

ENTEROHEMORAJİK *Escherichia coli* 0157:H7 ve FERMENTE ET ÜRÜNLERİNDEKİ ÖNEMİ

ENTEROHEMORRHAGIC *Escherichia coli* 0157:H7 and ITS SIGNIFICANCE in FERMENTED MEAT PRODUCTS

Serap COŞANSU, Kamuran AYHAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA

ÖZET: Bu makalede, Enterohemorajik *E. coli* 0157:H7'nin fermente et ürünlerindeki önemi ve bu konuda yapılmış çalışmalara ilişkin bilgiler derlenmiştir. İlk kez 1982 yılında gıda kaynaklı patojen olarak tanımlanan *E. coli* 0157:H7'nin kaynağının süt sığırları olduğu bildirilmektedir. Kesim sırasında ete bulaşan *E. coli* 0157:H7 herhangi bir ısı işlem görmeyen ve mikrobiyolojik güvenliği sadece fermantasyon ve kurutma işlemlerine bağlı olan fermente et ürünleri için risk oluşturabilmektedir. *E. coli* 0157:H7'nin fermente et ürünlerinde davranışı ile ilgili yapılan çalışmalarda, fermantasyon ve kurutma işleminin patojenin sayısında 1-2 log birimi azalmaya neden olduğu ve +4°C'de depolamada 2-3 ay canlı kalabildiği saptanmış olup, fermente et ürünlerinde organizmanın canlılığı üzerinde pH, NaCl konsantrasyonu, fermantasyon ve depolama sıcaklığı, depolama tipi, nem miktarı, starter kullanımının etkili olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT: In this review, data related to significance of *E. coli* 0157:H7 in fermented meat products and the previous studies were presented. *E. coli* 0157:H7 was first recognised as a food-borne pathogen in 1982 and its source is dairy cattle. *E. coli* 0157:H7 contaminated during slaughtering creates a particular challenge for the production of fermented meat products that do not receive any heat treatment, as their safety depends solely on fermentation and drying. Investigations related to behaviour of *E. coli* 0157:H7 in fermented meat products showed that fermentation and drying processes result in a 1-2 log unit reduction in numbers of this pathogen. *E. coli* 0157:H7 can survive during storage for 2-3 months at +4°C, and some factors such as pH, NaCl %, fermentation and storage temperature, type of storage, moisture content, and using starter culture affect its survival in such foods.

GİRİŞ

Hemorajik kolit (kanlı diyare) ve hemolitik üremi sendromunun (böbrek yetmezliği) etiyolojik ajanı olan *E. coli* 0157:H7, ilk kez ABD'de meydana gelen iki hemorajik kolit salgınından sonra gıda kaynaklı patojen olarak tanımlanmıştır (DOYLE ve SCHOENI 1987, DOYLE 1991, PADHYE ve DOYLE 1992). İzole edildiği yıllarda ender olarak rastlanmaktayken günümüzde oldukça yaygın ve önemli bir gıda kaynaklı patojen durumuna gelmiştir (BAIRD-PARKER 1994).

E. coli 0157:H7'nin ilk kez 1975'de ağır kanamalı diyare geçiren Kaliforniyalı bir kadın hastadan izole edildiği bildirilmektedir. Bakterinin önemli bir gıda patojeni olarak tanımlanması ise 1982 yılının başlarında Oregon ve Michigan'da kanamalı kolit olarak seyreden iki salgında hastalığa yol açan etken olarak bulunması ile gerçekleşmiştir. Hastalardan ve şüpheli gıdalardan izole edilen izolatların EIEC gibi invaziv olmadıkları ve ETEC gibi enterotoksin üretmedikleri belirlenmiştir. Meydana getirdiği hastalık açısından EPEC'den farklı oldukları saptanmış ve bu nedenle gastrointestinal *E. coli*'nin 4. bir grubu olan enterohemorajik *E. coli* (EHEC) olarak tanımlanmıştır (DOYLE 1991, PADHYE ve DOYLE 1992, ÖZBAŞ ve AYTAÇ 1995).

GRIFFIN ve TAUXE'ye (1991) göre *E. coli* 0157:H7 muhtemelen enteropatogenik bir atadan genetik çalışmalar sırasında oldukça yakın bir dönemde ortaya çıkmış ve bir kaza sonucu doğaya salınmıştır (BAIRD-PARKER 1994).

Genel olarak süt sığırlarının *E. coli* 0157:H7'nin kaynağı olduğu, salgınların dışkı ile bulaşan sütün pastörize edilmeden içilmesi ve sığır kıymasıyla hazırlanan hamburger, köfte gibi gıdaların yeterince pişirilmemesiyle bulaştığı kabul edilmektedir (HALKMAN ve ark. 1996) *E. coli* 0157:H7'nin karkasın yüzülmesi sırasında hayvanın post, deri ve bağırsak bölgesinden ete bulaşabileceği belirtilmektedir (CUTTER ve SIRAGUSA 1994, TOMICKA ve ark. 1997, DELAZARI ve ark. 1998). Kesim sırasında ete bulaşan *E. coli* 0157:H7'nin herhangi bir ısı işlem görmeyen ve mikrobiyolojik güvenliği sadece fermantasyon ve kurutma işlemine bağlı olan fermente et ürünleri için risk oluşturabileceği ifade edilmektedir (TOMICKA ve ark. 1997).

***E. coli* 0157:H7'nin ÖZELLİKLERİ, KAYNAĞI VE BULUNMA SIKLIĞI:**

E. coli 0157:H7, *E. coli* türünün tipik bir üyesidir. Diğer *E. coli* izolatlarından farklı olarak sorbitolü fermente edemez, β-glukoronidaz aktivitesine sahip değildir (MUG-negatif), ve 44 - 44,5°C'de iyi gelişemez. *E. coli* 0157:H7'nin neden olduğu üç temel sendrom; Hemorajik Kolit (bağırsak kanaması), Hemolitik Üremik Sendrom (HUS, böbrek yetmezliği) ve Trombotik Trombositopenik Purpura (TPP, trombosit noksanlığına bağlı nokta şeklinde kanamalar)dir. Patojenite mekanizması tam olarak açıklanamamakla birlikte, verotoksin-1 (VT-1 veya SLT-I) ve verotoksin-2 (VT-2 veya SLT-II) olmak üzere iki önemli virülens faktör tanımlanmıştır (DOYLE 1991, PADHYE ve DOYLE 1992, GÖNÜL ve KARAPINAR 1994, ÖZBAŞ ve AYTAÇ 1995, NOVEIR 1996, NOVEIR 1998).

Çiğ süt (PADHYE ve DOYLE 1992), içme suyu (DOYLE 1991), pastörize edilmemiş elma şarabı ve elma suyunun neden olduğu salgınlara (ZHAO ve ark. 1993, CONNER ve KOTROLA 1995, INGHAM ve ULJAS 1998) ve hatta havuz suyunun neden olduğu vakalara (ANONYMOUS 1998) rastlanmakla birlikte salgınlarda ki başlıca aracı gıdaların sığır kıyması ve çeşitli et ürünleri olduğu belirlenmiştir. *E. coli* 0157:H7 ile kontamine olmuş kıyma, jambon, hindi rulo sandviçi, köfte, hamburger ve fermente salam gibi hayvansal gıdaların aracı olduğu çok sayıda salgın bildirilmiştir (KRISHNAN ve ark. 1987, DOYLE 1991, PADHYE ve DOYLE 1992, CLAVERO ve BEUCHAT 1996, VENKATESVARAN ve ark. 1997, ELLAJOSYULA ve ark. 1998, FAITH ve ark. 1998a, HALKMAN ve ark. 1998, NOVEIR 1998).

Süt sığırları, özellikle sürü içindeki genç hayvanlar *E. coli* 0157:H7'nin kaynağı olarak tanımlanmıştır. Organizma pek çok durumda *E. coli* ile enfekte olmuş 1-3 haftalık buzağılar dahil süt buzağuları ve gebe hayvanların dışkılarından izole edilmiştir (DOYLE 1991). DOYLE ve SCHOENI (1987) yaptıkları çalışmada, 164 sığır eti örneğinin 6'sından (%3,7), 264 domuz eti örneğinin 4'ünden (%1,5), 263 kanatlı eti örneğinin 4'ünden (%1,5) ve 250 kuzu eti örneğinin 4'ünden (%2,0) *E. coli* 0157:H7 suşunu izole etmişlerdir. Araştırmacılar göre bu çalışma *E. coli* 0157:H7'nin gıdalardan izolasyonu konusunda ilk rapor olup, taze et ve kanatlı etlere kontaminasyon azımsanmayacak boyutlardadır. CHAPMAN ve ark. (1989), kesim sırasında hayvanlardan alınan 207 dışkı örneğinin 2 adedinden verotoksijenik *E. coli* 0157:H7 (VTEC) izole etmişlerdir (SMITH ve ark. 1991).

DNA problemleri kullanılarak yapılan bir çalışmada, 44 adet gıda örneği ve süt buzağularından elde edilen 28 adet dışkı örneği koloni hidridizasyon metodu ile test edilmiş ve kıyma, çiğ keçi sütü, yaban mersini ile surumi-şarküteri salatasından oluşan 4 adet gıda örneği ile 9 adet buzağı dışkı örneği SLT(shiga-like toksin) problemleri ile *E. coli* 0157:H7'nin ürettiği bildirilen SLT bakımından pozitif bulunmuştur (SAMADPOUR ve ark. 1990).

Tayland'da yapılan bir çalışmada SLT üreten *E. coli*, market et örneklerinin %9'undan, kesimhanelerden alınan taze et örneklerinin %8-24'ünden ve sığırlardan alınan dışkı örneklerinin %11-84'ünden izole edilmiştir. SLT-pozitif 119 adet *E. coli* izolatının %24'ü SLT-I probu ile, %31'i SLT-II probu ile, %44'ü ise her iki SLT probu ile hibridize olmuş ve sığırların *E. coli* 0157:H7'nin kaynağı olduğu doğrulanmıştır (SUTHIENKUL ve ark. 1990).

Başka bir çalışmada taze sığır kıyması ve çiğ süt örnekleri analize alınmış ve 107 kıyma örneğinden 3'ü (%2,8) ve 115 çiğ süt örneğinin 11'i (%10) *E. coli* 0157:H7 bakımından pozitif bulunmuştur. En Muhtemel Sayı yöntemi ile yapılan analiz sonucunda 3 kıyma örneğinde 0,4-1,5 hücre/g düzeyinde *E. coli* 0157:H7 suşu belirlenmiştir (PADHYE ve DOYLE 1991).

GRIFFIN ve TAUXE (1991) tarafından daha geniş ölçekte yapılan bir çalışmada *E. coli* 0157:H7 sığır eti örneklerinin %0,12'sinden, dana böbreği örneklerinin %0,06-0,5'inden izole edilmiş, fakat çiğ tavuk etinde belirlenememiştir (WILLSHAW ve ark. 1993). Malezya'da yapılan benzer bir çalışmada parekende satış noktalarından alınan 25 sığır eti örneğinin 9'undan *E. coli* 0157:H7 izole edilmiştir (RADU ve ark. 1998).

Türkiye'de *E. coli* 0157:H7'nin gıdalarda bulunma sıklığı ile ilgili olarak yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. AKKUŞ (1996) 60 sığır kıyması ve 20 genç dana ile 60 erişkin sığır dışkısında *E. coli* 0157:H7 suşunu aramış, kıymalarda *E. coli* 0157:H7'ye rastlayamamış, ancak 3'ü erişkin 1'i genç olmak üzere 4 adet sığır dışkısı örneğinde bu bakteriyi belirlemiştir.

GÖNÜL (1997) tarafından yapılan araştırmada 20 çiğ süt ve 30 peynir örneğinde SMAC agar besiyerinde *E. coli* 0157:H7 suşu aranmış ve şüpheli izolatlar için 0157 latex kit (OXOID) kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre teneke tulum örneklerinden sadece birinde *E. coli* 0157 izole edilmiştir.

Kaymaz ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada ise 100'er adet hamburger ve İnegöl köftesi örneği ile yaptıkları çalışmada *E. coli* 0157:H7 serotipine rastlamamışlar, ancak 2 hamburger ve 5 inegöl köftesinde *E. coli* 0157:H7 varlığını göstermişler ve bu 7 izolatin tümünün verotoksijenik olduğunu saptamışlardır (HALKMAN ve ark. 1998).

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada (HALKMAN ve ark. 1998) 255 çiğ kıyma, 103 çiğ süt, 50 çiğ hamburger ve 101 sucuk örneğinde *E.coli* 0157:H7 araştırılmıştır. Örneklerin üçünde (kıyma, hamburger ve sucuk) *E. coli* 0157 serotipi bulunurken bunların H7 serotipi olmadığı belirlenmiş, diğer bir deyişle 509 hayvansal gıdada *E. coli* 0157:H7'ye rastlanmamıştır.

FERMENTE ET ÜRÜNLERİNDE *E. coli* 0157:H7'nin DAVRANIŞI ve ORGANİZMANIN CANLILIĞI ÜZERİNE ETKİLİ FAKTÖRLER:

ABD'de 1994 yılında *E.coli* 0157:H7 ile kontamine olmuş fermente salamın tüketilmesi sonucu meydana gelen salgın fermente et ürünlerinin güvenliği konusundaki kaygıların artmasına neden olmuştur (ELLAJOSYULA 1998, FAITH ve ark. 1998a). *E. coli* 0157:H7 suşunun fermente et ürünlerindeki davranışı ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda, fermentasyon ve kurutma işleminin patojenin sayısında ancak 1-2 log birimi azalma meydana getirdiği, inokülasyon düzeyi 10^4 - 10^5 log adet/g olmak üzere +4°C'de depolanan örneklerde 2-3 ay canlı kalabildiği ve organizmanın canlılığı üzerine pH, NaCl konsantrasyonu, fermentasyon ve depolama sıcaklığı, depolama tipi, nem miktarı, starter kültür kullanımı gibi faktörlerin etkili olduğu belirlenmiştir.

pH: Fermente et ürünlerinde laktik asit bakterileri tarafından üretilen laktik asidin patojen mikroorganizmalar üzerine inhibitör etki gösterdiği bilinmektedir (COŞANSU ve AYHAN 1998). EL-KHATEİB (1995) yaptığı çalışmada, 35°C'de 8 saatlik inkübasyon sonucunda *E. coli* 0157:H7'nin sayısında 5,8 pH'da 1,3 log birimi, 4,5 pH'da ise 3 log birimi azalma olduğunu belirlemiştir. Diğer yandan, *E. coli* 0157:H7'nin et salataları için karakteristik olan pH değerlerinde (5,40-6,07) gelişebildiği ve organizmanın gelişimini engellemede organik asitlerin etkinlik sırasının asetik asit > laktik asit ≥ sitrik asit şeklinde olduğu saptanmıştır (ABDUL-RAOUF ve ark. 1993). *E. coli* 0157:H7'nin Trypticase Soy Broth (TSB) besiyerinde asidik koşullarda (pH ≥ 4.0) 56 gün süre ile canlı kaldığı ve canlılık üzerine asidin tipi ve sıcaklık derecesinin etkili olduğu açıklanmaktadır (CONNER ve KOTROLA 1995).

İşlenmiş ve korunmuş gıdalarda bulunan organik asitler, özellikle asidik gıdalarda *E. coli* 0157:H7 suşunun aside adapte olmasına ve daha sonra normalde organizmayı inaktive etmesi gereken pH düzeylerini tolere etmesine neden olabilmektedir. *E. coli* 0157:H7'nin aside toleranslı olduğu, hücrelerin hafif asidik ortamda bir süre tutulmaları sonucunda daha düşük pH değerlerini tolere etmelerini sağlayacak proteinlerin sentezlendiği bildirilmektedir (CONNER ve KOTROLA 1995, LEYER ve ark. 1995, BRUDZUNSKI ve HARRISON 1998, GARREN ve ark. 1998).

NaCl konsantrasyonu: NaCl konsantrasyonu yükseldikçe *E. coli* 0157:H7 üzerindeki inhibisyon etki de artmaktadır. Mısır'a özgülü taze sosise ilave edilen %2 ve %3 NaCl, inokülasyondan hemen sonra patojenin sayısında sırasıyla 0,6 ve 0,9 log birimi azalma meydana getirmiş, 8 saatlik inkübasyon sonucunda ise %2 NaCl içeriğinde 2,8 log adet/g ve %3 NaCl içeriğinde 3,3 log adet/g fark bulunmuştur (EL-KHATEİB 1995). TSB besiyerinde %8,5 ve üzerindeki NaCl konsantrasyonları *E.coli* 0.157:H7 suşunu inhibe etmektedir. Hücreler %2,5 NaCl konsantrasyonuna kadar generasyon süresi 0,4-0,5 saat olmak üzere TSB de iyi bir şekilde gelişmektedirler. Buna karşın, %4,5 NaCl konsantrasyonunda generasyon süresinin yaklaşık olarak üç kat daha uzun olduğu gözlenmiştir. %6,5 NaCl'de ise daha yavaş olmakla birlikte, 36 saatlik lag fazından sonra 31,7 saatlik generasyon süresi ile gelişebilmektedir. Söz konusu tuz konsantrasyonunda, başlangıçta 500 adet/mL olan sayı logaritmik azalma döneminden önce maksimum olarak 7 log adet/mL düzeyine ulaşmıştır. Diğer yandan *E. coli* 0157:H7'nin %8,5 ve %10,5 NaCl içeren ortamda 96 saatte 2 log adet/g azalma olmak üzere inaktif hale geldiği bildirilmektedir (GLASS ve ark. 1992) TOMICKA ve ark. (1997), %0; 1,5; 2; 2,5; 3 ve 3,5 NaCl içeren Brain Heart Infusion (BHI) broth besiyerine 10^0 - 10^5 adet/mL aralığında 6 farklı düzeyde *E. coli* 0157:H7 inoküle ederek 22 ve 37°C'de inkübe etmişlerdir. Sonuçta çalışmada kullanılan hiçbir NaCl konsantrasyonunun patojeni inhibe etmediği saptanmıştır.

Fermentasyon ve depolama sıcaklığı: Fermentasyon sıcaklığı *E. coli* 0157:H7'nin eliminasyonu için diğer bir önemli faktördür. TOMICKA ve ark. (1997) patojenin 37°C'de fermente edilen sosis örneklerinde, 22°C'de fermente edilen örnekler göre daha uzun süre canlı kaldığını belirlemişlerdir. Buna göre, *E. coli* 0157:H7'nin optimum gelişme sıcaklığına yakın fermentasyon sıcaklıklarının seçilmemesi gerektiği söylenebilir.

Buna karşın, fermente et ürünü düşük sıcaklıkta depolandığında *E. coli* 0157:H7 suşunun daha uzun süre canlı kalabildiği belirtilmektedir. Salamda 100 adet/g'dan daha düşük sayıda kontaminasyon olması halinde, *E. coli* 0157:H7 suşunun 5°C ve $A_5=0,95$ koşullarında 32 günlük depolama süresince canlı kalmayacağı, ancak 10^4 - 10^5 adet/g gibi daha yüksek sayıda kontaminasyon olması halinde 32 gün veya daha uzun süre canlılığını sürdürebileceği saptanmıştır. Patojenin 20°C ve $A_5=0,95$ 'de 16 gün gibi daha kısa süre canlı kalmasına rağmen bu sıcaklıkta depolamanın diğer patojen mikroorganizmalar (*Staphylococcus aureus* ve mikotoksijenik küfler) açısından kabul edilebilir olmadığı belirtilmektedir (CLAVERO ve BEUCHAT 1996). Benzer şekilde FAITH ve ark. (1998a,b) 21°C'de depolanan örneklerde 4°C'de depolananlara göre *E. coli* 0157:H7 sayısında daha fazla azalma meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Farklı bir görüş olarak, *E.coli*'de 8°C'nin altındaki sıcaklıklarda protein sentezi gerçekleşmeyeceğinden asit toleransı için gerekli olan proteinlerin üretiminin inhibe edileceği ve böylece düşük sıcaklığın *E. coli* 0157:H7'nin eliminasyonunu hızlandırabileceği ileri sürülmektedir (TOMICKA ve ark. 1997).

Nem miktarı: Mikroorganizmalar gelişebilmek için belirli A_5 değerlerine ihtiyaç duyarlar. Dolayısıyla fermente ürüne uygulanan kurutma işlemi *E. coli* 0157:H7 üzerinde inhibisyon etkisi gösterecektir. GLASS ve ark. (1992), 21 günlük kurutma sonunda nem/protein oranı 1,6:1 olan fermente sosiste *E. coli* 0157:H7 sayısının $4,6 \times 10^4$ adet/g'dan $1,3 \times 10^3$ adet/g'a düştüğünü, buna karşın 18 günlük kurutma işleminden sonra nem/protein oranı 1,9:1 olan fermente sosiste $4,9 \times 10^4$ adet/g'dan $1,3 \times 10^4$ adet/g'a düştüğünü saptamışlardır. Araştırmacılar, her iki denemede de pH ve titrasyon asitliğinin aynı olması nedeniyle sonuçlar arasındaki farkın nem/protein oranı farkından kaynaklanabileceğini düşünmüşlerdir. Benzer şekilde COŞANSU (1998) tarafından yapılan çalışmada, sucukta kurutma dönemi süresince pH değerinde değişme olmamasına rağmen (pH=4,8), kurutma dönemi başlangıcında (%nem=50,07) 4,54 log adet/g olan *E.coli* 0157:H7 sayısının kurutma dönemi sonunda (%nem=31,01) 2,01 log adet/g'a düştüğü saptanmıştır.

Depolama tipi: Et ürünlerinde ürün yüzeyinde mikroorganizma gelişimini engellemek ve raf ömrünü uzatmak için uygulanan vakum paketleme işleminin *E. coli* 0157:H7'nin daha uzun süre canlı kalmasını sağladığı gözlenmektedir. FAITH ve ark. (1998a,b) vakum altında depolanan salam örneklerinde açıkta depolananlara göre *E. coli* 0157:H7 sayısının daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. COŞANSU (1998) yaptığı çalışmada, *E. coli* 0157:H7 sayısının +4°C'de vakum paketlenmiş olarak depolanan sucuk örneklerinde açık olarak depolanan örneklerden daha yüksek olduğunu ve depolamanın 2. ayında vakum paketlenmiş örneklerde 0,23 log adet/g düzeyinde *E. coli* 0157:H7 bulunurken açıkta depolananlarda saptanmadığını bildirmiştir.

Starter kültür kullanımı: Fermente gıdaların üretiminde kullanılan starter kültürler pH değerini hızla düşürmeleri ve bakteriyosin gibi antimikrobiyel bileşikler üretmeleri nedeniyle patojen mikroorganizmalar üzerinde inhibitör etki göstermektedirler (COŞANSU ve AYHAN 1998). GLASS ve ark. (1992) starter kültür ilave edilmiş fermente sosiste *E.coli* 0157:H7 sayısının, kontrol örneklerinden yaklaşık olarak 0,2 log adet/g daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. ÖZBAŞ ve AYTAÇ (1996) yağsız süt ortamında çeşitli laktobasil suşlarının *E. coli* 0157:H7 üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, bakteriyosinlerin gram negatif bakterilere karşı daha az etkili olmaları nedeniyle ortamda oluşabileceği düşünülen bakteriyosin tipi maddelerin *E. coli* 0157:H7'nin inhibisyonunda etkin olmadığını ileri sürmüşlerdir. Buna göre starter kültürün *E. coli* 0157:H7 üzerindeki inhibisyon etkisi ürettikleri bakteriyosinlerden çok hızlı asit üretme yeteneklerinden ileri gelmektedir.

Diğer faktörler: Yukarıda bahsedilen faktörlere ek olarak yağ miktarı ve fermente et ürününe ilave edilecek NO_2/NO_3 miktarının da *E. coli* 0157:H7 suşunu etkileyebileceği düşünülmektedir. Salam hamurundaki yağ miktarı arttıkça patojen üzerindeki inhibisyon etkinin az da olsa arttığı bildirilmiştir (FAITH ve ark. 1998b).

BHI broth besiyerinde 0-250 ppm düzeyindeki NaNO_2 'in *E. coli* 0157:H7'nin gelişimini engellemediği saptanmıştır (TOMICKA ve ark. 1997). Benzer şekilde *E. coli* 0157:H7'nin 200 ppm nitrit ve %4 NaCl içeren pH'sı 5,6 olan sıvı besiyerinde gelişebildiği, %3,5 NaCl ve 69 ppm NaNO_2 içeren ve pH'sı 5,6 olan sıvı besiyerinde gelişebildiği, %3,5 NaCl ve 69 ppm NaNO_2 içeren ve pH'sı 4,8 olan fermente sosiste indirgenmediği ancak tamamen inhibe olmadığı belirlenmiştir (GLASS ve ark. 1992).

Sonuç olarak, *E. coli* 0157:H7 suşunun gösterdiği asit adaptasyonu özelliği, fermantasyon ve kurutma işlemlerinin patojenin sayısında ancak 1-2 log blirimi azalma meydana getirmesi, yüksek fermantasyon ve kurutma sıcaklıkları ile düşük depolama sıcaklıklarının ve vakum paketli olarak depolamanın bakterinin canlı kalma süresini uzatması fermente et ürünlerinin güvenliği açısından dikkat çekici bulunmaktadır. pH, NaCl konsantrasyonu, sıcaklık, nem miktarı ve NO_2/NO_3 konsantrasyonu arasında önemli interaksiyonların olduğu göz önünde bulundurulmalı ve ısıl işlem görmeden üretilen fermente et ürünlerinin güvenliği için etkili HACCP (Kritik Kontrol Noktalarındaki Tehlike Analizleri) programları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- ABDUL-RAOUF, A.M., BEUCHAT, L.R., AMMAR, M.S., 1993. Survival and Growth of *Escherichia coli* 0157:H7 in Ground, Roasted Beef as Affected by pH, Acidulants, and Temperature. *Appl. Environ. Microbiol.* 59(8), 2364-2368.
- AKKUŞ, F., 1996. Hazır Sığır Kıymalarında Verotoksin Oluşturan *Escherichia coli* 0157:H7 İzolasyonu. Ank. Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 68 sayfa.
- ANONYMOUS, 1998. Water parks eye rare *E. coli* outbreak. USE TODAY, JUNE 26.
- AYTAÇ, Z.Y., ÖZBAŞ, S.A., 1996. Çeşitli Laktobasil Türlerinin Yağsız Süt Ortamında *Escherichia coli* 0157:H7 ve *Listeria monocytogenes* Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. *Kükem Dergisi*, 19(1), 45,47.
- BAIRD-PARKER, A.C., 1994. Microbiological Risks. *Microbiology*, 140(4), 687-695.
- BRUDZINSKI, L., HARRISON, M.A., 1998. Influence of Incubation Conditions on Survival and Acid Tolerance Response of *Escherichia coli* 0157:H7 and Non-0157:H7 Isolates Exposed to Acetic Acid. *J. Food Protect.*, 61(5), 542-546.
- CLAVERO, M.R., BEUCHAT, L.R., 1996. Survival of *Escherichia coli* 0157:H7 in Broth and Processed Salami as Influenced by pH, Water Activity, and Temperature and Suitability of Media for its Recovery. *Appl. Environ. Microbiol.* 62(8), 2735-2740.
- CONNER, D.E., KOTROLA, J.S., 1995. Growth and Survival of *Escherichia coli* 0157:H7 Under Acidic Conditions. *Appl. Environ. Microbiol.*, 61(1), 382-385.
- COŞANSU, S., 1998. Patojen *E. coli* 0157:H7 Suşunun Sucuğun Olgunlaşma Sürecindeki Değişimi. Ank. Üniv. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış, 49 sayfa.
- COŞANSU, S., AYHAN, K., 1998. Fermente Et Ürünlerinde Starter Kültür Kullanımı ile Patojenlerin İnhibisyonu. *Gıda*, 23(2), 99-103.
- CUTTER, C.N., SIRAGUSE G.R., 1994. Efficiency of organic acids against *Escherichia coli* 0157:H7 attached to beef carcass tissue using a pilot scale model waster. *J. Food Protect.*, 57(2), 97-103.
- DELAZARI, I., IARIA, S.T., RIEMAN, H.P., CLIVER, D.O., MORI, T., 1998. Decontaminating Beef for *Escherichia coli* 0157:H7. *J. Food Protect.*, 61(5), 547-550.
- DOYLE, M.P., 1991. *Escherichia coli* 0157:H7 and its significance in foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 12, 289-301.
- DOYLE, M.P., SCHOENI, J.L., 1987. Isolation of *Escherichia coli* 0157:H7 from Retail Fresh Meats and Poultry. *Appl. Environ. Microbiol.* 53(10), 2394-2396.
- EL-KHATEIB, T., 1995. Behaviour of *E.coli* in Egyptian fresh sausage emulsion influence and interection of temperature, pH and sodium chloride. *Fleisch Wirtsch.* 75(2), 161-163.
- ELLAJOSYULA, K.R., DOORES, S., MILLS, E.W., WILSON, R.A., VANKATESWARAN, R.C., KNABEL, S.J., 1998. Destruction of *Escherichia coli* 0157:H7 and *Salmonella typhimurium* in Lebanon Bologna by Interaction of Fermentation pH, Heating Temperature, and Time. *J. Food Protect.*, 61(2), 152-157.
- FAITH, N.G., PARNIERE, N., LARSON, T., LORANG, T.D., KASPAR, C.W., LUCHANSKY, J.B., 1998a. Viability of *Escherichia coli* 0157:H7 in Salami Following Conditioning of Batter, Fermentation and Drying of Sticks and Storage of Slices. *J. Food Protect.* 61(4), 377-382.
- FAITH, N.G., WIERZBA, R.K. IHNOT, A.M., ROERING, A.M., LORANG, D., KASPAR, C.W., LUCHANSKY, J.B. 1998b. Survival of *Escherichia coli* 0157:H7 in Full and Reduced Fat Pepperoni after Manufacture of Sticks, Storage of Slices at 4°C or 21°C under Air and Vacuum, and Baking of Slices on Frozen Pizza at 135, 191 and 246°C. *J. Food Protect.*, 61(4), 383-389.

- GARREN, D.M., HARRISON, M.A., RUSSEL, S.M., 1998. Acid Tolerance and Acid Shock Response of *Escherichia coli* 0157:H7 and Non-0157:H7 Isolates Provide Cross Protection to Sodium Lactate and Sodium Chloride. *J. Food Protect.* 61(2), 158-161.
- GLASS, K.A., LOEFFELHOLZ, J.M., FORD, J.H., DOYLE, P., 1992. Fate of *Escherichia coli* 0157:H7 as Affected by pH or Sodium Chloride and in Fermented, Dry Sausage. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58(8), 2513-2516.
- GÖNÜL, Ş.A., 1997. Çiğ Süt ve Peynir Örneklerinde Enterohemorajik *E.coli*'ye (0157:H7) Rastlama Sıklığı, *Kükem Dergisi*, 20(2), 69-73.
- GÖNÜL, Ş.A. KARAPINAR, M. 1994. *Escherichia coli*: Patojenitesi ve Gıdalardaki Önemi. *Tr. J. of Biology*, 18, 47-60.
- HALKMAN, A.K., NOVEIR, M.R., DOĞAN, H.B., 1998. Çeşitli Hayvansal Gıda Ürünlerinde *E. coli* 0157:H7 aranması. Proje No: VHAG-1192, TÜBİTAK, 75 sayfa.
- HALKMAN, A.K., YILMAZ, I., NOVEIR, M.R., ERDAL, N., 1996. Koli Basili 0157:H7, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 347, 96-98.
- INGHAM, S.C., ULJAS, H.E., 1998. Prior Storage Conditions Influence the Destruction of *Escherichia coli* 0157:H7 during Heating of Apple Cider and Juice. *J. Food Protect.*, 61(4), 390-394.
- KRISHNAN, C., FITZGERALD, V.A., DAKIN, S.J., BEHME, R.J., 1987. Laboratory Investigation of Outbreak of Hemorrhagic Colitis Caused by *Escherichia coli* 0157:H7. *J. Clin. Microbiol.*, 25(6), 1043-1047.
- LEYER, G.J., WANG, L., JOHNSNO, E.A., 1995. Acid Adaptation of *Escherichia coli* 0157:H7 Increases Survival in Acidic Foods. *Appl. Environ. Microbiol.* 61(10), 3752-3755.
- NOVEIR, M.R. 1996. Enzimatik ve İmmünogenetik Yöntemlerle Hemorajik *E. coli* ve Ürettiği Toksinlerin İzolasyon ve İdentifikasyonu. *Ank. Üniv. Fen Bil. Ens. Semineri*, Basılmamış, 27s.
- NOVEIR, M.R., 1998. Gıda Kaynaklı *Escherichia coli* 0157:H7 Aranması Üzerine Bir Araştırma. *Ank. Üniv. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi*, Basılmamış, 71s.
- ÖZBAŞ, Z.Y., AYTAÇ, S.A., 1995. *Escherichia coli* 0157:H7 Epidemiyolojisi, Gıdalarla İlişkisi, Patojenitesi ve İzolasyon Yöntemleri. *Türk. Hij. Biyol. Dergisi*. 52(1), 47-53.
- PADHYE, N.V., DOYLE, M.P., 1991. Rapid Procedure for Detecting Enterohemorrhagic *Escherichia coli* 0157:H7 in Food. *Appl. Environ. Microbiol.*, 57(9), 2693-2698.
- PADHYE, N.V., DOYLE, M.P., 1992. *Escherichia coli* 0157:H7 Epidemiology, Pathogenesis, and Methods for Detection in Food. *J. Food Protect.* 55(7), 555-565.
- RADU, S., MUTALIB, S.A., RUSUL, G., AHMAD, Z., MORGAKI, T., ASAI, M., KIM, Y.B., OKUDA, J., NISHBUCHI, M., 1998. Detection of *Escherichia coli* 0157:H7 in the Beef Marketed in Malasia. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64(3), 1153-1156.
- SAMADPOUR, M., LISTON, J., ONGERTH, J.E., TARR, P.I., 1990. Evaluation of DNA Probes for Detection of Shiga-like Toxin Producing *Escherichia coli* in Food and Calf Fecal Samples. *Appl. Environ. Microbiol.* 56(5), 1212-1215.
- SMITH, H.R., CHEASTY, T., ROBERTS, D., THOMAS, A., ROWE, B., 1991. Examination of Retail Chickens and Sausages in Britain for vero Cytotoxin- Producing *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 57(7), 2091-2093.
- SUTHIENKUL, O., BROWN, J.E., SERIWATANA, J., TIENTHONGDEE, S., SASTRAVAHA, S., ECHEVERRIA, P., 1990. Shiga-Like Toxin-Producing *Escherichia coli* in Retail Meats and Cattle in Thailand. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56(1), 1135-1139.
- TOMICKA, A., CHEN, J., BARBUT, S., GRIFFITHA, M.W., 1997. Survival of Bioluminescent *Escherichia coli* 0157:H7 in a Model System Representing Fermented Sausage Production. *J. Food Protect.* 60(12), 1487-1492.
- VENKATESWARAN, K., KAMIJOH, Y., OHASHI, E., NAKANISKI, H., 1997. A Simple Filtration Technique to Detect Enterohemorrhagic *Escherichia coli* 0157:H7 and its Toxins in Beef by Multiplex PCR. *Appl. Environ. Microbiol.*, 63(10), 4127-4131.
- WILLSHAW, G.A., SMITH, H.R., ROBERTS, D., THIRWELL, J., CHEASTY, T., ROWE, B., 1993. Examination of raw beef products for the presence of vero cytotoxin producing *Escherichia coli*, particularly those of serogroup 0157. *J. Appl. Bacteriol.*, 75, 420-426.
- ZHAO, T., DOYLE, M.P., BESSER, R.E., 1993. Fate of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* 0157:H7 in Apple Cider With and Without Preservatives. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59(8), 2526-2530.