

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОЗЁРНОГО
И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»
(ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

Международная научная конференция, посвященная 100-летию ГОСНИОРХ

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВОДОЕМЫ РОССИИ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Санкт-Петербург

2014



ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗНОТИПНЫХ ГИПЕРГАЛИННЫХ ВОДОЕМОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Л.В. Веснина

Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства» ГОСРЫБЦЕНТР АЛТАЙСКИЙ ФИЛИАЛ Алтайский научно-исследовательский институт водных биоресурсов и аквакультуры, Барнаул
artemia@mail.ru, vesninal.v@mail.ru

Зоопланктон гипергалинных водоемов Алтайского края представлен в основном галофильным рачком артемией. Однако в отдельные годы в составе зоопланктона отмечаются солоноватоводные виды, представители коловраток, веслоногих и ветвистоусых ракообразных.

Из веслоногих ракообразных доминирует *Cletocamptus retrogressus* Shmankevich, 1875. За период мониторинговых исследований в составе зоопланктона был отмечен комплекс солоноватоводных коловраток – *Euchlanis myersi* Kutikova, 1959, *Brachionus urceus* (Linnaeus, 1758), *B. plicatilis* Müller, 1786, *B. rotundiformis* Tschugunoff, 1921, *Keratella cruciformis* (Thompson, 1892), *Testudinella clypeata* (Müller, 1786) (Лисицына, 2006; Ронжина, 2009). Все встреченные виды относятся либо к галобионтам (*Artemia*, *C. retrogressus*, *B. plicatilis*, личинки мухи Ephydriidae), либо к видам с широкой экологической валентностью и встречаются как в пресных, так и в соленых водоемах. Видовое разнообразие зоопланктона в равнинных озерах уменьшается при повышении минерализации воды. Максимальная видовая изменчивость в градиенте солености характерна для коловраток (*Rotifera*), число видов которых колеблется в пределах от 17 до 1 (коэффициент вариации 83,6%). К ним близки ветвистоусые рачки (*Cladocera*) (коэффициент вариации 78,2%). Относительно стабильный видовой состав у веслоногих (*Copepoda*) (коэффициент вариации 68,0%).

Зависимость числа видов зоопланктона от минерализации воды при диапазоне ее колебаний от 0,3 до 1,0 г/л за вегетационный период описывается уравнением:

$$y = 0,286x_1 + 0,0005x_2 - 762,442 \quad (r = 0,92; p \leq 0,001). \quad (1)$$

При динамике минерализации воды от 10,0 до 73,8 г/л зависимость описывается уравнением (Веснина, 2002а):

$$y = 0,0853x_1 - 0,00047x_2 - 239,265 \quad (r = -0,92; p \leq 0,001). \quad (2)$$

Так, в оз. Кулундинском при достаточно высокой вариабельности минерализации воды (99,0–184,0 г/л) отмечается единственный представитель зоопланктона – галофильный рачок *Artemia* Leach, 1819, из состава зообентоса – личинка мухи Ephydridae (Веснина, 2002б). С уменьшением минерализации воды число видов увеличивается. По нашим данным, этот фактор в оз. Кулундинском выше 85,0 г/л, что является барьером для развития коловраток, ветвистоусых и веслоногих рачков (Веснина, 2002б).

В 2008–2009 гг. в составе зоопланктона гипергалинных озер не наблюдались представители солоноватоводной фауны, за исключением личинок мухи из семейства Ephydridae. Поэтому можно считать, что *Artemia* Leach, 1819 в описываемом озере развивалась в монокультуре. В 2010-2012 гг. в августе в составе зоопланктона были отмечены представители веслоногих и ветвистоусых ракообразных (*C. retrogressus*, *Moina macroscopa* Straus) в единичных экземплярах.

По общепринятой систематике *Artemia* Leach, 1819 относится к типу членистоногих (*Arthropoda*), классу ракообразных (*Crustacea*), подклассу жаброногих ракообразных (*Branchiopoda*), отряду жаброногов (*Anostraca*), семейству артемиевых (*Artemiidae*) и роду артемия (*Artemia* Leach, 1819).

Партеногенетические расы не определены до вида, их принято объединять в одну общую группу неопределенных видов: *A. parthenogenetica* Varigozzi 1974 (водоемы Европы, Африки, Азии, Австралии). Для бисексуальных рас описано восемь видов.

В соленых озерах Алтайского края широко распространены популяции артемии, состоящие в основном из одних самок (партеногенетические расы), бисексуальная раса зарегистрирована в оз. Танатар (Соловов, Студеникина, 1990).

Артемия – космополит, населяющий водоемы морского и континентального происхождения с диапазоном минерализации воды от 20 до 340 г/л. Основными лимитирующими абиотическими факторами в естественных условиях гипергалинных озер являются минерализация, температура и уровень режим.

В условиях гипергалинных озер Алтайского края границы жизнедеятельности рачка *Artemia* в зависимости от минерализации воды находятся в диапазоне от 70,0 (оз. Кулундинское) до 320,0 г/л (оз. Малиновое).

По ранее проведенным исследованиям установлена способность артемии изменять свой внешний вид под влиянием факторов среды (Шманкевич, 1875; Гаевская, 1916). С точки зрения эволюционной теории, в частности Э. Майра (1974), следует различать два типа биологической изменчивости: групповую, под которой понимаются различия между популяциями, и индивидуальную, т.е. различия между

особями одной популяции. В описательной морфологии на популяционном уровне изменчивость чаще всего определяется различиями между пространственно-разобщенными популяциями одного вида, т.е. географической изменчивостью, и ее клинальными градиентами (Майр, 1974). Из форм индивидуальной изменчивости обычно используют возрастную и сезонную изменчивость поколений и биотопическую.

Фенотипическая выраженность морфометрических признаков оказалась взаимосвязанной в большей степени с факторами среды, а не с уровнем пloidности. Например, при повышении минерализации воды изменения могут сказаться как на скорости роста, так и на особенностях пропорции тела. Таким образом, очевидно, что для наиболее полной характеристики популяций артемии необходимо рассматривать их развитие при наличии данных о количестве хромосом, ионном составе воды и климатических условиях среды каждой конкретной популяции (Triantaphyllidis et al., 1997).

Полученные закономерности согласуются как с данными других авторов (Ernani et al., 1994; Shirdhankar, Thomas, 2003), так и с нашими исследованиями (Веснина, 2002а; Litvinenko et al., 2002].

Основываясь на вышесказанном, были проведены морфометрические исследования. Наиболее варьирующим признаком является количество щетинок на лопастях фурки. Длина тела самок в оз. Большое Яровое в 2012 г. находилась в пределах 9,36–11,60, самцов – 7,74–8,34 мм. В оз. Кулундинском длина тела половозрелых самок колебалась в пределах 9,47–11,17 мм.

Диапазон колебаний численных характеристик рачка с момента начала исследовательских работ довольно значителен, и в своей динамике отражает изменчивость факторов среды, а по динамике заготовки – интенсивность промысла. Основными факторами, влияющими на состояние популяции, являются температура и общая минерализация воды. Температура воды и численность рачка находятся в прямо пропорциональной зависимости. А плодовитость артемии находится в обратно пропорциональной зависимости от общей минерализация воды.

Как указывалось выше, в вегетационный сезон 2012 г. популяции рачка в озерах Кулундинском, Большое Яровое и малых соленых озерах Славгородского, Кулундинского, Михайловского, Ключевского и Волчихинского районов развивались в благоприятном температурном режиме, достаточно удовлетворительном состоянии водности и минерализации. Но в связи с изменением гидрологических условий биоты малых соленых озер в 2006–2012 гг. некоторые малые мелководные водоемы потеряли рыбохозяйственное значение. Примером таких водоемов служит оз. Джуль-Сульды Бурлинского района. Хозяйственное значение в малых озерах имеет рачок артемия только первой генерации, как результат «вспышки» развития всех его возрастных стадий в связи с опреснением от притока воды с водосборной площади в паводковый период, что дает возможность процессу гидратации покоящихся зимних цист. В силу высокой

солнечной инсоляции летом и преимущественным преобладанием испарения над осадками в малых соленых озерах происходит повышение минерализации воды, обуславливающее критические условия жизнедеятельности рачка. Поэтому развитие последующей (второй) генерации рачка в таких водоемах может лимитироваться. В связи с этим заготовка цист артемии на малых озерах может осуществляться только в ранний летний период, пока не произошли их заиливание и повреждение от ряда факторов внешней среды (дождь, солнечная инсоляция, выпадение мирабилита и т.д.).

Сложившиеся климатические условия обусловили изменение гидрологического режима мелководных гипергалинных озер. Из-за недостаточности атмосферного питания и высоких температур в весенний период пополнение водоемов было минимальным, что привело к уменьшению уровня воды и повышению минерализации. Наибольшие изменения уровня воды наблюдались в малых бессточных озерах, максимальная глубина которых не превышает 1,5 м. Например, площадь озер Куричье и Кривая Пучина (Ключевской район) сократилась в среднем на 60–70%, в результате чего озера потеряли свое промысловое значение в текущем году.

В больших соленых озерах в 2010–2012 гг. первые науплиусы были зафиксированы в конце апреля–начале мая при прогреве воды до 3°C. Высокая температура воды в мае–июне способствовала быстрому достижению половой зрелости.

В оз. Кулундинском начало формирования и развитие первой генерации рачка артемии происходили с середины апреля. Половозрелые особи отмечались с июня. Популяция рачка была представлена в основном самками, самцы встречались единично с июня по август (соотношение полов 99,6:0,4). Численность половозрелых самок с цистоношением колебалась от 0,7 до 10,2 тыс. экз/м³. Самки откладывали тонкосторлуповые, или летние, яйца, толстосторлуповые диапаузирующие яйца, или цисты, или отрождали живых науплий (живорождение). Плодовитость самок изменялась от 18,2 (июнь) до 96,4 экз/особь (сентябрь). Количество кладок в среднем составляли 3. Численность цист, находящихся дисперсно в толще воды, колебалась от 67,21 (22.05) до 677,57 тыс. экз/м³ (31.08).

В оз. Большое Яровое начало формирования и развитие первой генерации рачка артемии происходили с середины апреля. Половозрелые особи отмечались с июня. Численность половозрелых самок колебалась от 0,27 до 7,06 тыс. экз/м³. Самцы отмечались в период с июня по октябрь, соотношение самцов и самок было смещено в пользу самок (99,2:0,8). Средняя плодовитость варьировала от 27,2 (июль) до 74,8 экз/особь (сентябрь), количество кладок в среднем составляло 3, отмечались цистоношение, живорождение и размножение летними яйцами. Численность цист, находящихся дисперсно в толще воды, изменялась от 4,80 до 538,77 тыс. экз/м³.

В оз. Малое Яровое начало формирования и развитие первой генерации рачка артемии происходили в начале апреля. Половозрелые особи отмечались с мая. Численность половозрелых самок с цистоношением колебалась от 0,21 до 6,82 тыс. экз/м³. Самки откладывали тонкосторлуповые, или летние, яйца, толстосторлуповые диапаузирующие яйца, или цисты, или отрождали живых науплий

(живорождение). Средняя плодовитость изменялась от 11,0 (сентябрь) до 104,2 экз/особь (июнь). Самцы отмечались в период с июля по сентябрь, соотношение самцов и самок в среднем составляло 96,1:3,9. Численность цист, находящихся дисперсно в толще воды, колебалась от 0,92 до 502,90 тыс. экз/м³.

В малых соленых озерах наблюдалось развитие одной генерации с растянутыми периодами вылупления и созревания.

В озерах Кулундинского района в вегетационный период 2012 г. начало формирования и развитие первой генерации рачка артемии происходили с середины апреля. Половозрелые особи отмечались с мая. Самки артемии откладывали тонкокорлуповые яйца и цисты, живорождения не наблюдалось. В оз. Малое Шкло популяция артемии была представлена особями обоих полов с преобладанием самцов (соотношение полов (самка:самец) 32,0:68,0). Средняя численность самок составляла $0,74 \pm 0,61$, самцов – $1,12 \pm 0,77$ тыс. экз/м³. Плодовитость колебалась от 21,0 (август) до 52,0 экз/особь (июль). Численность цист, находящихся дисперсно в толще воды, увеличивалась от 21,55 (апрель) до 291,53 тыс. экз/м³ (июль). В оз. Б. Шкло популяции артемии были представлены партеногенетическими самками, численность которых составляла в среднем $0,34 \pm 0,19$ тыс. экз/м³. Средняя плодовитость была равна 23,0 экз/особь. Численность цист, находящихся дисперсно в толще воды, колебалась от 13,00 до 2889,00 тыс. экз/м³.

В оз. Шукуртуз Ключевского района начало формирования и развитие первой генерации рачка артемии происходили с середины апреля. Половозрелые особи отмечались с июня. Популяция была представлена партеногенетическими самками, численность которых составляла в среднем $0,58 \pm 0,10$ тыс. экз/м³. В овисаках самок присутствовали только цисты и тонкокорлуповые яйца. Плодовитость не превышала 20,0 экз/особь. Численность цист, находящихся дисперсно в толще воды, увеличивалась от 2,13 (апрель) до 323,40 тыс. экз/м³ (июль).

В оз. Танатар Михайловского района популяция артемии была представлена особями обоих полов с преобладанием самцов (соотношение полов (самка:самец) 28,6:71,4). Средняя численность самок составляла $0,95 \pm 0,27$, самцов – $1,10 \pm 0,46$ тыс. экз/м³. В овисаках самок присутствовали только цисты и тонкокорлуповые яйца. Плодовитость колебалась от 28 (июль) до 56 экз/особь (июнь). Численность цист, находящихся дисперсно в толще воды, колебалась от 3,58 до 169,00 тыс. экз/м³.

В оз. Душное Волчихинского района в начале августа в составе зоопланктона отмечались особи всех стадий развития, преобладали науплии (57,8%). Половозрелые особи были представлены только самками, численность которых составляла 1,50 тыс. экз/м³. Плодовитость колебалась от 23 до 56 экз/особь, самки размножались цистами. Начало формирования и развитие первой генерации рачка артемии происходили с конца марта–начала апреля. Половозрелые особи отмечались с мая. Популяция была представлена особями обоих полов

с преобладанием самок, численность которых составляла в среднем $9,41 \pm 4,65$ тыс. экз/м³. Плодовитость была равна 32,0 экз/особь. Численность цист, находящихся дисперсно в толще воды, колебалась от 15,00 до 110,55 тыс. экз/м³.

Таким образом, в малых артемиевых водоемах наблюдается высокая степень вариации численности и биомассы рачка, обусловленная гидрометеорологическими условиями. Наибольшее промысловое значение имеют весенне-летние скопления цист. В дальнейшем в результате увеличения минерализации воды происходит угнетение развития популяции рачков артемии. Седиментация соли приводит к недоступности донных отложений цист.

Литература

Веснина Л.В. Мониторинг состояния популяции рачка *Artemia* sp. в соленых озерах Алтайского края // Новые технологии в защите биоразнообразия в водных экосистемах: Материалы междунар. конф. – М.: МАКС Пресс, 2002а. – С. 216.

Веснина Л.В. *Artemia* sp. в озере Кулундинском // Биоразнообразии артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование / Материалы междунар. конф. – Тюмень, 2002б. – С. 38-40.

Гаевская Н.С. Изменчивость *Artemia salina* (L.). // Труды особой зоол. лаб. АН. Сер. 2. – 1916. – Т. 3. – С. 1–37.

Лисицина Т.О. Влияние факторов среды на изменение видового состава и численности зоопланктона в озере Кулундинское // Рыбоводство и рыбное хоз-во. – Новосибирск, 2006. – № 4. – С. 15–18.

Майр Э. Популяция, виды и эволюция. – М.: Мир, 1974. – 430 с.

Ронжина Т.О. Динамика численности популяции галофильного рачка *Artemia* sp. в гипергалинных озерах юга Западной Сибири: Автореф. канд. дис. – Новосибирск, 2009. – 19 с.

Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Рачок артемия в озерах Западной Сибири: морфология, экология, перспективы хозяйственного использования. – Новосибирск: Наука, 1990. – 81 с.

Шманкевич В.И. Некоторые ракообразные и отношение их к среде // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – Одесса, 1875. – Т. 3. - Вып. 2. – 368 с.

Emani J.S., Beardmore P. and J.A. Genetic and morphometric differentiation in Old World bisexual species of *Artemia* (the brine shrimp). – *Heredity*, 1994. – 73 – P. 47–56.

Litvinenko L.J., Kozlov A.V., Kobylina T.E., Bauer D.S. Salinity of water as a factor to determine development of the brine shrimp *Artemia* population in the lakes // 8th International conference on salt lakes: abstracts; 23-26 July 2002. - Zhemchuzhny, Republic of Khakasia. – P. 111–112.

Shirdhankar M.M., Thomas P.C. Heritability estimates of naupliar length in *Artemia franciscana* using different methods // *Asian Fisheries Society*. – Manila, Philippines, 2003. – V. 16. – P. 69–76.

Triantaphyllidis G., Criel G.R., Abatzopoulos T.J., Thomas K.M., Peleman J., Beardmore J.A., Sorgeloos P. International study on *Artemia*. 57. Morphological and molecular characters suggest conspecificity of all bisexual European and North African *Artemia* populations // *Mar. Biol.*, 1997. – V. 129. – P. 477–487.

HYDROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HETEROGENEOUS HYPER-SALINE RESERVOIRS OF THE ALTAI REGION

L.V. Vesnina

Federal state unitary enterprise State research and production center of fishery GOSRYBTSETR ALTAI BRANCH Altai research institute of water bioresources and aquaculture, Barnaul, artemia@mail.ru, vesninal.v@mail.ru

It shows the influence of environmental factors on the development of *Artemia* Leach, 1819 population in the hyper-saline lakes of the Altai territory. The calculated upper threshold concentration of salts in the lake Kulundinskoye is expressed by the equation dependence of zooplankton species and ecological factors of environment.