

Gıda Zehirlenmesine Neden Olan *E.coli* O157:H7 ve Önemi

Seran TEMELLİ*

Geliş Tarihi: 28.08.2002

Özet: Bu makalede, son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde gıda zehirlenmelerine sebep olması nedeniyle önem taşıyan *E.coli* O157:H7'nin gelişim ve canlılığını etkileyen faktörler, enfeksiyon kaynakları ve salgınlar ile enfeksiyonun kontrolü ve önleme yolları konularında bilgiler derlenerek sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *E.coli* O157:H7, survival, source, outbreak, prevention.

Food Poisoning Agent *E.coli* O157:H7 and Its Importance

Summary: In the present paper, *E.coli* O157:H7 which is an important food poisoning bacteria notably in developed countries was reviewed. In this context, factors influencing its viability and survival, infection sources and outbreaks, control of infection and prevention techniques were described.

Key Words: *E.coli* O157:H7, canlılık, kaynak, salgın, önleme.

Giriş

Escherichia coli (*E.coli*), Gram negatif, Enterobacteriaceae ailesi içerisinde *Escherichia* genusuna bağlı, fakültatif anaerob, çoğunlukla hareketli, sporsuz, çubuk şeklinde bir bakteridir^{12,19}. Son yıllarda, konakçı hücrelerine bakteriyel yapışma modellerini, bağlanmanın etkilerini, toksin üretimi ve yayılmasını kapsayan virulens faktörlerini içeren virotipik sınıflandırmaya göre, gastrointestinal hastalıklara yol açan *E.coli*'nin 5 virotipi bildirilmektedir. Bunlar, ETEC (Enterotoksijenik *E.coli*), EPEC (Enteropatojenik *E.coli*), EIEC (Enteroinvasiv *E.coli*), EHEC (Enterohemorajik *E.coli*) ve yeni tanımlanan EAaggEC (Enteraggregavite *E.coli*)'dir^{1,19}.

50'den fazla serotipi bulunan EHEC'in insanlarda Hemorajik kolitits (HC), Hemolitik üremik sendrom (HUS) ve Trombotik trombotopenik purpura (TTP) oluşturabilen en yaygın örneği olan O157:H7, *Shigella dysantheria* tip I tarafından üretilen toksine benzerliğinden dolayı

Shiga benzeri toksin (Shiga like toxin-SLT) olarak da bilinen vero sitotoksin veya verotoxin (VT) üretimi ile dikkat çekmektedir^{3,7,27}. Bu bakteri, biyokimyasal olarak birbirlerine oldukça benzeyen, protein sentezini inhibe eden, Vero ve HeLa hücrelerine karşı aktif olan Shiga-like toxin 1 (VT 1) ve Shiga-like toxin 2 (VT 2) olmak üzere 2 adet güçlü toksin üretmektedir^{7,20}. Ayrı ayrı ya da birlikte üretilen VT 1 ve VT 2'nin farklı molekül ağırlıklarına sahip 2 alt ünitesi bulunmaktadır⁹. Ayrıca VT 2'nin çeşitli varyantları da tanımlanmıştır¹⁴. Kolonda aktif olan bu toksinler, endotelial hücrelere bağlanarak HC oluşturmaktadır^{1,7,20,21}. Buna ilaveten yapılan hayvan deneylerinde HC ve HUS'a neden olan *E.coli* O157:H7 tarafından üretilen en etkili toksinin VT 3 olduğu bildirilmektedir⁹. EHEC'nin, Shigatoksin üreten *E.coli* (STEC) olarak da tanımlandığı, özellikle yaz aylarında^{12,19} A.B.D., Kanada ve Japonya gibi gelişmiş ülkelerde ciddi morbidite ve mortaliteye neden olduğu bildirilmektedir^{1,3}.

* Araş.Gör.Dr.; U.Ü.Vet.Fak., Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Bursa/Türkiye

İlk olarak 1975 yılında ve daha sonra da 1978-1982 yılları arasında, diyarenin gözlemlendiği hastalardan Centers for Disease Control (CDC) tarafından izole ve identifiye edilen^{9,16} *E.coli* O157:H7'nin tam anlamıyla insan patojeni olarak tanımlanması, 1982 yılında Oregon (26 vaka) ve Michigan'da (21 vaka) yetersiz ısı işlem görmüş kontamine hamburgerlerin tüketilmesinden kaynaklanan 2 adet gastroenterit salgınında identifiye edilmesiyle ortaya konulmuştur^{8,12,15}. Ancak 1993'de, Washington, Idaho, Nevada ve California eyaletlerindeki, fast food restoranlarda yetersiz pişirilmiş hamburgerlerin tüketiminden kaynaklanan, toplam 732 kişinin etkilendiği, bunlardan 195'inin tedaviye ihtiyaç duyduğu, 4 çocuğun da öldüğü salgından sonra, *E.coli* O157:H7'den kaynaklanan gıda zehirlenmeleri daha büyük bir önem kazanmıştır^{20,26,29}. A.B.D.'nde her yıl yaklaşık 20.000 adet enfeksiyon vakası ve 250 adet HUS ve çeşitli komplikasyonlara bağlı ölümler görüldüğü bildirilmektedir^{13,21}. Organizmanın enfektif dozu tam olarak bilinmemekle birlikte, mevcut salgınlardan elde edilen verilere göre, bu dozun 10-100 organizma gibi çok düşük düzeylerde olduğu bildirilmektedir^{3,17,21}.

***E.coli* O157:H7'nin Gelişim ve Canlılığını Etkileyen Faktörler:**

E.coli O157:H7'yi diğer *E.coli* suşlarından ayıran 3 temel kültürel özellik; 24 saatte sorbitolü fermente etmemesi, flurojenik ürünün oluşumuna yol açan 4-methyl umbelliferone glukuronide'i (MUG) hidrolize eden β -glukuronidase enzim aktivitesine sahip olmaması ve 44-45°C'lerde zayıf gelişmesidir^{3,12,15,27}. Optimum gelişme pH'ı 7.0 olan *E.coli* O157:H7'nin, pH 4.5-9.0 aralığında geliştiği ortaya konulmuştur³². Bakterinin 7-10°C'lerden 50°C'lere kadar geniş bir aralıkta gelişebildiği, optimum üreme ısısının 37°C olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, pH 4.4 ve altındaki asidik gıdalarda, 0.95 ve altındaki su aktivitesi değerlerinde gelişebilmekte, orta derecedeki tuzda (% 6.5 NaCl) canlılığını sürdürebilmektedir^{2,13}. *E.coli* O157:H7'nin, gıdalarda ısı, soğutma, dondurma, asit ortam ve düşük pH'a maruz bırakılarak yıkımlanabildiği bildirilmektedir²⁶. Yapılan bir çalışmada, -80 ve -20°C'lerde dondurulmuş kıymalarda, 9 ay boyunca gelişimini sürdürebildiği tespit edilmiştir⁹. Düşük pH ve düşük ısılarındaki depolamalarda bile canlı kalabildiğinden tavuk eti ve kıymaların dondurularak saklanması patojenin ısıya karşı dayanıklılığını arttırdığı için dondurma ile yıkımlanamadığı ortaya konulmuştur^{26,32}. Bakterinin aside adaptasyonu ve depola-

ma ısısındaki canlılığının araştırıldığı bir çalışmada, ketçap ve hardal örnekleri, *E.coli* O157:H7'nin 3 farklı suşu ile 10⁵cfu/g seviyesinde kontamine edilerek, 5 ve 23°C'lerde pH 5.0'de depolanmış; hardal örneklerinden farklı olarak ketçapta, asit adaptasyonunun, bakterinin suşlarına ve depolama ısalarına bağlı olarak canlılığı arttırdığı ve suşların 5°C'de 23°C'den daha uzun süre canlı kaldığı tespit edilmiştir³². Yapılan bir başka çalışmada *E.coli* O157:H7'nin mayonez, elma sirkesi, peynir, yoğurt, et ürünleri gibi düşük pH değerlerine (≤ 4.5) sahip fermente gıdalarda bile canlılığını belli bir süre koruduğu bildirilmiştir¹⁰. Deneysel amaçlı üretilen Cheddar peynirinin yapım aşamalarında, bakterinin canlı kalabilmesinin, fermentasyona dayanıklılığına, depolama sıcaklığına (4°C) ve düşük tuz konsantrasyonuna (yaklaşık % 3.5) bağlı olduğu ifade edilmektedir²⁵. *E.coli* O157:H7, klorlanmış içme sularında 5°C'de 70 gün canlılığını sürdürebilmektedir²³. Yapay olarak kontamine edilen çeşitli sularda bakterinin, 8,15 ve 25°C'lerde 91 gün boyunca canlılığının araştırıldığı bir çalışmada, en fazla canlılığın filtre ve otoklav edilen sularda 8°C'de olduğu, en az canlılığın ise rekreasyonel (yapay) göl sularında 25°C'de olduğu bildirilmiştir³⁴.

Yapılan çalışmalarda, aktif klorun, Ca(OCl)₂, asitlendirilmiş NaClO₂, ClO₂, Na₃PO₄, Vegi-Clean, Tsunami, Vortexx, klorin (NaOCl), C₂H₃OH, H₂O₂, trisodyum fosfat gibi kimyasalların belli doz, ısı ve zamanlarda Alfalfa tohum ve filizlerinde bulunabilen potojenin sayısını azalttığı sonucuna varılmıştır^{29,30}. Meyve ve sebzelerin yıkama suyuna klor ve hipokloroz asit eklenmesinin patojen üzerine bakterisidal etki oluşturduğu belirtilirken^{3,28} diğer bir çalışmada böyle bir etkinin gözlenmediği bildirilmiştir⁵.

ZHANG ve MUSTAPHA³⁹ tarafından, 7 log cfu/ml düzeyinde *E.coli* O157:H7 505 B ile inokule edilen taze sığır eti, sırasıyla H₂O, HCl, nisin, EDTA ve EDTA+nisin kombinasyonuna 10 dakika daldırılıp, vakum paketlenerek 4°C'de 30 gün depolanmış, sonuçta nisin ve nisin-EDTA uygulamalarının organizma sayısında sırayla 1.02 ve 0.8 log cfu/cm² düzeyinde azalma sağladığı ortaya konulmuştur. Organik asitlerin bakterinin gelişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, sığır eti yüzeyi 5.13 log cfu/cm² düzeyinde *E.coli* O157: H7 ile inokule edilerek, fumarik, asetik, laktik asit ve bunların kombinasyonunda 55°C'de 5 saniye tutulmuş, bakteri üzerinde etkili azalmanın (1.3 log units) % 1'lik fumarik

asit ve bunu takiben sırasıyla laktik asit, asetik asitten kaynaklandığı, ayrıca fumarik asidin toksik olmayışı, antimikrobiyal ve antioksidan özelliği ile et ve ürünlerinde sınırlı miktarlarda kullanılabilmesi bildirilmiştir²². Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda, sığır karkasları, antimikrobiyal etkiyi arttırmak üzere; yüksek pH¹⁰⁻¹¹ ve yüksek ısının (50-65°C) beraber uygulandığı trisodyum fosfat ve klorinin bulunduğu solüsyonlara daldırılmış, elde edilen yüksek sinerjetik etkiden dolayı serbest *E.coli* O157:H7 hücrelerinde hızlı bir ölüm şekillendiği ve "alkaltherm" olarak adlandırılan teknolojinin, etkin bir önleme metodu olduğu sonucuna varılmıştır^{31,37}. Pastörize edilmemiş elma şirasında, bakterinin 6.3 log cfu/ml düzeyinde inokulasyonunu takiben 254 nm'de UV ışınlarına tabi tutulması sonucu, uygulanan doza bağlı olarak ortalama 3.81 log/cfu seviyesinde bir azalma gözlenmiş ve bu uygulamanın etkili olduğu belirtilmiştir³⁸. VENKITANARAYANAN ve ark.³³, süt ve kolostrumda bulunan antimikrobiyal aktiviteye sahip Lactoferricin B'nin, kıymalarda patojenin kontrolünde düşük düzeylerde bir azalma sağladığını bildirmiştir. Ayrıca bakterinin gelişimini engelleyen laktik asit bakterilerinin ürettiği asit, hidrojen peroksit ve bakteriosinlerin, asit üretimi ve pH düşüşü ile inhibisyonda önemli rol oynadıkları da belirtilmektedir⁶.

***E.coli* O157:H7 Enfeksiyonunun Kaynakları ve Salgınlar:**

Bu patojenin başlıca kaynağının daha çok genç sığırlar olmak üzere koyun, keçi, geyik, kuzu, tavuk, domuz, kedi, köpek ve martılar olduğu bildirilmektedir^{9,27,34}. Genelde dışkıdaki yaygınlığın % 0-10 oranında değişmekle beraber, genç hayvanlarda daha fazla olduğu, sığır dışkısında 5°C'de 70 güne kadar canlılığını koruyabildiği ve verotoksin üretme kapasitesini kaybetmediği ortaya konulmuştur^{5,27}. Epidemiyolojik olarak insanlara geçiş, direkt olarak meslekle ilgili hayvanla temas şeklinde, indirekt olarak dışkı ve atıklarla kontamine olmuş gıdaların^{2,21}, içme ve halka açık yüzme havuzu olarak kullanılan suların alınması durumunda¹², çiğ ya da yetersiz pişirilmiş gıdaların hazırlanması sırasında temas edilen araçlar veya eller vasıtasıyla oluşabilen kros kontaminasyonlar ile^{20,31} ve en önemlisi kişiden kişiye temas (oral-fekal yolla) aracılığıyla olmaktadır. Ayrıca asemptomatik taşıyıcı olan enfekte insanlar da patojenin geçişinde rol oynamaktadırlar^{15,19}.

E.coli O157:H7 enfeksiyonlarının önemli bir kaynağı, hayvansal orijinli gıdalardır. Bu patojenin geçişindeki başlıca gıdalar; sığır eti ve ürünleri ile işlenmemiş çiğ süt ve ürünleridir^{7,8,21,25}. Bir çok salgında, yetersiz pişirilmiş hamburgerlerin şüpheli gıda olduğu bildirilmektedir. Bunun yanında soğuk sandviçler, hot dogs, rosto, kurutulmuş kürlenmiş salam, kurutulmuş fermente sucuk, çiğ süttten yapılan peynirler, yoğurt, alfalfa ve beyaz turp filizi, pastörize olmayan meyve suları (elma, portakal), çiğ taze meyve ve sebzeler (marul), mayonez, elma şırası, pişmiş mısır, kanatlı hayvan, domuz, geyik, kuzu etleri de çeşitli salgınlarda kaynak olarak gösterilmektedir^{2,3,38}.

Kesimhanelerde derinin yüzülmesi ve iç organların çıkarılması sırasında sığır eti kontamine olabilmektedir^{20,21}. Etin parçalanması, kıyılması sırasında yüzeyden iç kısımlara geçen bakteri, yeterli ısı işleminin yapılmadığı durumlarda canlılığını sürdürmekte ve halk sağlığı açısından önemli bir risk oluşturmaktadır^{31,38}. Güney Yorkshire'da Sheffield bölgesindeki yerel mezbalardan alınan sığır etlerinin tüketimi ile 1992 Mayıs-Haziran aylarında gözlenen salgınlardan incelenmesi sonucunda, 2103 sığır rektal svab örneğinin 84'ü (% 4) *E.coli* O157:H7 bakımından pozitif, pozitif örneklerin 78'inin (% 93) ise verotoksin ürettikleri tespit edilmiştir⁷. 1999 yılında New York'da çocuk kampında, dondurulmuş kıymadan kaynaklanan *E.coli* O157:H7 enfeksiyonunun gözlemlendiği bildirilmektedir³. Bundan başka 1994'de fermente salam tüketimine bağlı bir salgın da rapor edilmiştir¹⁰.

Meyve sebzelerin kontaminasyonu, sığır ve diğer ruminantların ekili alanlara girmeleri, çiftçilerin gübrelerden uygunsuz bir şekilde yararlanmaları ve arazi sulamada atık suların kullanılması sonucunda şekillenmekte, bunlara uygulanan kesme ve dilimleme işlemleri sonucu salınan sular, bakterinin gelişmesine olanak sağlamaktadır^{3,5}. Dünyadaki *E.coli* O157:H7'ye ait en büyük salgın, 1996'da Japonya'da beyaz turp filizlerinden kaynaklanan 9451 adet enfeksiyon vakasının gözlenmesiyle ortaya çıkmıştır. 1997'de Michigan ve Virginia'da birbirini takip eden salgınlarda, sorumlu gıdanın aynı tohumlardan gelişen alfalfa filizleri olduğu, kontaminasyonun hasat sırasında veya sonrasında elle müdahale edilmesi ve işlenmesi sonucu ortaya çıktığı, bakteri sayısının artışında filizlenme dönemindeki nem ve ısı şartlarının önemli bir etken olduğu belirtilmektedir^{29,30}. 1991'in sonlarında Güney

Doğu Massachusetts’de, pastörize edilmemiş taze sıkılmış elma suyunun tüketilmesi sonucu 18 kişinin etkilendiği, 4 çocukta da HUS’un geliştiği salgında, elmaların yerden fekal kontaminasyona maruz kaldığı ve yıkanmadığı tespit edilmiştir. 1980’de Kanada’da yine bu tip bir salgın gözlenmiştir⁴.

Çiğ süt ve ürünlerine bakterinin bulaşması, meme başlarından, sağım makineleri ile alet ve ekipman hijyeni, yetersiz pastörizasyon, pastörizasyon sonrası kontaminasyon ile olabilmekte³⁵, son yıllarda bu ürünlerin tüketimine bağlı salgınlar sıklıkla gözlenmektedir^{11,18}. 1986’da Minnesota’da çiğ süt tüketen 2 kişide HUS şekillenmesi sonucunda bakterinin ilk kez çiğ süt ile ilişkisi ortaya çıkarılmıştır²⁵. Pastörize süttten kaynaklanan bir diğer salgında, 100’den fazla kişi enfekte olmuş, 9 kişide HUS gelişmiş ve 1 yaşlı kadında TTP gözlenmiştir³⁵. Güney Kanada’da anaokulu çocuklarında, çiftlikte taze çiğ süt tüketiminden kaynaklanan bir enfeksiyon bildirilmiştir. 1998’de Batı ve Orta Wisconsin’de 4 adet *E.coli* O157:H7 enfeksiyonunda şüpheli gıdanın, süt imalathanelerinde 60 günden daha az olgunlaşma periyodunda tutulan taze peynirler olduğu rapor edilmiştir³. Yoğurt tüketimi ile ilişkili *E.coli* O157:H7 enfeksiyonunun neden olduğu ilk salgında 1991’de Kuzey Batı İngiltere’de 8 farklı kasabada gözlenen 16 diyare vakasının 11’inde etkilenen yaş grubunun 10 yaş ve altında olduğu, bu çocukların 5 tanesinde HUS’un şekillendiği, enfeksiyonun yerel bir imalathanede pastörize tam yağlı süttten çocuklar için üretilen tatlandırılmış yoğurt tüketimine bağlı olarak gözlemlendiği bildirilmektedir¹⁸.

Genellikle su kaynaklı hastalık salgınları, su kaynağının (kaynak, kuyu suyu) ya yetersiz korunmasından ya da distilasyon, karbonasyon, ozonasyon, filtrasyon gibi uygulamaların yetersizliğinden şekillenmektedir. Atıkların taşması, seller ve yüzey suları ile karışması sonucu bakteriyel popülasyonun toprağa geçmesiyle, yeraltı (kaynak) suları kontamine olmaktadır. Bakteri ve virüsler, yeraltı sularında yüzey sularına göre daha uzun süre canlı kalabilmekte ve büyük bir tehlike oluşturmaktadırlar³⁶. 1991 yılının yaz aylarında Oregon’da yapay göldeki fekal kontaminasyon sonucu, 21 çocuğun enfekte olduğu, aynı yıl Missouri’de kaynak sularının dezenfekte edilmemesi sonucu 243 kişinin etkilendiği ve 4 kişinin öldüğü salgınlar bulunmaktadır. Ayrıca Güney Afrika’da da içme ve sulama sularının kontaminasyonu sonucu 2000 adet *E.coli* O157:H7 vakası bildirilmiştir³⁴.

E.coli O157:H7 Enfeksiyonunun Kontrolü ve Önleme Yolları:

Enfeksiyonu önlemek için, tarımsal üretimden, gıdaların işlenmesi ve hazırlanmasına kadar olan prosesin, her basamağında kontrol önlemlerinin alınması gerekmektedir. Hijyenik kesim uygulamaları ile karkasın dışı ile kontaminasyon riski azaltılmaktadır. Çiftliklerde, gıda işlek yerlerinde ve kreşlerde çalışan personelin, güvenli gıda sağlama teknikleri, çiğ ve pişmiş gıdalardan kaynaklanabilen direkt ve indirekt kros kontaminasyonlar ve personel hijyeni konularında eğitilmesi, bakterinin insanlara geçişini minimuma indirmeye önem taşımaktadır^{9,12,21}. Enfeksiyonun yayılmasını engellemek için, özellikle çocukların, tuvalet sonrasında, yemek öncesinde, çiftlik hayvanları ve çiğ gıdalarla temastan sonra ellerini sabunla uygun bir şekilde yıkaması sağlanmalıdır². Enfeksiyonun kontrol altına alınmasında, salatalarda ve sandviçlerde çiğ olarak yenen alfalfa filizlerinde, kullanılmaya başlanan iyonize radyasyon uygulamaları ile HACCP sistem bazlı uygulamaların etkili olduğu bildirilmektedir²⁴. Ayrıca koruyucu önlem olarak, etin kesim sonrası hızla 7°C’nin altında, süttün ise 5°C ve altında soğutulması gerekmektedir³⁵.

Gıdalarda bulunan EHEC’i elimine etmek için uygulanan en etkili metodun ısıtma (pişirme veya pastörizasyon) olduğu bildirilmektedir². Pastörize edilmemiş süt ürünleri ve meyve suları ile yetersiz pişirilmiş kıyma, et ürünleri ve hamburgerlerin tüketiminden kaçınılmalıdır. Özellikle bu tip gıdalara uygulanan ısı işleminin ürünün her yerinde (merkezi dahil) 70°C ve üzerinde olması^{12,20,21}, etin pembe renginin kaybolup gri-kahverengiye dönüşmesi ve et suyunun tamamen uzaklaşması ile yeterli pişirme sağlanabilmektedir^{2,23}.

Klorlanmamış suların, içilmemesi veya gıda işlek yerlerindeki ekipmanların yüzey temizliğinde kullanılmaması, klor veya diğer etkili dezenfektanların uygulandığı suların tüketilmesi gerekmektedir^{23,36}. Tahıl, meyve ve sebzelerin sulanmasında kullanılan atık suların belli işlemlerden geçirilmesi önerilmektedir. Şüpheli suların tüketilmeden önce mutlaka kaynatılması sağlanmalıdır², bunun yanında işlem görmemiş havuz veya göl sularında yüzmenin patojenin geçişi için bir risk olduğu öğretilmelidir. Günümüzde EHEC’e bağlı hastalıklardan korunmak için kullanılan etkin bir aşı bulunmamakta ancak hayvanlarda deneysel uygulamalar devam etmektedir²⁰.

Kaynaklar

1. ACHESON DWK. How Does E.coli O157:H7 Testing in Meat Compare with What We Are Seeing Clinically? *J.Food Prot.*, 2000; 63:6, 819-821.
2. ANON.
<http://www.c.d.c.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/esc/herichiacoli.g.htm>.
3. ANON.
<http://www.cfsan.fda.gov/~mow/chap15.html>.
4. BESSER RE, LETT SM, WEBER JT, DOYLE MP, BARRETT TJ, WELLS JG, GRIFFIN PM. An Outbreak of Diarrhea and Hemolytic Uremic Syndrome from E.coli O157:H7 in Fresh-Pressed Apple Cider. *JAMA*, 1993; 269:17, 2217-2220.
5. BEUCHAT LR. Survival of Enterohemorrhagic E.coli O157:H7 in Bovine Feces Applied to Lettuce and the Effectiveness of Chlorinated Water as a Disinfectant. *J.Food Prot.*, 1999; 62:8, 845-849.
6. BRASHEARS MM, DURE WA. Antagonistic Action of *Lactobacillus lactis* toward *Salmonella* spp. and E.coli O157:H7 during Growth and Refrigerated Storage. *J.Food Prot.*, 1999; 62:11, 1336-1340.
7. CHAPMAN PA, SIDONS CA, WRIGHT DJ, NORMAN P, FOX J, CRICK E. Cattle as a Possible Source of Verocytotoxin-Producing E.coli O157:H7 Infections in Man. *Epidemiol.Infect.*, 1993; 111: 439-447.
8. CLIVER DO. Foodborne Disease. In: DOYLE MP, CLIVER DO, eds. *Escherichia coli*. Academic Press, Inc., San Diego, California 92101, 209-215, 1990.
9. DOYLE MP. Foodborne Bacterial Pathogens. In: DOYLE MP, PADHYE VV, eds. *Escherichia coli*. Marcel Dekker, Inc., Food Research Institute University of Wisconsin-Madison, 236-270, 1989.
10. DUFFY G, RIORDAN DCR, SHERIDAN JJ, CALL JE, WHITING RC, BLAIR IS, McDOWELL DA. Effect of pH on Survival, Thermotolerance, and Verotoxin Production of E.coli O157:H7 during Simulated Fermentation and Storage. *J.Food Prot.*, 2000; 63:1, 12-18.
11. EL-ZINEY MG, DEBEVERE JM. The Effect of Reuterin on *L.monocytogenes* and E.coli O157:H7 in Milk and Cottage Cheese. *J.Food Prot.*, 1998; 61:10,1275-1280.
12. GRIFFIN PM, TAUXE RV. Shiga-like Toxin-Producing E.coli Infections, The Epidemiology of Infections Caused by E.coli O157:H7, Other Enterohemorrhagic E.coli and Associated Hemolytic Uremic Syndrome. *Epidemiologic Reviews*, 1991; 13:61-91.
13. GURAYA R, FRANK JF, HASSAN AN. Effectiveness of Salt, pH, and Diacetyl as Inhibitors for E.coli O157:H7 in Dairy Foods Stored at Refrigeration Temperatures. *J.Food Prot.*, 1998; 61:9, 1098-1102.
14. HEUVELINK AE, WERNARS K, De BOER E. Occurrence of E.coli O157:H7 and Other Verocytotoxin-Producing E.coli in Retail Raw Meats in the Netherlands. *J.Food Prot.*, 1996; 59:12, 1267-1272.
15. JOHNSON JL, ROSE BE, SHARAR AK, RANSOM GM, LATTUADA CP, MCNAMARA AM. Methods Used for Detection and Recovery of E.coli O157:H7 Associated with a Food-Borne Disease Outbreak. *J.Food Prot.*, 1995; 58:6, 597-603.
16. LINTON M, McCLEMENTS MJ, PATTERSON MF. Survival of E.coli O157:H7 during Storage in Pressure-Treated Orange Juice. *J.Food Prot.*, 1999; 62:9, 1038-1040.
17. McCARTHY J, HOLBROOK R, STEPHENS PJ. An Improved Direct Method for the Enumeration of Stressed E.coli O157:H7 from Food. *J.Food Prot.*, 1998; 61:9, 1093-1097.
18. MORGAN D, NEWMAN CP, HUTCHINSON DN, WOLKER AM, ROWE B, MAJID F. Verotoxin Producing E.coli O157:H7 Infections Associated with the Consumption of Yoghurt. *Epidemiol.Infect.*, 1993; 11:181-187.
19. MURRAY PR, BARON EJ, PFALLER MA, TENOVER FC, YOLKEN RH. Manual of Clinical Microbiology. In: GRAY LD, eds. *Escherichia, Salmonella, Shigella, and Yersinia*. ASM Press, Washington, D.C., 450-452, 1995.
20. NELSON AM, HORSBURGH CR. Pathology of Emerging Infections 2. In: SLUTSKER L, GUARNER J, GRIFFIN P, eds. *Escherichia coli O157:H7*. ASM Press, Washington, D.C., 259-271, 1998.
21. PEACOCK E, JACOB VW, FALLONE SM. E.coli O157:H7: Etiology, Clinical Features, Complications, and Treatment. *Nephrology Nursing Journal*, 2001; 28:5, 547-554.
22. PODOLAK RK, ZAYAS JF, KASTNER CL, FUNG DY. Inhibition of *L.monocytogenes* and E.coli O157:H7 on Beef by Application of Organic Acids. *J.Food Prot.*, 1996; 59:4, 370-373.
23. RAJKOWSKI KT, RICE EW. Recovery and Survival of E.coli O157:H7 in Reconditioned Pork-Processing Wastewater. *J.Food Prot.*, 1999; 62:7, 731-734.
24. RAJKOWSKI KT, THAYER DW. Reduction of *Salmonella* spp. and Strains of E.coli O157:H7 by Gamma Radiation of Inoculated Sprouts. *J.Food Prot.*, 2000; 63:7, 871-875.

25. REITSMA CJ, HENNING DR. Survival of Enterohemorrhagic E.coli O157:H7 During the Manufacture and Curing of Cheddar Cheese. *J.Food Prot.*, 1996; 59:5, 460-464.
26. SEMANCHEK JJ, GOLDEN DA. Influence of Growth Temperature on Inactivation and Injury of E.coli O157:H7 by Heat, Acid and Freezing. *J.Food Prot.*, 1998; 61:4, 395-401.
27. SILVEIRA NFA, SILVA N, CONTRERAS C, MIYAGUSKU L, BACCIN MLF, KOONO E, BERAQUET NJ. Occurrence of E.coli O157:H7 in Hamburgers Produced in Brazil. *J.Food Prot.*, 1999; 62:11, 1333-1335.
28. TAKEUCHI K, FRANK JF. Penetration of E.coli O157:H7 into Lettuce Tissues as Affected by Inoculum Size and Temperature and the Effect of Chlorine Treatment on Cell Viability. *J.Food Prot.*, 2000; 63:4, 434-440.
29. TAORMINA PJ, BEUCHAT LR. Behavior of Enterohemorrhagic E.coli O157:H7 on Alfalfa Sprouts during the Sprouting Process as Influenced by Treatments with Various Chemicals. *J.Food Prot.*, 1999; 62:8, 850-856.
30. TAORMINA PJ, BEUCHAT LR. Comparison of Chemical Treatments to Eliminate Enterohemorrhagic E.coli O157:H7 on Alfalfa Seeds. *J.Food Prot.*, 1999; 62:4, 318-324.
31. TEO Y, RAYNOR TJ, ELLAJOSYULA KR, KNABEL SJ. Synergistic Effect of High Temperature and High pH on the Destruction of Salmonella enteritidis and E.coli O157:H7. *J.Food Prot.*, 1996; 59:10, 1023-1030.
32. TSAI Y, INGHAM SC. Survival of E.coli O157:H7 and Salmonella spp. in Acidic Condiments. *J.Food Prot.*, 1997; 60:7, 751-755.
33. VENKITANARAYANAN KS, ZHAO T, DOYLE MP. Antibacterial Effect of Lactoferricin B on E.coli O157:H7 in Ground Beef. *J.Food Prot.*, 1999; 62:7, 747-750.
34. WANG G, DOYLE MP. Survival of Enterohemorrhagic E.coli O157:H7 in Water. *J.Food Prot.*, 1998; 61:6, 662-667.
35. WANG G, ZHAO T, DOYLE MP. Survival and Growth of E.coli O157:H7 in Unpasteurized and Pasteurized Milk. *J.Food Prot.*, 1997; 60:6, 610-613.
36. WARBURTON DW, AUSTIN JW, HARRISON BH, SANDERS G. Survival and Recovery E.coli O157:H7 in Inoculated Bottled Water. *J.Food Prot.*, 1998; 61:8, 948-952.
37. WOODY J, WALSH RA, DOORES S, HENNING WR, WILSON WA, KNABEL SJ. Role of Bacterial Association and Penetration on Destruction of E.coli O157:H7 in Beef Tissue by High pH. *J.Food Prot.*, 2000; 63:1, 3-11.
38. WRIGHT JR, SUMNER SS, HACKNEY CR, PIERSON MD, ZOECKLEIN BW. Efficacy of Ultraviolet Light for Reducing E.coli O157:H7 in Unpasteurized Apple Cider. *J.Food Prot.*, 2000; 63:5, 563-567.
39. ZHANG S, MUSTAPHA A. Reduction of L.monocytogenes and E.coli O157:H7 Numbers on Vacuum-Packaged Fresh Beef Treated with Nisin or Nisin Combined with EDTA. *J.Food Prot.*, 1999; 62:10, 1123-1127.