



## *Oreochromis niloticus* 'un Farklı Dokularında SOD Aktivitesi Üzerine Kadmiyumun Etkisi <sup>[\*]</sup>

Tüzün AYTEKİN<sup>1\*</sup> Ferit KARGIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu MYO, Adana, Türkiye  
<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Adana, Türkiye

Geliş/Received: 24.08.2020

Kabul/Accepted: 21.11.2020

Atf yapmak için: Aytakin, T. & Kargin, F. (2020). *Oreochromis niloticus* 'un Farklı Dokularında SOD Aktivitesi Üzerine Kadmiyumun Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 581-584.

How to cite: Aytakin, T. & Kargin, F. (2020). Effect of Cadmium on SOD Activity in Different Tissues of *Oreochromis niloticus*. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 581-584.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0003-2666-0798>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4315-5689>

\*Sorumlu yazarın:  
Tüzün AYTEKİN  
Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu MYO,  
Adana, Türkiye.  
✉: [tuzunay@cu.edu.tr](mailto:tuzunay@cu.edu.tr)

**Öz:** Bu çalışmada kadmiyum'un *Oreochromis niloticus*'da superoksit dismutaz (SOD) aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Balıklar 0.2, 1.0 ve 2.0 mg/L Cd derişimlerinin etkisine 15 ve 30 günlük sürelerle bırakılarak karaciğer, solungaç, böbrek ve kas dokularında superoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri belirlenmiştir. Kadmiyumun farklı derişimlerinin etkisine bırakılan *O. niloticus*'un karaciğer, böbrek, solungaç ve kas dokularında süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi kontrol değerleriyle ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler belirlenmiştir. Kadmiyumun denenen yüksek derişimleri karaciğer dokusunda süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin azalmasına, böbrek dokusunda ise bir artışa neden olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Doku, kadmiyum, kirlilik, *Oreochromis niloticus*, SOD.

## Effect of Cadmium on SOD Activity in Different Tissues of *Oreochromis niloticus*

\*Corresponding author's:  
Tüzün AYTEKİN  
Cukurova University, İmamoğlu Vocational  
High School, Adana, Turkey.  
✉: [tuzunay@cu.edu.tr](mailto:tuzunay@cu.edu.tr)

**Abstract:** In this study, the effects of cadmium on the superoksit dismutaz (SOD) activity in *Oreochromis niloticus* were investigated. Fishes were exposed to 0.2, 1.0 ve 2.0 mg/L Cd for 15 and 30 days to determine superoksit dismutaz (SOD) activities in liver, gill, kidney and muscle tissues. The were significant changes in superoksit dismutaz (SOD) activities in liver, gill, kidney and muscle tissues of *O. niloticus* exposed to cadmium compared to controls. At the high concentrations tested, cadmium caused a decrease in superoksit dismutaz (SOD) activity in the liver while it caused an increase in the kidney tissue.

**Keywords:** Cadmium, *Oreochromis niloticus*, SOD, tissue, toxicity.

## GİRİŞ

Ağır metaller akuatik ortamda doğal olarak çok az bulunurlar bununla birlikte endüstride yoğun bir şekilde kullanımı nedeniyle ortama girmekte, yoğunlaşmakta ve diğer formlara dönüşerek akuatik sistemde kontaminant olarak kalmaktadırlar. Bu kontamine alanlarda bulunan su organizmaları yüksek metal derişimlerinin veya çevrede normal olarak bulunandan farklı formlardaki kirleticilerin etkisinde kalmaktadırlar (Woo vd., 1993).

Kadmiyum su canlıları için büyük bir problem teşkil etmektedir ve ekolojik önemi canlı organizmalarda

birikebilmesi ve yüksek toksisiteye neden olmasıdır (Cinier vd., 1999). Kadmiyum kağıt ve galvanize endüstrisinde, boya yapımında, plastik üretiminde, maden alaşımında, pil ve akü yapımında geniş bir şekilde kullanılan toksik bir metaldir (Sastri & Subhadra, 1985). Kadmiyum, hücre membranlarının yapısında değişikliklere, permeabiliteinin bozulmasına, birçok enzimatik reaksiyonun değişmesine ve yaşamsal öneme sahip inorganik katyonların düzeylerinde dengesizliklere neden olduğu belirlenmiştir (Suresh vd., 1995).

[\*] Bu çalışma, Doktora tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the Doctora thesis.

Ağır metaller canlılarda enzimler üzerine negatif etkileri vardır (Ali vd., 2003). Su organizmalarında ağır metaller enzimlerin fonksiyonel gruplarına (sülfidril, karboksil, imidazol) bağlanarak veya enzimdeki faydalı bir metalin yerini alarak enzim aktivitelerini değiştirebilmektedir (Viarengo, 1985; Lionetto vd., 1998).

Antioksidant savunma hemen tüm organizmalarda bulunmakta, antioksidant enzimleri (Süperoksit dismutaz, katalaz, glutation peroksidaz, glutamik privat transminaz) ve serbest radikalleri yok eden vitaminleri (Vitamin C ve E, karotenoidler) içermektedir. Bunların işlevleri reaktif oksijen türlerini (ROS) ortadan kaldırmak ve böylece oksidatif stresten organizmaları korumaktır (Doyotte vd., 1997; Elumalai vd., 2002). Antioksidant savunma bozulduğunda oksidatif stres, DNA hasarlarına ve enzimlerin işlevlerinin aksamasına neden olmaktadır (Doyotte vd., 1997). Antioksidan enzimlerin bazıları aktif oksijen formlarından orijin alan toksisiteye karşı hücrel savunma sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadırlar. Bunlardan süperoksit dismutaz (SOD), süperoksit anyon radikallerinin ( $O_2^-$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ )'e dismutasyonunu katalizler (Regoli & Principato, 1995; Oost vd., 1996; Romeo vd., 2000).

Bu çalışmada, kadmiyumun *O. niloticus*'un karaciğer, solungaç, böbrek ve kas dokularında süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Araştırma materyali olarak kullanılan *O. niloticus* örnekleri Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yetiştirme havuzlarından alınarak 40x120x40 cm boyutlarındaki akvaryumlarda  $25 \pm 1^\circ C$  de bir ay süre ile laboratuvar koşullarına adaptasyonları sağlanmıştır. Bu süre içerisinde balıklar  $12.4 \pm 1.0$  cm boy ve  $26.2 \pm 4.1$  g ağırlığa ulaşmışlardır.

Deneylerde 40X120X40 cm. boyutlarında olan ve her birinin içerisinde 12 balık bulunan 4 cam akvaryum kullanılmıştır. Bu akvaryumlardan üçüne 120'şer litre 0.2, 1.0 ve 2.0 mg/L Cd çözeltileri, dördüncü akvaryum kontrol olarak kullanılmıştır. Deneyler üç tekrarlı olarak yürütülmüştür ve her tekrarda iki balık kullanılmıştır.

Deney ortamında kadmiyum derişimlerinde süreye bağlı olarak derişimler olabileceği dikkate alınarak deney süresince akvaryum çözeltileri iki günde bir değiştirilmiştir. Deneylerde kullanılan bakır Bakır klorür ( $CdCl_2 \cdot H_2O$ , Merck) çözeltilerinin akvaryumda homojen dağılması ve çökelmeyi önlemek için trisodyum sitratla ( $C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$  Merck) çözeltisi kullanılmıştır.

Belirtilen süreler sonunda her akvaryumdan 6 balık çıkarılarak üzerlerinde bulunan su damlacıkları kurutma kağıdı ile alınarak karaciğer, böbrek, kas ve

solungaç dokuları disekte edilmiştir. Dokular süperoksit dismutaz (SOD) enzim analizleri için %0.59'luk NaCl damlatıldıktan sonra  $-80^\circ C$ ' lik derin dondurucuda saklanmıştır. Derin dondurucudan çıkartılan dokular üzerine 1/10 oranında 0.25 M sükröz (pH:7.4) eklenerek buz içerisinde teflon homojenizatörde 5 dk süreyle homojenize edildikten sonra  $+4^\circ C$ 'de 10.000 rpm'de 30 dakika santrifüjlendikten sonra süpernatantlarda SOD enzim aktiviteleri belirlenmiştir.

**Süperoksit Dismutaz (SOD) Yöntemi:** Süperoksit dismutaz enzimi, oksidatif enerji üretimi sırasında oluşan toksik süperoksit radikallerinin ( $O_2^-$ ), su ( $H_2O$ ) ve moleküler oksijene ( $O_2$ ) dismutasyonunu hızlandırmaktadır. Ksantin ve ksantin oksidaz (XOD) kullanılarak oluşturulan süperoksit radikalleri 2-[4-iyodofenil]-3-[4-nitropenol]-5-fenil tetrazoliyum klorid (INT) ile kırmızı renkli bir kompleks oluşturur. Eğer ortamda SOD enzimi varsa süperoksit radikallerini ortamdaki uzaklaştırdığı için formazon oluşumu inhibe olur. SOD enzim aktivitesinin ölçümü 505 nm dalga boyunda formazon oluşumunun % inhibisyonu ile ölçülür (Mc Cord & Fridovich, 1969).

**İstatistiksel Analiz:** Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 10.0 bilgisayar paket programı kullanılarak "Regresyon Analizi" ve "Student Newman Keul's (SNK)" testleri uygulanarak yapılmıştır.

## BULGULAR

*O. niloticus*' da belirli bir sürede dokularda SOD aktivitesi üzerine kadmiyumun derişime bağlı etkileri Çizelge 1 ve 2' de verilmiştir. 15. günde karaciğer SOD aktivitesi denenen tüm derişimlerde azalırken, böbrek SOD aktivitesi yüksek derişimlerde artmış, kas ve solungaç dokusunda ise herhangi bir derişikliğin olmadığı gözlenmiştir (Çizelge 1., SNK;  $P < 0.05$ ). 30. günde yüksek kadmiyum derişimlerinde karaciğer SOD aktivitesi azalırken, böbrek SOD aktivitesinin arttığı saptanmıştır. Kas ve solungaç dokusu SOD aktivitesi denenen tüm ortam derişimlerinde herhangi bir derişiklik göstermemiştir (Çizelge 2., SNK;  $P < 0.05$ ).

**Çizelge 1.** *O. niloticus*' da 15 günlük süre sonunda kadmiyumun doku ve organlarda SOD aktivitesi (U/mg protein) üzerine etkisi. **Table 1.** The effect of cadmium on SOD activity (U / mg protein) in tissues and organs at the end of 15 days in *O. niloticus*.

DERİŞİM	DOKU			
	Karaciğer *	Böbrek *	Kas *	Solungaç *
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$
<b>Kontrol</b>	1.709 $\pm$ 0.138 x	0.425 $\pm$ 0.036 x	0.249 $\pm$ 0.019 x	1.216 $\pm$ 0.086 x
<b>0.2 ppm Cd</b>	1.442 $\pm$ 0.111 y	0.494 $\pm$ 0.038 x	0.266 $\pm$ 0.015 x	1.299 $\pm$ 0.040 x
<b>1.0 ppm Cd</b>	1.312 $\pm$ 0.069 y	0.657 $\pm$ 0.034 y	0.286 $\pm$ 0.032 x	1.305 $\pm$ 0.114 x
<b>2.0 ppm Cd</b>	1.326 $\pm$ 0.106 y	0.807 $\pm$ 0.029 z	0.299 $\pm$ 0.023 x	1.250 $\pm$ 0.093 x

Değerler aritmetik ortalama  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir.

\* : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde ayırım vardır.

Values are given as arithmetic mean  $\pm$  standard error.

\*: There is discrimination at  $P < 0.05$  level between data shown with different letters in the same column.

**Çizelge 2.** *O. niloticus*' da 30 günlük süre sonunda kadmiyumun doku ve organlarda SOD aktivitesi (U/mg protein) üzerine etkisi. **Table 2.** The effect of cadmium on SOD activity (U/ mg protein) in tissues and organs at the end of 30 days in *O. niloticus*.

DERİŞİM	DOKU			
	Karaciğer *	Böbrek *	Kas *	Solungaç *
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$
Kontrol	1.686 ± 0.067 x	0.443 ± 0.004 x	0.268 ± 0.013 x	1.179 ± 0.097 x
0.2 ppm Cd	1.613 ± 0.037 xy	0.546 ± 0.006 x	0.281 ± 0.010 x	1.218 ± 0.092 x
1.0 ppm Cd	1.454 ± 0.055 y	0.780 ± 0.078 y	0.295 ± 0.027 x	1.265 ± 0.053 x
2.0 ppm Cd	1.423 ± 0.101 y	0.990 ± 0.098 z	0.340 ± 0.020 x	1.330 ± 0.022 x

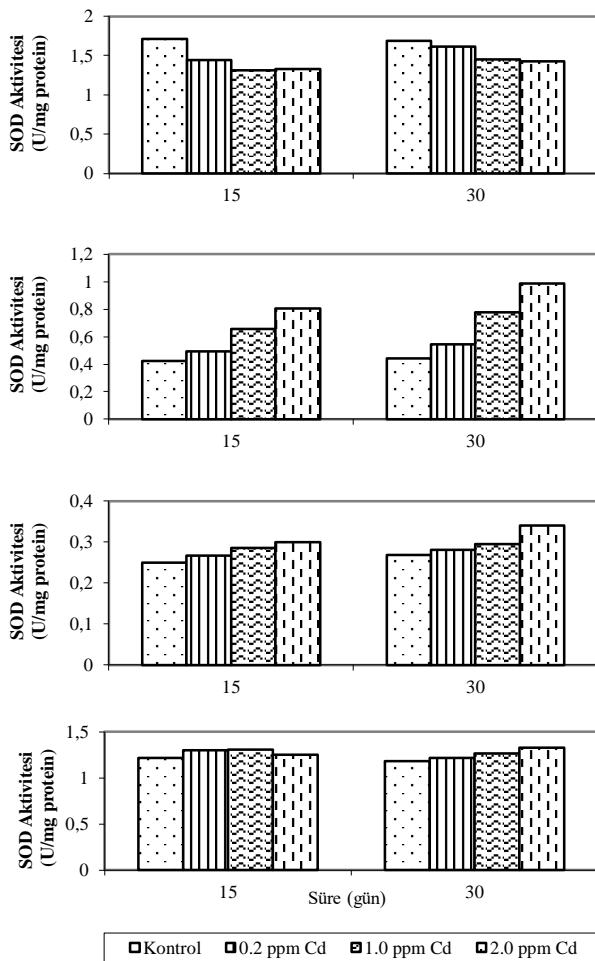
Değerler aritmetik ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

\* : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde ayırır.

Values are given as arithmetic mean ± standard error.

\*: There is discrimination at P <0.05 level between data shown with different letters in the same column.

Kadmiyum derişimlerinin süreye bağı olarak *O. niloticus*'un farklı dokularında SOD aktivitelere etkileri Şekil 1. A, B, C ve D' de verilmiştir. Kas ve solungaç dokusu denenen tüm süre ve derişimlerde genelde kontrole göre bir değişiklik göstermediği belirlenmiştir. 15. günde 2 ppm Cd ortam derişimde karaciğer SOD aktivitesi %22 düzeyinde azalırken, böbrek dokusu SOD aktivitesi %89 düzeyinde azalmıştır (Şekil 1 A ve B).



**Şekil 1.** *O. niloticus*' un karaciğer (A), böbrek (B), kas (C) ve solungaç (D) dokusunda SOD aktivitesi üzerine kadmiyum ortam derişimleri ve sürenin etkisi.

**Figure 1.** Effect of cadmium media concentrations and duration on SOD activity of *O. niloticus* in liver (A), kidney (B), muscle (C) and gill (D) tissues.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada *O. niloticus*'da en yüksek Cd derişimi olan 2.0 ppm Cd ortam derişiminde deneylerin sona erdirildiği 30 günlük süre içerisinde ölüm gözlenmemiştir. Ağır metallerin balıklarda yüksek derişimlerde mortaliteye neden olmalarını metallothionein ve metal bağlayıcı proteinlerin sentezi, metabolizmanın yavaşlatılması ve eliminasyonun hızlı olması gibi mekanizmalarının iyi olmasından kaynaklanmaktadır.

Biyolojik sistemlerde oluşan serbest oksijen türleri antioksidan savunma tarafından kontrol altında tutulmakta ve detoksifiye edilmektedir. Antioksidan sistemler türe, yaşa, eşeye ve çevresel faktörlere bağı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Prohaska ve Sunde, 1993). Antioksidan enzimler metallerin neden olduğu oksidatif stresa karşı hayvanların önemli bir savunma sistemi olduğu ve hücrelerdeki oksidatif hasarın antioksidan enzimlerin yüksek aktivitesi tarafından kontrol edildiği belirtilmiştir (Khengarot & Rathore, 2003).

Balıklarda Zn ve Cu gibi metallere sahip metal enzimlerinden biri olan süperoksit dismutaz (SOD) aşırı O<sub>2</sub> radikallerini katalizlediğinden antioksidan savunmada önemli bir işlevi vardır. Çevredeki ksenobiotiklere karşı hücre savunma mekanizmasında SOD'un hemen olaya dahil olduğu saptanmıştır (Isamah vd., 2000). Süperoksit radikalleri H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>' ye redüksiyonu SOD tarafından gerçekleşmektedir (Oost vd., 1996). Metalik bir antioksidan enzim olan SOD ağır metal toksisitesi nedeniyle meydana gelen stres esnasında önemli bir rol oynar (Sridevi vd., 1998).

Bu çalışmada sonuç olarak Cd nin düşük derişimlerinin etkisinde denenen tüm sürelerde *O. niloticus*'un karaciğerinde kontrol balıklarına göre herhangi bir değişiklik gözlenmediği, yüksek derişimlerde ise SOD aktivitesinin azaldığı saptanmıştır. Cd'un etkisine bırakılan *Achatina fulica*'da karaciğerde SOD aktivitesinin derişimin artışına bağı olarak azaldığı belirtilmiştir (Chandran vd., 2005). Bu araştırmada karaciğer SOD aktivitesindeki azalmanın, Cd'un SOD enziminde metal iyonlarının yerine geçerek enzim aktivitesini inhibe etmesi sonucu olduğu tahmin edilmektedir. Cd'un etkisine 15 ve 30 gün sürelerle bırakılan *O. niloticus*'un kas ve solungaç dokularında SOD aktivitesi kontrol balıklarına göre herhangi bir değişiklik göstermezken, aynı sürelerde sadece böbrek dokusunda SOD aktivitesi artmıştır. Cd'un etkisinde 30.gün sonunda böbrek SOD aktivitesinin uygulanan en yüksek derişimde kontrole göre %123 oranında artış gösterdiği belirlenmiştir. Metallerin etkisinde dokularda SOD aktivitesindeki artış, metallerin birikimi esnasında oluşan serbest radikallerle mücadele sonucu olduğu düşünülmektedir. Metal ve organik

bileşiklerin etkisine bırakılan *D. labrax*'da SOD aktivitesinin arttığı belirtilmiştir (Roche ve Boge, 1996).

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi (BAP) tarafından desteklenmiştir (Proje No: FEF2003D12)

## KAYNAKLAR

- Ali, M.B., Vajpayee, P., Tripathi, R.D., Rai, U.N., Singh, S.N. & Singh, S.P. (2003).** Phytoremediation of Lead, Nickel, and Copper by *Salix acmophylla* Boiss: Role of Antioxidant Enzymes and Antioxidant Substances. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **70**, 462-469.
- Chandran, R., Sivakumar, A.A., Mohandass, S. & Aruchami, M. (2005).** Effect of Cadmium and Zinc on Antioxidant Enzyme Activity in the Gastropod, *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, **140**, 422-426.
- Cinier, C. C., Ramel, M. P., Faure, R., Garin, D. & Bouvet, Y. (1999).** Kinetics of Cadmium Accumulation and Elimination in Carp *Cyprinus carpio* Tissues. *Comp. Biochem. Physiol.*, **122**, 345-352.
- Doyotte, A., Cossu, C., Jacquin, M.C., Babut, M. & Vasseur, R. (1997).** Antioxidant Enzymes, Glutathione and Lipid Peroxidation as Relevant Biomarkers of Experimental or Field Exposure in the Gills and the Digestive Gland of the Freshwater Bivalve *Unio turnidus*. *Aquatic Toxicology*, **39**, 93-110.
- Elumalai, M., Antunes, C. & Guilhermino, L. (2002).** Effects of Single Metals and Their Mixtures on Selected Enzymes of *Carcinus maenas*. *Water, Air and Soil Pollution*, **141**, 273-280.
- Isamah, G.K., Asagba, S.O. & Coker, H.A.B. (2000).** Comparative Evaluation of the Levels of Some Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidation in Different Fish Species in Two Rivers in the Western Niger Delta. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **65**, 351-356.
- Khargarot, B.S. & Rathore, R.S. (2003).** Effects of Copper on Respiration, Reproduction, and Some Biochemical Parameters of Water Flea *Daphnia magna* Straus. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **70**, 112-117.
- Lionetto, M.G., Maffia, M., Cappello, M.S., Giordano, M.E., Storelli, C. & Schettino, T. (1998).** Effect of Cadmium on carbonic Anhydrase and Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPase in Eel, *Anguilla anguilla*, Intestine and Gills. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, **120**, 89-91.
- McCord, J.M. & Fridovich, I. (1969).** Superoxide Dismutase: An Enzymatic Function for Erythrocyte (hemocytin). *J. Biol. Chem.*, **244**, 6049-6055
- Oost, R., Goksøyr, A., Celander, M., Heida, H. & Vermeulen, N.P.E. (1996).** Biomonitoring of Aquatic Pollution with Feral Eel (*Anguilla anguilla*). *Aquatic Toxicology*, **36**, 189-222.
- Prohaska, J.R. & Sunde, R.A. (1993).** Comparison of Liver Glutathione Peroxidase Activity and mRNA in Female and Male Mice and Rats. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **105**, 111-116.
- Regoli, F. & Principato, G. (1995).** Glutathione, Glutathione-dependent and Antioxidant Enzymes in Mussel, *Mytilus galloprovincialis*, Exposed to Metals under Field and Laboratory Conditions: Implications for the Use of Biochemical Biomarkers. *Aquatic Toxicology*, **31**, 143-164.
- Roche, H. & Boge, G. (1996).** Fish Blood Parameters as a Potential Tool for Identification of Stress Caused by Environmental Factors and Chemical Intoxication. *Marine Environmental Research*, **41**, 27-43.
- Romeo, M., Bennani, N., Gnassia-Barelli, M., Lafaurie, M. & Girard, J.P. (2000).** Cadmium and Copper Display Different Responses towards Oxidative Stress in the Kidney of the Sea Bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquatic Toxicology*, **48**, 185-194.
- Sridevi, B., Reddy, K.V. & Reddy, S.L.N. (1998).** Effect of Trivalent and Hexavalent Chromium on Antioxidant Enzyme Activities and Lipid Peroxidation in a Freshwater Field Crab, *Barytelphusa guerini*. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*, **61**, 384-390.
- Sastry, K.V. & Subhadra, K.M. (1985).** In Vivo Effects of Cadmium on Some Enzyme Activities in Tissues of the Freshwater Catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Environmental Research*, **36**, 32-45.
- Suresh, A., Sivaramakrishna, B. & Radhakrishnaiah, K. (1995).** Cadmium Induced Changes in Ion Levels and ATPase Activities in the Muscle of the Fry and Fingerlings of the Freshwater Fish, *Cyprinus carpio*. *Chemosphere*, **30**(2), 365-375.
- Viarengo, A. (1985).** Biochemical Effects of Trace Metals. *Marine Pollution Bulletin*, **16**(4), 153-158.
- Woo, P.T.K., Sin, Y.M. & Wong, G.M.K. (1993).** The Effects of Short-term Acute Cadmium Exposure on Blue Tilapia, *Oreochromis aureus*. *Environmental Biology of Fishes*, **37**, 67-74.