

УДК 504:597+639

¹Н.Ш. Мамиллов*, ²F. Botta, ¹Э.Б. Кожабаяева, ³P. Labadie, ¹А.Ш. Мамиллов,
¹Ф.Т. Амирбекова, ¹Ф.Х. Хабибуллин, ⁴Т.М. Шалахметова, ⁵H. Blanchoud

¹ДГП «НИИ проблем биологии и биотехнологии» РГП «КазНУ им.аль-Фараби», Казахстан, г. Алматы

²INERIS, bp 2 parc technologique ALATA, Verneuil-en-Halatte INERIS, France

³CNRS UMR 5805 EPOC University Bordeaux, Talence, France

⁴Факультет биологии и биотехнологии РГП «КазНУ имени аль-Фараби», Казахстан, г. Алматы

⁵UMR SISYPHE – EPHE, Laboratory of Hydrology and Environment, Paris, France

*e-mail: mamilov@gmail.com

Экспертная оценка состояния плотвы (*Rutilus rutilus*; Cypriniformes; Actinopterygii) и среды ее обитания на казахстанском участке р.Сырдарья

На казахстанском участке р.Сырдарья были исследованы содержание пестицидов в воде и мышцах плотвы *Rutilus rutilus* и сазана *Cyprinus carpio*, различных ионов в грунтах, морфобиологические показатели плотвы. Наиболее часто в мышцах рыб обнаруживались пестициды линдан, гептахлор, альфа и бета эндосульфана. В грунтах всех рассмотренных экосистем концентрация аммония была выше, чем 3 мг/кг, что указывает на достаточное содержание азота. Удельная доля натрия (SAR-индекс) была высока в затопленных грунтах разных биотопов. Несмотря на загрязнение среды обитания, плотва остается многочисленным видом рыб, состояние ее популяции оценивается как относительно благополучное.

Ключевые слова: пестициды, плотва, сазан, антропогенный, асимметрия, морфопатология

Н.Ш. Мамиллов, F. Botta, Э.Б. Кожабаяева, P. Labadie, А.Ш. Мамиллов, Ф.Т. Амирбекова,
 Ф.Х. Хабибуллин, Т.М. Шалахметова, H. Blanchoud

**Тортаның (*Rutilus rutilus*; Cypriniformes; Actinopterygii) Қазақстан аймағындағы
 Сырдария өзенінде тіршілік ететін ортасының жағдайын эксперттік бағалау**

Қазақстан аймағындағы Сырдария өзеніндегі тортаның морфобиологиялық көрсеткіштері, топырақтарындағы әртүрлі иондардың, судағы және торта мен сазанның бұлшық еттеріндегі пестицидтердің құрамы зерттелді. Линдан, Гептахлор, Эндосульфана альфа және бета пестицидтері балықтардың бұлшық еттерінде жиі кездесті. Қарастырылған барлық экосистемалардың топырақтарында аммонийдің концентрациясы 3 мг/кг қарағанда жоғары, бұл азоттың құрамының көп екенін көрсетеді. Натрийдің (SAR-индекс) үлесі әртүрлі биотапартадағы тапталған топырақтарда жоғары болды. Тіршілік ортасының ластануына қарамастан торта көп кездесетін балық түріне жатады, оның популяциясының жағдайы салыстырмалы жақсы деп бағаланады.

Түйін сөздер: пестицидтер, торта, сазан, антропогенді, асимметрия, морфопатология

N.Sh. Mamilov, F. Botta, E.B. Kozhabaeva, P. Labadie, A.Sh. Mamilov, F.T. Amirbekova,
 F.Kh Khabibullin, T.M. Shalakhmetova, H. Blanchoud

**An assessment of the state of roach (*Rutilus rutilus*; Cypriniformes; Actinopterygii)
 and its living conditions on the Kazakhstan part of the Syrdarya River**

Concentrations of pesticides in water and fish tissues, different ions in underwater soils, morphobiological indexes of the roach were investigated in the Kazakhstan part of the Syrdarya River. All samples of carp and roach tissues displayed detectable contamination, with the most frequently detected compounds in fish tissues being Lindane, Heptachlor, Endosulfan alfa and beta. Ammonium concentrations in the all investigated soils were more than 3 mg per liter. Specific parts of sodium (SAR-index) were quite high in the underwater soils. The roach remained a numerous fish species despite on environment pollution. The state of population of roach was estimated as relatively well.

Key words: pesticides, roach, carp, anthropogenous, asymmetry, morphopathology

Все антропогенные воздействия так или иначе выходят на гидросферу через атмосферные осадки, почвенный сток, миграции подземных вод и другие процессы, связанные с круговоротом воды. В зависимости от масштабов производственной деятельности, уровня технологической и экологической культуры разных стран, а также многих других обстоятельств различные акватории нашей планеты характеризуются различным уровнем деградации водной среды и ее живого населения. Значительная часть пресноводных экосистем под влиянием этих воздействий функционирует в режиме высоких нагрузок химическими, радиоактивными и иными поллютантами, теплового перегрева, избыточного насыщения биогенными веществами и т.п. [1].

Р.Сырдарья относится к числу наиболее загрязненных рек Казахстана. Комплексное использование водных ресурсов реки не только уменьшает приток речных вод в Аральское море, но и ухудшает качество воды в самой реке. Источниками загрязнения бассейна р.Сырдарьи являются: разработка рудных шахт в верхних участках реки и ее притоков, эрозия и коллекторно-дренажные воды с сельскохозяйственных полей, бытовые и индустриальные стоки урбанизированных территорий [2]. Обзор состояния водных ресурсов Арало-Сырдарьинского бассейна подробно изложен в ряде работ [3-5]. Ведущими факторами дестабилизации экологического состояния в бассейне Аральского моря явились чрезмерное увеличение орошаемых площадей, отвод больших объемов воды во внутренние бессточные впадины Арнасай и Сарыкамыш, значительное зарегулирование стока р.Сырдарьи [3]. Нерациональным использованием воды обусловлено около 70% проблем развития в Аральском регионе [6].

Оценка состояния естественных экосистем является базой для принятия адекватных экономических решений, разработки эффективной политики управления окружающей средой, изменений индивидуального поведения людей, использования и дальнейшего развития экологически чистых производств [7, 8]. Поэтому целью нашего исследования являлось изучение состояния среды обитания и рыб на казахстанском участке р.Сырдарьи.

Материалы и методики

Для отлова рыб использовались стандартный набор жаберных сетей с размером ячеек от 16 до 50 мм длиной 25 каждая и крючковая снасть. Морфобиологическую обработку отловленных рыб проводили на свежем материале по методике И.Ф.Правдина [9]. Для обозначения морфометрических признаков использованы распространенные в ихтиологических работах символы: L – полная длина рыбы, l – длина тела без хвостового плавника, Q – полная масса, q – масса тела без внутренностей, Fulton – упитанность по Фультону, Clark – упитанность по Кларку. Для оценки гомеостаза индивидуального развития рыб изучалась асимметрия билатеральных признаков (коэффициент асимметрии – КА) [10]. В качестве показателя состояния особи, популяции и всей рыбной части сообщества водоема на основе патолого-анатомических и экологических показателей рыб рассчитывали индекс неблагополучного состояния (ИНС) [11].

Содержание отдельных элементов в пробах воды определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) в соответствии с [12]. Содержание пестицидов в воде и мышцах рыб определяли с помощью EI-GC-MS, 7890A GC, совмещенного с 5975 MS (Agilent Technologies, Massy, France). На содержание пестицидов всего было проанализировано 35 экземпляров плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) и *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 из различных участков р.Сырдарьи от Шардаринского водохранилища до г.Кызыл-Орды.

Качественный и количественный состав ионов в образцах грунта из р.Сырдарьи отбирался и анализировался в соответствии с руководствами [13, 14]. Данный подход позволяет селективно и с высокой точностью определять свободные и обменные формы ионов, которые обладают наибольшей биологической доступностью и соответственно наиболее важны в определении качества водных экосистем. Концентрация ионов натрия в значительной степени определяет соленость воды ввиду высокой растворимости его неорганических соединений. Однако, наряду с определением уровня солености воды и грунтов, стала очевидной необходимость определения доли ионов натрия среди других ионов. Данное соотношение выражается в виде удельной доли натрия, SAR-индекс [15]: чем

выше данный индекс, тем мене пригодна вода для сельскохозяйственного орошения и ведения рыбного хозяйства.

Результаты и обсуждение

Данные о содержании различных элементов в пробах воды из р.Сырдарьи представлены в таблице 1. Ни в одной из проб концентрации исследованных элементов не превышают ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Большие различия обнаруживаются по содержанию отдельных элементов в зависимости от сезона и биотопа. В самой р.Сырдарье содержание железа, цинка и свинца было выше в весенний период. Н.А.Амиргалиев [5] объясняет это переводом некоторых гидроузлов на гидроэнергетические цели. Поступление в большом объеме загрязняющих и биогенных веществ в речную систему в период с поздней осени до ранней весны приводит к их накоплению в море и озерах, поскольку биологическое потребление и самоочищающая способность водоемов в это период минимальны. В результате весной могут складываться неблагоприятные условия для нереста рыб и выживания личинок. В летнее время в р.Сырдарье значительно возросли концентрации серы, марганца и никеля. Анализ современного гидрографического состояния бассейна р.Сырдарьи, проведенный А.М.Терещенко и др. [16], также показал, что возвратные коллекторные воды с полей орошения загрязняли водные ресурсы бассейна искусственными химическими веществами (удобрения, пестициды) и повышали минерализацию речного стока до такой степени, что в нижнем течении р.Сырдарьи она уже не соответствовала санитарным нормам.

Различные хлорорганические пестициды были обнаружены во всех образцах мышц исследованных рыб обоих видов. Чаще всего обнаруживалась смесь линдана, гептахлора, альфа – и бета- эндосульфана в концентрациях от 5 до 6 нг на 1 г сырой массы. В мышцах сазана эти вещества накапливаются в гораздо больших количествах, чем в мышцах плотвы. Также обнаружены диелдрин и производные ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан). В мышцах рыб диелдрин содержится в крайне небольших количествах, гораздо больше его в донных отложениях. Выявлены значительные пространственные вариации в содержании метаболитов ДДТ в тканях рыб: по течению реки содержание этого

вещества заметно уменьшается. Возможно, это связано с применением в прошлом ДДТ при выращивании хлопка, а также воздушным переносом с территории Узбекистана. Накопленные в донных отложениях концентрации ДДТ и его производных являются одной из актуальных и повсеместных проблем в Сырдарьинском бассейне. В конце прошлого века различные участки р.Сырдарьи также значительно различались по концентрации пестицидов [17]: были отмечены как сильно загрязненные участки, так и относительно чистые зоны.

Полученные нами данные показали, что на отдельных исследованных участках реки содержание хлорорганических пестицидов достаточно, чтобы вызвать патологии у рыб, однако характер этих патологий будет зависеть от таких индивидуальных особенностей как предпочитаемые места обитания и объекты питания. Также следует учитывать возможное действие других загрязняющих веществ – тяжелых металлов, нефтепродуктов, минеральных удобрений, поступающих на территорию Республики Казахстан в количествах выше нормативных уровней ПДК [5]. Сазан потребляет гораздо больше бентосных организмов, чем плотва, и поэтому содержащиеся в донных отложениях поллютанты накапливаются у него в больших количествах.

В таблице 2 представлены данные о концентрациях различных ионов в образцах грунта. Из приведенных данных видно, что наибольшее содержание ионов кальция и магния отмечается в реках Сырдарьинского бассейна и самой реке Сырдарья. Самые высокие значения были обнаружены в Озере в заказнике р. Сыр-Дарья. Ионы кальция и магния являются ключевыми компонентами определяющими жесткость воды. Их концентрация определяет такие важные свойства, как осаждающую и агрегат-образующую способность грунтов и воды ветландовых экосистем. Поэтому анализ их содержания является крайне важным для определения качества речных экосистем, оценки их способности к самоочищению, а также пригодности воды для рыбного хозяйства и орошения сельскохозяйственных угодий. В целом для большинства водных экосистем региона Южного Казахстана характерна повышенная жесткость воды ввиду высоких концентраций обменного кальция и магния.

Таблица 1 - Содержание различных элементов в пробах воды из бассейна р.Сырдарьи в 2012 г., мг/л

Элемент	Пробы				
	1	2	3	4	5
P	0.016	0.015	0.011	0.110	0.017
S	140.0	2400.0	2400.0	8300	2700
Cr	$1.10 \cdot 10^{-3}$	$1.20 \cdot 10^{-3}$	$0.980 \cdot 10^{-3}$	$2.20 \cdot 10^{-3}$	$1.10 \cdot 10^{-3}$
Mn	$0.370 \cdot 10^{-3}$	$3.80 \cdot 10^{-3}$	$0.086 \cdot 10^{-3}$	$760.0 \cdot 10^{-3}$	$0.290 \cdot 10^{-3}$
Fe	$890.0 \cdot 10^{-3}$	$350.0 \cdot 10^{-3}$	$350.0 \cdot 10^{-3}$	1.10	$370.0 \cdot 10^{-3}$
Co	$260.0 \cdot 10^{-6}$	$210.0 \cdot 10^{-6}$	$200.0 \cdot 10^{-6}$	$1.30 \cdot 10^{-3}$	$260.0 \cdot 10^{-6}$
Ni	$1.500 \cdot 10^{-3}$	$3.40 \cdot 10^{-3}$	$3.500 \cdot 10^{-3}$	$12.0 \cdot 10^{-3}$	$3.70 \cdot 10^{-3}$
Cu	$3.80 \cdot 10^{-3}$	$3.50 \cdot 10^{-3}$	$2.10 \cdot 10^{-3}$	$12.00 \cdot 10^{-3}$	$3.80 \cdot 10^{-3}$
Zn	$870.0 \cdot 10^{-6}$	$370.0 \cdot 10^{-6}$	$320.0 \cdot 10^{-6}$	$2.90 \cdot 10^{-3}$	$370.0 \cdot 10^{-6}$
Pb	$34.0 \cdot 10^{-6}$	$<25.0 \cdot 10^{-6}$	$<25.0 \cdot 10^{-6}$	$41.0 \cdot 10^{-6}$	$25.0 \cdot 10^{-6}$

Примечание - 1 - р.Сырдарья, апрель; 2 - р.Сырдарья, основное русло, июнь; 3- проточная старица, июнь; 4 - изолированное пойменное озеро, июнь; 5 – ирригационный канал, июнь

Таблица 2 – Содержание элементов в образцах затопленного грунта

Водоем	SAR-индекс	Содержание элементов, мг/кг				
		Na	NH ₄	K	Mg	Ca
Озеро в заказнике на р.Сырдарья	6.82	145-161	10-13	74-106	230-406	658-717
р. Сырдарья, старица	4.47	69-75	7-10	26-32	142-156	366-451
Р.Сырдарья	5.58	101	12	41	194	508

Таблица 3 – Морфобиологические и интегральные показатели состояния плотвы

Показатель	2012 г., n=12				2013 г., n=22				P
	min	max	M	±m	min	max	M	±m	
L, мм	167	271	213.3	18.83	162	266	224.9	18.18	>0.05
l, мм	129	218	167.6	15.14	126	202	172.1	16.79	>0.05
Q, г	60	198	114.3	27.17	55	212	139.9	35.88	>0.05
q, г	50	178	99.1	23.65	50	189	126.0	31.14	<0.05
Fulton	1.91	5.12	2.43	0.344	2.19	6.85	2.75	0.411	>0.05
Clark	1.72	4.19	2.10	0.268	1.98	6.20	2.48	0.385	>0.05
ИНС	0	3	1.2	0.57	0	2	0.63	0.60	<0.05
КА	0	0.4	0.2	0.13	0	1	0.14	0.19	>0.05

В грунтах всех рассмотренных экосистем концентрация аммония была выше, чем 3 мг/кг. Высокое содержание азота указывает на существующий риск эвтрофикации в рассмотренных экосистемах. Однако ранее отмечалось, что высокие концентрации минерального азота в грунтовых водах могут быть обычным явлением в определенных аридных и семиаридных, а также некоторых гумидных регионах бедных органическим углеродом, где устойчивы условия аэробно-биоза [18].

В бывших странах СЭВ для поверхностных вод I класса, используемых для коммунального водоснабжения, нужд пищевой промышленности и рыбозаводства были приняты следу-

ющие пороговые концентрации (мг/л): NH₄⁺-N < 1 мг/л, для II класса соответственно <3 [19]. Критерий при определении качества воды, используемой для орошения, имеет три градации: < 0,5; от 1,5 до 3,0; и >3,0 мг/л, – соответствующие безопасным, умеренно опасным и чрезвычайно опасным [20].

Плотва является наиболее многочисленным промысловым видом рыб на исследованном участке р.Сырдарьи. В таблице 3 представлены результаты анализа выборок двух лет. Достоверных различий по изучавшимся показателям не обнаружено. В питании плотвы летом 2013 г. в отличие от предыдущего года большую роль играли макрофиты, также в пище присутство-

вали планктонные и бентосные организмы, но в меньшем количестве. У всех рыб имелся небольшой запас полостного жира. Сравнение с известными для аральской плотвы данными [21] показало хорошую упитанность рыб в наших выборках.

Результаты морфопатологического анализа показали наличие в обеих выборках как здоровых рыб, так и рыб с небольшими патологиями в системах детоксикации организма – печени, жабрах и почках. Фенодевиаты среди исследованных рыб не были обнаружены.

Существенные различия в индивидуальных значениях коэффициентов упитанности, ИНС и КА отражают гетерогенность состояния среды обитания рыб: в каждой выборке представлены особи, развивавшиеся как в относительно благополучной, так и загрязненной среде. Преобладание в выборках относительно здоровых рыб позволяет оценить условия среды обитания как относительно благоприятные для плотвы.

Литература

- 1 Брагинский Л.П. Принципы классификации и некоторые механизмы структурно-функциональных перестроек пресноводных экосистем в условиях антропогенного пресса// Гидробиологический журнал, 1998. – Т.34. №6. – С. 72-94.
- 2 Gadalia A., Motelica-Heino M., Serra H., Abou Akar A., Jouin F., Charpy A. Inorganic pollutants of the Syr-Darya River (Kazakh Priaralie)// Tethys Geographical Research – Almaty: Tethys, 2005. – V.1. – P.79-92.
- 3 Глазовский Н.Ф. Аральский кризис – М.: Наука, 1990. – 135 с.
- 4 Létolle R., Mainguet M. Aral – France: Springer Verlag, 1993. – 358 p.
- 5 Амиргалиев Н.А. Арало-Сырдарьинский бассейн: гидрохимия, проблемы водной токсикологии – Алматы: Бастау, 2007. – 224 с.
- 6 Severskiy I.V. Water-related problems of Central Asia: some results of (GIWA) International Water Assessment Program// Ambio – 2004. – V.33. №1-2. – P.52-62.
- 7 Groffman P.M., Baron J.S., Blett T., Gold A.J., Goodman I., Gunderson L.H., Levinson B.M., Palmer M.A., Paerl H.W., Peterson G.D., Poff N.R., Rejeski D.W., Reynolds J.F., Turner M.G., Weathers K.C., Wiens J. Ecological Thresholds: The Key to Successful Environmental Management or an Important Concept with No Practical Application?// Ecosystems – 2006. – Vol.9. – P.1-13.
- 8 DEFRA. Securing a healthy natural environment: An action plan for embedding an ecosystems approach. – London: Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2007. – 60 p.
- 9 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- 10 Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
- 11 Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб// Успехи современной биологии. 1999. – №2. – С.165-177.
- 12 Dean J.R. Practical inductively coupled plasma spectroscopy (Analytical techniques in the Sciences (ants) – N.Y.: John Wiley & Sons, 2005. – 208 p.
- 13 Keller E.A. Environmental Geology. Fifth Edition. – Merrill Pub., Columbus, 1988. – 426 p.
- 14 Greenberg A.E., Clesceri L.S., Eaton A.D. Standard methods for examination of water and wastewater. 18th Edition. – American Public Health Association, Washington DC, 1992. – 228 p.
- 15 Wong V.N.L., Dalal R.C., Greene R.S.B. Salinity and sodicity effects on respiration and microbial biomass of soil // Biology and Fertility of Soils. – 2008. – V.44. – P.943-953.
- 16 Терещенко А.М., Мурова Е.В., Орлова И.В. Особенности влияния водного баланса Шардаринского водохранилища на гидрофауну// Tethys Aqua Zoological Research – 2008. – V.4. – С.109-116.
- 17 Ishida N., Kubota H., Ono K., Tsujimura S. BHC pollution in the Aral Sea basin//// Sustainable use of natural resources of Central Asia. Environmental problems of the Aral Sea and surrounding areas. Proceedings of International Scientific Conference. September 9-11, 1997 – Almaty: Tethys. 1998. P.170-171.

Выводы

1. В воде р.Сырдарьи обнаружены большие различия по содержанию отдельных элементов (S, Mn, Fe, Ni, Zn, Pb) в зависимости от сезона и биотопа.

2. Различные хлорорганические пестициды были обнаружены во всех образцах мышц сазан и плотвы. Чаще всего обнаруживалась смесь линдана, гептахлора, альфа – и бета- эндосульфана в концентрациях от 5 до 6 нг на 1 г сырой массы. В мышцах сазана эти вещества накапливаются в гораздо больших количествах, чем в мышцах плотвы.

3. Различия в индивидуальных значениях показателей состояния плотвы отражают гетерогенность среды обитания: на исследованном участке р Сырдарьи имеются как относительно чистые, так и загрязненные участки.

Исследования выполнены при поддержке гранта № 0159 ГФ Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

- 18 Edmunds W.M., Gaye C.B. Naturally high nitrate concentrations in ground waters from Sahel.// *Journal of Environmental Quality*. – 1997. – V.26. – №5. – P.1231-1239.
- 19 Пичахчи И.Д., Верниченко А.А., Васьковец Л.А., Беличенко Ю.П. К вопросу об оценке состояния водных экосистем, подверженных эвтрофикации.// В кн.: Антропогенная эвтрофикация природных вод. – Черногловка: ОПХ ФАН СССР, 1977. – С. 34-38.
- 20 Prat P.F., Juri W.A. Pollution of the unsaturated zone with nitrate.// In: *Pollutants in porous media*. Ed. Yaron B., Dagan G., Goldshmidt J. – Springer-Verlag, 1984. – P.52-67.
- 21 Дукравец Г.М., Маркова Е.Л. *Rutilus rutilus aralensis* Berg – Аральская плотва (вобла)// *Рыбы Казахстана*. – Алма-Ата: Наука, 1987. – Т.2. – С.32-50.

Reference

- 1 Braginskij L.P. Principy klassifikacii i nekotorye mehanizmy strukturno-funkcional'nyh perestroek presnovodnyh jekosistem v uslovijah antropogennogo pressa// *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 1998. – T.34. №6. – S. 72-94.
- 2 Gadalia A., Motelica-Heino M., Serra H., Abou Akar A., Jouin F., Charpy A. Inorganic pollutants of the Syr-Darya River (Kazakh Priaralie)// *Tethys Geographical Research – Almaty: Tethys*, 2005. – V.1. – P.79-92.
- 3 Glazovskij N.F. Aral'skij krizis – M.: Nauka, 1990. – 135 s.
- 4 Létolle R., Mainguet M. Aral – France: Springer Verlag, 1993. – 358 p.
- 5 Amirgaliev N.A. Aralo-Syrdar'inskij bassejn: gidrohimija, problemy vodnoj toksikologii – Almaty: Bastau, 2007. – 224 s.
- 6 Severskiy I.V. Water-related problems of Central Asia: some results of (GIWA) International Water Assessment Program// *Ambio* – 2004. – V.33. №1-2. – P.52-62.
- 7 Groffman P.M., Baron J.S., Blett T., Gold A.J., Goodman I., Gunderson L.H., Levinson B.M., Palmer M.A., Paerl H.W., Peterson G.D., Poff N.R., Rejeski D.W., Reynolds J.F., Turner M.G., Weathers K.C., Wiens J. Ecological Thresholds: The Key to Successful Environmental Management or an Important Concept with No Practical Application?// *Ecosystems* – 2006. – Vol.9. – P.1-13.
- 8 DEFRA. Securing a healthy natural environment: An action plan for embedding an ecosystems approach. – London: Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2007. – 60 p.
- 9 Pravdin I.F. Handbook on the techniques in fish studies. *Pischevaya Promyshlennost'*, Moscow. 1966. – 376 p. (in Russian)
- 10 Zaharov V.M., Baranov A.S., Borisov V.I., Valeckij A.V., Krjazheva N.G., Chistjakova E.K., Chubinishvili A.T. Zdorov'e sredy: metodika ocenki – M.: Centr jekologicheskoy politiki Rossii, 2000. – 68 s.
- 11 Reshetnikov Yu.S., O.A.Poppova, N.A.Kashulin, A.A.Lukin, P.-A.Amundsen, F.Staldivik. Estimating the favorable state of a fish community using morphopathologic analysis of fishes. // *Advances in current biology*. – 1999. – №2. – P.165-177. (in Russian)
- 12 Dean J.R. Practical inductively coupled plasma spectroscopy (*Analytical techniques in the Sciences (ants)*) – N.Y.: John Wiley & Sons, 2005. – 208 p.
- 13 Keller E.A. *Environmental Geology*. Fifth Edition. – Merrill Pub., Columbus, 1988. – 426 p.
- 14 Greenberg A.E., Cleseeri L.S., Eaton A.D. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 18th Edition. – American Public Health Association, Washington DC, 1992. – 228 p.
- 15 Wong V.N.L., Dalal R.C., Greene R.S.B. Salinity and sodicity effects on respiration and microbial biomass of soil // *Biology and Fertility of Soils*. – 2008. – V.44. – P.943-953.
- 16 Tereshhenko A.M., Murova E.V., Orlova I.V. Osobennosti vlijanija vodnogo balansa Shardarinskogo vodohranilishha na gidrofaunu// *Tethys Aqua Zoological Research* – 2008. – V.4. – S.109-116.
- 17 Ishida N., Kubota H., Ono K., Tsujimura S. BHC pollution in the Aral Sea basin//// *Sustainable use of natural resources of Central Asia. Environmental problems of the Aral Sea and surrounding areas. Proceedings of International Scientific Conference*. September 9-11, 1997 – Almaty: Tethys. 1998. P.170-171.
- 18 Edmunds W.M., Gaye C.B. Naturally high nitrate concentrations in ground waters from Sahel.// *Journal of Environmental Quality*. – 1997. – V.26. – №5. – P.1231-1239.
- 19 Pichahchi I.D., Vernichenko A.A., Vas'kovec L.A., Belichenko Ju.P. K voprosu ob ocenke sostojanija vodnyh jekosistem, podverzhenykh jevtrofikacii.// V kn.: *Antropogennaja jevtrofikacija prirodnyh vod*. – Chernoglovka: OPH FAN SSSR, 1977. – S. 34-38.
- 20 Prat P.F., Juri W.A. Pollution of the unsaturated zone with nitrate.// In: *Pollutants in porous media*. Ed. Yaron B., Dagan G., Goldshmidt J. – Springer-Verlag, 1984. – P.52-67.
- 21 Dukravets G.M., Markova E.L. *Rutilus rutilus aralensis* Berg – Aral roach (vobla)// *Fishes of Kazakhstan*. – Alma-Ata: Nauka, 1987. – V.2. – P.32-50.