
ZOOLOGIA

POTENȚIALUL ADAPTIV AL SPECIILOR BIOINDICATOARE DE PEȘTI ÎN CONDIȚII DE POLUARE ANTROPICĂ PERSISTENTĂ

Dumitru Bulat

Institutul de Zoologie al Academiei de Științe a Moldovei

REZUMAT

În ecosistemele acvatice naturale din Republica Moldova, în majoritatea cazurilor, concentrațiile poluanților sunt subletale. Anume acest mod de influență continuă dar de intensitate moderată, care a indus unele modificări structural-funcționale în ihtiocenozele locale, reprezintă subiectul de bază abordat în această lucrare. S-a constatat că în ecosistemele supuse poluării continue, are loc procesul activ de selecție stabilizatoare, prin proliferarea celor mai rezistente genotipuri chiar și în rândul taxonilor recunoscuți ca bioindicatori ai apei curate, ceea ce pe viitor poate cauza unele rezerve în privința utilizării speciilor indicatoare hipersensibile de pești în monitorizarea stării ecosistemelor acvatice.

Cuvinte cheie: Bioindicație, biodiversitate, abundență, ecosistem, populație, factori antropici, potențial adaptiv.

Depus la redacție 10 ianuarie 2017

Adresa pentru corespondență: Bulat Dumitru, Institutul de Zoologie al Academiei de Științe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova, E-mail: bulatdm@yahoo.com, izoasm@asm.md; tel. (+373 22) 73-98-09

Introducere

În diferite perioade de dezvoltare a societății umane și mai ales în perioada dezvoltării industriale, omul a folosit diverse metode de management în activitatea economică, socială, culturală, ș.a, care au dus nu numai la ridicarea calității vieții prin creșterea și dezvoltarea sistemului economic, dar și la erodarea componentelor capitalului natural, atât din punct de vedere structural, cât și funcțional, fapt care a impus dezvoltarea la nivel mondial, european și național a unor rețele de cercetare și monitorizare [5].

În prezent, pentru minimizarea consecințelor antropice negative și pronosticarea riscurilor ecologice se cere o evaluare complexă a stării ecosistemelor, care include 3 componente de bază: **instrumental-analitică** - cu utilizarea metodelor fizico-chimice, **biotestarea** – prin analiza reacțiilor de răspuns a hidrobionților-test la diverși toxicanți în condiții de laborator și **bioindicația** – prin evaluarea calitativ-cantitativă a biocenozelor investigate cu ajutorul speciilor indicatoare [7, 11].

Peștii constituie ultima verigă a lanțului trofic într-un ecosistem, pot forma diverse niveluri trofice, ocupa nișe trofice separate și prin urmare ei sunt afectați direct de ceea ce se întâmplă la nivelul producătorilor (fitoplancton, macrofite) și al consumatorilor primari (zooplancton, zoobentos, ș.a.). Procesul de bioacumulare este cel mai evident la vârful piramidei trofice, reflectându-se, în așa fel, starea de sănătate a întregului ecosistem.

Peștii acumulând toxicanți în organism, prin ingerarea hidrobionților fixați de substrat (ex. plante acvatice, moluște, ș.a.), pot prezenta obiecte importante în cazul investigațiilor biochimice la nivel suborganismic. De aceea, este firesc ca bioindicația în baza faunei piscicole să fie efectuată pe două mari direcții: 1. utilizând bioindicatorii care răspund la modificări de mediu în mod vizibil (modificări morfo-fiziologice, etologice, populaționale, ihtiocenotice, ș.a) și 2. utilizând bioindicatori ale căror reacții sunt invizibile, dar încorporează diverse substanțe a căror concentrație poate fi determinată (ca exemplu metalele grele, pesticide, ș.a.) [9].

Este aproape imposibil de a face un monitoring integrat al parametrilor abiotici și biotici, chiar și în cel mai simplu structurat ecosistem, de aceea, unul din rolurile cele mai importante ale bioindicatorilor - este de a înlocui, cât se poate de eficient, măsurătorile complicate, migăloase, cu cercetări de durată, prea costisitoare și adesea cu „efect întârziat”.

Estimarea calității mediului se poate efectua nu doar în baza speciilor hipersensibile la modificarea factorilor de mediu, dar și atestând prezența în hidrobiotop a unor specii comune, abundența lor servind ca indicator ferm al stării ecologice nefavorabile.

În acest fel, se poate afirma că, starea indivizilor speciilor bine studiate (ex. *plătica*, *babușca*, *avatul*, *bibanul*, ș.a.) în diferite ecosisteme acvatice și în condiții de presing antropic diferit, poate servi ca indicator important la evaluarea comparativă a calității mediului.

În majoritatea cazurilor, în ecosistemele acvatice naturale din Republica Moldova, se constată concentrații subletale a poluanților [7, 9]. Anume acest mod de influență continuă dar de intensitate moderată, care a indus unele modificări structural-funcționale în ihtiocenozele locale, reprezintă subiectul de bază abordat în această lucrare. Vom demonstra că în ecosistemele supuse poluării continue, are loc procesul activ de selecție stabilizatoare, prin proliferarea celor mai rezistente genotipuri chiar și în rândul taxonilor recunoscuți ca bioindicatori ai apei curate, ceea ce pe viitor poate cauza unele rezerve în privința utilizării speciilor indicatoare hipersensibile de pești în monitorizarea stării ecosistemelor acvatice.

Material și metode

Prelevările de material ihtiologic s-au efectuat în ecosistemele acvatice naturale și antropizate din Republica Moldova în perioada anilor 2002-2016. Analiza materialului ihtiologic s-a efectuat utilizând metodele clasice ecologice și ihtiologice [2, 3, 4, 6, 7, 10].

Rezultate și discuții

Este recunoscut faptul că, în funcție de exigențele ecologice ale speciei, ea poate deveni numeroasă în habitatele oportune și dispărea din cele, în care măcar unul din factorii limitativi îi pune în pericol existența [3].

Reducerea bogăției de specii în ecosistemele acvatice expuse poluării cronice este unul din indicatorii principali, provocat de stresul chimic, dar și în acest caz am ajuns la concluzia că indicii de diversitate nu reflectă exact în timp și spațiu dereglările apărute [1].

Utilizarea indicilor de diversitate în procesul de bioindicație trebuie făcut cu mult discernământ. Se constată de exemplu, că de-a lungul unui gradient crescător al concentrațiilor unui poluant diversitatea specifică exprimată numai prin indicele

Shannon nu înregistrează o descreștere continuă, ci deseori se poate produce o creștere a diversității.

Acesta este rezultatul majorării valorii echitabilității datorită diminuării efectivelor populațiilor speciilor dominante care s-au dovedit a fi cele mai sensibile la poluări (Tabelul 1).

Tabelul 1. Valorile medii ale indicilor ecologici sintetici în capturile cu volocul pentru puiet (fl. Nistru, 2016).

	Naslavcea	Otaci	Soroca	Camena- Erjovo	Goteni	Dubăsari	Criuleni - Vadul lui Vodă	Varnița	Sucea (tiraspol)	Palanca
Hs	0,36±0,063	2,17±0,50	3,47±0,44	3,39±0,41	2,56±0,13	2,68±0,65	3,48±0,23	3,36±0,10	3,52±0,067	3,52±0,28
e	0,04±0,004	0,30±0,066	0,80±0,09	0,80±0,075	0,66±0,04	0,71±0,17	0,78±0,04	0,83±0,02	0,87±0,018	0,76±0,05
Is	0,91±0,017	0,32±0,08	0,15±0,07	0,15±0,067	0,28±0,05	0,30±0,15	0,13±0,027	0,14±0,021	0,11±0,01	0,14±0,043

Notă: Hs –Indicele Shanon, e- echitabilitatea, Is- indicele Simpson

Ca exemplu elocvent poate servi diminuarea ponderii speciilor reofile în stațiunea Soroca (fl. Nistru) pe fonul avansării speciilor alogene și interveniente de pești, constatându-se o diversitate specifică destul de mare, dar care poartă un caracter "artificial accentuat" (Figura 1).

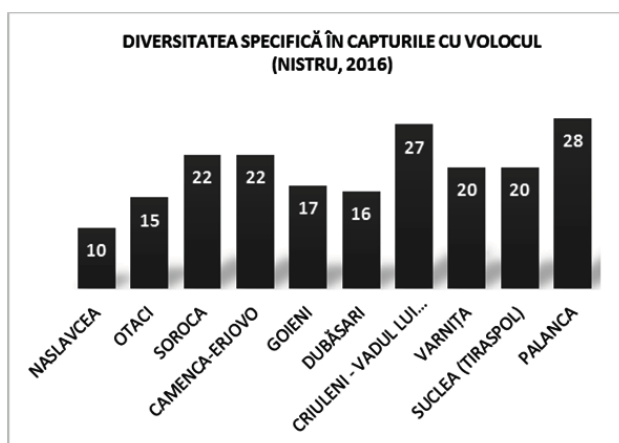


Fig. 1. Diversitatea ihtiofaunistică în capturile cu volocul pentru puiet (fl. Nistru, 2016).

Studiile efectuate în ecosistemele acvatice din țară au demonstrat că un stres chimic puternic tinde să fie însoțit de reducerea biomasei, abundenței și a bogăției de specii piscicole față de ecosistemele neperturbate [1, 8]. Însă, în unele cazuri, când poluarea capătă un caracter de durată, dar de intensitate moderată, valorile biomasei și abundenței pot fi contrare acestor afirmații și să nu fie utile în evaluarea bunăstării ecosistemelor. Ca urmare, efectul poluantului asupra mărimii populaționale (MP) se poate exprima în trei moduri: 1) pieirea în masă a hidrobionților (cel mai grav efect atins în cazul catastrofelor ecologice majore); 2) numărul de indivizi poate scădea până la un anumit nivel și populația se poate menține în continuare la acest nivel până la eliminarea factorului poluator; 3) creșterea mărimii unei populații în cazul dezvoltării capacității de rezistență la toxicant (Soroca, fl. Nistru; raza mun. Chișinău, r. Bâc). Ultimul caz este reflectat prin valorile cantitative mari ale capturilor piscicole în stațiunea Soroca (fl. Nistru) (Tabelul. 2.).

Tabelul. 2. Valorile medii cantitative ale capturilor cu volocul pentru puiet (fl. Nistru, 2016).

	Naslavcea	Otaci	Soroca	Camenca- Erjovo	Goieni	Dubăsari	Criuleni - Vadul lui Vodă	Varnița	Suclea (tiraspol)	Palanca
Densitatea (ind./ha)	5268,67 ±740,67	997,67 ±62,83	2469,00 ±634,20	1668,33 ±360,37	3173,00 ±1157,91	1944,00 ±840,94	1659,67 ±285,04	1066,33 ±249,13	1235,33 ±218,84	2153,00 ±408,99
Biomasa (kg/ha)	15,01 ±7,48	10,98 ±1,55	49,25 ±6,56	31,10 ±5,88	81,62 ±34,84	32,98 ±6,67	31,72 ±4,26	18,14 ±4,50	28,05 ±7,49	41,89 ±9,185

În zona de deversare a apelor menajere neepurate din or. Soroca, *oblețul* (*Alburnus alburnus*) devine una din cele mai abundente specii, iar valorile lui gravi-dimensionale individuale sunt peste normă (L_{max} - 16,2 cm și P_{max} - 78 g), ceea ce indică la condiții de habitare și nutriție excelente, în pofida poluărilor persistente.

O stare populațională analogică se poate constata la porcușorul sarmatic (*Gobio sarmaticus*) din r. Bâc (raza mun. Chișinău), unde au fost frecvent capturate exemplare cu lungimea standard maximală de până la 13,2 cm și greutatea de 45 g, în medie fiind de 12,0 cm și 31 g, ceea ce reprezintă valori gravi-dimensionale mult peste normă.

Astfel, în condițiile presingului antropic accentuat cu efect de lungă durată, la unele specii de pești, valoarea efectului limitativ a factorilor de mediu se modifică în direcția creșterii normei de reacție și lărgirii zonelor de optimum sau pessimum ecologic. Unele specii recunoscute ca indicatori ai apelor curate, pentru a rezista în noile condiții, sunt nevoite să se adapteze, iar în caz de succes, chiar proliferază în exces (exemplu speciile din genurile *Gobio*, *Neogobius*, *Rhodeus*, *Squalius*, *Leuciscus*, *Phoxinus*). Amplitudinea și continuitatea influenței factorilor antropici nefaști din aceste râuri accelerează procesele de selecție naturală motrică în populațiile acestor specii, determinându-le cu totul alte limite de toleranță, forme ecologice noi, și chiar

direcții noi în speciație [1]. Dat fiind faptul că, în majoritatea ecosistemelor acvatice din țară poluarea are un caracter permanent, iar speciile de pești demonstrează diferite norme de reacție, poluarea a devenit unul din vectorii principali în selecția celor mai flexibili și adaptați taxoni. Grație duratei de viață scurtă, prolificității individuale înalte și numeroaselor generații depuse (majoritatea se reproduc în rate), speciile de talie mică devin modele reprezentative ale progresului biologic în condiții instabile de mediu [1].

Analiza multianuală a ihtiocenozelor râurilor mici din diferite zone ale Republicii Moldova demonstrează o diversitate mai mare de specii recunoscute ca bioindicators ale apei curate în zona de nord și centrală a țării: grindelul - *Barbatula barbatula*, specii din genul *Gobio* și *Romanogobio*, ghiborțul - *Gymnocephalus cernuus*, boarța - *Rhodeus amarus*, ciobănașul - *Neogobius fluviatilis*, cleanul - *Squalis cephalus*, cleanul mic - *Leuciscus leuciscus*, beldița - *Alburnoides bipunctatus*, zglăvoaca - *Cottus gobio*, boișteanul - *Phoxinus phoxinus*, ș.a. Însă, ca factori determinanți ai acestui tablou ihtiologic, considerăm a fi nu atât calitatea apei mai bună din aceste zone, cât gradul mai mare de acoperire cu fâșii forestiere și numărul mai mare de izvoare, care participă activ la menținerea unui regim termic și hidrologic favorabil a râurilor.

Pentru ecosistemele râurilor mici puternic afectate antropic speciile cele mai reprezentative sunt: *carasul argintiu*, *babușca*, *moșul de Amur*, *oblețul*, *bibanul* și *speciile de zvârlugi*, care în aceste condiții formează asociații constante și durabile în timp.

Această clasificare, pe lângă avantajele unei evaluări rapide și simple, are și unele dezavantaje, fiind bazată mai mult pe criteriul evaluării în baza poluării organice (conform metodei saprobiologice a lui Kolkwitz și Marson), pe când, în prezent, caracterul impactului antropic este mult mai complex (termic, radioactiv, chimic, biologic, etc). De asemenea, această clasificare, cum s-a demonstrat anterior, este susceptibilă nu numai față de norma de reacție diferită a speciilor de pești la natura poluantului, dar și față de populațiile sau indivizii unei specii în diferite ecosisteme acvatice.

Simpla prezență a speciilor indicatoare, asociată condițiilor de deteriorare, poate duce la concluzii greșite, deoarece aceste specii pot fi prezente și în comunitățile neperturbate grație valenței lor ecologice largi. Astfel, unele specii ca *murgoiul bălțat*, *oblețul*, *ciobănașul*, *carasul argintiu*, *bibanul*, *boarța*, ș.a., grație potențialului hidrobiotic de excepție și norme largi de reacție, pot fi deosebit de numeroase atât în ecosistemele intens poluate, cât și în cele moderat poluate, fapt demonstrat prin abundența și frecvența lor semnificativă în râurile mici din nordul țării care s-au dovedit a fi ecologic mai favorabile. De asemenea, unele populații ale speciilor recunoscute ca indicatoare ale apei curate, cum sunt de exemplu *speciile de porcușori*, în unele ecosisteme intens poluate, pot forma genotipuri deosebit de rezistente la condițiile nocive de mediu, iar după pondere pot deveni chiar dominante în ihtiocenoză.

În așa fel, în baza investigațiilor multianuale, putem cu certitudine afirma că majoritatea reprezentanților piscicoli din perioada actuală, demonstrează un potențial destul de larg al rezistenței la diferite tipuri de poluări antropice. Un aspect foarte important este acela că apa este o condiție obligatorie pentru existența populațiilor de pești, iar în cazul unui dezastru ecologic, aceștia au șanse mici de supraviețuire. De aceea, înaintăm ipoteza, că această grupă inferioară de vertebrate în procesul evoluției

îndelungate a reușit să elaboreze numeroase mecanisme ereditare și ontogenetice de apărare, ce le permite să reziste chiar și în cele mai drastice condiții de mediu.

De regulă, în condițiile unei poluări moderate, prezența habitatelor prielnice, lipsa consumatorilor și a competitorilor puternici, devin factori de bază la perpetuarea speciei în hidrobiotop. În așa fel, afirmația cu privire la utilizarea sensibilității speciilor indicatoare de pești în condițiile unei poluări de durată, dar cu efect subletal, devine plină de rezerve și chiar își pierde actualitatea în sistemul de biomonitoring acvatic. În schimb, adaptabilitatea înaltă a majorității speciilor de pești în condiții de poluare moderată, dă nașterea noilor direcții științifico-practice în scopul restabilirii populațiilor speciilor cu divers statut de raritate, prin procedee de selecție a celor mai rezistente genotipuri și repopulare ulterioară a ecosistemelor afectate de factorii antropici. Un exemplu elocvent poate servi, reproducerea în condiții artificiale a porcușorilor sarmatici toxirezistenți din r. Bâc, raza mun. Chișinău și repopularea cu progeniturile lor a altor ecosisteme lotice din țară.

De asemenea, aceste studii multianuale, au motivat necesitatea elaborării și înaintării postulatului privind caracterizarea potențialului adaptiv și clasificarea ecologică a taxonilor, nu de pe poziție de specie, dar de pe o poziție intraspecifică (populație, formă ecologică) cu referire obligatorie la ecosistem, timpul de investigație și caracteristica factorilor limitativi. Ca exemplu, în prezent, după particularitățile migraționale reproductive, putem identifica în limetele Republicii Moldova forma ecologică sedentară și potamodromă a *ghidrinului și babuștei pontice* din Nistru medial și forma ecologică semimigratoare din Nistru inferior. După particularitățile toxicorezistente putem afirma despre existența populației locale de *porcușor sarmatic* care cu succes s-a adaptat în condiții de poluare cronică în r. Bâc (raza mun. Chișinău) și populația din fl. Nistru care în prezent se găsește în faza de declin numeric. După particularitățile trofice putem identifica forme ecologice îngust specializată a *babuștei* malacofage în Costești-Stânca și a *soretelui* malacofag în Cuciurgan, sau a *bubuștei și soretelui* omnivor în albia r. Prut. După particularitățile hidrobiotopice trebuie să constatăm prezența formei pitice limnofile a *carasului argintiu* din lacul Beleu și forma reotopă din albia Nistrului și Prutului inferior, care în prezent demonstrează un progres biologic evident, avansând activ în amonte. Conform particularităților etologice, putem evidenția în cadrul speciei forme care în unele ecosisteme duc un mod de viață gregar, iar în alte ecosisteme - solitar ș.a [1].

Astfel, putem cu certitudine afirma, că specia ca entitate taxonomică reprezintă în esență o unitate de clasificare relativă, empirică ca formă și temporară ca durată, care conține grupări de taxoni subspecifici locali, și care grație particularităților acțiunii factorilor de mediu asupra hidrobiotopului sau habitatului, vor da naștere, în procesul de speciație, altor entități taxonomice. Deci, specia reprezintă rezultatul unui proces continuu al selecției prin mutageneză în condiții de confruntare cu factorii de mediu, și în funcție de potențialul său adaptiv, poate dezvolta, sau nu, noi direcții în speciație. Această afirmație denotă necesitatea tratării speciei, mai mult din punct de vedere empiric (păstrând sensul definiției clasice), însă nu cu scop de completare a băncilor de date grație progresului tehnicilor de studiu genético-moleculare, ce adesea, pune la îndoială definiția clasică a conceptului de specie. Desigur, importanța acestor descoperiri contemporane este neîndoielnică, dar considerăm că nu trebuie de exagerat, căci putem ajunge la un impas steril, la irosirea timpului în discuții teoretice și implicit,

la tergiversarea măsurilor necesare și eficiente de protecție și conservare. Considerăm că, aceste "noi specii", nu reprezintă altceva decât una din laturile expresiei normei de reacție la nivel de genotip și fenotip, iar investigațiile taxonomice ulterioare ar trebui efectuate prin "colaborarea" mai activă a studiilor contemporane genetico-moleculare cu cele clasice: morfologice, fiziologice, etologice, ș.a.

Deci, specia în prezent trebuie să fie tratată ca o unitate taxonomică ușor delimitabilă, în scopuri de facilitare a procesului de identificare, descriere și al managementului durabil, iar în interiorul ei - să fie evidențiate și abordate numeroase forme ecologice (sau populații) cu particularități biologice diferențiate: migraționale (ex. *vârezubul* și *ghidrinul*), toxicorezistente (*porcușorii*, *zglăvoaca*, *boișteanul*, *cleanul*, *ghiborțul*, *boarța*, *bibanul*), trofice (*babușca*, *bibanul*, ș.a.), reproductive (*boarța*, *porcușorii*, *sp. de ghiborț*), etologice, ș.a. Prin urmare, înaintarea postulatului relativității clasificării ecologice a taxonului contribuie esențial la dezvoltarea concepției stabilității ecosistemice, conform căreia potențialul funcțional al unui ecosistem se poate menține chiar și în baza puținelor specii generaliste oportuniste, care pot dezvolta în cadrul populațiilor diverse grupări ecologice cu rol de amortizare a pierderii biodiversității în condițiile de intensificare a presingului antropic [1].

Concluzii

1. În concluzie se poate afirma că o poluare acută cu efect letal conduce la dispariția totală a speciilor, indiferent de stadiul sucesional al ecosistemului, cu instaurarea ulterioară „a speciilor pionere toxicorezistente”. În schimb, în cazul unei expuneri chimice cronice cu efect subletal, chiar și cele mai sensibile specii de pești în condițiile Republicii Moldova (grație particularităților idioadaptive înalte), pot căpăta rezistență în procesul selecției stabilizatoare, devenind în unele habitate lipsite de răpitori și concurenți, taxoni superdominați în structura ihtiocenotică.

2. În funcție de "starea nucleului de rezistență interioară a taxonului", el poate da naștere formelor ecologice oportune în dependență de necesitățile concrete de mediu. De aceea, în prezent, în condiții actuale instabile, prosperă speciile cu valență ecologică largă, care dau dovadă de o flexibilitate înaltă în valorificarea noilor posibilități și evitarea eficientă a amenințărilor apărute.

Cercetările științifice au fost efectuate în cadrul proiectului național: 15.817.02.27A.

Bibliografia

1. Bulat Dm., Bulat Dn., Toderăș I., Usatîi M., Zubcov E., Ungureanu L. Biodiversitatea, Bioinvazia și Bioidicația (în studiul faunei piscicole din Republica Moldova). Chișinău: Foxtrod, 2014, 430 p.
2. Davideanu Gr. Ghid metodologic pentru monitorizarea structurii ihtiocenozelor, Ed. Performantica, Iași, 2013, 57 p.
3. Dediu I. Tratat de ecologie teoretică, studiu monografic de sinteză. Ed. Balacron. Chișinău, 2007, 258 p.
4. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European Freshwater Fishes. Ed. DeleMont. Switzerland. 2007. 646 p.
5. Moldoveanu Marinela, Geta Rîșnoveanu, Gabriel Chiriac. Indici Ecologici pentru monitorizarea și evaluarea stării ecologice a sistemelor lotice http://inhgacercetare.ro/doc/inhga_2011/3-01_333-346_Moldoveanu-Rasnoveanu_INHGA%202011.pdf
6. Năvodaru I. Estimarea stocurilor de pești și pescăriilor. Metode de evaluare și prognoză a resurselor pescărești. Ed. Dobrogea, 2008. p. 46-61.

7. *Toderaș Ion, Zubcov Elena, Bilețchi Lucia.* Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice: Îndrumar metodic/ AȘM, IZ al AȘM, UnAȘM. Chișinău, 2015, 84 p.

8. *Usatii M.* Evoluția, conservarea și valorificarea durabilă a diversității ihtiofaunei ecosistemelor acvatice ale Republicii Moldova. Autoreferat al tezei de doctor habilitat în științe biologice, Chișinău, 2004, 48 p.

9. *Zubcov N.* Legitățile acumulării microelementelor și rolul lor în ontogeneza peștilor ciprinoizi. Autoreferatul tezei de doctor habilitat în științe biologice. Chișinău, 2001, 22 p.

10. *Правдин И.* Руководство по изучению рыб. М., 1966, 400 с.

11. *Филенко О.Ф., Михеева И.В.* Основы водной токсикологии. Изд. Колос. Москва, 2007, с. 143