RESEARCH ARTICLE

Fermente sucuk üretiminde kullanılan mikroorganizma kombinasyonlarının aroma gelişimi üzerindeki etkisinin araştırılması

Yağmur Nil Demirel*, Zeki Gürler

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 03200, Afyonkarahisar, Türkiye

Geliş: 28.09.2016, Kabul: 18.11.2016

*yagmurnildemirel@hotmail.com

Investigation of the microorganism combinations on aroma in fermented sucuk

Eurasian J Vet Sci, 2017, 33, 1, 34-39

DOI: 10.15312/EurasianJvetSci.2016.133

Öz

Amaç: Çalışmada geleneksel yöntemle üretimi yapılan sucuk hamurlarının doğal floralarından elde edilen mikroorganizma kombinasyonlarının aroma gelişimi üzerinde etkisi araştırıldı.

Gereç ve Yöntem: Sucuk hamurundan izole ve tanımlanmış *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus* ve *Staphylococcus xylosus* suş karışımları üç farklı şekilde sucuk üretimine katılmıştır. Üretim üç tekrarlı gerçekleştirilmiştir. Her bir sucuk grubundan üçer örnek gönderilerek GC-MS cihazı ile kalitatif uçucu bileşen analizi yapılmıştır.

Bulgular: Uçucu aroma bileşenlerinin kovats indeksleri, alfa-konma zamanları ve ortalama pik alanları hesaplanmıştır. Toplam 15 farklı olmak üzere kontrol grubunda 11, *L. plantarum*, *L. sake*, *S. xylosus* içeren grupta 12, *L. plantarum*, *L. curvatus*, *S. xylosus* içeren grupta 11, *L. curvatus*, *L. sake*, *S. xylosus* içeren grupta 11 uçucu aromatik bileşen tespit edilmiştir. Sucuk gruplarında en fazla bulunan uçucu bileşenlerin gama-terpen, o-simen, alfa karene, delta-3-karene, dialil disülfid, kumin aldehit olduğu belirlenmiştir. Uçucu aroma bileşenleri içerisinde sadece kontrol sucuk grubunda bulunup, diğer sucuk gruplarından bulunmayan uçucu bileşen tespit edilememiş olup kontrol örneğinde tespit edilemeyip diğer sucuk gruplarında bulunan bileşenler alfa-fellandren, kampen, 2-metil propanoik asit, 2-metilfuran olduğu tespit edilmiştir.

Öneri: Sucuk hamurlarının doğal florasından elde edilen Türkiye'ye özgü mikroorganizmalar starter kültür olarak kullanılabilir. Bu mikroorganizmaların izolasyonu ve identifikasyonu yapılarak bunların aroma oluşumu üzerindeki etkileri araştırılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Sucuk, laktik asit bakterileri, uçucu aroma bileşenleri, gaz kromatografi-kütle spektrofotometri.

Abstract

Aim: In this study, it was investigated that microorganism combinations which are obtained from natural flora of sucuk dough producing traditional method, effect on aroma.

Materials and Methods: *L. plantarum*, *L. sake*, *L. curvatus*, *S. xylosus* were isolated and identified from sucuk dough and mixed three different ways. Sucuk production was made by using these microorganism combinations in three times. Qualitative volatile compound analysis was made by GC-MS instrumental method on three samples of each sucuk group.

Results: It was calculated Kovats retention index, retention time, average peak area of volatile aroma compounds. The control group has 11 volatile aroma compounds. The second group which has *L. plantarum*, *L. sake*, *S. xylosus* has 12, the third group which has *L. plantarum*, *L. curvatus*, *S. xylosus* has 11, the fourth group which has *L. curvatus*, *L. sake*, *S. xylosus* has 11 volatile aroma compounds. Total 15 volatile aroma compounds were detected. The most abundant volatile aroma compounds are gamma terpene, o-cymene, delta-3-carene, diallyl disulfide, cumin aldehyde in sucuk groups. There haven't been detected any volatile compounds which are presence in control group and not presence in other sucuk groups. There have been detected alpha phellandrene, camphene, 2-methylpropanoic acid, 2-methylfuran in sucuk groups but not presence in control group.

Conclusions: Turkey specific microorganisms which are obtained from natural flora of sucuk dough should be used as starter culture. Then, it is investigated effective on development of sucuk aroma.

Keywords: Sucuk, lactic acid bacteria, volatile aroma compounds, gas chromatography-mass spectrophotometry.

Giriş

Sığır eti önemli bir protein kaynağı olması ve domuz eti tüketmeyen toplumlarda tüketiciler tarafından daha fazla tercih edilmesi nedeniyle ticari olarak yüksek öneme sahiptir. Sığır eti aroması oldukça kompleks olduğu için et aromasını oluşturan bileşenler diğer et türlerine göre daha çok araştırılmaktadır. Bu kompleks yapıyı oluşturan bileşenler, aktif lezzet bileşenleri, lezzet arttırıcılar ve aroma bileşenleri olmak üzere üç ana başlık altında incelenmektedir. Aktif lezzet bileşenlerinden glukoz, fruktoz, riboz ve glisin; alanin, serin, lizin, prolin, hidroksiprolin gibi L-amino asit formları ürüne tatlılık vermektedir. Aspartik asit, glutamik asit, histidin, asparajin amino asit formları suksinik, inosinik, ortofosforik asit ile birlikte ürünlere ekşi tat vermektedir. Tuzlu tat veren bileşenler inorganik tuzlar, glutamat ve aspartamin sodyum tuzlarından ileri gelirken acılık "hipoksantin, ansorin, karnosin ve histidin, arjinin, lizin, metiyonin" gibi L amino asit formlarından kaynaklanmaktadır. Lezzet arttırıcılar, aroma gelişimine aktif lezzet bileşenlerine göre daha fazla katkıda bulunmaktadır. Monosodyum glutamat, 5' inosin monofosfat, 5' guanosin monofosfat, glutamik asit bileşenleri bunlara örnek olarak verilebilir (Kuninaka 1981). Aroma bileşenleri ise pişirme sırasında açığa çıkan uçucu olmayan bileşikler olup lipid oksidasyonu/degradasyonu, proteinlerin, peptitlerin, amino asitlerin, şekerlerin, ribonükleik asitlerin termal degradasyonu ve tiaminin termal degradasyonu sonucu açığa çıktıkları bildirilmektedir (Hornstein ve Crowe 1960, Kramlich ve Pearson 1960, Macey ve ark 1964, Wasserman ve Gray, 1965).

Etin aroması etin pişirilmesiyle oluşmaktadır. Çiğ et kan tadında ve aromasızdır. Günümüzde et aromasının kimyası ve pişirme sırasında aroma oluşumunu sağlayan kimyasal reaksiyonlar ilgi çekici konular arasında yer almaktadır. Et aromasının prekürsörleri iki kategoride incelenmektedir. Bunlar suda çözünebilen bileşenler (amino asit, karbonhidrat, nükleotid, tiamin, vs) ve lipidlerdir. Pişirme sırasında Maillard reaksiyonu ile amino asitler ve şekerler arasında oluşan reaksiyon ve lipidlerin termal degradasyonuna bağlı olarak aroma bileşenleri oluşmaktadır. Isıl işlemle oluşan bu bileşenlerin karakteristik kokuları 1950-1960'lı yıllarda araştırılmıştır (Hornstein ve Crowe 1960, Kramlich ve Pearson 1960, Macey ve ark 1964, Wasserman ve Gray 1965). Araştırmalar sonucunda (Hornstein ve Crowe 1960, Kramlich ve Pearson 1960, Macey ve ark 1964, Wasserman ve Gray 1965) et aromasının düşük moleküler ağırlıklı bileşenlerden ileri geldiği sonucuna varılmıştır. Temel aromatik prekürsörler serbest halde bulunan karbonhidratlar, amino asitler, nükleotidler ve diğer azotlu bileşiklerdir (MacLeod ve Seyyedain-Ardebili 1981, Mottram 1991).

Fermente et ürünlerinde bulunan mikroorganizmaların faaliyetleri sonucu ürüne özgü karakteristik özellikler oluşmaktadır. Bu duruma verilecek en iyi örnek fermente su-

cuktur (Gökalp 1995). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'nin dördüncü maddesinde fermente sucuk, büyük ve küçükbaş hayvan etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler (insan tüketimine uygun baharatlar, aromatik bitkiler veya bunların özütleri) ile karıştırıldıktan sonra yapay veya doğal kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak nem oranı %40 ve altına düşürülmüş, kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan, ısıl işlem uygulanmamış fermente et ürünü olarak tanımlanmıştır (Anonim 2015).

Uçucu bileşenlerin tek başına fermente sucuklarda tat ve koku (aroma) gelişmesinde etkili olmadığı (Stahnke 1995a, 1995b, Ordóñez ve ark 1999); yüksek oranda uçucu bileşenler (alkoller, ketonlar, aldehitler, esterler, terpenler, alifatik hidrokarbonlar, aromatik hidrokarbonlar ve furanlar) ve uygun miktarlarda da uçucu olmayan bileşenlerin (aminoasitler, peptidler, karbonhidratlar, nükleotidler) bulunması tipik tat ve koku gelişimde etkili olduğu belirtilmektedir (Ordóñez ve ark 1999). Bu bileşenler hammaddelerden (et, baharatlar gibi) gelebildiği gibi mikrobiyel ve endojen enzimlerin aktivitesiyle oluşan glikoliz, lipoliz ve proteoliz yoluyla da oluşabilmektedirler (Leistner 1985, Lücke 1986, Bolmar ve ark 2006, Zeuthen 2007). Bu metabolik reaksiyonlar ise endojen enzim aktivitesi ve mikrobiyel enzim aktivitesine ek olarak uygulanan teknolojik işleme bağlı olarak şekillenen kimyasal reaksiyonlardan da etkilenmektedir (Montel ve ark 1998). Aroma gelişiminde etkisi büyük olan terpenlerin, baharat kaynaklı olduğu bilinmektedir (Kaban ve Kaya 2009). Yapılan çalışmada (Kaban ve Kaya 2009) terpenlerin olgunlaşma periyodu boyunca artış gösterdiği bildirilmektedir. Olgunlaşma periyodu boyunca o-simen yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Bu bileşenin kimyondan köken aldığı bildirilmektedir (Iacobellis ve ark 2005).

Gama terpen, kimyon, kırmızıbiber ve diğer bileşenlerden köken alan ve oldukça yüksek miktarlarda bulunan bir bileşiktir. β -mirsen, α -fellandren, karen ve α -terpen starter kültürü sucuklarda olgunlaşmanın son günlerinde oldukça yoğun olarak tespit edilmiştir (Kaban ve Kaya 2009). Esterler, her zaman fermente sucuklarda bulunmayabilir (Berger ve ark 1990). Laktik asit bakterilerinden ve nitrit katkısından dolayı ester yapılarının değişebildiği bildirilmiştir (Stahnke 1995a). Sucuğa katılan önemli baharatlardan biri olan kimyonda kumin aldehitler bulunmaktadır. Kimyondan köken

Tablo 1. Sucuk üretiminde kullanılan mikroorganizma kombinasyonları.

Grup No	Starter Kültür Kombinasyonu
Kontrol	Sucuk Hamuru + Starter Kültürsüz
Deneme I	Sucuk Hamuru + <i>L. plantarum</i> , <i>L. sake</i> , <i>S. xylosus</i>
Deneme II	Sucuk Hamuru + <i>L. plantarum</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>S. xylosus</i>
Deneme III	Sucuk Hamuru + <i>L. curvatus</i> , <i>L. sake</i> , <i>S. xylosus</i>

alan bir diğer önemli bileşik ise 2-metil 3-fenilpropanal olup, bu bileşiğin hem starter kültürlü hem de starter kültürsüz üretimi yapılmış sucuklarda varlığı rapor edilmiştir (Kaban ve Kaya 2009).

Bu bilgiler ışığında, sucuk hamurlarının doğal florasından elde edilen *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus* ve *Staphylococcus xylosus* kültür kombinasyonları ile sucuk üretimi yapılarak mikroorganizmaların aroma üzerindeki etkinliği araştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Araştırmada geleneksel yöntemle sucuk üretimi yapan firmalardan farklı zamanlarda toplanan sucuk hamurundan izole ve identifiye edilen *L. plantarum*, *L. sake*, *L. curvatus* ve *S. xylosus* suş karışımları starter kültür olarak kullanılmıştır. Suşlar üç farklı şekilde üretime katılmıştır; kontrol, deneme I (DI), deneme II (DII) ve deneme III (DIII) sucuk grupları için 10 kg sucuk üretimi üç tekrarlı gerçekleştirilmiştir. Üretimi yapılan sucuk örnekleri Tablo 1’de gösterilmektedir. Çalışmada, biri kontrol grubu olmak üzere dört farklı grupta sucuk üretimi yapılmıştır. Starter kültür kullanılmadan hazırlanan sucuk, kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

Starter kültür kullanılan gruplara *L. plantarum*, *L. sake* ve *L. curvatus* 107 kob/g; *S. xylosus* ise 106 kob/g düzeyinde inoküle edilmiştir. Üretime katılan starter kültürlerin aktivite kontrolü, sucuk hamurlarına inokülasyonlarından sonra bir seri dilüsyonları laktik asit bakterileri için De Man Ragosa Sharpe Agara, *Staphylococcus xylosus* için Mannitol Salt Agara ekimleri yapılarak belirlenmiştir. Sucuk üretimi ise Gökalp ve ark’nın (2004) belirttiği formülasyon ve yöntem esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 800 g sığır eti ve 200 g sığır eti yağı olmak üzere 1 kg’lık sucuk hamurları hazırlanmıştır. En iyi aroma ve yapıya sahip sucuk üretimi için ise Kaban ve Kaya’nın (2007) uyguladığı olgunlaştırma şartları esas alınarak yapılmıştır.

Olgunlaşmasını tamamlamış sucukların kalitatif uçucu bileşen analizleri, Tübitak Marmara Araştırma Merkezi’nde yapılmıştır. Gaz kromatografi sistemi (Thermo, Trace GC ultra, Milan/Italy) ve kütle spektrometre dedektör (MS, Mass Selective, Thermo, Trace DSQ, USA) kullanılmıştır. Analiz cihaz kullanım talimatları doğrultusunda, 3 g homojenize edilmiş sucuk örneği katı faz mikroekstraksiyon enjektörü (SPME=Solid Phase Microextraction, 75 µm Carboxen/PDMS) ile 10 ml’lik headspace tüplerine aktarılmış ve tüpler 40°C’de 30 dk süre ile bekletilmiştir. Bekleme sırasında açığa çıkan uçucu bileşikler SPME enjektöründen HP Innnowax (30m-0.25mm-0.25µm) kolonuna enjekte edilmiştir.

Kolon 60°C de 1 dk bekletildikten sonra ısının dakikada 3°C artışla 250°C’ye çıkmasını takiben 250°C de 5 dk bekletilmiştir. Analizde taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyum gazı

dakikada 1 mL akış hızında kolondan geçirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 200°C’de tutulmuştur. Mass selective dedektörünün kütle aralığı 40-450 atomik kütle birimi (m/z) aralığında, MS iyonizasyon tepkime sıcaklığı ise 200°C’de tutulmuştur. Analiz sırasında açığa çıkan pikler, aroma bileşenlerinin ortalama pik alanlarının yüzdesi (%) hesaplanarak Wiley, Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST=National Institute of Standards and Technology) kütüphanesi taranarak tanımlanmıştır.

Bulgular

Uçucu aroma bileşenlerinin kovats indeksleri, alıkonma zamanları, ortalama pik alanları Tablo 2’de gösterilmektedir. Deneme sucuk gruplarında aldehitler, alkoller, asitler, aromatik, kükrütlü bileşikler, terpenler, alifatik hidrokarbonlar, furanlar olmak üzere son üründe toplam 15 farklı uçucu aroma bileşeni belirlenmiştir. Fermentasyon ve olgunlaşmasını tamamlamış sucuk örneklerinde gama terpen, alfa pinen, delta-3-karen, o-simen, alfa-fellandren, kampen, metileugenol, kumik alkol, dialil disülfid, N-etil-1,3-ditiyoisindolin, 2-metil-3-fenil- propanal, kumin aldehit, 2-metil propanoik asit, 2-metilfuran uçucu bileşiklerinin olduğu saptanmıştır.

Sucuk gruplarında en fazla bulunan uçucu bileşenlerin gama-terpen, o-simen, alfa karen, delta-3-karen, dialil disülfid, kumin aldehit olduğu belirlenmiştir. Uçucu aroma bileşenleri içerisinde sadece kontrol sucuk grubunda bulunup, diğer sucuk gruplarından bulunmayan uçucu bileşen tespit edilememiş ve kontrol örneğinde tespit edilemeyip diğer sucuk gruplarında bulunan bileşenler olarak alfa-fellandren, kampen, 2-metil propanoik asit, 2-metilfuran tespit edilmiştir.

Kontrol ve deneme sucuk grupları içerisinde, terpenlerden en fazla tespit edilen, o-simen’dir. O-simen, kontrol ve deneme sucuk grupları içerisinde en fazla yüzdeye sahip olduğu grup DI, en az yüzdeye sahip olduğu grup ise DII’dir. Gama terpenin, en yüksek yüzdesi DIII, en az yüzdesi kontrol grubunda belirlenmiştir. Alfa pinen en az kontrol, en fazla DI grubunda saptanmıştır. Delta-3-karen, en fazla kontrol grubunda, en az DIII grubunda belirlenmiştir. Terpenlerden deneme sucuk gruplarında bulunup, kontrol grubunda bulunmayan alfa-fellandren’dir. En az yüzdede olduğu grup DI, en fazla ise DII’dedir.

Aldehitlerden, 2-metil-3-fenil propanal ve kumin aldehit açığa çıkan uçucu bileşenlerdir. Kumin aldehit, en fazla ortalama pik alanına sahip ve en yüksek yüzde kontrol grubunda en düşük yüzde ise DII’dedir. 2-metil-3-fenil propanal, DII’nin aroma bileşenleri içinden en yüksek, kontrol grubunda da en düşük yüzdeye sahip olduğu belirlenmiştir.

Sucuk örneklerinde asitlerden, sadece DIII grubunda, 2-metil propanoik asit açığa çıktığı belirlenmiştir. Kontrol ve deneme gruplarında alkoller grubundan kumik alkol, DI sucuk

Tablo 2. Kontrol ve deneme sucuk gruplarında belirlenen uçucu aroma bileşenleri.

Uçucu Bileşen	Kovats İndeks ^a	RT	K	DI	DII	DIII
Terpenler						
O-simen	1031	8.19	33.7	36.95	28.95	31.15
Gama-terpen	1038	9.27	22.5	30.85	27.15	33.9
Alfa-pinen	975	6.80	3.75	5.6	4.6	4.2
Delta-3-karen	1000	7.43	7.6	0.9	0.85	0.7
Alfa-fellandren	1010	7.44	-	0.1	0.8	0.785
Kampen	1285	18.41	-	-	0.47	-
Beta siklositral	1210	15.17	0.71	-	-	-
Aldehitler						
Kumin aldehit	1261	17.36	21.69	11.345	8.305	9.14
2-metil-3-fenil propanal	1273	17.88	0.28	5.41	9.66	6
Asitler						
2-metil propanoik asit	528	1.53	-	-	-	6.33
Alkoller						
Kumik alkol	1313	19.62	0.54	3.65	3.3	2.3
Aromatik Bileşikler						
Metileugenol	1419	24.08	0.88	1.05	0.785	0.82
Kükürtlü bileşikler						
N-etil-1,3-ditiyoisindol	932	1.56	3.55	2.05	-	3.7
Dialil disülfid	1091	10.31	2.55	1.55	1.2	-
Furanlar						
2-metilfuran	1304	19.21	-	0.50	-	-

a: Kovats indeks HP INNOWAX kolonu kullanılarak hesaplanmıştır; RT: Retention Time, Alıkonma Zamanı; Sonuçlar pik alanlarının ortalama yüzdesidir.

grubunda en yüksek yüzdeye sahipken kontrol grubunda en düşük yüzdeye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Aromatik bileşikler, en yüksek yüzde alana DI, en düşük ise DII sucuk grubunda saptanmıştır. Kükürtlü bileşenler içerisinde N-etil-1,3-dithioisindol, dialil disülfid bileşenleri tespit edilmiştir. N-etil-1,3-dithioisindol, kükürtlü bileşikler içinde en fazla yüzdeye sahip bileşen olup, sadece DII sucuk grubunda belirlenmiştir. En fazla yüzdeye DIII, en az yüzdeye DI sucuk grubunda rastlanmıştır. Dialil disülfid için de en fazla yüzde kontrol, en az yüzde DII sucuk grubunda tespit edilmiştir. 2-metil furan ise sadece DI grubunda belirlenmiştir.

Tartışma

Bu çalışmada toplam 15 farklı olmak üzere kontrol grubunda 11, *L. plantarum*, *L. sake*, *S. xylosus* içeren grupta 12, *L. plantarum*, *L. curvatus*, *S. xylosus* içeren grupta 11, *L. curvatus*, *L. sake*, *S. xylosus* içeren grupta 11 uçucu aromatik bileşen tespit edilmiştir (Tablo 2).

Terpenler, sucuk formülasyonuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu bileşenler, hayvanların yedikleri yemden kaynaklanacağı gibi kullanılan baharat karışımı ile de ilişkilidir (Verplaetse 1994, Ansorena ve ark 2001). Ansorena ve ark (2001) fermente sosislerde bulunan α -fellandren, delta-3-karen ve gama terpenin biberden köken aldığını belirtmişlerdir. Yine Edwards ve ark (1999) İspanyol tipi kuru fermente sosislerde yaptıkları çalışmada açığa çıkan terpenlerin baharattan ileri geldiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, Öztürk'ün (2013) çalışmasında olduğu gibi kontrol ve deneme gruplarında baharatlardan kaynaklanan uçucu aroma bileşenlerin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada belirlenen kumin aldehitin, kimyon kaynaklı olduğu söylenebilir. Öztürk (2013) yaptığı çalışmada kumin aldehiti bu çalışmada olduğu gibi diğer uçucu bileşenler içinde yüksek ortalama alana sahip olduğunu bildirmektedir. Bu çalışmada olgunlaşma periyodunun kısa olmasının, oksidasyon sonucu açığa çıkan uçucu bileşen miktarının az olmasına neden olmuş olabileceği düşünülmüştür. Bazı araştırmacılar

(Demeyer ve ark 2000) fermentasyon koşullarında, bakteriyel lipaz enzimlerinin aktivite gösteremediğini belirtse de, kültür kombinasyonları içerisinde *L. plantarum*, *L. curvatus* ve *S. xylosus* içeren DII grubu en çok aldehit yüzdesine sahip grup olarak belirlenmiştir.

DIII'te bulunan *L. sake*, *L. curvatus*, *S. xylosus* starter kültür kombinasyonunun 2-metil propanoik asit gelişimine katkı sağladığı söylenebilir. Anar (2015) 2-metil propanoik asitin fermente sucuk aroması üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir.

Fermente ürünlerde alkollerin, yağ oksidasyonu, karbonhidrat ve amino asit katabolizması ile oluştuğu ve aroma oluşumunda önemli bir yeri olduğu bildirilmektedir (Mateo ve Zumalacarregui 1996, Purrinos ve ark 2011). Kontrol ve deneme gruplarında alkollerden, kumik alkol tespit edilmiştir. DI grubunda bulunan *L. plantarum*, *L. sake*, *S. xylosus*'un kumik alkol oluşumunda diğerlerinden daha etkili olduğu söylenebilir.

Eugenolün, üretimde kullanılan baharatlardan açığa çıktığı, yenibahardan kaynaklandığı belirtilmektedir (Kaefer ve Milner 2008). Bu çalışmada eugenol uçucu bileşeni için tespit edilen ortalama pik alanı Kaban'nın (2007) yaptığı çalışmada eugenol için belirledikleri ortalama pik alanı ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada tespit edilen tüm uçucu bileşenler içerisinde sadece DIII grubunda tespit edilen aromatik bileşiklerin en düşük yüzdeye sahip olduğu görülmüştür.

Sarımsak kullanımına bağlı ürünlerde kükürtlü bileşiklerin oluştuğunu belirten çalışmalar (Mateo ve Zumalacarregui 1996, Schmidt ve Berger 1998, Edwards ve ark 1999, Meynier ve ark 1999) vardır. Purrinos ve ark (2011) yaptıkları çalışmada kükürtlü bileşiklerin metiyonin, sistin ve sistein gibi kükürtlü amino asit katabolizması sonucu ortaya çıkabileceğini de belirtmektedir. Metiyonin, sistin ve sistein gibi kükürtlü amino asitlerin enzimatik olmayan parçalanması sonucu düşük oranda da olsa açığa çıkan kükürtlü bileşiklerin aroma gelişmesi üzerinde oldukça etkili olduğu söylenmektedir (Anar 2015). Bu çalışmada N-etil-1,3-dithioisindol, kükürtlü bileşikler içinde en fazla yüzdeye sahip bileşen olup sadece DII grubunda tespit edilememiştir. DIII grubuna katılan *L. sake*, *L. curvatus* ve *S. xylosus* starter kültür kombinasyonunun DII'nin içerdiği *L. plantarum*, *L. curvatus*, *S. xylosus*'a göre amino asit katabolizmasında, daha iyi rol oynadığı söylenebilir. Öztürk (2013) yaptığı çalışmada N-etil-1,3-dithioisindolin ve dialil disülfid uçucu bileşenlerini laktik asit bakteri içeren sucuk gruplarında belirlemiştir. Araştırmacının elde ettiği yüzde oranları, bu çalışmada elde edilen yüzde oranlarından daha düşüktür. Bu durumun kullanılan sarımsak oranıyla ilgisi olabileceği düşünülmüştür.

Furanların, uygulanan ısı işlemiyle ilişkili olabilmesinin ya-

nında kurutulmuş, kürlenmiş et ürünlerinde bulunabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Flores ve ark 1997, Ruiz ve ark 1999, Muriel ve ark 2004). Purrinos ve ark (2011) çiğ materyalde furan tespiti yapılmadığını belirtmektedir. Ancak aynı araştırmacı üretimin çeşitli aşamalarında furan bileşiklerinin açığa çıktığını saptamıştır. Bu çalışmada DI grubunda bulunan *L. plantarum*, *L. sake*, *S. xylosus* kombinasyonunun furan oluşumu üzerinde etkili olduğu düşünülmüştür.

Öneriler

Son zamanlarda tüketiciler katkı maddesi içermeyen ürünler tercih etmektedir. Bu sebeple sucukların içerdiği katkı maddelerinin kullanılmasına gerek kalmadan, bu maddelerin sağladığı özellikleri oluşturacak, aynı zamanda probiyotik özellikleri olabilecek kültürlerin izolasyonu yapılmalıdır. Bunun için ticari mikroorganizmalara göre ortama daha iyi adapte olabilen, geleneksel ürünlerin ve çevrenin mikroflorasından yararlanılmalıdır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre kullanılan mikroorganizma kombinasyonlarının belirli aromatik bileşen oluşumu üzerinde etkin olduğu düşünülmektedir. Ancak, bu kombinasyonlar daha sadeleştirilerek hangi mikroorganizmanın hangi aromatik bileşen üzerinde daha etkili olduğu söylenebilir. Yapılmakta olan ve yapılacak daha fazla çalışmalarla bu konuda araştırmacılara yol gösterecek yeni bilgilerin açığa çıkarılması gerekmektedir.

Teşekkür

Çalışma "Fermente Türk Sucuklarından İzole Edilen *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus* ve *Staphylococcus xylosus* Suşlarının Starter Kültür Olarak Kullanılmasının Araştırılması" başlıklı doktora tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır. 14.Sağ.Bil.04 proje numaralı çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Projeleri Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından desteklendi. Çalışmanın GC analizleri Tübitak Marmara Araştırma Enstitüsü'nde yapıldı.

Kaynaklar

- Anar S, 2015. Et ve et ürünleri teknolojisi, Üçüncü Baskı, Dora Yayınları, Bursa, Türkiye, pp; 239-301.
- Anonim 2015. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Mevzuat, Türk Gıda Kodeksi, Et ve Et Ürünleri Tebliği. <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.16821&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=et%20%C3%BCr%C3%BCnleri>. Erişim tarihi: 01.03.2015.
- Ansorena D, Gimeno O, Astiasaran I, Bello J, 2001. Analysis of volatile compounds by GC-MS of a dry fermented sausage: Chorizo de Pamplona. Food Res Int, 34, 67-75.
- Berger RG, Macku C, Bruce GJ, Shibamoto T, 1990. Isolation and identification of dry salami volatiles. J Food Sci, 55, 1239-1242.
- Bolumar T, Sanz Y, Flores M, Aristoy MC, Toldra F, Flores J,

2006. Sensory improvement of dry-fermented sausages by the addition of cell-free extracts from *Deboryomyces hansenii* and *Lactobacillus sakei*. *Meat Sci*, 72, 457-466.
- Demeyer D, Raemaekers M, Rizzo A, Holck A, De Smedt A, Ten Brink B, 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 Res Int*, 33, 171-180.
- Edwards RA, Ordóñez JA, Dainty RH, Hierro EM, de la Hoz L, 1999. Characterization of the headspace volatile compounds of selected Spanish dry fermented sausages. *Food Chem*, 64, 461-465.
- Flores J, Marcus JR, Nieto P, Navarro J, Llorenzo P, 1997. Effect of processing conditions on proteolysis and taste of dry-cured sausages. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 204, 168-172.
- Gökalp HY, 1995. Fermente Et Ürünleri-Sucuk Üretim Teknolojisi. *Standart Ekonomik ve Teknik Derg*, 34, 48-55.
- Gökalp HY, Kaya M, Zorba O, 2004. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi, Yayın No:786, Ziraat Fak. Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi: 70, Atatürk Univ Ziraat Fak Ofset Tesisi, Erzurum, Türkiye, pp; 203-238.
- Hornstein I, Crowe PF, 1960. Flavour studies on beef and pork. *J Agric Food Chem*, 8, 494-498.
- Iacobellis NS, Cantore P, Capasso F, Senatore F, 2005. Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. essential oils. *J Agric Food Chem*, 53, 57-61.
- Kaban G, 2007. Geleneksel olarak üretilen sucuklardan laktik asit bakterileri ile katalaz pozitif kokların izolasyonu-identifikasyonu, üretimde kullanılabilme imkânları ve uçucu bileşikler üzerine etkileri. (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Kaban G, Kaya M, 2007. *Staphylococcus xylosus* ve *Lactobacillus plantarum* suşlarının sucuğun duyuşal özellikleri ve renk değerleri üzerine etkileri. *Atatürk Üniv Zir Fak Derg*, 38, 83-89.
- Kaban G, Kaya M, 2009. The effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosus* on the quality characteristics of dry fermented sausage-Sucuk. *J Food Sci*, 74, 58-63.
- Kaefer CM, Milner JA, 2008. The role of herbs and spices in cancer prevention. *J Nutri Biochem*, 19, 347-361.
- Kramlich WE, Pearson AM, 1960. Separation and identification of cooked beef flavor components. *J Food Sci*, 25, 712-719.
- Kuninaka A, 1981. Taste and flavour enhancers. In: *Flavor Research: Recent Advances*, Ed; Teranishi R, Flath RA, Marcel Dekker Inc, New York, USA, pp; 305-353.
- Leistner L, 1985. Allgemeines über Rohwurst und Rohschinken. *Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken, Mikrobiologie Und Qualität Von Rohwurst Und Rohschinken*, Bundesanstalt Für Fleischforschung, Kulmbach, Germany, pp; 1-29.
- Lucke FK, 1986. Microbiological processes in the manufacture of dry sausage and raw ham. *Fleischwirtschaft*, 66 (10): 1505-1509.
- Macey RL Jr, Naumann ND, Bailey ME, 1964. Water-soluble flavour and odour precursors of meat. *J Food Sci*, 29, 136-148.
- MacLeod G, Seyyedain-Ardebili M, 1981. Natural and simulated meat flavours (with particular reference to beef). *CRC Crit Rev Food Sci Nutr*, 14, 309-437.
- Mateo J, Zumalacárregui J, 1996. Volatile compounds in chorizo and their changes during ripening. *Meat Sci*, 44, 255-273.
- Meynier A, Novelli E, Chizzolini R, Zanardi E, Gandemer G, 1999. Volatile compounds of commercial Milano salami. *Meat Sci*, 51, 175-183.
- Montel MC, Mason F, Talon R, 1998. Bacterial role in flavour development. *Meat Sci*, 49, 111-123.
- Mottram DS, 1991. Meat. In: *Volatile Compounds in Foods and Beverages*. Ed; Maarse H, Marcel Dekker Inc, New York, USA, pp: 107-177.
- Muriel E, Antequera T, Petron MJ, Andres AI, Ruiz J, 2004. Volatile compounds in Iberian dry-cured loin. *Meat Sci*, 68, 391-400.
- Ordóñez JA, Hierro EM, Bruna JM, Hoz L, 1999. Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *CRC Cr Rev Food Sci*, 39, 329-367.
- Öztürk İ, 2013. Geleneksel fermente sucuklardan izole edilen mayaların tanımlanması, teknolojik ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi ve sucuk üretimine uygun izolatların seçilmesi. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Purrinos L, Bermudez R, Franco D, Carballo J, Lorenzo JM, 2011. Development of volatile compounds during the manufacture of dry-cured "lacon," a Spanish traditional meat product. *J Food Sci*, 76, 89-97.
- Ruiz J, Ventanas J, Cava R, Andrés AI, Garcia C, 1999. Volatile compounds of dry-cured Iberian ham as affected by the length of the curing process. *Meat Sci*, 52, 19-27.
- Schmidt S, Berger RG, 1998. Aroma compounds in fermented sausages of different origins. *LWT-Food Sci Technol*, 31, 559-567.
- Stahnke LH, 1995a. Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosus* at different temperatures and with different ingredient levels—part I. chemical and bacteriological data. *Meat Sci*, 41, 179-191.
- Stahnke LH, 1995b. Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosus* at different temperatures and with different ingredient levels—part II volatile components. *Meat Sci*, 41, 193-209.
- Verplaetse A, 1994. Influence of raw meat properties and processing technology on aroma quality of raw fermented meat products. In *Proc 40th Int Congr Meat Science Technol*, The Hague, Netherlands, pp; 45.
- Wasserman AE, Gray N, 1965. Meat flavour. I. Fractionation of water-soluble flavour precursors of beef. *J Food Sci*, 30, 801-807.