

597.2/.5:577
574
ББК 28.082
48:47.2

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВОДОЁМЫ РОССИИ: фундаментальные и прикладные исследования. Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 2-4 апреля 2018 г.)

Материалы публикуются в авторской редакции

Верстка В.Г. Хабазовой

Для удобства чтения предлагаем воспользоваться следующими возможностями электронного издания:

- Полноэкранный режим просмотра - клавиши CTRL + L
- Интерактивное содержание (переход к статье – «клик» левой кнопкой мышки по соответствующей строчке содержания)

ISBN 978-5-91648-039-9

© ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озёрного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга» (ФГБНУ «ГосНИОРХ»),
2018

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ДИНАМИКУ ПОПУЛЯЦИИ ГАЛОФИЛЬНОГО РАЧКА *ARTEMIA LEACH*, 1819 И ЕГО ЦИСТ В ОЗЕРЕ КУЛУНДИНСКОЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Веснина Л.В.

Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Барнаул, artemia@alt.ru

Объектом исследований послужила популяция галофильного жаброногого рачка рода *Artemia* Leach, 1819 и факторы, влияющие на особенности ее распространения и развития в озере Кулундинское.

В результате комплексных гидробиологических съемок за вегетационный период 2017 г. представлена динамика показателей численности разных стадий развития рачков (науплии, ювенильные, предвзрослые и половозрелые взрослые особи, цисты, летние яйца), их процентное соотношение, размерно-возрастная и половая структуры популяции, морфометрические показатели половозрелых особей и цист, а также аннотированная информация гидробиологического мониторинга оз. Кулундинское за многолетний период.

Озеро Кулундинское располагается в теплом, засушливом районе, сумма активных температур воздуха $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в 2017 г. составляла 2680, что характерно для данной территории, но ниже по сравнению с 2016 г. на 240 градусодней (2920 градусодней). По многолетним наблюдениям количество градусодней с температурой воздуха $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ колебалось от 2483 (2000 г.) до 3110 (2003 г.).

По нашим многолетним наблюдениям (2002 – 2016 гг.) выявлена корреляционная связь между температурой воды озера Кулундинское и численностью артемии предвзрослой стадии развития ($r=0,30$, $P=0,05$), численностью половозрелых самок ($r=0,30$, $P=0,05$). Зависимость плодовитости самок от температуры воды выражается уравнением $y = -0,4108x + 34,334$ ($r=-0,38$, $P=0,05$).

В апреле пополнение озера происходило тальми водами с пониженных участков водосборной площади, минерализация воды в этот период в среднем по станциям составляла $113,1 \pm 6,4$ г/л. В мае минерализация рапы в среднем по станциям составляла $97,6 \pm 0,9$ г/л. В летний период за счет обильных осадков в июне-июле ($56,3\text{--}56,7$ мм) и общей увлажненности территории наблюдалось снижение минерализации водоема до $84,8 \pm 0,9$ г/л, что ниже среднемноголетнего значения на 30%. Морфоэдафический индекс (МЭИ) в среднем составлял 38,5.

В озере Кулундинское в 2017 г. происходило уменьшение значений плотности воды (от $1,065$ до $1,084$ г/см³), находящихся в прямой зависимости от уровня минерализации. Среднее значение плотности воды в 2017 г. ($1,069 \pm 0,002$) было ниже по сравнению с данным показателем 2016 г. ($1,0816 \pm 0,001$ г/см³).

В 2017 г., как описывалось выше, минерализация воды в оз. Кулундинское в промысловый период находилась на уровне $80,3\text{--}94,9$ г/л. Уровень минерализации воды способствовал образованию непромысловых скоплений артемии (на стадии цист) в виде тонкой пленки на поверхности воды, при этом 40% дегидратированных цист находилось во взвешенном состоянии. Дальнейшего уплотнения и концентрации массы дегидратированных цист не зарегистрировано.

Фитопланктон. За многолетний период исследований (2001–2015 гг.) в пробах фитопланктона оз. Кулундинское были обнаружены водоросли из 7 отделов.

В планктонных пробах 2017 г. было выявлено 32 таксона водорослей из пяти отделов: *Cyanophyta* – 7, *Chrysophyta* – 1, *Bacillariophyta* – 11, *Euglenophyta* – 2 и *Chlorophyta* – 11. В сезонном аспекте наименьшее число таксонов отмечено в апреле, а максимальное – в мае.

Наибольшее число выявленных таксонов относились к отделам *Bacillariophyta* и *Chlorophyta*. Отдел *Chlorophyta* был представлен цистами и вегетативными клетками *Dunaliella salina*, зооспорами и вегетативными формами *Cladophora glomerata*, а также *Ankyra judai* и другими видами. Фитопланктон озера Кулундинское отличался разнообразием в сравнение с прошлыми годами (2002-2013 гг.), в пробах единично встречались представители золотистых (*Chrisophyta*) и эвгленовых (*Euglenophyta*) водорослей, характерные для пресных озер.

В пробах фитопланктона (апрель-октябрь) встречались вегетативные клетки *Dunaliella salina* (исключая август), а также цисты этой хламиномонады (исключая апрель и июль). Отличительной чертой проб фитопланктона 2017 г. стало выявление в озере Кулундинское не только цист *D. salina*, но и ее вегетативных клеток. Зеленая нитчатка *Cladophora glomerata* встречалась постоянно (исключая май и июнь).

Синезеленая нитчатая водоросль *Lyngbya aestuarii*, являющаяся характерным представителем планктона в прошлые годы (2002-2013 гг.), с 2014 г. по настоящее время, не отмечалась в пробах озера.

Особенностью развития фитопланктона 2017 г. можно назвать незначительное присутствие в планктоне озера зеленой нитчатки *Cladophora glomerata* и полное отсутствие цианобактерии из гормогониевых *Lyngbya aestuarii*, что не характерно для данного озера. Массового развития *C. glomerata* достигла в октябре. Данная особенность обусловлена климатическими условиями, не способствующими их развитию. Данные виды в начале своего развития проходят бентосную стадию, прикрепляясь своими нитями к субстрату специальными образованиями на инициальных клетках. При волнении в водоеме нити отрываются от субстрата и переходят в планктонную стадию.

Численность фитопланктона за исследованный период изменялась в значительных пределах: 0,422-6,299 тыс.кл/л, биомасса – 1,5-85,7 мг/м³, средние значения этих величин были 1,501±0,385 тыс.кл/л и 15,0±5,7 мг/м³, соответственно. По акватории водоема наблюдались отличия в развитии фитопланктона, что может быть обусловлено различными причинами, в том числе уровнем минерализации воды, а также сгонно-нагонными явлениями, которые играют существенную роль при распределении фитопланктона в мелководных водоемах.

Максимальные значения численности и биомассы фитопланктона на ст. 12 были отмечены в октябре, когда в фитопланктоне в массе развивалась *Cladophora glomerata*). Фитопланктон имел один пик развития за период исследования. На ст. 18 таких пиков развития фитопланктона было выявлено два: больший – весной в мае и второй – незначительно меньше в июле (биомасса) и августе (численность). К месяцам с особенно низким развитием фитопланктона можно отнести июнь и сентябрь-октябрь.

В целом состав и уровень развития фитопланктона в оз. Кулундинское в 2017 г., являются типичными для водоемов с высокой минерализацией воды – невысокое видовое разнообразие и высокая численность, которая обеспечивается развитием одного-двух видов водорослей.

Зоопланктон озера Кулундинское представлен жаброногим рачком *Artemia* Leach, 1819 г. и представителями солоноватоводных групп организмов: коловратки (*Rotifera*) и веслоногие (*Copepoda*) ракообразные. Из коловраток встречались *Brachionus urceus* (Linnaeus), *Hexarthra oxyuris* (Zernov), из веслоногих ракообразных – *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitsch.

В составе зоопланктона озера Кулундинское, кроме рачка *Artemia*, в июле отмечались веслоногие (*Copepoda*) ракообразные *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitsch. Общая численность рачков артемии изменялась от 0,07±0,01 (октябрь) до 979,5±195,2 тыс. экз./м³ (апрель).

Численность рачков *Cletocamptus retrogressus* колебалась в диапазоне от $0,40 \pm 0,32$ (июль) до $21,02 \pm 5,12$ тыс. экз./м³ (август). В октябре в составе зоопланктона были обнаружены солоноватоводные коловратки (*Rotifera*): *Brachionus urceus* (Linnaeus) и *Hexarthra oxyuris* (Zernov) со средней численностью $0,07 \pm 0,006$ тыс. экз./м³.

Как было отмечено ранее, на динамику численности и биомассы рачков и цист оказывают непосредственное влияние температура и минерализация воды. Корреляция между температурой воды за вегетационный период и численностью артемии выражается прямо-пропорциональной зависимостью:

$$y = 5,60x \pm 6,25 \text{ с коэффициентом, равным } 0,678 \text{ (при } P=0,01).$$

Корреляция между общей минерализацией воды и средней плодовитостью рачка характеризуется обратно-пропорциональной зависимостью:

$$y = -0,53x \pm 88,96 \text{ с коэффициентом, равным } -0,841 \text{ (} P=0,01 \text{) (Веснина, 2002).}$$

Артемия в оз. Кулундинское относится к партеногенетическим популяциям, несмотря на появление в структуре сообщества редких самцов (Abatzopoulos, Beardmore, Clegg, Sorgeloos. 2002). За многолетний период исследований по программе мониторинга соленых озер Алтайского края в озере наблюдалось явное преобладание самок. Наибольший процент самцов (13,0) наблюдался в июле 2005 г., на протяжении остальных лет эта величина не превышала 2,1%, для оз. Кулундинское характерно развитие 2-3 генераций (Ронжина, 2008; Веснина, Пермякова, Ронжина и др., 2011).

В температурных условиях 2017 г. начало развития первой генерации приходилось на период 20-28 апреля. По результатам гидробиологической съемки 28 апреля в составе зоопланктона присутствовали рачки науплиальной стадии развития и «парашюты» с достаточно высокой численностью ($979,50 \pm 195,16$ тыс. экз./м³) и цисты артемии ($849,91 \pm 346,62$ тыс. экз./м³), при этом 90,8% цист находились в гидратированном состоянии.

Во второй декаде мая продолжался процесс гидратации цист (численность цист $267,33 \pm 40,91$ тыс. экз./м³, гидратированных 82 %) и выклев науплий, численность которых в среднем по станциям $86,42 \pm 12,62$ тыс. экз./м³. Также в составе популяции отмечались особи ювенильной и предвзрослой стадий развития, благодаря благоприятным для роста температурным условиям. Вследствие высокой смертности ранних стадий развития артемии, численность последующих не столь высока, как в предыдущую дату исследования. Численность ювенильных особей в среднем по станциям составляла $7,65 \pm 2,22$, численность предвзрослых особей – $0,19 \pm 0,10$ тыс. экз./м³. Средняя по озеру численность рачков артемии насчитывала $112,32 \pm 19,05$ тыс. экз./м³. Благодаря ветровой деятельности наибольшая плотность рачков наблюдалась в южной части водоема.

В пробах июня были отмечены особи всех возрастных стадий. В процентном соотношении основу популяции в этот период составляли предвзрослые особи первой генерации (63%), со средней численностью $14,61 \pm 3,71$ тыс. экз./м³. Численность половозрелых особей была незначительной, самок насчитывалось в среднем по озеру $0,15 \pm 0,03$ тыс. экз./м³, самцов – единично. Незначительная численность половозрелых самок объясняется более длительным сроком полового созревания из-за недостаточности тепла в этот период. В конце мая – начале июня среднесуточные температуры воздуха были ниже $20,0$ °С, что способствовало продлению периода созревания артемии. В овисаках самок находились только летние яйца, плодовитость в среднем составляла 22,5 экз./особь. Длина тела самок составляла $12,08 \pm 0,04$ мм. Количество кладок составляло 4,8. (таблица). Планктонные цисты в литоральных участках озера были в основном дегидратированные (67,2%), в глубоководной части озера – гидратированные (51,8%). Средняя численность по озеру свободноплавающих цист артемии составляла $129,06 \pm 23,60$ тыс. экз./м³.

Большинство цист, находящихся в планктоне, являлись донными цистами, вымываемыми в результате опреснения и разлива озера, поскольку цистоношения у самок не отмечено.

Таблица. Средние значения продукционных характеристик артемии в озере Кулундинское, 2017 г.

Месяц	Длина тела самки (TL), мм		Кладки	Плодовитость (цисты), экз./особь	Количество самок, %		
	мин	макс			Живорождение	Летние яйца	Цисты
июнь	8,7	14,5	4,8	0	0	100	0
июль	8,6	14,8	5,2	20,9	3,3	40	56,7
август	9,0	13,7	3,9	26,5	0	6,7	93,3
сентябрь	7,6	11,0	3,4	30,5	0	36,7	66,7
октябрь	7,6	13,1	5,3	31,9	0	15	85

На момент гидробиологической съемки 14-15.07.2017 г. в составе популяции отмечались науплиальные и ювенильные особи второй генерации (91 % от общей численности рачков), а также взрослые первого поколения в состоянии элиминации (3%). Средняя численность рачков всех стадий развития составляла $37,76 \pm 4,04$ тыс. экз./м³. В половой структуре популяции преобладали партеногенетические самки, численность самцов ($5,0 \pm 2,0$ экз./м³) не превышала 0,5% от общей численности половозрелых особей. Самки размножались в основном летними яйцами, цистами, живорождение наблюдалось у 3% самок. Средняя плодовитость самок (цистоношение) составляла 20,9 экз./особь. Длина тела самок составляла $10,98 \pm 0,28$ мм. Количество кладок составляло 5,2.

Наибольшая плотность планктонных цист наблюдалась в литоральных участках. Средняя по озеру численность цист составляла $647,08 \pm 105,71$ тыс. экз./м³, на долю дегидратированных цист приходилось 19,5% от общей численности.

В августе (17-18.08.2017 г.) в составе зоопланктона озера Кулундинское преобладали ранние стадии развития артемии, их численность составляла 74% от общей численности рачков. Особей науплиальной стадии развития насчитывалось $1,89 \pm 0,53$, ювенильных – $2,48 \pm 0,61$ тыс. экз./м³. Плотность взрослых рачков составляла $1,08 \pm 0,13$ тыс. экз./м³, популяция представлена партеногенетическими самками. В этот период отмечались относительно низкие показатели численных характеристик популяции артемии в озере по сравнению с многолетними наблюдениями и предыдущим периодом. Одной из причин низкой продуктивности озера может быть недостаток тепла и высокий процент смертности среди особей ранних стадий развития.

В августе с наступлением понижения температур в зоне субпессимум, в популяции увеличилась доля самок с цистоношением – 1,004 тыс. экз./м³, (93% от общей численности самок). Средняя плодовитость самок в этот период составляла 26,5 экз./особь (цистоношение). Длина тела самок составляла $10,80 \pm 0,18$ мм, количество кладок – 3,9. Наибольшая плотность планктонных цист наблюдалась в литоральных участках южной и юго-восточной частях водоема, их средняя по озеру численность – $335,69 \pm 52,88$ тыс. экз./м³, доля дегидратированных цист – 68%.

В сентябре наблюдалось снижение численности всех возрастных стадий артемии. Общая численность рачков по озеру составляла в среднем $2,12 \pm 0,43$ тыс. экз./м³. Преобладали особи науплиальной стадии развития – 83%. Средняя численность самок составляла $0,21 \pm 0,02$ тыс. экз./м³,

самцы встречались единично. Размножались самки в основном цистами (67% самок) и летними яйцами (33% самок), численность самок с цистоношением составляла 0,141 тыс. экз./м³. Плодовитость в этот период насчитывала 30,5 экз./особь (цистоношение). Длина тела самок составляла 9,90±0,15 мм, количество кладок – 3,4. Численность планктонных цист составляла 432,30±64,12, в дегидратированном состоянии из них находились 59%.

В пробах октября отмечались единичные особи, основная масса рачков элиминировала. Численность самок составляла 0,03±0,004 тыс. экз./м³. Единично были отмечены самцы (0,001±0,0005 тыс. экз./м³). Общая численность разновозрастных рачков насчитывала 0,07±0,006 тыс. экз./м³. Длина тела самок составляла 10,10±0,28 мм, количество кладок – 5,3. Численность планктонных цист составляла 123,73±12,53, в дегидратированном состоянии из них находились 48%.

Низкий уровень минерализации воды для данного водоема в текущем периоде способствовал образованию непромысловых скоплений в виде тонкой пленки на поверхности воды, при этом 40% дегидратированных цист находилось во взвешенном состоянии. Дальнейшего уплотнения и концентрации массы цист не происходило, т.е. промысловых скоплений артемии (на стадии цист) не образовывалось.

Литература

Веснина Л.В. Зоопланктон озерных экосистем равнины Алтайского края. – Новосибирск: Наука, 2002. – 158 с.

Веснина Л.В., Пермякова Г.В., Ронжина Т.О., Коротких В.Б. Результаты гидробиологического мониторинга соленых озер Алтайского края // Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования: материалы Всерос. конф. с междунар. участием. – Томск, 2011. – С.166–170.

Ронжина Т.О. Биология и функционирование жаброногого рачка *Artemia sp.* в соляных озерах Алтайского края Проблемы биологии, экологии, географии, образования: история и современность: материалы II Междун. научно-практической конф., 3-5 июня 2008 г., г. Санкт-Петербург. – СПб.: ЛГУ имени А.С. Пушкина, 2008. – С. 122-124.

Abatzopoulos T.J., Beardmore J.A., Clegg J.S., Sorgeloos P. Artemia: Basic and Applied Biology. – 2002. – Dordrecht.