



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2010, Volume: 5, Number: 3, Article Number: 5A0044

**ECOLOGICAL LIFE SCIENCES**

Received: June 2009

Accepted: July 2010

Series : 5A

ISSN : 1308-7258

© 2010 [www.newwsa.com](http://www.newwsa.com)

**Serpil Mişe Yonar**

**Fatih Sakin**

Firat University  
serpilmise@gmail.com

Elazig-Turkey

**LİKOPENİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792)'nda  
OKSİDATİF STRES VE BAZI ANTİOKSİDAN PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**ÖZET**

Bu çalışmada; likopenin gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda bazı biyokimyasal parametrelere olan etkisi incelendi. Araştırmada; ortalama ağırlığı 218.23 ± 16.10 g olan toplam 60 adet gökkuşağı alabalığı kullanıldı. Likopenin 5 mg ve 10 mg miktarları kg balık ağırlığına göre yemle karıştırıldı ve balıklara 21 gün süreyle verildi. Kontrol ve deneme grubu balıklarından 7, 14 ve 21. gün sonunda karaciğer, böbrek ve dalak örnekleri alındı. Bu organlarda lipid peroksidasyon (MDA) düzeyi, katalaz (CAT) aktivitesi ve redükte glutatyon (GSH) seviyeleri tespit edildi. Deneme sonunda likopen uygulanan balıklarda MDA düzeyinin düştüğü, katalaz aktivitesi ile GSH düzeylerinin arttığı saptandı (p<0.05, p<0.01, p<0.001).

**Anahtar Kelimeler:** Likopen, Oksidatif Stres, Katalaz,  
Redükte Glutatyon, Antioksidan Sistem.

**THE EFFECT OF LYCOPENE ON OXIDATIVE STRESS AND SOME ANTIOXIDANT  
PARAMETERS IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792)**

**ABSTRACT**

In this study, the effects of lycopene on some biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were examined. A total of 60 rainbow trout (averagely weighted 218.23 ± 16.10 g) were used in the present study. The amounts of 5 and 10 mg lycopene for per kg fish weight were mixed with diet and given to fish. Liver, kidney and spleen samples were taken in 7, 14 and 21. days from control and experimental group. Lipid peroxidation (MDA) level, catalase (CAT) activity and reduced glutathione (GSH) level were analyzed in these organs. It was found that MDA level decreased, GSH level and CAT activity increased the end of the experiment (p<0.05, p<0.01, p<0.001).

**Keywords:** Lycopene, Oxidative Stress, Catalase,  
Reduced Glutathione, Antioxidant System.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Balık yetiştiriciliği, dünyada hızla gelişen ve önem kazanan bir endüstri kolu haline gelmiştir. Tatlı su balıkları içerisinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği en yaygın yapılan türdür. Ancak dışardan alınan pestisitler, ağır metaller, sıcaklık değişimleri, diyet tipleri, oksijen miktarı, parazitler ve farklı çevresel nedenler balıkta serbest radikallerin sebep olduğu oksidatif stresin artmasına dolayısıyla da ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

Diğer yüksek omurgalı canlılarda olduğu gibi balıklarda da lipid peroksidasyon veya MDA, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluşur ve hücresel bileşenlerde meydana gelen oksidatif stresin en önemli göstergesidir [1]. Bütün aerobik organizmalar gibi balıklarda da oksidatif stresi ve bunların meydana getirdiği hasarı önlemek için vücutta birçok savunma mekanizmaları gelişmiştir. Bunlar antioksidan savunma sistemleri olarak bilinirler ve enzimatik karakterdeki süperoksid dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GSH-Px) ile enzimatik olmayan glutatyon, A, E, C vitaminleri, selenyum ve melatonin gibi maddelerden oluşurlar [2, 3]. Likopen, karotenoid ailesinin antioksidan bir üyesidir [4]. Düz bir sıra halinde dizilmiş 11 konjuge ve 2 konjuge olmamış çift bağ içeren açık hidrokarbon zincirinden oluşmaktadır. Moleküler formülü  $C_{40}H_{56}$ , molekül ağırlığı 536,85 daltondur [5, 6].

Likopen, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından fotosentez esnasında ışığı emmek için sentezlenen doğal bir pigmenttir. Domates, guava, kuşburnu, karpuz, kayısı ve pembe greyfurt gibi birçok meyve ve sebze kırmızı rengini veren likopendir [5, 6 ve 7]. Bununla ilişkili olarak kırmızı sebze ve meyvelerde yoğun olarak bulunmaktadır. Örneğin; domates ve domates ürünleri (özellikle koyu kırmızı taze domates suyu) doğada en önemli likopen kaynaklarıdır [7, 8]. Konuyla ilgili olarak domates ve domates kaynaklı gıdaların besinlerdeki likopenin %85'inden daha fazlasını oluşturduğu bildirilmiştir [5].

Likopen, konjuge olmuş çift bağlarının yüksek miktarları nedeniyle, bütün karotenoidler arasında singlet oksijeni giderici ve peroksil radikali temizleyici etkileri bakımından en önemli antioksidanlardan biridir [9, 10]. Likopenin hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve nitrik oksit (NO) radikallerini inaktive ettiği bildirilmiştir [11]. Likopenin prostat, meme, servikal, ovarial, karaciğer ve diğer organların çeşitli kanserlerini azalttığı ve bu etkisinin güçlü antioksidan özelliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir [12].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Likopenin gökkuşağı alabalığında oksidatif stres ve bazı antioksidan parametrelere etkisi üzerine literatür eksikliği bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışma, oral yolla uygulanan likopenin farklı dozlarının bazı biyokimyasal parametrelere etkisinin ortaya konulması, güçlü antioksidan özelliğinden dolayı antioksidan olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi bakımından önem taşımaktadır.

## 3. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHODS)

### 3.1. Balık (Fish)

Çalışma, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Laboratuvarında gerçekleştirildi. Araştırmada ortalama ağırlığı  $218.23 \pm 16.10$  g olan yaklaşık 60 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanıldı. Balıklar yerel bir işletmeden temin edildi ve araştırmanın yürütüldüğü Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne canlı olarak getirildi. Balıklar  $80 \times 75 \times 90$  cm ebatlarında 540 litrelik fiberglas tanklara stoklandı. Deneysel çalışmaya başlamadan önce balıklar hazırlanmış olan bu ortama 15 gün

süreyle adapte edildi. Adaptasyon süresince balıklara günde iki kere alabildikleri kadar ticari alabalık yemi verildi.

### **3.2. Deneysel Plan ve Likopen Uygulaması (Experimental Design and Lycopene Administration)**

Balıkların adaptasyonu sırasında likopen günlük doz olarak kg balık ağırlığına 5 mg ve 10 mg olacak şekilde tartıldı ve mısır yağında çözüldü. Daha sonra likopen ve mısır yağı özel bir firmadan alınarak toz haline getirilen yemle homojen olarak karıştırıldı. Kontrol ve deneme rasyonları aşağıda belirtilen 4 farklı gruba 21 gün boyunca balıkların vücut ağırlıklarının % 2'si oranında uygulandı.

- Grup 1: Kontrol grubu (normal yem verilen grup),
- Grup 2: Mısır yağı karıştırılmış yemle beslenen grup,
- Grup 3: 5 mg likopen/kg balık oranında yemle beslenen grup,
- Grup 4: 10 mg likopen/kg balık oranında yemle beslenen grup.

Kontrol ve deneme grubu balıkları 7, 14 ve 21. gün sonunda bir anestezi madde (Benzocain, 50 ppm) ile bayıltılarak karaciğer, böbrek ve dalak örnekleri alındı. Bu doku örneklerinde lipid peroksidasyon (MDA), katalaz (CAT) aktivitesi ile redükte glutatyon (GSH) düzeyleri tespit edildi.

### **3.3. Doku Örneklerinin Hazırlanması ve Biyokimyasal Analizler (Preparation of Tissue Samples and Biochemical Assays)**

Alınan doku örneklerinden homojenatların hazırlanması için örnekler 0,5 gram tartıldı. İki süzgeç kağıdı arasında suyu alındıktan sonra %1.15'lik KCl içinde 1:10 oranında sulandırılarak homojenize edildi. Elde edilen homojenatlar 50 ml'lik propilen tüplerde soğutmalı santrifüjde 3200 rpm'de +4 °C'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatantlar alındı.

Üç veya daha fazla çift bağ ihtiva eden yağ asitlerinin peroksidasyonunda tiobarbitürik asit (TBA) ile ölçülebilen MDA meydana gelmektedir. Yağ asidi peroksidasyonunun son ürünü olan MDA, TBA ile reaksiyona girerek pembe renkli bir kompleks oluşturur. Oluşan bu pembe renk 532 nm'de okunur. Buna göre, doku örneklerinde malondialdehid (MDA) düzeylerinde meydana gelen değişimler Placer ve diğ. [13]'den modifiye edilen yöntemle göre spektrofotometrik olarak ölçüldü.

Kan ve dokulardaki CAT aktivitesi Aebi [14]'e göre tayin edildi. Bunun için kan ve doku örneklerinden 2 ml alındı ve üzerine 1 ml hidrojen peroksit solüsyonu ilave edilerek 240 nm'de 0. ve 30. saniyedeki absorbanans farkı ölçüldü. Protein tayini ise Lowry [15]'nin bildirdiği metoda göre yapıldı.

GSH tayini Elman [16] tarafından bildirilen metotla yapıldı. 5,5'-Ditiyo-bis (2-Nitrobenzoik Asit) (DTNB), nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH) ve glutatyon redüktaz varlığında enzimatik döngü prosedürü ile ölçülmektedir. GSH DTNB tarafından okside edilirken, ortamda bulunan okside glutatyon ve diğer çözünür tiyol bileşikleriyle GSH'ın oluşturduğu disülfid bağlanmaları glutatyon redüktaz enzimi varlığında NADPH'ın indirgenmesi ile GSH'a dönüştürülmektedir. Meydana gelen sarı renkli 2-nitro-5-tiyobenzoik asitin miktarı 412 nm'de ölçülmektedir. Doku örnekleri çöktürücü solüsyonla (metafosforik asit, etilendiamintetraasetik asit (EDTA), sodyum klorür (NaCl)) çöktürüldü ve 3000 rpm'de 20 dakika santrifüj edildi. Süpernatantlar alınarak üzerine Elman ayırıcı ve disodyum hidrojen fosfat (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) ilave edilerek 412 nm'de köre karşı okundu.

### 3.4. İstatistiksel Analiz (Statistical Analysis)

Denemede elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri SPSS 10 istatistik programı kullanılarak gerçekleştirildi. Kontrol ve deneme grubu balıkların bazı biyokimyasal parametrelerinde zaman bağılı olarak meydana gelen değişimler tek yönlü varyans analizi (Oneway - ANOVA) ile test edildi.

### 4. BULGULAR (FINDINGS)

Çalışmaya başlamadan önce 2 hafta için gözlem altında tutulan balıklarda herhangi bir ölüm gözlenmedi. Balıklarda adaptasyon süresi boyunca herhangi bir stres oluşumu ve yem alımlarında herhangi bir problem yaşanmadı. Çalışma sırasında su sıcaklığı 15 ile 17 °C, pH 7,0 ile 7,2 ve oksijen düzeyi ise 8,32 ile 9,11 mg/L arasında ölçüldü. Araştırma boyunca sıcaklık, oksijen düzeyi ve pH'da önemli değişiklikler görülmedi.

Kontrol grubu balıkları ile mısır yağı ve farklı dozlarda likopen içeren yemlerin oral yolla verildiği balıkların dokularındaki MDA düzeylerinde Tablo 1' de gösterilen değişimler tespit edildi. Buna göre incelenen bütün dokularda mısır yağı verilen gruptaki balıkların dokularındaki MDA düzeylerinde kontrol grubuna kıyasla önemli bir değişimin olmadığı fakat 5 ve 10 mg/kg balık oranında likopen verilen balıklarda bu düzeyin 7., 14. ve 21. günlerde önemli oranda düştüğü ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ) belirlendi.

Tablo 1. Kontrol ve deneme balıklarının dokularındaki MDA düzeyleri (nmol/g protein).  
(Table 1. MDA levels tissues of control and experimental fish) (nmol/g protein)

Dokular	Gruplar	Günler		
		7	14	21
Karaciğer	1	51.14 ± 9.28	54.09 ± 10.34	52.26 ± 9.84
	2	52.50 ± 11.61	51.93 ± 12.08	53.88 ± 8.90
	3	46.62 ± 13.07 <sup>b*</sup>	47.18 ± 11.24 <sup>a*</sup>	41.29 ± 12.53 <sup>a***, b**</sup>
	4	45.71 ± 9.81 <sup>a*, b*</sup>	40.81 ± 14.09 <sup>a***, b**, c*</sup>	42.47 ± 12.16 <sup>a***, b**</sup>
Böbrek	1	73.15 ± 14.09	70.26 ± 12.11	71.52 ± 17.04
	2	76.03 ± 11.46	74.31 ± 13.70	73.30 ± 12.51
	3	67.08 ± 9.86 <sup>a*, b**</sup>	63.53 ± 12.41 <sup>a*, b**</sup>	61.21 ± 10.28 <sup>a***, b***</sup>
	4	64.27 ± 13.04 <sup>a***, b***</sup>	62.18 ± 9.72 <sup>a***, b***</sup>	60.42 ± 11.40 <sup>a***, b***</sup>
Dalak	1	60.72 ± 13.10	62.81 ± 10.29	63.04 ± 9.26
	2	58.24 ± 11.06	60.43 ± 12.08	59.10 ± 12.41
	3	55.64 ± 10.42 <sup>a*</sup>	57.16 ± 10.22 <sup>a*</sup>	52.30 ± 11.60 <sup>a**, b*</sup>
	4	57.36 ± 14.09	54.55 ± 13.21 <sup>a***, b*</sup>	51.89 ± 14.35 <sup>a***, b*</sup>

a: kontrol grubu,

b: mısır yağı verilen grup,

c: 5 mg/kg balık oranında likopen uygulanan grup,

d: 10 mg/kg balık oranında likopen uygulanan grup,

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ . ± Standart hata

Mısır yağı ile farklı dozlarda likopenin yemle verildiği deneme grubu balıklarının kontrol grubu balıklarına göre karaciğer, böbrek ve dalağındaki CAT aktivitelerinde meydana gelen değişimler Tablo 2' de görülmektedir. Mısır yağı uygulanan balıkların dokularındaki CAT aktivitesi incelendiğinde istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın

oluşmadığı ( $p>0.05$ ,  $p>0.01$ ,  $p>0.001$ ) tespit edildi. Likopenin 5 mg/kg balık dozunun uygulandığı balıkların böbreğindeki CAT aktivitesinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak düştüğü ( $p<0.05$ ), 10 mg/kg balık oranında likopen uygulanan balıkların ise karaciğer, böbrek ve dalağındaki CAT aktivitesinin her üç dokuda da kontrol ve mısır yağı uygulanan gruba kıyasla önemli oranda arttığı ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ) saptandı.

Kontrol grubu balıkları ile mısır yağı ve farklı dozlarda likopen içeren yemlerin oral yolla verildiği balıkların dokularındaki GSH düzeylerinde Tablo 3' de gösterilen değişimler tespit edildi. Kontrol grubu ile mısır yağı ve farklı dozlarda likopen içeren yemlerle beslenen balıkların dokularındaki GSH düzeyleri karşılaştırıldığında sadece 10 mg/kg balık dozunun uygulandığı balıkların karaciğer, böbrek ve dalak GSH düzeyleri deneme sonunda istatistiksel olarak kontrol grubundan farklı bulundu ( $p<0.05$ ). 5 mg/kg balık dozunun verildiği grubun doku GSH düzeylerinin de kontrol grubuna göre arttığı fakat bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlendi ( $p>0.05$ ,  $p>0.01$ ,  $p>0.001$ ).

Tablo 2. Kontrol ve deneme balıklarının dokularındaki CAT aktiviteleri (k/g protein).

(Table 2. CAT activities tissues of control and experimental fish) (k/g protein)

Dokular	Gruplar	Günler		
		7	14	21
Karaciğer	1	181.48 ± 16.10	178.61 ± 12.84	183.56 ± 14.09
	2	179.53 ± 17.21	181.14 ± 14.05	180.38 ± 12.21
	3	191.63 ± 15.32 <sup>a*</sup>	188.62 ± 19.24 <sup>a*</sup>	194.53 ± 14.49 <sup>a*</sup>
	4	186.42 ± 16.12	192.90 ± 13.61 <sup>a*</sup> , b*	198.67 ± 12.73 <sup>a**</sup> , b**
Böbrek	1	61.83 ± 9.43	64.11 ± 10.24	63.28 ± 8.92
	2	59.61 ± 11.86	60.09 ± 12.31	62.45 ± 9.88
	3	55.46 ± 9.44 <sup>a*</sup>	58.61 ± 7.15 <sup>a*</sup>	56.92 ± 8.53 <sup>a*</sup>
	4	64.53 ± 9.36 <sup>c**</sup>	62.79 ± 8.47	66.41 ± 9.16 <sup>c**</sup>
Dalak	1	32.81 ± 4.38	30.26 ± 5.16	33.49 ± 4.25
	2	33.51 ± 5.42	33.06 ± 7.11	32.18 ± 6.39
	3	36.48 ± 4.44	38.30 ± 5.62 <sup>a**</sup> , b*	37.59 ± 6.11 <sup>b*</sup>
	4	35.29 ± 5.06	42.37 ± 6.40 <sup>a***</sup> , b**, c*	39.95 ± 5.63 <sup>a*</sup> , b*

a: kontrol grubu,

b: mısır yağı verilen grup,

c: 5 mg/kg balık oranında likopen uygulanan grup,

d: 10 mg/kg balık oranında likopen uygulanan grup,

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$ . ± Standart hata

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ (DISCUSSION AND CONCLUSION)

Oksidatif stres, oksidan ve antioksidan denge arasındaki değişiklikler sonucunda meydana gelmekte ve reaktif oksijen türleri lehindeki artışlar oksidatif hasar olarak görülebilmektedir [17, 18]. Serbest radikaller yüksek aktivitelerinden dolayı hücre zarında bulunan doymamış yağ asitleri ile etkileşerek lipid peroksidasyonunu başlatabilmektedir. Oluşan lipid peroksitler kolaylıkla yıkılmaktadır.

basta MDA olmak üzere birçok sekonder ürünler meydana getirebilmektedir [19]. Bu ürünlerin çok çabuk bir şekilde ortamda farklı ürünlere dönüşmesi ve saptanmalarının zorluğu nedeniyle, bu çalışmada lipit peroksidasyonunun göstergesi olarak tiyübarbitürik asit (TBA) ile MDA arasında oluşan tiyübarbitürik asit reaktif sübstanslarının (TBARs) düzeyleri analiz edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 3. Kontrol ve deneme balıklarının dokularındaki GSH düzeyleri ( $\mu\text{mol/g}$  protein).  
(Table 3. GSH levels tissues of control and experimental fish) ( $\mu\text{mol/g}$  protein)

Dokular	Gruplar	Günler		
		7	14	21
Karaciğer	1	4.88 $\pm$ 0.75	4.72 $\pm$ 0.69	4.79 $\pm$ 0.61
	2	4.76 $\pm$ 0.63	4.79 $\pm$ 0.74	4.70 $\pm$ 0.67
	3	4.98 $\pm$ 0.87	4.96 $\pm$ 0.66	5.02 $\pm$ 0.73
	4	5.09 $\pm$ 0.58	5.05 $\pm$ 0.69	5.36 $\pm$ 0.69 <sup>a*</sup>
Böbrek	1	4.32 $\pm$ 0.51	4.35 $\pm$ 0.46	4.31 $\pm$ 0.39
	2	4.34 $\pm$ 0.62	4.31 $\pm$ 0.53	4.33 $\pm$ 0.40
	3	4.28 $\pm$ 0.33	4.30 $\pm$ 0.47	4.57 $\pm$ 0.71
	4	4.36 $\pm$ 0.58	4.26 $\pm$ 0.65	4.89 $\pm$ 0.55 <sup>a*</sup>
Dalak	1	3.59 $\pm$ 0.29	3.56 $\pm$ 0.37	3.57 $\pm$ 0.44
	2	3.55 $\pm$ 0.41	3.58 $\pm$ 0.50	3.64 $\pm$ 0.43
	3	3.67 $\pm$ 0.38	3.64 $\pm$ 0.59	3.76 $\pm$ 0.46
	4	3.62 $\pm$ 0.43	3.69 $\pm$ 0.63	4.03 $\pm$ 0.51 <sup>a*</sup>

a: kontrol grubu,

b: mısır yağı verilen grup,

c: 5 mg/kg balık oranında likopen uygulanan grup,

d: 10 mg/kg balık oranında likopen uygulanan grup,

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.  $\pm$  Standart hata

Oksidatif strese karşı çok sayıda antioksidanın koruyucu etkiler gösterebileceği birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur [20, 21, 22 ve 23]. Karotenoidler içerisinde en güçlü antioksidan maddenin likopen olduğu ileri sürülmektedir [24, 25]. Özellikle  $^1\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , NO, sülfonil, peroksil ve diğer serbest radikallere karşı güçlü antioksidan etki gösterdiği belirlenmiştir [11, 26 ve 27]. Rao ve Shen [28] tarafından düşük dozda domates sosu ve likopen kapsülü kullanılarak yapılan bir çalışmada, serum likopen seviyelerinin artması ile lipit ve protein oksidasyonunun önemli derecede azaldığı bildirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda, likopenin sisplatin, gentamisin ve adriyamisin gibi nefrotoksik maddelerle oluşturulan böbrek hasarlarının likopen tedavisiyle ciddi şekilde önlenildiği gösterilmiştir [29, 30 ve 31]. Bu çalışmada da alabalık rasyonlarına ilave edilen likopenin oksidatif stresin bir göstergesi olan MDA düzeyini azalttığı görülmektedir. Bu sonuç araştırmacıların bulgularıyla paraleldir.

CAT çeşitli hastalıklar ve beslenme bozuklukları gibi pek çok patolojik şartlarla ilgili olarak ortaya çıkan oksidatif strese karşı savunmada antioksidan sistemin öncelikli bir komponentidir. CAT ( $\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}_2$  oksidoredüktaz, EC 1.11.1.6) yapısında 4 tane hem grubu bulunan bir hemoproteindir. Görevi  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'i oksijen ve suya parçalamaktır. GSH, serbest radikaller ve peroksitlerle reaksiyona girerek hücreleri oksidatif hasara karşı koruyan, endojen ve enzimatik olmayan, çok önemli tripeptit karakterinde bir antioksidandır. Ayrıca protein yapısındaki sülfhidril gruplarını indirgenmiş halde tutarak pek çok proteinin ve enzimin inaktivasyonunu engellemektedir [32, 33 ve 34].

Breinolt ve diğ. [35], ratlarda antioksidan ve ilaç metabolize eden enzimler üzerine likopenin etkilerini araştırdıkları

çalışmalarında likopenin karaciğerde CAT aktivitesi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ateşşahin ve diğ. [36] tarafından yapılan başka bir çalışmada, siklosporin uygulamasıyla böbrekte CAT aktivitesinin önemli oranda azaldığı; bununla birlikte likopen uygulamasının bu enzimin aktivitelerini normale yaklaştırdığını göstermişlerdir. Yılmaz ve diğ. [28] tarafından ratlarda yapılan bir araştırmada oksidatif strese karşı likopenin dokulardaki CAT aktivitesini normal düzeylere çektiğini belirlemişlerdir. Yine Gupta ve diğ. [37], likopen ile oksidatif stresin önlendiğini azalan GSH düzeylerinin likopen uygulamasıyla normale geldiğini göstermişlerdir. Ateşşahin ve diğ. [29] tarafından yapılan başka bir çalışmada, sisplatin ve gentamisin tarafından oluşturulan oksidatif strese bağlı olarak böbreklerde azalmış olan GSH seviyelerinin likopen uygulanmasıyla normal seviyelere yükseldiği bildirilmiştir. Likopenin farklı dozlarının uygulandığı bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre CAT ve GSH düzeylerindeki artış araştırmacıların farklı canlı türleri üzerine yaptıkları çalışmaların bulgularıyla benzerdir.

Sonuç olarak; güçlü bir antioksidan olan likopenin dokularda MDA düzeyini düşürdüğü, CAT ve GSH seviyelerini yükselttiği görülmektedir. Bu olumlu etkilerin hepsi bir bütün olarak değerlendirildiğinde; oksidatif strese karşı, likopenin antioksidan olarak kullanılabileceği ve bu bulguların yapılacak yeni çalışmalarla desteklenmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Morales, A.E., Pèrez-Jimènez, A., Hidalgo, M.C., Abellán, E., and Gabriel C.G., (2004). Oxidative stres and antioxidant defenses after prolonged starvation in *Dentex dentex* liver. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 139, pp: 153-161.
2. Dautremepuits, C., Betoulle, S., and Vernet, G., (2003). Stimulation of antioxidant enzymes levels in carp (*Cyprinus carpio* L.) infected by *Ptychobothrium* sp. (Cestoda). *Fish and Shellfish Immunology*, 15, pp: 467-471.
3. Trenzado, C., Carmen H.M., Gallego, M.G., Morales, A.E., Furne, M., Domezain, A., Domezain, J. and Sanz, A., (2006). Antioxidant enzymes and lipid peroxidation in sturgeon *Acipenser naccarii* and trout *Oncorhynchus mykiss*. A comparative study. *Aquaculture*, 254, pp: 758-767.
4. Rao, A.V. and Rao, L.G., (2007). Carotenoids and human health. *Pharmaceutical Research*, 55, pp: 207-216.
5. Rao, A.V. and Agarwal, S., (1999). Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: A review. *Nutrition Research*, 19 (2), pp: 305-323.
6. Shi, J., Mazza, G, and Maguer, M., (2002). Lycopene from tomatoes. *Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects*, 2, pp: 136-152.
7. Shixian, Q., Dai, Y., Kakuda, Y., Shi, J., Mittal, G., Yeung, D., and Jiang, Y., (2005). Synergistic antioxidative effects of lycopene with other bioactive compounds. *Food Reviews International*, 21(3), pp: 295-311.
8. Omoni, A.O. and Aluko, R.E., (2005). The anticarcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 16, pp: 344-350.
9. Dimascio, P., Kaiser, S. and Sies, H., (1989). Lycopene as the most effective biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 274, pp: 532-538.

10. Yılmaz, E., (2002). Domates tüketimi, likopen ve sağlığımız. *Dünya Gıda*, 2, ss: 66-71.
11. Bohm, F., Tinkler, J.H., and Truscott, T.G., (1995). Carotenoids protect against cell membrane damage by nitrogen dioxide radical. *Nature Medicine*, 1, pp: 98-99.
12. Rao, A.V. and Ali, A., (2007). Biologically active phytochemicals in human health: Lycopene. *International Journal of Food Properties*, 10 (2), pp: 279-288.
13. Placer, Z.A., Cushman, L., and Johnson, B.C., (1966). Estimation of products of lipid peroxidation (Malonyl dialdehyde) in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, 16, pp: 359-364.
14. Aebi, H., (1984). Catalase. *In vitro. Methods in Enzymology*, 105, pp: 121-126.
15. Lowry, O.H., Rosenberough, N.J., Farr, A.L., and Randal, R.J., (1951). Protein measurement with folinphenol reagent. *Journal of Biochemistry*, 193, pp: 265-275.
16. Elman, G.L., (1959). Tissue sulphhydryl groups. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 82, pp: 70-77.
17. Alsharif, N.Z. and Hassoun, E.A., (2004). Protective effects of Vitamin A and Vitamin E succinate against 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)-Induced bodywasting, hepatomegaly, thymic atrophy, production of reactive oxygen species and DNA damage in C57BL/6J mice. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 95, pp: 131-138.
18. Bandyopadhyay, U., Das, D., and Banerjee, R.K., (1999). Reactive oxygen species: oxidative damage and pathogenesis. *Current Science*, 77 (5), pp: 658-666.
19. Ohkawa, H., Ohishi, N., and Yagi, K., (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry*, 95, pp: 351-358.
20. Davies, K.J.A., (1995). Oxidative stress: The paradox of aerobic life. *Free Radicals and Oxidative Stress: Environment, Drugs, and Food Additives*, (Ed) Rice-Evans, C., Halliwell, B., Lunt, G.G. Portaland Press, London, 7-18.
21. Dimascio, P., Murphy, M.E, and Sies, H., (1991). Antioxidant defense systems: The role of carotenoids, tocopherols and thiols. *American Journal of Clinical Nutrition* 53, pp: 194-200.
22. Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C., and Cross, C.E., (1992). Free radicals, antioxidants and human disease: Where are we now?. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 119, pp: 598-620.
23. Hassoun, E.A., Li, F., Abushaban, A., and Stohs, S.J., (2001). Production of superoxide anion, lipid peroxidation and DNA damage in the hepatic and brain tissues of rats after subchronic exposure to mixtures of TCDD and its congeners. *Journal of Applied Toxicology*, 21, pp: 211-219.
24. Tapiero, H., Townsend, D.M., and Tew, K.D., (2004). The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 58 (2), pp: 100-110.
25. Velmurugan, B., Santhiya, S.T., and Nagini, S., (2004). Protective effect of sallylcysteine and lycopene in combination against N-Methyl-N'-Nitro-N-Nitrosoguanidine-Induced genotoxicity. *Polish Journal of Pharmacology*, 56, pp: 241-245.
26. Stahl, W. and Sies, H., (2003). Antioxidant activity of carotenoids. *Moleculer Aspects of Medicine*, 24 (6), pp: 345-351.
27. Tinkler, J.H., Bohm, F., Schalch, W., and Truscott, T.G., (1994). Dietary carotenoids protect human cells from damage. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 26, pp: 283-285.



28. Rao, A.V. and Shen, H.L., (2002). Effect of low dose lycopene intake on lycopene bioavailability and oxidative stress. *Nutrition Research*, 22, pp: 1125-1131.
29. Ateşşahin, A., Yılmaz, S., Karahan, İ., Çeribaşı, A.O. ve Karaoğlu, A., (2005). Effects of lycopene against cisplatin-induced nephrotoxicity and oxidative stress in rats. *Toxicology*, 212, pp: 116-123.
30. Karahan, İ., Ateşşahin, A., Yılmaz, S., Çeribaşı, A.O. ve Sakin, F., (2005). Protective effect of lycopene on gentamicin-induced oxidative stress and nephrotoxicity in rats. *Toxicology*, 215, pp: 198-204.
31. Yılmaz, S., Ateşşahin, A., Sahna, E., Karahan, İ. ve Özer, S., (2006). Protective effect of lycopene on adriamycin-induced cardiotoxicity and nephrotoxicity. *Toxicology*, 218, pp: 164-171.
32. Benzer, F., (2001) *Fasciola Hepatica ile Enfekte Koyunların Kan ve Karaciğer Dokularında Arginaz, Nitrik Oksit, Bazı Antioksidant Enzimler ve Lipid Peroksidasyon Düzeyleri ile Karaciğer Arginaz Enziminin Biyokimyasal Özellikleri*. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
33. Piner, P., (2005) *Fenthion içeren ortamda BSO ve NAC'nin Oreochromis niloticus'da beyin dokusunda glutatyon metabolizması, lipid peroksidasyonu ve asetilkolinesteraz aktivitesine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
34. Yonar, M.E., (2008). Doktora tezi. *Yersinia Ruckerı ile Enfekte Edilen Gökkuşluğu Alabalığı (Oncorhynchus Mykiss)'nın Tedavisinde Propolisin Kullanılması*. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
35. Breinholt, V., Lauridsen, S.T., Daneshvar, B., and Jakobsen, J., (2000). Dose-response effects of lycopene on selected drug-metabolizing and antioxidant enzymes in the rat. *Cancer Letters*, 154, pp: 201-210.
36. Ateşşahin, A., Çeribaşı, A.O. ve Yılmaz, S., (2007). Lycopene, a carotenoid, attenuates cyclosporine-induced renal dysfunction and oxidative stress in rats. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 100, pp: 372-376.
37. Gupta, S.K., Trivedi, D., Srivastava, S., Joshi, S., Halder, N., and Verma, S.D., (2003). Lycopene attenuates oxidative stress induced experimental cataract development: An in vitro and in vivo study. *Nutrition*, 19, pp: 794-799.