

SU ÜRÜNLERİNDE KULLANILAN ANESTEZİKLER

Semra KÜÇÜK¹, Sema ÖZTÜRK¹, Deniz ÇOBAN¹

Özet

Su ürünleri yetiştiriciliğinde ve bilimsel araştırmalarda, birçok çeşit anestezi madde; balıklarda stres cevaplarının azaltılmasında ve fiziksel yaralanmaların minimuma indirilmesinde yaygın olarak kullanılır. Örneğin, balıkların yakalanması, ölçümlerinin yapılması, fotoğrafların çekimi, taşınması, aşılama, sağımı, markalanması ve cerrahi işlemleri gibi. Bu çalışmada, su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan anesteziğin (Tricaine methanesulfonate, benzocaine, 2-phenoxyethanol, quinaldine, metomidate, karanfil yağı ve sedanol) etkin dozları ve kullanım maliyetleri hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tricaine, Benzocaine, Quinaldine, 2-Phenoxyethanol, Sedanol

Anesthetics in Aquaculture

Abstract

Many kinds of anesthetics are common used in aquaculture and fisheries research to alleviate stress response and minimize physical injury of fish. Such as catching, measuring fish, taking photo, transportation, administration of vaccines, tagging, and surgery, etc. In this review, informations have been given about effective

doses and cost of the most common anesthetics which is used in aquaculture (tricaine methanesulfonate, benzocaine, 2-phenoxyethanol, quinaldine, metomidate, clove oil, sedanol).

Keywords: Tricaine, Benzocaine, Quinaldine, 2-Phenoxyethanol, Sedanol

GİRİŞ

Bilindiği gibi balıklar elle muamele edildiğinde (örnekleme, hasat ve yumurta dökümü) veya bir yerden bir yere taşındığında hemen strese girerler. Bu durumda balığın ya bağışıklık sistemi baskılanır ya da fiziksel yaralanmalar ve hatta ölümler görülebilir. Su Ürünleri yetiştiriciliğinde özellikle taşıma sırasında fiziksel yaralanmaların önüne geçmek ve metabolik hızın azaltılması amacıyla anestezi kullanılmaktadır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, balığın yaralanmasını ve strese girmesini neden olan birçok işlem (boy-ağırlık ölçümü, ayıklama, markalama, aşılama, canlı taşımacılık, kan alma, gonad biyopsisi, yumurta sağımı) vardır. Bu işlemler sırasında anestezi maddeleri kullanılır (Marsic-Lucic ve ark., 2005; Mylonas ve ark., 2005; Başaran ve ark., 2007).

“Anestezi” kelimesi Yunanca kökenli bir kelimedir ve “hissetmemek” anlamına gelmektedir. Tıp biliminde genellikle cerrahi işlemden önce uygulanan ve vücudun tümünün veya belirli bir bölümünün ağrıya duysuz hale getirilmesi işlemidir. Genel ve lokal olan türleri vardır. Anestezide kullanılan maddelere “anestezi” denir. Bu konu ile ilgilenen bilim dalına da “anesteziyoloji” denir.

Anestezi seçiminde bir çok kriter dikkate alınmaktadır. Anestezi süresi 3 dk. olmalıdır. Ayılma süresi maksimum 5 dk.'yı geçmemelidir. Balıklara zehirleyici etki yapmamalıdır ve geniş bir güven aralığına sahip olmalıdır. Kullanıcıya ve çevreye dost

olmalıdır. Balık dokusunda birikmemelidir. Yani insan tüketimi açısından bir sorun yaratmamalıdır. Tekrarlı kullanıldığında kümülatif etki yapmamalıdır. Ucuz ve kullanımı kolay olmalıdır (Ross ve Ross, 1999; Mylonas ve ark., 2005; Kanyılmaz ve ark., 2007).

Balık anesteziyolojisi üzerine yapılmış pek çok çalışma mevcuttur (Hseu ve ark., 1998; Kumlu ve Yanar, 1999; Yanar ve Kumlu, 2001; Yanar ve Genç, 2004; Kamacı ve ark., 2009; Weber ve ark., 2009; Pramod ve ark., 2010; Carter ve ark., 2011; Pawar ve ark., 2011; Mercy ve ark., 2013; Mazik ve Simco, 2014). Günümüzde su ürünleri yetiştiriciliği çalışmalarında en yaygın olarak kullanılan anestezi Tricaine Methanesulfonate (MS-222), Benzocaine, 2-Phenoxyethanol, Quinaldine, Metomidate, Karanfil Yağı ve sedanol'dür (Ross ve Ross, 1999; Mylonas ve ark., 2005; Küçük, 2010). Diğer kullanılan anestezi: 2-Amino-4-Phenylthiazole, Chloroform, Chloral Hydrate, Amylobarbitone, Styrylpyridine, Chlorbutanol, Ether, Propoxate, Quinalbarbitone, Lilocaine, Urethane' Methyl Pentynol, Tertiary Amyl Alcohol, Tertiary Butyl Alcohol, Tribromoethanol ve Sodium Cyanide'dir (Ross ve Ross, 1999; Küçük, 2010). Balıklarda anesteziye girme ve ayılma aşamaları ayrı ayrı fazlarda gelişmektedir (Çizelge 1 ve Çizelge 2). Su ürünleri yetiştiricilik ve araştırma denemelerinde en çok kullanılan anestezi maddelere ait tür bazında etkili konsantrasyon miktarları Çizelge 3' de verilmiştir.

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Güney Yerleşke, 09100 Koçarlı/AYDIN

Çizelge 1. Anestezi safhaları (Coyle ve ark., 2004; Mercy ve ark., 2013)

Safha	Anestezi Düzeyi	Balık Davranışı
I	Sedasyon	Dış uyarıcılara karşı tepkilerde hafif azalma; solungaç kapağı hareketinde hafif azalma; denge normal
II	Anestezi	Kısmi denge kaybı, dokunma uyarılarına cevap verebilme düzensiz yüzme ve solungaç kapağı hareketinde artış
III	Derin Anestezi	Kas tonunda tam kayıp; yavaş fakat düzenli solungaç kapağı hareketi; spinal refleks kaybı
IV	Ölüm	Solunum ve kalp atışında durma ve ölüm

Çizelge 2. Ayılma safhaları (King ve ark., 2005)

Safha	Anestezi Düzeyi	Balık Davranışı
I	Derin Anestezi	Hiç vücut hareketi yok, fakat solunum kapağı hareketi başlar
II	Anestezi	Düzenli solunum kapağı hareketi ve vücut hareketi başlar
III	Sedasyon	Dengeyi tekrar kazanma

Çizelge 3. Akuakültürde başlıca kullanılan anesteziklerin türlere göre kullanım dozları

Balık türü	Anestezik madde	Doz	Kaynak
Zebra balığı (<i>Danio rerio</i>)	MS-222	75-125 mg/L	Chambel ve ark., 2015
Lepistes (<i>Poecilia reticulata</i>)	MS-222	125-200 mg/L	Chambel ve ark., 2015
Diskus (<i>Symphysodon discus</i>)	MS-222	75-100 mg/L	Chambel ve ark., 2015
Kılıç kıyruk (<i>Xiphophorus helleri</i>)	MS-222	125-150 mg/L	Chambel ve ark., 2015
Altın çizgili çipura (<i>Sparus sarba</i>)	MS-222	100 mg/L	Hseu ve ark., 1998
Solea senegalensis	MS-222	75 mg/L	Weber ve ark., 2009
Puntius denisonii	MS-222	150 mg/L	Mercy ve ark., 2013
Kara levrek (<i>Centropristis striata</i>)	MS-222	70 mg/L	King ve ark., 2005
Vimba vimba	MS-222	100 mg/L	Lepic ve ark., 2014
Acipenser baerii	MS-222	125 mg/L	Gomulka ve ark., 2008
Altın çizgili çipura (<i>Sparus sarba</i>)	Benzocaine	50 mg/L	Hseu ve ark., 1998
Solea senegalensis	Benzocaine	20 mg/L	Weber ve ark., 2009
Altın çizgili çipura (<i>Sparus sarba</i>)	Quinaldine	9µl/L	Hseu ve ark., 1998
Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	2-phenoxyethanol	0.32 ml/L	Marsic-Lucic ve ark., 2005
Çipura (<i>Sparus aurata</i>) - gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	2-phenoxyethanol	0.5 ml/L	Tort ve ark., 2002
Altın çizgili çipura (<i>Sparus sarba</i>)	2-phenoxyethanol	400 mg/L	Hseu ve ark., 1998
Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>) (25°C)	2-phenoxyethanol	350 mg/L	Mylonas ve ark., 2005
Çipura (<i>Sparus aurata</i>) (15°C)	2-phenoxyethanol	300 mg/L	Mylonas ve ark., 2005
Solea senegalensis	2-phenoxyethanol	600 mg/L	Weber ve ark., 2009
Kara levrek (<i>Centropristis striata</i>)	2-phenoxyethanol	200 mg/L	King ve ark., 2005
Vimba vimba	2-phenoxyethanol	4 ml/L	Lepic ve ark., 2014

Kanal yayın balığı (<i>Ictalurus punctatus</i>)	Metomidate	0,5-16 mg/L	Small, 2003
Solea senegalensis	Metomidate	5 mg/L	Weber ve ark., 2009
Kara levrek (<i>Centropristis striata</i>)	Metomidate	20 mg/L	King ve ark., 2005
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	Karanfil yağı	200-800 mg/L	Otay ve ark., 2014
Çipura (<i>Sparus aurata</i>) - gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Karanfil yağı	0,05 -0,2 ml/L	Tort ve ark., 2002
Melek balığı (<i>Pterophyllum scalare</i>)	Karanfil yağı	45 ppm	Chellapan ve ark., 2013
Japon balığı(<i>Carassius auratus</i>)	Karanfil yağı	75-150 mg/L	Abdolazizi ve ark., 2011
Melek balığı (<i>Pterophyllum scalare</i>)	Karanfil yağı	0,5-3 ml/L	Hekimoğlu, 2012
Gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Karanfil yağı	50-150 mg/L	Perdikaris ve ark., 2010
Japon balığı(<i>Carassius auratus</i>)	Karanfil yağı	75-150 mg/L	Perdikaris ve ark., 2010
Çipura (<i>Sparus aurata</i>) - gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Karanfil yağı	0,05 ml/L	Tort ve ark., 2002
Çipura (<i>Sparus aurata</i>)– Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>) (25°C)	Karanfil yağı	40 mg/L	Mylonas ve ark. 2005
Çipura (<i>Sparus aurata</i>)– Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>) (15°C)	Karanfil yağı	30 mg/L 55 mg/L	Mylonas ve ark., 2005
Gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Karanfil yağı	40-60 ppm	Keene ve ark., 1998
Solea senegalensis	Karanfil yağı	30 mg/L	Weber ve ark., 2009
Kara levrek (<i>Centropristis striata</i>)	Karanfil yağı	15 mg/L	King ve ark., 2005
Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Karanfil yağı	60 mg/L	Kamacı ve ark., 2009
Nil tilapiası Oreochromis niloticus	Karanfil yağı	80-100 mg/L	Simoes ve ark., 2011
Vimba vimba	Karanfil yağı	33 mg/L	Lepic ve ark., 2014
Hibrid tilapia (<i>Oreochromis nilotica</i> X <i>Tilapia aurea</i>)	Sedanol	590 mg/L	Anonim, 2016
Çipura (<i>Sparus aurata</i>)	Sedanol	150-250 mg/L	Anonim, 2016
Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Sedanol	150-350 mg/L	Anonim, 2016
Tilapia	Sedanol	400-600 mg/L	Anonim, 2016
Salmonidae	Sedanol	350-500 mg/L	Anonim, 2016

1. Tricaine Methanesulfonate (MS-222)

MS-222'nin kimyasal adı "tricaine methanesulfonate"dir. Ticari olarak "Tricaine-S" veya "Finquel" isimleriyle de satılmaktadır. Beyaz kristal toz şeklindedir ve suda kolay çözünür. Yalnız katıldığı solüsyonun pH'sını düşürerek asidik bir ortam oluşturmaktadır. Bu durum balığı rahatsız edip zarar verebilir. Bu nedenle, stok solüsyonunun pH'sı sodyum bikarbonat ilavesi ile dengeye (pH 7) getirilmelidir. MS-222'nin en önemli dezavantajlarından birisi, balıklara derin anestezi uygulandığında balığın plasma kortizol (bir stres indikatörü) seviyesini yükseltir. Salmonidlere MS-222 ile anestezi yapılması (25-50 mg/L) 15 saniye gibi kısa bir süre almaktadır. uzun süreli anestezi uygulamalarında 10 mg/L'lik doz kullanılmaktadır. Kanal yayın balığında (*Ictalurus punctatus*) 25-50 mg/L MS-222 sedasyon, 100-250 mg/L ise 3 dak'da derin anestezi oluşturmaktadır. Tilapia ve bazı türlerin anesteziinde >100 mg/L konsantrasyon kullanılmaktadır. Salmonidlerde >100 mg/L, ılıksu balıklarında >250 mg/L dozların kullanılması tavsiye

edilmez (Coyle ve ark., 2004).

Ayılma ve balığın tekrar dengesini kazanması birkaç dakikada olmaktadır. Eğer ayılma >10 dak ise bu durum dozun çok yüksek olduğunu veya maruziyet süresinin çok uzun olduğunu gösterir. Alabalıklar için 40 mg/L'lik doz etkili konsantrasyondur. Bu balıklar için maksimum güvenli konsantrasyon ise 63 mg/L'dir. Güvenli konsantrasyon sıcaklık azaldıkça ve balık boyu küçüldükçe azalmaktadır. Etkili konsantrasyon su sertliği ile doğru orantılıdır (Coyle ve ark., 2004).

Balık tricaine'i ürün ile vücudundan atmaktadır. Amerika ve İngiltere'de yemeklik balıklarda tricaine kullanılmasına yasal olarak izin verilmiştir. Fakat, Kanada'da tricaine kullanımı yasaktır. Amerika'da İlaç ve Gıda Örgütü (FDA) tarafından MS-222'nin balık vücudundan atılma süresi 21 gün olarak belirtilmiştir. Bu da balıkların pazarlanmasında gecikme yaşanmasına neden olmaktadır (Coyle ve ark., 2004).

King ve ark., (2005) Karadeniz levreği'nin (*Centropristis striata* L.) MS-222 ile en iyi anesteziye giriş dozunun 70 mg/L ve süresinin 238 sn. olduğunu

bildirmiştir. Weber ve ark. (2009) Senegal dil balığının (*Solea senegalensis* Kaup 1858) MS-222 ile anesteziye girişinin dozunun 75 mg/L ve süresinin 162 sn. olduğunu belirtmiştir. Mercy ve ark. (2013) *Puntius denisonii* (Day, 1865) balığının anesteziye girişinin 150-200 mg/L MS-222 ve süresinin 121-195 sn. olduğunu bildirmiştir.

2. Benzocaine

“Ethyl aminobenzoate” olarak da bilinir. MS-222 gibi beyaz kristal şeklindedir. Fakat benzocaine hemen hemen tamamıyla suda çözünmez. İlk önce ethanol veya aseton da çözündürülmesi gerekir. Genellikle 100 g/L konsantrasyonda stok solüsyon hazırlanır ve renkli şişe içinde bir yıldan fazla sürede saklanabilir. Benzocaine'nın pH'sı nötr olduğundan herhangi bir tamponlama işlemine gerek görülmez. Benzocaine 25-100 mg/L konsantrasyonunda etkili kullanılmaktadır. Uygun güvenlik aralığına sahiptir. Fakat, sıcaklıkla ters orantılıdır. Yani sıcaklık yükseldikçe etkili konsantrasyon miktarı düşmektedir. Diğer bir ifade ile balıklar daha çabuk anesteziye girmektedirler. >15 dak olan maruziyetler için uygun değildir. MS-222 gibi benzocaine suyun sertliğinden ve pH'sından etkilenmez. Yağ dokusunda çözünür. Balıkta kalıntı bırakma ihtimali vardır. Ayılma süresi büyük ve yumurtalı dişilerde uzundur. Amerika da yemeklik balıklarda kullanımı FDA tarafından onaylanmamıştır (Coyle ve ark.,2004). İversen ve ark. (2003) Atlantik salmonunun 30-100 mg/L benzocaine konsantrasyonlarında 104-180 sn. içinde anesteziye girdiklerini belirtmiştir.

3. Quinaldine

Quinaldine, sarı, yağlı bir sıvı şeklindedir ve suda çözünürlüğü sınırlıdır. Aseton ve alkolde çözündürülüp bir litreye tamamlanmalıdır. Formülü $C_9H_{11}O_2$ ve molekül ağırlığı 165,189 g/mol'dür. Etkili bir anestetik olmasına rağmen balığı tahriş eden, kötü kokulu ve kanserojen bir maddedir. Fiyatının ucuz olması nedeniyle süs balıkları ve sportif balıkçılık endüstrisinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Quinaldine sülfat, soluk sarı renkli ve suda kolay çözünür yapıdadır. Fakat MS-222 ve quinaldine'e göre daha pahalıdır (Coyle ve ark., 2004).

Quinaldine solüsyonu asidik yapıdadır. Sodyum bikarbonat ile tampon edilir. Anesteziye giriş 1-4 dk. arasındadır. Ayılma genelde hızlıdır. Efektif quinaldine konsantrasyonu balık türüne göre değişmektedir (15-60 mg/L). Ot sazı (*Ctenopharyngodon idella*) 15 mg/L dozda 5 dk. içinde, tilapia balığı ise 50-1,000 mg/L dozda anesteziye girer (Coyle ve ark., 2004).

Quinaldine derin anesteziye giriş sağlamaz. Derin anestezi için >150 mg/L doz kullanılmaktadır. Fakat bu tavsiye edilmez. Derin anestezide solungaç kapağı hareketi devam eder. Quinaldine 'nin etkisi su sıcaklığı ve su sertliği artışına paralel olarak artar. Amerika'da yemeklik balık yetiştiriciliğinde

quinaldine kullanımı FDA onaylı değildir (Coyle ve ark., 2004).

Massee ve ark. (1995) *Sciaenops ocellatus* ve *Carassius auratus* balıklarının sırasıyla 45 ve 65-70 mg/L quinaldine sulfat konsantrasyonunda balıkların % 80 ve 100'ünün 3 dk. içinde anesteziye girdiğini belirtmiştir. Yanar ve Kumlu (2001) levreklerde (*Dicentrarchus labrax*) 5-10 mg/L konsantrasyonunda quinaldin sülfat kullanımıyla balıkların 1-3 dk. içinde anesteziye girdiğini bildirmiştir.

4.2-Phenoxyethanol

2-phenoxyethanol, saydam olamayan bir görünüm arz eden, yağlı bir sıvıdır. Kimyasal formülü $C_8H_{10}O_2$ ve moleküler ağırlığı 138,17 g/mol'dür. Kimyasal koruyucudur. Kozmetikte, aşılar ve eczacılıkta kullanılır. Suda çok az çözünür. Fakat etanolde çok iyi çözünür. Antibakteriyel ve antifungal bir sıvı olduğundan cerrahi işlemlerde kullanılmaktadır. Nispeten ucuz bir üründür. 2-phenoxyethanol geniş bir güvenlik aralığına sahiptir. Hafif sedasyon ve derin anestezi geçişleri 100-600 mg/L arasındaki konsantrasyonlarda sağlanır. Uzun süreli sedasyonlar için ise 100-200 mg/L'lik konsantrasyonların kullanılması önerilir. 2-phenoxyethanol'ün FDA tarafından yemeklik balıklarda kullanımı onaylanmamıştır (Coyle ve ark., 2004).

King ve ark. (2005) Karadeniz levreği'nin 2-phenoxyethanol ile en iyi anesteziye giriş dozunun 300 mg/L süresinin 76 sn. olduğunu bildirmiştir. Weber ve ark. (2009) Senegal dil balığının (*Solea senegalensis* Kaup 1858) anesteziye girişinin 600 mg/L 2-phenoxyethanol ve süresinin 110 sn. olduğunu belirtmiştir.

5. Metomidate

Sistemik adı “metyl 1-(1-phenylethyl)-1-imidazole-5-carboxylate”, formülü $C_{13}H_{14}N_2O_2$ ve moleküler ağırlığı 230,263 g/mol'dür. Bir imidazol olan sedatif-hipnotik ilaçtır. Tıp ve veterinerlikte kullanılır. Renksiz, katı ve suda kolay çözünen bir yapısı vardır. Metomidate tıp alanında geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Anesteziye giriş hızlıdır (1-2 dak). Ayılma MS-222'ye göre daha hızlı gerçekleşir. Salmonidlerde 2-6 mg/L'de anestezi girişi olur. Düşük dozlar kanal yayınında da kullanılır. Salmonidlerde, metomidate büyük boy balıklarda ve deniz suyunda tatlısu ve küçük boy balıklara kıyasla daha etkilidir. Küçük boy japon balıklarında (*Carassius auratus*) ve *Sciaenops ocellatus*'da metomidate'in yetersiz anesteziye ve yüksek ölümlere neden olduğu rapor edilmiştir. Metomidate'in Amerika'da yemeklik balıklarda kullanımı onaylı değildir (Coyle ve ark., 2004).

Massee ve ark. (1995) *Sciaenops ocellatus*'da ve japon balıklarında sırasıyla 4 ve 12-14 mg/L metomidate konsantrasyonu ile % 85 ve 93-

97oranında 3 dk. içinde anestezisyne girdiğini belirtmiştir. İversen ve ark. (2003) Atlantik salmonun 2-10 mg/L metomidate konsantrasyonlarında 132-272 sn için de anestezisyne girdiklerini bildirmiştir. King ve ark. (2005) Karadeniz levreği'nin metomidate ile anestezisyne giriş dozunun 2.5 mg/L ve süresinin 194 sn. olduğunu göstermiştir. Weber ve ark. (2009) Senegal dil balığının (*Solea senegalensis*) anestezisyne giriş dozunun 5 mg/L metomidate ve süresinin 110 sn. olduğunu rapor etmiştir.

6.Karanfil Yağı

Karanfil yağı, karanfil bitkisinden (*Syzygium aromaticum*) ekstrakte edilir. Soluk sarı renkli, doğal ağı kesici ve antimikrobiyaldir. Karanfil yağı diş tedavisinde ve gıda sektöründe geniş bir kullanıma sahiptir. Karanfil yağı % 70-90 eugenol ve % 10-30 koku-tat veren diğer öğelere sahiptir. Sazanlarda (*Cyprinus carpio*) 40-120 mg/L konsantrasyonlarda anesteziyne için kullanılır. Gökkuşuğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*), düşük dozlar (2-5 mg/L) taşımacılıkta ve sedasyon amaçlı kullanılmaktadır. Anesteziyne için 40-60 mg/L doz ve 3-6 dk. süre yeterli gelmektedir. Ayılma süresi, doz ve maruziyet süresi artışına bağlı olarak artmaktadır. Karanfil yağı 100-200 mg/L dozlarında kabuklu su ürünleri için kullanılmaktadır. Yüksek güvenlik aralığına sahiptir. Fakat MS-222 göre oldukça uzun ayılma süresi gerekmektedir. Karanfil yağının en önemli avantajları ucuz olması ve kullanım anında hoş bir koku vermesidir. Karanfil yağının Amerika'da yemeklik balıklarda kullanımı FDA onaylı değildir (Coyle ve ark., 2004).

King ve ark. (2005) Karadeniz levreği'de karanfil yağı kullanılarak anestezisyne girişin 20 mg/L ve süresinin 113 sn. olduğunu bildirmiştir. Mylonas ve ark. (2005) juvenil levrek ve çipura için optimum karanfil yağı dozlarını 25 °C'de her iki türde de 40 mg/L ve 15 °C'de 30 ve 55 mg/L olarak tespit etmiştir. Weber ve ark. (2009) Senegal dil balığının (*Solea senegalensis*) anestezisyne girişinin 30 mg/L ve süresinin 196 sn. olduğunu bildirmiştir. Otay ve ark. (2014) sazanlarda en uygun konsantrasyonun (karanfil yağı + etil alkol) 400 ve 800 mg/L ve süresinin < 3 dk. olduğunu rapor etmiştir.

7.Sedanol

Bitki ekstraktı (% 19) olan doğal bir üründür. Beyaz, sütsü, suda kolay çözünür bir yapıda olup limon-lavanta benzeri bir kokusu vardır. Direkt kullanıma hazır bir solüsyon şeklindedir. Sedanol canlının sinir sistemini etkileyerek anesteziyne oluşturmaktadır. Kullanım dozları 10-600 mg/L arasında değişmektedir. Düşük dozları hafif sedasyon, yüksek dozları hızlı ve derin anesteziyne için kullanılır. Anestezisyne cevap canlı türüne, canlı boy ve ağırlığına, canlı kodüsyonuna ve çevre faktörlerine (sıcaklık, tuzluluk vs.) bağlıdır. Yüksek dozlar hypoxia, acidosis ve ölüme neden olabilir. Sedanol balık hasadında, aşılama, balık ölçüm ve markalamada, canlı balık transportasyonunda, ilaç tedavilerinde, damızlık yönetiminde başarıyla kullanılmaktadır. Sedanolün kullanım avantajları: Uygulaması kolaydır. Her hangi bir çözücü gerektirmez. Hızlı anesteziyne sağlar. Tekrar tekrar kullanılabilir. Hızlı ve güvenli ayılma sağlar. Canlı üzerinde ve suda kalıntı bırakmaz. Çevre dostu ve ekonomiktir. Sedanol hızlı bir şekilde metabolize edilir. Örneğin, 50 adet 35 g ağırlığında olan hibrid tilapialarda (*Oreochromis niloticus x Tilapia aurea*) 100 mg/L sedanol ile sedasyon uygulandığında, balık etinde bulunan 2,455 mg/kg sedanol 48 saat sonunda <0.02 mg/kg'a düşmektedir. Bir diğer örnekte, 35 g'lık 30 adet hibrit tilapia'da 590 mg/L dozda 2-3 dak süreyle uygulanan sedanol anestezisi sonunda balık etindeki 1.94 mg/kg değerinde olan sedanol miktarı 24 saat sonunda <0.04 mg/kg değerine düşmüştür. Sedanolün toksisitesi düşüktür (LC₅₀ >2000 mg/kg). Sedanol uçucudur. Bu nedenle kutusunda muhafazası uygundur. Serin kuru, havadar bir ortamda saklanması önerilir. Güneş ışınlarından ve çocuklardan uzak tutulması gerekir. Uygun saklama koşullarında 2 yıl saklanabilir. Kullanım tarihi geçmiş ürünlerin kullanılmaması önerilir. Kullanım sırasında koruyucu elbiseler, çizme, eldiven ve gözlük takılması uygundur. Yutulması halinde zararlı olabilir. Deriyne tahriş edebilir (Anonim, 2016).

Balıkçılık ve su ürünlerinde kullanılan altı farklı anestezik maddenin güncel piyasa fiyat listesine (Çizelge 4) bakıldığında, en ucuz maliyet 0.045-0.9 TL ile sedanol, quinaldine, benzocaine, karanfil yağı ve 2-phenoxyethanolde görülmektedir. En pahalı maliyet ise MS-222 ve metomidate'de dir (16.6 ve 125 TL). Dolar bazında maliyeti hesaplayacak olursak,

Çizelge 4. Su ürünlerinde kullanılan anesteziklerin fiyat listesi

Anestezik	Fiyat (TL)	Fiyat (\$)	İçerik/10 L	Maliyet (TL)	Maliyet (\$)
MS-222	166/10 g	58.45/10 g	1 g	16.6	5.84
Benzocaine	80/100 g	28.17/100 kg	0.5 g	0.4	0.14
Quinaldine	75/25 g	26.41 /25 g	0.09 ml	0.27	0.01
2Phenoxyethanol	56/250 ml	19.72 /250 ml	4 ml	0.90	0.32
Metomidate	1,560/50 mg	549.30/50mg	4 mg	125	44.01
Karanfil yağı	10/20 ml	3.52 /20 ml	1 g	0.5	0.18
Sedanol	34/L	11.97/L	1.33 g	0.045	0.13

metomidate dışında diğer altı anestezi madde kullanıma uygun görülmektedir.

SONUÇ

Su ürünleri uygulamalarında ve bilimsel araştırmalarda birçok farklı anestezi madde kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan anestezikler: MS-222, benzocaine, 2-phenoxyethanol, quinaldine, metomidate, karanfil yağı ve sedanol'dür. Balıklarda kullanılan anesteziklerin etkin dozları balık türüne, balık büyüklüğüne ve su kalitesine göre değişim göstermektedir. Yaygın anestezikler içinde yalnız benzocaine ve MS-222 Amerika Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) tarafından kullanımı onaylıdır. Fakat, yemlik balıklarda MS-222 kullanımı sonunda satışa öncesi 21 gün bekletilme süresi vardır. Bu anesteziklerde maliyet bakımında, en uygun olanları sırasıyla sedanol, quinaldine, benzocaine, karanfil yağı ve 2-phenoxyethanol'dür. Dolar bazında, metomidate ve MS-222 dışında diğer anesteziklerin maliyetinin düşük olduğu bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Abdolazizi S, Ghaderi E, Naghdi N, Kamangar B (2011) Effects of clove oil as an anesthetic on some hematological parameters of *carassius auratus*. *Aquaculture Research and Development* 2:108. Doi:10.4172/2155-9546.1000108.
- Anonim (2016) <http://www.stockton-ag.com/products/aquamor/>
- Başaran F, Şen H, Karabulut Ş (2007) Effects of 2-Phenoxyethanol on survival of normal juveniles and malformed juveniles having lordosis or Nonfunctional Swimbladders of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758). *Aquaculture. Research* 38: 933–939.
- Carter KM, Woodley CM, Brown RS (2011) A review of tricaine methanesulfonate for anesthesia of fish. *Reviews Fish Biology. Fisheries* 21: 51-59. Doi: 10.1007/s11160-010-9188-0.
- Chambel J, Pinho R, Sousa R, Ferreira T, Baptista T, Severiano V, Mendes S, Pedrosa R (2015) The efficacy of MS-222 as anaesthetic agent in four freshwater aquarium fish species. *Aquaculture Research* 46(7): 1582-1589.
- Chellapan A, Rajagopalsamy CBT, Jasmine GI (2013) Effect of clove oil and benzocaine on the respiratory metabolism of angel fish *Pterophyllum scalare*. *Indian Journal Science Technology* 6(7): 4853-4861.
- Coyle SD, Durborow RM, Tidwell JH (2004) Anesthetics in aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center SRAC Publication No: 3900.
- Gomulka P, Wlasow T, Velisek J, Svobodova Z, Chmielinska E (2008) Effects of eugenol and MS-222 anaesthesia on Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt. *Acta Veterinaria Brno* 77:447-453. Doi:10.2754/avb200877030447.
- Hekimoğlu MA, Ergun M (2012) Evaluation of clove oil as anaesthetic Agent in Fresh Water Angelfish, *Pterophyllum scalare*. *Pakistan Journal Zoology* 44(5): 1297-1300.
- Hseu J, Yeh S, Chu Y, Ting Y (1998) Comparison of efficacy of five anesthetics in Goldlined sea bream, *Sparus sabra*. *Acta Zoologica Taiwanica* 9 (1): 35-41.
- Iversen M, Finstad B, McKinley RS, Eliassen RA (2003) The efficacy of metomidate, clove oil, aqu-S and benzoak as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolt, and their potential stress-reducing capacity. *Aquaculture* 221: 549-566.
- Kamacı HO, Süzer C, Çoban D, Özdilek G, Saka Ş, Fırat K (2009) Levrek (*D.labrax*) juvenillerinde tuzluluk değişimlerinin anestezi uygulamalarına olan etkileri: Karanfil yağı örneği. 15.Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize.
- Kanyılmaz M, Sevgili H, Erçen Z, Yılayaz A (2007) Karanfil yağının balık anesteziği olarak kullanımını. <http://www.akuademi.net/USG/USG2007/Y/Y08.PDF>
- Keene JL, Noakes DG, Moccia RD, Soto CG (1998) The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research* 29: 89–101.
- King W, Hooper VB, Hillsgrove S, Benton C, Berlinsky DI (2005) The use of clove oil, metomidate, tricaine methanesulphonate and 2-phenoxyethanol for inducing anaesthesia and their effect on the cortisol stress response in black sea bass (*Centropristis striata* L.). *Aquaculture Research* 36: 1442-1449. Doi: 10.1111/j1365-2009.2005.01365.x.
- Kumlu M, Yanar M (1999) Effects of the anesthetic quinaldine sulphate and muscle relaxant diazepam on sea bream juvenile (*Sparus aurata*). *Israeli Journal Aquaculture-Bamidgeh* 51(4): 143-147.
- Küçük S (2010) Efficacy of tricaine on *Poecilia latipinna* at different temperatures and concentrations. *African Journal of Biotechnology* 9(5): 755-759.
- Lepic P, Stara A, Turek J, Kozak P, Velisek J (2014) The effects of four anaesthetics on haematological and blood biochemical profiles in vimba bream, *Vimba vimba*. *Veterinarni Medicina* 59:81-87.
- Marsic-Lucic J, Mladineo I, Tudor M (2005) Comparative effectiveness of 2-phenoxyethanol and propiscin as anesthetics for juvenile Sea Bass *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture International* 13: 543–553.
- Massee KC, Rust MB, Hardy RW, Stickney RR (1995) The effectiveness of tricaine, quinaldine sulfate and metomidate as anesthetics for larval fish. *Aquaculture* 134: 351-359.
- Mazik PM, Simco BA (2014) The effects of size, water hardness, salt levels and MS-222 on the survival and stress response in striped bass (*Morone saxatilis*). <http://fishphysiology.org/wp-content/uploads/2014/>
- Mercy TVA, Malika V, Sajan S (2013) Use of tricaine methanesulfonate (MS-222) to induce anaesthesia in *Puntius denisonii* (day, 1865) (Teleostei: Cypriniformes: Cyprinidae), a threatened barb of the Western Ghats. *Indian Journal Threatened Taxa* 5(9): 4414-4419. Doi: 10.11609/joTTo3294.4414.9.
- Mylonas CC, Cardinaletti G, Sigelaki I, Polzonetti-Magni A (2005) Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the aquaculture of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gillhead sea bream (*Sparus auratus*) at different temperature. *Aquaculture* 246: 467-481. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.02.046.
- Otay T, Küçükgül A, Pala A, Şeker E (2014) Sazan balıklarının anesteziinde karanfil kullanımı. *Bilim ve Gençlik Dergisi* 2(1): 43-50.

- Pawar HB, Sanaye SV, Sreepada RA, Harish V, Suryavanshi U, Ansari T, Ansari ZA (2011). Comparison of efficacy of four anaesthetic agents in the Yellow Seahorse, *Hippocampus kuda* (Bleeker, 1852). *Aquaculture* 311: 155-161. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2010.12.007.
- Perdikaris C, Nathanailides, Gouva E, Gabriel UU, Bitchava K, Athanasopoulou F, Paschou A, Paschos I (2010). Size-relative effectiveness of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) and goldfish (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758). *Acta Veterinaria Brno.* 79:481-490. Doi:10.2754/avb201079030481.
- Pramod PK, Ramachandran A, Sajeevan TP, Thampy S, Pai SS (2010) Comparative efficacy of MS-222 and benzocaine as anaesthetics under simulated transport conditions of a tropical ornamental fish *Puntius filamentosus* (Valenciennes). *Aquaculture Research* 41: 309-314. Doi: 10.1111/j.1365-2109.2009/02333.x.
- Ross LG, Ross B (1999) Anesthetic and sedative techniques for fish. Blackwell, Oxford.
- Small BC (2003) Anesthetic efficacy of metomidate and comparison of plasma cortisol responses to tricaine methanesulfonate, quinaldine and clove oil anesthetized channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture* 218: 177-185.
- Simoes LN, Lombardi DC, Gomide ATM, Gomes LC (2011) Efficacy of clove oil as anesthetic in handling and transportation of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii:Cichlidae) juveniles. *Zoologica* 28: 285-290 Doi: 10.1590/S1984-46702011000300001.
- Tort L, Puigcerver M, Crespo S, Padros F (2002) Cortisol and Haematological Response in Sea Bream and Trout Subjected to the Anaesthetics Clove Oil and 2-Phenoxyethanol. *Aquaculture Research* 33: 907-910.
- Weber RA, Peleteiro JB, Gracia-Martin LO, Aldegunde M (2009) The efficacy of 2-phenoxyethanol, metomidate, clove oil and MS-222 as anaesthetic agent in the Senegalese Sole (*Solea senegalensis* Kaup, 1858). *Aquaculture* 288: 147-150. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.11024.
- Yanar M, Kumlu M (2001) The anaesthetics effects of quinaldine sulphate and/or diazepam, on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juvenile. *Turkish Journal Veterinary Animal Sciences* 25(2): 185-189.
- Yanar M, Genç E (2004) Farklı sıcaklıklarda Kinaldin sülfatın diazepam ile birlikte kullanılmasının *Oreochromis niloticus* L. 1758 (Cichlidae) üzerindeki anestezi etkileri. *Turkish Journal Veterinary Animal Sciences* 28: 1001-1005.

Sorumlu Yazar

Semra KÜÇÜK
skucuk@adu.edu.tr

Adnan Menderes Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü,
Güney Yerleşke, 09100 Koçarlı/AYDIN

Geliş Tarihi : 05.02.2016
Kabul Tarihi : 04.11.2016