

Наименование области науки: Естественные науки

Наименование группы научной специальности: Биологические науки

Шифр и наименование научной специальности по номенклатуре ВАК: 1.5.20.

Биологические ресурсы

Наименование области науки: Биологические

УДК 594.8: 591.491

**Морфометрическая характеристика половозрелых самок артемии из озера Эбейты Омской области в разные вегетационные сезоны**

**The morphometric characteristics of sexually mature females *Artemia* from Lake Ebeyty of the Omsk region in different growing seasons**

Бойко Елена Григорьевна, к.б.н., ректор, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Литвиненко Людмила Ильинична, д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории экологии и рыбохозяйственных исследований, профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Воронцова Полина Игоревна, студент, ИБиВМ, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Ключевые слова: *Artemia*, озеро Эбейты, науплиус, вегетационный сезон, морфометрический анализ, соленость

Key words: *Artemia*, Lake Ebeyty, nauplii, growing season, the morphometric analysis, salinity

Артемия – гипергалинный рачок, обитающий на всех континентах, за исключением Антарктиды [13, 14]. Рачки обладают самой совершенной осморегулирующей системой в царстве животных. Это позволяет им обитать в водоемах с общей минерализацией от 10 до 340 г/л [11].

В южной части Западной Сибири и Урала встречается большое количество высокоминерализованных водоемов, биоценоз которых представлен всего несколькими видами, в том числе артемией. Артемия – биологический ресурс, ценность которого заключается в использовании в качестве корма для рыб и ракообразных. Одним из наиболее важных

обеспечение личинок высококачественными кормами. На настоящий момент не существует искусственного корма, который бы обеспечил максимальный рост рыб и ракообразных на ранних стадиях развития. В этом плане очень перспективно использование живых кормов, в частности, свежевыклюнувшихся науплиусов жаброногого рачка *Artemia*, главная ценность которых заключается в высокой пищевой ценности и удобстве использования цист [2, 4, 8-10, 12]. Добыча гидробионтов в качестве биокормов требует постоянного мониторинга за их состоянием [7]. В связи с этим исследование артемии промысловых водоемов Западной Сибири и Урала является не только актуальным, но и необходимым.

**Целью настоящих исследований** явилось изучение изменчивости морфометрических параметров половозрелых самок артемии из озера Эбейты Омской области в разные вегетационные сезоны.

**Материалы и методы исследований.** Материалом для исследований послужили половозрелые самки артемии из озера Эбейты, выловленные в вегетационные сезоны 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011 и 2015 гг. (табл. 1).

Таблица 1

**Многолетняя динамика солености воды в озере Эбейты**

Показатель	Год исследований									
	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2015
Объем выборки	216	149	80	45	20	51	506	196	193	84
Соленость, г/л*	193	154	172	141	169	159	229	263	247	229

Примечание: \* по литературным данным [3]

Сбор материала проводился стандартными методами планктонной сетью Апштейна из мельничного газа №49-52. Рачков фиксировали в 4%-ном растворе формалина. Камеральная обработка выполнена под стереоскопическим микроскопом МБС-10, оборудованным окуляр-микрометром.

Анализ проводили по 11 морфометрическим признакам: длина тела (tl, мм), длина абдомена (al, мм), ширина абдомена (aw, мм), расстояние между

глазами ( $d_e$ , мм), диаметр глаз ( $e_d$ , мм), длина фурки ( $f_l$ , мм), длина первой антенны ( $l_a$ , мм), ширина головы ( $h_w$ , мм), отношение длины абдомена к длине тела ( $al/tl$ ), число щетинок на правой ( $sf-r$ , шт.) и левой ( $sf-l$ , шт.) частях фурки.

Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам [5]. Расчет всех числовых показателей произведен в программах Microsoft Excel и Statistica.

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории промышленных беспозвоночных Тюменского филиала ВНИРО (ФГБНУ «Госрыбцентр») за помощь в сборе полевого материала.

**Результаты исследований.** Озеро Эбейты расположено в Омской области. Площадь озера составляет 83,3 км<sup>2</sup> при средней глубине 0,4 м, максимальной – 0,7 м. Соленость за годы исследований варьировала от 141 (2005 г.) до 263 г/л (2010 г.).

Анализ морфометрических данных половозрелых рачков, представленный в таблице 2, выявил следующее: длина тела рачков варьировала от 8,27 (2011 г.) до 10,35 мм (2015 г.); наибольшая длина абдомена отмечена у артемии в 2015 г. (5,77 мм), наименьшая – в 2011 г. (3,87 мм); ширина абдомена варьировала от 0,32 (2010 г.) до 0,55 мм (2015 г.); расстояние между глазами изменялось от 1,02 (2011 г.) до 1,34 мм (2015 г.); диаметр глаз варьировал от 0,15 (2002, 2011 гг.) до 0,24 мм (2015 г.); наименьшее число щетинок на фурке (левая /правая часть) отмечено у артемии в 2011 г. (1,41/1,23 шт.), наибольшее – в 2015 г. (4,39/4,15 шт.); длина фурки изменялась от 0,06 (2011 г.) до 0,20 мм (2003, 2015 гг.); ширина головы варьировала от 0,48 (2004 г.) до 0,76 мм (2002 г.); максимальные значения наиболее стабильного морфометрического показателя отношение длины абдомена к длине тела отмечены у артемии в 2009 г. (59,06%), минимальные – в 2011 г. (46,77%).

Если в целом охарактеризовать морфометрические параметры артемии из озера Эбейты в исследованные вегетационные сезоны, можно отметить, что в 2011 г. артемия отличалась наименьшими значениями большей части признаков, за исключением ширины абдомена и ширины головы. В вегетационный сезон

2015 г., наоборот, артемия характеризовалась наибольшими показателями изученных морфометрических параметров, в том числе длины тела и длины абдомена.

Таблица 2

**Морфометрическая характеристика половозрелых самок артемии озера Эбейты**

Год	tl, мм	al, мм	aw, мм	de, мм	ed, мм	sf-l, шт.	sf-r, шт.	fl, мм	la, мм	hw, мм	al/tl, %
2002	9,31 ±0,09	5,24 ±0,07	0,42 ±0,01	1,18 ±0,01	0,15 ±0,002	1,42 ±0,05	1,51 ±0,06	0,13 ±0,003	0,78 ±0,01	0,76 ±0,01	56,04 ±0,29
2003	8,64 ±0,07	4,84 ±0,05	0,47 ±0,01	1,16 ±0,02	0,19 ±0,003	3,08 0,11	3,21 ±0,11	0,20 ±0,01	0,77 ±0,01	0,59 ±0,01	56,03 ±0,30
2004	8,79 ±0,09	5,14 ±0,07	0,40 ±0,01	1,11 ±0,01	0,16 ±0,003	3,08 0,12	3,01 ±0,14	0,14 ±0,01	0,66 ±0,01	0,48 ±0,01	58,40 ±0,44
2005	9,22 ±0,18	4,98 ±0,13	0,46 ±0,02	1,24 ±0,04	0,19 ±0,01	2,45 0,22	2,68 ±0,24	0,16 ±0,01	0,80 ±0,03	0,67 ±0,02	53,89 ±0,61
2006	9,13 ±0,25	5,03 ±0,13	0,53 ±0,01	1,28 ±0,02	0,22 ±0,01	2,60 0,23	2,60 ±0,15	0,12 ±0,01	0,78 ±0,02	0,61 ±0,02	55,22 ±0,64
2008	9,45 ±0,09	5,34 ±0,07	0,49 ±0,004	1,32 ±0,01	0,20 ±0,001	3,27 0,15	3,16 ±0,14	0,15 ±0,002	0,72 ±0,01	0,74 ±0,005	56,46 ±0,33
2009	9,59 ±0,04	5,67 ±0,03	0,43 ±0,003	1,23 ±0,01	0,20 ±0,001	2,45 0,05	2,41 ±0,05	0,09 ±0,002	0,70 ±0,004	0,54 ±0,003	59,06 ±0,17
2010	8,38 ±0,05	4,88 ±0,04	0,32 ±0,003	1,03 ±0,01	0,17 ±0,002	2,05 0,07	1,75 ±0,07	0,13 ±0,003	0,65 ±0,01	0,55 ±0,01	58,19 ±0,27
2011	8,27 ±0,06	3,87 ±0,04	0,47 ±0,01	1,02 ±0,01	0,15 ±0,002	1,41 0,06	1,23 ±0,06	0,06 ±0,003	0,52 ±0,01	0,51 ±0,003	46,77 ±0,44
2015	10,35 ±0,18	5,77 ±0,13	0,55 ±0,01	1,34 ±0,02	0,24 ±0,004	4,39 0,23	4,15 ±0,24	0,20 ±0,01	0,89 ±0,02	0,57 ±0,01	55,45 ±0,47

Различия основных морфометрических показателей самок артемии из исследованного озера в разные вегетационные сезоны оказались достоверными по большей части признаков, что составляет 73,3%. Обнаружены достоверные различия по всем анализируемым признакам у артемии в сезоны 2011 и 2015 гг., 2008 и 2010 гг., 2009 и 2011 гг., 2006 и 2011 гг., 2003 и 2009 гг., 2002 и 2009 гг.,

2004 и 2011 гг., 2004 и 2015 гг. В 26,7% случаев различия сравниваемых признаков рачков оказались недостоверными. Наименьшее количество достоверных различий обнаружено между самками артемии вегетационных сезонов 2005 и 2006 гг. Наибольшее количество случаев статистически достоверных различий выявлено по диаметру глаз (84,4%) и ширине головы (82,2%), наименьшее – по длине тела (26,7%).

Уровень изменчивости изученных морфометрических параметров половозрелых самок артемии из озера Эбейты, выловленных в разные вегетационные сезоны, представлен в таблице 3.

*Таблица 3*

**Уровень изменчивости (CV, %) морфометрических параметров половозрелых самок артемии из озера Эбейты**

Год	tl	al	aw	de	ed	sf-l	sf-r	fl	la	hw	al/tl
2002	14,59	18,74	19,65	16,99	21,26	53,86	56,58	34,27	20,70	20,42	7,73
2003	10,45	12,26	17,44	16,55	20,98	38,68	37,96	51,09	21,42	15,92	6,43
2004	9,59	12,38	15,14	7,61	16,34	33,84	41,08	39,94	17,33	14,60	6,77
2005	12,91	16,96	24,64	20,63	19,96	57,81	57,40	41,72	27,32	22,87	7,61
2006	12,24	11,40	9,52	5,44	11,42	40,24	26,18	28,55	9,67	9,81	5,17
2008	6,88	9,82	5,57	5,52	3,48	32,94	31,91	10,35	9,63	4,62	4,24
2009	9,42	12,78	13,99	10,44	13,60	47,93	48,46	42,52	13,92	12,25	6,64
2010	8,97	12,50	15,02	15,27	15,77	49,20	55,04	33,36	14,96	20,43	6,47
2011	9,47	16,11	15,80	10,17	15,72	55,78	64,78	63,73	16,33	8,44	12,94
2015	15,75	20,44	19,87	16,67	16,43	47,41	53,56	35,08	24,14	16,76	7,81

Во все годы исследований наиболее вариабельными оказались число щетинок на правой и левой частях фурки и длина фурки, наименее – отношение длины абдомена к длине тела. Коэффициент вариации во всех случаях превышал 3%, а иногда достигал или был выше 50%, что указывает на высокий уровень изменчивости.

В целом коэффициенты вариации морфометрических параметров артемии редко превышали 25%, что свидетельствует о незначительном уровне изменчивости показателей роста рачков в пределах одного озера в разные вегетационные сезоны [5].

Известно, что артемия отличается высокой экологической пластичностью [14]. Она активно реагирует на условия внешней среды, в ответ меняя свои размеры и форму. Существование артемии в приблизительно одинаковых условиях, лимитированных, главным образом, соленостью среды, приводит к снижению общей фенотипической изменчивости по большей части признаков, за исключением фуркальных характеристик. Это связано, прежде всего, с тем, что количество щетинок на фурке и длина фурки имеют приспособительное значение и напрямую зависят от солености среды, которая изменяется в широких пределах даже в течение одного вегетационного сезона. Подобная закономерность была обнаружена нами ранее [1, 6].

Изучение живых организмов, в том числе природных популяций, обязывает выявлять корреляционные взаимосвязи между разными признаками. Биологические характеристики в разной степени находятся в определенной зависимости друг от друга. Можно выделить группы наиболее сильно или слабо коррелирующих признаков. Проведен расчет парных коэффициентов корреляции между анализируемыми морфометрическими параметрами артемии из озера Эбейты. Обнаружена разная степень и направление сопряженности (табл. 4). В целом корреляция оказалась положительной. Исключение составили связь между шириной головы и ряда параметров: диаметр глаз (-0,01), число щетинок на правой ветви фурки (-0,04)), а также шириной абдомена и отношением длины абдомена к длине тела (-0,32\*), где корреляция имела отрицательное направление, была слабой либо вообще отсутствовала.

Основной показатель роста – длина тела рачков, который положительно коррелировал со всеми морфометрическими параметрами на достаточно высоком уровне. Корреляция очень сильная, близкая к функциональной, отмечена между числом щетинок на ветвях фурки.

Сильная положительная связь наблюдалась между: длиной абдомена и соотношением длины абдомена к длине тела, длиной абдомена и расстоянием между глазами, шириной абдомена и расстоянием между глазами, расстоянием между глазами и диаметром глаз и длиной первой антенны, диаметром глаз и

числом щетинок, числом щетинок и длиной фурки, длиной фурки и длиной первой антенны.

Корреляция значительная обнаружена между: длиной абдомена и диаметром глаз, числом щетинок на фурке и длиной первой антенны, шириной абдомена и диаметром глаз, числом щетинок на фурке, расстоянием между глазами и числом щетинок на фурке, длиной первой антенны и диаметром глаз, числом щетинок на фурке. По остальным парам выявлена слабая корреляция либо ее отсутствие.

Таким образом, следует отметить, что корреляционный анализ основных морфометрических показателей выявил наличие связи между признаками у исследованной популяции артемии в разные вегетационные сезоны на том или ином уровне. Корреляция между основной частью анализируемых признаков оказалась положительной. Коэффициенты корреляции варьировали от -0,01 (ширина головы и диаметр глаз), что означает отсутствие связи, до 0,98 (число щетинок на ветвях фурки), что означает наличие корреляции очень сильной, близкой к функциональной.

Таблица 4

**Коэффициент корреляции между морфометрическими параметрами артемии**

	al	aw	de	ed	sf-l	sf-r	fl	la	hw	al/tl
tl	<b>0,85***</b>	0,59**	<b>0,89***</b>	<b>0,73***</b>	0,63**	<b>0,64**</b>	0,33*	<b>0,73***</b>	0,29*	0,41*
al		0,20*	<b>0,74***</b>	<b>0,65**</b>	0,60**	0,61**	0,33*	<b>0,64**</b>	0,19*	<b>0,82***</b>
aw			<b>0,72***</b>	<b>0,65**</b>	0,53**	0,56**	0,25*	0,49*	0,14*	-0,32*
de				<b>0,81***</b>	0,63**	<b>0,69**</b>	0,38*	<b>0,74***</b>	0,45*	0,33*
ed					<b>0,76***</b>	<b>0,76***</b>	0,38*	<b>0,64**</b>	-0,01	0,32*
sf-l						<b>0,98***</b>	<b>0,69**</b>	0,60**	-0,12*	0,32*
sf-r							<b>0,74***</b>	<b>0,66**</b>	-0,04	0,31*
fl								<b>0,76***</b>	0,27*	0,13*
la									0,46*	0,29*
hw										0,02

*Примечание:* \* – корреляция слабая (0,1-0,5); \*\* – корреляция значительная (0,5-0,7); \*\*\* – корреляция сильная (0,7-0,9); \*\*\*\* – корреляция очень сильная, близкая к функциональной (от 0,9) [5], жирный шрифт – корреляция достоверна

По комплексу изученных морфометрических показателей популяции артемии озера Эбейты в разные периоды исследований проведен кластерный анализ (рис. 1).



**Рис. 1. Дендрограмма сходства артемии из озера Эбейты в разные годы исследований**

Кластеризация по 11 морфометрическим признакам артемии озера Эбейты показала наличие двух неравнозначных кластеров. Один кластер объединил артемию вегетационных сезонов 2002, 2003, 2005, 2006 и 2008 гг. Общая минерализация озера за период исследований в среднем составила  $163,2 \pm 8,7$  г/л при коэффициенте вариации 11,9%. Второй кластер объединил артемию, выловленную в 2004, 2009 и 2010 гг. Соленость озера в период исследований в среднем составила  $221,3 \pm 26,6$  г/л, коэффициент вариации – 20,8%. Оба кластера объединены в один, к ним примыкает артемия вегетационного сезона 2015 г.



Наиболее дистанцированной оказалась артемия, выловленная из озера Эбейты в 2011 г. Наблюдается некоторая закономерность по объединению рачков разных вегетационных сезонов в кластеры. Один кластер объединил артемию вегетационных сезонов, где отмечена соленость ниже 200 г/л, второй кластер – с соленостью более 200 г/л (кроме 2005 г.). Далее к ним примыкают артемия 2011 г. (наименьшие размеры рачков) и 2015 гг. года исследований (наибольшие размеры рачков).

Озеро Эбейты по общепринятой классификации гипергалинных озер относится к 3-й группе, в которой общая минерализация варьирует от 150 до 250 г/л [7]. В исследованные вегетационные сезоны минерализация озера в основном не выходила за эти пределы, за исключением 2005 г.

На основании проведенных исследований морфометрических показателей половозрелых самок артемии озера Эбейты, выловленных в разные вегетационные сезоны, можно сделать вывод, что минерализация водоема является важным фактором средовой компоненты, влияющим на рост и развитие рачков. Вследствие этого паратипическая компонента оказывает закономерно большее влияние на общую фенотипическую изменчивость рачков, чем генотипическая, несмотря на то, что исследовалась популяция одного озера, обладающая общим генофондом.

Корреляционный анализ сопряженности показателей роста рачков и минерализации водоема в период исследований выявил наличие связи. Направление корреляции по всем сравниваемым показателям и соленостью среды оказалось отрицательным. Корреляция обнаружена между соленостью среды и шириной головы (-0,47\*), длиной фурки (-0,47\*), расстоянием между глазами (-0,42\*), длиной первой антенны (-0,39\*), числом щетинок на левой/правой ветвях фурки (-0,23\*/-0,38\*), шириной абдомена (-0,29\*), диаметром глаз (-0,10\*). Не выявлено взаимосвязи с такими показателями, как длина тела (-0,08), длина абдомена (-0,08), отношение длины абдомена к длине тела (-0,01).

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Морфометрический анализ 11 параметров половозрелых самок артемии из озера Эбейты Омской области вегетационных сезонов 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011 и 2015 гг. выявил, что самых больших размеров рачки достигли в 2015 г., самых незначительных – в 2011 г. Выявленные различия оказались достоверными в 73,3% случаев. В целом уровень изменчивости анализируемых признаков оказался средним и редко превышал 25%, за исключением изменчивости фуркальных характеристик (число щетинок на фурке, длина фурки).

2. Корреляция большинства анализируемых морфометрических параметров рачков оказалась положительной. Корреляционные коэффициенты варьируют от -0,01 (ширина головы и диаметр глаз), что означает отсутствие связи, до 0,98 (число щетинок на левой и правой частях фурки), где корреляция очень сильная, близкая к функциональной.

3. Кластеризация артемии из озера Эбейты в разные сезоны на основе морфометрического анализа показала наличие двух неравнозначных кластеров. Большой кластер объединил артемию вегетационных сезонов с минерализацией в период исследований менее 200 г/л, меньший – с минерализацией более 200 г/л (кроме 2005 г.). Несколько обособленно находится исследованная популяция артемии из озера Эбейты в 2011 и 2015 гг. исследований.

4. Влияние общей минерализации на рост и формирование морфометрических признаков артемии в пределах одного озера оказалось слабым. Корреляция варьировала от -0,01 (отношение длины абдомена к длине тела) до -0,47\* (ширина головы, длина фурки). Направление корреляции во всех случаях отрицательное.

### **Библиографический список**

1. Бойко, Е. Г. Влияние экологических факторов на рост рачков рода *Artemia* уральских и сибирских популяций / Е. Г. Бойко. – Текст :

непосредственный // Сибирский экологический журнал. – 2013. – № 3. – С. 333-339.

2. Бойко, Е. Г. Биоразнообразие и применение в аквакультуре гипергалинного рачка *Artemia* / Е.Г. Бойко, А.А. Волков. – Текст : непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 8. – С. 52-60.

3. Влияние изменения климата на запасы цист артемии в озерах Западной Сибири / Л. И. Литвиненко, А. И. Литвиненко, Е. Г. Бойко [и др.]. – Текст : непосредственный // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 6. – С. 52-60.

4. Внутри- и межпопуляционная изменчивость цист и взрослых стадий артемии (Branchiopoda: Anostraca) в сибирских популяциях (морфометрия) / Л. И. Литвиненко, К. В. Куцанов, Л. Ф. Разова [и др.]. – Текст : непосредственный // Морской биологический журнал. – 2021. – Т. 6. – № 2. – С. 33-51.

5. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – Москва : Высшая школа, 1990. – 352 с. – Текст : непосредственный.

6. Литвиненко, Л. И. Морфологическая характеристика рачков артемии сибирских популяций / Л. И. Литвиненко, Е. Г. Бойко. – Текст : непосредственный // Биология внутренних вод. – 2008. – № 1. – С. 40-48.

7. Литвиненко, А. И. Артемия в озерах Западной Сибири / А. И. Литвиненко, Л. И. Литвиненко, Е. Г. Бойко. – Новосибирск : Наука, 2009. – 304 с. – Текст : непосредственный.

8. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры артемии в России / Н. П. Ковачева, Л. И. Литвиненко, Е. М. Саенко [и др.]. – Текст : непосредственный // Труды ВНИРО. – 2019. – Т. 178. – С. 150-171.

9. Experience of using dry biomass of methanotrophic bacteria in the enrichment of artificial feeds for Siberian sturgeon juveniles of the Ob population (Conference Paper) / P. A. Zenkovich, M. A. Korentovich, T. O. Shabalina [and etc.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Vol. 949, Issue 1, 18 January 2022. – 012136.

10. Korentovich, M. Artificial production of Siberian sturgeon fingerlings for restocking the Siberian rivers of the ob'-irtysh basin: A synthesis / M. Korentovich, A. Litvinenko // The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869), 2. 2018. Pp. 181-216.

11. Litvinenko, L. I. Brine Shrimp *Artemia* in Western Siberia Lakes / L. I. Litvinenko, A. I. Litvinenko, E. G. Boyko. – Novosibirsk : Nauka, 2016. – 295 p.

12. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / P. Sorgeloos, P. Lavens, Ph. Leger [and etc.]. – Belgium: Chent universiteit, 1986. – 319 p.

13. Persoone, G. The Brine Shrimp *Artemia* / G. Persoone, P. Sorgeloos // Universa Press, Wetteren. – Belgium, 1980. – № 3. – Pp. 3-24.

14. Van Stappen, G. Introduction, biology and ecology of *Artemia* / G. Van Stappen, P. Lavens, P. Sorgeloos // Manual on the production and use of live food for aquaculture / eds – FAO Fisheries Technical Paper. – 1996. – Vol. 361. – Pp. 79-106.

#### References

1. Bojko, E. G. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na rost rachkov roda *Artemia* ural'skih i sibirskih populyacij / E. G. Bojko. – Tekst : neposredstvennyj // Sibirskij ekologicheskij zhurnal. – 2013. – № 3. – S. 333-339.

2. Bojko, E. G. Bioraznoobrazie i primeneniye v akvakul'ture gipergalinnogo rachka *Artemia* / E.G. Bojko, A.A. Volkov. – Tekst : neposredstvennyj // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2009. – № 8. – S. 52-60.

3. Vliyanie izmeneniya klimata na zapasy cist artemii v ozerah Zapadnoj Sibiri / L. I. Litvinenko, A. I. Litvinenko, E. G. Bojko [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // Rybnoe hozyajstvo. – 2018. – № 6. – S. 52-60.

4. Vnutri- i mezhpopylyacionnaya izmenchivost' cist i vzroslyh stadij artemii (Branchiopoda: Anostraca) v sibirskih populyacijah (morfometriya) / L. I. Litvinenko, K. V. Kucanov, L. F. Razova [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // Morskoj biologicheskij zhurnal. – 2021. – T. 6. – № 2. – S. 33-51.

5. Lakin, G. F. Biometriya / G. F. Lakin. – Moskva : Vysshaya shkola, 1990. – 352 s. – Tekst : neposredstvennyj.

6. Litvinenko, L. I. Morfologicheskaya harakteristika rachkov artemii sibirskih populyacij /L. I. Litvinenko, E. G. Bojko. – Tekst : neposredstvennyj // *Biologiya vnutrennih vod.* – 2008. – № 1. – S. 40-48.

7. Litvinenko, A. I. Artemiya v ozerah Zapadnoj Sibiri / A. I. Litvinenko, L. I. Litvinenko, E. G. Bojko. – Novosibirsk : Nauka, 2009. – 304 s. – Tekst : neposredstvennyj.

8. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya akvakul'tury artemii v Rossii / N. P. Kovacheva, L. I. Litvinenko, E. M. Saenko [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // *Trudy VNIRO.* – 2019. – T. 178. – S. 150-171.

9. Experience of using dry biomass of methanotrophic bacteria in the enrichment of artificial feeds for Siberian sturgeon juveniles of the Ob population (Conference Paper) / P. A. Zenkovich, M. A. Korentovich, T. O. Shabalina [and etc.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – Vol. 949, Issue 1, 18 January 2022. – 012136.

10. Korentovich, M. Artificial production of Siberian sturgeon fingerlings for restocking the Siberian rivers of the ob'-irtysh basin: A synthesis / M. Korentovich, A. Litvinenko // *The Siberian Sturgeon (Acipenser baerii, Brandt, 1869)*, 2. 2018.Rp. 181-216.

11. Litvinenko, L. I. Brine Shrimp Artemia in Western Siberia Lakes / L. I. Litvinenko, A. I. Litvinenko, E. G. Boyko. – Novosibirsk : Nauka, 2016. – 295 p.

12. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / P. Sorgeloos, P. Lavens, Ph. Leger [and etc.]. – Belgium: Shent universiteit, 1986. – 319 p.

13. Persoone, G. The Brine Shrimp Artemia / G. Persoone, P. Sorgeloos // *Universa Press, Wetteren.* – Belgium, 1980. – № 3. – Pr. 3-24.

14. Van Stappen, G. Introduction, biology and ecology of Artemia / G. Van Stappen, P. Lavens, P. Sorgeloos // *Manual on the production and use of live food for aquaculture / eds – FAO Fisheries Technical Paper.* – 1996. – Vol. 361. – Pr. 79-106.

#### **Аннотация**

Работа посвящена изучению изменчивости морфометрических параметров половозрелых самок артемии из озера Эбейты Омской области в разные

вегетационные сезоны. Материалом для исследований послужили половозрелые самки артемии из озера Эбейты Омской области, выловленные в вегетационные сезоны 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011 и 2015 гг. На основании проведенного морфометрического анализа по 11 параметрам половозрелых самок артемии и статистической обработки полученных данных выявлено, что самых больших размеров рачки достигли в 2015 г., самых незначительных – в 2011 г. Выявленные различия оказались достоверными в 73,3%. В целом, уровень изменчивости анализируемых признаков оказался средним и редко превышал 25%, за исключением фуркальных характеристик. Корреляционный анализ основных морфометрических показателей выявил наличие связи между признаками у артемии озера Эбейты. Корреляция между основной частью анализируемых признаков оказалась положительной. Корреляционные коэффициенты варьируют от -0,01 (ширина головы и диаметр глаз), что означает отсутствие связи, до 0,98 (число щетинок на левой и правой частях фурки), где корреляция очень сильная, близкая к функциональной. Выявлено отрицательное влияние общей минерализации на показатели роста популяции артемии озера Эбейты.

### **The abstract**

The work is devoted to the study of the variability of morphometric parameters of sexually mature females *Artemia* from Lake Ebeity of the Omsk region in different growing seasons. The material for the research was sexually mature females *Artemia* from Lake Ebeity of the Omsk region, caught during the growing seasons of 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011 and 2015. Based on the morphometric analysis of 11 parameters of sexually mature females *Artemia* and statistical processing of the data obtained, it was revealed that the largest crustaceans reached in 2015, the smallest – in 2011. The revealed differences were significant in 73.3%. In general, the level of variability of the analyzed features turned out to be average and rarely exceeded 25%, with the exception of furcal characteristics. The correlation analysis of the main morphometric parameters revealed the presence of a link between the signs in the *Artemia* of Lake Ebeity. The correlation between the main part of the analyzed

features turned out to be positive. Correlation coefficients vary from -0.01 (head width and eye diameter), which means no connection, to 0.98 (the number of setae on the left and right sides of the furka), where the correlation is very strong, close to functional. The negative effect of total mineralization on the growth and development of *Artemia* from Lake Ebeyty populations has been revealed.

**Контактная информация:**

**Бойко Елена Григорьевна**

ректор, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, ФГБОУ ВО  
ГАУ Северного Зауралья

e-mail: boyko@gausz.ru

625003, Российская Федерация, город Тюмень, улица Республики, 7

Контактный телефон .....

**Литвиненко Людмила Ильинична**

главный научный сотрудник лаборатории экологии и рыбохозяйственных  
исследований, профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, ФГБОУ  
ВО ГАУ Северного Зауралья

e-mail: litvinenkoli@gausz.ru

625003, Российская Федерация, город Тюмень, улица Республики, 7

Контактный телефон .....

**Воронцова Полина Игоревна**

студент, ИБиВМ, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

e-mail: voronczovapi.22@ibvm.gausz.ru

625003, Российская Федерация, город Тюмень, улица Республики, 7

Контактный телефон .....

**Contact information:**

**Boiko Elena Grigorievna**

rector, vice-professor of the department of water bioresources and aquaculture  
The Northern of the Trans-Ural State Agricultural University

e-mail: boyko@gausz.ru

7, Republic Street, Tyumen, 625003, Russian Federation

Contact telephone: .....

**Litvinenko Lyudmila Ilyinichna**

The chief researcher of the Laboratory of ecology and fisheries research, professor of the department of water bioresources and aquaculture, Northern of the Trans-Ural State Agricultural University

e-mail: litvinenkoli@gausz.ru

7, Republic Street, Tyumen, 625003, Russian Federation

Contact telephone: .....

**Vorontcova Polina Igorevna**

student, Northern of the Trans-Ural State Agricultural University

e-mail: voronczovapi.22@ibvm.gausz.ru

7, Republic Street, Tyumen, 625003, Russian Federation

Contact telephone: .....