

Водные биоресурсы и среда обитания
2019, том 2, номер 2, с. 45–56
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
2019, vol. 2, no. 2, pp. 45–56
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 595.32(262.54)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ЖАБРОНОГО РАЧКА РОДА *ARTEMIA* LEACH, 1819 В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАЛИВА СИВАШ

© 2019 А. М. Семик, Е. М. Саенко, Е. А. Замятина

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
E-mail: saenko_e_m@azniirkh.ru*

Аннотация. Представлены результаты экспедиционных исследований по оценке состояния жаброногого рачка рода *Artemia* Leach, 1819 в восточной части залива Сиваш (Азовское море) в 2017–2018 гг. Определены изменения уровня солености в заливе за рассматриваемый период, приведен их диапазон. Представлена сезонная динамика (весна, лето, осень) количественных показателей (численность — экз./м³ и биомасса — мг/м³) рачков. Исследована структура популяции жаброногого рачка артемии во временном аспекте и при различных режимах солености вод в восточной части залива Сиваш. Дана схема распространения популяции артемии по сезонам, определена плотность по акватории в течение 2018 г. Анализ материалов показал, что рост солености воды в восточной части залива Сиваш способствовал развитию жаброногого рачка, росту численности и биомассы рачков и цист. Характерные для Сиваша сгонно-нагонные процессы способствовали распространению рачков артемии из временно заливаемых водой участков по всей акватории восточной части залива. Сделан вывод, что при сохранении существующей тенденции роста солености следует ожидать увеличения продуктивности популяции артемии и промысловой значимости осолоняемых участков восточной акватории залива Сиваш.

Ключевые слова: восточная часть залива Сиваш, *Artemia*, численность, биомасса, соленость, науплии, ювенильная стадия, предвзрослая стадия, самки, самцы, цисты, овисаки

CURRENT STATUS OF THE BRINE SHRIMP POPULATION *ARTEMIA* LEACH, 1819 IN THE EASTERN SIVASH BAY

A. M. Semik, E. M. Saenko, E. A. Zamyatina

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI “VNIRO”),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail: saenko_e_m@azniirkh.ru*

Abstract. The survey results on the status of aquatic crustaceans of the genus *Artemia* Leach, 1819 in the eastern Sivash Bay (the Azov Sea) in 2017–2018 are presented. The features and range of changes of the salinity level in the bay during the investigated period are considered. The dynamics for the abundance (ind./m³) and biomass (mg/m³) of the brine shrimp by seasons (spring, summer and autumn) is presented. The structure of the artemia population in the time aspect and under different water salinity regimes observed in the eastern side of the Sivash Bay has been considered. The brine shrimp density in the bay has also been studied and a scheme of their spatial distribution is presented by 2018 seasons. The research results revealed that the increase in the water salinity in the eastern Sivash Bay promoted the development of the branchiopods, abundance growth and gain in weight of both adult organisms and cysts. The wind-induced processes typical of Sivash contributed to the spread of *Artemia* crustaceans from temporarily flooded areas throughout the eastern part of the bay. In the case that the current trend of the salinity fluctuations is preserved, an increase in the productivity of artemia population should be expected, as well as in commercial significance of saline areas of the Sivash Bay.

Keywords: eastern part of Sivash Bay, *Artemia*, abundance, biomass, salinity, naupliar stages, juveniles, pre-adult stages, females, males, cysts, ovisacs

ВВЕДЕНИЕ

Залив Сиваш Азовского моря — обширный, мелководный, прогреваемый водоем с сильной изрезанностью береговой линии и наличием многочисленных более мелких заливов и лиманов, местами перекрытых дамбами. Чонгарский полуостров разделяет залив на западную и восточную части. Через Генический пролив в восточную часть залива поступает вода из Азовского моря [1–4].

Особенностью залива является широкая вариабельность уровня солености на всем протяжении акватории. Водно-солевой режим отдельных частей залива определяется географическими особенностями: ростом солености воды по направлению с востока на запад в западной части залива и с севера на юг — в восточной части залива.

По данным В.П. Воробьева (1940), в 1935–1936 гг. соленость воды в восточной части Сиваша у Генического пролива варьировала в пределах 10,5–39,6 ‰, в южной части — 90,8–149,0 ‰, достигая на отдельных участках 165,6 ‰ [1]. В 1955 г., до строительства и ввода в эксплуатацию Северо-Крымского оросительного канала, соленость восточной части залива варьировала от 31,2–62,5 ‰ на севере до 119,8–140,7 ‰ на юге [5]. С 1971 г., с вводом в эксплуатацию Северо-Крымского канала, началось распреснение водоема пресной водой, поступающей из Каховского водохранилища в южные районы Сиваша. В 1994 г. соленость была отмечена на уровне 16,8–20,5 ‰. В 2003–2004 гг. был зарегистрирован наименьший уровень, который варьировал от 10,6–12,6 ‰ в районе пролива Тонкий до 29,1 ‰ на юге [3, 6]. В 2008–2011 гг. соленость на юге достигла 34,6–38,2 ‰. В 2014–2015 гг. соленость колебалась от 40 до 70 г/л [7], в 2016 г. —

от 15 ‰ у пос. Мысовое до 75 ‰ (пос. Соляное), в центральной части (пос. Изобильное) — 58 ‰ [4].

Такая изменчивость уровня солености не могла не сказаться на видовом составе биоты. Если в период до строительства и ввода в эксплуатацию Северо-Крымского канала рыбохозяйственное значение имела только северная акватория восточной части залива Сиваш, то в южной и центральной акватории развивались биоценозы с высокой численностью и биомассой кормовых гидробионтов, доминирующим видом которых были виды рода артемия. Период распреснения стал благоприятным для формирования условий для гидробионтов морского комплекса. В 1980-х гг. рыбохозяйственное значение имела вся восточная часть залива, что способствовало росту численности и биомассы промысловых видов рыб, в частности основного промыслового вида — сивашской популяции камбалы-глоссы [5]. В этот период наблюдался рост объемов вылова промысловых видов рыб (азово-черноморские кефали, камбала-глосса, бычки, атерина) с 340 т (1978 г.) до 1132,4 т (1986 г.). Однако дальнейшее распреснение негативно сказалось на воспроизводстве рыб, особенно камбалы-глоссы. В период наименьшей солености ее скопления отмечались лишь в южной части на ограниченной площади, создавая напряженные трофические условия для популяции. Делались предположения о полной потере рыбохозяйственной значимости восточного участка Сиваша.

Происходящие в водоеме гидрологические изменения повлияли на биотическую структуру, обуславливая изменение видового состава гидробионтов, численности и биомассы зоопланктонных и бентосных сообществ водоема. Из 80 видов зоопланктонных и 50 видов бентосных организмов,

учитываемых за весь период исследований в заливе Сиваш [8], наиболее многочисленными в 2013–2016 гг. промысловыми объектами были хирономиды [4, 9]. Жаброногий рачок рода *Artemia*, представитель ультрагалинных видов, в этот период в зоопланктоне отсутствовал. Лишь в бентосе у пос. Соляное кроме хирономид присутствовали цисты артемии [4, 7].

Жаброногий рачок рода *Artemia* является ценным водным биоресурсом, отнесенным к объектам промышленного рыболовства и прибрежного рыболовства в водах Российской Федерации [10, 11]. Отмечаемый в последние годы повышенный интерес к данному промысловому объекту требует постоянного мониторинга состояния популяций видов рода *Artemia* в различных гипергалинных вод-

ных объектах, тем более в водоемах с динамичным солевым режимом.

Целью настоящей работы стала оценка состояния популяции жаброногого рачка рода *Artemia* в восточной части залива Сиваш в 2017–2018 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ежегодное изучение состояния промысловых объектов — артемии (рачки) и артемии на стадии цист (виды рода *Artemia*) — ФГБНУ «АзНИИРХ» стал проводить с 2017 г. весной (май), летом (июль) и осенью (октябрь). В основу статьи положены данные, собранные в течение 2017–2018 гг. в восточной части залива Сиваш. Исследования проводились по стандартной сетке на 10 станциях в акватории от пос. Дмитровка до пос. Львово (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб в восточной части залива Сиваш

Fig. 1. Map of sampling stations in the eastern part of the Sivash Bay

На каждой станции отбирали пробы планктона и бентоса в трехкратной повторности. Одновременно осуществляли контроль состояния среды обитания артемии по гидролого-гидрохимическим показателям: глубина, температура поверхностного слоя воды (0,2 м), соленость.

Отбор и обработка проб проводились в соответствии с опубликованными методами исследования на

гипергалинных водоемах [12]. Отбор проб зоопланктона проводили сетью Апштейна (размер ячеек 112 мкм). Объем фильтрованной воды составлял 50 л. Пробы фиксировали 4%-ным формалином. Камеральную обработку проводили в лабораторных условиях. При камеральной обработке определение количества половозрелых рачков с заполненными яйцевыми мешками проводили во всей пробе, числен-

ность цист — в 5–10 мл пробы в 2–3-кратной повторности с последующим пересчетом на весь объем пробы. Взрослых особей с яйцевыми мешками препарировали и подсчитывали количество цист в яйцевом мешке. Подсчет артемии на всех стадиях развития и цист производили в камере Богорова с использованием бинокулярного микроскопа МБС-10. Подсчитывали количество организмов по следующим онтогенетическим стадиям: яйца, цисты, науплиусы, метанауплиусы, ювенильные, предвзрослые, взрослые самки (с цистами и без цист) и самцы. Определяли также их процентное соотношение и количество цист в овисаках самок. Численность рачков и цист выражали в экз./м³, биомассу — в мг/м³.

Отбор проб для определения количества цист артемии в зообентосе осуществляли с помощью бентосной рамки (площадь 0,01 м²). Отобранную пробу маркировали и фиксировали 4%-ным формалином. Для отмывки пробы от грунта использовали мешок из ткани капроновой для сит (размер ячеек 160 мкм). При камеральной обработке в зависимости от качества пробы объем доводили до 50–500 мл. Численность цист подсчитывали в 2–10 мл в трех повторностях в камере Богорова с использованием бинокулярного микроскопа МБС-10. Численность цист выражали в экз./м², биомассу — в мг/м².

Одновременно с отбором проб определяли температуру термометром ТМ-10 и отбирали пробы воды на соленость. Соленость определяли в лабораторных условиях с помощью электросолемера ГМ-2007. Пересчет практических единиц солености (пес) в промилле с учетом разведений проводили с использованием аппаратно-программного комплекса ELEKTROSOLEMER. Соленость выражали в промилле (‰).

Результаты обработаны стандартными статистическими методами [13]. Вычисляли среднюю арифметическую величину (\bar{X}) и ее ошибку (m), стандартное отклонение (σ), численность выборки (n), число степеней свободы (k). Достоверность определяли по критерию Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$. Все расчеты проводили в программе Microsoft Excel.

Объем обработанного материала за период исследований составил 60 проб зоопланктона, 60 — зообентоса, 120 определений среды обитания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В восточной части залива Сиваш в местах отбора проб преобладал песчано-ракушечный грунт,

слабо заиленный. Дно ровное, с очень слабым уклоном. Отбор проб проводили на расстоянии 100 м от уреза воды. В период отбора проб глубина варьировала в пределах 0,1–0,66 м (среднее значение 0,28 м).

В мае 2017 г. соленость у пос. Мысовое была на уровне 30–32 ‰, а на отдельных участках траверса пос. Львово – пос. Соленое увеличилась до 87 ‰ (среднее значение летом и осенью 75 и 78 ‰, соответственно). В июле, с повышением солености на южных участках залива (пос. Соляное, пос. Львово) до 75 ‰, в зоопланктоне была отмечена бисексуальная популяция артемии численностью 12,5 экз./м³ и биомассой 0,8 мг/м³, представленная рачками на всех стадиях развития. Наиболее многочисленными были науплиальные стадии (45,9 % общей численности популяции). Соотношение самцов и самок в популяции составило 41:59.

Осенью при солености в среднем 78 ‰ численность и биомасса рачков существенно не изменились и составили 11,7 экз./м³ и 2,01 мг/м³. Популяция была представлена в основном половозрелыми особями с преобладанием самцов (63 % общей численности популяции). В течение года в зоопланктоне наблюдали присутствие цист в количестве от 225 до 2500 экз./м³, биомассой — от 1,4 до 16,2 мг/м³. В бентосе на отдельных станциях вдоль Арабатской стрелки численность цист артемии достигала 43452 экз./м², биомасса — 278,1 мг/м².

Весной 2018 г. температура воды в период отбора проб изменялась в пределах 24,8–27,9 °С, ее среднее значение составляло 26,5 °С. Глубина отбора проб варьировала в пределах 0,2–0,9 м. Соленость воды в исследуемой акватории варьировала от 70,54 до 84,23 ‰, повышаясь от более северных станций (№ 9, 10) к южным (станции № 5, 6). Среднее значение солености составило 77,00 ‰. На плесах в районе пос. Соляное, отшнурованных от основной части залива, уровень солености достигал 147,0 ‰. Рачки артемии в зоопланктоне обследованной акватории залива отсутствовали. Однако в зоопланктоне на отшнурованных плесах массово присутствовали рачки и цисты артемии. Удельная численность рачков достигала 34800 экз./м³, биомасса — 1435,0 мг/м³, количество цист составляло 10800 экз./м³, биомасса — 69,1 мг/м³ (рис. 2).

Популяция артемии была представлена всеми стадиями жизненного цикла: цистами, науплиусами, предвзрослыми и взрослыми особями обоих полов. Характеризуя возрастную структуру попу-

ляции артемии, следует отметить доминирование науплиальной стадии рачков, на долю которых приходилось 72,4 % общей численности. Доля

взрослых особей артемии составила 6,3 % (рис. 3), что характерно также для водоемов Западной Сибири весной [12].



Рис. 2. Распределение численности (N), биомассы (B) артемии и солености (S) в восточной части залива Сиваш в весенний период (май) 2018 г.

Fig. 2. Distribution of the abundance (N) and biomass (B) of Artemia and salinity (S) in the eastern part of the Sivash Bay during the spring period (May), 2018

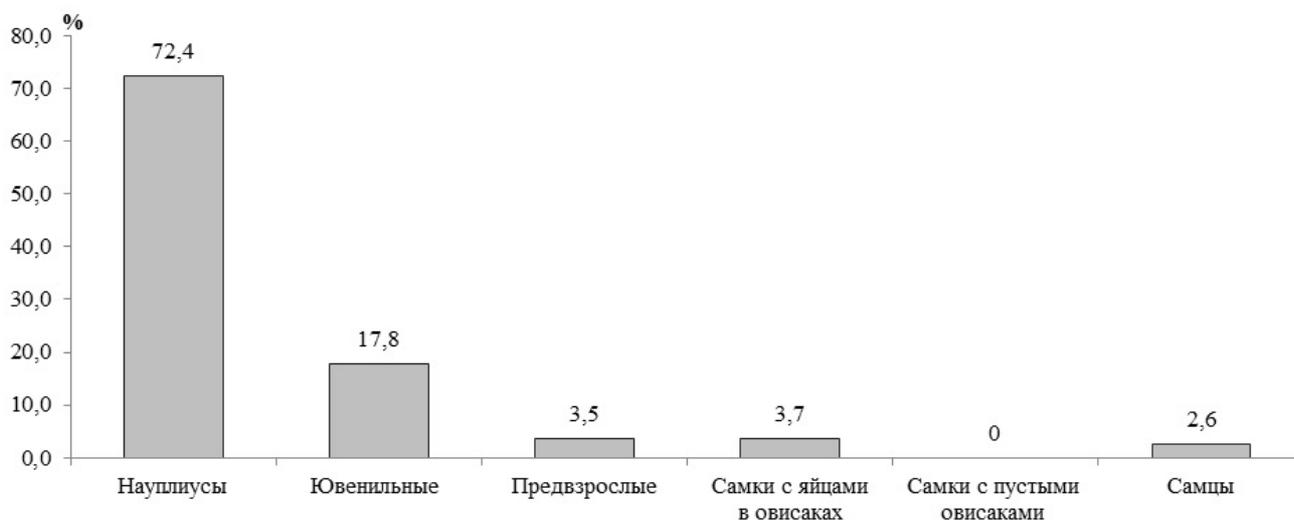


Рис. 3. Возрастная и половая структуры артемии на плесах восточной части залива Сиваш в весенний период (май) 2018 г., %

Fig. 3. Age and sex composition of Artemia in the stretch of the eastern part of the Sivash Bay during the spring period (May), 2018, %

Присутствие самцов (41,3 % половозрелой части популяции) свидетельствовало о половом размножении артемии [12]. Все самки в овисаках имели от 2 до 50 яиц (в среднем 26). Цисты в бентосе наблюдались на отдельных станциях вдоль Арабатской стрелки: их численность достигала 7685 экз./м², биомасса — 48,2 мг/м².

В июле в период отбора проб температура воды изменялась в пределах 31,0–33,2 °С, ее среднее значение составило 32,1 °С. Соленость воды в районе пос. Дмитровка повысилась до 78,26 ‰, а у пос. Львово — до 90,70 ‰. Среднее значение солености летом составило 82,75 ‰, что незначительно превышало таковое весной. Артемия отмечалась в юго-восточной части залива, прилегающей к Арабатской стрелке, с соленостью свыше 82,0 ‰. Распределение численности и биомассы рачков было неоднородным. Максимальные численность и биомасса были зарегистрированы на станции № 3 и составили 4040 экз./м³ и 4570 мг/м³, минимальные (станция № 1) — 860 экз./м³ и 640 мг/м³, соответственно (рис. 4). В среднем численность рачков в зоопланктоне акватории, прилегающей к Арабатской стрелке, составила 1356,7±617,70 экз./м³, биомасса — 890,3±742,71 мг/м³.

Основу популяции рачков представляли науплиальные стадии (40,9 %), что свидетельствовало о продолжении активного процесса размножения артемии (рис. 5). Доля взрослых особей артемии возросла до 15,4 % общей численности популяции. Доля половозрелых самок составила 3,8 %, из которых 74 % приходилось на молодые особи, только вступающие в половозрелую стадию. Самки, участвующие в размножении, не превышали 1,0 % общей численности популяции.

Доля половозрелых самцов летом возросла до 11,6 % общей численности рачков и почти в 4,5 раза превышала их численность весной. В половой структуре популяции преобладали самцы. Соотношение самок и самцов составило 43:57. Цисты в планктоне и бентосе отмечались практически на всех станциях. Их численность в зоопланктоне варьировала от 360 до 4000 экз./м³, в бентосе — от 855 до 21451 экз./м², средние значения составили 1072,5 экз./м³ и 34193,0 экз./м², соответственно.

Максимальное количество цист в планктоне наблюдалось на акватории залива у пос. Урожайное (станция № 7), минимальное — в южной части акватории у пос. Львово (станция № 6). Вдоль уреза воды на берегу начали формироваться выбросы

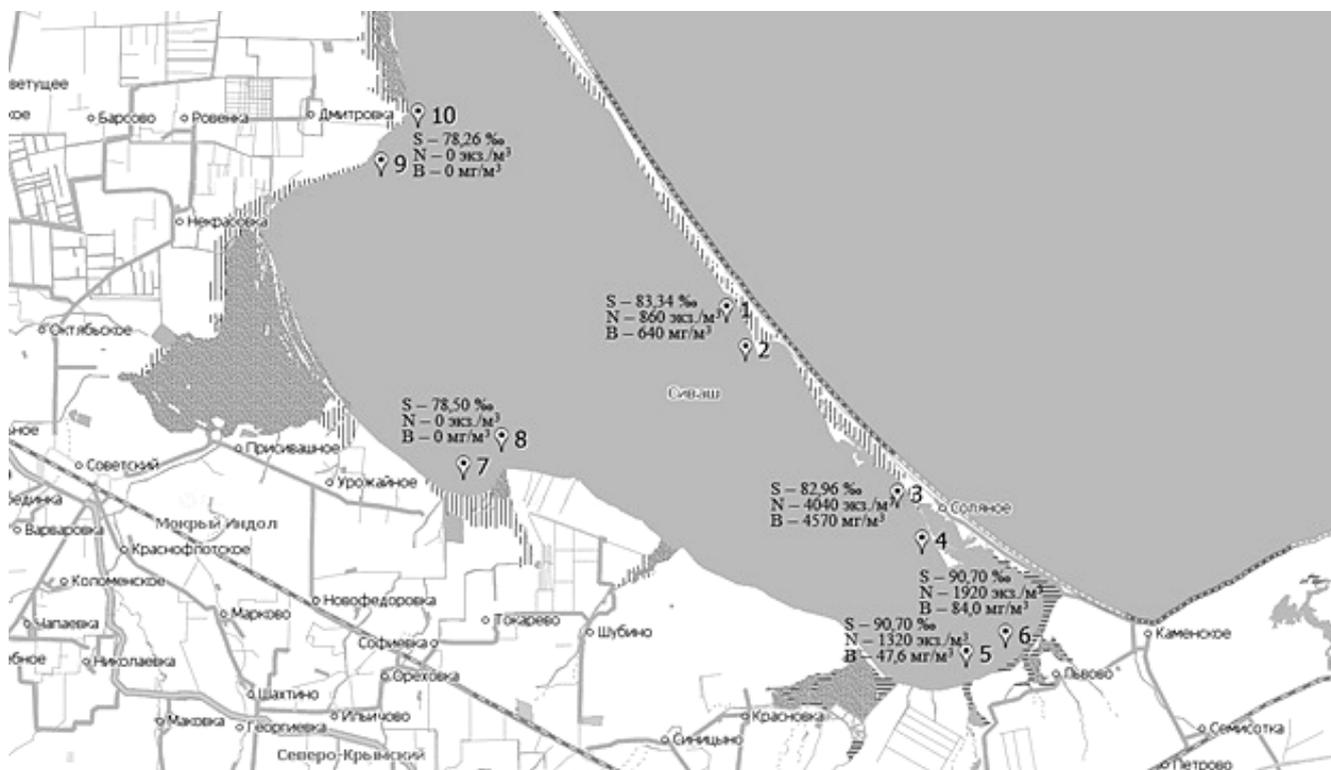


Рис. 4. Распределение численности (N), биомассы (B) артемии и солености (S) в восточной части залива Сиваш в летний период (июль) 2018 г.

Fig. 4. Distribution of abundance (N) and biomass (B) of Artemia and salinity (S) in the eastern part of the Sivash Bay during the summer period (July), 2018

цист артемии различной мощности: от тонкой узкой пленки толщиной 0,2–0,4 см до толстого слоя толщиной 4–5 см и шириной около 50 см (рис. 6).

На всем протяжении акватории, прилегающей к Крымскому побережью (станции 7–10), с соленос-

тью до 78,50 % рачки артемии отсутствовали. Вероятно, причиной этому явилась недостаточно высокая соленость, при которой популяция артемии испытывает лимитирующее воздействие конкурентов и хищников [12, 14].

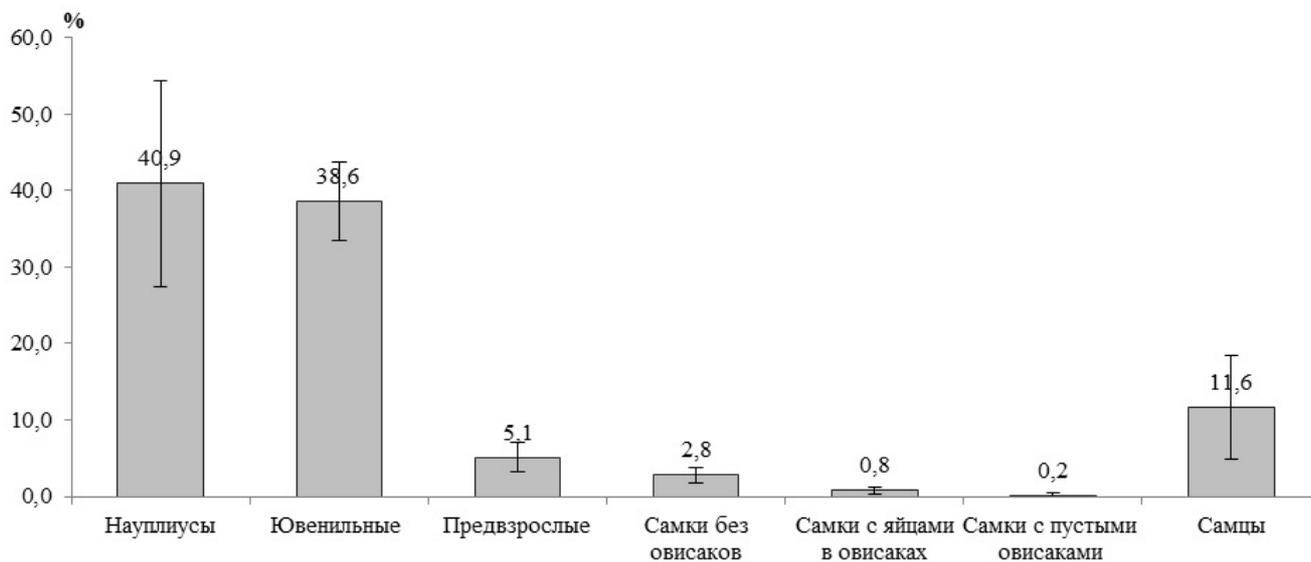


Рис. 5. Возрастная и половая структуры артемии в восточной части залива Сиваш в летний период (июль), %

Fig. 5. Age and sex compositions of Artemia in the eastern part of the Sivash Bay during the summer period (July), 2018, %



Рис. 6. Выбросы цист артемии у уреза воды

Fig. 6. Stranded Artemia cysts at the water edge

Осенью (октябрь) уровень солености воды в восточной части залива Сиваш на самой южной акватории залива (район пос. Львово) варьировал от 85,48 до 98,66 ‰. Среднее значение солености составило 92,94 ‰, что значительно выше, чем весной. Температура воды по акватории изменялась от 15,2 до 19,8 °С, глубина отбора проб варьировала в пределах 0,2–0,75 м.

Местообитание артемии в заливе расширилось по сравнению с летним. В зоопланктоне рачки на всех стадиях развития были отмечены почти на всей акватории залива за исключением отдельных станций. Численность и биомасса рачков продолжали варьировать по станциям в широком диапазоне. Максимальные численность и биомасса (станция № 1) составили 110706 экз./м³ и 92784 мг/м³, минимальные (станция № 6) — 2760 экз./м³ и 1108 мг/м³, соответственно (рис. 7). Достаточно высокие плотности артемии были отмечены у Крымского побережья (станция № 9), а также у пос. Соляное (станция № 4). В среднем численность рачков на всей исследованной акватории составила 27244,3±12903,03 экз./м³, биомасса — 16453,8±9354,93 мг/м³.

Распределение численности и биомассы цист по акватории варьировало от 2840 экз./м³ (18,2 мг/м³) до 2580000 экз./м³ (16512 мг/м³). В результате сгонно-нагонных процессов при ветре преимущественно восточных румбов максимальная плотность цист артемии наблюдалась в акватории залива у пос. Урожайное (станция № 7). Именно здесь начали формироваться береговые выбросы цист. Минимальная плотность цист отмечена у пос. Львово. Средние значения численности и биомассы цист артемии осенью составили 344798±285798,4 экз./м³ и 2206,7±1829,11 мг/м³, соответственно.

Основу популяции рачков осенью, по сравнению с весной и летом, составили ювенильные стадии — 46,9 % (рис. 8), при этом следует отметить достоверное их увеличение ($P < 0,05$). Доля самок составила 3,5 %, из которых более половины (63 %) участвовали в размножении. Доля самцов осенью по сравнению с летом практически не изменилась, составив 11,3 % общей численности рачков. В половой структуре популяции также преобладали самцы (76,8 %). Цисты в бентосе наблюдались практически на всех станциях. Численность их варьировала от 5876 до 269964 экз./м², биомасса —

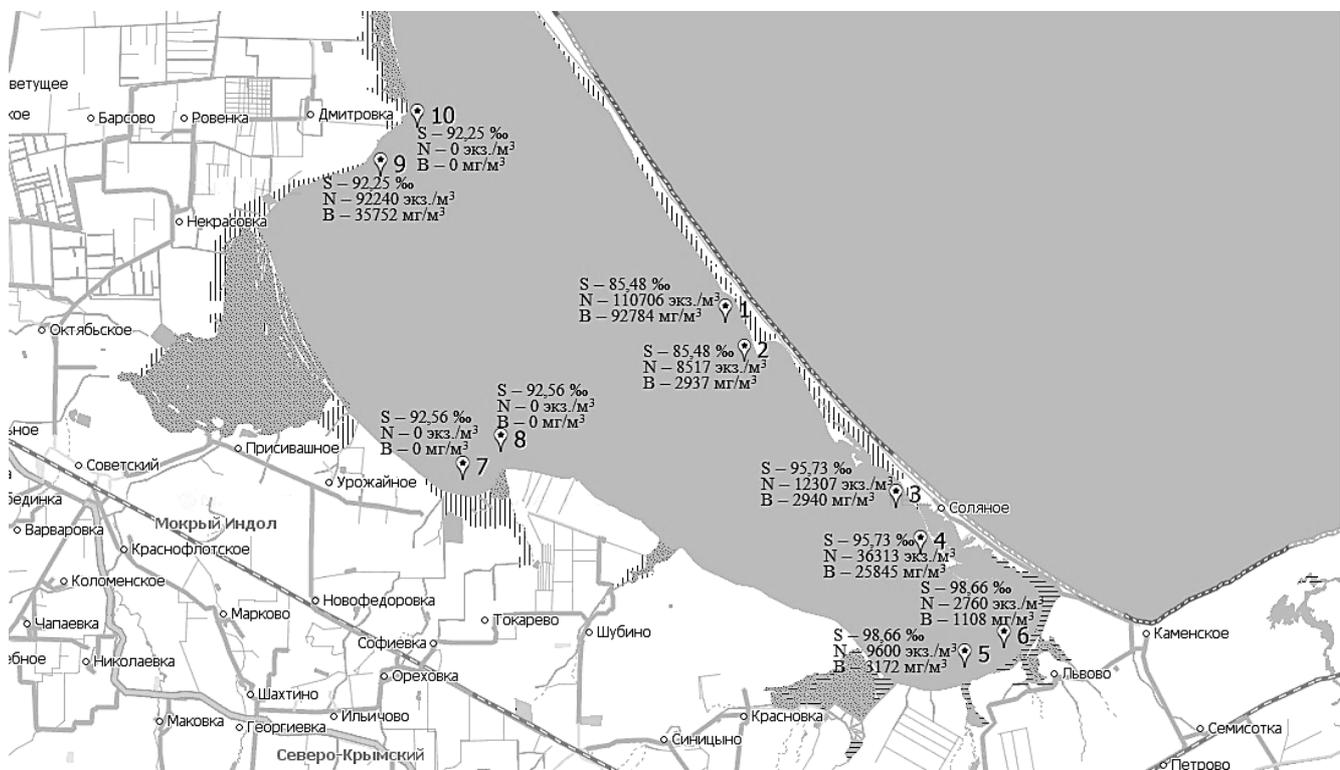


Рис. 7. Распределение численности (N), биомассы (B) артемии и солености (S) в восточной части залива Сиваш в осенний период (октябрь) 2018 г.

Fig. 7. Distribution of the abundance (N) and biomass (B) of Artemia and salinity (S) in the eastern part of the Sivash Bay during the autumn period (October), 2018

от 37,6 до 1727,8 мг/м² (со средними значениями 111254,4 экз./м² и 712,0 мг/м², соответственно).

В научной литературе широко освещается факт зависимости роста численности и биомассы популяции артемии от факторов окружающей среды (общей солености, ионно-солевого состава, рН, кислородного и температурного режимов), но основным общепризнанным фактором является концентрация солености [1, 12, 15–18].

Анализ динамики состояния популяции артемии в восточной части Сиваша в 2017–2018 гг. выявил тенденцию роста ее численности и биомассы в

зависимости от повышения уровня солености. Появление рачков в зоопланктоне стало отмечаться при солености свыше 78 ‰. Продолжение роста солености до 90 ‰ и выше способствовало активному размножению артемии и формированию популяции с высокой численностью и биомассой (рис. 9). При солености свыше 92 ‰ наблюдалось образование береговых выбросов цист.

Благодаря мелководности залива Сиваш вода хорошо аэрируется в течение года. Даже в летний период, при температуре воды свыше 25 °С, концентрация кислорода в воде составляет 8 мг/дм³

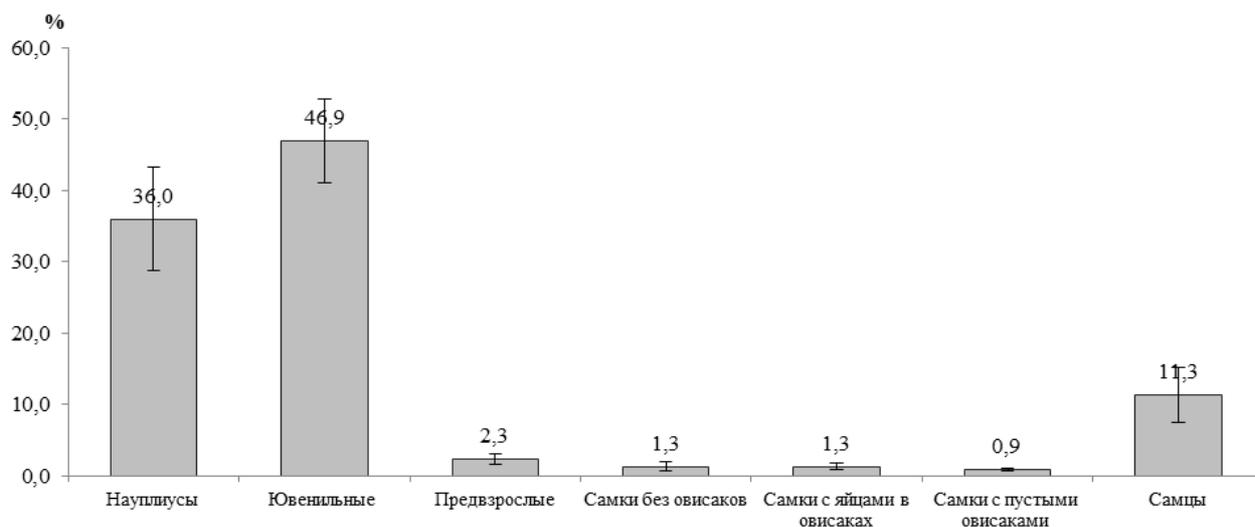


Рис. 8. Возрастная и половая структуры артемии в восточной части залива Сиваш в осенний период (октябрь) 2018 г., %

Fig. 8. Age and sex compositions of Artemia in the eastern part of the Sivash Bay during the autumn period (October), 2018, %

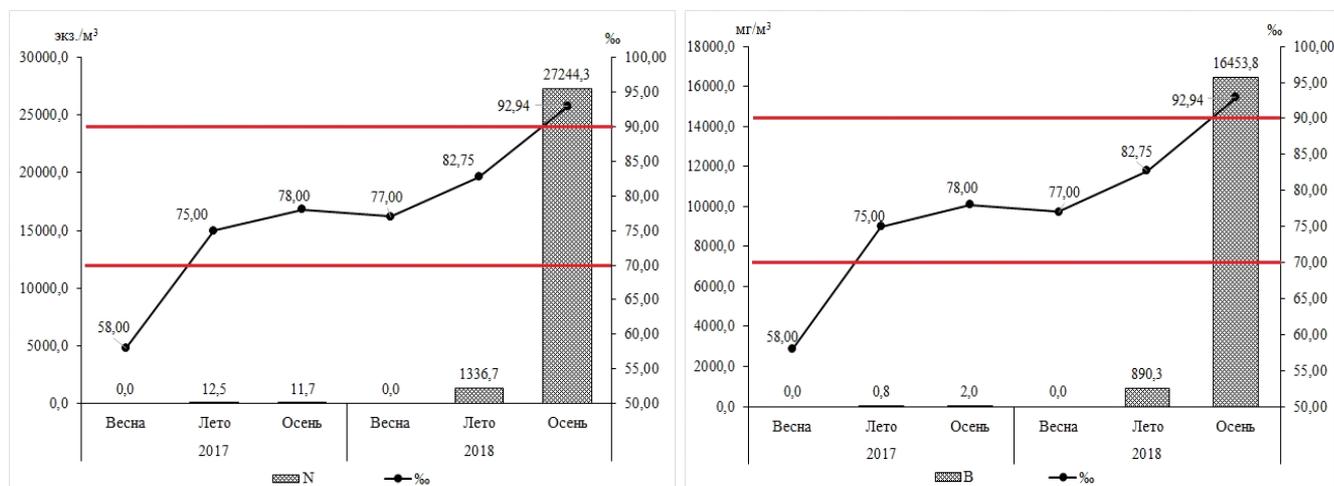


Рис. 9. Зависимость численности (N) и биомассы (B) рачков артемии при различных уровнях солености

Fig. 9. Dependence of abundance (N) and biomass (B) of Artemia crustaceans at various salinity levels

и выше, а заморные явления возникают только под поверхностью ила в местах массового скопления водоросли кладофоры [1]. По данным ряда авторов, соленость воды в водоемах является основным фактором, определяющим видовой состав его фауны, распределение и величину продукции на акватории [1, 8, 12]. Артемия в силу высокой пластичности хорошо адаптирована к сезонным и межгодовым изменениям среды обитания [1, 17]. Благоприятная для обитания артемии и наращивания биомассы рачков соленость находится в пределах 90–200 ‰. При солености менее 70 ‰ существование рачков ограничивают хищники, а при солености свыше 250 ‰ соли оказывают токсическое воздействие [12].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что к началу лета 2018 г. в восточной части залива Сиваш сформировался благоприятный для развития артемии солевой режим, что способствовало расселению артемии по всей акватории водоема. Схему этого процесса можно представить в следующем виде. В результате сгонно-нагонных явлений часть популяции артемии, обитавшая на соляных плесах летом 2018 г., попала в южную акваторию залива Сиваш, откуда пошло расселение рачков вдоль Арабатской стрелки на север и юг. К октябрю 2018 г. практически вся акватория залива от пос. Дмитровка до пос. Львово была освоена популяцией артемии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Жабронгий рачок рода *Artemia* является ценным промысловым водным биоресурсом. Отмечаемый в последние годы повышенный интерес к данному промысловому объекту требует постоянного мониторинга состояния популяции артемии в восточной части залива Сиваш, особенно в условиях нестабильного солевого режима в современный период.

Залив Сиваш представляет собой уникальный обширный по площади мелководный полигалинный водоем с извилистой береговой линией и наличием многочисленных более мелких заливов и лиманов, местами перекрытых дамбами. Рост солености воды в восточной части залива Сиваш в 2015–2017 гг. способствовал развитию жаброногого рачка. На участках восточной части залива уровень солености в 2018 г. в течение вегетационного периода артемии увеличивался от 70,54 до 98,66 ‰, а в период активного размножения артемии находился в диапазоне 78,26–90,70 ‰. Результатом этого стал рост продуктивности популяции артемии и, соответ-

ственно, численности и биомассы рачков и цист. Характерные для мелководных водоемов степной зоны России сгонно-нагонные процессы способствовали распространению рачков артемии из временно заливаемых водой участков (плесов, чеков) по всей акватории восточной части залива. При сохранении существующей тенденции роста солености следует ожидать увеличение продуктивности популяции артемии и промысловой значимости осолоняемых участков восточной акватории залива Сиваш.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа была выполнена в рамках Государственного задания по заказу Росрыболовства РФ. Данные по состоянию среды обитания популяции артемии были собраны и обработаны сотрудниками лабораторий промысловой океанографии института, которым авторы выражают признательность за творческое содружество и поддержку в экспедиционных исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев В.П. Гидробиологический очерк Восточного Сиваша и возможности его рыбохозяйственного использования // Тр. АзЧерНИРО. 1940. Вып. 12. С. 69–164.
2. Зенкевич Л.А. Сиваш, или Гнилое море // Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 407–417.
3. Колесникова Е.А., Ануфриева Е.В., Латушин А.А., Шадрин Н.В. *Mesochra rostrata* Gurney, 1927 (Copepoda, Naupacticoidea) в заливе Сиваш (Азовское море): новый вид-вселенец или реликт Тетиса? // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 2. С. 61–68.
4. Семик А.М., Замятина Е.А. Исследование объемов водных биологических ресурсов (артемия, хирономиды) в заливе Сиваш // Тр. ЮгНИРО. 2017. Т. 54. С. 131–136.
5. Яновский Э.Г., Гетманенко В.А., Изергин Л.В., Жиряков Т.В. Влияние антропогенных преобразований в восточном Сиваше на популяцию глоссы *Platichthys flesus luscus* (Pal. 1811) // Тр. ЮгНИРО. 1998. Т. 44. С. 66–72.
6. Болтачев А.Р., Карпова Е.П., Саксаганский В.В. Трансформация ихтиоцены Восточного Сиваша (Азовское море) под влиянием антропогенных факторов // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології : матер. IV Міжнар. іхтіологічної наук.-практ. конф. ОНУ ім. І.І. Мечнікова (м. Одеса, 7–11 вересня 2011 р.). Одеса: Фенікс, 2011. С. 40–43.
7. Шадрин Н.В., Сергеева Н.Г., Латушкин А.А., Колесникова Е.А., Киприянова Л.М., Ануфриева Е.В., Чепыженко А.А. Трансформация залива Сиваш

- (Азовское море) в условиях роста солености: изменения мейобентоса и других компонентов экосистемы (2013–2015 гг.) // Журнал Сибирского федерального университета. Серия Биология. 2016. Т. 9, № 4. С. 452–466.
8. Природа Сивашского региона и влияние на нее человека (состояние изученности и библиография) / Под общ. ред. И.В. Довгаля, В.А. Костюшина. К.: Wetlands International, 2005. 232 с.
 9. Беляков В.П., Ануфриева Е.В., Бажора А.И., Шадрин Н.В. Влияние солености на личинок хирономид (Diptera, Chironomidae) в гиперсоленых водоемах Крыма // Поволжский экологический журнал. 2017. № 3. С. 240–250.
 10. Распоряжение Правительства РФ от 18.11.2017 № 2569-р (ред. от 19.03.2018) «Об утверждении перечней видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляются промышленное рыболовство и прибрежное рыболовство». URL: <http://vktu.ru/glavnaya/otdel-organizacii-rybolovstva-i-statisticheskogo-analiza/normativno-pravovaya-bazag-os/rasporyazhenie-pravitelstva-rf-ot-18-11-2017-n-2569-r/> (дата обращения 13.12.2018).
 11. Приказ Минсельхоза России от 06.10.2017 № 501 «Об утверждении перечня видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, и о признании утративших силу приказов Минсельхоза России». URL: <http://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minselhoza-Rossii-ot-06.10.2017-N-501> (дата обращения 15.11.2018).
 12. Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boyko E.G. Brine shrimp *Artemia* in Western Siberia Lakes. Novosibirsk: Nauka, 2016. 295 p.
 13. Плохинский Н.А. Биометрия: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1970. 265 с.
 14. Van Stappen G., Litvinenko L., Litvinenko A., Boyko E., Marden B., Sorgeloos P. A survey of *Artemia* resources of Southwest Siberia (Russian Federation) // Reviews in Fisheries Science. 2009. Vol. 17, issue 1. Pp. 117–148.
 15. Воронов П.М. Солевой состав и изменчивость *Artemia salina* // Зоологический журнал. 1979. Т. 58, вып. 2. С. 175–178.
 16. Бойко Е.Г. Влияние экологических факторов на рост рачков рода *Artemia* уральских и сибирских популяций // Сибирский экологический журнал. 2013. Вып. 3. С. 333–339.
 17. Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boiko E.G., Kutsanov K.V. *Artemia* cyst production in Russia // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2015. Vol. 33, no. 6. Pp. 1436–1450.
 18. Anufrieva E.V. How can saline and hypersaline lakes contribute to aquaculture development? A review // Journal of Oceanology and Limnology. 2018. Vol. 36, no. 6. Pp. 2002–2009.

REFERENCES

1. Vorob'yev V.P. Gidrobiologicheskij ocherk Vostochnogo Sivasha i vozmozhnosti ego rybokhozyaystvennogo ispol'zovaniya [Hydrobiological essay of the Eastern Sivash and its potential for fisheries]. *Trudy AzCherNIRO [AzCherNIRO Proceedings]*, 1940, vol. 12, pp. 69–164. (In Russian).
2. Zenkevich L.A. Sivash, ili Gniloje more [Sivash or Putrid Sea]. In: *Biologiya morey SSSR [Biology of the seas of the USSR]*. Moscow: AS of the USSR Publ., 1963, pp. 407–417. (In Russian).
3. Kolesnikova E.A., Anufrieva E.V., Latushin A.A., Shadrin N.V. *Mesochra rostrata* Gurney, 1927 (Copepoda, Harpacticoida) v zalive Sivash (Azovskoe more): novyy vid-vselenets ili relikht Tetisa? [*Mesochra rostrata* Gurney, 1927 (Copepoda, Harpacticoida) in Sivash Bay (the Sea of Azov): is it a new alien species or relic of Tethys?]. *Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy [Russian Journal of Biological Invasions]*, 2017, no. 2, pp. 61–68. (In Russian).
4. Semik A.M., Zamyatina E.A. Issledovaniye ob'emov vodnykh biologicheskikh resursov (artemiya, khironomidy) v zalive Sivash [Study of the volumes of aquatic biological resources (*Artemia*, Chironomids) in the Sivash Bay]. *Trudy YugNIRO [YugNIRO Proceedings]*, 2017, vol. 54, pp. 131–136. (In Russian).
5. Yanovskiy E.G., Getmanenko V.A., Izergin L.V., Zhiryakov T.V. Vliyanie antropogennykh preobrazovaniy v vostochnom Sivashe na populyatsiyu glossy *Platichthys flesus luscus* (Pal. 1811) [Impact of anthropogenic transformations in the Eastern Sivash on the European flounder *Platichthys flesus luscus* (Pal. 1811) population]. *Trudy YugNIRO [YugNIRO Proceedings]*, 1998, vol. 44, pp. 66–72. (In Russian).
6. Boltachev A.R., Karpova E.P., Saksaganskiy V.V. Transformatsiya ikhtiotsena Vostochnogo Sivasha (Azovskoe more) pod vliyaniem antropogennykh faktorov [Transformation of the ichthyocenosis of the Eastern Sivash (the Sea of Azov) under the influence of anthropogenic factors]. In: *Suchasni problemy teoretychnoy ta praktychnoy ikhtiologii: materialy IV Mizhnarodnoyi ikhtiolohichnoyi naukovopraktychnoy konferentsii ONU im. I.I. Mechnikova (m. Odesa, 7–11 veresnya 2011 r.) [Current problems of theoretical and practical ichthyology. Proceedings of the 4th International Research and Practice Conference of Odesa I.I. Mechnikov National University (Odesa, 7–11 September, 2011)]*. Odesa: Feniks, 2011, pp. 40–43. (In Russian).
7. Shadrin N.V., Sergeeva N.G., Latushkin A.A., Kolesnikova E.A., Kipriyanova L.M., Anufrieva E.V., Chepyzhenko A.A. Transformatsiya zaliva Sivash (Azovskoe more) v usloviyakh rosta solenosti: izmeneniya meyobentosa i drugikh komponentov ekosistemy (2013–2015 gg.) [Transformation of Gulf Sivash (the Sea of Azov) in conditions of growing salinity: changes in meiobenthos and other ecosystem

- components (2013–2015)]. *Zhurnal Sibirskogo Federal'nogo Universiteta. Seriya Biologiya* [Journal of Siberian Federal University. Biology Series], 2016, vol. 9, no. 4, pp. 452–466. (In Russian).
8. Priroda Sivashskogo regiona i vliyanie na nee cheloveka (sostoyanie izuchennosti i bibliografiya) [The nature of Sivash Region and human impact on it (research history and bibliography)]. I.V. Dovgal', V.A. Kostyushin. (Eds.). Kiev: Wetlands International, 2005, 232 p. (In Russian).
 9. Belyakov V.P., Anufrieva E.V., Bazhora A.I., Shadrin N.V. Vliyanie solenosti na lichinok khironomid (Diptera, Chironomidae) v gipersolenykh vodoemakh Kryma [Salinity influence on chironomid larvae (Diptera, Chironomidae) in the Crimean hypersaline lakes]. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Povolzhskiy Journal of Ecology], 2017, no. 3, pp. 240–250. (In Russian).
 10. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 18.11.2017 N 2569-r (red. ot 19.03.2018) "Ob utverzhdenii perechnykh vidov vodnykh bioresursov, v otnoshenii kotorykh osushchestvlyayutsya promyshlennoe rybolovstvo i pribrezhnoe rybolovstvo" [Order of the Government of the Russian Federation dated 18.11.2017 No 2569-r (ed. 03/19/2018) "On approval of the lists of species of aquatic biological resources in respect of which industrial fishing and coastal fishing are carried out"]. Available at: <http://vktu.ru/glavnaya/otdel-organizacii-rybolovstva-i-statisticheskogo-analiza/normativno-pravovaya-baza-gos/rasporyazhenie-pravitelstva-rf-ot-18.11.2017-N-2569-r/> (accessed 13.12.2018).
 11. Prikaz Minsel'khoza Rossii ot 06.10.2017 N 501 "Ob utverzhdenii perechnykh vidov vodnykh bioresursov, v otnoshenii kotorykh osushchestvlyayetsya promyshlennoe rybolovstvo vo vnutrennikh vodakh Rossiyskoy Federatsii, za isklyucheniem vnutrennikh morskikh vod Rossiyskoy Federatsii, i o priznanii utrativshimi silu prikazov Minsel'khoza Rossii" [Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 06.10.2017 No. 501 "On approval of the list of species of aquatic biological resources in respect of which industrial fishing is carried out in the internal waters of the Russian Federation, with the exception of internal marine waters of the Russian Federation, and on recognizing invalid orders of the Ministry of Agriculture of Russia"]. Available at: <http://rulings.ru/acts/Prikaz-Minselkhoza-Rossii-ot-06.10.2017-N-501> (accessed 15.11.2018).
 12. Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boiko E.G., Kutsanov K.V. Artemia cyst production in Russia. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2015, vol. 33, no. 6, pp. 1436–1450.
 13. Plokhinskiy N.A. Biometriya [Biometrics]. Moscow: MSU Publ., 1970, pp. 265. (In Russian).
 14. Van Stappen G., Litvinenko L., Litvinenko A., Boyko E., Marden B., Sorgeloos P. A survey of Artemia resources of Southwest Siberia (Russian Federation). *Reviews in Fisheries Science*, 2009, vol. 17, issue 1, pp. 117–148.
 15. Voronov P.M. Solevoy sostav i izmenchivost' Artemia salina [Salt composition of water and variability of Artemia salina]. *Zoologicheskiy zhurnal* [Zoological Journal], 1979, vol. 58, issue 2, pp. 175–178. (In Russian).
 16. Boyko E.G. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na rost rachkov roda Artemia ural'skikh i sibirskikh populyatsiy [Influence of ecological factors on the growth of crustaceans of Artemia genus in Ural and Siberian populations]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Contemporary Problems of Ecology], 2013, issue 3, pp. 333–339. (In Russian).
 17. Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boiko E.G., Kutsanov K.V. Artemia cyst production in Russia. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2015, vol. 33, no. 6, pp. 1436–1450.
 18. Anufrieva E.V. How can saline and hypersaline lakes contribute to aquaculture development? A review. *Journal of Oceanology and Limnology*, 2018, vol. 36, no. 6, pp. 2002–2009.

Поступила 16.01.2019

Принята к печати 20.05.2019