

Lepistes Balığının Karaciğeri Üzerine Fenpiroksimat Akarisiti'nin Biyokimyasal Etkileri

Nesli DOĞAN¹, Zehra YAZICI¹, Turgay ŞİŞMAN^{1,*}

¹Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü 25240 Erzurum.

Özet

Fenpiroksimat (FP) meyve bahçelerinde akarlar karşı sıklıkla kullanılan bir akarisitir. Bu çalışmada FP'nin subletal konsantrasyonlarının biyokimyasal etkileri ergin lepistes balıkları (*Poecilia reticulata* PETERS, 1859) kullanılarak araştırılmıştır. Lepistes balıkları 48 saat süreyle FP'nin subletal dozlarına (15, 25 ve 150 µg l⁻¹) maruz bırakıldı (n:10). Subletal maruziyetler daha önce tespit ettiğimiz 48 saatlik LC₅₀ değerine uygun olarak gerçekleştirildi. Deneylerde statik yöntem kullanıldı. FP'nin oksidatif etkilerini belirlemek için karaciğer dokusunda biyokimyasal parametreler (Toplam Antioksidan Kapasite [TAK] ve Toplam Oksidatif Durum [TOD]) değerlendirildi. Uygulanan subletal FP dozları antioksidan aktivitede herhangi bir değişikliğe yol açmadı. Diğer taraftan, 25 ve 50 µg l⁻¹ FP'nin oksidatif strese neden olduğu tespit edildi.

Anahtar kelimeler: Lepistes, fenpiroksimat, antioksidan aktivite, oksidatif stres.

Biochemical Effects of Fenpyroximate Acaricide on Guppy Liver

Abstract

Fenpyroximate (FP), an acaricide, is widely used in the prevention of acarids (mites) in fruit plant gardens. In this study, the acute toxic effects of sublethal concentrations of FP were investigated using adult guppy (*Poecilia reticulata* PETERS, 1859). Guppy adults were exposed to sublethal FP concentrations (15, 25, and 150 µg l⁻¹) during 48 hours (n:10). Sublethal exposures were made according to predetermined 48-h LC₅₀ value ourselves. Static method has been used in this study. Biochemical parameters (Total Antioxidant Capacity [TAC] and Total Oxidative Status [TOS]) were examined to determine the oxidative effects of FP in liver tissue. Sublethal FP doses did not cause any change in antioxidant activity. On the other hand, FP caused oxidative stress at 25 and 50 µg l⁻¹ doses.

Keywords: Guppy, fenpyroximate, antioxidant activity, oxidative stres.

* Turgay ŞİŞMAN, tsisman@atauni.edu.tr.

1. Giriş

Kimyasal mücadelede zararlı ve hastalık yapıcı hayvan, bitki ve mantarları yok etmek amacıyla kullanılan madde veya maddelere pestisit denir. İnsanların pestisitleri tanımları yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. Tarımın M.Ö. 8000 yılında başladığı kabul edilmektedir. İlk pestisit uygulamasının ise Sümerler tarafından M.Ö. 2500 yılında, böcekleri ve özellikle keneleri kontrol altına almak amacıyla sülfür bileşiklerini kullandıkları bilinmektedir [1]. Bazı tuzların herbisit olarak M.Ö. 1200 yılında, kükürdün insektisit ve fungusit olarak M.Ö. 1000 yılında ve *Helleborus niger*, *Helleborus orientalis* ve *Veratum album* bitkilerinden elde edilen hellebora'nın rodentisit ve insektisit olarak M.Ö. 100 yılında kullanıldığı [2], arseniğin 900 yıllarında Çinliler tarafından böceklere karşı, mineral yağların 1300'lerde develerdeki uyuz hastalığına, tütün ekstrelerinin 1690'da kontak insektisit, dumanının ise 1773 yılında fumigant olarak kullanıldığı literatürde yer almaktadır [3].

Pestisitler toksikoloji biliminin temelini oluşturur. Bu kimyasalların ister doğal ister sentetik olsun, hem insan hem de diğer organizmalarda toksik etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Uzun süre çevrede kalabilen pestisitler, mutajen, teratojen ve daha önemlisi karsinojen olabilirler. Kullanım alanlarının çok geniş olması pestisitlerin çevreye ve canlılara zararlarının artmasına sebep olmaktadır. Pestisitler diğer toksik materyallerden kimyasal ve sosyal olarak ayrı bir sınıfta tutulur. Çünkü onların toksik etkisi doğrudan belirli bir organizmayı etkilememektedir [4,5]. Nitekim yapılan araştırmalar sonucunda fizikokimyasal özellikleri nedeniyle kalıcı özelliğe sahip bu grup ilaçlar çok sayıda kuş ve balık ölümlerine neden olmuş, besin zincirinin en sonunda bulunan insanoğluna daha da yoğunlaşmış olarak ulaşmıştır. Sonraki yıllarda bazı ülkelerde kullanımlarına kısıtlamalar getirilmiş, bazı ülkelerde ise tamamen yasaklanmıştır [6].

Fenpiroksimat, tert-butyl (E)- α -(1,3-dimethyl-5-phenoxy-pyrazol-4-yl)methyleneamino-oxy)-ptoluate (IUPAC) ve 1,1-dimethylethyl 4-[[[(E)-[(1,3-dimethyl-5-phenoxy-1H-pyrazol-4-yl)methylene]amino]oxy]methyl]benzoate kimyasal isimleriyle bilinen bir akarisitir. Ülkemizde 1992 yılında 134098-61-6 kodu ile ruhsat almıştır. Kapalı formülü $C_{24}H_{27}N_3O_4$ olup beyaz kristal tozu halindedir. Çözünürlüğü 25°C'de metanolde 15, asetonda 150 ve kloroformda 1197 g/l'dir. Asit ve alkali ortamda stabildir. Ülkemizde ilk defa Zeneca şirketi tarafından Meteor ismi ile ruhsatlandırılmıştır [7, 8]. Hem kontak hem mide etkili akarisitir. Bağlarda, turunçgil, sebze ve pamuk yetiştirilen alanlarda zarar veren kırmızı örümceklere (*Tetranychus urticae*) karşı önerilmesinin yanı sıra beyazsinek, thrips, lepidopter larvaları, yaprak bitleri, yaprak psillidi, pas böceği ve patates böceğine karşı kullanılmaktadır. Oksidatif fosforilasyonu inhibe ederek, adenosin trifosfat (ATP)'nin sentezlenmesini engeller [9]. MET akarisit olarak tanımlanan fenpiroksimat mitokondrial elektron taşınımını engelleyerek etkili olur [10].

Lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*), akvaryum balıkları içerisinde en çok tanınan türlerden biridir. İlk olarak 1859'da Venezuela-Caracas'da lepistesini tespit eden İhtiyolog Wilhelm Peters isimli bilim adamı, bu balığa *Poecilia reticulata* ismini vererek Poeciliidae familyasına dahil etmiştir [11]. Bu tür Avrupa'ya bir akvaryum balığı olarak ilk kez 1908 yılında getirilmiştir. Akvaryum dünyasına 80-90 yıl önce girmiş olmalarına rağmen, çabuk üretilme özelliklerinden dolayı 200'e yakın varyetesi geliştirilmiştir [12]. Lepistes balıkları batı ülkelerinde "guppy" veya

“milyon balığı” olarak tanınır. Guppy olarak anılması, akvaryumlara ilk kez Guppy isimli bir akvaryumcu tarafından alındığı içindir. Ayrıca bir dişi ve bir erkek lepistes ile bunlardan üreyen yavrulardan da yavru sağlanacağı kabul edilirse, bir yılda 300.000 adet lepistes elde edilmesi teorik olarak mümkündür. Milyon balığı diye adlandırılması bu özelliğinden kaynaklanmaktadır [13, 14].

Metabolik faaliyetlerin ve detoksifikasyon süreçlerinin temel organı olarak karaciğer, metabolizmadaki her türlü değişimden ve toksik maddelerle etkileşmelerinden en çok etkilenen organlardan biridir. Kemikli balıkların en kalabalık grubunu oluşturan teleostlarda bu organ sadece sucul ekosistem kirliliğinin duyarlı bir göstergesi değil, karmaşık metabolik işlevleri uzantısında beslenme değişimlerinin de belirteçidir. Çevre kirliliği bağlamında birçok toksik madde ve toksin karaciğerde biyolojik olarak daha az zehirli maddelere dönüştürülür ve safra kesesi yardımıyla dışarı atılır. Bazı toksik maddeler ise depolanır, hatta daha da zehirli kimyasallar haline getirilebilir [15].

Pestisit kullanımının giderek arttığı günümüzde bu kimyasalların hedef dışı canlıları ve çevreyi olumsuz etkilerinin tespiti çok önemlidir. Geniş bir kullanıma sahip olan Fenpiroksimat’ın özellikle sucul ekosistem üzerine etkilerini araştırıldığı çalışmalar neredeyse yok gibidir. Bu nedenle bu çalışmada FP’nin karaciğer biyokimyası üzerine olan muhtemel toksik etkisi lepistes balıkları kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Deneysel çalışmalar

2.1. Deney hayvanları

Bu çalışmada *Poecilia reticulata* türüne ait balıklar, standart test balığı olması nedeniyle tercih edilmiştir [16]. Kısa süreli akut toksisite testleri için OECD (Organization Europaen Council Directory) tarafından tavsiye edilen balık türleri arasında lepistes balıkları da yer almaktadır [17]. Ayrıca kimyasal karsinogen araştırmalarında omurgalı hayvan modellerinin ucuz olması ve boyutlarının küçük olması istenir. Bu hayvanlar daha hassas oldukları ve birden fazla kimyasalla çalışılmasına imkan sağladığı için çok tercih edilirler [18]. Çalışmada ortalama boyları 3.5-4 cm olan, sağlıklı, hastalık belirtisi ve davranışı göstermeyen lepistes balıkları kullanılmıştır.

2.2. Fenpiroksimat

Fenpiroksimat Pyrazol grubu bir insektisitir. Kimyasal adı 1,1-dimethylethyl (E)-4-[(1,3-dimethyl-5-phenoxy-1H-pyrazol-4-yl) methylene]amino] oxy] methyl] benzoate’dir.

2.3. Denemenin yapıldığı ortam

Denemeler Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Hayvan Fizyolojisi ve Histolojisi Laboratuvarı ile Doku Kültürü ve Toksikoloji Laboratuvarı’nda yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan balık örnekleri Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Balığı Üretim ve Araştırma Merkezi ile yerel akvaryumculardan temin edilmiştir.

Deneylerde kullanılan akvaryumlar Zehirlilik Seyreltme Faktörü (ZSF) Tayini metodunda verildiği gibi h: 22 cm, a: 18 cm, b: 49 cm’lik cam akvaryumlardır [19]. Hacim yaklaşık 20 litredir. Akvaryumlarda merkezi havalandırma uygulanmıştır. Deney suyu olarak en az 48 saat dinlendirilerek ve havalandırılarak kloru giderilmiş

şehir suyu kullanılmıştır. Canlı doğuran balık türlerinin üremesi için optimum şartlar sağlanarak akvaryum suyunun sıcaklığı 24-26°C, pH'sı 7-8 ve oksijen seviyesi 4 mg/l'den düşük olmayacak şekilde tutulmuştur [20]. Deneyde kullanılan balıklar biyodeneğe başlamadan önce havalandırılmış, dinlendirilmiş ve kloru giderilmiş şehir suyu bulunan akvaryumlara konulmuştur. 15 gün süreyle bir alışma dönemine tabi tutulmuştur. Bu dönemde balıklar günde en az bir defa Tetra-Min® yem ile yemlenmiştir. Biyodeneğin başlama tarihinden 48 saat önce yemlemeye son verilmiştir. Deneye başlama tarihinden önceki dört gün içinde balıkların hastalanma ya da ölüm oranının %5'ten fazla olmamasına dikkat edilmiştir [21].

2.4. Akarisit Konsantrasyonu

Fenpiroksimat akarisitinden bir litrelik stok çözelti hazırlanmıştır. Stok çözelti, beyaz kristal toz haldeki akarisit, hassas terazide tartılarak, bir litrelik %10'luk aseton çözeltisi ile volümetrik balon jöjede çözülerek hazırlanmıştır. Stok çözelti +4°C'de muhafaza edilmiştir. Saklama kabı lastik tıpa ve parafilm ile korunmuştur. Daha önceki yaptığımız çalışmalarda FP'nin LC₅₀ değerini yaklaşık 73 µg l⁻¹ olarak tespit ettiğimiz için 10'ar balık konulan akvaryumlara 3 subletal doz seviyesi (15, 25 ve 50 µg l⁻¹) uygulaması yapılmıştır. Biyokimyasal araştırmalar, bu subletal dozlarda gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise balıklar deney suyu içerisinde tutulmuş herhangi bir toksik madde ilave edilmemiştir. Ayrıca bir de çözücü kontrol grubu oluşturulmuştur (aseton grubu). Bu grupta ise aseton çözeltisi deney suyuna ilave edilmiştir. Biyodeneği süresince 1. ve 2. kontrol balıklarının ölüm oranlarının %10'u geçmemesine ve %90'ının sıhhatli görünümde olmasına özen gösterilmiştir [19]. Bütün deneyler 48 saat sürmüş ve üç kez tekrar edilmiştir.

2.5. Biyokimyasal Yöntem

Fenpiroksimata 48 saat subletal dozlarda maruz kalan lepistes balıklarından biyokimyasal ölçümler için karaciğer dokusu alınmıştır. Diseksiyonla dışarı alınan karaciğer homojenize edilmek üzere önce %0.9'luk NaCl (izotonik) çözeltisinde iyice yıkanmıştır. Porselen havana alınan doku parçaları sıvı azot ile birlikte iyice ezilmiş ve hamur haline gelen doku örneğinin üzerine, doku örneğinin üç katı kadar KH₂PO₄ (pH 6.8) tampon çözeltisi eklenmiştir. Örnekler santrifüj tüpüne alınarak 13000 rpm'de 2 saat 4°C'de santrifüjlenmiştir. Alınan 1 ml'lik süpernatant oksidatif düzeyi gösteren önemli ve kapsamlı iki farklı parametre olan Toplam Antioksidan Kapasite ve Toplam Oksidatif Düzey spektrofometrik yöntemle araştırılmıştır.

2.5.1. Toplam Antioksidan Kapasite (TAK)

TAK düzeyi tespitinde, ilk olarak Tomasch et al. [22] tarafından uygulanan fotomerik yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem 2-2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline 6-sülfonat = ABTS⁺) radikal katyonunun oluşumunu inhibe edecek antioksidan kapasitenin tespitini temel almaktadır. Tespit işleminde Rel Assay Diagnostics® firması tarafından üretilen TAS (Total Antioxidant Status) ticari kitleri tercih edilmiştir [23]. 30 µl doku örneğinin bulunduğu kuvartz küvete 500 µl Reaktif 1 solüsyonundan ilave edilerek 660 nm'de ilk absorbansı okunmuştur. Daha sonra aynı küvete 75 µl Reaktif 2 solüsyonundan eklenerek oda sıcaklığında 10 dk bekletilmiş ve bekleme sonunda 660 nm'de ikinci kez absorbansı okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri ve aşağıdaki formül kullanılarak TAK düzeyleri mmol Trolox Equiv./L cinsinden tespit edilmiştir.

$$\text{TAK (mmol Trolox Equiv./L)} = \frac{[(\Delta \text{Standart 1'in değeri}) - (\Delta \text{Örneğin değeri})]}{[(\Delta \text{Standart 1'in değeri}) - (\Delta \text{Standart 2'nin absorbansı})] \times 20}$$

2.5.2. Toplam oksidan durum (TOD)

TOD (Total Oksidan Durum), tam otomatik kolorimetrik bir yöntemdir. İncelenen numunede bulunan oksidanlar ferroz iyon-*o*-dianisidin yapısını ferik iyonla oksitlerler. Bu reaksiyonu ortamda bulunan gliserol yaklaşık üç kat hızlandırmaktadır. Asidik ortamda ferrik iyonlar “xylenol orange” ile renkli bir kompleks meydana getirirler. Numunede bulunan oksidanların miktarıyla ilişkili olan rengin yoğunluğu spektrofotometrik olarak ölçülerek değerlendirme yapılır. Araştırmamızda Rel Assay Diagnostics® firması tarafından üretilen TOS (Total Oxidant Status) ticari kitleri kullanılmıştır. 75 µl doku örneğinin bulunduğu kuvarz küvete 500 µl Reaktif 1 solüsyonundan ilave edilerek 530 nm’de ilk absorbansı okunmuştur. Daha sonra aynı küvete 25 µl Reaktif 2 solüsyonundan eklenerek oda sıcaklığında 10 dk bekletilerek bekleme sonunda 530 nm’de ikinci kez absorbansı okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri ve aşağıdaki formül kullanılarak mmol TOD düzeyleri Trolox Equiv./L cinsinden tespit edilmiştir.

TOD (µmol H₂O₂ Equiv./L) = (ΔÖrneğin değeri/ΔStandart 2’nin değeri) x (Standart 2 değeri).

TAK ve TOD düzeylerinin kontrol ve deney grupları arasında değişiklik gösterip göstermediği varyans analizi kullanılarak belirlenmiştir [24, 25]. Elde edilen veriler p<0.05 anlam seviyesi göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır.

3. Sonuçlar ve tartışma

Subletal dozlarda FP’ye maruz kalmış lepistes balıklarının karaciğerleri kullanılarak elde edilen biyokimyasal sonuçlar Tablo 1’de gösterilmiştir. TAK düzeyi kontrol grubuna kıyasla deney gruplarında değişmeden kalmıştır. Ayrıca kontrol gruplarında ve 15 µgl⁻¹ FP grubunda TOD düzeyi de değişmemiştir. Ancak 25 µgl⁻¹ (8.09±0.75) ve 50 µgl⁻¹ (8.93±0.18) FP gruplarında TOD düzeyi kontrol grubu ile kıyaslandığında istatistiksel açıdan (p<0.05) önemli derecede artmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. 48 saatlik subletal FP dozlarının lepistes balıklarının karaciğer dokusundaki biyokimyasal etkileri.

Gruplar	TAK (mmol Trolox Equiv./L)	TOD (µmol H ₂ O ₂ Equiv./L)
Kontrol	3.36 ± 0.62	5.58 ± 0.64
Kontrol ⁺	5.71 ± 0.94*	5.25 ± 2.63
Aseton	3.22 ± 0.56	5.54 ± 0.83
15 µgl ⁻¹	3.29 ± 0.61	5.63 ± 1.05
25 µgl ⁻¹	3.31 ± 0.49	8.09 ± 0.75*
50 µgl ⁻¹	3.49 ± 0.54	8.93 ± 0.18*

Kontrol grubunda akarisit dozu sıfırdır. Kontrol+ ise TAK için 10µM Askorbik asit, TOD için 25 µM Hidrojen peroksittir.

* P<0.05 düzeyinde kontrole göre istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Bir çeşit akarisit olan Fenpiroksimat’ın (FP) ergin lepistes balıkları üzerine akut toksik etkisini belirlemek amacıyla yaptığımız bu çalışmada FP’nin balık karaciğer dokusunda oksidatif stresi teşvik ettiği bulunmuştur. Oksidatif stres, basit bir şekilde vücudun antioksidan savunması ile hücrelerin lipid tabakasının peroksidasyonuna neden olan serbest radikal üretimi arasındaki dengesizlik olarak tanımlanmaktadır. Deneysel

çalışmalarla serbest radikaller, lipid peroksidasyonu ve peroksidasyon ürünleri ile kanser gelişimi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu ortaya konmuştur. Pek çok kimyasal madde hücrede oksidatif stresi artırarak, kansere sebep olmaktadır. Fiziksel ajanlardan radyasyon da serbest radikal ve lipid peroksidasyon üretimini artırarak kansere sebep olmaktadır. Serbest radikaller, kanserin başlangıç, ilerleme ve gelişme dönemlerinde etkili olmakla beraber bu etki ilerleme döneminde daha belirgin, diğer dönemlerde ise nispeten azdır. Serbest radikallerin etkisi sonucu DNA ve kromozomlarda kırılma ve onkojenlerde aktivasyonda artış meydana gelir [26, 27]. FP'nin 15, 25 ve 50 $\mu\text{g l}^{-1}$ dozlarına 48 saat maruz kalan lepistes balıklarının karaciğerlerinden alınan örneklerde, bu akaristin etkinliğinin bir göstergesi olarak toplam antioksidan ve toplam oksidan seviyeler ölçülmüş, FP'nin antioksidan seviyede herhangi bir değişikliğe yol açmadığı, ancak oksidan seviyede önemli artışlara neden olduğu gözlenmiştir. Bu da FP'nin oksidatif strese yol açtığı yani serbest oksijen radikallerinin oluşumunu teşvik ettiği, antioksidan seviyenin değişmeden kalması ise ilgili enzimlerin üretimi için yeterli sürenin geçmediği şeklinde yorumlanmıştır.

Benzer bir çalışmada 48 saat 0.002 ppm FP'ye maruz bırakılmış Pisi balığının (*Paralichthys olivaceus*) karaciğerindeki detoksifikasyon enzimleri olan GST (Glutasyon-s-transferaz) ve EROD (etoksiresorufin-o-deetilaz) aktivitelerinde önemli artışlar gözlenmiştir. Ayrıca SOD (süperoksit dismutaz), CAT (katalaz) ve GPX (glutasyon peroksidaz) enzim aktivitelerinde de önemli artışlar görülmüş ve bu iki durum oksidatif stres varlığının bir işareti olarak kabul edilmiştir [28]. FP'den başka diğer bazı pestisitlerin de çeşitli balık türlerinde aynı etkiyi yaptığı daha önceki araştırmalarda bildirilmiştir. 20.87 $\mu\text{g l}^{-1}$ Bispiribak sodyum herbisitine 7 gün maruz kalan *Cyprinus carpio*'da CAT ve GST aktiviteleri önemli derecede değişiklikler olmuştur [29]. Azinfos metil pestisidi *Cyprinus carpio*'da SOD, CAT ve GPX aktivitelerinde artışa [30], Diazinon pestisidi *Oncorhynchus mykiss*'de SOD, GST ve GPX aktivitelerinde artışa [31], Atrazin pestisidi de *Lepomis macrochirus*'da karaciğer GSH, GST, SOD ve GPX seviyelerinde önemli artışlara [32] yol açmıştır. Bu ve bunlara benzer çok sayıda çalışma mevcuttur ve hepsinin ortak noktası pestisitlerin çoğunun balıklarda oksidatif strese yol açtığıdır [33].

FP'nin diğer balıklarla yapılmış histolojik çalışmalarından elde edilen sonuçlar bu akaristin hedef organlarının başta solungaçlar ve karaciğer olduğunu göstermektedir. 48 saat 0.002 ppm FP'ye maruz bırakılmış Pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) solungaçlarında kanlanma ve epitel hücrelerinde kopma ya da ayrılma şeklinde lezyonlar tespit edilmiştir. Karaciğerinde ise özellikle safra kanalı epitelinde ödem ve dağılmalara yol açan FP karaciğer hücrelerinde herhangi bir bozulmaya neden olmamıştır [28].

FP'nin balık ve diğer canlılarda meydana getirdiği bu olumsuz sonuçların mekanizması ise tek bir şekilde izah edilmiştir. Bu akaristit mitokondrial NADH-ubikinon oksidoredüktaz (Kompleks I) aktivitesini engeller ve böylece elektron taşıma sistemine ket vurur. Sonuçta ATP üretimini durdurmuş olur. Hücresel faaliyetler için gerekli olan enerji üretilemez ve hücrenin fizyolojisi bozulur [10].

Sonuç olarak FP subletal dozlarda ergin balıkların karaciğer biyokimyası üzerine oldukça etkili olduğu bulunmuştur. Kuvvetli toksik olduğunu gözlemlediğimiz FP'nin toprak ve sucul sistemlerdeki kalıntı miktarları da göz önünde tutularak daha kontrollü ve bilinçli kullanılması, şayet alternatif varsa hiç kullanılmaması doğal dengenin

bozulmaması ve gelecek nesillerde sağlık sorunlarının yaşanmaması açısından çok önemlidir. Bu akarisit iki gün gibi kısa bir sürede lepistes balığının karaciğeri üzerinde düşük dozlarda yaptığı biyokimyasal değişiklikler aynı sonuçların sucül ekosistemdeki diğer canlıların da bu akarisitten olumsuz etkileneceğinin bir göstergesidir. Buradan hareketle, FP'nin insanlar ve diğer birçok canlı üzerine olan toksik etkileri hakkında yapılmış çalışmaların azlığı da düşünüldüğünde Fenpiroksimat akarisitinin başta insanlar olmak üzere diğer omurgalı canlılar üzerindeki etkilerinin araştırılmasının oldukça faydalı olacağı kanaatindeyiz.

Teşekkür

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde yapılmıştır ve Atatürk Üniversitesi Fon Saymanlığı tarafından desteklenen BAP 2009/239 nolu "Akarisit Toksisitesinin Belirlenmesinde Lepistes Balığının (*Poecilia reticulata*) Larva ve Ergin Bireylerinin Kullanılması" adlı projenin bir kısmını oluşturmaktadır. Biyokimyasal ölçümlerde destek ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Hasan TÜRKEZ'e değerli katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1]. Anonymous, Integrated pest Management for Developing Countries, (2005). www.pestmanagement.co.uk/culture/history.html, (15.12.2009).
- [2]. Açar, S., Aydınoğlu H., Temel O., İkişunal K. ve Ece, H., Pestisit kullanımının tarihi, bugünü ve geleceği, **Türkiye Entomoloji Dergisi**, 15, 4, 247-256, (1991).
- [3]. Ware, G.W., **Pesticides Theory and Application**. Ed. Freeman, W.H., 308 pp, San Francisco, USA, (1983).
- [4]. Güven, K.C., **Deniz kirliliği**, Türk Deniz Araştırma Vakfı, İstanbul, (2005).
- [5]. Siemering, G., David N., Hay worth J. ve Franz, A., **Aquatic pesticides monitoring program literature review**, San Francisco Estuary Institute, California, 10-20, 35-45, (2005).
- [6]. Yıldız, M., Gürkan O., Turgut C., Kaya Ü. ve Ünal, G., Tarımsal savaşta kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları. **VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi**, Ankara, (2005).
- [7]. Öztürk, S., **Tarım İlaçları**, Ak Basımevi, 552 s, İstanbul, (1997).
- [8]. Toros, S., Maden S. ve Sözeri, S., **Tarımsal savaşım yöntem ve ilaçları**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, No: 1520, 417 s, Ankara, (2001).
- [9]. Ünal, G. ve Gürkan, M.O., **İnsektisitler kimyasal yapıları, toksikolojileri ve ekotoksikolojileri**. 1. Baskı, 159 s, Ankara, (2001).
- [10]. Motoba, K., Nishizawa H., Suzuki T., Hamaguchi H., Uchida M. ve Funayama, S., Species-specific detoxification metabolism of fenpyroximate, a potent acaricide, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 67, 73-84, (2000).
- [11]. Axelrod, H.R., Burgess W.E., Pronek N. ve Walss, J.G., **Dr. Axelrod's atlas of freshwater aquarium fishes**, T.F.H. Publication, 736 p, USA, (1986).
- [12]. Alpbaz, A., **Akvaryum balıkları ansiklopedisi**, Alp Yayıncılık, 215 s, İzmir, (2000).
- [13]. Alpbaz, A., **Akvaryum tekniği ve balıkları**, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 403 s, İzmir, (1993).
- [14]. Dawes, J.A., **Livebearing fishes**, A Guide to Their Aquarium Care, Biology and Classification, 240 pp, Cassell Plc, UK, (1995).

- [15]. Buhler, D.R. ve Williams, D.E., The role of biotransformation in the toxicity of chemical, **Aquatic Toxicology**, 11, 19-28, (1988).
- [16]. Resmi Gazete, Su kirliliği kontrolü yönetmeliği numune alma ve analiz metodları tebliği. 7.1.1991 tarihli **Resmi Gazete**, Sayı 20748, Ankara (1991).
- [17]. OECD, **Acute Toxicity for Fish**, Dir92/69/EEC (O.J.L383 A), (1992).
- [18]. Kissling, G.E., Bernheim N.J., Hawkins W.E., Wolfe M.J., Jokinen M.P., Smith C.S., Herbert R.A. ve Boorman, G.A., The utility of the guppy (*Poecilia reticulata*) and medaka (*Oryzias latipes*) in evaluation of chemicals for carcinogenicity. **Toxicological Sciences**, 91, 143–156. 2006.
- [19]. Anonymous, **Standart methods for the examination of water and wastewater**.APHA, AWWA, WPCF, Washington, (1971).
- [20]. Dzikowski, R., Hulata G., Karplus L. ve Harpaz, S., Effects of temperature and dietary L-carnite supplementation on reproductive performance of female guppy (*Poecilia reticulata*), **Aquaculture**, 199, 323-332, (2001).
- [21]. Moriarity, F., **The study of pollutants in ecosystems**, Ecotoxicology. Academic Pres, 289 pp, London, (1988).
- [22]. Tomasch, R., Wagner K.H. ve Elmadfa, I., Antioxidative power of plant oils in humans: the influence of alpha and gamma-tocopherol, **Annals of Nutrition and Metabolism**, 45, 110–115, (2001).
- [23]. Erel, O., A novel automated method to measure total antioxidant response against potent free radical reactions, **Clinical Biochemistry (Toronto)**, 37, 2, 112-119, (2004).
- [24]. EPA, **LC₅₀ software program version 1.00**. Center fo Exposure Assesment Modeling (CEAM) Distribution Center, US. (1999).
- [25]. Bukowska, B. ve Kowalska, S., Phenol and catechol induce prehemolytic and hemolytic changes in human erythrocytes, **Toxicology Letters**, 152, 1, 73-84. (2004).
- [26]. Özdem, S. ve Şadan, G., Serbest oksijen radikallerinin oluşum ve klinik açıdan önemi. **Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi**, 11, 1, 63-71, (1994).
- [27]. Akkuş, İ., **Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri**, 1. baskı. Mimoza yayınları, 157 s, Konya, (1995).
- [28]. Na, N., Guo H., Zhang S., Li Z. ve Yin, L., In vitro and in vivo acute toxicity of fenpyroximate to flounder *Paralichthys olivaceus* and its gill cell line FG, **Aquatic Toxicology**, 92, 76–85, (2009).
- [29]. Toni, C., Menezes C.C., Loro V.L., Clasen B., Cattaneo R., Santi A., Pretto A., Zsanellab R. ve Leitemperger, J., Oxidative stress biomarkers in *Cyprinus carpio* exposed to commercial herbicide bispyribac-sodium, **Journal of Applied Toxicology**, 30, 590–595, (2010).
- [30]. Oruç, E.Ö., Sevgiler Y. ve Uner, N., Tissue-specific oxidative stress responses in fish exposed to 2,4-D and azinphosmethyl, **Comparative Biochemical Physiology**, 137, 1, 43–51 (2004).
- [31]. Işık, I. ve Çelik, I., Acute effects of methyl parathion and diazinon as inducers for oxidative stress on certain biomarkers in various tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), **Pesticide Biochemical Physiology**, 92, 1, 38–42, (2008).
- [32]. Elia, A.C., Waller W.T. ve Norton, S.J., Biochemical responses of Bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*, Rafinesque) to atrazine induced oxidative stres, **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 68, 809–816, (2002).
- [33]. Pašková, V., Hilscherová K. ve Bláh, L., Teratogenicity and embryotoxicity in aquatic organisms after pesticide exposure and the role of oxidative stress. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, 211, 25-61, (2011).