten izole edilen enterosin B üreticisi *Enterococcus faecalis* MYE58 suşunun güvenlik değerlendirmesi. *Gıda*, 39 (5), 275-282.
- van Belkum, M. J., Hayema, B. J., Geis, A., Kok, J., Venema, G. (1989). Cloning of two bacteriocin genes from a lactococcal bacteriocin plasmid. *Appl Environ Microbiol*, 55(5), 1187-1191.
- Yaman, A., Gökalp, H.Y., Çon, A.H. (1998). Some characteristics of lactic acid bacteria present

in commercial sucuk samples. *Meat Sci*, 4, 387-397.

Yüceer, Ö., Özden Tuncer, B. (2015). Determination of antibiotic resistance and biogenic amine production of lactic acid bacteria isolated from fermented Turkish sausage (Sucuk). *J Food Safety*, 35, 276-285.

Yüksekdağ, Z.N., Aslim, B. (2010). Assessment of potential probiotic a starter properties of

Pediococcus spp. isolated from Turkish-Type fermented sausages (sucuk). *J Microbiol Biotechnol*, 20(1), 161-168.

Zeng, X., Zhang, W., Zhu, Q. (2016). Effect of starter cultures on the quality of suan yu, a Chinese traditional fermented freshwater fish. *Int J Food Sci Technol*, 51, 1774-1786.