NEON (PARACHEIRODON) AKVARIUM BALIQLARINING MORFOLOGIK VA ANATOMIK TUZILISHI HAMDA FIZIOLOGIK XUSUSIYATLARI

Nurmatova Ruxsora Utkir qizi
Astraxan davlat texnika universitetining
Toshkent viloyatidagi filiali Yoshlar yetakchisi
https://doi.org/10.5281/zenodo.23374483

Annotatsiya. Maqolada Paracheirodon avlodiga mansub uch tur – oddiy neon (P. innesi), kardinal neon (P. axelrodi) va yashil neon (P. simulans) – ning tashqi morfologiyasi, ichki organlar tizimlari va asosiy fiziologik xususiyatlari ilmiy adabiyotlar tahlili asosida tizimlashtirilgan. Turlarning morfometrik va diagnostik belgilari qiyosiy tahlil qilingan. Suzgichlar, suzish pufagi va Veber apparati, ovqat hazm qilish, nafas olish va sezgi organlari tuzilishi yoritilgan. Iridesent tasmaning struktura rangi mexanizmi, haroratga sezgirlik va reproduktiv fiziologiyaning xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Natijada neon baliqlarning asosiy morfofiziologik belgilari ularning «qora suv» biotopiga moslashuvi nuqtai nazaridan umumlashtirilgan va akvarium sharoitida saqlash hamda ko'paytirish uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.
Kalit so'zlar: Paracheirodon, neon baliq, morfologiya, anatomiya, iridofora, struktura rangi, Veber apparati, poykilotermiya, reproduktiv fiziologiya, akvakultura.

Abstract. The article systematises, on the basis of a literature review, the external morphology, internal organ systems and main physiological features of three species of the genus Paracheirodon: the neon tetra (P. innesi), the cardinal tetra (P. axelrodi) and the green neon tetra (P. simulans). Their morphometric and diagnostic characters are compared; the structure of the fins, swim bladder and Weberian apparatus, digestive, respiratory and sensory systems is described; and the mechanism of the iridescent stripe, thermal sensitivity and reproductive physiology are discussed. The morphophysiological traits are interpreted as adaptations to blackwater habitats, and practical recommendations for aquarium keeping and breeding are proposed.
Keywords: Paracheirodon, neon tetra, morphology, anatomy, iridophores, structural colour, Weberian apparatus, reproductive physiology.

Kirish

Neon baliqlar dunyo akvarium baliqlari savdosida eng ommabop turlar qatoriga kiradi. AQSh ornamental baliqlar importi tahlilida oddiy neon (P. innesi) import qilinadigan baliqlar orasida yetakchi o'rinlardan birini egallagani qayd etilgan [19]. Bu baliqlarning yuqori tijorat qiymati ularning yorqin rangi, kichik o'lchami va galada yashash xulq-atvori bilan bog'liq. Biroq akvarium sharoitida neon baliqlarni muvaffaqiyatli saqlash va ayniqsa ko'paytirish ularning biologik xususiyatlarini chuqur bilishni talab qiladi: oddiy neonni ko'paytirish havaskor sharoitda qiyin hisoblanadi, kardinal neonning esa savdodagi asosiy qismi hanuz tabiatdan ovlanadi [18; 22].

Neon baliqlarning morfologiyasi, rang hosil bo'lish mexanizmi va fiziologiyasi bo'yicha ma'lumotlar turli soha adabiyotlarida – ixtiologiya, sistematika, fotonika, fiziologiya va akvakulturada tarqoq holda uchraydi. Ularni yagona tizimga keltirish va akvarium amaliyoti bilan bog'lash dolzarb vazifa hisoblanadi.

Tadqiqot maqsadi – Paracheirodon avlodi vakillarining morfologik, anatomik va fiziologik xususiyatlarini adabiyotlar tahlili asosida tizimlashtirish va ularni turlarning yashash muhitiga moslashuvi hamda akvarium sharoitida saqlash talablari bilan bog'lab tahlil qilish.

Adabiyotlar tahlili

Sistematika va filogeniya. Paracheirodon avlodi Characidae oilasiga mansub bo'lib, uning tarkibi va filogenetik munosabatlari S. Weitzman va W. Fink tomonidan batafsil o'rganilgan [1]. Mualliflar neon baliqlarni yagona monofiletik guruh sifatida asoslab, avlodning diagnostik belgilarini, jumladan, rang naqshi xususiyatlarini aniqlagan. Avlod vakillari Ostariophysi kogortasiga, aniqrog'i Otophysi guruhiga kiradi; bu guruh uchun Veber apparatining mavjudligi asosiy umumiy belgi hisoblanadi [2; 3]. J. Géry ning xaratsid baliqlarga bag'ishlangan monografiyasi avlod vakillarining tashqi morfologiyasi va tarqalishi bo'yicha asosiy manbalardan biri bo'lib qolmoqda [3].

Rang hosil bo'lish mexanizmi. Neon baliqlarning iridesent tasmasi struktura rangining klassik namunasi sifatida keng o'rganilgan. J. Lythgoe va J. Shand neon tasmasining yorug'likka moslashgan holatda ko'k-yashil, qorong'ilikka moslashgan holatda esa to'q ko'k-binafsha rangga o'tishini spektral o'lchovlar bilan ko'rsatgan [4]. S. Yoshioka va hammualliflari bu o'zgarishni iridoforalardagi guanin plastinkalari qiyalik burchagining o'zgarishi bilan tushuntiruvchi «jalyuzi modeli» (Venetian blind model) ni miqdoriy jihatdan asoslagan [5]. D. Gur va hammualliflari esa rang o'zgarishining yorug'lik ta'sirida boshqariladigan fotonik kristall massivi sifatida ishlashini ko'rsatgan [6]. Ko'p qatlamli biologik reflektorlarning umumiy fizik nazariyasi E. Denton va M. Land ishlarida [8], biologik rang hosil bo'lishining umumiy tasnifi esa D. Fox monografiyasida [9] yoritilgan.

Rangning ekologik funksiyasi masalasida T. Ikeda va S. Kohshima neonning yorqin rangi yirtqichlarni chalg'itish va gala a'zolarining bir-birini ko'rishiga xizmat qilishi mumkinligi haqidagi gipotezani ilgari surgan [7].

Harakatlanish, nafas olish va sezgi organlari. Baliqlar suzishining biomexanikasi J. Videler monografiyasida [10], suzgichlarning gidrodinamik funksiyasi G. Lauder va E. Drucker ishida [11], suzish pufagining fizik jihatlari R. Alexander tomonidan [12] umumlashtirilgan. Jabra tuzilishi va nafas olish funksiyasi o'rtasidagi bog'liqlikni G. Hughes va M. Morgan tahlil qilgan [13]. Lateral chiziq tizimi bo'yicha asosiy ma'lumotlar S. Coombs va hammualliflar tahriridagi to'plamda jamlangan [14].

Fiziologiya, akvakultura va kasalliklar. Haroratning baliqlar metabolizmiga ta'siri F. Fry ning klassik ishida [15], suv sifati talablari esa F. Timmons va J. Ebeling ning akvakultura bo'yicha qo'llanmasida [16] bayon etilgan. Oddiy neonni boshqariladigan sharoitda ko'paytirish texnologiyasi F. Chapman va hammualliflari tomonidan ishlab chiqilgan [18]. Neon kasalligi qo'zg'atuvchisi – mikrosporidiya Pleistophora hyphessobryconis – ilk bor W. Schäperclaus tomonidan tavsiflangan [20], uning keng xo'jayinlar doirasi va patogenezi keyingi tadqiqotlarda o'rganilgan [21].

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, neon baliqlarning alohida organ tizimlari yaxshi o'rganilgan bo'lsa-da, ularning morfologik va fiziologik xususiyatlarini o'zaro bog'liq holda, akvarium amaliyoti nuqtai nazaridan umumlashtiruvchi ishlar, ayniqsa o'zbek tilida, deyarli mavjud emas.

Tadqiqot metodlari

Tadqiqot nazariy-analitik xarakterga ega. Quyidagi metodlardan foydalanildi:

1. **Ilmiy adabiyotlar tahlili** – ixtiologiya, sistematika, fiziologiya, biofotonika va akvakultura sohalaridagi monografiyalar va xalqaro ilmiy jurnallarda chop etilgan maqolalar o'rganildi.
2. **Ma'lumotlar bazalari tahlili** – turlarning o'lchamlari, yashash muhiti va suv parametrlari bo'yicha ma'lumotlar FishBase xalqaro ma'lumotlar bazasidan olindi [22].
3. **Qiyosiy-morfologik tahlil** – uch turning morfometrik va diagnostik belgilari solishtirildi.
4. **Tizimlashtirish va umumlashtirish** – organ tizimlari tuzilishi va funksiyasi to'g'risidagi ma'lumotlar yashash muhitiga moslashuv nuqtai nazaridan jadvallar shaklida tizimlashtirildi.

Manbalarni tanlashda taqrizlanadigan nashrlar va fundamental monografiyalarga ustuvorlik berildi.

Natijalar

Tashqi morfologiya va o'lcham xususiyatlari. Neon baliqlar kichik o'lchamli tropik baliqlar bo'lib, voyaga yetgan individlarning umumiy uzunligi turga qarab 2,5–5,0 sm oralig'ida bo'ladi. Kardinal neon avlodning eng yirik vakili hisoblanadi (FishBase ma'lumotlariga ko'ra standart uzunligi 3,0 sm gacha) [22], yashil neon esa eng kichigi. Tana shakli yon tomondan qaraganda cho'zinchoq, duksimon (fusiform) bo'lib, suvda kam qarshilik bilan harakatlanishga moslashgan. Og'iz terminal joylashgan, ko'zlar tanaga nisbatan yirik. Turlarning qiyosiy tavsifi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Paracheirodon turlarining asosiy morfologik va ekologik ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	P. innesi	P. axelrodi	P. simulans
Umumiy uzunlik (TL), sm	3,0–4,0	4,0–5,0	2,5–3,0
Ko'k tasma	Ko'zdan yog' suzgich asosigacha	Ko'zdan yog' suzgich asosigacha	Yashil-ko'k tusli, yaqqol
Qizil rang	Faqat tananing orqa yarmida (qorin osti)	Butun yon yuzaning pastki qismida, boshdan dumgacha	Juda zaif yoki yo'q
Yog' (adipoz) suzgich	Mavjud	Mavjud	Mavjud
Tarqalish areali	Amazonka havzasi (Kolumbiya, Peru, Braziliya)	Rio-Negro va Yuqori Orinoko havzalari	Rio-Negro va Yuqori Orinoko havzalari
Yashash muhiti	Qora va tiniq suvli daryochalar	Qora suvli daryochalar	Qora suvli daryochalar

Manba: [1; 3; 22] ma'lumotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

Turlarni farqlashda rang naqshi asosiy diagnostik belgi hisoblanadi: oddiy neonda qizil rang tananing faqat orqa yarmini egallaydi, kardinal neonda esa qizil rang boshdan dum asosigacha butun pastki yon yuzani qoplaydi; yashil neonda qizil rang juda zaif ifodalangan [1; 3].

Suzgichlar tizimi va suzish pufagi. Neon baliqlarning suzgichlar tizimi xaratsidlar uchun tipik tuzilishga ega. Orqa (dorsal) suzgich tananing o'rta qismida joylashgan; dum (kaudal) suzgichi ikki bo'lakli bo'lib, tez burilish va manyovrni ta'minlaydi. Ko'krak (pektoral) suzgichlar baliq turg'un holatda bo'lganida mayda korreksion harakatlarni bajaradi [10; 11]. Orqa va dum suzgichlari orasida joylashgan kichik yog' (adipoz) suzgich xaratsidlarning muhim taksonomik belgisi bo'lib, uning funksional ahamiyati hanuz munozarali.

Suzish pufagi ikki kamerali. Barcha Otophysi vakillarida bo'lgani kabi, uning old kamerasi Veber apparati – o'zgargan umurtqa elementlaridan tashkil topgan suyakchalar zanjiri – orqali ichki quloq bilan bog'langan. Bu tuzilma suzish pufagi devoridagi tebranishlarni ichki quloqqa uzatib, tovushni sezish sezgirligini sezilarli darajada oshiradi [2; 17]. Suzish pufagi hajmini boshqarish orqali baliq neytral suzuvchanlikni saqlaydi va energiya sarfini kamaytiradi [12].

Ovqat hazm qilish va nafas olish tizimlari. Neon baliqlar hammaxo'r bo'lib, tabiatda asosan mayda qisqichbaqasimonlar, chuvalchanglar va hasharotlar lichinkalari bilan oziqlanadi [22]. Jag'larda mayda konussimon tishlar joylashgan. Nisbatan qisqa ichak hayvoniy ozuqaning ustunligiga mos keladi, chunki o'txo'r baliqlarda ichak odatda ancha uzun bo'ladi [17]. Jigar yaxshi rivojlangan va tana bo'shlig'ining sezilarli qismini egallaydi.

Nafas olish jabralar orqali amalga oshadi: jabra qopqog'i ostida to'rt juft jabra yoyi joylashgan bo'lib, ularning qon kapillyarlariga boy jabra plastinkachalari gaz almashinuvini ta'minlaydi [13]. Tropik baliqlarni saqlash bo'yicha umumiy tavsiyalarga ko'ra, suvdagi erigan kislorod miqdori 5–6 mg/L dan past bo'lmasligi maqsadga muvofiq; uning pasayishi stress va faollik kamayishiga olib keladi [16].

Sezgi organlari. Lateral chiziq tizimi suvdagi bosim to'lqinlari va oqimlarni sezuvchi neyromastlardan iborat bo'lib, galada sinxron harakatlanish va yirtqichdan qochishda muhim rol o'ynaydi [14]. Lateral chiziq va Veber apparati alohida sezgi tizimlari ekanini ta'kidlash lozim: birinchisi suvning yaqin maydondagi harakatini, ikkinchisi esa suzish pufagi orqali tovush tebranishlarini qabul qiladi. Nisbatan yirik ko'zlar qora suvli biotoplarning past yorug'lik sharoitida ko'rish samaradorligini oshiradi.

Iridesent tasmaning fiziologik mexanizmi. Neonning ko'k-yashil tasmasi pigment emas, balki struktura rangi hisobiga hosil bo'ladi. Teri iridoforalarida guanin kristall plastinkalari qatlam-qatlam joylashib, ko'p qatlamli reflektor hosil qiladi. Plastinkalar orasidagi yupqa sitoplazma qatlamlari bilan birga ular yorug'likning interferensiyasi orqali faqat ma'lum to'lqin uzunligidagi nurni aks ettiradi [5; 8]. Plastinkalarning qiyalik burchagi o'zgarganda ular orasidagi masofa ham o'zgaradi va aks ettirilgan rang ko'k-yashildan to'q ko'k-binafshagacha siljiydi [4; 5; 6]. Shu sababli neonlar kechasi dam olganda tasma xiralashadi va ertalab yana yorqinlashadi. Rang mexanizmi bo'yicha asosiy ma'lumotlar 2-jadvalda umumlashtirilgan.

2-jadval. Neon baliqlar rang tizimining tarkibiy qismlari

Rang elementi	Hujayra turi	Rang hosil bo'lish mexanizmi	Funksional ahamiyati
Ko'k-yashil tasma	Iridoforalar (guanin plastinkalari)	Ko'p qatlamli interferensiya; plastinkalar qiyaligi o'zgarishi bilan rang siljishi	Gala a'zolarining bir-birini ko'rishi, yirtqichni chalg'itish [7]
Qizil soha	Eritroforalar	Pigmentlar (karotinoid va pteridinlar) hisobiga yorug'lik yutilishi	Tur ichidagi signal, turlararo farqlash
Qorong'i/xira holat	Iridoforalar	Kechasi plastinkalar holatining o'zgarishi, aks ettirish kamayishi	Dam olish paytida ko'zga tashlanmaslik [4]

Rang intensivligi sog'liq holatining muhim vizual indikatori hisoblanadi. Xususan, neon kasalligi (qo'zg'atuvchisi – Pleistophora hyphessobryconis) da parazit skelet mushak tolalarini zararlaydi [20; 21]; akvarium amaliyotida mushak to'qimasi zararlangan sohada rangning oqarishi kasallikning asosiy tashqi belgisi sifatida qayd etiladi.

Haroratga sezgirlik. Neon baliqlar poykiloterm organizmlar bo'lib, ularning metabolizm tezligi suv haroratiga bevosita bog'liq; harorat 10 °C ga oshganda metabolik jarayonlar odatda 2–3 barobar tezlashadi (Q10 koeffitsiyenti) [15]. Turlarning optimal harorat diapazonlari farq qiladi: oddiy neon uchun 22–24 °C tavsiya etilsa, kardinal neon iliqroq suvni afzal ko'radi (23–27 °C) [22]. Bu farqni ikki turni bitta akvariumda saqlashda hisobga olish zarur.

Reproduktiv fiziologiya. Jinsiy dimorfizm kuchsiz ifodalangan: urg'ochilar erkaklarga nisbatan to'laroq bo'ladi va to'lgan qorin tufayli ko'k tasma biroz bukilgan ko'rinadi, erkaklarda esa tasma to'g'ri [22]. Urug'lanish tashqi. Oddiy neon ko'payishi uchun juda yumshoq va kislotali suv (pH taxminan 5,5), 24 °C atrofidagi harorat va xira yorug'lik talab etiladi [18]. Kardinal neonda ikradan lichinka 24–30 soatda chiqadi, 3–4 kundan so'ng esa erkin suza boshlaydi [22]. Asosiy fiziologik parametrlar 3-jadvalda umumlashtirilgan.

3-jadval. Neon baliqlarni saqlash va ko'paytirishning fiziologik asoslangan parametrlari

Parametr	Saqlash	Ko'paytirish	Fiziologik asos
Harorat	22–24 °C (P. innesi); 23–27 °C (P. axelrodi)	~24 °C	Poykilotermiya, metabolizm tezligi [15]
pH	6,0–7,0	~5,5	Qora suv biotopiga moslashuv
Suv qattiqligi	Yumshoq	Juda yumshoq	Ikra va lichinka rivojlanishi [18]
Erigan kislorod	≥ 5–6 mg/L	≥ 5–6 mg/L	Jabra orqali gaz almashinuvi [13; 16]
Yorug'lik	O'rtacha, soyali joylar bilan	Xira	Yirik ko'zlar, ikraning yorug'likka sezgirligi

Manba: [15; 16; 18; 22] ma'lumotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

Muhokama

Olingan umumlashmalar neon baliqlarning morfofiziologik belgilari yaxlit moslashuv kompleksini tashkil etishini ko'rsatadi. Yirik ko'zlar va yuqori sezgir iridesent signal tizimi qora suvli biotoplarning past yorug'lik sharoitida gala a'zolarining bir-birini ko'rishini ta'minlaydi. Lateral chiziq galada sinxron harakatlanish imkonini beradi, Veber apparati esa eshitish sezgirligini oshiradi. Qisqa ichak tabiiy ratsionda hayvoniy ozuqaning ustunligini aks ettiradi.

Shu bilan birga, adabiyotlar tahlili akvarium amaliyotiga oid ommabop manbalarda uchraydigan ayrim noaniq talqinlarni tuzatish zarurligini ko'rsatdi. Birinchidan, neon tasmasining rangi ko'pincha «difraksiya» bilan tushuntiriladi, holbuki zamonaviy tadqiqotlar uni guanin plastinkalaridagi ko'p qatlamli interferensiya bilan izohlaydi [5; 6]. Ikkinchidan, Veber apparati lateral chiziq bilan emas, balki suzish pufagi bilan bog'langan [2; 17]. Uchinchidan, yirik ko'zlar tungi turmush tarzining emas, balki xira suvda kunduzgi faollikning belgisi sifatida talqin qilinishi kerak, chunki neonlar kechasi dam oladi va rangi xiralashadi [4]. To'rtinchidan, yog' suzgichning oziqlanish turi bilan bevosita bog'liqligi haqida ishonchli ma'lumot yo'q; u avvalo taksonomik belgi hisoblanadi.

Turlararo ekologik farqlar ham amaliy ahamiyatga ega. Kardinal neonning yuqoriroq optimal harorati uni oddiy neon bilan birga saqlashda kompromiss rejim tanlashni talab qiladi. Oddiy neonni ko'paytirish uchun qat'iy suv parametrlari zarurligi uning savdodagi narxi va ko'paytirish texnologiyalarini takomillashtirish ehtiyojini tushuntiradi [18; 19]. Kardinal neonning asosan tabiatdan ovlanishi esa uni sun'iy ko'paytirish usullarini ishlab chiqishni tabiatni muhofaza qilish nuqtai nazaridan ham dolzarb qiladi.

Tadqiqotning **cheklovlari** sifatida uning nazariy-analitik xarakterini ko'rsatish mumkin. Morfometrik ko'rsatkichlar (tana balandligi indeksi, ko'z diametri, ichak nisbiy uzunligi), urchish samaradorligi va harorat chegaralari bo'yicha aniq miqdoriy ma'lumotlar keyingi bosqichda o'z kuzatuvlar va o'lchovlar asosida aniqlanishi lozim.

Xulosa

1. Paracheirodon avlodi turlari o'lchami va rang naqshi bilan aniq farqlanadi; qizil rang sohasining joylashuvi turlarni aniqlashning asosiy diagnostik belgisidir.

2. Neon tasmasining rangi struktura rangi bo'lib, iridoforalardagi guanin plastinkalarining ko'p qatlamli interferensiyasi hisobiga hosil bo'ladi va plastinkalar qiyaligining o'zgarishi orqali sutkalik ritmda o'zgaradi.

3. Ikki kamerali suzish pufagi va Veber apparati, rivojlangan lateral chiziq hamda yirik ko'zlar galada yashash va past yorug'likli qora suv biotopiga moslashuvning majmuaviy belgilaridir.

4. Neon baliqlarning harorat, suv kimyosi va yorug'likka talablari ularning fiziologiyasidan kelib chiqadi; turlar optimal harorati bilan farqlanadi, bu esa ularni saqlash rejimini tanlashda hisobga olinishi kerak.

5. Tasma rangining intensivligi sog'liq holatining qulay vizual indikatori bo'lib, rangning oqarishi neon kasalligi kabi patologiyalarni erta aniqlashda qo'llanilishi mumkin.

Olingan natijalar neon baliqlarni akvarium sharoitida saqlash va ko'paytirish texnologiyalarini ilmiy asoslashda hamda keyingi eksperimental tadqiqotlar uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. Weitzman S. H., Fink W. L. Relationships of the neon tetras, a group of South American freshwater fishes (Teleostei, Characidae), with comments on the phylogeny of New World characiforms // Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. – 1983. – Vol. 150, No. 6. – P. 339–395.
2. Nelson J. S. Fishes of the World. – 4th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. – 601 p.
3. Géry J. Characoids of the World. – Neptune City: T.F.H. Publications, 1977. – 672 p.
4. Lythgoe J. N., Shand J. Changes in spectral reflexions from the iridophores of the neon tetra // The Journal of Physiology. – 1982. – Vol. 325. – P. 23–34.
5. Yoshioka S., Matsuhana B., Tanaka S., et al. Mechanism of variable structural colour in the neon tetra: quantitative evaluation of the Venetian blind model // Journal of the Royal Society Interface. – 2011. – Vol. 8, No. 54. – P. 56–66.
6. Gur D., Palmer B. A., Leshem B., et al. The mechanism of color change in the neon tetra fish: a light-induced tunable photonic crystal array // Angewandte Chemie International Edition. – 2015. – Vol. 54, No. 42. – P. 12426–12430.
7. Ikeda T., Kohshima S. Why is the neon tetra so bright? Coloration for mirror-image projection to confuse predators? “Mirror-image decoy” hypothesis // Environmental Biology of Fishes. – 2009. – Vol. 86, No. 3. – P. 427–441.
8. Denton E. J., Land M. F. Mechanism of reflexion in silvery layers of fish and cephalopods // Proceedings of the Royal Society of London. Series B. – 1971. – Vol. 178. – P. 43–61.
9. Fox D. L. Animal Biochromes and Structural Colours. – 2nd ed. – Berkeley: University of California Press, 1976. – 433 p.
10. Videler J. J. Fish Swimming. – London: Chapman & Hall, 1993. – 260 p.
11. Lauder G. V., Drucker E. G. Forces, fishes, and fluids: hydrodynamic mechanisms of aquatic locomotion // News in Physiological Sciences. – 2002. – Vol. 17. – P. 235–240.
12. Alexander R. McN. Physical aspects of swimbladder function // Biological Reviews. – 1966. – Vol. 41. – P. 141–176.
13. Hughes G. M., Morgan M. The structure of fish gills in relation to their respiratory function // Biological Reviews. – 1973. – Vol. 48. – P. 419–475.
14. Coombs S., Görner P., Münz H. (eds.) The Mechanosensory Lateral Line: Neurobiology and Evolution. – New York: Springer, 1989. – 724 p.
15. Fry F. E. J. The effect of environmental factors on the physiology of fish // Fish Physiology. Vol. 6 / eds. W. S. Hoar, D. J. Randall. – New York: Academic Press, 1971. – P. 1–98.
16. Timmons M. B., Ebeling J. M. Recirculating Aquaculture. – 2nd ed. – Ithaca: Cayuga Aqua Ventures, 2010. – 948 p.
17. Lagler K. F., Bardach J. E., Miller R. R., May Passino D. R. Ichthyology. – 2nd ed. – New York: John Wiley & Sons, 1977. – 506 p.
18. Chapman F. A., et al. Controlled spawning of the neon tetra // The Progressive Fish-Culturist. – 1998. – Vol. 60, No. 1. – P. 32–37.
19. Chapman F. A., Fitz-Coy S. A., Thunberg E. M., Adams C. M. United States of America trade in ornamental fish // Journal of the World Aquaculture Society. – 1997. – Vol. 28, No. 1. – P. 1–10.

20. Schäperclaus W. Eine neue Mikrosporidienkrankheit beim Neonfisch und seinen Verwandten // Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde. – 1941. – Vol. 39, No. 40. – P. 381–384.
21. Sanders J. L., et al. Pleistophora hyphessobryconis (Microsporidia) infecting zebrafish Danio rerio in research facilities // Diseases of Aquatic Organisms. – 2010. – Vol. 91, No. 1. – P. 47–56.
22. Froese R., Pauly D. (eds.) FishBase. World Wide Web electronic publication. – URL: www.fishbase.org (murojaat sanasi: 08.10.2026).