

Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) Yumurtalarının Açılması ve Larvaların Yaşama Oranı Üzerine Suyun pH Değerinin Etkisi

Metin Çalta¹, Mevlüt Şener Ural²

¹Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su ürünleri Temel Bilimleri Bölümü 23119 Elazığ, Türkiye

²Fırat Üniversitesi Süleyman Demirel Keban Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Programı
Keban, Elazığ, Türkiye

Abstract: *The effect of water pH on the hatching of eggs and survival rates of larvae of mirror carp (Cyprinus carpio L., 1758).* In this study, the effects of 3 different pH (control: 7.0-8.0, high pH: 8.5-9.0 and low pH: 5.0-5.5) on the hatching time of eggs and the survival rates of larvae of mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) were investigated. A negative effect of high pH on eyed time, first hatching time and the hatching time of all eggs were not determined in comparison with control. But all these times were found rather longer for eggs subjected to low pH. Only 21% of the eggs exposed to the low pH reached to the eyed stage while more than 95% of the eggs in control and high pH environments reached to the eyed stage. Approximately 99% of eyed eggs in control and high pH environments successfully hatched, but only 39.5% of eyed eggs kept in low pH hatched. The rates of normal larvae hatched out from eggs kept in control and high pH environments were higher than 85%, but this rate was only 1.2% in eggs exposed to low pH environment. In larval stage, the mortality rates in control, high pH and low pH groups were 5%, 87% and 100% respectively. In conclusion, the most favourable pH for the incubation of eggs and larval development of mirror carp was slightly alkali close to nötr pH (pH: 7.0-8.0) value. There was no any negative effects of high pH during the incubation period. However, it caused to the high mortality in larval stage. Low pH caused to very high mortality both during the incubation period and in the larval stage.

Key Words: Mirror carp, *Cyprinus carpio*, egg hatching, larval mortality, pH.

Özet: Bu çalışmada, 3 farklı pH (kontrol: 7.0-8.0, yüksek pH: 8.5-9.0 ve düşük pH: 5.0-5.5)'nin aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) yumurtalarının açılması ve larvaların yaşama oranı üzerine etkileri araştırıldı. Kontrol ortamında kuluçkalan yumurtalar ile karşılaştırıldığında yüksek pH'nin yumurtalarda gözlenme, ilk açılma ve tüm yumurtaların açılma süreleri üzerinde olumsuz bir etkisi görülmemiştir. Fakat düşük pH'nin etkisine maruz kalan yumurtalarda tüm bu süreler kontrol grubuna göre oldukça uzamıştır. Kontrol ve yüksek pH ortamlarındaki yumurtaların % 95'inden daha fazlası gözlenme evresine erişirken, düşük pH'ya maruz kalan yumurtalarda bu oran sadece % 21 olmuştur. Kontrol ve yüksek pH ortamlarında tutulan gözlenmiş yumurtaların yaklaşık %99'u başarılı bir şekilde açılırken, düşük pH ortamındaki gözlenmiş yumurtaların sadece %39.5'i açılmıştır. Kontrol ve yüksek pH gruplarında gözlenmiş yumurtaların %85'inden daha fazlasından normal larvalar çıkarken, düşük pH'da bu oran sadece %1.2 olarak saptanmıştır. Larval dönemde, kontrol grubunda ölüm oranı %5, yüksek pH'da %87 ve düşük pH'da ise %100 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak aynalı sazan yumurtalarının kuluçkalanması ve larvaların gelişimi için en uygun pH nötre yakın alkali (pH: 7.0-8.0 arası) değerdir. Yüksek pH (8.5-9.0)'nin yumurtaların kuluçkalanması süresince hiçbir olumsuz etkisi olmamıştır. Bununla birlikte, larval evrede yüksek ölüm oranına sebep olmuştur. Düşük pH (5.0-5.5) ise hem kuluçka evresinde hem de larval evrede yüksek oranda ölümlere sebep olmuştur.

Anahtar kelimeler: Aynalı sazan, *Cyprinus carpio*, yumurta açılması, larval mortalite, pH.

Giriş

Akuatik organizmaların üreme ve gelişmeleri üzerinde su kalitesinin önemli bir etkisi olduğu bilinen bir gerçektir. Gerek doğal koşullarda gerekse suni üretim ve yetiştirme yerlerinde yüksek verimin alınabilmesi için su kalitesinin optimum veya optimuma yakın olması istenir. Bununla birlikte su kalitesini belirlemede kullanılan bazı parametrelerin optimum değerleri balık türüne, hatta aynı türün değişik hayat evrelerine bağlı olarak değişebilmektedir.

Balık yetiştiriciliğinde önemli bir su kalite parametresi de suyun pH değeridir. Genellikle balık yetiştiriciliği için en ideal pH değerinin 7-8 olduğu belirtilmiştir (Çelikkale, 1988; Egemen ve Sunlu, 1999). Fakat zaman zaman bazı su kaynaklarının doğal pH değeri asit yağışları, maden işletmeleri atıkları, fabrika atıkları ve çeşitli sanayi atıkları gibi kirletici kaynaklar tarafından olumsuz yönde etkilenmektedir.

Geçen 20 yıl içerisinde özellikle Kuzey Avrupa, Kuzey Amerika ve Kanada'da doğal su kaynaklarının pH değerinin önemli ölçüde düştüğü ve bu bölgelerin su kaynaklarında mevcut doğal su ürünlerinin miktar ve tür çeşitliliğinde azalma olduğu belirlenmiştir (Sayer ve diğ., 1993). Bunun sonucu olarak pH değerindeki değişimin su canlıları üzerindeki (özellikle balıklar) etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmalar daha çok bu bölgelere özgü balık türlerinden *Salvelinus fontinalis* (Steingraeber ve Gingerich, 1991; Mount ve diğ., 1990), *Salmo trutta* (Sayer, 1991; Reader ve diğ., 1991), *Salmo salar* (Peterson ve Martin-Rabichaud, 1986; Peterson ve diğ., 1980; Peterson ve diğ., 1985) ve *Oncorhynchus mykiss* (Weiner ve diğ., 1986; Wilkie ve Wood, 1994; Zelennikov, 1997) gibi Salmonidae türleri üzerinde yoğunlaşmış olup, tatlı sularda yaşayan diğer ailelere ait türler üzerindeki suyun pH değerinin

etkisi hakkında yeterli çalışma mevcut değildir. Bu nedenle mevcut çalışma ile Cyprinidae ailesine ait ve ekonomik öneme sahip bir tatlısu balığı olan aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'nin yumurta ve larvaları üzerine değişik pH değerlerinin etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma için döllenmiş aynalı sazan yumurtaları DSİ Keban Su Ürünleri İşletmesi'nden sağlandı. Döllenmenin yapıldığı aynı gün içerisinde yumurtalar Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirildi. Laboratuvarda daha önceden hazırlanan 5 lt kapasiteli 3 adet zuger şişesi DSİ Keban Su Ürünleri İşletmesi'nden getirilen temiz su ile dolduruldu. Belli bir süre havalandırma uygulandıktan sonra su sıcaklığı 23.5 °C ve pH 7.95 olarak ölçüldü. Yumurtaların oldukça küçük olması (1.8-1.9 mm çapında) nedeniyle yumurtaların sayımı bir mezür yardımı ile volümetrik yöntem kullanılarak yapıldı. Her bir zuger şişesine yaklaşık 500 yumurta bırakıldı. 1 nolu zuger şişesi kontrol grubu (pH: 7.0-8.0) olarak işaretlendi. 2 nolu zuger şişesi yüksek pH (pH: 8.5-9.0)'ya ve 3 nolu zuger şişesi ise düşük pH (pH: 5.0-5.5)'ya ayarlandı. Yüksek pH 0.01 N NaOH, düşük pH ise 0.01 N H₂SO₄ solüsyonlarının bir pompalama sistemine sahip, istenilen pH'ya ayarlanabilen ve ortamı ayarlanan pH'da tutan bir pH ayarlama ve izleme ünitesi (Delta OHM pH transmitter, Model DO 9403T) yardımı ile oldukça yavaş bir şekilde zuger şişelerine pompalanması ile ayarlandı. İstenilen pH değerlerine yaklaşık 6 saat içerisinde erişilerek, ani pH değişimine bağlı oluşabilecek ölümler önlemlendi. Deney süresince pH ayarlama ve izleme ünitesi sürekli olarak çalışır konumda tutularak, ayarlanan pH'dan uzaklaşma durumlarında bu ünitenin pompa sistemi otomatik olarak devreye

girerek pH'nın sürekli istenilen sınırlar içerisinde kalması sağlandı. Ayrıca deney ortamlarının pH'sı portatif bir pH metre (Jenway, Model 3071) ile de günde iki defa kontrol edildi. Su sıcaklıkları 0.1 hassasiyetli bir termometre ile günde iki defa ölçüldü. Deney sistemi günde en az iki defa kontrol edilerek matlaşmış olan yumurtalar sifonlandı ve kaydedildi. 3 günde bir defa zuger şişelerinin suyunun yaklaşık yarısı tedrici olarak yumurtaların elde edildiği DSİ Keban Su Ürünleri İşletmesi'nden getirilen taze su ile değiştirildi.

Gözlenme evresinde tüm yumurtalar sayılarak gözlenme ve matlaşma oranları tespit edildi. Yumurtalar açıldıktan sonra her gruptaki normal ve deforme larva sayıları ile açılmamış (ölü) yumurta sayıları tespit edilerek, açılmamış (ölü) yumurtalar ve deforme larvalar ortamdaki uzaklaştırıldı. Normal olan larvalar yumurta kesesini absorbe edene kadar (yaklaşık 10 gün) bu ortamlarda tutularak larvalardaki ölüm oranları saptandı. Her ne kadar larvaların besin keseleri 10 gün kadar devam ederse de 3. günden sonra larvalara, iyice haşlanmış ve süspanse hale getirilmiş tavuk yumurtası sarısı besin olarak günde 3 defa 5-10 damla suya ilave edildi.

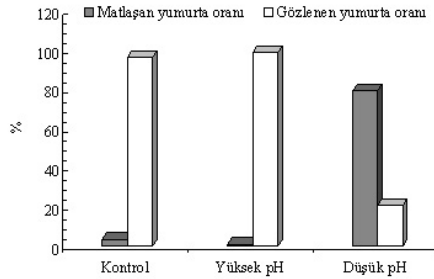
Bulgular

Bu çalışmada yüksek ve düşük pH'nın aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) yumurta ve larvalarına etkisi araştırıldı. Deney süresince ölçülen pH ve sıcaklık değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Her üç ortamda (kontrol, yüksek pH, düşük pH) ölçülen sıcaklık değerleri birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Böylece sıcaklık farklılığına bağlı yumurtalar ve larvalarda oluşabilecek değişimler önlenmiştir. Ölçülen pH değerleri istenilen değerlere oldukça yakın bulunmuştur (Tablo 1). Bu durum pH ayarlama ve izleme ünitesinin verimli bir şekilde çalıştığını göstermektedir. Kontrol ile karşılaştırıldığında yüksek pH'nın yumurtaların gözlenme zamanı, ilk açılma zamanı ve tüm yumurtaların açılma zamanı üzerinde olumsuz bir etkisi görülmemektedir (Tablo 1). Oysa düşük pH'nın etkisine maruz kalan yumurtalarda tüm bu süreler kontrol değerlerine göre oldukça uzamıştır. Özellikle düşük pH'da ilk açılma zamanı ve tüm yumurtaların açılma zamanındaki geçikme kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$)

Tablo 1. Deney süresince ölçülen pH ve sıcaklık değerleri (min.-mak., ortalama \pm standart sapma, n=15) ile farklı pH değerlerinin aynalı sazan yumurtalarının gözlenme ve açılma zamanına etkisi.

Gruplar	Ölçülen pH	Sıcaklık (°C)	Gözlenme zamanı *(gün-derece)	İlk açılma zamanı *(gün-derece)	Tüm yumurtaların açılma zamanı *(gün-derece)
Kontrol (pH: 7.0-8.0)	7.92-8.03 (7.96 \pm 0.02)	22.3-23.5 (22.8 \pm 0.4)	45.5	68.2	74.4
Yüksek pH (pH: 8.5-9.0)	8.51-8.84 (8.68 \pm 0.09)	22.3-23.6 (22.8 \pm 0.3)	45.4	68.1	74.3
Düşük pH (pH: 5.0-5.5)	5.01-5.64 (5.36 \pm 0.30)	22.2-23.3 (22.7 \pm 0.3)	45.8	70.6	113.0

Döllenmeden gözlenme evresine kadar olan sürede kontrol ve yüksek pH ortamlarındaki yumurtaların % 95'inden daha fazlası gözlenirken, düşük pH'ya maruz kalan yumurtalarda gözlenme oranı % 21 olmuş, yumurtaların %79'u ise gözlenmeden ölmüştür (Şekil 1).

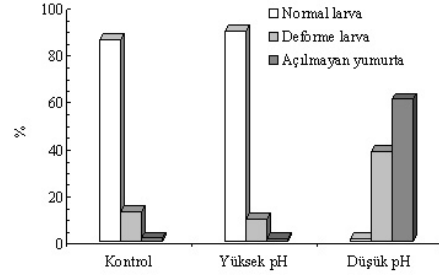


Şekil 1. Farklı pH değerlerinin aynalı sazan yumurtalarının gözlenme oranı üzerine etkisi.

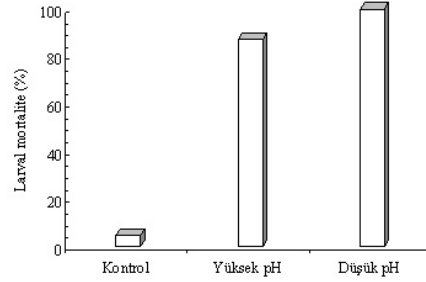
Kontrol ve yüksek pH ortamındaki gözlenmiş yumurtaların yaklaşık %99'u açılırken düşük pH ortamındaki gözlenmiş yumurtaların sadece %39.5'i açılmıştır (Şekil 2). Yüksek pH ortamında açılan larvalarda deforme oranı (%9.5) kontrol grubuna göre (%12.8) daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte kontrol grubu ile yüksek pH grubu yumurtalarında açılma oranları bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($P>0.05$). Oysa düşük pH'da açılma oranı kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli derecede düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Kontrol ve yüksek pH gruplarında gözlenmiş yumurtaların %85'inden daha fazlasından normal larvalar çıkarken, düşük pH'da bu oran sadece %1.2 olarak saptanmıştır.

Larval dönemdeki ölüm oranlarının tespiti için normal larvalar besin kesesinin absorbe edilmesine kadar (yaklaşık 10 gün) zuger şişelerinde tutuldular. Bu süre içerisinde larvalarda tespit edilen ölüm oranları Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'de de görüldüğü gibi kontrol grubunda ölüm

oranı %5 iken yüksek pH'da %87, düşük pH'da ise %100 olarak bulunmuştur.



Şekil 2. Farklı pH değerlerinin aynalı sazan yumurtalarında açılma oranı ve larvalarda deforme oranı üzerine etkileri.



Şekil 3. Farklı pH değerlerine maruz bırakılan yumurta kesesi üzerinden beslenen aynalı sazan larvalarında mortalite oranı.

Tartışma ve Sonuç

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yüksek pH'nın yumurta içerisindeki embriyonun gelişimi ve yumurtaların açılma oranları üzerine olumsuz bir etkisi olmamıştır. Fakat düşük pH bir taraftan yumurtaların açılma süresini geciktirirken, diğer taraftan da açılma oranını olumsuz yönde etkilemiştir. Ayrıca düşük pH'ya maruz kalan yumurtalardan çıkan larvalarda deforme oranı oldukça yüksek olmuştur. Deformasyonlar genellikle vertabrada eğilmeler şeklindedir. Benzer şekilde asit stresine maruz kalan birçok

tatlısu balığı yumurtasında, açılma süresinin normal zamana göre oldukça uzadığı ve açılma oranının önemli derecede azaldığı bulunmuştur (Daye ve Garside, 1979; Peterson ve diğ., 1980; Rombough, 1983; Sayer ve diğ., 1993). Düşük pH'ya maruz kalan yumurtalardaki açılma süresindeki gecikme ve açılma oranındaki azalmanın yumurtanın perivitellin sıvısındaki kimyasal değişimlerle ilgili olduğu düşünülmektedir (Sayer ve diğ., 1993). Gökkuşluğu alabalığı yumurtasında perivitellin sıvısının normal pH'sının 8.5 olduğu bulunmuştur (Hagenmaier, 1974). Sudaki düşük pH'nın perivitellin sıvısının pH'sını da düşürdüğü ve bunun sonucu olarak buradaki enzim aktivitesini engellediği ileri sürülmektedir (Runn ve diğ., 1977). Özellikle yumurtanın en dış kabuğunu yumuşatan ve eriterek incelten korionaz (chorionase) enziminin düşük pH tarafından inaktive edilmesi geç açılmanın ve açılma oranındaki düşük yüzdenin başlıca sebebi olarak gösterilmektedir (Runn ve diğ., 1977; Haya ve Waiwood, 1981). Ayrıca düşük pH ortamında yumurta içerisindeki embriyonun yeterince gelişmediği ve zayıf kalan embriyonun yumurta kabuğunu kıramadığı, bununda yumurtaların açılma zamanının gecikmesine ve açılma oranının düşmesine sebep olabileceği belirtilmiştir (Sayer ve diğ., 1993). Zira normal şartlarda yumurtanın açılmasına yakın zamanda embriyo hareketlerinin iyice arttığı, fakat düşük pH'da embriyonun hareketinin oldukça yavaş olduğu bulunmuştur (Peterson ve Martin-Robichoud, 1983). Düşük pH'da yumurtanın açılma zamanındaki gecikme ve açılma oranındaki azalma hem embriyonal hareketin kısıtlanmasına hem de yumurtanın dış kabuğunu incelten korionaz (chorionase) enzim aktivitesinin yavaşlatılmasına bağlı olabilir.

İstatistiksel olarak önemli olmakla birlikte, yumurtaların açılması

üzerinde yüksek pH (8.68)'nin kontrol pH (7.96)'sına göre daha verimli olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni olarak perivitellin sıvısının pH değeri (8.5)'nin bu çalışmadaki yüksek pH değeri (8.68)'ne oldukça yakın olması, perivitellin sıvısındaki yumurtanın açılmasında etkin olan enzim aktivitesinin daha etkin çalıştığı gösterilebilir.

Larvaların çıkmasına kadar hiçbir zararlı etkisi görülmeyen, hatta yumurtaların açılma oranında kontrol ortamına göre daha başarılı sonuçlar veren yüksek pH'nın larval dönemde oldukça öldürücü olduğu görülmektedir. Yumurta içerisindeki embriyonun kötü çevre şartlarına karşı yumurta dışındaki embriyo ve larvalara göre daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir (Sayer ve diğ., 1993). Zira yumurta içerisindeki embriyonun dış ortama direkt temas etmemesi ve gelişimi için gerekli ihtiyaçlarını yumurta besininden sağlaması çevreye olan bağımlılığını, dolayısıyla çevreden etkilenme düzeyini iyice azaltacaktır. Genel olarak balıkların erken gelişim süresince çevre şartlarından etkilenme derecelerinin büyümeye bağlı olarak attığı belirtilmektedir (Sayer ve diğ., 1993).

Düşük pH değerlerindeki larval ölümlerinin solunum yetersizliği, larvanın osmoregülasyon ve asit-baz dengesinin bozulması sonucu olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Düşük pH'nın solungaç gelişimini engellediği ayrıca solungaç üzerinde mukus salgısını arttırarak solunumu engellediği tespit edilmiştir (McDonald, 1983). Yüksek pH'nın solungaçların morfolojik yapısını bozarak fonksiyonlarını yavaşlattığı ve larvanın iyon dengesini bozduğu belirlenmiştir (Wilkie ve Wood, 1994).

Sonuç olarak aynalı sazan yumurtalarının kuluçkalanması ve larvaların gelişimi için en uygun pH nötre yakın alkali değerlerdir. Yüksek pH (8.5-9.0)'nın yumurtaların kuluçkalanması süresince olumsuz bir etkisi görülme-

mekle birlikte, larval evrede yüksek ölüm oranına sebep olmuştur. Düşük pH (5.0-5.5) ise hem kuluçka süresince hem de larval evrede yüksek oranda ölümlere sebep olmuştur.

Kaynakça

- Çelikkale, M.S. 1988. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt II. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon.
- Daye, P.G. and E.T. Garside. 1979. Development and survival of embryos and alevins of the Atlantic salmon, *Salmo salar* L. induced by continuous or short-term exposure to acidic levels of pH, from fertilisation. Can. J. Zool. 58: 27-43.
- Egemen, Ö ve U. Sunlu. 1999. Su Kalitesi (Ders Kitabı) III. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Hagenmaier, H.E. 1974. The hatching process in fish embryos. IV The enzymological properties of a highly purified enzyme (chorionase) from the hatching fluid of the rainbow trout. Comp. Biochem. Physiol. 49B: 313-324.
- Haya, K. and B.A. Waiwood. 1981. Acid pH and chorionase activity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) eggs. Bull. Env. Contam. Toxicol. 27: 7-12.
- McDonald, D.G. 1983. The effects of H⁺ upon the gills of freshwater fish. Can. J. Zool. 61: 691-703.
- Mount, D.R., M.J. Swanson, J.E. Breck, A.M. Farag, and H.L. Bergman. 1990. Responses of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) fry to fluctuating acid, aluminium and low calcium exposure. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 1623-1630.
- Peterson, R.H., P.G. Daye and J.L. Metcalfe. 1980. Inhibition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) hatching at low pH. Can. J. Fish. Aquat. Sc. 37: 770-774.
- Peterson, R.H., J.L. Metcalfe, and S. Ray. 1985. Uptake of cadmium by eggs and alevins of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as influenced by acidic conditions. Bull. Env. Contam. Toxicol. 34: 359-368.
- Peterson, R.H., and D.J. Martin-Rabichaud. 1983. Embryo movements of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as influenced by pH, temperature, and state of development. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 777-782.
- Peterson, R.H., and D.J. Martin-Rabichaud. 1986. Growth and major cation budgets of Atlantic salmon alevins at three ambient acidities. Trans. Am. Fish. Soc. 115: 220-226.
- Reader, J.P., T.R.K. Dalziel, R. Morris, M.D.J. Sayer, and C.H. Dempsey. 1991. Episodic exposure to acid and aluminium in soft water: survival and recovery of brown trout, *Salmo trutta*, L. J. Fish Biol. 39: 181-196.
- Rombough, P.J. 1983. Effects of low pH on eyed embryos and alevins of Pacific salmon. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1575-1582.
- Runn, P., N. Johansson, and G. Millbrink. 1977. Some effects of low pH on the hatchability of eggs of perch, *Perca fluviatilis* L. Zoon. 5: 115-125.
- Sayer, M.D.J. 1991. Survival and subsequent development of brown trout, *Salmo trutta* L., subjected to episodic exposure of acid, aluminum and copper in soft water during embryonic and larval stages. J. Fish Biol. 38: 962-972.
- Sayer, M.D.J., J.P. Reader, and T.R.K. Dalziel. 1993. Freshwater acidification: effects on the early life stage of fish. Rev. in Fish Biol. and Fisheries. 3: 95-132.
- Steingraeber, M.T., and W.H. Gingerich. 1991. Hatching, growth, ion accumulation and skeletal ossification of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) alevins in acidic soft waters. Can. J. Zool. 69: 2266-2276.
- Weiner, G.S., C.B. Schreck, H.W. Li. 1986. Effects of low pH on reproduction of rainbow trout. Trans. Am. Fish. Soc. 115: 75-82.
- Wilkie, M.P., and C.M. Wood. 1994. The effects of extremely alkaline water (pH 9.5) on rainbow trout gill function and morphology. J. Fish Biol. 45: 87-98.
- Zelennikov, O.V. 1997. The effect of acidification on oogenesis of rainbow trout during sex differentiation. J. Fish Biol. 50: 18-21.