



Gökkuşluğu Alabalığı Anaç ve Larvalarında Görülen Gaz Kabarcığı Hastalığı

Muhammed ARABACI Boran KARATAŞ* Mustafa AKKUŞ
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, VAN, Türkiye

Geliş/Received: 14.05.2020

Kabul/Accepted: 07.07.2020

Atıf yapmak için: Arabacı, M., Karataş, B. & Akkuş, M. (2020). Gökkuşluğu Alabalığı Anaç ve Larvalarında Görülen Gaz Kabarcığı Hastalığı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 304-308.

How to cite: Arabacı, M., Karataş, B. & Akkuş, M. (2020). Gas Bubble Disease in Broodstocks and Larvae in a Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 304-308.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-2462-6441>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4353-1293>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8900-9495>

***Sorumlu yazarın:**

Boran KARATAŞ
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri
Fakültesi, VAN, Türkiye.
✉: borankaratas@yyu.edu.tr
Cep telefonu : +90 (532) 746 94 15

Öz: Bu çalışmada, Van ilindeki bir gökkuşluğu alabalığı kuluçkahanesinde anaç ve larvalarda görülen ölümlerin nedeni araştırılmıştır. Gökkuşluğu alabalığı anaç ve larvalarında nekropsi yapılarak hastalığa neden olan etken ve semptomlar değerlendirilmiştir. Hastalığın çevresel etkenlerini değerlendirmek amacıyla sudaki çözünmüş O₂, CO₂, NH₃, NO₂ ve NO₃ konsantrasyonları belirlenmiştir. Ayrıca diğer su kalite kriterlerinden su sıcaklığı, pH ve total sertlik belirlenmiştir.

Anaçların deri, solungaç, göz kenarları ve yüzgeç ışınları üzerinde emboli olduğu, larvaların besin kesesinin etrafında gaz kabarcığı olduğu ve besin keselerini tüketemeyerek, su yüzeyinde ters yüzdükleri görülmüştür. Sudaki çözünmüş O₂ saturasyonu havuz girişlerinde $165 \pm 2,51$ mg/l havuz çıkışında $147 \pm 4,16$ mg/l olarak belirlenmiştir. Hastalığın anaçlardaki morbiditesi %25, mortalite oranının %10 olduğu, larvalarda ise morbidite ve mortalite oranının %5 olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular neticesinde hastalığın enfeksiyöz bir hastalık olmayıp non-kontagiyöz çevresel kökenli gaz kabarcığı hastalığı olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak anaç ve larvalarda gaz kabarcığı hastalığına sudaki aşırı çözünmüş oksijen doygunluğunun neden olduğu kanaatine varılmıştır. Gaz kabarcığı hastalığı ile karşılaşan yetiştiricilere su girişlerinde saturasyon kolonu kullanması veya giriş suyunu havalandırması önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Anaç, gaz kabarcığı hastalığı, gökkuşluğu alabalığı, larva.

Gas Bubble Disease in Broodstocks and Larvae in a Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Abstract: In this study, the cause of the deaths in broodstocks and larvae in rainbow trout hatchery in Van province were investigated. Necropsy was done in broodstocks and larvae. The causative agents and symptoms were evaluated. Dissolved O₂, CO₂ and NH₃, NO₂ and NO₃ concentrations in water were determined in order to evaluate the environmental factors of the disease. In addition, water temperature, pH and total hardness were also determined from other quality water criterias.

At skin and gill, eye edges, fins of broodstock were seen embolus. Around the yolk sac of the larvae were determined the gas bubbles. It was also observed that larvae could not consume the yolk sac, and larval posture was reverse at water surface. The dissolved O₂ saturation at the inlet of the pools were measured as $165 \pm 2,51\%$ and at the out of broodstock pool was $147 \pm 4,16\%$. The morbidity of the disease in the broodstocks were 25%, the mortality rate was 10%, and the morbidity and mortality rate was 5% in the larvae. According to the findings the disease is not an infectious disease but a non-contagious, environmental gas bubble disease.

As a result, the supersaturation of dissolved oxygen in water caused the gas bubble disease in broodstocks and larvae. For the solution of gas bubble disease, it may be recommended to the use of saturation column at the water inlets or aeration of water at the inlets of pools.

Keywords: Broodstock, gas bubble disease, larva, rainbow trout.

***Corresponding author's:**

Boran KARATAŞ
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri
Fakültesi, VAN, Türkiye.
✉: borankaratas@yyu.edu.tr
Mobile telephone : +90 (532) 746 94 15

GİRİŞ

Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliğinde enfeksiyöz hastalıklar ön planda olmasına rağmen non-enfeksiyöz hastalıklar da önemli sorunlara neden olmaktadır. Çevresel kökenli gaz kabarcığı hastalığı da bunlardan bir tanesidir. Gaz kabarcığı hastalığı, sudaki total gaz konsantrasyonunun balıklarda neden olduğu bulaşıcı olmayan bir durumdur (Ross vd., 2018).

Gaz kabarcığı hastalığına yüksek miktarda toplam çözünmüş gaz veya nitrojen (Weitkamp & Katz, 1980) neden olabilir, ancak hastalık aynı zamanda sadece yüksek oksijen doygunluğundan da kaynaklanabilir (Espmark vd., 2010). Sudaki total gaz konsantrasyonuna bağlı olarak oluşan gaz kabarcığı hastalığı hem sucul ekosistemlerde hem de kültür koşullarında karşılaşılan bir hastalıktır. Yetiştiriciliği yapılan balıklar, kültür koşulları altında genellikle sığ sularda ve yüksek stok yoğunluğuna bağlı olarak gelişen stres altında tutuldukları için, total gaz konsantrasyonunun olumsuz etkilerinden sucul ekosistemlerdeki balıklara kıyasla daha çok etkilenmektedirler (Midilli vd., 2019).

Sudaki total gaz konsantrasyonunun balıklardaki etkisi, balık türüne ve balığın hayat safhasına, yaşadığı suyun kalitesine ve derinliğine bağlı olarak farklılık gösterebilir (Yuan vd., 2018). Ayrıca farklı yaş ve büyüklükteki balıklar, artan total gaz konsantrasyonuna farklı tepkiler verebilir (Weitkamp & Katz, 1980).

Yüksek total gaz konsantrasyonuna maruz kalan balıklarda, çeşitli zararlı veya ölümcül fizyolojik değişiklikler olabilir (Weitkamp & Katz, 1980). Balıklarda hastalık dış incelemede göz, operkulum, yüzgeçler, vücut ve ağız bölgeleri üzerinde kabarcıklar ve vücut içinde kanda ve solungaç kemerinde kabarcıklar olarak ortaya çıkabilir (Espmark vd., 2010). Ayrıca kabarcıkların, solungaçlarda veya kalpte ya da her iki dokuda birden kan dolaşımını engellemesi genellikle balıklarda ölüme neden olabilir (Machova vd., 2017).

Bu çalışmada Van ilindeki bir gökkuşluğu alabalığı kuluçkahanesinde beslenen anaç ve larvalarda görülen ölümlerin nedeni araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Van ilindeki bir gökkuşluğu alabalık çiftliğinin kuluçkahanesinde görülen ölümlerin nedenini araştırmak için gökkuşluğu alabalığı anaç ve larvalarında nekropsi yapılarak hastalığa neden olan etken ve semptomlar çıplak göz ve mikroskop (Leica DM500) ile değerlendirilmiştir. Mikroskopta iç organlar ve solungaçlar bakteriyolojik ve parazitolojik açıdan incelenmiştir. Hastalığın enfeksiyöz bir hastalık olmadığı değerlendirilmesi yapılmış ve çevresel nedenler üzerinde durulması gerektiğine karar verilmiştir.

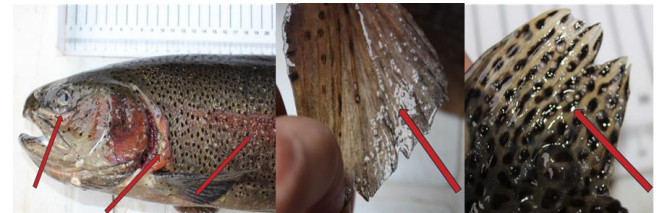
Hastalığın çevresel nedenlerini değerlendirmek için anaç ve larva havuzlarının giriş suyundan ve anaç havuzunun çıkış suyundan örnekler alınarak yerinde ve laboratuvarında ölçüm ve analizler yapılmıştır. Bu amaçla (1) sudaki gaz saturasyonunu belirlemek için; sudaki çözünmüş oksijen (O₂) saturasyonu ve çözünmüş karbondioksit (CO₂) konsantrasyonları belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen (O₂) saturasyonu ölçmek için, ölçümden önce kalibrasyonu yapılan dijital oksijen metre (YSI Pro 20) kullanılmıştır. Sudaki karbonat (CO₃) ve bikarbonat (HCO₃) tayini titrasyon metodu ile belirlenmiştir (Egemen, 2006). Sudaki çözünmüş karbondioksit (CO₂) konsantrasyonu ise grafik metodu kullanılarak hesaplanmıştır (Egemen, 2006). (2) Ayrıca, sudaki organik kirliliğin göstergeleri olarak iyonize olmayan amonyak (NH₃), nitrit (NO₂) ve nitrat (NO₃) konsantrasyonları spektrofotometrik olarak (HACH, 2006) ölçülmüştür. (3) NH₃, NO₂ ve NO₃'ün toksisitesini önemli ölçüde etkileyen diğer su kalite kriterlerinden su sıcaklığı, pH (Thermo) ve total sertlik Egemen, (2006) tarafından bildirildiği yöntemle göre belirlenmiştir.

Ayrıca anaç ve larvalarda hastalığın morbidite oranı (toplam populasyon içindeki hasta hayvan yüzdesi) ve mortalite oranı (toplam populasyon içindeki aynı hastalıktan ölen hayvan sayısı) hesaplanmıştır (Atay, 1989).

BULGULAR

Gökkuşluğu alabalığı anaç ve larvalarında nekropsi yapılarak hastalığa neden olan etken ve semptomlar çıplak göz ve mikroskop ile değerlendirilmiş ve hastalığın enfeksiyöz bir hastalık olmayıp non-kontagiyöz çevresel kökenli gaz kabarcığı hastalığı olduğu belirlenmiştir.

Hasta gökkuşluğu alabalığı anaçlarının deri, solungaç, göz kenarları ve yüzgeç ışınları üzerinde dış baki ve mikroskopta emboli gözlenmiştir (Şekil 1). Hastalığın gökkuşluğu alabalığı anaçlarındaki morbidite oranı %25 mortalite oranı ise %10 olarak hesaplanmıştır.

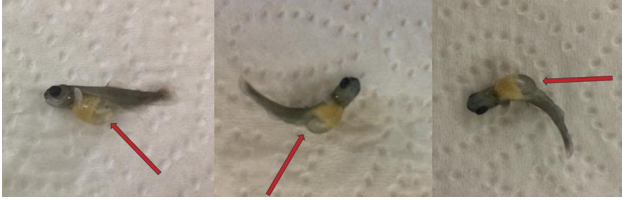


Şekil 1. Hasta gökkuşluğu alabalığı anaçlarında görülen semptomlar.

Figure 1. Symptoms seen in diseased rainbow trout broodstocks.

Hasta gökkuşluğu alabalığı larvalarında dış bakıda besin kesesinin etrafında gaz kabarcığı olduğu ve besin

keselerini tüketemeyerek, su yüzeyinde ters olarak yüzdükleri görülmüştür (Şekil 2). Hastalığın larvalardaki morbidite ve mortalite oranı %5 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. Hasta gökkuşağı alabalığı larvalarında görülen semptomlar.

Figure 1. Symptoms seen in diseased rainbow trout larvae.

Hastalığın çevresel nedenlerini değerlendirmek amacıyla çalışmada belirlenen su kalite kriterleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kuluçkahane suyuna ait bazı su kalite kriterleri.

Table 1. Some water quality criteria for hatchery water.

Parametreler	Havuz giriş suyu	Anaç havuz çıkış suyu*
Toplam çözülmüş oksijen (O ₂) saturasyonu	%165± 2,51 mg/l	%147± 4,16 mg/l
Karbondioksit (CO ₂)	13,1 ± 0,24 mg/l	14,15 ± 0,21 mg/l
Karbonat (CO ₃)	0	0
Bikarbonat (HCO ₃)	231,8 mg/l	241 mg/l
Amonyak (NH ₃)	0,025 ± 0,007 mg/l	0,125 ± 0,007 mg/l
Nitrit (NO ₂)	0,0225 ± 0,0007 mg/l	0,0235 ± 0,0007 mg/l
Nitrat (NO ₃)	3,65 ± 0,07 mg/l	3,85 ± 0,212 mg/l
Su sıcaklığı		7,6 ± 0,33 °C
pH		7,7± 0,007
Su sertliği		148 mg/l CaCO ₃

* Gökkuşağı alabalığı larvaları kuluçka tepesinde olduğu için su çıkış değerleri ölçülmemiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, hastalığa neden olabilecek bazı su kalite kriterlerinden çözülmüş oksijen (O₂), nitrojen ve sudaki çözülmüş CO₂ miktarlarına ait elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde, sudaki çözülmüş O₂ saturasyonunun çok yüksek olduğu görülmektedir. Kuluçkahane suyundaki çözülmüş O₂ saturasyonu, havuz girişinde %167 ve havuz çıkışlarında ise %147 olarak ölçülmüştür. Sudaki yüksek çözülmüş O₂ saturasyonu gökkuşağı alabalığı anaç ve larvalarında gaz kabarcığı hastalığına neden olacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Nitekim alabalık yetiştiriciliğinde sudaki çözülmüş O₂ saturasyonunun %110'nun üzerinde olması gaz kabarcığı hastalığının oluşmasına neden olduğu bildirilmiştir (Machova vd., 2017). Diğer taraftan sudaki çözülmüş CO₂ miktarına bakıldığında ise işletme havuz girişlerinde çözülmüş CO₂ miktarı, Bohr etkisine neden olacak kadar yüksek olmasa da ortalama 13,63±0,225 mg/l düzey ile sudaki total gaz saturasyonunu dolayısıyla hastalığı arttırmaktadır. Alabalık yetiştiriciliğinde sudaki total gaz konsantrasyonunun artmasını sağlayan ve gaz kabarcığı hastalığına neden olan etmenlerden biriside çözülmüş CO₂ miktarıdır. Çözülmüş CO₂ miktarı larvalar için 15 mg/l, sofralık balıklar için ise 30 mg/l'nin altında olması

gerektiği bildirilmiştir (Arabacı, 2007). Sudaki çözülmüş CO₂ miktarının bu değerlerin üzerine çıkması alabalık yetiştiriciliğinde Bohr etkisine neden olarak balıkların sudaki çözülmüş oksijenden faydalanmalarına negatif etki etmekte ve ölüme neden olabileceği rapor edilmiştir (Egemen, 2006).

Sudaki organik madde kirliliğinin göstergesi olan iyonize olmayan amonyak (NH₃), nitrit (NO₂) ve nitrat (NO₃) değerlerine bakıldığında bu değerlerin toksik seviyede olmadığı görülmüştür. Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde sudaki NH₃, NO₂ ve NO₃ değerlerinin toksik olabilmesi için NH₃ seviyesi 0,2 mg/l'nin (Egemen, 2006), NO₂ seviyesi 0,2 mg/l'nin (Arabacı, 2007) ve NO₃ seviyesi 4 mg/l (Egemen, 2006) üstünde olması gerektiği bildirilmiştir. Egemen, (2006) amonyak toksisitesi için alabalıklarda genç bireylerde 0,3-0,5 mg/l'den itibaren ölümlere rastlanabileceğini bildirmiştir. NO₂ seviyesi havuz giriş ve çıkışlarında belirtilen toksik değerlerin altındadır. Diğer taraftan NH₃ ve NO₃ değerleri ise belirtilen toksik değerlerin altında olmasına rağmen eşik seviyesine yakın olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu değerlerin toksik olmadığı kanaatine varılmıştır. Çünkü bu faktörlerin toksisitesini etkileyen kullanılan suyun orta sertlikte olması, su sıcaklığının ve pH değerinin düşük seviyede olmasından dolayı anaç ve larvalar için toksik olmadığı düşünülmüştür. Ayrıca yapılan solungaç incelemelerinde İyonize olmayan amonyak (NH₃), nitrit (NO₂) ve nitrat (NO₃) değerlerinin solungaçlarda oluşabilecek tipik değişimlerin görülmesine (Arabacı vd., 2014) neden olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısı ile bu çalışmada NH₃, NO₂ ve NO₃ değerlerinin anaç ve larvaların ölüm sebebi olmadığı kanaatine varılmıştır.

Çalışmada anaçlarda gözlenen semptomlar değerlendirildiğinde ise hasta gökkuşağı alabalığı anaçlarının deri, solungaç, göz kenarları ve yüzgeç ışınları üzerinde emboli gözlenmiştir. Yüksek miktarda gaz saturasyonuna maruz kalmak, balıkların çeşitli dokularda emboli oluşturduğu rapor edilmiştir (Weiland vd., 1999). Espmark vd., (2010) gaz kabarcığı hastalığı görülen balıklarda, hastalığın göz, operkulum, yüzgeçler, vücut ve ağız bölgeleri üzerinde, vücut içinde kanda ve solungaç kemerinde kabarcıklar olarak ortaya çıkabileceğini bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalara bakıldığında gaz kabarcığı hastalığının belirtileri benzer şekilde tarif edilmiştir. Lemerie vd., (2011) hastalık belirtilerinin göz çevresi, dorsal ve pektoral yüzgeçlerde görüldüğünü, Machova vd., (2017) hem solungaç yüzeyinde hem de solungaç filamentlerinin içinde ciddi gaz kabarcıkları olduğunu rapor etmişlerdir.

Kültür koşullarında karşılaşılan gaz kabarcığı hastalığı ile ilgili vakalara bakıldığında gökkuşağı alabalığı anaçlarında gaz kabarcığı hastalığı ile ilgili çalışmalara çok rastlanılmamaktadır. Bunun nedeni büyük balıkların küçük

balıklara kıyasla gaz kabarcığı hastalığına karşı daha dayanıklı olmalarından ileri gelebileceği rapor edilmiştir (Cornacchia & Colt, 1984; Dennison & Marchyshyn, 1973). Gaz kabarcığı hastalığı ile ilgili diğer vakalara bakıldığında ise sudaki aşırı çözülmüş O₂ saturasyonunun gaz kabarcığı hastalığına neden olduğu benzer durumlar görülmektedir. Çek Cumhuriyeti'nde bir alabalık çiftliğinde balıkların gaz kabarcığı hastalığından dolayı öldükleri rapor edilmiştir. Araştırmacılar yaptıkları incelemeler sonucunda ölümlerin %136'ya varan çözülmüş O₂ saturasyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Machova vd., 2017). Espmark vd., (2010) tarafından yapılan bir deneyde ise Atlantik somonunda gaz kabarcığı hastalığının mortalitesi ve gelişimi, balıkların %160 çözülmüş oksijen doygunluğuna maruz kaldığı 14. günden sonra ortaya çıkmıştır.

Diğer taraftan hastalığın larvalardaki etkilerine bakıldığında larvaların besin kesesinin etrafında gaz kabarcığı oluştuğu ve besin keselerini tüketemeyerek, su yüzeyinde ters olarak yüzdükleri görülmüştür. Larvalar, anaç veya porsiyonluk balıklara oranla gaz kabarcığı hastalığına karşı daha hassastırlar. Genellikle gaz saturasyonunun sublethal olarak kabul edildiği seviyelerde bile maruz kalma süresi arttıkça larvalarda mortalitenin arttığı bilinmektedir (Cornacchia & Colt, 1984). Nitekim bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında larvalarda hastalığın görülme sıklığı az olsa da semptom gösteren tüm larvalar ölmüştür. Kültür koşullarında larvalarda karşılaşılan gaz kabarcığı hastalığı ile ilgili vakalara bakıldığında da sudaki aşırı çözülmüş O₂ saturasyonunun gaz kabarcığı hastalığına neden olduğu benzer durumlar görülmektedir. Balta & Dengiz Balta, (2020) gökkuşağı alabalığı yavrularında karşılaştıkları 12 gaz kabarcığı vakasında, yem kesesini yeni bitirmiş veya 1-2 g'lık yavru balıkların karın altındaki derinin şeffaf balon şeklinde şişkin ve gazla dolu olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar yavru ölümlerinin gün geçtikçe arttığını ve saturasyonun düzeltilmediği takdirde ölümlerin %100'e yaklaştığını bildirmişlerdir. Önceki yapılan çalışmalara bakıldığında hastalık belirtilerinin bu çalışmada elde edilen semptom ve sonuçlarla paralellik gösterdiği görülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada bir gökkuşağı alabalığı kuluçkahanesinde anaç ve larvalarda görülen ölümlerin nedeni araştırılmış ve ölümlerin sudaki aşırı çözülmüş oksijen saturasyonu sonucu gelişen gaz kabarcığı hastalığından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Gaz kabarcığı hastalığı ile karşılaşan yetiştiricilere su girişlerinde saturasyon kolonu kullanılması veya giriş suyunun havalandırılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Arabacı, M. (2007).** *Gökkuşağı Alabalığı Yetiştiriciliği*, Doğu Anadolu Kalkınma Programı Tarım ve Kırsal Kalkınma Bileşeni, Van, Türkiye, 112s.
- Arabacı, M., Önalın, Ş., Yıldırım, S., Karataş, B. & Yüce, T. (2014).** An ignored environmental problem; the problems stemming from cement used in the constructions of aquatic buildings and their effects on fishes. *Journal of International Environmental Application and Science*, **9**(5), 634-638.
- Atay, D. (1989).** *Populasyon Dinamiği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1154, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 306 s.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2020).** Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularında görülen gaz kabarcığı hastalığı ve tedavisi üzerine bir araştırma. *Anadolu Çevre ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, **5**(1), 100-105. DOI: [10.35229/jaes.706925](https://doi.org/10.35229/jaes.706925)
- Cornacchia, J.W. & Colt, J.E. (1984).** The effects of dissolved gas supersaturation on larval striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, **7**(1), 15-27. DOI: [10.1111/j.1365-2761.1984.tb00903.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1984.tb00903.x)
- Dennison, B.A. & Marchyshyn, M.J. (1973).** A device for alleviating supersaturation of gases in hatchery water supplies. *The Progressive Fish-Culturist*, **35**(1), 55-58. DOI: [10.1577/1548-8659\(1973\)35\[55:ADFASO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1973)35[55:ADFASO]2.0.CO;2)
- Egemen, Ö. (2006).** *Su Kalitesi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, (VI. Baskı). Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir 150s.
- Espmark, Å.M., Hjelde, K. & Baevefjord, G. (2010).** Development of gas bubble disease in juvenile Atlantic salmon exposed to water supersaturated with oxygen. *Aquaculture*, **306**(1-4), 198-204. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2010.05.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.05.001)
- HACH. (2006).** *DR/5000 Spectrophotometer Procedures Manual*. Germany, 115p.
- Lemarie, G., Hosfeld, C.D., Breuil, G. & Fivelstad, S. (2011).** Effects of hyperoxic water conditions under different total gas pressures in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* **318**(1-2), 191-198. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2011.03.033](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.033)
- Machova, J., Faina, R., Randak, T., Valentova, O., Steinbach, C., Kroupova, H.K. & Svobodova, Z. (2017).** Fish death caused by gas bubble disease: a case report. *Veterinární Medicina*, **62**(4), 231-237. DOI: [10.17221/153/2016-VETMED](https://doi.org/10.17221/153/2016-VETMED)

- Midilli, S., Çoban, D., Güler, M. & Küçük, S. (2019).** Kültür koşullarında Nil Tilapyası ve Melez Kırmızı Tilapya (Cichlidae, *Oreochromis spp.*)’da görülen gaz kabarcığı hastalığı. *Su Ürünleri Dergisi*, **36**(3), 285-291. DOI: [10.12714/egejfas.2019.36.3.09](https://doi.org/10.12714/egejfas.2019.36.3.09)
- Ross, P.M., Pande, A., Jones, J.B., Cope, J. & Flowers, G. (2018).** First detection of gas bubble disease and Rickettsia-like organisms in *Paphies ventricosa*, a New Zealand surf clam. *Journal of Fish Diseases*, **41**, 187-190. DOI: [10.1111/jfd.12684](https://doi.org/10.1111/jfd.12684)
- Weiland, L.K., Mesa, M.G. & Maule, A.G. (1999).** Influence of infection with *Renibacterium salmoninarum* on susceptibility of juvenile spring chinook salmon to gas bubble trauma. *Journal of Aquatic Animal Health*, **11**(2), 123-129. DOI: [10.1577/1548-8667\(1999\)011<0123:IOIWRS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8667(1999)011<0123:IOIWRS>2.0.CO;2)
- Weitkamp, D.E. & Katz, M. (1980).** A review of dissolved gas supersaturation literature. *Transactions of the American Fisheries Society*, **109**(6), 659-702. DOI: [10.1577/1548-8659\(1980\)109<659:ARODGS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1980)109<659:ARODGS>2.0.CO;2)
- Yuan, Y., Wang, Y., Zhou, C., An, R. & Li, K. (2018).** Tolerance of Prenant’s Schizothoracin *Schizothorax prenanti* to total dissolved gas supersaturated water at varying temperature. *North American Journal of Aquaculture*, **80**, 107-115. DOI: [10.1002/naaq.10007](https://doi.org/10.1002/naaq.10007)