

Особенности биоты озера Кучукское Алтайского края и факторы формирования запасов артемии (на стадии цист)

Д-р биол. наук, профессор **Л.В. Веснина** – Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр»

@ artemiaaltai@mail.ru

Ключевые слова: жаброногий рачок артемии, артемия (на стадии цист), промысловый участок (РПУ), рекомендованный объем вылова (РОВ), биота



На основе многолетних наблюдений на примере оз. Кучукское Алтайского края выявлена разновозрастная структура популяции рачка *Artemia Leach, 1819*. Оценивается влияние факторов среды на формирование их численных и продукционных показателей. Исследования проведены в виде комплексного изучения гидрохимической, гидробиологической динамики факторов среды, структурных и функциональных характеристик рачка артемия. Основные результаты исследований используются для определения запасов артемии (на стадии цист) с возможной долей их изъятия (40,0-60,0%). Установлены репродуктивные особенности размножения рачка *Artemia Leach, 1819*. Выявлена динамика структурных и функциональных характеристик популяции жаброногого рачка разных генераций для прогноза запасов водных биологических ресурсов.

В последнее время на фоне интенсивного антропогенного воздействия на природные экосистемы возрастает общественный интерес к их состоянию, охране и рациональному использованию. Это в полной мере можно отнести к гипергалинным водоемам. Наиболее ценным водным биологическим ресурсом в гипергалинных озерах являются цисты галофильного жаброногого рачка *Artemia Leach, 1819*. Особое значение данного биоресурса обусловлено его приоритетностью в качестве стартового корма для объектов аквакультуры. Потребность в цистах рачка артемии, как в незаменимом стартовом корме для большинства личинок рыб и ракообразных, обуславливает необходимость в новых подходах к проведению их заготовки, добычи (вылова), активации, переработки и хранению ценного биоресурса.

В последние годы, благодаря возрождению отечественной рыбоводной отрасли, с одной стороны, и расширению торгово-промышленных связей с зарубежными партнерами в области аквакультуры – с другой, заметно увеличился прессинг на ценный биоресурс гипергалинных водоемов Западной Сибири – цисты рачка *Artemia Leach, 1819*.

Рациональное использование биоресурсов водных беспозвоночных базируется на следующих предпосылках: обязательное сохранение естественного воспроизводства гидробионтов, определение оптимальных для каждого ресурсного организма сроков заготовки, снижающих отрицательное влияние промысла на воспроизводство, прогнозное обеспечение промысла и определение объемов возможной добычи (вылова) артемии (на стадии цист).

Принципы ресурсосберегающего хозяйствования диктуют внедрение высокотехнологичных методов, имеющих своей целью не только увеличение коммерческой выгоды, вследствие снижения себестоимости выпускаемой продукции, но и не менее важную, на наш взгляд, заботу о дальнейшем воспроизводстве водных биоресурсов, выражающуюся в возможности получения необходимого количества сырья высокого качества при минимизации отрицательного влияния на экосистему водоема.

Реализация такого подхода невозможна без детального изучения влияния различных факторов на численные характеристики жаброногого рачка артемии.

Цель исследований – определение запасов артемии (на стадии цист) в оз. Кучукское Алтайского края.

| Материалы и методы исследований |

Материал зоопланктона был собран в рамках мониторинговых исследований в период с апреля по октябрь 2000-2017 годов. Основной объект исследования – жаброногий рачок *Artemia Leach, 1819* и его цисты. Отбор проб, измерения факторов среды и визуальные наблюдения за распределением рачка, цист артемии и микроводорослей по акватории озера проводились по стандартной методике на постоянно обозначенных станциях наблюдения, расположенных в разных частях озер при непосредственном участии автора [1; 2; 3; 4].

Камеральная обработка выполнена под бинокляром МБС-10, оборудованным окуляр-микроскопом. В пробах фиксировались разновозрастные группы: науплии, ювенильные, предвзрослые, по-



Рисунок 1. Динамика температуры воды озера Кучукское

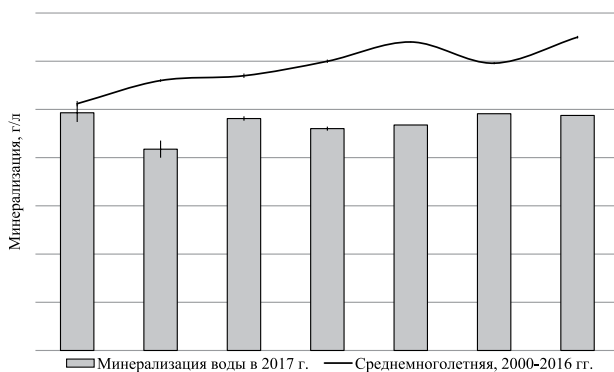


Рисунок 2. Динамика средней минерализации воды озера Кучукское

половозрелые особи, а также цисты и летние яйца. Определение массы тела рачков и цист проводили на электронных весах марки KernARJ220 – 4M.

| Результаты исследований и их обсуждение |

Озеро Кучукское Благовещенского района Алтайского края – крупный мелководный водоем площадью 181 км² с болотистыми берегами и значительными перепадами уровня воды. На водоеме осуществляется нерегулярная добыча артемии (на стадии цист), в зависимости от гидрологических условий. На водоеме в 2017 г. сформировано 2 рыбопромысловых участка.

Озеро Кучукское располагается в теплом, засушливом районе, сумма активных температур воздуха >10,0°C в 2017 г. составляла 2680, что характерно для данной территории, но ниже по сравнению с 2016 г. на 240 градусо/дней (2920 градусо/дней). По многолетним наблюдениям количество градусо/дней с температурой воздуха >10,0°C колебалось от 2483 (2000 г.) до 3110 (2003 г.).

По нашим многолетним наблюдениям (2002-2015 гг.), выявлена корреляционная связь между температурой воды оз. Кучукское и численностью науплий артемии ($r=0,28$, $P=0,05$), половозрелых особей (для самок $r=0,29$, для самцов $r=0,31$, $P=0,05$), численностью тонкоскорлуповых яиц

($r=0,26$, $P=0,05$). Зависимость плодовитости самок от температуры воды выражается уравнением $y = -0,5335x + 50,64$ ($r=-0,42$, $P=0,05$).

Рачка артемию следует считать теплолюбивым животным, у которого термофильность особо четко проявляется в процессе воспроизводства. Если половозрелые особи выдерживают широкий диапазон колебания температуры, т.е. обладают некоторым свойством эвритермности, то для воспроизводства рачкам необходим строго определенный температурный диапазон в пределах 20,0...30,0°C.

Температурные условия формирования биоты

В 2017 г., по данным метеостанции «Благовещенка», переход через +5,0°C (начало вегетационного периода для популяции рачка артемии) наблюдался 11 апреля. Массовый выклев науплий артемии наблюдался в третьей декаде апреля. В этот период установилась среднесуточная температура воздуха выше 10,0°C, что благоприятно для роста и созревания артемии. Начиная с третьей декады мая температурные условия были оптимальны для репродукции рачков. Среднемесячная температура воздуха в районе расположения оз. Кучукское в июле составляла 20,8°C, в августе – 19,4°C, что в среднем не ниже оптимальной температуры для развития популяции. Среднесуточная температура воздуха во второй декаде августа составляла ниже 20°C, такие температурные условия находятся в зоне субпессимума для популяции и способствуют размножению цистами. В осенние месяцы наблюдалось закономерное снижение среднесуточных температур, с третьей декады сентября она не превышала 10,0°C.

Температура поверхностного слоя воды в оз. Кучукское в апреле-октябре 2017 г. колебалась от 6,8°C (октябрь) до 24,0°C (июль) и в основном была на уровне среднеемноголетнего значения. По балансу тепла описываемый период в основном был благоприятным для жизнедеятельности рачков (рис.1).

Минерализация и химический состав воды

Озеро Кучукское по величине минерализации относится к гипергалинным [5] или ультрагалинным [6] водоемам. Озеро является рапным. Вода в озере мутная, часто с малиновым оттенком.

По нашим многолетним наблюдениям (2002-2015 гг.) выявлена корреляционная связь между минерализацией воды гипергалинных водоемов и численностью половозрелых самок ($r=0,31$, $P=0,05$), а также между минерализацией воды и важным продукционным показателем – плодовитостью самок ($r=0,58$, $P=0,05$).

Минерализация воды оз. Кучукское, по многолетним наблюдениям (2000-2016 гг.), находится в пределах 256,0–325,0 г/л. В описываемый период 2017 г. минерализация воды в озере колебалась

в пределах 208,8-246,5 г/л. Динамика средней по станциям минерализации воды оз. Кучукское представлена на *рис. 2*. Наблюдается снижение количества солей в рапе, по сравнению со среднемноголетним значением, что связано со сменой регрессивной фазы водности трансгрессивной. Анализ солевого состава рапы показывает значительную вариабельность соотношения некоторых ионов в динамике многолетних наблюдений.

В апреле пополнение озера происходило талыми водами с пониженных участков водосборной площади, минерализация воды в этот период в среднем по станциям составляла 256,5±9,5 г/л. В мае минерализация рапы в среднем по станциям составляла 208,8±8,9 г/л. В летний период, за счет обильных осадков в июне-июле (56,3–56,7 мм) и общей увлажненности территории, минерализация воды в водоеме не превышала 240,6±2,3 г/л. В осенний период минерализация воды незначительно возросла до 245,6±1,8 г/л (сентябрь), но, несмотря на увеличение численных значений, уровень минерализации был значительно ниже среднемноголетних (*рис. 2*). В октябре минерализация воды немного снизилась, за счет усадки солей мирабилита и составляла 243,8±1,8 г/л. Морфоэдафический индекс (МЭИ) в среднем составлял 102,4.

Озеро Кучукское является одним из крупнейших комплексных месторождений минеральных солей, в частности сульфата натрия. Сульфат натрия применяется в различных отраслях: для производства синтетических моющих средств, а также в целлюлозно-бумажной, стекольной и химической промышленности. Кучукское месторождение эксплуатируется с 1960 г. предприятием ОАО «Кучук-сульфат». Источником минерального сырья служит летняя высокоминерализованная рапа оз. Кучукское, которая закачивается по питательному каналу в садочный бассейн Селитренное. Забор рапы существенно влияет на уровень воды в этом мелководном озере, снижая объем «жилой» зоны для гидробионтов.

Кучукское месторождение комплексное, содержит в больших количествах сульфат натрия, хлориды натрия и магния. В существенно меньших количествах присутствуют бром и калий в виде растворимых соединений. Основные запасы сульфата натрия сосредоточены в поверхностной рапе и донных отложениях оз. Кучукское. По химическому составу поверхностная рапа является сложной многокомпонентной системой и, согласно принятой классификации, относится к сульфатно-хлоридному классу [5]. Солевой состав поверхностной рапы претерпевает в годовом цикле существенные изменения в связи с сезонной кристаллизацией и растворением мирабилита, реже – галита [7].

Для жизнедеятельности рачков значимо не только общее содержание солей, но и качественный солевой состав, прежде всего класс и группа воды. В оз. Кучукское вода по своему химическому составу относится к хлоридно-сульфатному классу группы натрия.

Важное значение имеет соотношение ионов Cl^- и SO_4^{2-} , равное в морской воде 7. В артемиевых водоемах этот коэффициент варьирует от 0,5 до 90,0 [8]. В оз. Кучукское соотношение ионов хлора и сульфата в среднем составляет 3,69.

Исследования последних лет, в том числе результаты выращивания культуры рачка [9], показали особую значимость железа для нормальной работы скорлуповой железы, формирующей оболочки диапаузирующих яиц и определяющей их продуцирование. Для рапы оз. Кучукское характерно невысокое содержание общего железа. В 2017 г. содержание Fe^{3+} составляло 0,001 г/л.

Уровенный режим

Водный баланс оз. Кучукское весьма напряженный, снижение любых показателей приходной части (приток по протоке, осадки, снег, грунтовое питание и сток с местного водосбора) обуславливает снижение уровенного режима и повышение минерализации воды, что лимитирует развитие биоты. На уровенный режим также оказывает влияние забор воды для сульфатного комбината. Максимальные уровни наблюдаются в апреле-мае, вследствие интенсивного притока талых вод в ложе озера.

Внутригодовая динамика уровенного режима имеет следующие особенности: зимой уровень относительно стабилен, с некоторой тенденцией

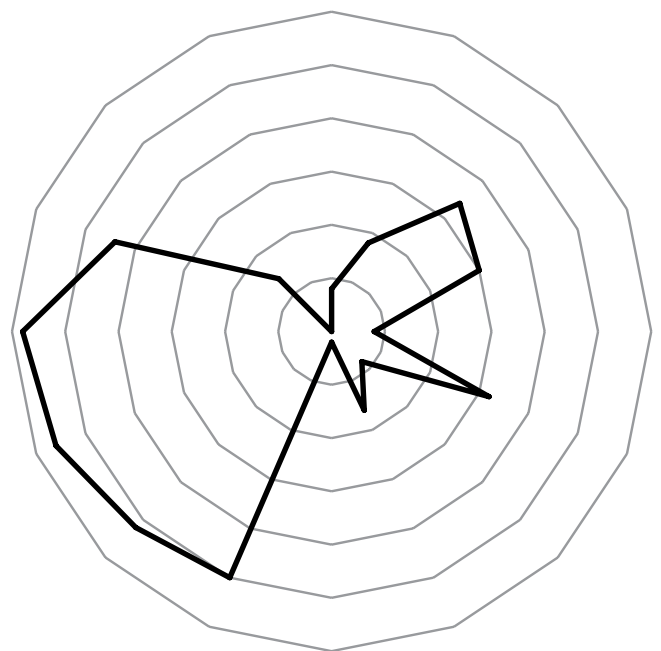


Рисунок 3. Направление ветра в районе расположения оз. Кучукское, апрель-октябрь 2017 года

повышения к середине апреля; весной при снеготаянии непосредственно на акватории уровень повышается на 5,0-9,0 см, в мае за счет стоков по протоке поднимается на 15,0-20,0 см. В течение июня уровень стабилен за счет усиления грунтового стока, а усиленное испарение обуславливает снижение уровня, и эта составляющая водного баланса начинает превалировать до ледостава.

Уровень воды связан, прежде всего, с температурным режимом и количеством осадков района расположения озера. Климат равнинных районов Алтайского края формируется под воздействием преимущественно антициклональной циркуляции воздуха и характеризуется континентальностью. Он отличается жарким, но коротким летом и холодной малоснежной зимой с сильными ветрами и метелями. Средняя температура воздуха самого теплого месяца (июль) 22,6°C; самого холодного (февраль) минус 10,8°C. Среднегодовая температура воздуха положительная и составляет 0,5-1,0°C, постепенно увеличиваясь от востока к западу.

Сумма количества осадков, по данным метеостанции «Благовещенка» за вегетационный период 2017 г. (апрель-октябрь), составила 243,4 мм, что было выше на 79,4 мм (32,6%) по сравнению с прошлым годом (2016 г.), составлявших 164,0 мм. В июле выпало много осадков на фоне средней суточной температуры воздуха менее 25,0°C. Уровень воды в оз. Кучукское, по результатам полевых наблюдений, в 2017 г. был выше, чем в прошлые годы (2006-2013 гг.), что может свидетельствовать о переходе маловодного периода в многоводный.

Условия формирования промысловых скоплений цист рачка артемии

Большое значение при формировании скоплений играют абиотические факторы: минерализация воды, конфигурация береговой линии, направление и скорость ветра [10].

В вегетационный сезон 2017 г. в районе расположения оз. Кучукское преобладали ветра западного и юго-западного направлений (рис.3). Таким образом, наибольшая плотность цист и рачков артемии наблюдалась вдоль бе-

реговой линии в северо-восточной части озера.

В оз. Кучукское промысловые скопления цист начинают формироваться при вступлении в яйцекладку основной численности рачка артемии, при скорости ветра 3,0-6,0 м/с (любых направлений). Первые скопления имеют вид отдельных пятен или конгломератов из нескольких сотен цист, часто совместно со скорлупой и отмирающими особями рачка, разбросанными по всей глубине «жилой» зоны. При усилении ветра более 8,0-10,0 м/с основная масса цист движется вдоль берега под воздействием нарастающего компенсационного течения, частично выбрасывается на берег и смывается обратно в озеро, при этом чистота биосырья цист рачка артемии резко снижается.

При формировании промысловых скоплений цист артемии в оз. Кучукское особый интерес представляют сгонно-нагонные колебания уровня в апреле-июне. Учитывая условия наиболее результативной заготовки биосырья, следует отметить, что наиболее благоприятные скорости ветра для формирования промысловых скоплений на центральном плесе оз. Кучукское находятся в диапазоне от 5,0 до 10,0 м/с. В вегетационный сезон 2017 г. средняя скорость ветра составляла 5,0 м/с, порывы ветра отмечались в первой и третьей декаде мая (14,2 и 14,7 м/с) (рис. 4). В период июнь-октябрь сила ветра была благоприятной для образования промысловых скоплений артемии (на стадии цист).

Опыт организации добычи (вылова) артемии (на стадии цист) показывает необходимость уделять особое внимание направлению и силе ветра. Находясь во взвешенном состоянии практически во всей толще воды, цисты и скорлупа под воздействием нагонного течения постепенно дрейфуют и аккумулируются в прибрежной зоне, а при усилении ветра периодически выбрасываются на мелководья литорали, создавая высокую численность. В результате перемены направления ветра или его силы скопления могут частично выбрасываться на берег, также возможен и обратный смыв яиц в озеро и перенос их течением на другое место [10].

Характеристика биотических факторов

Биотические факторы формирования сырьевой базы рачка артемии определяются, прежде всего, видовым составом фитопланктона, его продуктивностью в условиях оз. Кучукское и доступностью его фитомассы для рачков. Кроме того, большую роль играет прибрежно-водная растительность.

Изучая флору оз. Кучукское следует отметить отсутствие макрофитов в водной среде. В окрестностях озера встречаются растения различных экологических групп. В связи с высокой соленостью озера гидрофиты и галофиты не представлены. Гигрофильную (прибрежно-водную) растительность представляют в основном галофиты: солерос европейский (*Salicornia europaea* L.), астра солон-

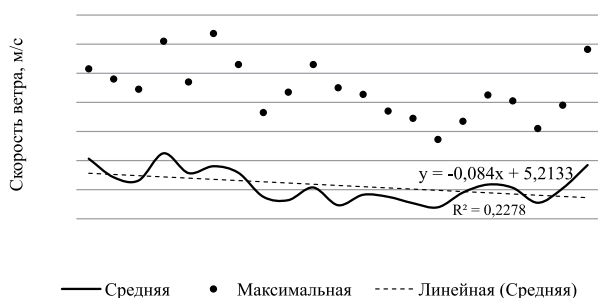


Рисунок 4. Средняя и максимальная скорости ветра в районе расположения оз. Кучукское, 2017 года

Таблица 1. Динамика средней по станциям численности рачков артемии разных стадий развития и цист (гидратированных, дегидратированных) в озере Кучукское в 2017 году

Дата	Численность рачков артемии разных стадий развития, тыс. экз./м ³				Численность цист, тыс. экз./м ³
	Науплии	Ювенильные	Предвзрослые	Половозрелые	
апрель	16,93±2,98	-	-	-	71,50±3,50
май	28,91±7,92	1,45±0,96	4,01±2,34	0,99±0,57	357,38±101,25
июнь	16,64±6,82	0,11±0,06	0,08±0,02	1,05±0,28	363,03±142,32
июль	93,17±23,44	12,89±3,35	0,51±0,28	2,65±0,15	1786,17±95,00
август	672,75±242,28	3,46±1,13	1,85±0,47	12,17±3,25	7993,85±4128,13
сентябрь	56,08±37,48	17,56±9,32	0,56±0,18	36,41±15,25	1203,15±189,18
октябрь	-	0,1±0,03	0,1±0,04	0,79±0,43	9,85±1,53

чаковая (*Aster tripolium L.*), торичник солончаковый (*Spergularia salina J. et C. Presl*), подорожник солончаковый (*Pllantago salsa Pallas*).

Фитопланктон оз. Кучукское беден по составу. Отмечается три вида водорослей из отделов синезеленых и зеленых водорослей. Хламидомонада *Dunaliellasalina* и ее цисты отмечаются во все сроки отбора, а в июле и августе в фитопланктоне развиваются синезеленые гормогониевые водоросли. Численность и биомасса фитопланктона на протяжении всего вегетационного периода невысокие и определенной тенденции в сезонной динамике не выявляется. Уровень органического загрязнения соответствует бетамезосапробной зоне.

По многолетним наблюдениям (2000-2016 гг.) численность и биомасса фитопланктона коррелирует с численностью артемии ювенильной стадии развития ($r=0,30$ и $r=0,42$ соответственно, $P=0,05$), а также биомасса фитопланктона коррелирует с численностью цист, находящихся в толще воды ($r=0,85$, $P=0,05$).

Мониторинг состояния популяции артемии в озере Кучукское в вегетационный сезон 2017 года

В связи с высокой минерализацией воды в оз. Кучукское складываются критические условия обитания для большинства гидробионтов, которые могли бы составить конкуренцию артемии за ресурсы среды обитания. В 2017 г., как и ранее, зоопланктон озера был представлен монокультурой жаброногого рачка артемия.

Артемия в оз. Кучукское относится к партеногенетическим популяциям, несмотря на появление в структуре сообщества редких самцов [11]. За многолетний период исследований в озере наблюдалось явное преобладание самок. Наибольший процент самцов (2,0%) наблюдался в июле 2005 г., на протяжении остальных лет в популяции присутствовали только самки [12; 13]. По нашим исследованиям, соотношение полов в популяции не является ее характеристикой, это свойство отдельной генерации в результате сложившихся биотических условий конкретного периода.

Для оз. Кучукское характерно развитие 1-2 генераций, в зависимости от условий окружающей среды. Первые науплии появляются в ранневесенний

период при наступлении благоприятных температурных условий. В начальный период жизни, по литературным данным, происходит массовая гибель рачков, среди оставшихся особей наблюдается низкая смертность [14]. На длительность развития и созревания жаброного существенно влияет температурный режим [15; 16; 17]. Половозрелые особи отмечаются с середины июня. Основной пик общей численности рачков приходится на летние месяцы (июнь-июль). Популяция артемии характеризуется неравномерностью распределения по акватории в пространстве и времени.

Численные и продукционные показатели популяции артемии в озере Кучукское

В температурных условиях 2017 г. начало развития первой генерации приходится на период 13-18 апреля. По результатам гидробиологической съемки, в апреле в составе зоопланктона присутствовали рачки науплиальной стадии развития с достаточно высокой численностью (16,93±2,98 тыс. экз./м³) и цисты артемии (71,50±3,50 тыс. экз./м³).

В мае в пробах отмечены рачки всех возрастных стадий. В процентном соотношении преобладали науплии (82,0%) со средней численностью 28,91±7,92 тыс. экз./м³ (табл.2), т.е. продолжалось вылупление рачков первого поколения. Вклад в численность ранних стадий развития вносило размножение ортонауплиями, наблюдаемое у 17,0% половозрелых самок. Численность особей последующих стадий развития (ювенильной, предвзрослой, половозрелой) была меньше, чем численность науплий в предыдущую дату исследования, что указывает на большую долю смертности среди особей ранних стадий развития. Численность ювенильных особей составляла в среднем 1,45±0,96, предвзрослых – 4,01±2,34 тыс. экз./м³. Средняя численность половозрелых самок по озеру составляла 0,99±0,57 тыс. экз./м³. В овисаках самок отмечались летние яйца, науплии (живорождение) и цисты. Преобладало размножение цистами (у 72,0% самок). Средняя плодовитость самок с цистоношением составляла 24,4 экз./особь. Первое поколение рачков было представлено только партеногенетическими самками, что характерно для большинства популяций артемии. Благоприятные температурные и гидрологические

условия способствовали половому созреванию. Таким образом, длительность жизненного цикла артемии первой генерации в озере составила примерно 42 дня, что не выходит за пределы значений, известных для популяций артемии разнотипных водоемов. Однако наблюдается тенденция к сокращению длительности жизненного цикла в трансгрессивную фазу водности.

Численность артемии (на стадии цист) в описываемый период составляла $357,4 \pm 101,25$ тыс. экз./м³.

В июне отмечалось начало развития второго поколения артемии. В составе зоопланктона преобладали рачки науплиальной стадии развития со средней численностью $16,64 \pm 6,82$ тыс. экз./м³. Численность ювенильных и предвзрослых особей была незначительной и не превышала 0,4% от общей численности рачков (табл. 1).

В прилегающей прибрежной полосе и на дне водоема в июне наблюдались элиминированные рачки, происходило отмирание особей первой генерации с растянутым во времени периодом выклева. Численность половозрелых самок составляла $1,05 \pm 0,28$ тыс. экз./м³, распределение их по озеру было неравномерным. Самки размножались в основном цистами (71,0%), а также летними яйцами (29,0%), живорождения не отмечено. Средняя плодовитость самок с цистоношением составляла 25,2 экз./особь. Количество кладок составляло 3,9 (табл. 2). Средняя численность планктонных цист составляла $363,03 \pm 142,3$ тыс. экз./м³, среди которых 89,0% находились в дегидратированном состоянии.

В июле в оз. Кучукское в составе зоопланктона также преобладали особи ранних стадий развития (87,0% от общей численности рачков). Непрерывный процесс выклева на протяжении периода с начала вегетационного сезона затрудняет выявление границ между генерациями. Численность науплий в среднем по озеру составляла $93,17 \pm 23,44$ тыс. экз./м³, максимальная их плотность отмечена в пробах с западной части озера. В озере наблюдаются оптимальные условия для развития популяции, согласно численным показателям особей старших возрастов, доля выживших рачков увеличилась по сравнению с предыдущим поколением. Численность ювенильных стадий развития рачка артемии достигала 31,50, что в среднем по озеру составляло $12,89 \pm 3,35$ тыс. экз./м³.

Предвзрослые особи были малочисленными, их доля не превышала 0,5% от общей численности рачков. Численность половозрелых особей, представленных только самками, колебалась от единичных экземпляров до $5,42 \pm 1,05$ тыс. экз./м³, (образуя «роение»). Средняя численность самок по озеру – $2,65 \pm 0,15$ тыс. экз./м³. Неравномерность распределения рачка артемии и ее цист обусловлена ветровой активностью. Самки размножались цистами, летними яйцами, а также науплиями (живорождение). Плодовитость самок с цистоношением составляла 90,0 экз./особь. Количество кладок – 6,4.

Численность цист, свободно плавающих в рапе, колебалась от 68,00 до 14582,00 тыс. экз./м³, максимальная их плотность отмечена вдоль юго-восточного побережья оз. Кучукское. Средняя численность цист по водоёму составила $1786,17 \pm 95,00$ тыс. экз./м³. Большая часть планктонных цист находилась в дегидратированном состоянии (84,0%). Цисты образовывали скопления на поверхности воды и вдоль прилегающей прибрежной полосы.

В августе 2017 г. развитие популяции рачка проходило при благоприятном температурном режиме, состоянии водности и минерализации. В зоопланктоне в большом количестве отмечены половозрелые особи, в том числе науплии со средней численностью $672,75 \pm 242,28$ тыс. экз./м³, ювенильные – $3,46 \pm 1,13$ и предвзрослые особи – $1,85 \pm 0,47$ тыс. экз./м³. Распределение рачков по акватории озера было неравномерным, максимальная их плотность отмечена в юго-восточной части озера. Численность половозрелых самок артемии по станциям в среднем составляла $12,17 \pm 3,25$ тыс. экз./м³, единично в пробах отмечены самцы – $0,01 \pm 0,004$ тыс. экз./м³ (0,1%).

В связи с наступлением температур, относящихся к зоне субпессимума для развития артемии, в популяции увеличилась доля самок с цистоношением. Количество самок с цистоношением составило 8,52 тыс. экз./м³, средняя плодовитость самок с цистоношением насчитывала 20,81 экз./особь. В овисаках половозрелых самок отмечались цисты (70,0%), летние яйца (26,7%) и науплии (живорождение) (3,3%). Количество кладок составляло 2,1. Распределение артемии (на стадии цист) по акватории озера было также неравномерным. Численность артемии (на стадии цист) колебалась от 43,00 до 83200,00 тыс.

Таблица 2. Средние значения продукционных характеристик рачка артемии в озере Кучукское, 2017 год

Месяц	Длина тела самки (TL), мм		Кладки	Плодовитость (цисты), экз./особь	Количество самок, %		
	min	max			Живорождение	Летние яйца	Цисты
июнь	7,2	11,0	3,9	25,5	0	29,2	70,8
июль	6,5	12,1	6,4	90,0	11,0	38,0	51,0
август	8,1	9,7	2,1	20,8	3,3	26,7	70,0
сентябрь	8,3	12,1	3,5	58,7	0	27,0	73,0
октябрь	6,1	10,5	5,3	56,4	0	12,0	88,0

экз./м³, максимальная их плотность отмечена вдоль юго-восточного побережья оз. Кучукское. Средняя численность цист по водоёму составила 7993,85±4128,13 тыс. экз./м³. Большая часть планктонных цист находилась в дегидратированном состоянии (77,0%). Планктонные цисты образовывали скопления на поверхности воды и вдоль прилегающей прибрежной полосы.

В сентябре общая численность рачков продолжала оставаться высокой, в среднем по озеру составляла 110,65±62,27 тыс. экз./м³. Встречались особи всех возрастных стадий. Средняя численность самок составляла 36,41±15,25 тыс. экз./м³. Размножались самки в основном цистами (73,0% самок). Размножение самок летними яйцами составляло 27,0%. Численность самок с цистоношением составляла 26,58 тыс. экз./м³. Плодовитость самок с цистоношением в этот период насчитывала 58,7 экз./особь. Количество кладок составляло 3,5. Численность артемии (на стадии цист) в среднем – 1203,15±189,18 тыс. экз./м³, в дегидратированном состоянии из них находились 99,0%. На поверхности воды, вдоль заградительных устройств (боны), планктонные цисты образовывали скопления на поверхности воды и вдоль прилегающей прибрежной полосы. Вода в озере прозрачная, по берегу наблюдалось большое количество соли, что свидетельствует о садке солей мирабилита в период вегетационного сезона.

Во второй декаде октября средняя по озеру численность рачков составляла 3,0±0,5 тыс. экз./м³. В литорали и заплесковой зоне отмечалась элиминация рачков.

В составе популяции отмечены все возрастные стадии развития артемии, с преобладанием половозрелых особей (самки) 2,49±0,43 тыс. экз./м³. Самки размножались, как и в сентябре, цистами (88,0% самок), размножение самок летними яйцами составляло 12,0%. Численность самок с цистоношением составляла 2,19 тыс. экз./м³. Плодовитость самок с цистоношением в этот период насчитывала 56,4 экз./особь. Количество кладок составляло 5,3. Численность артемии (на стадии цист) в текущий период в среднем по озеру насчитывала 1709,70±260,80 тыс. экз./м³, в дегидратированном состоянии из них находились 99,0%.

В конце октября численность артемии (на стадии цист) значительно снизилась, в среднем по озеру насчитывала 9,85±1,53, в дегидратированном состоянии из них находились 99,0%. В литорали и заплесковой зоне отмечена элиминация рачков. Численность половозрелых самок составляла 0,79±0,43 тыс. экз./м³, количество самок с цистоношением – 0,73 тыс. экз./м³. Основная часть цист оказалась под прессом и гнетом донных отложений соли.



При обосновании рекомендованного объема вылова (РОВ) артемии (на стадии цист) учитывали климатические и гидрологические факторы, влияющие на развитие и репродукцию популяции артемии и численность цист.

В период исследований сумма активных температур воздуха >10,0°C на оз. Кучукское в 2017 г. (апрель-сентябрь) составляла 2680 градусо/дней, что ниже на 240 градусо/дней по сравнению с 2016 г. (2920 градусо/дней). Сумма количества осадков в 2017 г., по данным метеостанции «Благовещенка», составляла 243,4 мм, что было выше на 79,4 мм (32,6%) по сравнению с прошлым годом (2016 г.) – 164,0 мм. Вследствие сложившихся климатических условий, популяция рачка развивалась в условиях повышенной водности. Температура поверхностного слоя воды в оз. Кучукское в 2017 г. колебалась от 6,8°C (октябрь) до 24,0°C (июль), максимальные температуры наблюдались в июле. В среднем температура поверхностного слоя воды в озере в 2017 г. была ниже среднемноголетнего значения на 10,0%.

Минерализация воды в озере изменялась от 208,8 (май) до 246,5 г/л (апрель). В летний период наблюдалось увеличение количества осадков

| ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ |

и общей увлажненности территории, что привело к снижению минерализации водоема в среднем до $235,6 \pm 4,22$ г/л, что ниже среднееголетнего значения ($294,9 \pm 1,59$ г/л) на 20,0%.

Данные условия были благоприятными для роста, развития рачков артемии и формирования промысловых скоплений артемии (на стадии цист). Совокупность перечисленных выше факторов повлияла и на характер изменения продуктивности водоема в целом. Средняя численность разновозрастных рачков в 2017 г. составляла 163,53 тыс. экз./м³, что выше среднееголетних значений на 90,4% (в период 2002-2013 гг. – 15,77 тыс. экз./м³). Продуктивность самок рачка артемии с цистоношением отмечалась с июня, что повлияло на увеличение артемии (на стадии цист) в целом по озеру. Плодовитость самок с цистоношением колебалась от 20,8 до 90,0 экз./особь. Средняя численность артемии (на стадии цист) в 2017 г. составляла 1683,56 тыс. экз./м³, что выше среднееголетних значений на 92,0% (средняя величина в период 2002-2013 гг. составляла 133,76 тыс. экз./м³). Планктонные цисты образовывали скопления на поверхности воды и вдоль прилегающей прибрежной полосы.

| Выводы |

1. Зоопланктон в озере Кучукское представлен монокультурой – рачком *Artemia Leach*, 1819.

2. Популяция рачка артемии в озере Кучукское была представлена партеногенетическими самками, доля самцов составляла 0,1% от общей численности половозрелых особей. Наблюдалось развитие четырех генераций рачка.

3. Средняя численность разновозрастных рачков в 2017 г. составляла 163,53 тыс. экз./м³, что было выше среднееголетних значений на 90,4% (в период 2002-2013 гг. составляло 15,77 тыс. экз./м³).

4. Численность самок колебалась от 0,79 до 36,41 тыс. экз./м³. Самки размножались летними яйцами, цистами и наблюдалось живорождение, плодовитость самок при цистоношении колеба-

лась от 20,8 до 90,0 экз./особь. Продуктивность самок рачка артемии с цистоношением отмечалась с июня, что повлияло на увеличение артемии (на стадии цист) в целом по озеру.

| ЛИТЕРАТУРА |

1. Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. т. IV, ч.1. М. Л.: 1956. С. 183-265.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1983. 51 с.
3. Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброногого рачка *ARTEMIA*. Тюмень., 2002. 25 с.
4. Иванова М.Б. Продукция планктонных ракообразных в пресных водах: автореф. дис... д-ра биол. наук. Л., 1983. 29 с.
5. Алейкин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 442 с.
6. Оксий О.П. Жукинский В.Н. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29, вып. 4. С. 62–76.
7. Веснина Л.В., Пермякова Г.В. Динамика численности и биомассы жаброногого рачка *Artemia Leach*, 1819 в гипергалинных водоемах Алтайского края // Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. СПб.: Феникс, 2011. С. 68-72.
8. Спекторова Л.В. Живые корма для рыб и беспозвоночных. М.: Агропромиздат, 1983. 144 с.
9. Sorgeloos P. *Aquaculture*. 1973. №1. P. 385-391.
10. Соловов В.П., Подуровский М.А., Ясюченя Т.Л. Жаброногартемия: история и перспективы использования ресурсов: Монография. Барнаул: ОАО «Алтайский полиграфический комбинат», 2001. 144 с.
11. Abatzopoulos T.J., Beardmore J.A., Clegg J.S., Sorgeloos P. *Artemia: Basic and Applied Biology*. 2002. Dordrecht.
12. Ронжина Т.О. Биология и функционирование жаброногого рачка *Artemia salina* 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.
13. Веснина Л.В., Ронжина Т.О., Пермякова Г.В., Клепиков Р.А., Коротких В.Б. Результаты мониторинговых исследований промысловых гипергалинных озер Алтайского края // Новосибирск: Вестник НГАУ. 2012. №4 (20). С. 46-51.
14. Гиляров А.М. Популяционная экология: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
15. Воронов П.М. Влияние температуры на жизнеспособность яиц *Artemia salina* // Зоол. журн. 1974. Т. 53, вып. 4. С. 546-549.
16. Воронов П.М. Влияние температуры на рост и созревание *Artemia salina* // Зоол. журн. 1982. Т. 61. С. 1594–1596.
17. Иванова М.Б. Продукция планктонных ракообразных в пресных водах: автореф. дис... д-ра биол. наук. Л., 1983. 29 с.



PECULIARITIES OF KUCHUKSK LAKE (ALTAI REGION) BIOTA AND FACTORS OF BRINE SHRIMP STOCK FORMING

Vesnina L.V., Doctor of Sciences, Professor – Gosrybtsentr, artemiaaltai@mail.ru

Based on perennial observations a heterogeneous age structure of brine shrimp is revealed with Kuchuk Lake of Altai region as a case study. The influence of environmental factors on the formation of numerical and production indicators is assessed. The studies were carried out in the form of a complex study taking into account hydrochemical and hydrobiological dynamics of environmental factors, structural and functional characteristics of brine shrimp. The main research results are used to determine the stocks of brine shrimp (at the stage of cysts) with a possible quota of their seizures (40.0 - 60.0%). The main features of brine shrimp reproduction are established. The dynamics of the structural and functional characteristics of the gill-footed crustacean population of different generations for prediction of living resources stocks are revealed.

Keywords: brine shrimp, brine shrimp at the stage of cysts, commercial plot (RPU), recommended catch volume (DOM), biota