

Cryptosporidium parvum'un Bulaşmasında Su ve Gıdaların Rolü

Figen ÇETİNKAYA*

Geliş Tarihi: 23.07.2003

Kabul Tarihi: 07.04.2004

Özet: *Cryptosporidium parvum* (*C.parvum*), cryptosporidiosis salgınlarına yol açan tehlikeli protozoon bir parazittir. Bu parazit çeşitli çevresel stres koşullarına ve gıda işleme prosedürlerine dirençli olan ookist formunda, kontamine su ve çiğ gıdalar ile nakledilebilmektedir. Gıda maddelerinin işlenmesi sırasında *C.parvum* ile bulaşık suların kullanılması etkenin gıda işletmelerine girişinde potansiyel bir kaynak olarak görülmektedir. Bu derlemede, su ve gıdaların etkenin bulaşmasındaki rolü ve gıda zincirinden bu paraziti elimine etmede gıda endüstrisinde uygulanabilecek işletme kontrolleri üzerinde durulacaktır.

Anahtar Sözcükler: *C.parvum*, epidemiyoloji, içme suyu, çiğ gıdalar, kontaminasyon.

The Role of Water and Foods in the Transmission of *Cryptosporidium parvum*

Summary: *Cryptosporidium parvum* (*C.parvum*) is a emerging protozoan parasite responsible for several serious outbreaks of cryptosporidiosis. This parasite can be transmitted through contaminated water and raw food in the oocyst form, which is resistant to many environmental stresses and food processes. Employment of contaminated water in the production of foodstuffs may represent an important potential source of entry into food processing. This review article aims to examine the transmission of the pathogen via waters and foods, and processing controls that may be beneficial to the food industry to help eliminate this parasite from the human foodchain.

Key Words: *C.parvum*, epidemiology, drinking water, raw foods, contamination.

Giriş

C.parvum, insan ve değişik hayvan konakçılarının sindirim sistemini enfekte eden obligat intraselüler bir parazittir^{32,7}. *Cryptosporidium* cinsinde en az 10 tür bulunmakta¹⁶, ancak insanlarda enfeksiyon öncelikle *C.parvum* tarafından oluşturulmaktadır. Amerika'da yılda ~15 milyon kişinin diyare yüzünden sağlık kuruluşlarına başvurduğu ve 300 000 kişinin *Cryptosporidium* enfeksiyonuna yakalandığı rapor edilmiştir³¹. Gelişmekte olan ülkelerde enfeksiyonun prevalansının endüstrileşmiş ülkelere oranla çok daha yüksek olduğu ve bu durumun endüstrileşmiş ülkelerde içme suyuna uygulanan etkili temizlik ve dezenfeksiyon prosedürlerine bağlı

olduğu öne sürülmektedir¹⁶. Yapılan seroprevalans çalışmaları sonucunda, endüstrileşmiş ülkelerdeki popülasyonun %25-35'inin, gelişmekte olan ülkelerdeki popülasyonun ise %64'ünün cryptosporidiosis ile enfekte olduğu ortaya konmuştur³⁷. Çocuklar, kötü beslenen kişiler ile AIDS hastaları, kanser için kemoterapi gören hastalar, organ nakli gerçekleştirilen kişiler, immunsupresif hastalar gibi immünitesi zayıflamış kişiler enfeksiyon için çok daha büyük bir risk taşımaktadır¹⁶. Gerek immunitesi zayıflamış²³ gerekse immunokompetent²⁶ kişilerde görülen gastrointestinal sisteme ilişkin semptomlar şiddetli diyare, dehidrasyon, abdominal kramplar, kusma, ağırlık kaybı ve elektrolit dengesizliğidir. Etken ya enfekte hayvanlarla direk temas,

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

kontamine su ve çiğ gıdalar ile insanlara ya da insanlardan insanlara bulaşabilmektedir. Başlıca bulaşma yolu ise kontamine gıdalar ve suyun tüketimi sonucu fekal-oral yoldur. Son yıllarda cryptosporidiosis etkeni *C.parvum*; su ve gıdalar ile insanlara bulaşması yanında sağlıklı kişilerde yüksek morbidite ve duyarlı kişilerde yüksek mortalite oranının görülmesi ve semptomların gözlemlendiği hastalarda etkeni eradike etmede etkili bir tedavisinin bulunmaması nedeniyle gıda endüstrisinde büyük bir kaygı yaratmaktadır³².

Enfeksiyonun Başlıca Bulaşma Yolları

Kontamine İçme Suyu

Su cryptosporidiosisin nakledilmesinde önemli bir araç olarak görülmektedir³². Hayvan gübrelerinin yaygın bir biçimde toprağa bırakılması sonucu, aerosol yayılmayla direk olarak veya su kaynaklarının kontaminasyonu ile indirek olarak enfeksiyon oluşabilmektedir. *C.parvum*'un doğada yaygın olarak bulunması ve su yoluyla bulaşma potansiyeli; ookistlerin her zaman infeksiyöz olması, oldukça küçük olmaları (3.5-6.0 µm) ve düşük sedimentasyon oranına (0.5µm/s) sahip olmaları ile de ayrıca kolaylaşmaktadır. İşlenmemiş atık sular, filtre edilerek işlenen atık sular, kanalizasyonda, yer altı sularında, yeryüzü sularında ve işlenmiş içme suyunda ookistlerin belirlenmesi; dışkıyla kontaminasyonu göstermektedir¹⁶.

Tüm dünyada bu konuda yapılan çalışmaların sonuçları, kontamine suyun cryptosporidiosis için yüksek bir risk taşıdığını ortaya koymaktadır³⁸. Kuzey Amerika'da kaynak sularının kontaminasyonuna ilişkin olarak yapılan iki farklı çalışmada; aynı yerler 4 yıl ara ile incelenmiş ve tüm örneklerin sırasıyla %89 ve %45'inin *C.parvum* ookistlerini içerdiği belirlenmiştir^{28,29}. Yine Amerika'daki yüzey sularının yaklaşık %97'sinin *Cryptosporidium* ookistleri ile kontamine olduğunu bildiren raporlar bulunmaktadır²⁹. Geleneksel filtrasyon tekniği ile içme sularının işlendiği fabrikalarda yapılan çalışmalarda, işlenen ve tüketime hazır hale getirilen suların %3.8-33.3'ünün her 100 litresinde 0.1-48 ookist bulunduğu görülmüştür¹⁶.

Dışkı analizleri ve serolojik testler ile doğrulanmış su kökenli ilk cryptosporidiosis salgını, 1984 yazında ~5900 kişinin yaşadığı Braun Station'da (Texas) ortaya çıkmış ve 117 kişinin etkilendiği salgında görülen diyarenin insidensi-

nin normalden 12 kat daha fazla olduğu rapor edilmiştir⁹. İlk olarak kolej öğrencileri arasında gastroenteritisin artışıyla dikkati çeken 1987'deki bir salgında, Carroll County'de (GA,USA) 64 900 yerlinin ~13 000'i etkilenmiştir²¹. Su işleme fabrikasında koagülasyon, sedimentasyon, filtrasyon ve dezenfeksiyon gibi işlemlere tabi tutulmuş olan işlenmiş su örneklerinde ve işletmenin yakınındaki bir akarsuda *C.parvum* ookistleri saptanmıştır. Amerikan tarihinin en büyük su kökenli hastalık salgını olarak bildirilen 1993 yılında Milwaukee'de (Wisconsin - USA) ortaya çıkan salgında, ~1 610 000 kişiden ~403 000 etkilenmiştir. Epidemiyolojik çalışmalarda Milwaukee'de yaşayan kişilerin dışkılarında ve salgın öncesi ve sırasında yapılan dondurmalarda ookistler identifiye edilirken³⁰; etkilenen dört hastaya ait ookistlerin genetik olarak insan orijinli olduğunun belirlenmesi ile, kontaminasyonun kanalizasyon sisteminden kaynaklandığı rapor edilmiştir³⁵. 2000 yılı Mart ayında Clitheroe'de (Lancashire, İngiltere) ortaya çıkan ve başlıca semptom olarak diyarenin görüldüğü cryptosporidiosis salgınında ise, 58 kişi etkilenmiş ve epidemiyolojik araştırmalarda hayvan dışkısıyla bulaşık olduğu belirlenen ve kaynatılmadan tüketilen musluk suyunun salgına neden olduğu tespit edilmiştir²².

Zuckerman ve ark.³⁹ İsrail'de 9 ay boyunca değişik çevresel kaynaklarda *Cryptosporidium*'ların varlığını araştırmışlar; başlıca içme suyu kaynağı olan Kineret Gölü'nden alınan örneklerin %66.6'sında (ortalama 0.3-1.09 ookist / l) ve ayrıca bir filtrasyon tesisine giren içme suyuna ait 35 örnekten 23'ünde (0-317 ookist/l) *Cryptosporidium*'ları saptamışlardır. Araştırmacılar içme suyu kaynaklarının kontaminasyonuna kanalizasyon sisteminin ve sığır dışkılarının neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Epidemiyolojik araştırmalar ile, su kaynaklı cryptosporidiosis salgınları ve/veya vakalarında kontamine kaynak sularının, önemli seviyede bulanık suların ve su fabrikalarındaki işleme hatalarının önemli rol taşıdığı bildirilmiştir¹⁶.

Kontamine Gıda Maddeleri

Meyve, sebze ve deniz kabukluları gibi çeşitli gıda maddelerinden *Cryptosporidium* ookistleri izole edilmiştir. Yumuşak kabuklular (Molluscan shellfish) fazla miktarda suyu filtre ederek solungaçları üzerinde tutmakta ve böylece su kökenli patojenlerin biyolojik indikatörleri olarak görülen küçük partiküller çıkartmaktadır. Chesapeake Körfezi'nden toplanan istiridye

ve midyelerde^{15,19}, İrlanda kıyılarındaki midyelerde⁵ ve Galicia'daki (İspanya) istiridyelerde¹⁸ *C.parvum* ookistleri identifiye edilmiştir. Kanalizasyonla kirletilmiş deniz sularının alınması ya da etkenin biyolojik toplayıcıları olarak bilinen kontamine kabukluların tüketimi, halkın bu şekilde *C.parvum*'u alma riskini arttırabilmektedir.

Yapılan çeşitli çalışmalarda marketlerde satılan sebzelerin yüzeylerinde ookistlerin bulunduğu saptanmıştır. Costa Rica'da kılantro yaprakları ve köklerinde, ıspanak, kırmızı turp, maydanoz, domates, salatalık ve havuçlarda ookistler belirlenmiş³³, bu ürünlerin genellikle herhangi bir ısı işlemi görmeden çiğ olarak tüketilmeleri nedeniyle, *C.parvum* ookistleri ile kontaminasyonlarının halk sağlığı açısından büyük bir risk taşıdığı bildirilmiştir¹⁵. İnsan ve hayvan dışkılarından elde edilen gübrelerin, sulamada yararlanılan kontamine suların, çiftlik çalışanlarının toprakla bulaşık ellerinin, sebze yetiştiricileri ve gıda işleyicilerinin; ve sebzelerin paketlenmesi, depolandığı, satıldığı veya hazırlandığı yerlerdeki kontamine yüzeylerin sebzelerin kontaminasyon kaynakları olabileceği belirtilmiştir¹⁶.

İngiltere'de yerel, küçük çaplı bir işletme tarafından üretilen süt, 50 okul öğrencisinde görülen cryptosporidiosis salgımından sorumlu tutulmuştur. Sütteki kir ve pislikler yüzünden gelen şikayetler üzerine çevre sağlığı görevlilerince yapılan incelemelerde, işletmedeki pastörizatörün uygun şekilde çalışmadığı ve dolayısıyla sütlerin yeterince ısı işlemi görmediği tespit edilmiştir¹⁷. Minnesota'da sosyal bir etkinliğe katılan 50 kişi arasında görülen salgına, tavuk salatasının neden olduğu rapor edilmiştir³.

C.parvum ookistlerinin süt ürünlerinde canlılığını belirlemek üzere de çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Deng ve Cliver¹⁰ süttten ve paslanmaz çelik yüzeylerden yoğurda ookistlerin bulaşmasını ve de yoğurt ve dondurma üretimi sırasında ookistlerin canlılıklarını araştırmışlardır. 4×10^6 - 8×10^6 /ml düzeyinde ookist inokule edilen sütlerden üretilen ve 37°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra 4°C'de depolanan yoğurtlarda; ookistlerin canlılığının 48 saatlik inkübasyondan sonra %83'den yaklaşık %60'a ve 8 günlük depolamadan sonra %58'e azaldığını saptamışlardır. Çalışmada ookistlerin canlılığının direk süte ookist inokule edilerek elde edilen yoğurtların üretimi ve depolanması sırasında %80'lerden %58'lere; paslanmaz çelikten karıştırıcıların yüzeyine ookist inokulasyonu sonrasında üretilen yoğurtların üretim ve depolanması sırasında ise

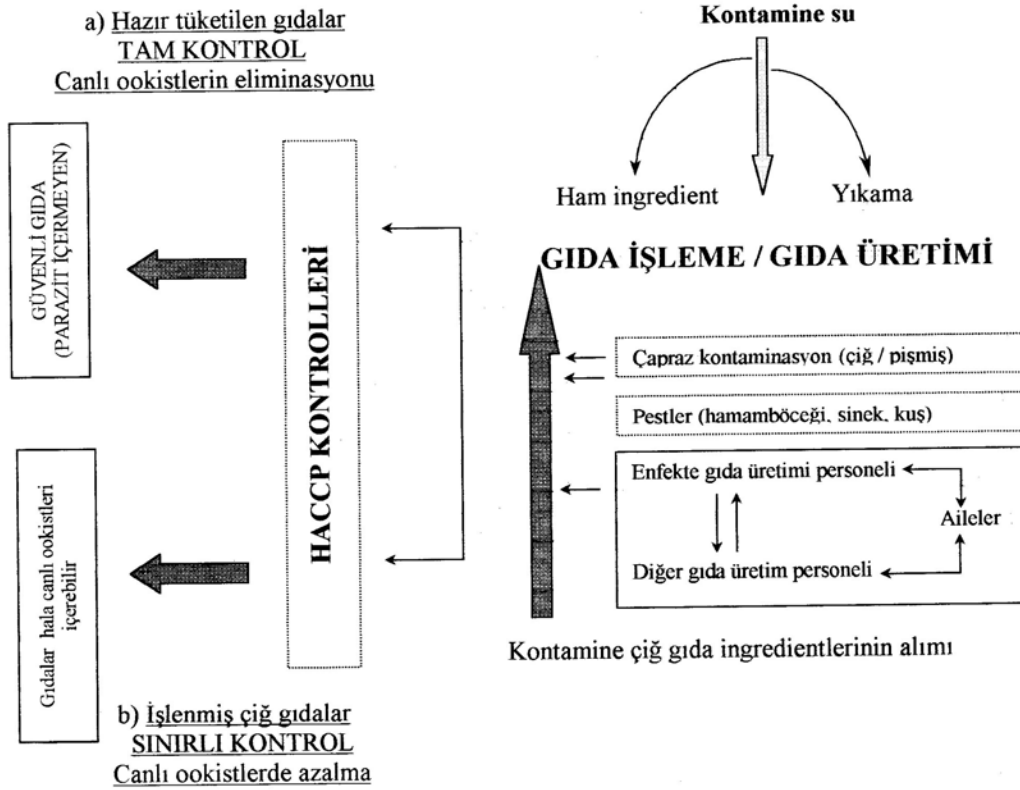
%83'lerden %61'lere azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca ookist inokule edilerek üretilen dondurmalarda; sertleştirme işlemi öncesi ookistlerin yaklaşık %20'sinin canlılığını koruduğu ancak -20°C'de 24 saatlik sertleştirmeden sonra canlılıklarını kayb ettikleri görülmüştür. Çalışmada elde edilen bulguların ışığında araştırmacılar, yoğurt fermentasyonu ve soğuk depolanması sırasında ookistlerin canlılığını koruduğunu, ancak dondurma üretim aşamalarından dondurma ve sertleştirme basamaklarının ookistlerin canlılıkları üzerinde inhibe edici etkiye sahip olduğunu iddia etmişlerdir.

C.parvum hayvanlar arasında özellikle de besi ve süt sığırlarında³², koyun⁴ ve domuzlarda²⁴ oldukça yaygın olarak bulunmakta ve dolayısıyla enfeksiyonun oluşmasında hayvansal kaynaklı gıda maddeleri de büyük bir risk taşımaktadır. Ayrıca *C.parvum*'un prevalansının süt hayvanları arasında yüksek olması, çiftlik çevresinde ookistlerin yayılmasına ve süt ve diğer çiğ gıdaların kontaminasyonuna neden olmaktadır^{27,12}. Sığır ve koyunların kesimi sırasında karkas ve tüketilebilir sakatatlar canlı ookistler ile kontamine olabilmektedir. Kontaminasyon, dışkıyla bulaştırılan deri veya postun yüzülmesi sırasında gerçekleşebilmektedir³².

Etkenin insandan insana bulaşması mümkün olduğundan, özellikle gıda işleme ve yemek endüstrilerinde çalışan personel ürünün ve dolayısıyla tüketicilerin kontaminasyonunda önemli bir rol oynamaktadır^{32,36}. Yine gıdaların işlenmesinde, *C.parvum* ile bulaşık suların temizlik / durulama sistemlerinde kullanılması, kontamine gıda maddelerinin üretimine neden olabilmektedir³².

Gıda İşleme Çevrelerinde *C.parvum*'ün Kontrolü

Kontamine gıda maddeleri aracılığıyla canlı ookistlerin bulaşmasını önlemek, gıda kökenli cryptosporidiosis insidensini azaltmak ve dolayısıyla halk sağlığını korumak açısından büyük önem taşımaktadır. Gıda maddelerindeki ookistlerin eliminasyonu ve kontrolü, gıdaların işlenmesi sırasında spesifik olarak düzenlenen entegre bir HACCP yaklaşımı ile başarılabilir (Şekil 1). Gıda üreticileri ookistlerin kritik kontrolü için uygun ve etkili HACCP stratejileri geliştirmelidirler. Gıda kökenli bir patojen olan *C.parvum*'ün tehlikesinin özellikle son yıllarda dikkat çekmesi nedeniyle, pek çok üretici patojenin kontrolünü sağlayacak modifiye edilmiş ve



Şekil 1. Gıda endüstrisinde *Cryptosporidium*'un kontrolü
Figure 1. The control of *Cryptosporidium* in the food industry

Şekil 1:
Gıda endüstrisinde *Cryptosporidium*'un kontrolü

Figure 1:
The control of *Cryptosporidium* in the food industry

tam olarak kontrol edilen HACCP planlarına henüz gerekli teknik anlayışı göstermemektedir³².

Suların işlenmesi başlıca enfeksiyöz hastalıkların bulaşmasının engellenmesi açısından önem taşımaktadır. Koagülasyon, sedimentasyon ve filtrasyon ile fiziksel olarak ookistlerin uzaklaştırılması, su kökenli cryptosporidiosis'e karşı ilk bariyerdir¹⁶. Sularda *Cryptosporidium* ookistlerinin varlığının, bu fiziksel proseslerden herhangi birisinin eksikliği ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir³². Geleneksel işleme tekniklerinin (koagülasyon, sedimentasyon ve filtrasyon) gerektiği şekilde uygulanması ile, ookistler %99 veya daha fazla oranlarda uzaklaştırılabilmektedir. Ookistlerin filtrasyon bariyerinden geçebildiği kritik zamanlarda, takiben geri yıkama işlemi uygulanmalıdır. Koagülant ilavesi veya atıkların filtre edilmesini sağlayan geri yıkama prosedürü-

nün optimizasyonu (uygulanma sıklığı) ookistlerin geçişini azaltmaktadır¹⁶.

Su kökenli *C.parvum*'un kontrolü için, filtrasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinin birlikte uygulanması gerekmektedir. Diğer taraftan *Cryptosporidium* ookistlerini elimine etmek için, yalnızca klorlama işleminin uygulanması yeterli değildir. Korich ve ark.²⁵ 80 mg/l düzeyindeki serbest klorin veya monokloramin'e 90 dk, 1.3 mg/l klordioksit'e 60 dk süreyle maruz bırakılan ookistlerin, yaklaşık %90'ının inaktive edildiğini bildirmişlerdir. Peeters ve ark.³⁴ 0.43 mg/l düzeyindeki klordioksit'in (ClO₂), bazıları canlı kalmasına rağmen, 15 dk içerisinde ookistlerin infektifliklerini azalttığını rapor etmişlerdir. Chauret ve ark.⁶ 1000 mg/l klordioksit'e pH 8'de ve 21°C'de ve Arora ve ark.¹ 100 mg/l klordioksit'e pH 8'de ve 20°C'de, 1 dk süreyle

maruz bırakılan ookistlerin sırasıyla %99'luk ve 2 log'luk inaktivasyona uğratıldığını belirlemişlerdir. Yapılan çeşitli çalışmalarda, ozonun ookistlere karşı en etkili dezenfektan olduğu ortaya konmuştur. Peeters ve ark.³⁴ tarafından 1.11 mg/l (6 dk) ve 2.27 mg/l (8 dk) konsantrasyonunda ozonun sırasıyla 10^4 /ml ve 5×10^5 /ml düzeyindeki canlı ookistleri inaktive ettiği saptanmıştır. Korich ve ark.²⁵ ise; 1 mg/l ozonun 25°C'deki suda 1 dakika içinde ookistlerin (2.8×10^5 /ml) %90-99'unun inaktivasyonuna yol açtığını bildirmişlerdir. Dridger ve ark.¹⁴ yalnızca monokloraminle dezenfeksiyonda elde edilen inaktivasyon oranıyla kıyaslandığında, ozon ile ön işlem gören suların daha sonra monokloraminle muamalesi sonucu inaktivasyon oranının 20°C'de 5 kat ve 1°C'de 22 kat daha hızlı olduğunu rapor etmişlerdir.

Son zamanlarda suların UV işlenmesi, canlı *C.parvum* ookistlerini içeren su kaynaklarının dezenfeksiyonu için en popüler yöntem olarak görülmektedir. Ozonla ya da diğer dezenfeksiyon işlemleriyle ilgili olarak duyulan sağlık kaygıları, ookistleri inaktive etmede UV ışınlama tekniğinin ön plana çıkmasına yol açmıştır.³² Nitekim Craik ve ark.⁸ yaklaşık 10 ve 25 ml/cm² dozlarında UV ışınlamanın sırasıyla 2 ve 3 log ünitelik ookist inaktivasyonuna yol açtığını ortaya koymuşlar ve ayrıca içme suyunun işlenmesinde kullanılan geleneksel kimyasal dezenfeksiyon metodlarına göre düşük ve orta şiddetteki UV ışınlamanın *Cryptosporidium*'lara karşı daha etkili olduğunu vurgulamışlardır. Belosevic ve ark.² 60 ml/cm² ve Drescher ve ark.¹³ 120 ml/cm² dozunda UV uygulaması ile suda bulunan ookistlerin %100 inaktivasyona uğradığını rapor etmişlerdir.

Ookistlerin canlılığı üzerinde ısının etkisini belirlemek üzere de çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Harp ve ark.²⁰ suların ve sütün pastörizasyonunun (71.7°C'de yalnızca 5 s) ookistlerin enfeksiyon oluşturma kabiliyetini kaybetmeleri için yeterli olduğunu ortaya koymuşlardır. Deng ve Cliver¹¹ ise elma suyuna 71.7°C'de 10 s veya 20 s süreyle uygulanan pastörizasyon işleminin ookistlerin sayısında 4.9 log'luk (%99.9) azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç olarak; su ve gıdalardan kaynaklanan cryptosporidiosis vaka ve salgınlarının önlenmesi ve dolayısıyla halk sağlığının korunmasında *C.parvum*'un ookistleriyle mücadele edilmesi gerekmektedir. Bu da, hammadde temininden itibaren üretimin tüm basamaklarında uygun

ve etkili HACCP stratejilerinin geliştirilmesi ile mümkün olacaktır.

Kaynaklar

1. ARORA H, LECHEVALLIER M, BATTIGELLI D. Effectiveness of Chlorine Dioxide in Meeting the Enhanced Surface Water Treatment and Disinfection By-Products Rules. J. Water STR, 2001; 50: 209-227.
2. BELOSEVIC M, CRAIK SA, STAFFORD JL, NEUMANN NF, KRUTHOF J, SMITH DW. Studies on the Resistance/Reactivation of *Giardia muris* Cysts and *Cryptosporidium parvum* Oocysts Exposed to Medium-Pressure Ultraviolet Radiation. FEMS Microbiol. Let., 2001; 204: 197-203.
3. BESSER-WIEK JW, FORFANG J, HEDBERG CW, KORLATH JA, OSTERHOLM MT. Foodborne Outbreak of Diarrheal Illness Associated with *Cryptosporidium parvum*-Minnesota 1995. Morbid. Mortal. Wkly. Rep., 1996; 45: 783.
4. CHALMERS RM, ELWIN K, REILLY WJ, IRVINE H, THOMAS AL, HUNTER PR. *Cryptosporidium* in Farmed Animals: The Detection of a Novel Isolate in Sheep. Int. J. Parasitol., 2002; 32: 21-26.
5. CHALMERS RM, STURDEE AP, MELLORS P, NICHOLSON V, LAWLOR F, KENNY F, TIMPSON P. *Cryptosporidium parvum* in Environmental Samples in the Sligo Area, Republic of Ireland: A Preliminary Report. Lett. Appl. Microbiol., 1997; 25: 380-384.
6. CHAURET CP, RADZIMINSKI CZ, LEPUIL M, CREASON R, ANDREWS RC. Chlorine Dioxide Inactivation of *Cryptosporidium parvum* Oocysts and Bacterial Spore Indicators. Appl. Environ. Microbiol., 2001; 67: 2993-3001.
7. CLARK DP. New Insights into Human Cryptosporidiosis. Clin. Microbiol. Rev., 1999; 12: 554-563.
8. CRAIK SA, WELDON D, FINCH GR, BOLTON JR, BELOSEVIC M. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* Oocysts Using Medium and Low Pressure Ultraviolet Radiation. Wat. Res., 2001; 35: 1387-1398.
9. D'ANTONIO RG, WINN RE, TAYLOR JP. A Waterborne Outbreak of Cryptosporidiosis in Normal Hosts. Ann. Intern. Med., 1985; 103: 886-888.
10. DENG MQ, CLIVER DO. *Cryptosporidium parvum* Studies with Dairy Products. Int. J. Food Microbiol., 1999; 46: 113-121.

11. DENG MQ, CLIVER DO. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* Oocysts in Cider by Flash Pasteurization. J. Food Prot., 2001; 64: 523-527.
12. DI PINTO A, TANTILLO MG. Direct Detection of *Cryptosporidium parvum* Oocysts by Immunomagnetic Separation-Polymerase Chain Reaction in Raw Milk. J. Food Protect., 2002; 65: 1345-1348.
13. DRESCHER AC, GREENE DM, GADGIL AJ. *Cryptosporidium* Inactivation by Low-Pressure UV in a Water Disinfection Device. J. Environ. Heal., 2001; 64: 31-35.
14. DRIEDGER AM, RENNECKER JL, MARINAS BJ. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* Oocysts with Ozone and Monochloramine at Low Temperature. Wat. Res., 2001; 35: 41-48.
15. FAYER R, LEWIS EJ, TROUT JM, GRACZYK TK, JENKINS MC, HIGGINS J, XIAO L, LAL AA. *Cryptosporidium parvum* in Oysters from Commercial Harvesting Sites in the Chesapeake Bay. Emerg. Infect. Dis., 1999; 5: 706-710.
16. FAYER R, MORGAN U, UPTON SJ. Epidemiology of *Cryptosporidium*: Transmission, Detection and Identification. Int. J. Parasitol., 2000; 30: 1305-1322.
17. GELLETLI R, STUART J, SOLTANO N, ARMSTRONG R, NICHOLS G. Cryptosporidiosis Associated with School Milk. Lancet, 1997; 350: 1005-1006.
18. GOMEZ-BAUTISTA M, ORTEGA-MORA L, TABARES E, LOPEZ-RODAS V, COSTAS E. Detection of Infectious *Cryptosporidium parvum* Oocysts in Mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and Cockles (*Cerastoderma edule*). Appl. Environ. Microbiol., 2000; 66: 1866-1870.
19. GRACZYK TK, FAYER R, LEWIS EJ, TROUT JM, FARLEY CA. *Cryptosporidium* Oocysts in Bent Mussels (*Ischadium recurvum*) in the Chesapeake Bay. Parasitol. Res., 1999; 85: 518-520.
20. HARP JA, FAYER R, PESCH BA, JACKSON GJ. Effect of Pasteurization on Infectivity of *Cryptosporidium parvum* Oocysts in Water and Milk. Appl. Environ. Microbiol., 1996; 62: 2866-2868.
21. HAYES EB, MATTE TD, O'BRIEN TR, MCKINLEY TW, LOGSDON GS, ROSE JB, UNGAR BL, WORD DM, PINSKY PF, CUMMINGS ML. Large Community Outbreak of Cryptosporidiosis due to Contamination of a Filtered Public Water Supply. N. Eng. J. Med., 1989; 320:1372-1376.
22. HOWE AD, FORSTER S, MORTON S, MARSHALL R, OSBORN KS, WRIGHT P, HUNTER PR. *Cryptosporidium* Oocysts in a Water Supply Associated with a Cryptosporidiosis Outbreak. Emer. Infect. Dis., 2002; 8: 619-624.
23. HUNTER PR, NICHOLS G. Epidemiology and Clinical Features of *Cryptosporidium* Infection in Immunocompromised Patients. Clin. Microbiol. Rev., 2002; 15: 145-154.
24. IZUMIYAMA S, FURUKAWA I, KUROKI T, YAMAI S, SUGIYAMA H, YAGITA K, ENDO T. Prevalence of *Cryptosporidium parvum* Infections in Weaned Piglets and Fattening Porkers in Kanagawa, Prefecture, Japan. Jap. J. Infect. Dis., 2001; 54: 23-26.
25. KORICH DG, MEAD JR, MADORE MS, SINCLAIR NA, STERLING CR. Effects of Ozone, Chlorine Dioxide, Chlorine and Monochloramine on *Cryptosporidium parvum* Oocyst Viability. Appl. Environ. Microbiol., 1990; 56: 1423-1428.
26. KOSEK M, ALCANTARA C, LIMA AAM, GUERRANT RL. Cryptosporidiosis: An Update. Lancet Inf. Dis., 2001; 1: 262-269.
27. LABERGE I, GRIFFITHS MW. Prevalance, Detection and Control of *Cryptosporidium parvum* in Food. Int. J. Food Microbiol., 1996; 32: 1-26.
28. LECHEVALLIER MW, NORTON WD. Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium spp.* in Raw and Finished Drinking Water. J. Am. Water Works Assoc., 1996; 87: 54-68.
29. LECHEVALLIER MW, NORTON WD, LEE RG. Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium spp.* in Surface Water Supplies. Appl. Environ. Microbiol., 1991; 57:2610-2616.
30. MACKENZIE WR, HOXIE NJ, PROCTOR ME, GRADUS MS, BLAIR KA, PETERSON DE, KAZMIERCZAK JJ, ADDISS DG, FOX KR, ROSE JB. A Massive Outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* Infection Transmitted Through the Public Water Supply. N.Eng.J.Med., 1994; 33: 161-167.
31. MEAD PS, SLUTSKER L, DIETZ V, MCCAIG LF, BRESEE JS, GRIFFIN PM, TAUXE RV. Food-Related Illness and Death in the United States. Emerg. Infect. Dis., 1999; 5: 607-624.
32. MILLAR BC, FINN M, XIAO L, LOWERY CJ, DOOLEY JSG, MOORE JE. *Cryptosporidium* in Foodstuffs-An Emerging Aetiological Route of Human Foodborne Illness. Trends Food Sci. Technol., 2002; 13: 168-187.
33. MONGE R, CHINCHILLA M. Presence of *Cryptosporidium* Oocysts in Fresh Vegetables. J. Food Protect., 1996; 59: 202-203.
34. PEETERS JE, MAZAS EA, MASSCHELEIN WJ, DEMATURANA IVM, DEBACKER E. Effect of Disinfection of Drinking Water with Ozone or Chlorine Dioxide on Survival of *Cryptosporidium*

- parvum* Oocysts. Appl. Environ. Microbiol., 1989; 55: 1519-1522.
35. PENG MM, XIAO L, FREEMAN AR, ARROWOOD MJ, ESCALANTE AA, WELTMAN AC, ONG CS, MACKENZIE WR, LAL AA, BEARD CB. Genetic Polymorphism Among *Cryptosporidium parvum* Isolates: Evidence of Two Distinct Human Transmission Cycles. Emer. Infect. Dis., 1997; 3: 567-573.
36. QUIROZ ES, BERN C, MACARTHUR JR, XIAO L, FLETCHER M, ARROWOOD MJ, SHAY DK, LEVY ME, GLASS RI, LAL A. An Outbreak of Cryptosporidiosis Linked to a Foodhandler. J. Infect. Dis., 2000; 181: 695-700.
37. TRUDI FAHEY MD. Cryptosporidiosis. Infect. Dis., 2003; 10: 75-80.
38. ZU SX, LI JF, BARRETT LJ, FAYER R, SHU SY, McAULIFFE JF, ROCHE JK, GUERRANT RL. Seroepidemiologic Study of *Cryptosporidium* Infection in Children From Rural Communities of Anhui, China and Fortaleza, Brazil. Am. J. Trop. Med. Hyg., 1994; 51: 1-10.
39. ZUCKERMAN U, GOLD D, SHELEF G, ARMON R. The Presence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in Surface Waters and Effluents in Israel. Water Sci. Technol., 1997; 35: 381-384.