

Sucuk Üretiminde Farklı Nitrit Dozlarının ve Starter Kültür Kullanımının *Escherichia coli* O157:H7'nin Gelişimi Üzerine Etkisi

Fatih ÖZ, Mükerrerem KAYA, M. İrfan AKSU
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 23.03.2001

Özet: Araştırmada sucuk üretiminde farklı nitrit dozlarının (100, 150 ve 200 ppm NaNO₂) ve starter kültür (*Lactobacillus plantarum* + *Staphylococcus carnosus*) kullanımının, *Escherichia coli* O157:H7'nin gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla kurulan iki denemede de sucuk hamurları *E. coli* O157:H7 ile kontamine edilmiştir (10⁶ /g). Olgunlaşma-depolama süresince belirli periyotlarda sucuk örneklerinin *E. coli* O157:H7 sayısı kantitatif bir yöntem kullanılarak saptanmıştır. Ayrıca sucuk örneklerinde laktik asit bakterisi, *Enterobacteriaceae* sayımları ile nem, pH, nitrit ve tuz analizleri de yapılmıştır. Denemelerde sucuk hamurunda inokülasyondan dolayı 10⁶ kob/g seviyesinde bulunan *E. coli* O157:H7 sayısı, olgunlaşma-depolama süresince azalmıştır. 3. günde başlangıç inokülasyon düzeyine göre yaklaşık 0.5, 7. günde 1, 14. günde yaklaşık 2.5, 21. günde ise yaklaşık 4 logaritmik birimlik azalma tespit edilmiştir. Starter kültür kullanımı ile nitrit seviyesinin sayı üzerinde önemli etkilerinin olmadığı gözlenmiştir. Sucukların pH değeri ise olgunlaşmanın ilk günlerinde hızlı bir düşüş göstermiştir. pH düşüşü üzerinde starter kültür kullanımının önemli bir etkisi saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Sucuk, *Escherichia coli* O157:H7, Nitrit, Starter Kültür

The Effect of Different Nitrite Doses and Starter Culture on the Growth of *Escherichia coli* O157:H7 in Sucuk (Turkish Style Dry Sausage) Processing

Abstract: The effects of different nitrite doses (100, 150 and 200 ppm NaNO₂) and starter culture (*Lactobacillus plantarum* + *Staphylococcus carnosus*) on *Escherichia coli* O157:H7 were investigated in this study. Sucuk batter was inoculated with *Escherichia coli* O157:H7 (10⁶ /g). The count of *Escherichia coli* O157:H7 in sucuk samples was determined periodically during ripening/storage by a quantitative method. Lactic acid bacteria (LAB), *Enterobacteriaceae* counts, pH, nitrite and salt content were also recorded. The number of *E. coli* O157:H7, which was 10⁶ kob/g in sucuk batter, decreased during the ripening/storage period at a rate of 0.5 log cycles on the 3rd day, 1 log cycle on the 7th day, approximately 2.5 log cycles on the 14th day, and 4 log cycles on the 21st day. The effects of starter and nitrite on *E. coli* O157:H7 count were insignificant. The pH values of sucuk samples decreased dramatically during the first days. The effect of starter culture on the decrease in pH was significant.

Key Words: Sucuk, *Escherichia coli* O157:H7, Nitrite, Starter Culture

Giriş

Escherichia coli O157:H7'nin önemli bir gıda kaynaklı patojen bakteri olarak tanımlanması ilk kez 1982 yılında Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da aynı zincire bağlı fast food restoranlarında yeterince pişirilmemiş hamburgerlerin yenmesi sonucu ortaya çıkan iki ishal salgını sonunda gerçekleşmiştir (1-3). Daha sonra görülen salgınlarda ve sporadik vakalarda sığır kıyması başta olmak üzere beefburger, roastbeef, sandviç, çiğ süt, yoğurt, çiğ süttten üretilen peynir, mayonez, elma suyu gibi gıda maddelerinin taşıyıcı oldukları belirlenmiştir (4-8).

E. coli O157:H7'nin esas bulaşma kaynağının sığırlar olduğu pek çok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (9-12).

Ayrıca son yıllarda fermente sosisler özellikle de sığır eti kullanılarak üretilenler, enfeksiyon kaynağı olarak görülmektedir (12).

Peperoni, Summer Sausage, Lebanon Bologna, Cervelatwurst, Salami ve Minisalami gibi fermente kuru ve yarı kuru fermente et ürünleri üzerinde *E. coli* O157:H7'nin davranışı ve kontrolü üzerine pek çok araştırma yapılmıştır (13-18). Türk sucuğunda *E. coli* O157:H7'nin gelişimi üzerine yapılan araştırma sayısı ise oldukça sınırlıdır (19,20). Kaya ve ark., (19) Türk sucuğu üzerinde yaptıkları araştırmalarda, kontaminasyon düzeyinin önemli bir faktör olduğunu, olgunlaşma-depolama süresi ilerledikçe organizma sayısının azaldığını, ancak *E. coli* O157:H7'yi bu ürünlerde tamamen elemine

etmenin mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca kullandıkları starter kültürün *E. coli* O157:H7'nin inhibisyonunda önemli bir etkide bulunmadığını da bildirmişlerdir. Coşansu ve Ayhan (20) ise *E. coli* O157:H7 sayısının, fermentasyon ve kurutma periyotları boyunca 3 logaritmik birimlik azalma gösterdiğini, bu organizmanın vakum uygulanarak ambalajlanmış örneklerde vakum uygulanmamış örneklerle nazaran daha uzun süre canlılığını sürdürdüğünü tespit etmişlerdir.

Farklı nitrit dozlarının bu gıda kaynaklı patojenin gelişimi üzerine etkisi henüz araştırılmamıştır. Bu nedenle bu araştırma, farklı nitrit dozlarının (100, 150 ve 200 ppm) ve starter kültür kullanımının sucuk üretimi sırasında *E. coli* O157:H7'nin gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür. Sucukların üretim ve depolama süresince *E. coli* O157:H7, laktik asit bakterisi, *Enterobacteriaceae* sayılarını tespit ederek, bu bakteri ve bakteri gruplarının sucuktaki davranışlarının belirlenmesi ve sucukların pH değerleri ile nitrit, tuz, nem miktarlarının saptanarak elde edilen verilerin *E. coli* O157:H7 ve diğer bakteri sayılarına etkilerinin de belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada kullanılan sığır eti, sığır et yağı ve kuyruk yağı EBK Erzurum Et Kombinasyonundan temin edilmiştir. Et ve yağ seçiminde, materyalin sucuk üretimine uygunluğu esas alınmıştır. Sucuk hamuruna katılan tuz, sarımsak ve baharatlar Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Sucuk hamurunun doldurulmasında Naturin firmasının suni bağırsakları (çap 38 mm, kollagen materyal, Naturin Darm) kullanılmıştır.

Araştırmada, starter kültür olarak *Lactobacillus plantarum* ve *Staphylococcus carnosus* suşlarını içeren ticari starter kültür preparatı (Bactoferm™ T-D-66, CHR HANSEN, Rudolf Müller, Pohlheim/ Almanya) kullanılmıştır. Sucuk hamurlarının *E. coli* O157:H7 ile kontaminasyonunda ATCC 35150 suşu (VT 1 ve VT 2 pozitif) kullanılmıştır. *E. coli* O157:H7 suşu Tryptic Soy Broth'a aşılabilir ve 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun sonunda sıvı besiyerinin 1 ml'indeki bakteri sayısı türbidometrik olarak belirlenmiştir.

Metot

Araştırmada farklı nitrit dozları (100, 150 ve 200 ppm NaNO₂), starter kültür (*Lactobacillus plantarum* + *Staphylococcus carnosus*) kullanımı ve olgunlaşma-depolama süresi (0, 3, 7, 14 ve 21 gün) faktör olarak seçilmiş, denemeler Şansa Bağlı Tam Bloklar Deneme Planına göre iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür (21). Ayrıca her iki denemede de kontrol grubu (*E. coli* O157:H7 inoküle edilmemiş) hazırlanmıştır.

Sucuk Üretimi

Sucuk hamurunun hazırlanmasında %80 yağsız sığır eti, %10 sığır et yağı ve %10 kuyruk yağı kullanılmıştır. Formülasyonda yer alan baharat ve katkı maddelerinin seçiminde Gökalp (22)'in belirttiği reçete esas alınmış ancak, tuz oranı %2,5, şeker oranı ise %0,4 olarak değiştirilmiştir (23). Her iki denemede de kontrol grubu sucuklar hazırlanmıştır. Kontrol grubu sucuk hamurlarına 150 ppm NaNO₂ ilave edilmiş, starter kültür ve *E. coli* O157:H7 ilave edilmemiştir. Deneme grubu sucukların üretiminde ise nitrit seviyesi (100, 150, 200 ppm) ve starter kültür kullanımı esas alınarak 6 farklı sucuk hamuru hazırlanmıştır. Bu sucuk hamurlarının tümü *E. coli* O157:H7 ile kontamine edilmiştir. 1. grup (100 ppm NaNO₂), 3. grup (150 ppm NaNO₂) ve 5. grup (200 ppm NaNO₂) sucuk hamurlarına starter kültür ilave edilmemiştir. 2. grup (100 ppm NaNO₂), 4. grup (150 ppm NaNO₂) ve 6. grup (200 ppm NaNO₂) sucuk hamurlarına ise üretici firmanın verdiği bilgiler doğrultusunda starter kültür (*Lactobacillus plantarum* + *Staphylococcus carnosus*) ilave edilmiştir.

Temin edilen parça etler kuşbaşı halinde doğranarak, baharat, sarımsak, tuz, NaNO₂ ve starter kültür (kontrol grubu ile 1., 3. ve 5. grup sucuk hamurları hariç) de ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Et ve katkı maddeleri karışımı 0-4°C'lik soğuk depoda 12 saat bekletilerek ilave edilen maddelerin ete daha iyi nüfuz etmesi sağlanmıştır. Sonra karışım 3 mm delik çaplı aynaya sahip kıyma makinasından geçirilip kıyma haline getirilirken donmuş yağ da et ile beraber çekilerek karışıma ilave edilmiştir. Daha sonra homojen bir karışım elde etmek için yoğurma yapılmıştır. Sucuk hamurlarının (kontrol grubu sucuk hamurları hariç) *E. coli* O157:H7 ile kontaminasyonu (10⁶ kob/g) ise yoğurma işlemi sırasında gerçekleştirilmiştir. Yoğurma işleminden sonra doluma hazır hale getirilen sucuk hamurları suni bağırsaklara doldurulmuştur. Suni

bağırsaklar kullanılmadan önce ılık su içerisinde ısıtılmıştır. Dolumu müteakiben sucuklar, sucuk arabalarına asıldıktan sonra klima odasının önünde 4 saat süreyle bekletilerek dengeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Dengeleme işleminden sonra sucuklar sıcaklığı otomatik olarak ayarlanabilen klima odasında, ilk üç gün (0.-3. gün) 22°C'de %90 nisbi rutubette (hava ceyyanı 0,5 m/s), 4. ve 7. günde 20°C'de %85 nisbi rutubette (0,5 m/s) ve 8.-14. günde ise 18°C'de %80 nisbi rutubette (0,5 m/s) olgunlaştırılmıştır. 14. günden sonra sucukları depolamak amacıyla klima odasının sıcaklığı 16°C'ye , nisbi rutubeti %75'e (hava ceyyanı 0,1-0,2 m/s) ayarlanmıştır.

Analizler

E. coli O157:H7 sayımı için Sorbitol MacConkey Agar (SMAC) (Merck) kullanılmıştır. SMAC Agar plaklarına 0,1'er ml aktararak yayma yöntemine göre ekimler yapılmıştır. Ekimi yapılan petri plakları ters çevrilerek 37°C'de aerobik olarak 1 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda sorbitol (-) koloniler sayılarak *E. coli* O157:H7 sayısı belirlenmiş ve doğrulama amacıyla 5-10 koloniye indol ve latex aglütinasyon (*E. coli* O157 Test, Oxoid) testleri uygulanmıştır (24). Laktik asit bakteri sayımı için MRS-Agar (de Man Rogosa Sharpe Agar, pH 5,7) (Merck) kullanılmıştır. Petri plaklarına yüzeye yayma yöntemine göre ekim yapılmış, 30°C'de 2 günlük anaerob inkübasyon uygulanmıştır. İnkübasyon sonunda katalaz testi uygulanarak katalaz (-) koloni sayısı dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir (25). *Enterobacteriaceae* sayımı için VRBD-Agar (Violet Red Bile Dextrose Agar) (Merck) plaklarına 0,1'er ml yayma yöntemine göre ekim yapılmış ve 30°C'de 2 gün anaerobik şartlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda çapı 1 mm'nin üzerinde olan koloniler sayılarak *Enterobacteriaceae* sayısı belirlenmiştir (25).

Olgunlaşma-depolamanın belirli günlerinde örneklerde nem (26), pH (22), kalıntı nitrit ve tuz (23,27) analizleri de yapılmıştır.

Araştırma verileri paket program (Minitab) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (28).

Bulgular ve Tartışma

Kontrol grubu sucuklarda (*E. coli* O157:H7 inoküle edilmemiş) kantitatif yöntemle *E. coli* O157:H7 sayımı

yapılmış ve olgunlaşma-depolama süresince sayının tüm örneklerde saptanabilir sınırın altında (<100/g) olduğu tespit edilmiştir.

Deneme I ve II'de, deneme grubu sucuklarda olgunlaşma-depolama süresince belirlenen *E. coli* O157:H7 sayıları Tablo 1'de verilmiştir. Bu verilere ait varyans analiz sonuçları olgunlaşma-depolama süresinin *E. coli* O157:H7 sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Kaya ve ark., (19) da sucuk üzerinde yaptıkları çalışmada olgunlaşma-depolama süresinin *E. coli* O157:H7 sayısı üzerinde önemli etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Yine sucuk ile ilgili olarak

Tablo 1. Deneme Grubu Sucukların *E. coli* O157:H7 Sayıları (Log kob/g).

Nitrit Seviyesi	Starter Kültür	Olgunlaşma-Depolama	Deneme	
			I	II
100 ppm	Kültürsüz	0	6,69	5,78
		3	6,23	6,32
		7	4,95	4,92
		14	4,18	4,80
		21	2,18	3,56
		0	6,72	6,18
	Kültürlü	3	6,30	6,38
		7	5,38	5,04
		14	3,89	4,42
		21	2,00	3,30
		0	6,72	6,30
		3	6,00	6,36
150 ppm	Kültürsüz	7	5,93	5,95
		14	3,86	5,04
		21	2,85	3,08
		0	6,94	6,70
		3	6,00	6,23
		7	5,96	5,82
	Kültürlü	14	3,38	4,30
		21	2,70	3,28
		0	6,82	6,56
		3	5,00	6,60
		7	5,85	5,54
		14	3,00	4,82
200 ppm	Kültürsüz	21	2,00	2,70
		0	6,71	6,59
		3	5,78	6,20
		7	5,78	5,73
		14	3,30	4,66
		21	2,00	3,40

Coşansu ve Ayhan (20) tarafından yapılan çalışmada da *E. coli* O157:H7'nin redüksiyonunda olgunlaşma süresinin önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Kofoth ve ark., (18,24), Stiebing ve ark., (29) tarafından fermente kuru, yarı-kuru soslerde yürütülen çalışmalarda da olgunlaşma-depolama süresinin *E. coli* O157:H7 sayısı üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu saptanmıştır.

Araştırmada faktör olarak seçilen nitrit seviyesinin *E. coli* O157:H7 sayısı üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Bu sonuç 100, 150 ve 200 ppm nitrit seviyelerinin *E. coli* O157:H7'nin redüksiyonu açısından farklılığa neden olmadığını göstermektedir. Sucuk gibi fermente et ürünlerinde, olgunlaşma başlangıcında Gram (-) bakterilerin, özellikle *Salmonella* cinsi bakterilerin inhibisyonunda nitritin antimikrobiyal etkisi büyük öneme sahiptir (30,31). Bu çalışmada 100 ppm nitrit kullanılarak üretilen sucuklarda dahi *E. coli* O157:H7 sayısında herhangi bir artış olmamıştır.

Sucukların *E. coli* O157:H7 sayısı üzerinde starter kültür kullanımının da önemli bir etkisi görülmemiştir. Kaya ve ark., (19) tarafından yürütülen çalışmada da starter kültür kullanımının *E. coli* O157:H7 sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Glass ve ark., (13) tarafından fermente kuru sos üzerinde yapılan çalışmada da *E. coli* O157:H7'nin redüksiyonu açısından starter kültürü ve kültürsüz örnekler arasında önemli bir farklılık olmadığı belirtilmiştir.

Olgunlaşma-depolama süresi değişkenine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre, *E. coli* O157:H7 sayısında 3. günde başlangıç inokülasyon düzeyine göre

yaklaşık 0,5, 7. günde 1, 14. günde yaklaşık 2,5 logaritmik birimlik azalma görülmüştür. 21. günde ise yaklaşık 4 logaritmik birimlik azalma kaydedilmiştir. Ünlütürk ve Turantaş (32) tarafından yapılan çalışmada sucukta *E. coli* (non O157:H7) sayısının olgunlaşma ve depolama süresince önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Kaya ve ark., (19) sucukta *E. coli* O157:H7'nin gelişmediğini, olgunlaşma ve depolama süresi ilerledikçe sayının düştüğünü, 7. günde 1-1,5 logaritmik birimlik bir redüksiyon gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, 10^6 kob/g inokülasyon düzeyinde *E. coli* O157:H7 sayısının 21. günde yaklaşık 4 logaritmik birimlik, 28. günde ise su aktivitesindeki düşüşün de etkisi ile yaklaşık 5 logaritmik birimlik redüksiyon gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca su aktivitesinin 0,90'ın altına düşürülmesinin sayının azalmasında önemli bir faktör olduğu, ancak sucuklardan *E. coli* O157:H7'yi tamamen elemeye etmenin mümkün olmadığını vurgulamışlardır.

USDA-FSIS (US Department of Agriculture - Food Safety and Inspection Service), üreticilerinden üretim prosesinde 5 logaritmik birimlik bir redüksiyon sağlamalarını talep etmektedir (14). Ancak bu denemede elde ettiğimiz sonuçlara göre olgunlaşmış sucukta sadece 2 logaritmik birimlik azalma olmaktadır. Sucukların 1 hafta süre ile 16°C'de %75 nisbi nemde depolanmaları halinde ise 4 logaritmik birimlik redüksiyon gerçekleşmektedir. 5 logaritmik birimlik redüksiyon için sucukların daha uzun süre depolanması gerekmektedir. Nitekim Kaya ve ark. (19), 5 logaritmik birimlik redüksiyonu 28. günde (14 gün olgunlaştırma + 14 gün depolama) sağlayabilmiştir.

Tablo 2. Deneme Grubu Sucukların Olgunlaşma-Depolamanın Belirli Günlerindeki Analiz Sonuçlarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($p < 0,05$).

Olgunlaşma-Depolama Süresi (Gün)	<i>E. coli</i> O157:H7 (log kob/g)	Laktik Asit Bakteri (log kob/g)	<i>Enterobacteriaceae</i> (log kob/g)	Nem (%)	pH	Kalıntı Nitrit (ppm)	Tuz (%)
0	6,56 a	5,55 b	6,52 a	60,66 a	5,95 a	*	*
3	6,12 b	8,13 a	6,22 a	48,73 b	5,24 b	14,66 a	3,35 d
7	5,57 c	8,16 a	5,50 b	40,33 c	5,01 c	5,21 b	3,74 c
14	4,14 d	8,22 a	4,48 c	33,28 d	4,94 c	7,06 b	4,16 b
21	2,78 e	7,94 a	2,82 d	28,86 e	4,89 c	5,65 b	4,75 a

*: Analiz yapılmamıştır

Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ($p > 0,05$).

Deneme grubu sucukların laktik asit bakteri ve *Enterobacteriaceae* sayıları üzerinde olgunlaşma-depolama süresinin çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu, nitrit seviyesi ile starter kültür kullanımının ise önemli etkilerinin olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Ancak starter kültür x olgunlaşma - depolama süresi interaksiyonunun laktik asit bakteri sayısı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma başlangıcında (0. gün) starter kültürlü örnekler starter kültürsüz örnekler göre daha yüksek sayı vermiştir. Daha sonraki günlerde ise sayılar birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Bu sonuca göre kültürsüz örneklerde spontan olarak bulunan laktik asit bakterileri sucuk ortamında iyi bir gelişme göstermişlerdir. Buna rağmen, sürekli ve güvenilir mikrobiyolojik stabilite için fermente et ürünlerinde starter kültür kullanımı vazgeçilmezdir.

Varyans analiz sonuçlarından, olgunlaşma-depolama süresinin sucukların nem, pH ve kalıntı nitrit miktarı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu parametrelere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçları da Tablo 2'de verilmiştir. Varyasyon kaynaklarından starter kültür kullanımı, pH üzerinde de önemli ($p<0,05$) derecede etkili olmuştur. Starter kültürlü deneme sucuklarının ortalama pH değerinin (pH 5,14) kültürsüz sucukların ortalama pH değerinden (pH 5,28) önemli ($p<0,05$) derecede düşük olduğu gözlenmiştir. Ancak bu farklılık *E. coli* O157:H7'nin inhibisyonunda etkili olmamıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi starter kültür kullanımının *E. coli* O157:H7 sayısı üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisi olmamıştır.

Varyasyon kaynaklarından nitrit seviyesinin, nem ve pH değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($p>0,05$). Ancak nitrit seviyesi, kalıntı nitrit miktarı üzerinde çok önemli ($p<0,01$) derecede etkili olmuştur. 200 ppm başlangıç nitrit seviyeli deneme grubu sucukların kalıntı nitrit miktarı diğer deneme grubu sucukların (100 ve 150 ppm başlangıç seviyeli) nitrit miktarlarından daha yüksektir. 100 ve 150 ppm NaNO_2 kullanılarak üretilen deneme sucuklarına ait ortalama nitrit miktarları arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir (Tablo 3). Stiebing ve ark. (12) tarafından Teewurst üzerinde yapılan araştırmada da farklı nitrit seviyelerinin (100, 200 ppm NaNO_2) enterohemorajik *E. coli*'nin inhibisyonunda önemli etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 3. Farklı Seviyede Nitrit Kullanılarak Üretilen Sucukların Kalıntı Nitrit Miktarlarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($p<0,05$).

Nitrit Seviyesi (ppm)	Kalıntı Nitrit (ppm)
100	5,14 b
150	7,67 b
200	11,63 a

Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$).

Sucuklarda olgunlaşma-depolama süresi ilerledikçe tuz miktarı artmış (Tablo 2), nitrit seviyesi ve starter kültür kullanımının ise tuz miktarına önemli etkileri ($p>0,05$) olmamıştır.

Sonuç

Sucukta *E. coli* O157:H7 gelişmemektedir. Organizma sayısı olgunlaşma-depolama süresi ilerledikçe düşmektedir. Elde edilen sonuçlar organizmanın sucukta redüksiyona uğradığını ancak redüksiyonun olgunlaşmış sucuklarda 2 logaritmik birim civarında olduğunu göstermektedir. Olgunlaşmış sucukların daha ileri derecede kurutulmasıyla daha yüksek redüksiyon oranlarına erişmek mümkündür. Ancak sucukların aşırı derecede kurutulması duyuşsal özelliklerinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle hammaddeden başlayarak son ürüne kadar geçen tüm aşamalarda hijyenik ve teknolojik kurallara dikkat edilmelidir.

E. coli O157:H7'nin redüksiyonunda kurutma önemli bir faktördür. Bu nedenle yeterince olgunlaştırılmamış sucuklar *E. coli* O157:H7 içerebilir ve insan sağlığı açısından tehlike oluşturabilirler.

Starter kültür kullanımı *E. coli* O157:H7'nin inhibisyonunda önemli bir etkiye sahip değildir. Organizma aside dirençli olduğundan pH'daki 0,1-0,2 birimlik düşüşler organizmanın redüksiyonunu etkilememektedir.

Sucuk ve benzeri fermente kuru et ürünlerinde Gram (-) bakterilerin gelişimi açısından en kritik aşama olgunlaşma başlangıcıdır. *E. coli* O157:H7 sucuk üretiminde olgunlaşma başlangıcında gelişmemekte hatta sayısı düşmektedir. Olgunlaşma süresi ilerledikçe

sayıda kurumanın da etkisiyle önemli azalmalar olmaktadır. Sucuk ve benzeri fermente ürünlerde mikrobiyal asitleşmenin sağlanmasında laktik asit bakterileri büyük öneme sahiptirler. Laktik starter kültürler olgunlaşma başlangıcında hızlı bir şekilde çoğalarak hakim florayı oluştururlar. Bu çalışmada olduğu gibi, spontan laktik asit bakterileri de arzu edilen asitleşmeyi sağlayabilmektedirler. Ancak sürekli ve güvenilir bir asitleşme için mutlaka starter kültürlerin ihtiyacı vardır.

Sucukta mikrobiyal stabilitenin sağlanmasında nitrit, nitrit/nitrat ve nitrat kullanımı büyük öneme sahiptir. Burada nitrit ile birlikte diğer engel etkenlerinde inhibisyonunda etkili olduğu düşünülmektedir. Sucuk üretiminde olgunlaşma süresi ilerledikçe nem oranı düşmekte, tuz miktarı ise artmaktadır. Sucuk üretiminde nitrat kullanımının organizmanın gelişimi üzerine etkisi henüz araştırılmamıştır. Bu konuda da araştırmaların yapıp sonuçların pratiğe aktarılması gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Riley, L.W., Remis, R.S., Helgerson, S.D., McGee, H.B., Wells, L.G., Davis, B.R., Herbert, R.J., Olcott, E.S., Johnson, L.M., Hargrett, N.T., Blake, P.A., Cohen, M.L.: Haemorrhagic Colitis Associated with a Rare *Escherichia coli* Serotype. *New Eng. J. Med.*, 1983; 308: 681-685.
2. Doyle, M.P.: *Escherichia coli* O157:H7 and its Significance in Foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 1991; 12: 289-302.
3. Boyce, T.G., Pemberton, A.G., Wells, J.G., Griffin, P.M.: Screening for *Escherichia coli* O157:H7-a Nationwide Survey of Clinical Laboratories. *J. Clin. Microbiol.*, 1995; 33(12): 3275-3277.
4. Padhye, N.V., Doyle, P.M.: *Escherichia coli* O157:H7 Epidemiology, Pathogenesis, and Methods for Detection in Food. *J. Food Prot.*, 1992; 55 (7): 555-565.
5. Besser, T.E., Lett, S.M., Weber, J.T., Doyle, M.P., Barrett, T.J., Wells, J.G., Griffin, P.M.: An Outbreak of Diarrhoeae and Haemolytic Uraemic Syndrome from *Escherichia coli* O157:H7 in Fresh Pressed Apple Cider. *J. Am. Med. Assoc.*, 1993; 269: 2217-2220.
6. Bell, B.P., Goldoft, M., Griffin, P.M., Davis, M.A., Gordon, D.C., Tarr, P.I., Batheson, C.A., Lewis, J.H., Ballett, T.J., Wells, J.G., Balon, R.S., Koyayashi, J.: A Multi-State Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 Associated Bloody Diarrhoea and Haemolytic Uraemic Syndrome from Hamburgers. *The Washington Experience. J. Am. Med. Assoc.*, 1994; 272: 1349-1353.
7. Gareis, M., Rödel, W., Kofoth, C.: Bedeutung von enterohämorrhagischen *Escherichia coli* (EHEC) als Lebensmittelinfektionserreger. *Mittbl. Bundesanst. Fleischforsch. Kulmbach*, 1997; 136: 158-165.
8. Phillips, C.A.: The Epidemiology, Detection and Control of *Escherichia coli* O157:H7. *J. Sci. Food Agric.*, 1999; 79: 1367-1381.
9. Bülte, M.: Pathogene und toxinogene Mikroorganismen-Zoonose-Erreger. In: *Mikrobiologie der Lebensmittel Fleisch und Fleischerzeugnisse* Hrsg: H. Weber, Behr's Verlag, 1. Auflage, 1996.
10. Halkman, A.K., Doğan, H.B., Noveir, M.R.: Çeşitli Hayvansal Gıda Ürünlerinde *Escherichia coli* O157:H7 Aranması. TÜBİTAK-VHAG 1192 Nolu Proje, 1998.
11. Atılğan, N.: Et ve Et Ürünlerinde *Escherichia coli* O157:H7. (Y. Lisans Tezi). Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum, 1999.
12. Stiebing, A., Vogt, N., Baumgart, J., Putzfeld, K.: EHEC-Überlebensfähigkeit in Rohwurst. 1. Streichfähige Rohwurst. *Fleischwirtschaft*, 2000; 80(3): 87-90.
13. Glass, K.A., Loeffelholz, J.M., Ford, J.P., Doyle, M.P.: Fate Of *Escherichia coli* O157:H7 as Affected by pH or Sodium Chloride and in Fermented, Dry Sausage. *Appl. Env. Microbiol.*, 1992; 58(8): 2513-2516.
14. Hinkens, J.C., Faith, N.G., Lorang, T.D., Bailey, P., Buege, D., Kaspar, C.W., Luchansky, B.J.: Validation of Pepperoni Processes for Control of *Escherichia coli* O157:H7. *J. Food Protec.*, 1996; 59(12): 1260-1266.
15. Calicioğlu, M., Faith, G.N., Buege, D.R., Luchansky, J.B.: Viability of *Escherichia coli* O157:H7 in Fermented Semidry Low-Temperature-Cooked Beef Summer Sausage. *J. Food Prot.*, 1997; 60(10): 1158-1162.
16. Faith, N.G., Pamiere, N., Larsen, T., Lorang, T.D., Luchansky, B.: Viability of *Escherichia coli* O157:H7 in Pepperoni During The Manufacture of Sticks and The Subsequent Storage of Slices at 21.4 and -20°C under Air, Vacuum and CO₂. *Int. J. Food Microbiol.*, 1997; 37: 47-54.
17. Eilajosyula, K.R., Doores, S., Mills, E.W., Wilson, R.A., Ananthaswaran, R.C., Knabel, S.J.: Destruction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* in Lebanon Bologna by Interaction of Fermentation pH, Heating Temperature and Time. *J. Food Prot.*, 1998; 61(2): 152-157.
18. Kofoth, C., Rödel, W., Gareis, M.: Beeinflussung des Überlebens von enterohämorrhagischen *E. coli* (EHEC) in Rohwurstprodukten. *Mittbl. Bundesanst. Fleischforsch. Kulmbach*, 1998; 140: 153-159.

19. Kaya, M., Gareis, M., Kofoth, C.: Verhalten von *Escherichia coli* O157:H7 in türkischer Rohwurst. Mittbl. Bundesanst. Fleischforsch. Kulmbach, 1998; 142: 506-519.
20. Coşansu, S., Ayhan, K.: Survival of Enterohaemohagic *Escherichia coli* O157:H7 Strain in Turkish Soudjouck During Fermentation, Drying and Storage Periods. Meat Science, 2000; 54: 407-411.
21. Yıldız, N., Bircan, H.: Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniv., Ziraat Fak., Yay. No: 305. Erzurum, 1991.
22. Gökalp, H.Y.: Değişik Olgunlaşma Sıcaklıklarında Farklı Starter Kültürleri Uygulayarak Türk Tipi Sucuk Üretimi. Doçentlik Tezi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum, 1982.
23. Kaya, M.: Sucuk Üretim Teknolojisinde Değişik Nitrit Dozlarının ve Farklı Starter Kültür Kullanımının *Listeria monocytogenes*'in Çoğalımı Üzerine Etkisi ve Sucuğun Diğer Bazı Kalitatif Kriterleri. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 1993.
24. Kofoth, C., Gareis, M., Rödel, W.: Tenazitat von *E. coli* O157:H7 in Rohwurstprodukten. in: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft, 37. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene, 30.09-02.10.1996, Garmisch-Partenkirchen, Teil I, 1996; 221-226.
25. Baumgart, J., Firnhaber, J., Spicher, G.: Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln. Behr's Verlag, Hamburg, Germany, 1986.
26. Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö.: Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniv. Yayın No:751, Ziraat Fak. Yayın No:318, Ders Kitapları Serisi No: 69, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ofset Tesisi, Erzurum, 1995.
27. Tauchmann, F.: Methoden der chemischen Analytik von Fleisch und Fleischwaren. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1987; 80 S.
28. Snecedor, G.W., Cochran, W.G.: Statistical Methods. S.XVII.507. The Iowa State Univ. Press. Ames, 1980.
29. Stiebing, A., Baumgart, J., Vogt, N.: EHEC-Überlebensfähigkeit in schnittfester und streichfähiger Rohwurst. Mittbl. Bundesanst. Fleischforschung. Kulmbach, 1998; 140: 160-167.
30. Hechelmann, H.: Mikrobiell verursachte Fehlfabrikate bei Rohwurst und Rohschinken. In: Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1985; S. 103-127.
31. Lücke, F.K.: Bewertung des Einsatzes von Nitrit und Nitrat bei der Herstellung von Fleischerzeugnissen. Fleischwirtschaft, 1999; 79(10): 96-98.
32. Ünlütürk, A., Turantaş, F.: Fate of Coliforms in Turkish Soudjuk During Ripening and Storage. J. Sci. Food Agric., 1991; 57: 399-404.