

Çevre Kirliliğinin İzlenmesinde Parazitlerin Rolü

Kader YILDIZ

Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye

ÖZET: Ağır metallerin organizmalar üzerine zehirli etkileri bilinmektedir. Kurşun, kadmiyum, cıva gibi bazı zehirli metaller çeşitli kaynaklardan doğaya salınmaktadır. Son yıllarda parazitizm ve çevre kirliliği arasındaki ilişki ile ilgilenilmiştir. Özellikle *Acanthocephala* olmak üzere çeşitli helmint türleri vücutlarına ağır metal biriktirmeleri yönünden araştırılmıştır. Bu makalede çevre kirliliğinin izlenmesinde parazitlerin rolü tartışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Ağır metal, parazit, biriktirme

The Role of Parasites in Monitoring of Environmental Pollution

SUMMARY: Heavy metals are known for their toxic effects on organisms. The toxic metals such as lead, cadmium and mercury are continuously released into the aquatic environment from different sources. The relationship between parasitism and environmental pollution has been of interest during recent years. Different helminth species, especially *Acanthocephala*, have been investigated in respect to heavy metal accumulation in their bodies. The importance of parasites for monitoring of environmental pollution was discussed in the present article.

Key Words: Heavy metals, parasite, accumulation

GİRİŞ

Doğadaki canlıların yaşamlarını olumsuz yönde etkileyen sorunlara "Çevre Kirliliği" adı verilmektedir. Çevre sorunlarının başlıca kaynakları arasında düzensiz şehirleşme, gübre ve zirai mücadele ilaçları, endüstriyel atıklar ile çöp yer almaktadır.

Kurşun, kadmiyum ve cıva gibi bazı metaller ağır metal olarak adlandırılmaktadır. Son yıllarda endüstrileşme ve hızlı nüfus artışı nedeniyle özellikle de aquatik (sucul) ortamda hızla artan ağır metal seviyesinin canlılar üzerine toksik etkili olduğu belirlenmiştir (9). Üstelik ağır metallerin besin zinciri aracılığı ile diğer canlılara yoğunluğu artarak taşındığı saptanmıştır (10).

Çevre kirliliği ile ilgili çalışmalarda genellikle doğaya çeşitli yollarla yayılan metallerin balıklarda ölüm oluşturan akut toksisitesi üzerinde çalışılmaktadır. Bunun yanı sıra sucul canlıların doğal ortamlarında düşük yoğunluklardaki toksik maddelere uzun süre maruz kaldığı bilinmektedir. Bu durum bazı fizyolojik, biyokimyasal ve davranışsal göstergeler ile belirlenebilmektedir (9). Konağın genel sağlığı hakkında belir-

leyici faktörlerden birisi balık üzerinde ya da içinde sıklıkla gözlenen metazoon parazitlerdir. Bu parazitlerin yaygınlığı ve yoğunluğundaki değişiklikler balıkların yüzme aktivitesi veya kan kimyasındaki değişikliklere göre daha kolay değerlendirilmektedir (9). Düşük yoğunlukta kirleticilere maruz kalan balıkların değişen davranışsal karakterleri subletal toksite göstergesi olarak kullanılmaktadır. Değişen bu karakterler arasında özellikle balığın beslenme davranışı ve mikrohabitat tercihindeki değişiklikler önemlidir (9).

Balıklarda helmint enfeksiyonuna karşı diğer omurgalı canlılardakine benzer bir immun yanıt şekillenmektedir. Ortamda toksik maddelerin varlığında pek çok immunité basamağı yıkımlanmakta olup (9, 10), kirliliğe bağlı olarak gelişen immun değişikliklerin hastalığa karşı balığın duyarlılığını arttırdığı belirlenmiştir (9). Ayrıca toksik maddeler balık biyolojisindeki diğer özellikleri de etkileyebilmektedir.

Parazitolojik yayınların pek çoğu parazitlerin balık sağlığı için tehdit olduğunu ileri sürmesine rağmen 1980'lerden sonra yayımlanan pek çok yayın sucul çevredeki kirlilik ve parazitizm arasındaki ilişkiden bahsetmektedir (8, 9, 13-24). Bu yayınlarda ekosistemdeki önemi ve yaygınlığı nedeniyle parazitlerin çevresel kalitenin göstergesi olarak kullanılması ile ilgili denemeler yer almaktadır.

Parazitler bu çalışmalarda biyoindikatör olarak "etki göstergesi" ve "birikim göstergesi" olmak üzere iki gruba ayrılarak incelenmektedir (13).

Makale türü/Article type: **Derleme / Review**

Geliş tarihi/Submission date: 04 Şubat/04 February 2008

Düzeltilme tarihi/Revision date: 09 Nisan/09 April 2008

Kabul tarihi/Accepted date: 17 Nisan/17 April 2008

Yazışma /Corresponding Author: Kader Yıldız

Tel: (+90) (318) 357 33 01 Fax: (+90) (318) 357 33 04

E-mail: kaderyildiz@hotmail.com

15.Ulusal Parazitoloji Kongresi'nde (18-23 Kasım 2007, Kayseri ve Ürgüp) sunulmuştur.

Etki göstergesi

Cıva, kadmiyum, kurşun ve arsenik canlılar üzerinde zehirli etki oluşturmaları, ayrıca bir organizmadan diğerine geçişi esnasında yoğunluğunun artması nedeniyle önem kazanan ağır metaller arasındadır (4,5). Dünya üzerinde kirli suların karıştığı yerlerde ortamın göstergesi olarak genelde midye (5) kullanılmakla birlikte çevre çalışmalarında parazitlerin de kullanılabilirliğine ilişkin çok sayıda çalışma mevcuttur (14, 15, 22, 25, 26). Balık parazitlerine kirliliğin etkisi üzerine yoğunlaşmış olan bu çalışmalarda çoğunlukla Ciliata, nematod, Monogenea, cestod, Digenea ve *Acanthocephala* kullanılmış olup Digenea ve *Acanthocephala*'ların ağır metallere uygun göstergeler olabileceği belirlenmiştir (8). Balıkların erişkin cestodlarında da metal birikimi olduğu görülmüş, *Monobothrium wagenery*'nin konağı olan kadife balığının kaslarından 150 kez kurşun ve 40 kat fazla kadmiyum biriktirmesine rağmen aynı bölgeden alınan balıklardaki *Acanthocephala*'larda her iki metal yoğunluğu daha yüksek bulunmuştur (23).

Balık solungaçlarında yaşayan monogenik trematodlar çevre kirliliğine etki göstergesi olarak parazitlerin rolünün belirlenmesinde kullanılmıştır. Hem çevre hem de konak balık ile direkt temasta olan bu trematodların çevresel faktörlerdeki değişikliklere hızla reaksiyon verdiği belirlenmiştir (13). Yapılan çalışmalarda kirli suda yaşayan balıkların solungaçlarında parazitizmin arttığı saptanmış, kâğıt fabrikasının etkilediği bir gölden alınan balıkların solungaçlarında kontrollere kıyasla çok sayıda ve türde *Dactylogyrus* spp. tespit edilmiştir (12). Petrol ürünlerinin ise deniz balıklarının solungaç parazitlerini arttırdığı (6), buna karşılık bağırsak parazitlerinin ise gözden kaybolmasını sağladığı belirlenmiştir (7). Ayrıca petrokimya ile kirli toprakta yaşayan ratlarda da benzer durum görülmüş, bu hayvanların mide-bağırsak helmint popülasyonunda azalma saptanmıştır (3).

Etki çalışmalarında bazı sıkıntılarla karşılaşmaktadır. Bunlar arasında kontrol ortamının zor bulunması, aynı alanda çok sayıda kirlenici bulunması nedeniyle kirleticilerin etkilerini saha çalışmalarında değerlendirmenin güçlüğü, genelleme yapılamaması ve parazitizm düzeyindeki değişimin tam değerlendirilememesi yer almaktadır. Ayrıca kirleticilerin doğası, su ortamının fiziko-kimyasal özellikleri, incelenen balık ve parazitlerin özellikleri de araştırma sonuçlarını etkilemektedir.

Birikim göstergesi

Bazı parazitlerin ağır metalleri vücutlarında biriktirme yeteneği çevrenin kimyasal durumunu değerlendirmede biyomonitör olarak uygulanabilirliğini sağlamaktadır. Midyeler gibi rutinde kullanılan duyarlı organizmalar ile kıyaslandığında parazitlerin geniş coğrafi dağılıma sahip olması, çok sayıda bulunması, metallere toleransının yüksek olması, hareketli olan konağın yaşadığı yerdeki ortalama maruz kalma süresinin değerlendirilmesinde kullanılabilmesi ve ayrıca deneysel çalışmalarda

laboratuvar ortamında kolayca sürdürülebilir olması gibi avantajları mevcuttur. Buna karşılık parazitlerin konaklarından daha kısa yaşam süresine sahip olması, parazitler arasındaki metal düzeylerinin farklı olması, parazitin metal alma yolu ve mekanizmasının tam olarak bilinmemesi gibi dezavantajlar da vardır (20).

Ağır metal biriktirme kapasitesi nedeniyle araştırılan pek çok helmint türü içerisinde en ümit verici olanlar *Acanthocephala*'lardır. Balık *Acanthocephala*'larında ağır metal birikimi şimdiki dek üç türde (*Pomphorhynchus laevis*, *Acantocephalus lucii* ve *Parateuissentis ambiguus*) araştırılmıştır (14-16, 21, 22, 27).

***Acanthocephala*'ların metal birikimi hakkında saha çalışmaları**

Doğal enfekte balıklardan elde edilen tüm *Acantocephala*'larda konaklarının dokularından daha yüksek miktarda metal tespit edilmiş (14-16, 21, 22, 27) olup aksi durum hava kesesinde yerleşen bir nematod olan *Anguicolla crassus*'ta gözlenmiştir (21). Çeşitli doğal enfekte balık türleri ile *Acantocephala*'ları'nın ağır metal yüklerinin incelendiği çalışmalarda en yüksek metal oranı *P.laevis* ile enfekte kefalde elde edilmiştir. *P.laevis*'teki ortalama kurşun ve kadmiyum yoğunluğu konak balığın kasından 2700 ve 400 kez, balığın bulunduğu sudan ise 11000 ve 27000 kez daha yüksek bulunmuştur (22). Ergin *Acanthocephala*'da kaydedilen yüksek ağır metal yoğunluğunun aksine arakonaktaki larva formlarında metal birikiminin düşük olduğu gözlenmiştir (15, 16).

Parazitteki ağır metal yoğunluğunun konaktaki yerleşim yeri ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Erişkin parazit tarafından ağır metaller sonkonağın bağırsak boşluğundan alınmaktadır. Bu nedenle balıkların vücut boşluğundan elde edilen *P.laevis*'teki metal yoğunluğu konak dokularından daha düşük bulunmuştur (15).

Erişkin *Acantocephala* anormal ağır metal biriktirme kapasitesi nedeniyle bulunduğu ortamdaki ağır metal için birikim göstergesi olarak değerlidir. Son saha çalışmalarından elde edilen ilginç bulgular midyeye göre *Acanthocephala*'nın sucul çevreden toksik metalleri daha çok biriktirdiğini ileri sürmektedir (20, 24). Parazitler arasında metal yükündeki değişkenliğin midye bireylerinden çok yüksek düzeyde olduğu gözlenmiş, bu farklılığı konak balığın hareketli olmasının etkilediği bildirilmiştir (20).

***Acanthocephala*'nın metal birikimi hakkında yapılan deneysel çalışmalar**

Acanthocephala'ların ağır metal biriktirmelerine ilişkin saha çalışmalarından elde edilen bulgular deneysel çalışmalarla da desteklenmiştir. Deneysel olarak *P.laevis* ile enfekte edilen kefal farklı kurşun yoğunlukları içeren sulara bırakılmıştır. Yaklaşık 4-5 haftalık periyottan sonra *P.laevis*'teki kurşun miktarının sabit bir düzeye ulaştığı buna karşılık kefalın karaciğer ve bağırsağındaki kurşun düzeyinin artmaya devam ettiği belirlenmiştir. Kurşun yükünün balıkların kaslarına kıyasla parazitlerinde 1000 kat daha yüksek olduğu gözlenmiştir (14).

Bu durum parazitin metal biriktirmesinin çevresel kirlilikteki hızlı değişime yanıt olarak ortaya çıktığının göstergesidir. Üstelik *Acanthocephala* böyle yüksek miktardaki kurşunu bu kadar kısa sürede vücudunda yoğunlaştırdığı için konağı olan balıktaki kurşun birikimini de etkilemektedir.

Sures ve Siddall (14), *Acanthocephala*'nın kurşun alımıyla ilgili bir hipotez ileri sürmüştür. Bu hipoteze göre: kurşun iyonları tatlısu balıklarının solungaçlarından osmozla geçerek kan dolaşımına girmekte, eritrosit membranına bağlandıktan sonra dolaşım aracılığı ile karaciğere oradan da safra ile bağırsaklara gelmektedir. İnce bağırsağa gelen kurşunun bağlandığı steroidler ya bağırsak duvarından yeniden emilmekte ya da balık dışkıyla dışarı atılmaktadır. *Acanthocephala*'nın kolesterol ve yağ asidi sentezindeki yetersizliği nedeniyle konak tarafından üretilen safranin parazit açısından oldukça önemli olduğu bilinmektedir. *Acanthocephala*'lar safra tuzlarını alırken onlara bağlı organometalik kompleksleri de ince bağırsaklardan almaktadır. Böylelikle enfekte balığın bağırsak boşluğundaki kurşun yoğunluğu ve dolayısıyla da bağırsak duvarınca geri emilen miktarı enfekte olmayan balığa göre önemli ölçüde azalmaktadır.

Parazit tarafından kurşun alınımında safranin rolü memelilerde de çalışılmış ve bu durum *Fasciola hepatica* ile enfekte sığırlarda doğrulanmıştır. Bu trematotta kurşun düzeyi konağı olan sığırın kas ve karaciğerine göre 172 ve 115 kat daha yüksek oranda bulunmuştur (18).

Deniz balıklarındaki parazitlerde metal birikimi hakkında sınırlı bilgi bulunmakta özellikle konak-parazit sisteminde ağır metal birikimi üzerine suyun tuzluluğunun etkisi hakkında az şey bilinmektedir (13). Su kaybını karşılamak için deniz suyu içen balığın helmintleri tatlısu balıklarının safrasında gözlenen organometalik kompleksler yerine oral yolla alınmış inorganik metal iyonları ile karşılaşmaktadır (13).

Sucul ortamda metal yoğunluğunun izlenmesinde balık parazitlerinin potansiyel rolünün aksine memeli parazitlerinin çevre çalışmalarındaki rolünün oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (1, 2, 17-19). Memelilerde metal alınımı ve birikimi ile ilgili en önemli organlar böbrek ve bağırsaktır. Bağırsak kurşun için, böbrek ise kadmiyum birikimi ve atılması için önemli bir organdır. Memeliler çeşitli metalleri özellikle böbrek yoluyla dışarı attığı için bağırsakta yerleşen parazitler daha az metal yoğunluğu ile karşılaşır (17).

Memelilerde yapılan çalışmalarda yalnızca *F.hepatica*'nın balık *Acanthocephala* ve cestodlarından kaydedilen değere yakın metal yoğunluğu taşıdığı belirlenmiştir. Kurşun parazitte konağın kas, böbrek, karaciğerine göre 172, 53 ve 115 kez daha yüksek bulunmuş, buna parazitin safra ile temasta olmasının sebep olduğu ve parazitin tegümenti aracılığı ile kurşunu aldığı tahmin edilmiştir (18).

Macracanthorhynchus hirudinaceus ile doğal enfekte domuzun metal yükü kıyaslandığında parazitteki kurşun düzeyinin, konağın kas, karaciğer, böbrek ve bağırsağından sırasıyla 85,

85, 56 ve 24 kat yüksek olduğu belirlenmiş, parazitteki kadmiyum düzeyi ise karaciğerden 32, böbrekten ise 5 kat yüksek bulunmuştur (17).

Ağız yoluyla kurşun verilen *Moniliformis moniliformis* ile deneysel enfekte ratların dışkılarıyla çıkan kurşun miktarının enfekte olmayan ratlara göre daha düşük olduğu kaydedilmiştir. Kurşun, parazitte konağın karaciğer, bağırsak, böbrek renal korteks ve medullasıyla kıyasla sırasıyla 25, 39, 2 ve 9 kat daha yüksek düzeyde saptanmıştır (19). Aynı parazitle deneysel enfekte ratlara kadmiyum verilmesi sonucunda ise kadmiyumun konağın böbrek, karaciğer ve bağırsağıyla kıyasla, parazitte 20, 23 ve 119 kez daha yüksek olduğu görülmüştür (11).

Parazitlerden metalleri saptamada genelde atomik absorpsiyon spektrofotometre ve benzeri cihazlar kullanılmaktadır. Konaklarda elde edilen parazitler ve konağa ait dokular ayrı ayrı homojenize edildikten sonra ağır metal yönünden analiz edilmektedir. Elde edilen veriler kullanılarak biyokonsantrasyon faktörü hesaplanmaktadır (20).

$$\text{Biyokonsantrasyon faktörü} = \frac{\text{Parazitteki ortalama element miktarı}}{\text{Organdaki ortalama element miktarı}}$$

Metallerin parazite yerleşimi ve etkileri

Yapılan çalışmalarda ağır metallerin parazit içinde homojen dağılım göstermediği bulunmuştur (23). Kurşunun ağırlıklı olarak parazitin çengellerinde olduğu belirlenmiş, kollajen ve kitinden oluşan çengellere atomik ağırlığının benzerliğinden dolayı kalsiyum yerine kurşun bağlandığı ileri sürülmüştür. Cestodların posterior kısımlarının daha çok ağır metal içerdiği belirlenmiş, bu durum posterior kısmın daha uzun süre ağır metallere maruz kalması ile açıklanmıştır. Fakat metal birikimde maruz kalma süresinin önemli olduğu görüşü başka parazitlerden elde edilen sonuçlar ile desteklenmemiştir (20).

Oldukça yüksek yoğunluklarda ve subletal etkiye potansiyeline sahip metalleri taşıyan *Acanthocephala* ve cestodlarda buna bağlı herhangi bir mortalite görülmemesine rağmen parazitlerin yumurta fertilesine ve larva canlılığına metallerin etkileri hala tam olarak bilinmemektedir. Parazitlerin metaller için kendi detoksifiye mekanizmalarına sahip olabilecekleri ya da zaten konak tarafından detoksifiye edilmiş metal formlarını aldıkları düşünülmektedir (20).

Acanthocephala'ların anormal metal biriktirme özellikleri nedeniyle sudaki düşük yoğunluktaki metaller bile tespit edilebilmektedir. Ayrıca parazit ve konak kaslarındaki metal yoğunluğu arasındaki oran metale maruz kalınan süre ile ilgili bilgi de sağlamaktadır. Ortamda bulunan metalin parazit tarafından hızlı alınması nedeniyle hem konak kasında hem de parazitte saptanan yüksek metal düzeyi uzun maruz kalma süresinin göstergesidir. Eğer metal yükü parazitte yüksek fakat kasta düşükse yaklaşık 5 haftalık bir süredir kirliliğin geçerli olduğu kanıtıdır (14).

Endoparazitlerin balıktaki ağır metal miktarını azaltmasındaki rolü yakın zamanda izlenmiştir. Balıklar yüksek yoğunlukta ağır metali tolere edebilir. Balıklar *Acanthocephala*'lar ile enfekte ise, bu parazitler metallerin çoğunluğunu kendi içlerinde biriktirirler ve ayrıca balıklar çeşitli parazitlerle sıklıkla enfekte olduklarından parazitizm balıkta toksinlerin birikimini etkileyen potansiyel faktör olarak düşünülür.

Bu sonuçlar parazitizmin tanımında ve konak parazit ilişkilerinin anlaşılmasında önemli olabilir. Yaygın olarak kabul edilen parazitlerin konaklar için zararlı olduğudur. *Acanthocephala*'lar konakları için zararlı olmasına rağmen erişkin helmintin parazit olarak oluşturduğu olumsuz etki konak içerisinde kurşunun hepato-intestinal çemberdeki miktarını azaltması ve böylece kurşun emilimini düşürmesindeki etkisi sebebiyle göz ardı edilebilir. *P.laevis*'in kurşunu kendi vücudu içinde biriktirmesi konak için oldukça yararlı olup böylelikle parazit ve parazitizm tanımını kısmen değiştirecek ilginç bir fenomen ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

1. **Barus V, Tenora F, Krackmar S**, 2000. Heavy metal (Pb, Cd) concentrations in adult tapeworms (Cestoda) parasitizing birds. *Helminthologia*, 37: 131-136.
2. **Barus V, Tenora F, Krackmar S, Prokes M**, 2001. Accumulation of heavy metals in the *Ligula intestinalis* plerocercoids (Pseudophyllidea) of different age. *Helminthologia*, 38: 29-33.
3. **Faulkner BC, Lochmiller RL**, 2000. Ecotoxicity revealed in parasite communities of *Sigmodon hispidus* in terrestrial environments contaminated with petrochemicals. *Environ Pollut*, 110: 135-145.
4. **Kayhan FE**, 2006. Su ürünlerinde kadmiyumun biyobirikimi ve toksisitesi. *E.Ü. Su Ürün Derg*, 23: 215-220
5. **Kayhan FE, Balkis N, Aksu A**, 2006. İstanbul balık halinden alınan Akdeniz midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) arsenik düzeyleri. *Ekoloji*, 61, 1-5.
6. **Khan, RA, Kiceniuk J**, 1983. Effects of crude oils on the gastrointestinal parasites of two species of fish. *J Wildlife Dis*, 19: 253-258.
7. **Khan RA, Kiceniuk J**, 1988. Effects of petroleum aromatic hydrocarbons on monogeneids parasitizing Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Bull Environ Cont Toxicol*, 41: 94-100.
8. **Lafferty KD**, 1997. Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment? *Parasitol Today*, 13: 251-255.
9. **Poulin R**, 1992. Toxic pollution and parasitism in freshwater fish. *Parasitol Today*, 8: 58-61.
10. **Özkurt Borazan G**, 2006. Balıklarda deniz kirliliğinin biyobelirteçleri. *Türk Vet Hek Bir Derg*, 1-2: 71-76.
11. **Scheef G, Sures B, Taraschewski H**, 2000. Cadmium accumulation in *Moniliformis moniliformis* (*Acanthocephala*) from experimentally infected rats. *Parasitol Res*, 86: 688-691.
12. **Skinner, RH**, 1982. The interrelation of water quality, gill parasites, and gill pathology in some fishes from South Biscayne Bay, Florida. *Fish Bull*, 80: 269-180.
13. **Sures B**. 2001. The use of fish parasites as bioindicators of heavy metals in aquatic ecosystems: a review. *Aquat Ecol*, 35: 245-255.
14. **Sures B, Siddall R**, 1999. *Pomphorhynchus laevis*: the intestinal Acanthocephalan as a lead sink for its fish host, chub (*Leuciscus cephalus*). *Exp.Parasitol*, 93: 66-72.
15. **Sures B, Siddall R**, 2000. Comparison between lead accumulation of *Pomphorhynchus laevis* (Palaeacanthocephala) in the intestine of chub (*Leuciscus cephalus*) and in the body cavity of goldfish (*Carassius auratus auratus*). *Int J Parasitol*, 31: 669-673.
16. **Sures B, Taraschewski H**, 1995. Cadmium concentration in two adult *Acanthocephalans*, *Pomphorhynchus laevis* and *Acanthocephalus lucii*, as compared with their fish hosts and cadmium and lead levels in larvae of *A.lucii* as compared with their crustean host. *Parasitol Res*, 81: 494-497.
17. **Sures B, Franken M, Taraschewski H**, 2000a. Element concentrations in the archiacanthocephalan *Macracanthorhynchus hirudinaeus* compared with those in the porcine definitive host from a slaughterhouse in La Paz, Bolivia. *Int J Parasitol*, 30: 1071-1076.
18. **Sures B, Jürges J, Taraschewski H**, 1998. Relative concentrations of heavy metals in the parasites *Ascaris suum* (Nematoda) and *Fasciola hepatica* (Digenea) and their respective porcine and bovine definitive hosts. *Int J Parasitol*, 28: 1173-1178.
19. **Sures B, Jürges G, Taraschewski H**, 2000b. Accumulation and distribution of lead in the archiacanthocephalan *Moniliformis moniliformis* from experimentally infected rats. *Parasitology*, 121: 427-433.
20. **Sures B, Siddall R, Taraschewski H**, 1999. Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. *Parasitol Today*, 15: 16-21.
21. **Sures B, Taraschewski H, Jackwerth E**, 1994a. Lead content of *Paratenuisentis ambiguous* (*Acanthocephala*), *Anguicicola crassus* (Nematodes) and their host *Anguilla anguilla*. *Dis Aquat Org*, 19: 105-107.
22. **Sures B, Taraschewski H, Jackwerth E**, 1994b. Lead accumulation in *Pomphorhynchus laevis* and its hosts. *J Parasitol*, 80: 355-357.
23. **Sures B, Taraschewski H, Rokicki J**, 1997. Lead and cadmium content of two cestodes, *Monobothrium wagenery* and *Bothriocephalus scorpii*, and their fish hosts. *Parasitol Res*, 83: 618-623.
24. **Sures B, Steiner W, Rydlo M, Taraschewski H**, 1999. Concentrations on 17 elements in the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*), in different tissues of perch (*Perca fluviatilis*), and in perch intestinal parasites (*Acanthocephalus lucii*) from the subalpine lake Mondsee, Austria. *Environ Toxicol Chem*, 18: 2574-2579.
25. **Tekin-Ozcan S, Kır I**. 2005. Comparative study on accumulation of heavy metals in different organs of tench (*Tinca tinca* L., 1758) and plerocercoids of its endoparasite *Ligula intestinalis*. *Parasitol Res*, 97: 156-159.
26. **Tekin-Ozcan S, Kır I**. 2007. Accumulation of some heavy metals in *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) and its host (*Esox lucius* L., 1758). *Türkiye Parazit Derg*, 31: 327-329.
27. **Zimmermann S, Sures B, Taraschewski H**, 1999. Experimental studies on lead accumulation in the eel-specific endoparasites, *Anguicicola crassus* (Nematoda) and *Paratenuisentis ambiguous* (*Acanthocephala*) as compared with their host, *Anguilla anguilla*. *Arch Environ Contam Toxicol*, 37: 190-195.