

DOI: 10.24143/2073-5529-2020-1-61-67
УДК 551.464.62:595.371.13(262.81)

ОТНОШЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ СЕМЕЙСТВА GAMMARIDAE К СОДЕРЖАНИЮ КИСЛОРОДА В ПРИДОННОМ СЛОЕ ВОДЫ В СЕВЕРНОМ КАСПИИ

Л. В. Дегтярева, Т. А. Кострыкина, Д. В. Кашин

Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии,
Астрахань, Российская Федерация

Работа по исследованию донных беспозвоночных, представителей семейства Gammaridae, выполнена в 2013–2017 гг. в западной части Северного Каспия. Цель работы состояла в определении их экологической валентности к кислороду. Образование дефицита кислорода было обусловлено температурной и соленостной стратификацией водных масс. Гипоксия формировалась преимущественно на отдельных участках мелководной (до 5 м) зоны, на границе Северный Каспий – Средний Каспий, а также в местах развития тонкозернистых донных отложений. Представители Gammaridae характеризуются высокой частотой встречаемости. За исследуемый период численность и биомасса исследуемых организмов варьировали в широких пределах. При этом по общей численности преобладали *Gammarus Fabricius*, по общей биомассе – *Dikerogammarus Stebbing*. Максимальная частота встречаемости была характерна для *Niphargoides similis* (G. O. Sars). Представлены пределы толерантности к содержанию кислорода отдельных видов Gammaridae, обитающих в Северном Каспии. Минимальное содержание кислорода, зафиксированное за весь период исследований (1,29 мл/л; 21 %), не является критическим для одного вида – *Niphargoides similis* (G. O. Sars). Низкая концентрация (3 мл/л) не ингибирует развития *Niphargoides macrurus* (Sars), *Gammarus ischnus Stebbing*, *Gammarus pauxillus Grimm* и *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald). Прочие представители Gammaridae, обитающие в западной части Северного Каспия, обнаружены при абсолютном содержании кислорода, превышающем 3,63 мл/л, и при относительном содержании кислорода свыше 59 %. Широкая экологическая валентность к кислороду характерна для *Niphargoides similis* (G. O. Sars), *Gammarus pauxillus Grimm*, *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald), *Gammarus ischnus Stebbing*, *Niphargoides macrurus* (Sars).

Ключевые слова: содержание кислорода, гипоксия, Gammaridae, Северный Каспий, численность, биомасса, пределы толерантности.

Для цитирования: Дегтярева Л. В., Кострыкина Т. А., Кашин Д. В. Отношение организмов семейства Gammaridae к содержанию кислорода в придонном слое воды в Северном Каспии // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 1. С. 61–67. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-1-61-67.

Введение

В современных условиях активизации использования морских ресурсов, нарушения экологического равновесия, увеличения биогенной нагрузки и эвтрофирования в Северном Каспии, что приводит к возникновению угрозы изменения газового режима [1], необходимы исследования валентности ракообразных к кислороду, поскольку ухудшение газового режима – один из основных факторов, угнетающих их развитие [2].

Гаммариды – объект питания таких рыб, как вобла, лещ, сазан и некоторые виды бычков (песочник, кругляк, горлап) [3]. Большинство представителей семейства Gammaridae – донные организмы, обитающие на разных грунтах, на различной глубине и в широком диапазоне солености воды. Они легко зарываются в грунт и легко его покидают [4]. *Gmelinopsis tuberculata* G. O. Sars и *Niphargoides robustoides* (Grimm) (эвригалинный, стенооксибионтный вид) обживают жесткие грунты. Обитателями мягких грунтов являются *Niphargoides quadrimanus* (G. O. Sars), *Gmelina pusilla* G. O. Sars, *Gammarus ischnus Stebbing*, *Niphargoides corpulentus* G. O. Sars (встречается на небольших глубинах) и *Gmelina costata* (G. O. Sars) (эвригалинный вид). На песчаных

донных отложениях встречаются *Gammarus paxillus* Grimm, *Niphargoides obesus* (G. O. Sars) и *Pandorites platycheir* (G. O. Sars) (на небольших глубинах). Илесто-песчаные грунты предпочитают *Gmelina brachyura* Derzh. et Pjat., *Niphargoides derzhavini* Pjatakova и *Gammarus warpachowskyi* G. O. Sars. На заиленной ракушке распространены *Niphargoides caspius* (Grimm), *Niphargoides carausui* (Derzhavin et Pjatakova) и *Niphargoides compressus* (G. O. Sars) (эвригалинный вид, встречающийся до 75-метровой глубины).

Niphargoides spinicaudatus Car. обитает преимущественно в опресненных зонах; *Pandorites podoceroides* (Grimm) отрицательно относится к солености менее 3 ‰. *Niphargoides abbreviatus* (G. O. Sars) – эвригалинный вид, *Niphargoides similis* (G. O. Sars) и *Niphargoides aequimanus* G. O. Sars – стеногалинные виды.

Cardiophilus baeri G. O. Sars ведет полупаразитический образ жизни в мантийной полости моллюсков [4].

Цель работы – определить экологическую толерантность к кислороду северокаспийских гаммарид в естественных условиях среды обитания.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в 2013–2017 гг. в западной части Северного Каспия на 246 станциях. Содержание кислорода определялось йодометрическим методом [5]. Бентос отобран ковшовым дночерпателем типа «Океан-50» с площадью захвата 0,1 м². Пробы промывали через капроновое сито из газа № 14 и фиксировали 4 %-м раствором формальдегида. Камеральная обработка проведена согласно общепринятым гидробиологическим методикам [4, 6, 7].

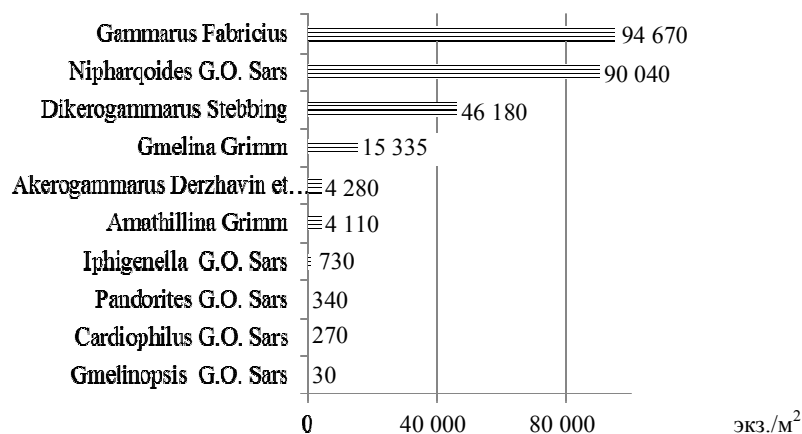
Результаты исследования и их обсуждение

Абсолютное содержание кислорода в придонном горизонте изменялось от 1,29 до 8,52 мл/л, относительное содержание – от 21 до 134 ‰.

Дефицит кислорода (< 80 ‰ насыщения), обусловленный термохалинной стратификацией водных масс, наблюдался преимущественно на локальных участках мелководной (до 5 м) зоны и на границе со Средним Каспием, а также в местах развития тонкозернистых донных осадков.

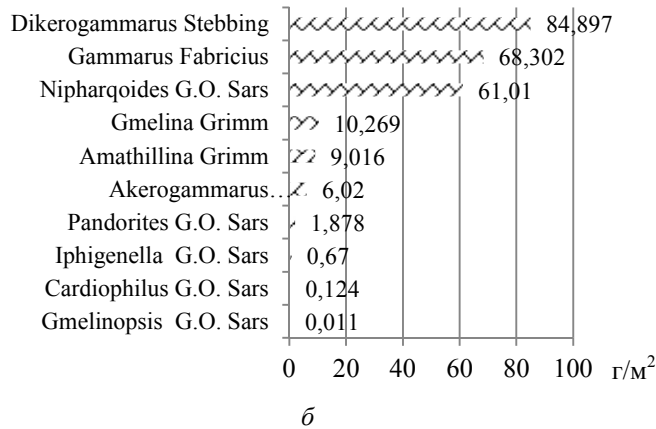
Частота встречаемости Gammaridae составила 82 ‰. Численность Gammaridae варьировала в диапазоне 10–25 020 экз./м²; биомасса – 0,001–20,120 г/м².

По численности преобладали представители рода *Gammarus* Fabricius. Максимальная биомасса зафиксирована у рода *Dakerogammarus* Stebbing (рис.).



a

Суммарная численность (a) отдельных родов сем. Gammaridae



(Окончание) Суммарная биомасса (δ) отдельных родов сем. Gammaridae

Среди видов рода *Gammarus Fabricius* устойчивость к гипоксии наблюдалась у *Gammarus ischnus Stebbing* и *Gammarus pauxillus Grimm* (табл. 1), данные виды характеризуются и эвриоксибионностью.

Таблица 1

Пределы толерантности отдельных видов р. Gammarus к содержанию кислорода

Вид	Частота встречаемости организмов, %	Диапазон количественных показателей организмов		Содержание кислорода			
		Численность, экз./м²	Биомасса, г/м²	Минимум		Максимум	
				мл/л	%	мл/л	%
<i>Gammarus ischnus Stebbing</i>	15	10–17 240	0,001–12,840	2,19	32	7,74	123
<i>Gammarus warpachowskyi G. O. Sars</i>	12	10–290	0,001–5,520	4,10	71	6,83	123
<i>Gammarus pauxillus Grimm</i>	9	10–3 000	0,005–2,080	2,19	32	8,52	123
<i>Gammarus behningi (Mart.)</i>	1	90–100	0,050–0,068	6,08	97	6,83	106

Среди представителей рода *Nipharqoides G. O. Sars* по частоте встречаемости доминировали *Nipharqoides similis (G. O. Sars)* (46 %), *Nipharqoides macrurus (Sars)* (35 %) и *Nipharqoides compressus (G. O. Sars)* (16 %) (табл. 2), частота встречаемости прочих видов не превышала 6 %, при этом виды *Nipharqoides carausui (Derzhavin et Pjatakova)*, *Nipharqoides caspius (Grimm)* и *Nipharqoides obesus (G. O. Sars)* были обнаружены в единичных случаях.

Таблица 2

Пределы толерантности отдельных видов р. Nipharqoides к содержанию кислорода

Вид	Частота встречаемости организмов, %	Диапазон количественных показателей организмов		Содержание кислорода			
		Численность, экз./м²	Биомасса, г/м²	Минимум		Максимум	
				мл/л	%	мл/л	%
<i>Nipharqoides similis (G. O. Sars)</i>	46	10–4 460	0,001–3,710	1,29	21	7,68	134
<i>Nipharqoides macrurus (Sars)</i>	35	10–2 980	1,001–1,096	1,82	26	7,32	123
<i>Nipharqoides compressus (G. O. Sars)</i>	16	10–2 550	0,003–1,649	3,63	59	7,68	134
<i>Nipharqoides abbreviatus (G. O. Sars)</i>	5	10–230	0,105–2,730	4,06	63	7,67	134
<i>Nipharqoides quadrimanus G. O. Sars</i>	5	10–310	0,005–1,990	4,25	72	6,99	114
<i>Nipharqoides aequimanus G. O. Sars</i>	4	10–390	0,01–0,200	4,06	68	6,74	119
<i>Nipharqoides derzhavini Pjatakova</i>	3	10–220	0,005–0,104	5,78	79	7,67	134
<i>Nipharqoides deminutus (Stebbing)</i>	1	10–40	0,004–0,400	5,54	95	7,54	109
<i>Nipharqoides corpulentus G. O. Sars</i>	1	40–280	0,029–0,042	6,12	105	7,51	127

Видами, выдерживающими наибольший диапазон изменения содержания кислорода и обитающими на участках, занятых гипоксией, являются *Niphargoides similis* (G. O. Sars), *Niphargoides macrurus* (Sars) и *Niphargoides compressus* (G. O. Sars). *Niphargoides derzhavini* Pjatakova, *Niphargoides deminutus* (Stebbing) и *Niphargoides corpulentus* G. O. Sars проявляют приуроченность к обитанию в районах с высоким насыщением придонных вод кислородом.

Представитель рода *Dikerogammarus* Stebbing *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald) встречен в 16 % проб. Организмы обитали при абсолютном содержании кислорода 2,19–8,52 мл/л, относительном содержании кислорода 32–123 %. Численность их варьировала от 10 до 6 460 экз./м², биомасса – от 0,001 до 13,120 г/м².

Среди организмов рода *Gmelina* Grimm максимальной частотой встречаемости (42 %) характеризовался вид *Gmelina pusilla* G. O. Sars. Численность данного вида изменялась в интервале 10–1 230 экз./м², биомасса – от 0,001 до 1,080 г/м². *Gmelina pusilla* G. O. Sars встречается в широком диапазоне содержания кислорода (3,63–8,52 мл/л; 63–129 %). Вид *Gmelina costata* (G. O. Sars) встречался с частотой 2 %, при содержании кислорода 4,15–6,69 мл/л (73–115 %). Количественные показатели варьировали в пределах 10–550 экз./м² и 0,003–1,381 г/м².

Akerogammarus knipowitschi Derzhavin et Pjat. (единственный вид рода *Akerogammarus* Derzhavin et Pjatakova, представленный в Северном Каспии [4]) обнаружен при абсолютном содержании кислорода от 4,25 до 7,74 мл/л (при насыщении вод кислородом 70–115 %). Частота встречаемости *Akerogammarus knipowitschi* Derzhavin et Pjat. составила 3 %.

Организмы рода *Amathillina* Grimm *Amathillina pusilla* (G. O. Sars) и *Amathillina spinosa* (Grimm) обнаружены в единичных случаях при достаточно высоком содержании кислорода: 6,76 мл/л (94 %) и 7,54 мл/л (109 %) соответственно. *Amathillina cristata* Grimm, частота встречаемости которой составила 9 %, обитала в диапазоне изменений содержания кислорода 4,65–8,52 мл/л (63–134 %). Численность *Amathillina cristata* Grimm колебалась в пределах 10–740 экз./м², биомасса – 0,003–1,655 г/м².

Представитель рода *Iphigenella* G. O. Sars *Iphigenella andrussovi* (G. O. Sars) обнаружен при содержании кислорода в пределах 4,13–8,52 мл/л (59–119 %) с частотой встречаемости 4 %. Численность данного вида варьировала от 10 до 350 экз./м², биомасса – от 0,00 до 0,190 г/м².

Род *Pandorites* G. O. Sars представлен двумя видами: *Pandorites platycheir* (G. O. Sars) и *Pandorites podocerooides* (Grimm). Частота встречаемости обоих видов составила по 2 %. Гидробионты обнаружены на участках с достаточно высоким содержанием кислорода: *Pandorites platycheir* (G. O. Sars) – при 4,36–5,97 мл/л (81–106 %), *Pandorites podocerooides* (Grimm) – при 6,76–7,67 мл/л (94–134 %).

Cardiophilus baeri G. O. Sars из рода *Cardiophilus* G. O. Sars обитал на участках с содержанием кислорода в придонном слое от 4,10 до 7,74 мл/л (71–115 %). Количественные показатели изменялись в пределах 10–70 экз./м² и 0,001–0,040 г/м². *Cardiophilus baeri* G. O. Sars обнаружен в 4 % проб.

Частота встречаемости единственного представителя рода *Gmelinopsis* G. O. Sars – *Gmelinopsis tuberculata* G. O. Sars – была крайне низкой (1 %). Численность его не превышала 10 экз./м², биомасса изменялась в пределах 0,001–0,005 г/м². Организмы встречались при достаточно высоком содержании кислорода (5,15–6,99 мл/л; 87–106 %).

Таким образом, эвриоксибионтными видами семейства Gammaridae являются: *Niphargoides similis* (G. O. Sars), *Gammarus pauxillus* Grimm, *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald), *Gammarus ischnus* Stebbing, *Niphargoides macrurus* (Sars). Несмотря на то, что некоторые виды, такие как *Gammarus behningi* (Mart.), *Pandorites podocerooides* (Grimm), *Niphargoides corpulentus* G. O. Sars и др., обнаружены в узком диапазоне концентрации растворенного в воде кислорода, низкая частота их встречаемости не позволяет утверждать, что организмы данных видов являются стенобионтами. Из видов, чья частота встречаемости превышала 10 %, *Gammarus warpachowskyi* G. O. Sars обитает в самом узком диапазоне содержания кислорода.

Минимальное содержание кислорода, зафиксированное за весь период исследований (1,29 мл/л; 21 %), не является критическим только для одного вида – *Niphargoides similis* (G. O. Sars). Низкая концентрация (менее 3 мл/л) не ингибирует развитие *Niphargoides macrurus* (Sars), *Gammarus ischnus* Stebbing, *Gammarus pauxillus* Grimm и *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald). При этом на станциях с низким содержанием кислорода количественные показатели

вышеперечисленных видов не были минимальными. Прочие гаммариды, обитающие в Северном Каспии, обнаружены при абсолютном содержании кислорода, превышающем 3,63 мл/л, и при относительном содержании кислорода свыше 59 %.

Выводы

1. В Северном Каспии наблюдается широкая вариабельность содержания растворенного кислорода в придонном слое воды. Гипоксия обусловлена термохалинной стратификацией водных масс и развитием тонкозернистых донных отложений.
2. Гаммариды характеризуются высокой частотой встречаемости. За исследуемый период их численность и биомасса изменялись в широких пределах.
3. Наибольшей устойчивостью к дефициту кислорода отличались *Niphargoides similis* (G. O. Sars), *Niphargoides macrurus* (Sars), *Gammarus ischnus* Stebbing, *Gammarus paucillus* Grimm и *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald).
4. Данные виды характеризуются и широкой экологической валентностью к кислороду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобковский Л. И., Левченко Д. Г., Леонов А. В., Амбросимов А. К. Геоэкологический «портрет» экосистемы Каспийского моря // Геоэкологический мониторинг морских нефтегазоносных акваторий. М.: Наука, 2005. С. 263–298.
2. Виноградов Л. Г. Предстоящие изменения каспийской кормовой фауны и необходимые меры по ее укреплению // Тр. ВНИРО. 1959. Т. 38. Вып. 1. С. 165–175.
3. Сокольский А. Ф., Курашова Е. К., Степанова Т. Г. Атлас основных кормовых организмов рыб Нижней Волги и Каспийского моря. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2002. 394 с.
4. Атлас беспозвоночных Каспийского моря / под ред. Я. А. Бирштейна. М.: Пищ. пром-сть, 1968. 414 с.
5. РД 52.10.736-2010. Объемная концентрация кислорода в морских водах. Методика измерений йодометрическим методом. М.: Изд-во ФГУ «ГОИН», 2010. 27 с.
6. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
7. Романова Н. Н. Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР. М.: Изд-во ВНИРО, 1983. 14 с.

Статья поступила в редакцию 30.12.2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Десярева Лариса Вячеславна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; канд. биол. наук; старший научный сотрудник лаборатории водных проблем и токсикологии; dlgru@mail.ru.

Кострыкина Татьяна Александровна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; специалист лаборатории гидробиологии; kostrykina.t@mail.ru.

Кашин Дмитрий Владимирович – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; руководитель центра экологических исследований; kashin64@mail.ru.



REACTION OF GAMMARIDAE TO OXYGEN CONTAINED IN LOW WATER LEVEL IN THE NORTH CASPIAN

L. V. Degtyareva, T. A. Kostrykina, D. V. Kashin

*Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. The research of bottom invertebrates Gammaridae was carried out in 2013-2017 in the western part of the North Caspian. The purpose of the study was to determine the environmental tolerance of the organisms to oxygen. Oxygen deficit was caused by temperature and salinity stratification of water masses. Hypoxia was formed mainly in some areas of the shallow zone (up to 5 m) on the border of the Northern Caspian – Middle Caspian, as well as in areas with fine-grained sediments. Representatives of Gammaridae are characterized by high frequency of occurrence. During the research period the number and biomass of the studied organisms widely varied. Gammarus Fabricius dominated by the total number, Dakerogammarus Stebbing – by the total biomass. The maximum frequency of occurrence was characteristic for *Niphargoides similis* (G. O. Sars). The limits of tolerance to oxygen of individual Gammaridae species living in the Northern Caspian sea have been presented. The minimum concentration of oxygen recorded for the entire period of research (1.29 ml/l; 21%) is not critical for one species – *Niphargoides similis* (G. O. Sars). The low concentration (3 ml/l) does not inhibit the development of *Niphargoides macrurus* (Sars), *Gammarus ischnus* Stebbing, *Gammarus pauxillus* Grimm and *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald). Other Gammaridae representatives living in the western part of the Northern Caspian were found in the environment with absolute oxygen concentration over 3.63 ml/l and with relative oxygen concentration over 59%. Wide ecological valency for oxygen is typical for *Niphargoides similis* (G. O. Sars), *Gammarus pauxillus* Grimm, *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald), *Gammarus ischnus* Stebbing, and *Niphargoides macrurus* (Sars).

Key words: oxygen concentration, hypoxia, Gammaridae, the North Caspian, abundance, biomass, limits of tolerance.

For citation: Degtyareva L. V., Kostrykina T. A., Kashin D. V. Reaction of Gammaridae to oxygen contained in low water level in the North Caspian. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry* 2020;1:61-67. (In Russ.) DOI: 10.24143/2072-9502-2020-1-61-67.

REFERENCES

1. Lobkovskii L. I., Levchenko D. G., Leonov A. V., Ambrosimov A. K. Geoekologicheskii «portret» ekosistemy Kaspiiskogo moria [Geoecological profile of ecosystem of the Caspian Sea]. *Geoekologicheskii monitoring morskikh neftegazonosnykh akvatorii*. Moscow, Nauka Publ., 2005. Pp. 263-298.
2. Vinogradov L. G. Predstoiashchie izmeneniia kaspiiskoi kormovoi fauny i neobkhodimye mery po ee ukrepleniiu [Upcoming changes in Caspian fodder fauna and necessary measures to strengthen it]. *Trudy VNIRO*, 1959, vol. 38, iss. 1, pp. 165-175.
3. Sokol'skii A. F., Kurashova E. K., Stepanova T. G. *Atlas osnovnykh kormovykh organizmov ryb Nizhnei Volgi i Kaspiiskogo moria* [Atlas of main food organisms for fishes of the Lower Volga and the Caspian Sea]. Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 2002. 394 p.
4. *Atlas bespozvonochnykh Kaspiiskogo moria* [Atlas of invertebrates of the Caspian Sea]. Pod redaktsiei Ia. A. Birshteina. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1968. 414 p.
5. RD 52.10.736-2010. *Ob"emnaia kontsentratsiia kisloroda v morskikh vodakh. Metodika izmerenii iodometricheskim metodom* [RD 52.10.736-2010. Volumetric oxygen concentration in sea waters. Measurement procedure using iodometric method]. Moscow, Izd-vo FGU «GOIN», 2010. 27 p.
6. *Metodika izucheniia biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov* [Methods for studying biogeocenoses of inland waters]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 240 p.
7. Romanova N. N. *Metodicheskie ukazaniia k izucheniiu bentosa iuzhnykh morei SSSR* [Guidelines for studying benthos in southern seas of USSR]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1983. 14 p.

The article submitted to the editors 30.12.2019

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Degtyareva Larisa Vyacheslavna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Candidate of Biology, Senior Researcher of the Laboratory of Water Problems and Toxicology; dlgru@mail.ru.

Kostrykina Tatiana Aleksandrovna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Specialist of the Laboratory of Hydrobiology; kostrykina.t@mail.ru.

Kashin Dmitry Vladimirovich – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Head of the Environmental Research Center; kashin64@mail.ru.

