

Морфометрические исследования самцов артемии из разных популяций гипергалинных водоемов Алтайского края

Д-р биол. наук, профессор
Л.В. Веснина – руководитель;
 Канд. биол. наук
Г.В. Лукерина –
 старший научный сотрудник;
 Канд. биол. наук
Т.О. Ронжина –
 старший научный сотрудник;
А.В. Савоськин –
 главный специалист;
Д.А. Сурков –
 главный специалист,
 Алтайский филиал ФГБНУ
 «ВНИРО» («АлтайНИРО»)

@ artemiaalt@mail.ru

Ключевые слова:

артемия, гипергалинный водоем, бисексуальная популяция, партеногенетическая популяция

Keywords:

brine shrimp, hiperhaline pound, monitoring, bisexual population, parthenogenetic population

MORPHOMETRIC STUDIES OF BRINE SHRIMP'S MALES FROM DIFFERENT POPULATIONS OF THE ALTAI REGION

Vesnina L.V., Doctor of Biological Science, Professor; Lukerina G.V., PhD, Ronzhina T.O., PhD, Savos'kin A.V., Surkov D.A. – Altai branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, artemiaalt@mail.ru

The long-term data from morphometric studies of brine shrimp males from bisexual and parthenogenetic populations from hyperhaline reservoirs of the Altai region (Bolshoe Yarovoe Lake, Maloe Shklo Lake, and the Tanatar Lakes system) is analyzed in the paper. The description of signs of sexual dimorphism and sexual structure in different populations is given. The influence of brine salinity and hydrogen index on morphometric parameters of males is analyzed. Significant differences and similarities between samples of males were established.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования биоты гипергалинных водоемов обоснована большим научным и практическим интересом к жаброногому рачку артемии. Покоящиеся (диапаузирующие) яйца (цисты) артемии – ценный биоресурс, имеющий высокое экономическое значение.

Артемия относится к типу членистоногие (*Arthropoda*), подтипу жабродышащие (*Branchiata*), классу ракообразные (*Crustacea*), подклассу жаброногие ракообразные (*Branchiopoda*), отряду жаброногие (*Anostraca*), семейству артемиевые (*Artemiidae*)

и роду артемия (*Artemia* Leach, 1819). Ранее считалось, что существует только один вид, однако многочисленные исследования, проведенные в последние десятилетия, позволили обнаружить репродуктивную изоляцию некоторых географических рас, что позволило выделить восемь видов [6; 11]. Партеногенетические популяции артемии Европы и Азии условно обозначены как *A. parthenogenetica* [12; 13]. Таксономическое положение и филогенетическое родство видов артемии продолжают исследовать вплоть до настоящего времени.

В водоемах юга Западной Сибири популяции артемии не определены до вида, и работы в этом направлении продолжают. Изоляция галофильного рачка в отдельных озерах обширного региона благоприятствует процессу образования новых таксонов, но чаще отдельные популяции остаются частями одного вида, внутри которого возникают локальные расы [1]. Определенные сложности существуют из-за способности рачков артемии изменять свой внешний вид под влиянием факторов среды, впервые описанной В.И. Шманкевичем и Н.С. Гаевской [5; 10]. Для наиболее полного описания популяции артемии необходимо использовать мультидисциплинарный подход с использованием биометрических, морфометрических и морфологических характеристик, а также молекулярно-генетических исследований [14; 15].

По многолетним наблюдениям на территории Алтайского края, в большинстве исследованных гипергалинных водоемов, обитают партеногенетические популяции [2-4; 9]. Однако в некоторых водоемах ежегодно в структуре популяции отмечаются самцы, в других – доля самцов равна доле самок или превышает ее. Современная методика расчета запасов артемии (на стадии цист) основана на предположении об обитании на территории Западной Сибири только партеногенетических популяций и половая структура в расчетах не учитывается [7]. В связи с этим целью настоящего исследования стало выявление морфологических и морфометрических показателей самцов из разнотипных гипергалинных водоемов Алтайского края, а также анализ многолетних мониторинговых исследований за половой структурой популяций и ее изменениями, под влиянием сложившихся условий окружающей среды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Гипергалинные озера Алтайского края отличаются разнообразием химического состава воды и геоморфологическими особенностями. Многолетние мониторинговые исследования позволили выявить водоемы с половой структурой, отличной от партеногенетических популяций. В данной работе проанализированы материалы по водоемам: озера Большое Яровое, Малое Шкло, озера системы Танатар.

Материалом исследования послужили данные, собранные в период 2000-2019 гг. в рамках экологического мониторинга и проведения прикладных научных исследований. Ежегодно в период с апреля по октябрь на разнотипных озерах Алтайского края осуществлялся отбор гидробиологического материала (зоопланктон, фитопланктон, образцы цист при наличии скоплений, пробы на гидрохимический состав), измерения температуры и прозрачности воды, солености рапы. Проводились морфометрические исследования разновозрастных рачков, в том числе половозрелых самцов. Отбор и обработка материала проводились по стандартным методикам.

Для морфометрических исследований половозрелых самцов использовали фиксированный формалином материал. Анализ проводили в лабора-

В настоящей работе проанализированы многолетние данные морфометрических исследований половозрелых самцов артемии из бисексуальных и партеногенетической популяций из гипергалинных водоемов Алтайского края (озера Большое Яровое, Малое Шкло, система Танатар). Приведено описание признаков полового диморфизма и половой структуры в различных популяциях. Проанализировано влияние солености рапы и водородного показателя на морфометрические показатели самцов. Установлены достоверные отличия и сходства между выборками самцов.

торных условиях по морфологическим признакам и коэффициентам (рис. 1):

1. Длина тела (tl , мм);
2. Длина абдомена (al , мм);
3. Длина цефалоторакса (cl , мм);
4. Отношение длины цефалоторакса к длине абдомена (cl/al);
5. Ширина абдомена (aw , мм);
6. Расстояние между глазами (de , мм);
7. Диаметр глаза (ed , мм);
8. Длина первой антенны (la , мм);
9. Ширина головы (hw , мм);

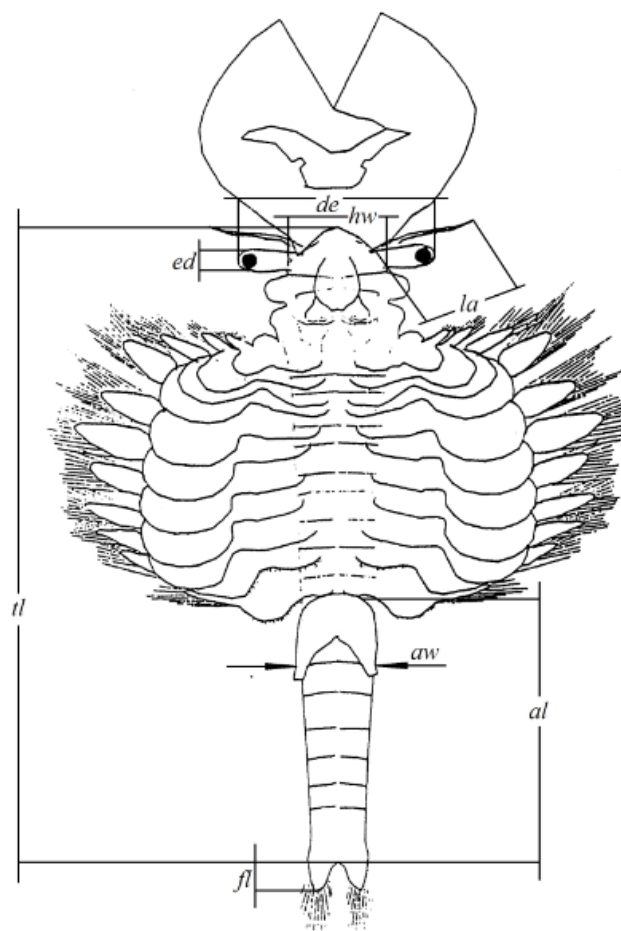


Рисунок 1. Схема морфологических измерений половозрелых самцов артемии
Figure 1. Scheme of morphological measurements of *Artemia* males

Таблица 1. Морфологические показатели исследованных соленых озер Алтайского края / **Table 1.** Morphological indicators of the studied salt lakes of the Altai region

Озеро	Площадь, км ²	Глубина, м		Форма водного зеркала	Тип питания
		средняя	максимальная		
Большое Яровое, г. Славгород	65,0	4,0-4,9	9,5	эллипсоидная, вытянутая с северо-запада на юго-восток, берега высокие, обрывистые	атмосферное, грунтовое
Малое Шкло, Кулундинский район	1,6	1,0	1,4	округлая, берега пологие, местами заболоченные	атмосферное, грунтовое
Система озер Танатар, Михайловский район	11,0	0,9	1,9	система имеет вид подковы и включает 6 озер неправильной формы, соединенных между собой	атмосферное, грунтовое, речное

Таблица 2. Гидрохимические показатели исследованных соленых озер Алтайского края, 2002-2019 годы / **Table 2.** Hydrochemical parameters of the investigated salt lakes, 2002-2019

Озеро	рН	Соленость, г/кг		Класс и группа воды
		$\bar{x} \pm Sx$	Lim	
Большое Яровое, г. Славгород	7,87±0,21	137,54±10,39	115,0-157,0	сульфатный класс, группа натрия
Малое Шкло, Кулундинский район	9,02±0,11	132,44±62,41	55,2-293,2	сульфатный класс, группа натрия
Система озер Танатар, Михайловский район	10,03±0,16	70,80±30,39	43,0-120,2	гидрокарбонатный класс, группа натрия

Таблица 3. Доля самцов (%) в половой структуре популяций артемии из исследованных водоемов Алтайского края, 2002-2019 годы / **Table 3.** The share of males (%) in the sexual structure of Artemia populations from the studied reservoirs, 2002-2019

Месяц	Название водоема		
	Большое Яровое	Малое Шкло	система Танатар
июнь	2,6±1,3	75,0±9,0	40,2±11,8
июль	2,3±0,7	66,9±3,4	60,8±6,1
август	1,6±0,5	53,3±8,0	60,4±3,6
сентябрь	1,4±0,8	42,4±2,0	51,3±2,9
октябрь	0,3±0,1	28,5±11,1	



10. Длина правой фуркальной ветви (*fl-r*, мм);
11. Длина левой фуркальной ветви (*fl-l*, мм);
12. Количество щетинок на правой фуркальной ветви (*sf-r*, шт.);
13. Количество щетинок на левой фуркальной ветви (*sf-l*, шт.).

Объем выборки по водоемам составил: озеро Большое Яровое – 588 экз. (2005-2011 гг., 2014 г., 2018-2019 гг.); озеро Малое Шкло – 369 экз. (2002-

2003 гг., 2006 г., 2012 г., 2017-2019 гг.); озера системы Танатар – 394 экз. (2002 г., 2004-2005 гг., 2007-2008 гг., 2012 г., 2014 г., 2017-2018 гг.).

Соотношение самок и самцов в популяции определялось при обработке количественных проб зоопланктона.

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel. Вычисляли среднеарифметическое значение и стандартную ошибку среднего ($\bar{x} \pm Sx$), стандартное отклонение (σ), коэффициент вариации (Cv), медиану (Me), моду (Mo), дисперсию (σ^2), максимальное и минимальное значения (Lim). Корреляционный анализ проводили с вычислением коэффициентов корреляции (r) при уровнях значимости $p=0,99$, $p=0,999$. Разницу средних величин оценивали по критерию Стьюдента (t) при $p=0,99$, $p=0,999$ уровнях значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые озера по величине солености относятся к гипергалинным или ультрагалинным

водоемам, значение рН указывает на слабощелочную и щелочную реакцию среды (табл. 2).

Популяции артемии в исследуемых озерах развиваются в монокультуре (Большое Яровое) или в совокупности с прочими солоновато-водными видами коловраток и веслоногих ракообразных (Малое Шкло и Танатар в трансгрессивные фазы водности). В половой структуре популяции артемии в озере Большое Яровое наблюдается преобладание самок, доля самцов не превышает 10%, что позволяет отнести популяцию к партеногенетическим [8]. В озерах Малое Шкло и системе Танатар отмечаются бисексуальные популяции с численным преобладанием самцов в отдельные периоды (табл. 3). Наиболее вариабельно соотношение полов в период первой генерации (июнь) во всех описываемых водоемах (Cv составляет от 11,9 до 65,6%).

При сравнении морфометрических показателей самок и самцов из исследуемых озер выявлен

половой диморфизм, характерный для рода: самки крупнее самцов, у самцов более крупный головной отдел (расстояние между глазами больше на 15,5%, диаметр глаза – на 26,1%, длина антенны – на 22,3%) и большее количество щетинок (36,1%).

Среднеголетние морфометрические показатели самцов артемии из исследуемых водоемов показывают низкую или среднюю вариабельность (табл. 4). В партеногенетической популяции озера Большое Яровое в каждой генерации отмечалась сильная вариабельность размеров лопастей фурки и количества щетинок на них. В бисексуальных популяциях озер Малое Шкло и Танатар сильная изменчивость этих показателей отмечается в отдельные годы в период второй генерации (июль-сентябрь).

Корреляционный анализ морфометрических показателей и показателей солёности рапы и рН выявил достоверные обратные и прямые зависимости. Достоверная обратная связь выявлена

Таблица 4. Материал морфометрических исследований половозрелых самцов артемии из гипергалинных озер Алтайского края, (период исследования 2002-2019 гг.) / **Table 4.** Material of morphometric studies of Artemia males from hyperhaline lakes of the Altai region, 2002-2019

Большое Яровое	tl	cl	al	cl/al	aw	de	ed	hw	la	fl-r	fl-l	sf-r	sf-l
x	8,336	3,869	4,471	0,872	0,473	0,624	1,628	0,342	0,956	0,203	0,202	4,656	4,479
Sx	0,053	0,030	0,030	0,006	0,004	0,006	0,011	0,003	0,009	0,003	0,003	0,089	0,090
σ	1,274	0,724	0,717	0,135	0,105	0,134	0,274	0,065	0,212	0,074	0,075	2,162	2,177
Cv	15,290	18,710	16,030	15,520	22,110	21,400	16,840	18,930	22,190	36,460	37,290	46,430	48,600
Me	8,300	3,875	4,400	0,853	0,450	0,600	1,600	0,350	0,950	0,200	0,200	4,000	4,000
Mo	8,200	4,000	4,400	1,000	0,400	0,550	1,500	0,350	0,900	0,200	0,200	4,000	4,000
σ^2	1,623	0,524	0,514	0,018	0,011	0,018	0,075	0,004	0,045	0,005	0,006	4,673	4,738
Lim	4,05 – 16,90	2,10 – 10,1	1,80 – 6,90	0,50 – 1,49	0,25 – 0,80	0,30 – 1,20	0,97 – 2,80	0,20 – 0,50	0,48 – 1,75	0 – 0,50	0 – 0,50	0 – 14	0 – 11

Малое Шкло	tl	cl	al	cl/al	aw	de	ed	hw	la	fl-r	fl-l	sf-r	sf-l
x	7,211	3,341	3,871	0,872	0,406	0,542	1,361	0,289	0,827	0,243	0,243	7,913	8,070
Sx	0,041	0,023	0,027	0,007	0,004	0,006	0,011	0,002	0,010	0,003	0,003	0,144	0,141
σ	0,796	0,433	0,516	0,135	0,081	0,121	0,206	0,045	0,188	0,066	0,064	2,764	2,717
Cv	11,040	12,970	13,330	15,510	20,020	22,310	15,120	15,510	22,790	27,140	26,560	34,930	33,660
Me	7,200	3,300	3,900	0,854	0,400	0,525	1,350	0,288	0,850	0,250	0,250	8,000	8,000
Mo	6,800	3,500	4,000	1,000	0,400	0,600	1,400	0,300	1,000	0,250	0,250	9,000	7,000
σ^2	0,634	0,188	0,266	0,018	0,007	0,015	0,042	0,002	0,036	0,004	0,004	7,639	7,381
Lim	5,40 – 10,0	2,30 – 4,80	2,65 – 5,50	0,38 – 1,62	0,25 – 0,90	0,30 – 1,58	0,18 – 2,10	0,18 – 0,42	0,20 – 1,40	0,075 – 0,500	0,075 – 0,420	0 – 15	0 – 17

Танатар	tl	cl	al	cl/al	aw	de	ed	hw	la	fl-r	fl-l	sf-r	sf-l
x	7,956	3,884	4,072	0,965	0,536	0,713	1,603	0,331	0,903	0,373	0,364	13,566	13,587
Sx	0,053	0,028	0,032	0,007	0,006	0,008	0,012	0,004	0,011	0,006	0,006	0,228	0,236
σ	1,058	0,561	0,632	0,136	0,128	0,157	0,229	0,072	0,227	0,120	0,117	4,529	4,670
Cv	13,300	14,440	15,530	14,130	23,860	22,060	14,280	21,670	25,110	32,050	32,240	33,380	34,380
Me	8,000	3,900	4,100	0,938	0,500	0,718	1,600	0,325	0,900	0,378	0,375	13,000	13,500
Mo	7,500	4,000	4,200	1,000	0,400	0,800	1,600	0,300	0,900	0,400	0,400	13,000	12,000
σ^2	1,120	0,314	0,400	0,019	0,016	0,025	0,052	0,005	0,051	0,014	0,014	20,511	21,813
Lim	5,30 – 11,20	2,50 – 7,0	2,50 – 5,80	0,70 – 1,67	0,04 – 0,90	0,08 – 1,13	1,00 – 2,20	0,05 – 0,75	0,28 – 1,50	0,04 – 0,90	0 – 0,67	1 – 28	0 – 29



Оз. Большое Яровое / Bolshoe Yarovoe Lake

между соленостью воды и показателями фурки (*fl-l*, *fl-r*, *sf-l*, *sf-r*), коэффициент r составил от $-0,582$ до $-0,675$ (при $p=0,999$), а также шириной головы ($r=-0,545$; $P=0,999$), и шириной живота ($r=-0,477$; $p=0,999$). Слабая зависимость наблюдается между соленостью и соотношением длин цефалоторакса и живота ($r=-0,308$; $p=0,95$). Сопряженность показателей фурки (*fl-l*, *fl-r*, *sf-l*, *sf-r*) выявлена также с показателем реакции среды (r составил от $0,673$ до $0,878$ (при $p=0,999$)). Отмечается средняя зависимость длины живота от pH ($r=-0,375$; $p=0,99$).

Корреляционный анализ морфометрических показателей всей выборки самцов выявил взаимозависимость и пропорциональность роста всех частей тела (при $p=0,999$), за исключением размеров фурки и количества щетинок на ней в популяции озера Большое Яровое (табл. 5-7).

Таким образом, первичный анализ популяций из водоемов выявил общие тенденции в бисексуальных популяциях и отличия в партеногенетической популяции из озера Большое Яровое.

Таблица 5. Корреляционная матрица морфометрических показателей самцов артемии из озера Большое Яровое, $n=588$ / **Table 5.** Correlation matrix of morphometric indicators of Artemia male from Bolshoe Yarovoe Lake, $n=588$

	cl	al	cl/al	aw	hw	de	ed	la	fl-l	fl-r	sf-l	sf-r
tl	0,888	0,893	0,124	0,459	0,632	0,721	0,559	0,490	0,256	0,263	-0,016	-0,004
cl	1,000	0,597	0,553	0,483	0,643	0,654	0,468	0,402	0,139	0,139	-0,107	-0,082
al		1,000	-0,321	0,331	0,487	0,628	0,522	0,464	0,311	0,323	0,080	0,077
cl/al			1,000	0,237	0,278	0,140	0,036	0,016	-0,166	-0,186	-0,212	-0,184
aw				1,000	0,401	0,466	0,332	0,291	0,073	0,094	-0,030	-0,034
hw					1,000	0,726	0,596	0,434	0,240	0,226	-0,046	-0,027
de						1,000	0,798	0,634	0,297	0,307	0,074	0,087
ed							1,000	0,559	0,295	0,294	0,074	0,043
la								1,000	0,295	0,254	0,108	0,085
fl-l									1,000	0,869	0,403	0,340
fl-r										1,000	0,363	0,379
sf-l											1,000	0,751

Таблица 6. Корреляционная матрица морфометрических показателей самцов артемии из озера Малое Шкло, $n=369$ / **Table 6.** Correlation matrix of morphometric indicators of Artemia male from Maloe Shklo Lake, $n=369$

	cl	al	cl/al	aw	hw	de	ed	la	fl-l	fl-r	sf-l	sf-r
tl	0,805	0,866	-0,067	0,364	0,451	0,629	0,585	0,459	0,357	0,367	0,168	0,186
cl	1,000	0,402	0,520	0,369	0,520	0,621	0,518	0,427	0,361	0,386	0,221	0,230
al		1,000	-0,544	0,252	0,278	0,450	0,469	0,351	0,249	0,240	0,073	0,095
cl/al			1,000	0,110	0,225	0,134	0,011	0,038	0,081	0,115	0,143	0,117
aw				1,000	0,579	0,347	0,239	0,162	0,384	0,376	0,362	0,347
hw					1,000	0,483	0,328	0,162	0,303	0,284	0,278	0,300
de						1,000	0,731	0,602	0,439	0,444	0,225	0,234
ed							1,000	0,556	0,437	0,452	0,218	0,230
la								1,000	0,420	0,456	0,146	0,187
fl-l									1,000	0,927	0,463	0,431
fl-r										1,000	0,459	0,474
sf-l											1,000	0,813

Таблица 7. Корреляционная матрица морфометрических показателей самцов артемии из озер системы Танатар, n=394 / **Table 7.** Correlation matrix of morphometric indicators of Artemia male from the Tanatar Lakes system, n=394

	cl	al	cl/al	aw	hw	de	ed	la	fl-l	fl-r	sf-l	sf-r
tl	0,872	0,901	-0,098	0,467	0,600	0,653	0,442	0,199	0,222	0,226	0,258	0,228
cl	1,000	0,572	0,396	0,382	0,538	0,566	0,343	0,113	0,116	0,136	0,128	0,108
al		1,000	-0,515	0,443	0,528	0,591	0,436	0,233	0,269	0,257	0,319	0,286
cl/al			1,000	-0,089	-0,037	-0,073	-0,120	-0,132	-0,169	-0,136	-0,218	-0,195
aw				1,000	0,484	0,368	0,190	-0,086	0,281	0,296	0,415	0,370
hw					1,000	0,681	0,399	0,138	0,343	0,394	0,433	0,413
de						1,000	0,631	0,356	0,422	0,442	0,433	0,414
ed							1,000	0,347	0,507	0,483	0,406	0,363
la								1,000	0,182	0,139	0,049	-0,006
fl-l									1,000	0,878	0,635	0,576
fl-r										1,000	0,659	0,700
sf-l											1,000	0,866

Примечание:

0,164 – p=0,999; 0,129 – p=0,99; 0,098 – p=0,95

На втором этапе проведения статистического анализа данных был применен критерий Стьюдента. Сравнение проводилось между выборками с разных озер за один и тот же период отбора материала. Всего проанализировано 17 пар. Наибольшее количество достоверных отличий было обнаружено между выборками из озер Танатар и Малое Шкло (при p=0,999): из 13 анализируемых морфометрических признаков в среднем самцы не имели отличий по 2 показателям – диаметр глаза (*ed*) и длина антенны (*la*). Таким образом, сходство между самцами артемии по этим озерам составило 13,85%. Самцы из озер Танатар и Большое Яровое в среднем не имели достоверных отличий по четырем показателям – длина абдомена (*al*), соотношение длин цефалоторакса и абдомена (*cl/al*), длина антенны (*la*), ширина головы (*hw*), сходство составило 28,21%. Наименьшее количество признаков с достоверными отличиями обнаружили между выборками из озер Большое Яровое и Малое Шкло, в среднем по пяти показателям отличия были не достоверны. Чаще всего это были длины церкопод (*fl-r*, *fl-l*), длина цефалоторакса (*cl*) и соотношение длин цефалоторакса и абдомена (*cl/al*). В качестве пятого показателя чаще выступали длина антенны (*la*), длина тела (*tl*), длина абдомена (*al*), реже – количество щетинок на лопастях фурки (*sf-r*, *sf-l*), ширина головы (*hw*), ширина абдомена (*aw*). Таким образом, сходство между самцами из озер Большое Яровое и Малое Шкло составило 35,90%.

Возможным объяснением отсутствия достоверности отличий по некоторым морфометрическим показателям между выборками самцов из водоемов Большое Яровое и Малое Шкло может служить небольшая географическая удаленность между озерами – прямое расстояние составляет около 44 км, а также схожие условия по солености воды. Таким образом, нельзя исключить возможности попадания цист артемии из озера Малое Шкло в Большое Яровое под воздействием ветра и антропогенного фактора, а также переноса око-

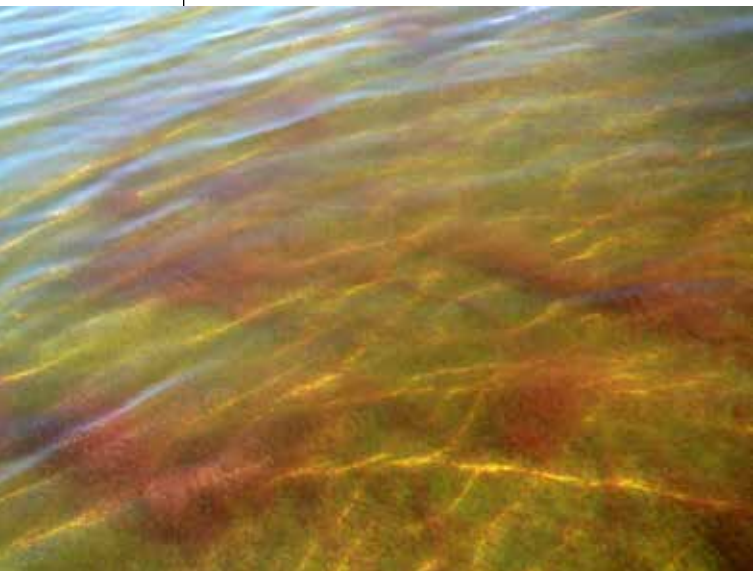


Оз. Малое Шкло / Maloe Shklo Lake

ловодными видами птиц. Однако отличия в ходе уровня солености воды в течение вегетационного периода, а также различия в качественном ионном составе рапы не позволяют бисексуальной популяции достичь значительных численных показателей и составить конкуренцию местной партеногенетической популяции. Данное предположение носит характер теории и требует дальнейших исследований.

ВЫВОДЫ

1. Популяции артемии по половой структуре, по многолетним исследованиям в озерах Малое Шкло и системе Танатар, относятся к бисексуальным (доля самцов в среднем 28,5-75,0%), в озере Большое Яровое – партеногенетическим (доля самцов в среднем не превышает 3%).
2. По гидрохимическим показателям между исследуемыми водоемами есть достоверные отличия по уровню pH, соленость рапы досто-



Оз-ра Тантар / Tanatar Lakes system

верно отличается между водоемами Танатар и Большое Яровое, между соленостью Большого Ярового и Малого Шкло, а также Малого Шкло и Танатар отличия не достоверны ($p=0,99$).

3. Половой диморфизм характерен как для бисексуальных популяций, так и сохраняется в партеногенетической. Самки крупнее самцов, у самцов более крупный головной отдел (расстояние между глазами больше на 15,5%, диаметр глаза – на 26,1%, длина антенны – на 22,3%) и большее количество щетинок (36,1%).
4. Наибольшая вариабельность отмечается в показателе строения фурки (длина правой и левой церкопод, количество щетинок на них), сопряженных с соленостью воды обратной связью и показателем pH – прямой ($p=0,999$).
5. Наибольшее количество достоверных отличий по морфометрическим показателям было выявлено между выборками из бисексуальных популяций (озер Танатар и Малое Шкло), наименьшее – между самцами из партеногенетической популяции озера Большое Яровое и самцами из озера Малое Шкло.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология (особи, популяции и сообщества). – М.: Мир, 1989. – Т.2. 478 с.
1. Bigon M., Harper Dzh., Taunsend K. Ekologiya (osobi, populyacii i soobshchestva). – М.: Mir, 1989. – V.2. 478 p.
2. Веснина Л.В., Лукерина Г.В., Ронжина Т.О. Результаты многолетнего экологического мониторинга гипергалинного озера Большое Яровое, г. Славгород Алтайского края // Рыбное хозяйство – М.: Изд-во ФГБУ ЦУРЭН. – 2019. – № 4 (159). С. 19-27.
2. Vesnina L.V., Lukerina G.V., Ronzhina T.O. Rezultaty mnogoletnego ekologicheskogo monitoringa gipergalinnogo ozera Bol'shoe Yarovoe, g. Slavgorod Altajskogo kraja // Rybnoe hozyajstvo – М.: Izd-vo FGBU CUREN. – 2019. – № 4 (159). pp. 19-27.
3. Веснина Л.В., Ронжина Т.О., Пермякова Г.В., Клепиков Р.А., Коротких В.Б. Результаты мониторинговых исследований промышленных гипергалинных озер Алтайского края // Вестн. Новосибир. гос. аграр. ун-та. – 2011. – №4 (20). С. 46-50.

3. Vesnina L.V., Ronzhina T.O., Permyakova G.V., Klepikov R.A., Korotkih V.B. Rezultaty monitoringovykh issledovaniy promyslovykh gipergalinnykh ozer Altajskogo kraja // Vestn. Novosib. gos. agrar. unta. – 2011. – №4 (20). pp. 46-50.
4. Веснина Л.В. Особенности биоты озера Кучукское Алтайского края и факторы формирования запасов артемии (на стадии цист) // Рыбное хозяйство. М.: Изд-во ФГБУ ЦУРЭН. – 2018. – №4. С. 71-79.
4. Vesnina L.V. Osobennosti bioty ozera Kuchukskoe Altajskogo kraja i faktory formirovaniya zapasov artemii (na stadii cist) // Rybnoe hozyajstvo. М.: Izd-vo FGBU CUREN. – 2018. – №4. pp. 71-79.
5. Гаевская Н.С. Изменчивость *Artemia salina* (L.) // Тр. особой зоол. лаб. АН. Сер. 2. – 1916. – Т. 3. С. 1-37.
5. Gaevskaya N.S. Izmenchivost' *Artemia salina* (L.) // Tr. osoboj zool. lab. AN. Ser. 2. – 1916. – V. 3. pp. 1-37.
6. Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Бойко Е.Г. Артемия в озерах Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 2009. 304 с.
6. Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Bojko E.G. Artemiya v ozerah Zapadnoj Sibiri. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otdelenie, 2009. 304 p.
7. Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендованного объема добычи (вылова) артемии / Литвиненко Л.И., Бизиков В.А., Ковачева Н.П., Саенко Е.М., Веснина Л.В., Куцанов К.В., Семик А.М., Паршин-Чудин А.В. – М.: Изд-во ВНИРО, 2019. 50 с.
7. Metodicheskie rekomendacii po ocenke zapasa i prognozirovaniyu rekomendovannogo ob'ema dobychi (vylova) artemii / Litvinenko L.I., Bizikov V.A., Kovacheva N.P., Saenko E.M., Vesnina L.V., Kucanov K.V., Semik A.M., Parshin-CHudin A.V. – М.: Izd-vo VNIRO, 2019. 50 p.
8. Пермякова Г.В. Жаброногий рачок *Artemia Leach*, 1819 в гипергалинных озерах Алтая (на примере озера Большое Яровое): автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2012. 23 с.
8. Permyakova G.V. Zhabronogij rachok *Artemia Leach*, 1819 v gipergalinnykh ozerah Altaya (na primere ozera Bol'shoe Yarovoe): avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. – Novosibirsk, 2012. 23 p.
9. Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Рачок артемия в озерах Западной Сибири: морфология, экология, перспективы хозяйственного использования. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 81 с.
9. Solovov V.P., Studenikina T.L. Rachok artemiya v ozerah Zapadnoj Sibiri: morfologiya, ekologiya, perspektivy hozyajstvennogo ispol'zovaniya. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1990. 81 p.
10. Шманкевич В.И. Некоторые ракообразные и отношение их к среде // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – Одесса, 1875. – Т. 3, вып. 2. 368 с.
10. SHmankevich V.I. Nekotorye rakoobraznye i otnoshenie ih k srede // Zapiski Novorossijskogo obshchestva estestvoispytatelej. – Odessa, 1875. – V. 3, vyp. 2. 368 p.
11. Asem A., Rastegar N.P., Escalante R., De Los P. The genus *Artemia Leach*, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True and false taxonomical descriptions // Lat. Am. J. Aquat. Res. – 2010. – Vol. 38, №3. P. 501-506.
11. Asem A., Rastegar N.P., Escalante R., De Los P. The genus *Artemia Leach*, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True and false taxonomical descriptions // Lat. Am. J. Aquat. Res. – 2010. – Vol. 38, №3. P. 501-506.
12. Barigozzi C. *Artemia*: A survey of its significance in genetic problems // Evolutionary Biology / eds. T. Dobzhansky, M.K. Hecht, W.C. Steere. – N.Y.: Plenum Press, 1974. – Vol. 7. P. 221-252.
12. Barigozzi C. *Artemia*: A survey of its significance in genetic problems // Evolutionary Biology / eds. T. Dobzhansky, M.K. Hecht, W.C. Steere. – N.Y.: Plenum Press, 1974. – Vol. 7. P. 221-252.
13. Bowen S.T., Sterling G. Esterase and malate dehydrogenase isozyme polymorphisms in 15 *Artemia* populations // Comp. Biochem. Physiol. – 1978. – Vol. 61B. – P. 593-595.
14. Mayer R.J. Morphology and biometry of three populations of *Artemia* (Branchiopoda: Anostraca) from the Dominican Republic and Puerto Rico // Hydrobiologia. – 2002. – Vol. 486. P. 2938.
15. Mura G. The use of a multidisciplinary approach for the characterization of a diploid parthenogenetic *Artemia* population from Torre Colimena (Apulia, Italy) / G. Mura, A.D. Baxevanis, G.M. Lopez, F. Hontoria, I. Kappas, S. Moscatello, G. Fancello, F. Amat, T.J. Abatzopoulos // J. of plankton research – 2005. – Vol. 27, №9. P. 895-907.