

Gıda Kaynaklı Patojenler İçin Kesim Öncesi Dekontaminasyon Uygulamaları

Nebahat ORAL* Murat GÜLMEZ*

* Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kars-TÜRKİYE

Yayın Kodu: 2005/06-D

Özet

Her yıl milyonlarca insan, gıda kaynaklı patojen bakterilerin neden olduğu hastalıklara yakalanmakta ve bu hastalıkların birçoğunda hayvansal gıdalar sorumlu tutulmaktadır. Kesim sonrası müdahale stratejileri ve HACCP, bakteriyel kontaminasyon düzeyini önemli ölçüde azaltmakla birlikte, tam bir güvence sağlamada yeterli görülmemektedir. Bu nedenle, bu uygulamaların çiftliği de kapsayacak şekilde genişletilmesi, et hijyeninin daha etkin biçimde sağlanmasına olanak verecektir. Kesim öncesi müdahale stratejileri günümüzde halen araştırma konusudur. Aşılama, yarışmalı dışlama, substrat adapte edilmiş yarışmalı dışlama, probiyotik ve prebiyotiklerin kullanımı tartışılan uygulamalar arasındadır. Bakteriyofaj kullanımı ve spesifik patojenlerin fizyolojilerinden yararlanma gibi diğer stratejilerin yanında antibiyotik kullanımı ve diyet değişiklikleri de bu alanda ele alınmaktadır.

Anahtar sözcükler: Kesim öncesi, gıda, patojen, dekontaminasyon.

Preslaughter Decontamination Strategies For Food-Borne Pathogens

Summary

Millions of people are affected by food-borne pathogenic bacteria annually and foods produced from animals are responsible for many of these illnesses. Postslaughter intervention strategies and HACCP effectively reduce bacterial contamination level. However, these strategies are not sufficient for providing food safety. Therefore, strategies that expand the continuum of intervention from the abattoir back to the farm will be able to provide meat hygiene more effectively. Preslaughter intervention strategies are currently under investigation. Vaccination, competitive exclusion, substrate-adapted competitive exclusion, use of probiotics, prebiotics, and bacteriophages, exploitation of the physiology of specific pathogens, antibiotic usage and dietary changes are discussed for this purpose.

Keywords: Preslaughter, food, pathogen, decontamination.

İletişim (Correspondence)

Phone: +90 474 2426800/1123

e-mail: bilge12002@hotmail.com

GİRİŞ

Amerika'da, her yıl yaklaşık olarak 76 milyon kişinin, gıda kaynaklı hastalıklara maruz kaldığı gerçeği, tüm dünyada güvenli gıda arayışını gündemde tutmaktadır¹. Bu hastalıkların büyük bir kısmı et ürünleri bağlantılıdır ya da kasaplık hayvanlar veya bunların atıkları ile temas sonucunda meydana gelmektedir. Başlıca gıda kaynaklı hastalıklar, *Campylobacter*, *Salmonella*, enterohemorajik *Escherichia coli* (O157:H7 dahil olmak üzere) ve *Listeria* türleri tarafından meydana gelmektedir². Sözü geçen bu bakteri türleri, kasaplık hayvanların gastrointestinal florasında bulunabilmektedir³.

Kasaplık hayvanların gastrointestinal sisteminde bulunan insan patojenlerinin klinik tanısında, bu etkenlerin hayvanların sağlık ve/veya verimliliğinde bariz bir etki göstermeksizin sporadik olarak yayılmalarından dolayı, zorluk yaşanmaktadır. Bu nedenle, hayvanların sağlık karneleri, sindirim sistemlerinde taşıdıkları patojen etkenler hakkında bilgi içermeyebilir. Fekal saçılma ile karkas kontaminasyonu arasında bir korelasyon bulunduğundan⁴, canlı hayvanın sağlıklı ve güvenli gıda üretimindeki rolü oldukça önemlidir. Hynes ve Wachsmuth⁵, kesimden önce hayvanlardaki gıda kaynaklı patojen bakterilerin popülasyonlarında indirgenme sağlayacak stratejilerin, insanlarda bunlarla ilişkili hastalıklar ve ölümlerin azalmasını sağlama da en etkin uygulama olarak görülebileceğini belirtmiştir.

Kesim öncesi müdahale stratejileri oldukça geniş bir sahada ele alınmaktadır. Bu stratejilerin bir veya birkaçının paralel uygulamasının, patojenlerin gıda zincirine girişinde çoklu engel oluşturarak, insanlarda gıda kaynaklı hastalıkların insidensinin sinerjistik olarak azaltılmasında etkili olabileceği bildirilmiştir³.

KESİM ÖNCESİ DEKONTAMİNASYON UYGULAMALARI

1. Probiyotik Kullanımı

Gıda kaynaklı patojenler dahil olmak üzere, bağırsaklarda bulunan patojen bakterilerin indirgenmesine yönelik kommensal (zararsız ya da yararlı) mikroflora kullanımı, "probiyotik" strateji ismi ile terminolojide yerini almıştır⁶. Bu uygulamanın amacı; bağırsakta patojen bakterilerle rekabet eden veya onlara antagonistik etki gösteren bakteri popülasyonunu artırmaktır⁷.

Bununla beraber, çeşitli uygulamalar (antibiyotik

kullanımı gibi) probiyotiklerin etkinliğini önemli düzeyde azaltmaktadır⁷. Lema ve ark⁸, *E. coli* O157:H7 ile infekte edilen kuzuların diyetlerine *Streptococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. fermentum* ve *L. plantarum* türlerinden oluşan probiyotik bakterilerin eklenmesi halinde, *E. coli* O157:H7'nin dışkıdaki konsantrasyonunun azaldığını ve hayvanların et veriminin arttığını saptamışlardır.

Antimikrobiyel direnç konusunda artan endişeler nedeniyle, gelecekte antibiyotik kullanımı için daha sıkı düzenlemeler getirileceği, buna bağlı olarak da probiyotik stratejilerinin hayvan endüstrisinde yaygınlaşacağı beklenmektedir⁹.

2. Probiyotik Kullanımı

Konak hayvan tarafından sindirilemediği halde, mikrobiyel popülasyonun bir bölümü tarafından sindirilebilen bazı şeker ve diğer organik bileşikler, genellikle probiyotik olarak kabul edilmektedir^{7,10}. Probiyotikler geçmişten günümüze, insanlarda bağırsakların daha sağlıklı olması amacıyla kullanılmıştır¹¹. Örneğin; fruktooligosakkaridler (FOS) intestinal enzimler tarafından yıkılmadan sekum ve kolona geçen ve "kolonik besin" halini alan şekerlerdir¹². Alternatif olarak, bu sahada en fazla kullanım alanına sahip olan inulin başta olmak üzere, galaktooligosakkaridler (GOS) gibi diğer şekerlerden de yararlanılabilmektedir³.

Probiyotikler, enerji ve/veya diğer besinlerin yanında, vitamin ve antioksidanların üretildiği kolonik/sekal bakteriyel fermentasyon için substrat görevini görür^{11,13}. Buna ek olarak bazı probiyotikler, doğal mikrofloranın spesifik üyelerine patojenlerle rekabette avantaj sağlar¹². Böylece yararlı flora, bağlanma bölgelerini bloke ederek¹⁴ ve/veya direkt olarak patojen bakterileri inhibe eden antimikrobiyel maddeler üreterek etkinliğini gösterir. Ruminantlar için göz önüne alınması gereken nokta, probiyotiklerin rumenden yıkılmadan geçebilmesi ve bağırsaklara yeterli sayıda ulaşabilmelerinin sağlanmasıdır. Probiyotik ve probiyotiklerin birlikte kullanımı (sinbiyotik), kasaplık hayvanlardaki gıda kaynaklı patojen bakteri popülasyonunun kesimhaneye getirilmeden önce indirgenmesinde etkili olabilir⁴. Levis ve ark.¹⁵ tarafından yürütülen bir çalışmada, domuzların içme sularına FOS eklendiğinde, intestinal içerikteki *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* sayısında azalma olmadığı, ancak ileosekal lenf düğümlerindeki infeksiyon oranının düştüğü gözlenmiştir.

3. Yarışmalı Dışlama (YD)

Yeni doğanlarda sindirim kanalı başlangıçta sterildir, ancak zamanla gastrointestinal mikrobiyotik flora kolonize olur^{6,16}. Bu flora yerleşik hale geldiğinde hayvan, özellikle gastrointestinal sistem infeksiyonlarına karşı daha dirençli bir duruma gelir⁶. Doğal mikrobiyotik floranın göstermiş olduğu bu etki "bakteriyel antagonizm"¹⁷, "bakteriyel interferens"¹⁸, "bariyer etkisi"¹⁹ ya da yarışmalı dışlama²⁰ olarak tanımlanmaktadır.

YD kültürü, tek bir spesifik suştan oluşabileceği gibi, bakterilerin birkaç suş hatta birkaç türünü de içerebilir. Sindirim sisteminin durumuna göre YD'nin amacı; önceden hayvanın sindirim sisteminde patojenlerin tutunup kolonize olabilecekleri bölgeleri kapatmak ya da var olan patojen bakteri popülasyonunun yerini almak olabilir²¹.

Karbonhidrat ve proteinlerin gastrointestinal mikrobiyotik flora tarafından fermentasyonu sonucunda oluşan uçucu yağ asitleri, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* gibi patojen bakteriler üzerine toksik etki gösterebilir²²⁻²⁴.

Bazı bakteriler, yarışmacı bakterileri elimine eden antimikrobiyotik bileşikler (bakteriyosinler) üretir²⁵; bu türler gıda kaynaklı patojen bakterilerin eliminasyonu amacıyla kullanılabilir³ Schamberger ve ark.²⁶, buzağuların diyetlerine günlük olarak 10⁸ kob/g yem düzeyinde, kolisin E7 üreten *E. coli* eklenmesi durumunda, *E. coli* O157:H7 serotipinin fekal saçılımının azaltılabileceğini saptamışlardır. Yarışmalı dışlama kültürleri ayrıca, sığırlarda *E. coli* O157:H7'nin indirgenmesinde kullanılmıştır. Zhao ve ark.²⁷, doğal olarak *E. coli* O157:H7-ari sığırlardan, O157:H7 olmayan *E. coli* suşlarını izole etmiş ve bu *E. coli* kültürünün, sığırlarda yerleşmiş olan *E. coli* O157:H7 popülasyonu ile yer değiştirebileceğini saptamıştır. Yürütülen bir başka araştırmada, sığırların bitirme rasyonlarına *Lactobacillus acidophilus* kültürlerinin eklenmesi halinde, *E. coli* O157:H7 saçılımının %50'den daha fazla bir oranda indirgenebildiği gözlenmiştir²⁸.

Sağlıklı ergin kanatlılardan elde edilen bakteri karışımlarının, yumurtadan yeni çıkmış civcivlere verilmesinin (YD), anti-*Salmonella* etkisi gösterdiği belirlenmiştir^{21,29}. Stern ve ark.³⁰ ise, YD kültürleri ile MYD (Mukozal Yarışmalı Dışlama) kültürlerinin broiler civcivlerinde *Salmonella* ve *Campylobacter spp.*'nin kolonizasyonu üzerine etkilerini karşılaştırmışlar ve sonuçta MYD'nin her iki patojen etkene karşı YD'den

daha etkili olduğunu saptamışlardır. Birleşik Devletler'de, civcivlerde *Salmonella* kolonizasyonunu azaltan, karışık-YD kültürleri ticari olarak üretilmektedir^{31,33}.

Domuzlara saf *Streptococcus faecium* kültürlerinin verilmesi ile, enterotoksijenik *E. coli* kolonizasyonu ve diare oluşumunun azaldığı belirlenmiştir^{34,35}. Fedorka-Cray ve ark.¹⁹, MYD kültürünün, deneysel olarak infekte edilmiş domuz yavrularında *Salmonella* popülasyonunu etkin olarak indirgediğini saptamıştır. Yapılan benzer çalışmalar sonucunda bu uygulamanın antibiyotik kullanımına bir alternatif oluşturabileceği³⁶ ve kesimhaneye getirilmeden önce hayvanlardaki patojen bakterilerin indirgenmesinde yararlı olduğu savunulmuştur³. Ancak birçok çalışmadan da olumsuz bulgular elde edilmiş ve bu durum, etkileri birbirleri ile uyumlu olmayan işlemlerin bir arada uygulandığı stratejilere (antibiyotik tedavisi gibi) bağlanmıştır⁷.

4. Antimikrobiyel Madde Kullanımı

Bakteriler, birçok kompleks mekanizma kullanarak antibiyotiklere karşı direnç geliştirebilmektedir ve antibiyotiklerin hem insan hekimliği hem de hayvansal tarımda yaygın olarak kullanımı, antibiyotik direnç genlerinin geniş bir alanda yayılmasına öncülük etmektedir. Bu direnç problemi nedeniyle, antibiyotiklerin kasaplık hayvanlarda büyümeyi artırmaya yönelik profiltik amaçla kullanılması, gelecekte çok daha iyi düzenlemeler altına alınacak ya da tamamen yasaklanacaktır⁹.

Antibiyotiklerle tek bir bakteri türünü kontrol altına almak genellikle zor olmaktadır. Bu nedenle hayvan rasyonlarında çoğunlukla geniş spektrumlu antibiyotikler tercih edilir. Gıda kaynaklı olanlar dahil gastrointestinal patojenlerin kontrolü amacıyla antibiyotik kullanımı, intestinal mikrobiyotik ekosistemde değişikliklere yol açarak, oportunistik patojenlerin normalde dışlandıkları yüzeylere tutunmalarına neden olur. Bu durum, hayvan sağlığını, performansını ve gıda güvenliğini oldukça kötü etkiler³⁷.

Yürütülen bir çalışmada, sığırlar 48 saat boyunca neomisin içeren yemle beslenmiş ve 24 saatlik bekleme süreci sonunda dışkı ile *E. coli* ve *E. coli* O157:H7 saçılımının belirgin bir biçimde düştüğü gözlenmiştir. Beşinci günün sonunda *E. coli* popülasyonu tedavi öncesine yakınına düşürülürken, *E. coli* O157:H7 popülasyonu neredeyse saptanamaz seviyeye inmiştir³⁸. Başka çalışmalarla da neomisin uygulamasının bu yöndeki etkinliği doğrulanmıştır³⁹.

İyonoforlar, insan hekimliğinde kullanılan antibiyotiklerle ilişkisi olmayan antimikrobiyel maddelerdir ve antibiyotik dirençliliğine yol açmadığı düşünülmektedir. Gram pozitif bakterilere karşı etkili olmakla birlikte, insanlarda hastalık oluşturan gıda kaynaklı patojenlerin çoğu (*Salmonella* ve *E. coli* gibi) Gram negatif olduğu için, kısa süreli uygulamalarda, bunlara karşı çok sınırlı bir etki göstermektedirler⁴⁰. Gerek karnatlılarda koksidiyostat olarak, gerekse ruminantlarda büyümeyi destekleme amaçlı yararlanılan monensin, kullanımı en yaygın iyonofordur⁴¹.

5. Bakteriyofaj Kullanımı

Genel olarak, kasaplık hayvanların gastrointestinal mikrobiyel ekosisteminin doğal birer üyesi olan ve bakteri virusları olarak da bilinen bakteriyofajlar, oldukça dar bir hedef spektrumuna sahiptir, hatta bazıları yalnızca spesifik bir suşa karşı etkilidir. Bu yüksek dereceli spesifite, mikrobiyel ekosisteme zarar vermeksizin, karışık popülasyondaki hedef mikroorganizmalara karşı kullanılmalarına olanak sağlar⁴². Fajlar ayrıca, dünyanın birçok yerinde, insanlardaki hastalıkların tedavisinde antibiyotiklere alternatif olarak kullanım alanı bulmuştur³.

Fajların sayılarındaki eksponensiyel artış, ortamda hedef bakteri bulunduğu ve fajların sindirim sisteminde kalmalarına olanak sağlandığı sürece devam eder. Bununla birlikte, faj popülasyonu sınırlıdır; eğer hedef bakteri ortamdan uzaklaştırılırsa, sayılarında azalma gerçekleşir³.

Bakteriyofajların, çeşitli kasaplık hayvanlarda gıda kaynaklı patojen bakterilerin kontrolü ve spesifik hayvan patojenlerine karşı kullanımından ümit verici sonuçlar elde edilmiştir⁴³⁻⁴⁵. Yapılan çalışmalar, bakteriyofaj uygulanan buzağılarda *E. coli* (EPEC)'nin neden olduğu diarenin ve dalakta EPEC kolonizasyonunun azaldığını göstermiştir^{46,47}. Faj uygulamasının etkinliği ile ilgili günümüze kadar yapılmış çalışmalardan farklı veriler elde edilmiştir. Bu nedenle, kasaplık hayvanlarda gıda kaynaklı patojen bakteri popülasyonunun kontrolüne yönelik geçerli bir yöntem olarak benimsenmeden önce, daha temel çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır⁹.

6. Patojenlerin Metabolik Yollarla Spesifik İnhibisyonu

E. coli ve *Salmonella*, nitrat redüktaz enzimiyle nitratı nitrite indirgeyerek anaerobik koşullar altında

solunum yapabilir. Hücre içi bakteriyel bir enzim olan nitrat redüktaz, nitrat ve analogu olan klorat arasında ayırım yapmaz ve bu sayede klorat sitoplazma içerisinde klorite indirgenir; klorit birikimi ise bakteriyi öldürür⁴⁸. Deneysel olarak *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* ile infekte edilen domuzlara oral yolla verilen kloratın, bu bakterilerin fekal ve intestinal popülasyonlarını azalttığı gözlenmiştir^{49,50}. Yem katkı maddesi olarak kullanılan kloratın, etçi sığırların hem sindirim sistemlerinde hem de derilerindeki *E. coli* konsantrasyonlarında belirgin bir azalmaya neden olduğu, içme suyuna eklenmesi halinde de hayvanların rumenlerindeki *E. coli* ve *E. coli* O157:H7'nin önemli düzeyde indirgeniği belirlenmiş, ayrıca bu maddenin hayvan sağlığı için olumsuz bir etkisinin olmadığı saptanmıştır^{51,52}. Broiler ve hindiler için de benzer uygulamaların gerçekleştirildiği ve ümit verici sonuçların alındığı araştırmalar bulunmaktadır³. Klorat uygulamasının, ruminant veya monogastrik hayvanlardaki ruminal ya da sekal/kolonik fermentasyon üzerine etkisinin olmadığı düşünülmektedir⁵¹. Kloratın, kasaplık hayvanların sindirim sistemindeki gıda kaynaklı patojen bakterilere olan belirgin etkisi nedeniyle, kesimhaneye getirilmeden önce son yemlerine katılması önerilmektedir⁵³. Bununla birlikte, kasaplık hayvanlarda klorat kullanımı, FDA tarafından incelenmekte olup henüz onaylanmış değildir³.

7. İmmunite Geliştirme

Patojen bakterilere karşı spesifik immunizasyon, kasaplık hayvanlarda hastalıklara neden olan patojenlerin seviyelerinde indirgenme sağlaması bakımından ümit verici olarak değerlendirilmektedir³. Domuzlar ve süt ineklerinde kullanılmak üzere, patojen *Salmonella* suşlarına karşı aşılar geliştirilmiştir⁵⁴. Aşılama ayrıca, süttan kesilmiş genç domuzların *E. coli* ödem hastalığı ile mücadelede başarıyla kullanılmaktadır⁵⁵. Yemle uygulanan aşılama, kasaplık hayvanlarda gıda kaynaklı patojenler de dahil olmak üzere bir çok hastalığa karşı geçerli ve ekonomik bir bağışıklık sağlama yöntemi olarak görülmektedir³. Ticari olarak hizmete sunulan *Salmonella* aşılarının, gastrointestinal sistemde mukozal savunmayı uyarak, etkenin kolonizasyonuna ve saçılmasına engel olabileceği düşünülse de bu yöndeki etkileri kesin değildir⁵⁶.

Sığırlarda fekal *E. coli* O157:H7 saçılımını azaltan bir aşı geliştirilmiştir. Ön çalışmalar bu aşının etkin olduğuna işaret etmekte ve daha kapsamlı denemeler sürmektedir. Sonuç olarak, bazı teknik konular henüz çözüm beklese de, gıda kaynaklı patojenlerin indirgen-

mesi amacıyla gerçekleştirilen aşılama uygulaması halen ümit verici bir konumdadır ve bu yöndeki diğer teknolojilere sinerjistik bir katkı sağlayabilir³.

8. Diyet Değişiklikleri

Yem ve suda patojenlerin giderilmesi, hayvanların bu etkenlere daha az maruz kalmasını sağlarken, patojenlerin horizontal ve vertikal yolla bulaşma oranını da azaltabilir⁵⁷.

Sığırların hububatla beslenmesi, ruminal mikrobiyel ekosistem ile hayvan sağlığı üzerine belirgin biçimde etki gösterir⁵⁸. Diyetteki nişastanın bir kısmı ruminal fermentasyondan kurtularak sekum ve kolona gelir ve burada mikrobiyel fermentasyona uğrar⁵⁹.

Diez-Gonzalez ve ark.⁶⁰, besi tipi rasyonla beslenen sığırlardaki *E. coli* popülasyonunun, yalnızca kuru ota beslenenlerdekenden 1000 kat daha fazla olduğunu, bitirme rasyonundan ani bir şekilde %100 kuru ota geçilmesi halinde popülasyonda 1000 misli bir indirgenme şekillendiğini, ekstrem asit şokuna (insan midesine benzer şekilde) dirençli *E. coli* popülasyonunda ise 5 gün içinde 100 000 kattan daha fazla oranda azalma oluştuğunu saptamış ve kesimhaneye getirilmeden önce yüksek tane yem diyetinden kuru ota geçilmesini önermişlerdir. Diğer bazı araştırmacılar tarafından da benzer sonuçlar ortaya konmuştur^{61,62}. Bununla birlikte, bazı araştırma sonuçları, kaba yemle beslemenin *E. coli* O157:H7'nin saçılması üzerine ya hiç etkili olmadığını ya da artırdığını göstermiştir⁶³⁻⁶⁵.

9. Diğer Uygulamalar

Broilerlerin kursakları, *Salmonella* kontaminasyonunda başlıca kaynak olarak değerlendirilmektedir ve kontaminasyon düzeyinin sekuma göre 3.5 kat daha fazla olduğu bildirilmektedir. Ayrıca kursak, proses sırasında yine sekuma göre 85 kat daha fazla sıklıkla yırtılmaya maruz kalmaktadır. Bunun da ötesinde, kesim öncesi belirlenen sürelerde (8 saat) yemlemenin durdurulması ile kursaktaki *Salmonella* insidensinde artış gözlenmektedir^{66,67}.

Barnhart ve ark.⁶⁸, organik materyalin bulunduğu ortamda *Salmonella*'nın eliminasyonu için d-Limonene (DL) ve sitrik asit (CA) kombinasyonunu içeren kapsüllerin 8 saatlik bekleme süresinin son 45 dakikasında verilmesi halinde, kursaklarında *Salmonella* taşıyan broiler sayısının belirgin biçimde azaldığını gözlemişlerdir.

Broilerlerin içme sularına, kesimden 24 saat önce yemlemenin durdurulduğu bekleme periyodunda laktik asit ya da sitrik asit eklenmesinin, kursaktaki *Salmonella enteritidis*'in azaltılması yönünde etki gösterebileceği bildirilmiştir⁶⁹. Byrd ve ark.⁷⁰, broilerlerin içme sularına, kesimhaneye taşınmalarından 8 saat önce %0.5 oranında laktik asit ya da formik asit ilave edildiğinde, kursaktaki *Salmonella typhimurium* ve *Campylobacter* insidensinin belirgin biçimde indirgenmesini belirtmişlerdir.

Hindi diyetlerine Vitamin E eklemenin, konağın savunma sistemini uyardığı ve *L. monocytogenes*'in daha iyi elimine edildiği ortaya konmuştur⁷¹. Broiler yemlerine laktoz ilavesi ve sekal floraya uçucu yağ asitleri üreten anaerobik kültür inokulasyonu halinde, sekal içerikteki *Salmonella* sayısının önemli düzeyde azaldığı bildirilmiştir⁷². Jung ve ark.⁷², civcivlere oral olarak verilen 2-nitropropanol (2NPOH)'ün *Salmonella enterica* serovar Typhimurium suşları üzerine bakterisidal aktivite gösterdiğini bildirmiştir. Besi sığırlarının diyetlerine %2 oranında Tasco-14 (*Ascophyllum nodosum*) eklendiğinde, deri ve dışkıdaki EHEC O157 prevalansının indirgenebileceği ve *Salmonella*'nın çoğalmasının baskılanabileceği ortaya konmuştur. Bir su yosunu olan *Ascophyllum nodosum*'dan elde edilen ekstrakt sitokinin kaynağı olarak bilinmektedir ve etkinlikleri konusundaki çalışmalar devam etmektedir⁷⁴.

SONUÇ

Et endüstrisinde, ürün güvenliğini artırmak üzere araştırmalar devam etmekle birlikte, kesim öncesi müdahale yöntemlerine henüz yeterince önem verilmemektedir. Ancak son zamanlarda kesimden önce hayvanlardaki gıda kaynaklı patojen bakterilerin insidenslerini azaltmak amacıyla, aşılama, probiyotik ve prebiyotikler, yarışmalı dışlama, antibiyotikler, antimikrobiseller, bakteriyofaj ve diyet uygulamalarından yararlanılabileceği yönünde umut verici bulgular ortaya konmaktadır. Kesim öncesi dekontaminasyonun, karkas hijyeninin sağlanmasında en etkili yöntemler arasında yerini alacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- 1 Mead PS, Slutsker L, Dietz V, McCraig LF, Bresee JS, Shapiro C, Griffin PM, Tauxe RV: Food-related illness and death in the United States. *Emerg Infect Dis*, 5, 607-625, 1999.
- 2 ERS/USDA: ERS estimates foodborne disease costs at \$6.9 billion per year. Erişim: <http://www.ers.usda.gov/Emphases/SafeFood/features.htm>. Erişim tarihi:20.12.2004, 2001.

- 3 **Callaway TR, Anderson RC, Edrington TS, Elder RO, Genovese KJ, Bischoff KM, Jung YS, Harvey RB, Nisbet DJ:** Preslaughter intervention strategies to reduce food-borne pathogens in food animals. *J Anim Sci*, 81(2): 17-23, 2003.
- 4 **Elder RO, Keen JE, Siragusa GR, Barkocy-Gallagher GA, Koohmaraie M, Lagreid WW:** Correlation of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157 prevalence in feces, hides, and carcasses of beef cattle during processing. *Proc Natl Acad Sci (USA)*, 97, 2999-3003, 2000.
- 5 **Hynes NA, Wachsmuth IK:** *Escherichia coli* O157:H7 risk assesment in ground beef: A public health tool. Page 46. In, Proc 4th Int Symp. On Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* Infections, Kyoto, Japan, 2000.
- 6 **Fuller R:** Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol*, 66, 365-378, 1989.
- 7 **Steer T, Carpenter H, Tuohy K, Gibson GR:** Perspectives on the role of the human gut microbiota and its modulation by pro and prebiotics. *Nutr Res Rev*, 13, 229-254, 2000.
- 8 **Lema M, Williams L, Rao DR:** Reduction of fecal shedding of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in lambs by feeding microbial feed supplement. *Small Rumin Res*, 39(1): 31-39, 2001.
- 9 **Callaway TR, Anderson RC, Edrington TS, Genovese KJ, Bischoff KM, Poole TL, Jung YS, Harvey RB, Nisbet DJ:** What are we doing about *Escherichia coli* O157:H7 in cattle? *J Anim Sci*, 82, 93-99, 2004.
- 10 **Walker WA, Duffy LC:** Diet and bacterial colonization: Role of probiotics and prebiotics. *J Nutr Biochem*, 9, 668-675, 1998.
- 11 **Crittenden RG:** Probiotics. In: GW Tannock (Ed): Probiotics: A Critical Review. Horizon Scientific Press, Wymondham, UK, 1999.
- 12 **Willard MD, Simpson RB, Cohen ND, Clancy JS:** Effects of dietary fructooligosaccharide on selected bacterial populations in feces of dogs. *Am J Vet Res*, 61, 820-825, 2000.
- 13 **Collins DM, Gibson GR:** Probiotics, prebiotics, and synbiotics: Approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *Am J Clin Nutr*, 69, 1052-1057, 1999.
- 14 **Zopf D, Roth S:** Oligosaccharide anti-infective agents. *The Lancet* (N Am), 347, 1017-1021, 1996.
- 15 **Levis I, Hurd H, Mckean J, Gailey J, Larsen S, Harbaugh E, Griffith R:** Use of fructooligosaccharide to prevent rapid *Salmonella* infection in market weight swine. Erişim: <http://www.ars.usda.gov/research/publications> Erişim Tarihi: 20.12.2004, 2002.
- 16 **Jayne-Williams DJ, Fuller R:** The influence of the intestinal microflora on nutrition. In: Bell DJ, Freeman BM (Ed): Physiology and Biochemistry of the Domestic Food. Pages 74-92. Academic Press, London, UK, 1971.
- 17 **Freter R, Brickner H, Botney M, Cleven D, Aranki A:** Mechanisms that control bacterial populations in continuous-flow culture models of mouse large intestinal lora. *Infect Immun*, 39, 676-685, 1983.
- 18 **Dubos RJ:** *Staphylococci* and infection immunity. *Am J Dis Child*, 105, 643-645, 1963.
- 19 **Fedorka-Cray PJ, Bailey JS, Stern NJ, Cox NA, Ladely SR, Musgrove M:** Mucosal competitive exclusion to reduce *Salmonella* in swine. *J Food Prot*, 62, 1376-1380, 1999.
- 20 **Lloyd AB, Cumming RB, Kent RD:** Prevention of *Salmonella typhimurium* infection in poultry by pre-treatment of chickens and poults with intestinal extracts. *Aust Vet J*, 53, 82-87, 1977.
- 21 **Nurmi E, Nuotio L, Schncitz C:** The competitive exclusion concept: Development and future. *Int J Food Microbiol*, 15, 237-240, 1992.
- 22 **Wolin MJ:** Volatile fatty acids and the inhibition of *Escherichia coli* growth by rumen fluid. *Appl Microbiol*, 17, 83-87, 1969.
- 23 **Barnes EM, Impey CS, Stevens BJH:** Factors affecting the incidence and anti-*Salmonella* activity of the anaerobic cecal flora of the chick. *J Hyg*, 82, 263-283, 1979.
- 24 **Prohaszka L, Baron F:** Antibacterial effect of volatile fatty acids on *Enterobacteriae* in the large intestine. *Acta Vet Hung*, 30, 9-16, 1983.
- 25 **Jack RW, Tagg JR, Ray B:** Bacteriocins of gram-positive bacteria. *Microbiol Rev*, 59, 171-200, 1995.
- 26 **Schamberger GP, Phillips RL, Jacobs JL, Diez-Gonzalez F:** Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 populations in cattle addition of colicin E7-producing *E. coli* too feed. *Appl Environ Microbiol*, 70(10): 6053-6060, 2004.
- 27 **Zhao T, Doyle MP, Harmon BC, Brown CA, Mueller POE, Parks AH:** Reduction of carriage of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in cattle by inoculation with probiotic bacteria. *J Clin Microbiol*, 36, 641-647, 1998.
- 28 **Brashears M, Galyean ML:** Testing of probiotic bacteria for the elimination of *Escherichia coli* O157:H7 in cattle. Erişim: <http://www.amif.org./PRProbiotics042302.htm>. Erişim Tarihi: 20.12.2004, 2002.
- 29 **Nurmi E, Rantala M:** New aspects of *Salmonella* infection in broiler production. *Nature*, 24, 210-211, 1973.
- 30 **Stern NJ, Cox NA, Bailey JS, Berrang ME, Musgrove MT:** Comparison of mucosal competitive exclusion and competitive exclusion treatment to reduce *Salmonella* and *Campylobacter spp.* colonization in broiler chickens. *Poultry Sci*, 80, 156-160, 2001.
- 31 **Nisbet DJ, Corrier DE, DeLoach JR:** Effect of mixed cecal microflora maintained in continuous culture, and dietary lactose on *Salmonella typhimurium* colonization in broiler chicks. *Avian Dis*, 37, 528-535, 1993.
- 32 **Nisbet DJ, Corrier DE, Ricke S, Hume ME, Byrd JA, DeLoach JR:** Maintenance of the biological efficacy in chicks of a cecal competitive-exclusion culture against *Salmonella* by continuous-flow fermentation. *J Food Prot*, 59, 1279-1283, 1996.
- 33 **Nisbet DJ, Corrier DE, Scanlan CM, Hollister AG, Beier RC, DeLoach JR:** Effect of defined continuous flow derived bacterial culture and dietary lactose on *Salmonella* colonization in broiler chicks. *Avian Dis*, 37, 1017-1025, 1993.
- 34 **Underdahl RA, Torres-Medina A, Doster AD:** Effect of *Streptococcus faecium* C-68 in control of *Escherichia coli* induced diarrhea in gnotobiotic pigs. *Am J Vet Res*, 43, 2227-2232, 1982.
- 25 **Ushe TC, Nagy B:** Inhibition of small intestinal colonization of enterotoxigenic *Escherichia coli* by *Streptococcus faecium* M-74 in pigs. *Zbl Bakt Hyg*, 181, 374-382, 1985.
- 36 **Harvey RB, Anderson RC, Genovese KJ, Callaway TR, Nisbet DJ:** Use of competitive exclusion to control enterotoxigenic starins of *Escherichia coli*. *J Anim Sci*, 82, 404, 2004.
- 37 **Witte W:** Selective pressures by antibiotic use in livestock. *Int J Antimicrobiob Agents*, 16, 19-24, 2000.
- 38 **Elder RO, Keen JE, Wittum TE, Callaway TR, Edrington TS, Anderson RC, Nisbet DJ:** Intervention to reduce fecal shedding of enterohemorrhaging *Escherichia coli* O157:H7 in naturally infected cattle using neomycin sulfate. Page 602 In, Am Soc Anim Sci/Am Dairy Sci Assoc Joint Mtg, Quebec, 2002.

- 39 **Ransom JR, Belk KE, Sofosi JN, Scanga JA, Rossman ML, Smith GC, Tatum JD:** Investigation of on-farm management practices as preharvest beef microbiological interventions. Natl Cattlemen's Beef Assoc Res Fact Sheet, Centennial, CO, 2003.
- 40 **Edrington TS, Callaway TR, Bischoff KM, Genovese KJ, Elder RO, Anderson RC, Nisbet DJ:** Effect of feeding the ionophores monensin and laidlomycin propionate and the antimicrobial bambamycin to sheep experimentally infected with *E. coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium*. *J Anim Sci*, 81, 553-560, 2003.
- 41 **Russell JB, Strobel HJ:** Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Appl Environ Microbiol*, 55, 1-6, 1989.
- 42 **Adams JC, Gazaway JA, Brailsford MD, Hartman PA, Jacobson NL:** Isolation of bacteriophages from the bovine rumen. *Experientia*, 22, 717-718, 1966.
- 43 **Kudva IT, Jelacic S, Tarr P, Youderian P, Hovde C:** Biocontrol of *Escherichia coli* O157 with O157-specific bacteriophages. *Appl Environ Microbiol*, 65(9): 3767-3773, 1999.
- 44 **Bach SJ, McAllister TA, Veira DM, Gannon VP, Holley RA:** Evaluation of bacteriophage DC22 for control of *Escherichia coli* O157:H7. *J Anim Sci*, 80, 263, 2002.
- 45 **Callaway TR, Edrington TS, Anderson RC, Jung YS, Genovese KJ, Elder RO, Nisbet DJ:** Isolation naturally-occurring bacteriophage from sheep that reduce populations of *E. coli* O157:H7 in vitro and in vivo. Page 25. In, Proc. 5th Int. Symp. On Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* Infections, Edinburgh, UK, 2003.
- 46 **Smith HW, Huggins RB:** Effectiveness of phages in treating experimental *Escherichia coli* diarrhoea in calves, piglets and lambs. *J Gen Microbiol*, 129, 2659-2675, 1983.
- 47 **Smith HW, Huggins RB:** The control of experimental *E. coli* diarrhea in calves by means bacteriophage. *J Gen Microbiol*, 133, 1111-1126, 1987.
- 48 **Stewart VJ:** Nitrate respiration in relation to facultative metabolism in enterobacteria. *Microbiol Rev*, 52, 190-232, 1988.
- 49 **Anderson RC, Buckley SA, Callaway TR, Genovese KJ, Kubena LF, Harvey RB, Nisbet DJ:** Effect of sodium chlorate on *Salmonella typhimurium* concentrations in the weaned pig gut. *J Food Prot*, 64(2): 255-258, 2001.
- 50 **Anderson RC, Callaway TR, Buckley SA, Anderson TJ, Genovese KJ, Sheffield CL, Nisbet DJ:** Effect of oral sodium chlorate administration on *Escherichia coli* O157:H7 in the gut of experimentally infected pigs. *Int J Food Microbiol*, 71, 125-130, 2001.
- 51 **Callaway TR, Anderson RC, Genovese KJ, Poole TL, Anderson TJ, Byrd JA, Kubena LF, Nisbet DJ:** Sodium chlorate supplementation reduces *E. coli* O157:H7 populations in cattle. *J Anim Sci*, 80, 1683-1689, 2002.
- 52 **Anderson RC, Carr MA, Miller RK, King DA, Carstens GE, Genovese KJ, Elder RO, Callaway TR, Edrington TS, Jung YS, McReynolds JL, Hume ME, Beier RC, Nisbet DJ:** Experimental Chlorate preparations as feed and water supplements: I. Effects on *E. coli* contamination of beef cattle. Erişim: <http://animalscience.tamu.edu/ansc/beef/bcrt/Anderson.pdf>, Erişim Tarihi: 20.12.2004, 2004.
- 53 **Anderson RC, Buckley SA, Kubena LF, Stanker LH, Harvey RB, Nisbet DJ:** Bactericidal effect of sodium chlorate on *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* DT104 in rumen contents in vitro. *J Food Prot*, 63, 1038-1042, 2000.
- 54 **House JK, Ontiveros MM, Blackmer NM, Dueger EL, Fitchorn JB, McArthur GB, Smith BP:** Evaluation of an autogenous *Salmonella* bacterin and a modified live *Salmonella* serotype chloraesus vaccine on a commercial dairy farm. *Am J Vet Res*, 62, 1897-1902, 2001.
- 55 **Gyles CL:** Vaccines and shiga toxin-producing *Escherichia coli* in animals. In: Kaper JB, O'Brien AD (Ed): *Escherichia coli* O157:H7 and Other Shiga Toxin-producing *E. coli* Strains. Pages 434-444. Amer Soc Microbiol Press, Washington, DC, 1998.
- 56 **McDonough P, Stehman S:** Usefulness vaccination and vaccine for control of salmonellosis. Erişim: <http://nyschap.vet.cornell.edu/module/salmonella/section1/UsefulnessOfVaccinationAndVaccines.pdf> Erişim Tarihi: 03.01.2005, 2005.
- 57 **Hancock DD, Bessre TE, Rice DH:** Ecology of *Escherichia coli* O157:H7 in cattle and impact of management practices. In: Kaper JB, O'Brien AD (Ed): *Escherichia coli* O157:H7 and Other Shiga Toxin-producing *E. coli* Strains. Pages 85-91. Amer Soc Microbiol Press, Washington, DC, 1998.
- 58 **Russell JB, Rychlik JL:** Factors that alter rumen microbial ecology. *Science*, 292, 1119-1122, 2001.
- 59 **Huntington GB:** Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *J Anim Sci*, 75, 852-867, 1997.
- 60 **Diez-Gonzalez F, Callaway TR, Kizoulis MG, Russell JB:** Grain feeding and the dissemination of acid resistant *Escherichia coli* from cattle. *Science*, 281, 1666-1668, 1998.
- 61 **Tkalcic S, Brown CA, Harmon BG, Jain AV, Mueller EPO, Parks A, Jacobsen KL, Martin SA, Zhao T, Doyle MP:** Effects of diet on rumen proliferation and fecal shedding of *Escherichia coli* O157:H7 in calves. *J Food Prot*, 63, 1630-1636, 2000.
- 62 **Gregory NG, Jacobson LH, Nagle TA, Muirhead RW, Leroux J:** Effect of preslaughter feeding system on weightloss, gut bacteria, and the physico-chemical properties of digesta in cattle. *N Z J Agric Res*, 43, 351-361, 2000.
- 63 **Hovde CJ, Austin PR, Cloud KA, Williams CJ, Hunt CW:** Effect of cattle diet on *Escherichia coli* O157:H7 acid resistance. *Appl Environ Microbiol*, 65, 3233-3235, 1999.
- 64 **Buchko SJ, Holley RA, Olson WO, Gannon VPJ, Veira DM:** The effect of different grain diets on fecal shedding on *Escherichia coli* O157:H7 by steers. *J Food Prot*, 63, 1467-1474, 2000.
- 65 **Buchko SJ, Holley RA, Olson WO, Gannon VPJ, Veira DM:** The effect of fasting and diet on fecal shedding of *Escherichia coli* O157:H7 by cattle. *Can J Anim Sci*, 80, 741-744, 2000.
- 66 **Humphrey TJ, Baskerville A, Whitehead A, Rowe B, Henley A:** Influence of feeding patterns on the artificial infection of laying hens with *Salmonella enteritidis* phage type 4. *Vet Rec*, 132, 407-409, 1993.
- 67 **Ramirez GA, Sarlin LL, Caldwell DL, Yezak CR, Hume ME, Corrier DE, DeLoach JR, Hargis BM:** Effect of feed withdrawal on the incidence of *Salmonella* in crops and ceca of market age broiler chickens. *Poultry Sci*, 76, 654-656, 1997.
- 68 **Barnhart ET, Sarlin L, Caldwell DJ, Byrd JA, Corrier DE, Hargis BM:** Evaluation of potential disinfectants for preslaughter broiler crop decontamination. *Poultry Sci*, 78, 32-37, 1999.
- 69 **Avila LAF, Nascimento VP, Canal CW, Salle CTP, Moraes HL:** Effect of acidified drinking water on the recovery of *Salmonella enteritidis* from broiler crops. *Br J Poultry Sci*, 5(3): 183-188, 2003.

- 70 **Byrd JA, Hargis BM, Caldwell DJ, Bailey RH., Herron KL, McReynolds JL, Brewer RL, Anderson RC, Bischoff KM, Callaway TR, Kubena LF:** Effect of lactic acid administration in th drinking water during preslaughter feed withdrawal on *Salmonella* and *Campylobacter* contamination of broilers. *Poultry Sci.* 80, 278-283, 2001.
- 71 **Zhu M, Wesley I, Mendonca A, Ahn D:** The role of dietary Vitamin E in experimental *Listeria monocytogenes* infections in turkeys. Erişim: <http://www.ars.usda.gov/research/publications> Erişim Tarihi: 20.12.2004, 2002.
- 72 **Corrier DE, Hinton AJR, Ziprin RL, DeLoach JR:** Effect of dietary lactose on *Salmonella* colonization of market-age broiler chickens. *Avian Dis.* 34(3): 668-676, 1990.
- 73 **Jung YS, Anderson R, Edrington T, Genovese K, Byrd J, Callaway T, Nisbet D:** Experimental use of 2-nitropropanol for reduction of *Salmonella typhimurium* in ceca of broiler chicks. *J Food Prot.* 67, 1945-1947, 2004.
- 74 **Braden KW, Blanton JR, Allen VG, Pond KR, Miller M:** *Ascophyllum nodosum* supplementation: a preharvest intervention for reducing *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella spp.* in feedlot steers. *J Food Prot.* 67(9): 1824-1828, 2004.