

DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-20-27
 УДК 551.464.62:595.1:591.524.11(262.81)

ОТНОШЕНИЕ КОЛЬЧАТЫХ И КРУГЛЫХ ЧЕРВЕЙ К КИСЛОРОДУ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Л. В. Дегтярева¹, Т. А. Кострыкина¹, Д. С. Даирова^{2,3},
 Д. В. Кашин¹, О. А. Письменная¹, Е. Л. Петренко¹

¹Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
 рыбного хозяйства и океанографии,
 Астрахань, Российская Федерация

²Казанский государственный медицинский университет,
 Казань, Российская Федерация

³Каспийский морской научно-исследовательский центр,
 Астрахань, Российская Федерация

Образование дефицита кислорода обусловлено температурной и соленостной стратификацией водных масс. На границе Северного и Среднего Каспия гипоксия формировалась преимущественно на отдельных участках мелководной (до 5 м) зоны, а также в местах развития тонкозернистых донных отложений. Представители кольчатых (тип Annelida) и круглых (тип Nematelminthes) червей характеризуются высокой частотой встречаемости. За исследуемый период (2013–2017 гг.) численность и биомасса исследуемой группы варьировала в широких пределах. При этом по общей численности преобладали Oligochaeta, по общей биомассе – Hirudinea. Максимальная частота встречаемости была характерна для полихет *Hediste diversicolor*. Динамика количественных показателей червей находилась в обратной зависимости от изменений площади гипоксии: при расширении площади, занятой гипоксией, количественные показатели червей снижались. Исследованы пределы толерантности к содержанию кислорода отдельных видов и классов червей, обитающих в Северном Каспии. Установлено, что минимальное содержание кислорода, зафиксированное за весь период исследований (1,29 мл/л, 21 %), не является критическим для видов *Hediste diversicolor* и *Hypaniola kowalewskii*. Низкая концентрация (1,76 мл/л, 31 %) не ингибирует развития организмов класса Oligochaeta. Прочие представители группы Vermes, обитающие в западной части Северного Каспия, обнаружены при абсолютном содержании кислорода, превышающем 4,06 мл/л, и при относительном содержании кислорода свыше 44 %. Широкая экологическая валентность к кислороду характерна для *Hediste diversicolor*, *Hypaniola kowalewskii* и Oligochaeta. Узким диапазоном толерантности к кислороду отличаются *Fabricia sabella*, *Caspiobdella tuberculata* и *Archaeobdella esmonti*.

Ключевые слова: кислород, гипоксия, кольчатые черви, круглые черви, Северный Каспий, экологическая валентность к кислороду.

Для цитирования: Дегтярева Л. В., Кострыкина Т. А., Даирова Д. С., Кашин Д. В., Письменная О. А., Петренко Е. Л. Отношение кольчатых и круглых червей к кислороду в западной части Северного Каспия // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 1. С. 20–27. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-20-27.

Введение

Для сохранения рыбопродуктивности Волго-Каспийского бассейна необходимы исследования условий нагула рыб, в том числе и факторов, обуславливающих состояние кормовой базы.

Среди факторов, от которых зависит распределение и продуктивность северокаспийского бентоса, достаточно хорошо изучены глубина и тип донных отложений [1], соленость [2, 3], величина стока взвешенных и биогенных веществ [4] и количество органического вещества в донных отложениях [5, 6]. Также разрабатывалась целостная характеристика ареалов обитания, в состав которой входили характер грунта, солевой, кислородный и пищевой режимы [7].

Несмотря на то, что в Северном Каспии было зафиксировано снижение биомассы бентоса в условиях дефицита кислорода и даже гибель бентосных организмов при заморах [8] (при том, что бентосные организмы имеют определенную адаптацию к колебаниям растворенного в воде кислорода [9]), влияние на бентос кислородного режима в придонном слое воды изучено гораздо меньше. Способность выживать в воде с низкими концентрациями кислорода зависит от видовой принадлежности организмов, их состояния и других условий внешней среды. Минимальная,

или пороговая, концентрация кислорода, переносимая гидробионтами, как правило, ниже для организмов, живущих в естественных местообитаниях в слабоаэрированной воде. Поэтому пелагические формы обычно менее толерантны к низким концентрациям кислорода, чем бентосные, а среди последних обитатели ила выносливее форм, населяющих песок, глину или камни [10].

Следует отметить, что кислородный режим северокаспийских вод характеризуется значительной сезонной и межгодовой изменчивостью, определяемой в основном особенностями гидролого-гидрохимических и биохимических процессов. При этом площади акватории с дефицитом кислорода изменяются в различные годы в зависимости от объема половодья, ветровой активности и степени устойчивости вод [11].

В современный период, в условиях эвтрофирования и изменения гидродинамики в Северном Каспии, повлекших изменения газового режима [12], особый интерес представляет изучение отношения бентосных организмов к кислороду, особенно тех видов, которые соединены трофическими связями с рыбами-бентофагами.

Объектами данного исследования являются представители кольчатых (тип Annelida) и круглых (тип Nematelminthes) червей, которые условно объединены в одну группу Vermes, в настоящее время потерявшую свое классификационное значение, но не утратившую обиходного зоологического смысла. Большинство организмов группы Vermes являются кормовыми объектами многих видов рыб, в том числе промысловых. *Hediste diversicolor* – кормовой объект осетра, севрюги и сеголетков воблы, а также бычка-песочника и кругляка, которые, в свою очередь, входят в рацион осетровых, сома, судака и др. [13, 14]. Представители таксономических групп Oligochaeta и Ampharetidae играют немаловажную роль и в питании леща. Кроме того, численность и биомасса червей, как трофический фактор, определяют распределение бентосоядных рыб [13].

Из всех организмов группы Vermes, обитающих в Северном Каспии, отношение к кислородному режиму изучено достаточно хорошо только у полихет *Hediste diversicolor*. Известно, что *Hediste diversicolor* достаточно толерантен к изменению абиотических факторов [15], характеризуется устойчивостью к дефициту кислорода [13], может находиться в неблагоприятных газовых условиях достаточно длительное время. Однако при разной солености наблюдается неодинаковая потребность его в кислороде – с ростом солености продолжительность нормальной жизнедеятельности его в бескислородной среде возрастает. С повышением температуры воды критическая концентрация кислорода для *Hediste diversicolor* увеличивается [16].

Нашей целью было установить экологическую валентность к кислороду организмов группы Vermes в естественных условиях обитания, а также определить разницу в резистентности различных организмов к дефициту кислорода в природных условиях.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена в 2013–2017 гг. (июнь) в западной части Северного Каспия. На синхронных станциях (общее количество – 246 станций) отбирались пробы на кислород и количественные показатели бентоса. Содержание кислорода определялось йодометрическим методом [17].

Пробы макрозообентоса отбирали ковшовым дночерпателем типа «Океан-50» с площадью захвата 0,1 м². Содержимое дночерпателя промывали через капроновое сито из газа № 14 и фиксировали 4 % раствором формальдегида. Камеральную обработку собранного материала проводили в лаборатории гидробиологии Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства согласно общепринятым гидробиологическим методикам [18–20].

Результаты исследования и их обсуждение

За период исследований абсолютное содержание кислорода в придонном слое воды изменялось от 1,29 до 8,52 мл/л, относительное содержание – от 21 до 134 %.

Образование дефицита кислорода (< 80 % насыщения) было обусловлено термохалинной стратификацией водных масс. Гипоксия формировалась преимущественно на отдельных участках мелководной (до 5 м) зоны и на границе Северного и Среднего Каспия. Образование дефицита кислорода также наблюдалось в местах развития тонкозернистых донных отложений.

За исследуемый период общие площади гипоксии изменялись от 0,21 до 6,55 тыс. км².

Численность червей находилась в диапазоне 10–28 820 экз./м²; биомасса – 0,002–22,090 г/м². Частота встречаемости червей составила 94 %. Наблюдалась зависимость динамики количественных показателей от изменений площади гипоксии. При расширении площади, занятой гипоксией, количественные показатели червей снижались (рис. 1).

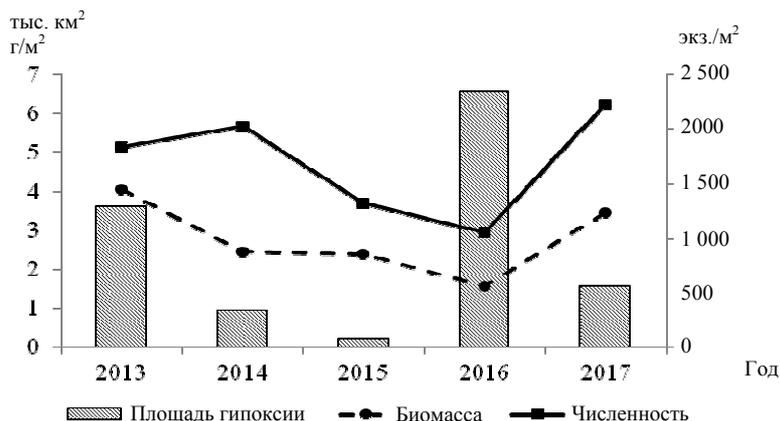


Рис. 1. Средние показатели численности и биомассы Vermes в зависимости от общей площади гипоксии в западной части Северного Каспия

В Северном Каспии обитают представители трех классов Annelida – многощетинковые черви (Polychaeta), малощетинковые черви (Oligochaeta) и пиявки (Hirudinea) – и одного класса Nematelminthes – нематоды (Nematoda).

Среди указанных таксономических групп за 5-летний период исследований по численности преобладали представители кл. Oligochaeta, по биомассе – кл. Hirudinea (рис. 2).

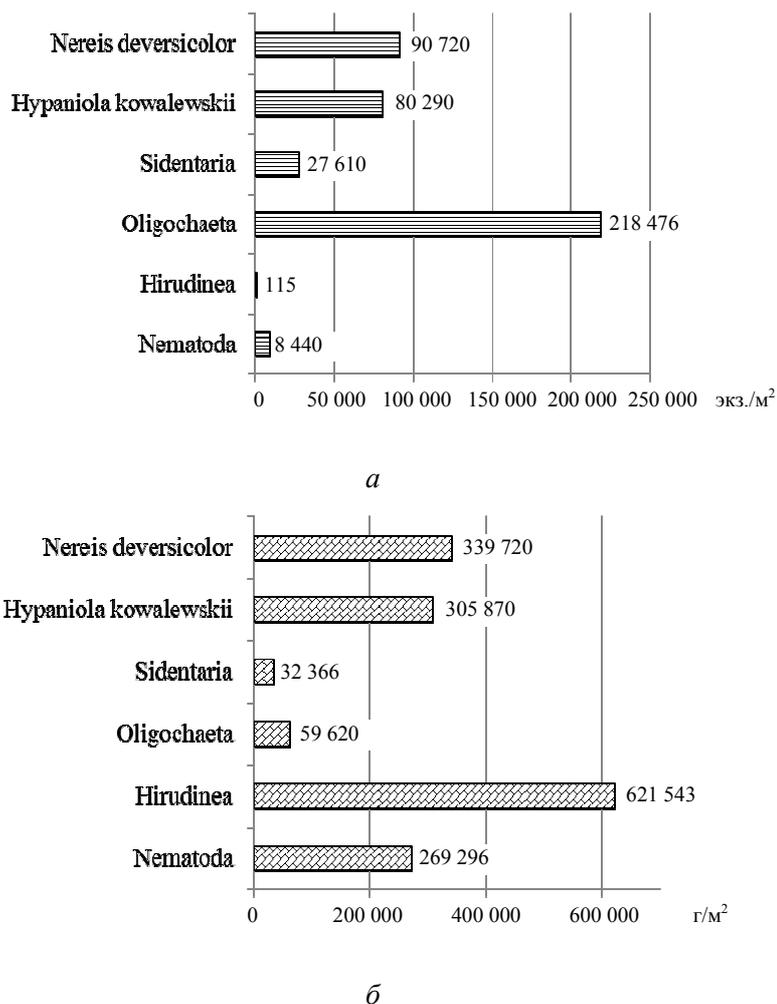


Рис. 2. Суммарные численность (а) и биомасса (б) отдельных видов и классов червей

Подкласс Бродячие многощетинковые черви (Errantia) был представлен видом *Hediste diversicolor*. Частота встречаемости данного вида составила 66 %. За период исследований численность *Hediste diversicolor* изменялась от 5 до 5 640 экз./м², биомасса – от 0,001 до 18,964 г/м². Организмы встречались на глубинах 3,0–29,0 м при абсолютном содержании кислорода 1,29–8,52 мл/л, относительном содержании кислорода 21–134 %.

Подкласс Сидячие многощетинковые черви (Sidentaria) был представлен следующими видами: *Hypaniola kowalewskyii*, *Manayunkia caspica* и *Fabricia sabella*. Частота встречаемости *Hypaniola kowalewskyii* составила 57 %. Численность изменялась в интервале 5–4 520 экз./м², биомасса – 0,001–21,300 г/м². Организмы обнаружены на глубинах 2,0–17,0 м при абсолютном содержании кислорода 1,29–7,32 мл/л, относительном содержании кислорода 21–123 %. Частота встречаемости *Manayunkia caspica* и *Fabricia sabella* была крайне низкой (2 и 1 % соответственно). *Manayunkia caspica* обитала на глубинах 6,5–9,0 м при высоком (5,0–6,6 мл/л, 82–119 %) содержании кислорода. Численность ее изменялась в пределах 10–1 330 экз./м², биомасса – 0,002–0,122 г/м². *Fabricia sabella* обнаружена на глубине около 13 м при 4,6–5,1 мл/л и 78–87 % содержании кислорода. Численность этого вида изменялась в диапазоне 30–25 380 экз./м², биомасса – 0,005–0,765 г/м².

Представители кл. Oligochaeta встречались с частотой 87 %. За период исследований их численность варьировала от 10 до 7 010 экз./м², биомасса – от 0,001 до 36,65 г/м². Организмы встречались на глубинах 2,0–29,0 м при абсолютном содержании кислорода 1,76–7,74 мл/л, относительном содержании кислорода 31–134 %.

Класс Hirudinea был представлен тремя видами: *Archaeobdella esmonti*, *Piscicola caspica* и *Caspiobdella tuberculata*. Частота встречаемости данных организмов была низкой – от 1 до 2 %.

Archaeobdella esmonti встречались на глубинах 3,0–5,2 м при достаточно высоком содержании кислорода – от 5,62 до 6,13 мл/л, 96–104 %. Численность изменялась в интервале 10–20 экз./м², биомасса – 0,023–0,024 г/м². *Piscicola caspica* обживала глубины 2,8–6,0 м, где абсолютное содержание кислорода изменялось в пределах 4,1–6,7 мл/л, относительное – 44–115 %. Численность этого вида изменялась от 5 до 20 экз./м², биомасса – от 0,001 до 0,117 г/м². *Caspiobdella tuberculata* обитала на глубинах 4,5–7,0 м при содержании кислорода 5,1–5,5 мл/л, 83–88 %. Численность была на отметке 10,0 экз./м², биомасса изменялась в пределах 0,003–0,087 г/м².

Частота встречаемости нематод составила 21 %. За период исследований численность нематод изменялась от 10 до 2 460 экз./м², биомасса – от 0,001 до 4,381 г/м². Организмы обнаружены на глубинах 2,0–29,0 м при абсолютном содержании кислорода 4,06–7,51 мл/л, относительном содержании кислорода 68–127 %.

Пределы толерантности отдельных видов и классов червей, обитающих в Северном Каспии, к содержанию кислорода представлены в таблице.

Пределы толерантности отдельных видов и классов группы Vermes к содержанию кислорода

Таксоны	Минимум		Максимум	
	Абсолютное содержание, мл/л	Относительное содержание, %	Абсолютное содержание, мл/л	Относительное содержание, %
<i>Hediste diversicolor</i> Muller, 1776	1,29	21	8,52	134
<i>Hypaniola kowalewskyii</i> (Grimm, 1877)	1,29	21	7,32	123
Oligochaeta	1,76	31	7,74	134
Nematoda	4,06	68	7,51	127
<i>Piscicola (Caspiobdella) caspica</i> Salensky, 1915	4,13	44	6,69	115
<i>Fabricia sabella</i> Ehrenberg, 1837	4,56	78	5,05	87
<i>Manayunkia caspica</i> Annenkova, 1929	5,02	82	6,60	119
<i>Caspiobdella tuberculata</i> Epshtein, 1966	5,08	83	5,49	88
<i>Archaeobdella esmonti</i> Grimm, 1876	5,62	96	6,13	104

Таким образом, минимальное содержание кислорода, зафиксированное за весь период исследований (1,29 мл/л, 21 %), не является критическим для видов *Hediste diversicolor* и *Hypaniola kowalewskyii*. Низкая концентрация (1,76 мл/л, 31 %) не ингибирует развития организмов класса Oligochaeta. При этом количественные показатели данных организмов были низкими, но не минимальными за период исследования.

Прочие представители группы Vermes, обитающие в западной части Северного Каспия, обнаружены при абсолютном содержании кислорода, превышающем 4,06 мл/л, и при относительном содержании кислорода свыше 44 %.

Широкая экологическая валентность к кислороду характерна для *Hediste diversicolor*, *Hypaniola kowalewskyii* и *Oligochaeta*. Узким диапазоном толерантности к кислороду отличаются *Fabricia sabella*, *Caspiobdella tuberculata* и *Archaeobdella esmonti*.

Заключение

В Северном Каспии наблюдается широкая вариабельность концентрации растворенного кислорода в придонном слое воды. Гипоксия формируется в условиях термохалинной стратификации и развития тонкозернистых донных отложений. Площади гипоксии изменялись в широких пределах и определяли величину численности и биомассы червей.

Черви характеризовались высокой частотой встречаемости. За исследуемый период численность и биомасса исследуемой группы варьировала в широких пределах, при этом по общей численности преобладали *Oligochaeta*, по общей биомассе – *Hirudinea*. Максимальная частота встречаемости была характерна для полихет *Hediste diversicolor*. Наибольшей устойчивостью к дефициту кислорода отличались *Hediste diversicolor*, *Hypaniola kowalewskyii* и *Oligochaeta*. Эти же виды имеют самую широкую экологическую валентность к кислороду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арнольди Л. В. К вопросу о распределении зообентоса в Каспийском море // Тр. по комплексному изучению Каспийского моря. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938. С. 115–171.
2. Саенкова А. К. Сезонная динамика бентоса Северного Каспия // Тр. Касп. науч.-исслед. ин-та мор. рыбн. хоз-ва и океанографии. 1959. Т. XV. С. 56–103.
3. Осадчих В. Ф. Биологические и экологические особенности корофиид (*Corophium latreille*, 1806) Северного Каспия // Тр. КаспНИРХа. 1971. Т. 26. С. 100–116.
4. Бондаренко М. В. Состав и распределение мизид Северного Каспия // Тр. ВНИРО. 1978. Т. СXXXII. С. 13–25.
5. Яблонская Е. А. Многолетние изменения биомассы разных трофических групп бентоса Северного Каспия // Тр. ВНИРО. 1975. Т. CVIII. С. 50–64.
6. Десярева Л. В., Письменная О. А., Петренко Е. Л. Влияние содержания органического углерода в донных отложениях Северного Каспия на численность и биомассу зообентоса // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2015. № 1. С. 37–46.
7. Виноградов Л. Г. Предстоящие изменения каспийской кормовой фауны и необходимые меры по ее укреплению // Тр. ВНИРО. 1959. Т. 38. Вып. 1. С. 165–175.
8. Катунин Д. Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2014. 478 с.
9. Абдурахманов Г. М., Сокольская Е. А. Основные экологические особенности бентоса Северного Каспия // Юг России: экология, развитие. 2009. Вып. 4. С. 65–68.
10. Константинов А. С. Общая гидробиология: учеб. для студентов биол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1986. 472 с.
11. Катунин Д. Н., Косарев А. Н. Соленость и биогенное вещество в Северном Каспии // Водные ресурсы. 1981. Вып. 1. С. 77–88.
12. Салманов М. А. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. Баку: ПИЦ Исмаил, 1999. 398 с.
13. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность / под ред. Е. А. Яблонской. М.: Наука, 1985. 276 с.
14. Экологические мониторинговые исследования на лицензионном участке «Северный» ООО «Лукойл-Нижневожскнефть» (1997–2006 гг.) / под ред. Г. А. Судакова. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2007. 432 с.
15. Малиновская Л. В. Многолетняя динамика развития моллюсков Северного Каспия // Рыбохозяйственная наука на Каспии: задачи и перспективы: материалы Междунар. конф., посвящ. 40-летию ГУДП «Дагестанское отделение КаспНИРХ». Астрахань, 2003. С. 118–121.
16. Каревич А. Ф., Осадчих В. Ф. Влияние солености, газового режима воды и характера грунта на *Nereis succinea* // Материалы к познанию фауны и флоры, издаваемые Московским обществом испытателей природы. Сб. работ об акклиматизации *Nereis succinea* в Каспийском море. М.: Изд-во Моск. о-ва испытателей природы, 1952. Вып. 33. С. 352–365.

17. *РД.52.10.736-2010*. Объемная концентрация кислорода в морских водах. Методика измерений йодометрическим методом. М.: Изд-во ФГУ «ГОИН», 2010. 27 с.
18. *Методика* изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
19. *Романова Н. Н.* Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР. М.: Изд-во ВНИРО, 1983. 14 с.
20. *Атлас* беспозвоночных Каспийского моря / под ред. Я. А. Бирштейна. М.: Пищ. пром-ть, 1968. 414 с.

Статья поступила в редакцию 11.10.2018

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дегтярева Лариса Вячеславна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; 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; младший научный сотрудник лаборатории гидробиологии; kostrykina.t@mail.ru.

Даирова Динара Сруровна – Россия, 420012, Казань; Казанский государственный медицинский университет; канд. биол. наук, доцент; доцент кафедры гигиены, медицины труда; Россия, 414045, Астрахань; Каспийский морской научно-исследовательский центр; ведущий научный сотрудник лаборатории гидрометеорологии и климата; dairova3110@mail.ru.

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

Письменная Ольга Анатольевна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; канд. биол. наук; зав. лабораторией гидробиологии; olga-pismennaya@mail.ru.

Петренко Елена Львовна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; ведущий инженер лаборатории гидробиологии; e.l.petrenko@mail.ru.



DEPENDENCE OF SEGMENTED AND ROUND WORMS ON OXYGEN IN THE WESTERN PART OF THE NORTH CASPIAN

*L. V. Degtyareva¹, T. A. Kostrykina¹, D. S. Dairova^{2, 3},
D. V. Kashin¹, O. A. Pismennaya¹, E. L. Petrenko¹*

¹*Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute
of Fisheries and Oceanography,
Astrakhan, Russian Federation*

²*Kazan State Medical University,
Kazan, Russian Federation*

³*Caspian Marine Scientific Research Center,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. Oxygen deficiency is caused by temperature and salinity stratification of water masses. Hypoxia was formed mainly on the border of the Northern Caspian – Middle Caspian, in shallow areas (up to 5 m depth), as well as in areas with fine-grained sediments. Representatives of annelid

(Annelida) and round (Nemathelminthes) worms are characterized by high frequency. During the study period (2013-2017) the abundance and biomass of the study group varied widely. Oligochaeta was dominated by the total number, Hirudinea – by the total biomass. The maximum frequency was characteristic for polychaetes *Hediste diversicolor*. The dynamics of quantitative indicators of worms was inversely dependent on changes in the area of hypoxia: the expansion of the hypoxic area showed the decreased number of worms. The limits of tolerance to the oxygen content in individual species and classes of worms living in the north part of the Caspian Sea have been studied. The minimum concentration of oxygen recorded for the entire study period (1.29 ml/l; 21%) is found not critical for *Hediste diversicolor* and *Hypaniola kowalewskii*. The low concentration (1.76 ml/l; 31%) does not inhibit the development of Oligochaetas. The other representatives of Vermes group living in the western part of the Northern Caspian were found under the absolute oxygen content exceeding 4.06 ml/l and under the relative oxygen content exceeding 44%. A wide ecological valence for oxygen is characteristic for *Hediste diversicolor*, *Hypaniola kowalewskii* and *Oligochaeta*. *Fabricia sabella*, *Caspiobdella tuberculosis* and *Archaeobdella esmonti* demonstrate the narrow range of oxygen tolerance.

Key words: oxygen, hypoxia, annelid worms, roundworms, the Northern Caspian, ecological valence to oxygen.

For citation: Degtyareva L. V., Kostrykina T. A., Dairova D. S., Kashin D. V., Pismennaya O. A., Petrenko E. L. Dependence of segmented and round worms on oxygen in the western part of the North Caspian. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;1:20-27. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-20-27.

REFERENCES

1. Arnol'di L. V. K voprosu o raspredelenii zoobentosa v Kaspiiskom more [To the question of zoobenthos distribution in the Caspian Sea]. *Trudy po kompleksnomu izucheniiu Kaspiiskogo moria*. Moscow, Leninograd, Izd-vo AN SSSR, 1938. Pp. 115-171.
2. Saenkova A. K. Sezonnaia dinamika bentosa Severnogo Kaspii [Seasonal dynamics of benthos of the Northern Caspian]. *Trudy Kaspiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta morskogo rybnogo khoziaistva i okeanografii*, 1959, vol. XV, pp. 56-103.
3. Osadchikh V. F. Biologicheskie i ekologicheskie osobennosti korofiid (Corophium latreille, 1806) Severnogo Kaspii [Biological and ecological characteristics of Corophiidae (Corophium latreille, 1806) in the Northern Caspian]. *Trudy KaspNIRKha*, 1971, vol. 26, pp. 100-116.
4. Bondarenko M. V. Sostav i raspredelenie mizid Severnogo Kaspii [Composition and distribution of opossum shrimps in the Northern Caspian]. *Trudy VNIRO*, 1978, vol. SKhKhXII, pp. 13-25.
5. Iablonskaia E. A. Mnogoletnie izmeneniia biomassy raznykh troficheskikh grupp bentosa Severnogo Kaspii [Multi-year changes of biomass of different trophic groups of benthos in the Northern Caspian]. *Trudy VNIRO*, 1975, vol. CVIII, pp. 50-64.
6. Degtiareva L. V., Pis'mennaia O. A., Petrenko E. L. Vliianie sodержaniia organicheskogo ugleroda v donnykh otlozheniiakh Severnogo Kaspii na chislennost' i biomassu zoobentosa [Influence of organic carbon concentration in sediments of the Northern Caspian on abundance and biomass of zoobenthos]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2015, no. 1, pp. 37-46.
7. Vinogradov L. G. Predstoiaishchie izmeneniia kaspiiskoi kormovoi fauny i neobkhodimye mery po ee ukrepleniiu [Further changes of the Caspian food fauna and urgent measures for its strengthening]. *Trudy VNIRO*, 1959, vol. 38, iss. 1, pp. 165-175.
8. Katunin D. N. *Gidroekologicheskie osnovy formirovaniia ekosistemnykh protsessov v Kaspiiskom more i del'te reki Volgi* [Hydroecological backgrounds of creating ecosystem processes in the Caspian Sea and the Volga Delta]. Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 2014. 478 p.
9. Abdurakhmanov G. M., Sokol'skaia E. A. Osnovnye ekologicheskie osobennosti bentosa Severnogo Kaspii [Main ecological characteristics of benthos in the Northern Caspian]. *Iug Rossii: ekologiya, razvitie*, 2009, iss. 4, pp. 65-68.
10. Konstantinov A. S. *Obshchaia gidrobiologiya: uchebnik dlia studentov biol. spets. vuzov* [General hydrobiology: textbook for students of Biological Faculties in Universities]. Moscow, Vysshiaia shkola Publ., 1986. 472 p.
11. Katunin D. N., Kosarev A. N. Solenost' i biogennoe veshchestvo v Severnom Kaspii [Salinity and biogenic matter in the Northern Caspian]. *Vodnye resursy*, 1981, iss. 1, pp. 77-88.
12. Salmanov M. A. *Ekologiya i biologicheskaiia produktivnost' Kaspiiskogo moria* [Ecology and biological productivity of the Caspian Sea]. Baku, PIT's Ismail, 1999. 398 p.
13. *Kaspiiskoe more. Fauna i biologicheskaiia produktivnost'* [The Caspian Sea. Fauna and biological productivity]. Pod redaktsiei E. A. Iablonskoi. Moscow, Nauka Publ., 1985. 276 p.

14. *Ekologicheskie monitoringovye issledovaniia na litsenzionnom uchastke «Severnyi» OOO «Lukoil-Nizhnevolzhskneft'» (1997–2006 gg.)* [Ecological monitoring and research at the licensed area “Severnyi” “Lukoil-Nizhnevolzhskneft” JSC (1997-2006)]. Pod redaktsiei G. A. Sudakova. Astrakhan', Izd-vo Kasp-NIRKh, 2007. 432 p.

15. Malinovskaia L. V. *Mnogoletniaia dinamika razvitiia molliuskov Severnogo Kaspiia* [Multi-year dynamics of development of mollusks in the Northern Caspian]. *Rybokhoziaistvennaia nauka na Kaspii: zadachi i perspektivy: materialy Mezhdunarodnoi konferentsii, posviashchennoi 40-letiiu GUDP «Dagestanskoe otdelenie KaspNIRKh»*. Astrakhan', 2003. Pp. 118-121.

16. Karpevich A. F., Osadchikh V. F. *Vliianie solenosti, gazovogo rezhima vody i kharaktera grunta na Nereis succinea* [Influence of salinity, gas regime of water and ground characteristics on *Nereis succinea*]. *Materialy k poznaniiu fauny i flory, izdavaemye Moskovskim obshchestvom ispytatelei prirody. Sbornik rabot ob akklimatizatsii Nereis succinea v Kaspiiskom more*. Moscow, Izd-vo Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody, 1952. Iss. 33. Pp. 352-365.

17. RD.52.10.736-2010. *Ob"emnaia kontsentratsiia kisloroda v morskikh vodakh. Metodika izmerenii iodometricheskim metodom* [RD.52.10.736-2010. Volume concentration of oxygen in the sea water. Methods of measuring by using iodometry]. Moscow, Izd-vo FGU «GOIN», 2010. 27 p.

18. *Metodika izucheniia biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov* [Methods of studying biogeocenoses of inland water bodies]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 240 p.

19. Romanova N. N. *Metodicheskie ukazaniia k izucheniiu bentosa iuzhnykh morei SSSR* [Methodological guidelines on studying benthos of the Southern seas of the USSR]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1983. 14 p.

20. *Atlas bespozvonochnykh Kaspiiskogo moria* [Atlas of invertebrates of the Caspian Sea]. Pod redaktsiei Ia. A. Birshteina. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1968. 414 p.

The article submitted to the editors 11.10.2018

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Degtyareva Larisa Vyacheslavna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; 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; Junior Researcher of the Laboratory of Hydrobiology; kostrykina.t@mail.ru.

Dairova Dinara Srurovna – Russia, 420012, Kazan; Kazan State Medical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Hygiene and Occupational Medicine; Russia, 414045, Astrakhan; Caspian Marine Scientific Research Center; Leading Researcher of the Laboratory of Hydrometeorology and Climate; dairova3110@mail.

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

Pismennaya Olga Anatolievna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Candidate of Biology; Head of the Laboratory of Hydrobiology; olga-pismennaya@mail.ru.

Petrenko Elena Lvovna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Leading Engineer of the Laboratory of Hydrobiology; e.l.petrenko@mail.ru.

