

© И.И. РУДНЕВА¹, А.Г. СЕЛЮКОВ²

¹Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского (г. Севастополь)

²Тюменский государственный университет

¹svg-41@mail.ru, ²ags-bios@yandex.ru

УДК 591.524.1(063)

**ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И СОХРАНЕНИЯ
МОРСКИХ ХРЯЩЕВЫХ РЫБ В ЧЕРНОМ МОРЕ**

**CONCERNS IN EVALUATION OF THE STATE AND CONSERVATION
OF MARINE ELASMOBRANCHES IN THE BLACK SEA**

Статус природных популяций современных морских элазмобранхий, которых в мире насчитывается около 500 видов, изучен недостаточно, а в некоторых случаях информация полностью отсутствует. В то же время их численность и видовое разнообразие неуклонно сокращаются вследствие изменения климата, загрязнения среды в результате хозяйственной деятельности человека, а также хищнического и варварского перелова. Ухудшается состояние здоровья этих форм, что также существенно сказывается на популяционной динамике. В связи с этим углубление исследований морских хрящевых рыб, обусловленное необходимостью разработки адекватных методов и подходов для оценки статуса их природных популяций, приобретает особую актуальность. В работе рассмотрены современные подходы и предложены методы анализа состояния трех видов черноморских хрящевых рыб с целью разработки мероприятий по их охране, организации рационального вылова или запрета на него в случае малочисленных или исчезающих видов.

The status of natural populations of wild marine elasmobranch, whose number is estimated as 500 species, appears underexplored, the information on them being absent in certain cases. By contrast, their number and biodiversity are extremely decreasing due to climate changes, marine pollution resulting from human activities, and overfishing. The state of health of those species is also deteriorating which affects populations' dynamics. Therefore, the research of marine elasmobranches is vital and requires the development of adequate methods and approaches to the evaluation of their wild populations. The article outlines contemporary approaches to the evaluation of the status of three Black Sea elasmobranches. The study is aimed at the development of measures to protect the species, to organize their optimal catch as well as to close fishing of certain species that are rare or at risk of extinction.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Черное море, хрящевые рыбы, биомаркеры, биоразнообразие.

KEY WORDS. The Black Sea, elasmobranches, biomarkers, biodiversity.

Исследования биоразнообразия ихтиофауны морских и пресноводных водоемов имеет важное значение как для мониторинга водных объектов, так и для разработки мероприятий по рациональному использованию их биоресурсов, организации оптимального менеджмента, сохранению и воспроизводству. Морские хрящевые рыбы являются одним из интересных объектов в этом плане, так как среди этой древней группы позвоночных имеются промысловые виды, являющиеся ценным продуктом питания и сырьем для производства пищевых добавок и фармакологических препаратов.

В настоящее время известно около 500 видов хрящевых рыб (акул и скатов), которые составляют 3% от всей ихтиофауны мирового океана. Хрящевые рыбы обладают рядом уникальных физиологических и биохимических черт, которые делают их весьма уязвимыми к изменениям среды обитания [1-2]. У них отсутствует плавательный пузырь и система формирования костной ткани, тело покрыто плакоидной чешуей. У них необычный энергетический обмен, при котором снижен или отсутствует процесс окисления жирных кислот (ЖК) в скелетной и сердечной мускулатуре, но уровень кетонных тел и окисленных аминокислот повышен. В крови отсутствует или содержится в очень низких концентрациях альбумин — важнейший многофункциональный белок плазмы позвоночных. Также в крови эластобранхий обнаружено большое количество мочевины и оксида триметиламина (ТМАО), обеспечивающих осморегуляцию. Среди морских хрящевых рыб есть живородящие и яйцекладущие виды, характеризующиеся медленными темпами размножения и эмбриогенеза, который может продолжаться 1.5-2 года. Медленный рост, позднее половое созревание и низкая плодовитость делают хрящевых рыб более уязвимыми по сравнению с костными [3-4].

Комиссия ФАО в бюллетене от 14 марта 2013 г. [5] отметила, что популяции акул в Средиземном и Черном морях за последние два столетия резко сократились и находятся на грани вымирания. Число акул в Средиземном море и «вес улова» снизились более чем на 97% и при сохранении этой тенденции они могут исчезнуть. В Черном море, несмотря на недостаток информации, вылов основных видов акул также сократился примерно вдвое, по сравнению с началом 1990-х гг. Из 71 вида хрящевых рыб, по которым проводилась оценка в Средиземном море в 2007 году, 30 видов, или 42% находились под угрозой исчезновения, из них 13% были в критическом состоянии, 11% находились в опасности и 13% были уязвимыми. Еще 18% попали в категорию «на грани риска».

Интенсивный промысел акул обусловлен тем, что в их тканях содержатся значительные количества витаминов (А, Д, Е), незаменимых полиненасыщенных жирных кислот и антиоксидантов, необходимых для нормального обмена веществ человека [6-9]. Ткани некоторых видов хрящевых рыб используются для получения фармпрепаратов, в частности, холинэстеразы, антиоксидантов, витаминов и т.д. [6]. Годовой общий объем уловов в Средиземном и Черном морях в настоящее время достигает 7000 тонн, тогда как в 1985 году он составлял 25000 тонн, что свидетельствует о серьезном сокращении численности. В то же время целенаправленный промысел акул набирает обороты вследствие быстро растущего спроса на акулы плавники, мясо и хрящи [5].

Местам обитания хрящевых рыб был нанесен значительный ущерб в результате судоходства, подводного строительства, развития добывающей и химической промышленности, сельского хозяйства, рыболовства, марикультуры, туризма, разработки нефтяных и газовых месторождений на шельфе, функционирования прибрежной коммунальной инфраструктуры. Активная эксплуатация водных ресурсов неизбежно приводит к загрязнению среды тяжелыми металлами, биогенами, нефтью и нефтепродуктами, радионуклидами, пестицидами, хлор- и фосфорорганическими соединениями, и как следствие — к ухудшению качества и истощению их запасов, снижению биоразнообразия. Хрящевые рыбы, будучи хищниками и находящиеся, как правило, на вершине пищевой цепи в морских экосистемах, способны накапливать в тканях высокие концентрации тяжелых металлов, что отмечено для многих эласмобранхий в различных регионах мира [10]. Нами установлено, что в мышечных тканях рыб токсичные элементы по мере убывания располагаются в следующей последовательности: $Zn > As > Cu > Pb > Hg > Cd$. При этом скаты накапливают большее количество загрязнителей, чем акулы, что обусловлено их образом жизни. Скаты — бентосные формы, живущие в придонных, более загрязненных слоях воды, непосредственно контактируют с грунтами, аккумулялирующими токсиканты (табл. 1). Накопление токсикантов существенно ухудшает здоровье хрящевых рыб, их воспроизводство и сокращает продолжительность жизни. Употребление их в пищу становится небезопасным для человека [6].

Таблица 1

**Содержание токсичных элементов в тканях морских хрящевых рыб
(мг×кг⁻¹ сырой массы)**

Токсичный элемент	Пределы содержания ТМ в тканях рыб из различных регионов мира [10, 11, 12]	Пределы содержания ТМ в тканях черноморских хрящевых рыб [13]
Медь	0.0073 — 5.31	0.32 — 0.41
Цинк	0.2 — 18.3	4.15 — 4.6
Кадмий	0.01 — 1.08	0.015
Ртуть	0.77 — 2.99	0.18 — 0.26
Свинец	0.01 — 1.88	0.23 — 0.36
Мышьяк	0.7 — 2.9	1.52 — 4.52

В результате неблагоприятных глобальных и локальных изменений в последние десятилетия биоразнообразие рыб в Черном море существенно сократилось [14]. В Черном море обитают три вида хрящевых рыб: акула катран *Squalus acanthias*, два вида скатов — морская лисица *Raja clavata* и морской кот *Dasyatis pastinaca*; в последнее время их уловы, в том числе в прибрежных водах Севастополя, сокращаются (рис. 1).

Все три вида хрящевых рыб Черного моря — хищники, спектр питания которых одинаков и включает мелких рыб, моллюсков, ракообразных, но имеются определенные экологические особенности [15]. Акула-катран — активно плавающая стайная придонно-пелагическая бентоядно-хищная рыба, обитает на глубине 180-200 м, перемещаясь вслед за добычей, кормится преимущественно у дна. Яйцеживородящий вид, инкубация яиц длится до 2-х лет. Зимой и весной отрождает молодь вблизи берегов на глубине 15-35 м.

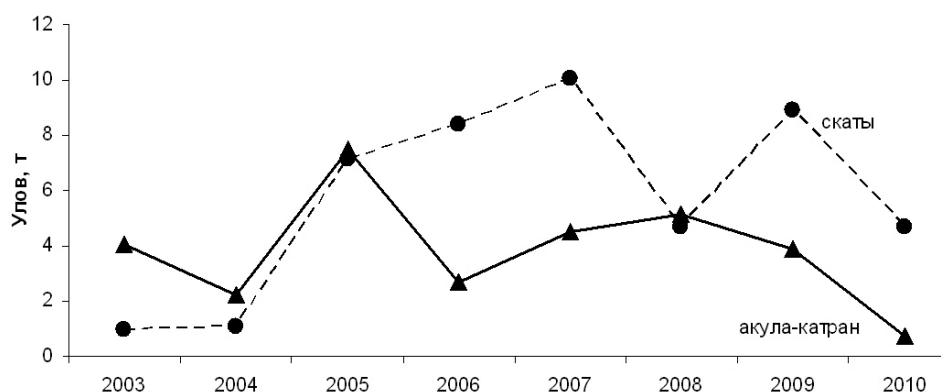


Рис. 1. Динамика уловов хрящевых рыб в прибрежных водах Севастополя [13]

В потомстве одной самки от 6 до 29 детенышей (в среднем 10-12 эмбрионов и 18 яиц). Помимо мяса ценится печень катрана, масса которой составляет 17.9-29.6% от массы тела. Ее используют для получения медицинского жира (до 61.2% от массы печени), богатого витаминами А, Е и D.

Скаты — бентосные формы, обитающие в придонных слоях воды, часто зарываются в песок и ведут малоподвижный образ жизни. Морская лисица — типичный донный вид, живет на глубине до 100 м, питается донными рыбами (спикарой, скумбрией), ракообразными (крабами, десятиногими раками), реже — моллюсками, червями, иглокожими, даже актиниями. Самки с созревающими яйцами попадают с начала марта по начало июля. Одна самка откладывает на дно в прибрежной зоне от нескольких десятков до нескольких сотен яиц. Длительность развития зародышей 4.5-5.5 месяцев. Печень морской лисицы, которая составляет 3.8-8.3 % от массы тела, также используют для получения жира (60.4-66.6 % от ее массы).

Морской кот — донный теплолюбивый вид, не выносит охлаждений. Придерживается умеренных (до 200 м) и малых глубин, зарывается в песок. Питается мелкой рыбой, ракообразными, моллюсками. Яйцеживородящий вид, вынашивание длится 4 месяца. Каждая самка производит на свет 4-12 детенышей. Кроме мальков, самки содержат от 12 до 32 развивающихся яиц. Масса печени морского кота составляет 11.4-15.7 % от массы рыбы и содержит до 63 % жира, богатого витамином D.

Сведения о численности и состоянии популяций акулы и скатов в разных районах Черного моря крайне ограничены [5], имеющиеся данные являются эпизодическими и трудно сопоставимыми [16-17]. Для рыб, отловленных в прибрежных водах Севастополя, нами была применена система биомаркеров и биоиндикаторов, характеризующая состояние этих видов в данном регионе [13], [18]. Было показано, что активность ферментов антиоксидантной системы печени в ряде случаев выше у скатов, чем у акулы-катрана, что связано с большим содержанием тяжелых металлов в их тканях. Менее выражена эта тенденция в эритроцитах крови. Отличия активности аминотрансфераз печени и сыворотки крови акулы и скатов характеризуют особенности их биологии, в том числе зависящие от среды обитания (табл. 2).

Уровень эндогенной интоксикации оказался значительно выше в тканях акулы-катрана, чем у скатов. Важными параметрами для оценки состояния хрящевых рыб являются также содержание микроэлементов, гематологические данные, уровень витаминов в сыворотке крови, биометрические характеристики и патоморфологические проявления [4].

В то же время следует отметить, что немаловажное значение для оценки биоразнообразия рыб, в том числе хрящевых, имеют методы анализа их репродукционного потенциала, которые разработаны достаточно слабо по сравнению с костистыми. Масштабные исследования, проведенные на ряде видов пресноводных костистых рыб Обь-Иртышского бассейна [19-21] и морских видах Черного моря [22], показали достаточно высокую эффективность гистологических и гистохимических методов анализа для оценки состояния гонад, особенностей гаметогенеза и воспроизводства рыб. Были выявлены нарушения оо- и сперматогенеза у особей, обитающих в загрязненных районах, что существенно снизило их репродукционный потенциал и не могло не отразиться на состоянии и численности популяций, их биоразнообразии. Совершенно очевидно, что разработка подходов, позволяющих оценить состояние воспроизводства хрящевых рыб в разных районах мирового океана, включая Черное море, является одной из актуальных проблем сохранения их видового разнообразия и численности.

Таблица 2

Активность ферментов в тканях хрящевых рыб, отловленных в прибрежных водах Севастополя [8, 9, 18]

Активность ферментов	Акула-катран	Морская лисица	Морской кот
СОД, условные ед/ мг белка/ мин	2.99 ± 1.2 6.98 ± 1.97	104.57 ± 19.80 192.19 ± 59.45	118.38 ± 31.43 62.05 ± 9.08
Каталаза, H_2O_2 / мг белка/мин	----- 0.03 ± 0.01	0.06 ± 0.02 0.98 ± 0.38	0.02 ± 0.003 0.103 ± 0.018
Пероксидаза, опт. ед./мг белка/мин	2.99 ± 1.2 0.25 ± 0.06	5.73 ± 0.069 1.07 ± 0.43	5.54 ± 1.0 0.63 ± 0.23
Глутатионредуктаза, нмоль НАДФ/мг белка/мин	9.78 ± 4.56 0.19 ± 0.06	2.97 ± 2.0 5.55 ± 1.39	1.0 ± 0.1 3.90 ± 1.1
Глутатионтрансферза, нмоль конъюгата / мг белка/мин	-	21.63 ± 14.4 32.76 ± 6.43	5.48 ± 1.58 43.38 ± 12.41
АлАТ, мкмоль/ час/мл	0.22 ± 0.03 0.23 ± 0.021	0.4 ± 0.07 0.079 ± 0.021	0.24 ± 0.02 0.12 ± 0.026
АсАТ, мкмоль/ час/мл	0.23 ± 0.04 0.11 ± 0.012	0.71 ± 0.27 0.05 ± 0.011	0.19 ± 0.03 0.07 ± 0.012

Примечание: числитель — показатели крови (сыворотки), знаменатель — показатели печени.

Не менее важная задача состоит в выявлении/исследовании патоморфологических проявлений и паразитарной инвазии у хрящевых рыб, которые также позволяют оценить их здоровье и резистентность к воздействию неблагоприятных факторов природного и антропогенного происхождения. Классификация патологий диких популяций эласмобранхий представляет несомненный интерес и в плане изучения их филогении, а также способности адаптироваться к современным условиям.

Учитывая катастрофическое сокращение популяций морских хрящевых рыб, международное сообщество разрабатывает программы по сохранению их численности и видового разнообразия. Комиссия ФАО по рыболовству приняла недавно ряд мер по защите акул и скатов, направленных на сокращение траулеражного рыболовства на расстоянии 3 морских миль от берега [5]. Кроме того, Комиссия ФАО рекомендует прибрежным странам Средиземного и Черного моря инвестировать в научные исследования, направленные на определение потенциальных мест обитания хрящевых рыб для обеспечения защиты молоди акул и скатов от рыбного промысла, а также для выяснения их состояния в этих акваториях.

Таким образом, необходимо срочно принять меры для организации и проведения мониторинга за состоянием хрящевых рыб в Черном море, разработки соответствующих программ сохранения их численности и видового разнообразия в новых условиях глобальных и локальных изменений. Это особенно актуально для черноморской экосистемы вблизи крупных городов с развитой сложной инфраструктурой и прогнозируемого усиления антропогенного воздействия на экосистему в целом, что позволит развить, сформировать представления об эволюции адаптаций хрящевых рыб к условиям существования, в том числе к антропогенному воздействию на морские экосистемы; разработать методические решения, направленные на объективную оценку состояния популяций хрящевых рыб и влияющих на него факторов. Исследование показателей, характеризующих здоровье хрящевых рыб в районах с разным уровнем антропогенного воздействия, позволит определить основную стратегию адаптаций эласмобранхий к изменяющимся условиям и оценить их чувствительность/резистентность, на основе чего разработать методы и подходы к повышению защитных реакций рыб и улучшения среды их обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Harms, C., Ross, T., Segars, A. Plasma Biochemistry Reference Values of Wild Bonnethead Sharks, *Sphyrna tiburo* // *Vet. Clin. Pathol.* 2002. Vol. 1. № 3. Pp. 1-5.
2. Treberg, J.R., Martin, A.R., Driedzic, W.R. Muscle Enzyme Activities in a Deep-Sea Squaloid Shark, *Centroscyllium fabricii*, Compared With Its Shallow-Living Relative, *Squalus acanthias* // *J. Exp. Zool.* 2003. Vol. 300A. Pp. 133-139.
3. Geislichter, J., Cortes, E., Manire, Ch.A., Hueter, R.E., Musick, J.A. Evaluation of toxicity of oxytetracycline on growth of captive nurse sharks, *Ginglymostoma cirratum* // *Fishes Bull.* 1998. Vol. 98. Pp. 624-627
4. Hama, K.H., Norton, T.M., Thomas, A.C., Dove, A.D.M., Tseng, F. Baseline health parameters and species comparisons among free-ranging Atlantic sharpnose (*Rhizoprionodon terraenovae*), bonnethead (*Sphyrna tiburo*) and spiny dogfish (*Squalus acanthias*) sharks

- in Georgia, Florida, and Washington, USA // J. Wildlife Diseases. 2012. Vol. 48. № 2. Pp. 205-306.
5. URL: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/171982/icode/>
6. Mathews, T., Fisher, N.S. Dominance of dietary intake of metal in marine elasmobranchs and teleost fish // Science of the Total Environment. 2009. Vol. 407. Pp. 5156-5161.
7. Руднева И.И. Экологические и филогенетические особенности липидного состава и перекисного окисления липидов костистых и хрящевых рыб Черного моря // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 1998. Т. 34. С. 310-318.
8. Rudneva, I.I. Blood antioxidant system of Black Sea elasmobranch and teleosts // Comparative Biochemistry and Physiology. 1997. Part C. Vol. 118. Pp. 255-260.
9. Rudneva, I.I., Antioxidant defense in marine fish and its relationship to their ecological status. In: Fish Ecology / Ed. Dempsey, S.P. NY, USA: Nova Science Publishers, Inc. 2012. Pp. 31-59.
10. Turcozy, N.J., Laurenson, L.B., Allinson, G., Nishikawa, M., Lambert, D.F., Smith, C., Cottier, J.P.E., Irvine, B., Stagnitti, F. Observations on metal concentrations in three species of shark (*Deania calcea*, *Centroscyrnus crepidater* and *Centroscyrnus owstoni*) from Southeastern Australian Waters // J. Agrical. Food Chem. 2000. Vol. 48. Pp. 4357-4364.
11. Taguchi, M., Yasuda, K., Toda, Sh., Shimizu, M.. Study of metal contents of elasmobranch fishes: Part 1. Metal concentrations in the muscle of a dogfish *Squalus mitsukurii* // Mar. Environ. Res. 1979. Vol. 2. Pp. 239-249.
12. Marcovecchio, J.E., Moreno, V.J., Perez, A. Metal accumulation in tissues of shark from the Bahia Blanca estuary, Argentina // Mar. Environ. Res. 1991. Vol. 31. Pp. 263-274.
13. Rudneva I.I., Kuzminova N.S., and Omelchenko S.O. Trace elements and nitrozamines concentration in Black Sea elasmobranch species // Asian J. Biol. Life Sci. 2012. Vol. 1. № 1. Pp. 51-57.
14. Гордина А.Д., Ткач А.В., Севрикова С.Д., 1999, Реакция ихтиопланктона на антропогенное воздействие в портовых зонах Черного моря // Гидробиология. 1999. Т. 35. С. 10-15
15. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. Л.: Наука, 1964. 552 с.
16. Силкина Н.И., Микряков Д.В., Микряков В.Р. Влияние антропогенного загрязнения на некоторые показатели врожденного иммунитета и окислительные процессы в печени катрана *Squalus acanthias* Linnaeus, 1758 (Pisces: Squalidae), обитающего в прибрежных водах Черного моря // Биология моря. 2014. Т. 40. С. 319-323.
17. Андреева А.М., Федоров Р.А. Особенности организации низкомолекулярных белков крови и тканевой жидкости у ската-хвостокола *Dasyatis pastinaca* (Chondrichthyes: Trigonidae) // Биология моря. 2010. Т. 36. № 6. С. 460-462.
18. Rudneva, I.I., Dorokhova, I.I., Skuratovskaya, E.N., Kuzminova, N.S. Comparative studies of hepatic and blood biomarkers of three species of Black Sea elasmobranchs // Internat. J. of Marine Science. 2014. Vol. 4. Pp. 1-14.
19. Селюков А.Г. Морфофункциональный статус рыб Обь-Иртышского бассейна в современных условиях. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2007. 184 с.
20. Селюков А.Г. Морфофункциональные изменения рыб бассейна Средней и Нижней Оби в условиях возрастающего антропогенного влияния // Вопросы ихтиологии. 2012. Т. 52. № 5. С. 581-600.
21. Селюков А.Г., Шуман Л.А., Некрасов И.С. Состояние гонад у лососевидных рыб в субарктических озерах Ямала и Гыдана // Вестник Тюменского государственного университета. 2012. № 6. Серия «Медико-биологические науки». С. 31-40.
22. Овен Л.С. Специфика развития половых клеток морских рыб в период размножения как показатель типа нереста и реакции на условия среды обитания. М., 2004. 188 с.

REFERENCES

1. Harms, C., Ross, T., Segars, A. Plasma Biochemistry Reference Values of Wild Bonnethead Sharks, *Sphyrna tiburo*. *Veterinary Clinical Pathology*. 2002. Vol. 1. № 3. Pp. 1-5.
2. Treberg, J.R., Martin, A.R., Driedzic, W.R. Muscle Enzyme Activities in a Deep-Sea Squaloid Shark, *Centroscyllium fabricii*, Compared With Its Shallow-Living Relative, *Squalus acanthias*. *Journal of Experimental Zoology*. 2003. Vol. 300A. Pp. 133-139.
3. Geislichter, J., Cortes, E., Manire, Ch.A., Hueter, R.E., and Musick, J.A. Evaluation of toxicity of oxytetracycline on growth of captive nurse sharks, *Ginglymostoma cirratum*. *Fishes Bulletin*. 1998. Vol. 98. Pp. 624-627.
4. Haman, K.H., Norton, T.M., Thomas, A.C., Dove, A.D.M., Tseng, F. Baseline health parameters and species comparisons among free-ranging Atlantic sharpnose (*Rhizoprionodon terraenovae*), bonnethead (*Sphyrna tiburo*) and spiny dogfish (*Squalus acanthias*) sharks in Georgia, Florida, and Washington, USA. *Journal of Wildlife Diseases*. 2012. Vol. 48. № 2. Pp. 205-306.
5. URL: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/171982/icode/>
6. Mathews, T., Fisher, N.S. Dominance of dietary intake of metal in marine elasmobranchs and teleost fish. *Science of the Total Environment*. 2009. Vol. 407. Pp. 5156-5161.
7. Rudneva, I.I. Ecological and phylogenetic peculiarities of lipid composition and lipid peroxidation in the Black Sea teleost and elasmobranch fish species. *Zhurnal evoliutsionnoi biokhimii i fiziologii — Journal of Evolutional Biochemistry and Physiology*. 1998. Vol. 34. Pp. 310-318 (in Russian).
8. Rudneva, I.I. Blood antioxidant system of Black Sea elasmobranch and teleosts. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 1997. Part C. Vol. 118. Pp. 255-260. (in Russian).
9. Rudneva, I.I., Antioxidant defense in marine fish and its relationship to their ecological status. In: *Fish Ecology* / Ed. Dempsey S.P. NY: Nova Science Publishers Inc., 2012. Pp. 31-59.
10. Turcozy, N.J., Laurenson, L.B., Allinson, G., Nishikawa, M., Lambert, D.F., Smith, C., Cottier, J.P.E., Irvine, B., Stagnitti, F. Observations on metal concentrations in three species of shark (*Deania calcea*, *Centroscymnus crepidater* and *Centroscymnus owstoni*) from Southeastern Australian Waters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000. Vol. 48. Pp. 4357-4364.
11. Taguchi, M., Yasuda, K., Toda, Sh., Shimizu, M.. Study of metal contents of elasmobranch fishes: Part 1. Metal concentrations in the muscle of a dogfish *Squalus mitsukurii*. *Marine Environmental Research*. 1979. Vol. 2. Pp. 239-249.
12. Marcovecchio, J.E., Moreno, V.J., Perez, A. Metal accumulation in tissues of shark from the Bahia Blanca estuary, Argentina. *Marine Environmental Research*. 1991. Vol. 31. Pp. 263-274.
13. Rudneva, I.I., Kuzminova, N.S., Omelchenko, S.O. Trace elements and nitrozamines concentration in Black Sea elasmobranch species. *Asian Journal of Biological and Life Sciences*. 2012. Vol. 1. № 1. Pp. 51-57.
14. Gordina, A.D., Tkach, A.V., Sevrnikova, S.D. Response of ichthyoplankton to the anthropogenic impact of port zones in the Black Sea. *Gidrobiologiya — Hydrobiology*. 1999. Vol. 35. Pp. 10-15. (in Russian).
15. Svetovidov, A.N. *Ryby Chernogo moria* [Black Sea Fish]. Leningrad: Nauka, 1964. 552 p. (in Russian).
16. Silkina, N.I., Mikriakov, D.V., Mikriakov, V.R. Impact of anthropogenic pollution on several parameters of immune response and oxidative processes in the liver of the dog shark *Squalus acanthias* Linnaeus, 1758 (Pisces: Squalidae), inhabiting the coastal waters of the Black Sea. *Biologiya moria — Sea Biology*. 2014. Vol. 40. Pp. 319-323. (in Russian).
17. Andreeva, A.M., Fedorov, R.A. Peculiarities of low molecular weight proteins organization in the blood plasma and tissue liquid of skate *Dasyatis pastinaca* (Chondrichthyes: Trygonidae). *Biologiya moria — Sea Biology*. 2010. Vol. 36. № 6. Pp. 460-462. (in Russian).

18. Rudneva, I.I., Dorokhova, I.I., Skuratovskaya, E.N., Kuzminova, N.S. Comparative studies of hepatic and blood biomarkers of three species of Black Sea elasmobranchs. *International Journal of Marine Science*. 2014. Vol. 4. Pp. 1-14.

19. Seliukov, A.G. *Morfofunktsional'nyi status ryb Ob'-Irtyskogo basseina v sovremennykh usloviakh* [Morphological and Functional State of Fish in the Ob-Irtysk Basin under Modern Conditions]. Tyumen, 2007. 184 p. (in Russian).

20. Seliukov, A.G. Morphofunctional changes of fish of the medium and low Ob river under the increase of anthropogenic impact. *Voprosy ikhtiologii — Problems of Ichthyology*. 2012. Vol. 52. № 5. Pp. 581-600. (in Russian).

21. Seliukov, A.G., Shuman, L.A., Nekrasov, I.S. Condition of gonads of salmonids in Sub-Arctic lakes of Yamal and Gydan. *Vestnik Tiimenskogo gosudarstvennogo universiteta — Tyumen State University Herald*. 2012. Vol. 52. № 6. Pp. 31-40. (in Russian).

22. Oven, L.S. *Spetsifika razvitiia polovyykh kletok morskikh ryb v period razmnozheniia kak pokazatel' tipa neresta i reaktsii na usloviia sredy obitaniia* [Specifics of Gametes Development in Marine Fish during Spawning as the Marker of the Type of Spawning and Reaction to Environment]. Moscow, 2004. 188 p. (in Russian).

Авторы публикации

Руднева Ирина Ивановна — ведущий научный сотрудник Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского (г. Севастополь), доктор биологических наук, профессор

Селюков Александр Германович — профессор кафедры зоологии и эволюционной экологии животных Института биологии Тюменского государственного университета, доктор биологических наук

Authors of the publication

Irina I. Rudneva — Dr. Sci. (Biol.), Professor, Senior Researcher, A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas (Sevastopol)

Alexander G. Selyukov — Dr. Sci. (Biol.), Professor, Department of Zoology and Evolution Ecology of Animals, Institute of Biology, Tyumen State University