

ARTEMIA Leach, 1819 ГИПЕРГАЛИННЫХ ОЗЁР ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Веснина Л.В.

Алтайский филиал ФГУП «Госрыбцентр» – «Алтайский научно-исследовательский институт водных биоресурсов и аквакультуры»

Rezumat

Sunt prezentate rezultatele studiilor de monitorizare pe termen lung ale lacurilor hypersaline din teritoriul Altai. A fost efectuată analiza comparativă a salinității și compoziției chimice a apei din lacuri și a indicatorilor numerici și de producție a fitoplanctonului, precum și a stadiilor de diferite vârste ale populațiilor Artemia în funcție de fazele apei. Au fost înregistrate similaritățile și diferențele marcate în reacțiile de răspuns ale biotei bazinelor acvatice la schimbările factorilor abiotici.

Cuvinte cheie: Artemia, faze transgresive și regresive ale conținutului apei, rezervoare hipersaline, biotă.

Depus la redacție 03 februarie 2014

Adresa pentru corespondență: Vesnina Lyubov Viktorovna, Altay branch of the Federal State Unitary Enterprise State Scientific and Production Center for Fisheries «Gosrybcenter» – «Altay scientific research Institute of water bioresources and aquaculture», str. Proletarskaya, 113, Altay territory, Barnaul, Russia, 656043; e-mail: vesninal.v@mail.ru, artemia@alt.ru; tel. (+7385-2) 63-96-90

Введение

Изучение гипергалинных озер вызывает особый интерес, связанный с особенностью их биоты. Природный запас саморегулирования и самосохранения водных экосистем гипергалинных озер ограничен в силу сочетания неустойчивой гидрологии с высокой степенью естественного накопления минеральных и органических ресурсов, а также низким видовым разнообразием гидробионтов. В составе фитопланктона отмечаются высокие показатели биомассы за счет

развития 1–2 основных видов. Зоопланктон в большинстве озер представлен монокультурой жаброногого рачка рода *Artemia* Leach, 1819. Научный интерес к этим организмам вызван их исключительной осморегулирующей способностью, разнообразием физиологических, биохимических и морфологических свойств отдельных популяций, существованием полиплоидии. Практическая ценность артемии связана с использованием ее диапаузирующих яиц в качестве стартового корма для личинок ценных видов рыб и ракообразных. Корма из диапаузирующих яиц используют при культивировании 85% морских организмов [16].

Освоение ресурса цист артемии в гипергалинных озерах имеет многолетнюю историю. Потребности внутреннего рынка, а также рынка зарубежья в стартовом корме диктуют необходимость оценки ресурсного потенциала соленых водоемов России, и в том числе Алтайского края – региона, где основной фонд артемиевых озер.

Значительная часть фонда гипергалинных водоемов России (1,2-1,3 тыс. км²) расположена на территории Алтайского края и приурочена к районам с недостаточной увлажненностью и избыточной теплообеспеченностью. Выделены три категории водоёмов по эколого-экономической значимости. Водоёмы высшей категории – самое крупное в Российской Федерации гипергалинное озеро Кулундинское (акватория 728 км²) и самое глубоководное солёное озеро, имеющее мировое значение – озеро Большое Яровое (акватория 66,7 км²). Водоёмы первой категории включают 13 озёр, наиболее ценными являются озёра Малое Яровое (акватория 35,2 км²) и Малиновое (акватория 11,4 км²). В фонд второй категории включены артемиевые озёра с акваторией более 1,0 км².

В естественных условиях гипергалинных озёр лимитирующими факторами являются температура и общая минерализация воды и производная гидрологических условий на водосборе и в водоёмах – уровенный режим водоёма, определяющий размеры «жилой» зоны рачков и их диапаузирующих яиц [2]. Уровенный режим большинства гипергалинных озёр непостоянен и подвержен значительным колебаниям, вплоть до полного высыхания мелких водоёмов и заметного сокращения площадей и глубин в больших (регрессивная фаза водности). При улучшении условий происходит обводнение озёр, наступает стадия трансгрессии уровенного режима. Поэтому количество озёр, их линейные размеры, очертания береговой линии, уровень минерализации рапы находятся в интегральной зависимости от условий водности. На описываемой территории за последнее десятилетие отмечены следующие периоды: 2001-2005 гг. – трансгрессивная фаза водности, 2006-2013 гг. – регрессивная.

Минерализация воды озёр варьирует в широком диапазоне: от 30 до 320 г/л. По гидрохимическому составу большинство гипергалинных водоёмов относятся к хлоридному классу (Большое Яровое, Кривая Пучина, Куричье и др.). Некоторые относятся к смешанному хлоридно-сульфатному классу (Кулундинское, Беленькое, Мормышанское и др.). Также единично встречаются карбонатные водоёмы (Танатар, Петухово). Группа воды в большинстве случаев натриевая.

Зоопланктон в большинстве водоёмов представлен монокультурой галофильного рачка рода *Artemia* Leach, 1819. Одной из особенностей артемии

является способность отрождать как цисты (тонко- и толстоскорлуповые), так и науплий. Толстоскорлуповые яйца (цисты) артемии являются ценным объектом промысла. В водоёмах высшей категории число генераций рачка достигает три – четыре, при этом плодовитость и способ размножения могут меняться. Заготовка биосырья проводится в основном в летне-осенний период. В малых озёрах наблюдается развитие одной – двух генераций рачка, вследствие увеличения минерализации воды в течение вегетационного сезона. Для заготовки цист артемии в таких водоёмах наиболее значимы весенне-летние их скопления. Кроме того, в гипергалинных водоёмах наблюдается процесс седиментации кристаллической соли, что приводит к недоступности донных отложений.

В водоёмах различных категорий наблюдаются различные абио- и биотические факторы, влияющие на развитие популяции галофильного рачка и, как следствие, на объём заготовки биосырья.

Наиболее продуктивными и перспективными для регулярной заготовки биосырья из водоёмов Алтайского края являются Большое Яровое Славгородского района и Кулундинское Благовещенского района. Целью настоящей работы было изучение численных и продукционных характеристик популяции артемии в период 2000–2012 гг., оценка влияния на развитие рачка абиотических факторов, а также подведение итогов промысла цист на водоёмах Алтайского края.

Материал и методы

Материалом исследования послужили пробы и фенологические наблюдения, собранные в период 2001–2012 гг. с апреля по октябрь в рамках мониторинговых исследований на озерах Кулундинское и Большое Яровое и малых гипергалинных озерах Алтайского края. Объектом биомониторинга являлись экосистемы озёр, включающие популяции жаброногого рачка артемии, а также факторы среды, воздействующие на них.

Отбор проб, измерения факторов среды и визуальные наблюдения за распределением рачка и водорослей по акватории озера проводились по стандартной методике [9,10,12] на постоянно выделенных станциях наблюдения, расположенных в разных частях озёр. Станции определяются при помощи GPS-навигатора Garmin eTrex. На озере Кулундинское сбор проводился планктонной сетью Апштейна из мельничного газа № 49–52 с 9 литоральных станций. На озере Большое Яровое выделено 12 станций. Отбор проб с 9 станций велся тотальным обловом большой планктонной конической сетью Апштейна диаметром 0,5 м в период с мая по октябрь.

Скважина на каждой станции условно разбита на 4 трансекты. Глубина скважин в каждой трансекте на двух станциях составляет 2,0; 4,0 м; на пяти – 2,0; 4,0; 6,0 м; на двух – 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 м. Три станции литоральные, на которых пробы отбирались при помощи малой планктонной сети Апштейна в период с марта по октябрь. На малых озерах сбор проводился малой планктонной сетью Апштейна из мельничного газа № 49–52 с 3-5 литоральных станций. Пробы фиксировались 4%-м раствором формалина. Камеральная обработка выполнена под бинокляром МБС–10, оборудованным окуляр-микрометром. В пробах фиксировались разновозрастные группы: науплии, ювенильные, предвзрослые, половозрелые особи, а также цисты и летние яйца. Определение массы тела

рачков и цист проводили на электронных весах марки «Керн» с дискретностью показаний от 0,0001 до 1,0 г.

Фитопланктон отбирали путем зачерпывания воды с поверхности на 3–5 станциях одновременно со сбором зоопланктона. Объем проб составлял 1,0–2,0 л, пробы фиксировали 10%-м раствором формалина, обрабатывали по истечении 4–5 месяцев при полном осаждении фитопланктона и концентрации объема пробы до 50 мл [10]. Подсчет водорослей осуществляли в камере Нажотта, расчет численности и биомассы водорослей сделан на персональном компьютере. Для оценки качества воды и определения зоны сапробности был рассчитан индекс сапробности по численности методом Пантле и Букка в модификации Сладечека [17].

Прозрачность воды определяли стандартным диском Секки диаметром 0,2 м, укрепленным на размеченном шнуре. Отбор рапы для замера температуры и минерализации осуществлялся с помощью батометра. Общая минерализация определялась с помощью оптического прибора – рефрактометра (ATAGO Hand refractometer, Kernco Instruments Co., inc. 420 Kenazo Ave., E 1 Paso TX 79928 USA). Гидрохимические пробы отбирались путем зачерпывания рапы, объемом 1,0–1,5 л. Минеральный состав рапы водоемов определен методом выпаривания в лабораторных условиях сотрудниками ОАО «Михайловский завод химических реактивов». Классификация воды по солевому составу проведена по О.А. Алекину [1].

Результаты исследований обработаны вариационно-статистическим методом [11]. Расчеты показателей проводились при помощи программы Microsoft Excel 2010. При анализе использовали максимальное и минимальное значения (x_{max} , x_{min}), среднеарифметическое значение (\bar{x}), ошибку средней величины ($S\bar{x}$).

Результаты и обсуждение

Гипергалинные озёра Западной Сибири располагаются в обширных внутриматериковых понижениях, окружённых возвышенностями и горными массивами. Классическим примером являются южные районы Западно-Сибирской равнины, окруженные горными массивами Алтая, Урала и Саян, возвышенностями Средне-Сибирского плоскогорья и Казахстанской складчатой страны. Соляные озёра занимают бессточные котловины. Зоны расположения соляных озёр обычно совпадают с внутренними артезианскими бассейнами, и минеральные подземные воды играют определенную роль в режиме наземных водоемов. Гипергалинные озёра относительно компактно расположены в аридной и полуаридной зонах Западно-Сибирской низменности, подчинены зональным закономерностям климатических условий солевого и органического накопления и имеют общую тенденцию сукцессии.

Озеро Кулундинское занимает центральную часть Кулундинской депрессии и расположено на территории Благовещенского, Славгородского и Табунского районов. Является самым крупным на территории Российской Федерации (728 км²) гипергалинным артемиевым водоемом. Средняя глубина его 2,6 м, максимальная – 3,6. В озеро впадают реки Кулунда и Суетка. Озеро бессточное, в

период снеготаяния соединяется протокой с озером Кучукское. Площадь бассейна 24100 км². Северные и западные берега крутые, высотой 5,0–6,0 м, восточный – пологий, изрезан заливами. В восточной части озера, заиленного выносами реки Кулунда, находится много островов. На остальной площади водоема дно глинистое и песчаное. Морфометрические показатели водоема варьируют в зависимости от общей тенденции повышения или уменьшения обводненности и отражают глобальные или местные локализованные климатические флуктуации [3].

Озеро Большое Яровое расположено в области замкнутого стока. Оно находится на высоте около 79 м над уровнем моря, при этом дно озера располагается в самой глубокой котловине Центрально-Кулундинской депрессии, глубина которой достигает 25 м (73 м над уровнем моря), поэтому озеро Большое Яровое является самой низкой точкой Алтайского края.

Водоем имеет эллипсообразную форму, вытянутую с северо-запада на юго-восток. Размах колебаний уровня воды 0,8 м, средняя площадь 66,7 км² (63,0–67,0 км²). Длина озера 11,5 км, максимальная ширина 8,0 км. Глубины: максимальная 9,5 м, средние – 4,0–4,9 м. Показатель озерной котловины – тип 1, округлая, с высокими берегами. Берега в юго-западной части озера открытые, крутые, обрывистые, доступные по всему периметру, высотой 10,0–15,0 м, изрезаны оврагами. На северо-восточном берегу небольшой лиман с выходом пресных вод. Северный и северо-восточный берега озера пологие, образуют открытый пляж. По всему периметру имеется песчаная литораль шириной от 750 до 2000 м. Донные грунты: песчаные (крупнозернистый желтый песок) – 15%, песчано-илистые – 25%, илистые (черные, серо-черные и темно-серые илы) – 60%, имеются прослойки мирабилита. Озеро бессточное, питание атмосферное и грунтовое.

Природные комплексы гипергалинных озёр находятся в тесной связи с климатическими условиями, которые формируют тепловой и водный балансы, условия жизнедеятельности организмов. Природные условия в широтных зонах влияют на формирование биоты озёр, на озёрные накопления и химический состав воды. По условиям теплообеспеченности и по степени увлажнения гипергалинные озёра располагаются в тёплом и более тёплом засушливом, и частично в жарком сухом районах с суммой активных температур воздуха более 10°C в пределах 2000–2400 °C. Озера Кулундинское и Большое Яровое располагаются в аридной зоне Алтайского края. Климат районов расположения озера и температурный режим в конкретном году непосредственно влияют на температуру воды, в особенности на поверхностный слой. Наибольшая изменчивость температуры воды наблюдается в весенний и осенний периоды, максимум – в июле (табл. 1).

Таблица 1. Температуры поверхностного слоя воды озера Кулундинское и Большое Яровое, 2000–2012 гг.

Озеро	Температура, $\bar{x} \pm S\bar{x}$, °C					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Кулундинское	17,4±6,07	21,7±3,7	24,4±3,6	21,5±4,5	13,8±4,4	6,9±4,5
Большое Яровое	14,6±2,1	20,0±1,4	22,7±1,9	20,5±1,9	14,1±2,6	6,7±1,6

В глубоководном озере Большое Яровое наблюдается температурная стратификация с сохранением в летний период отрицательных температур. В июне температура поверхностного слоя рапы достигала 18,0...19,9°C, температура воды у дна (на глубине 8,0–9,0 м) была отрицательной и составляла -5,0...-3,0°C. Температура средних слоев воды (от 2,0 до 4,0–6,0 м) колебалась в пределах от 0 до 2,0°C (рис. 1) с понижением температуры по мере продвижения в глубь [14].

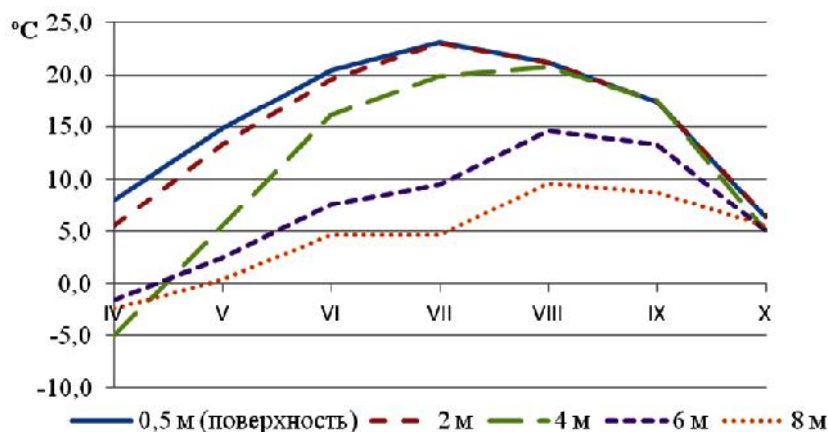


Рисунок 1. Динамика температурного режима воды (°C) глубоководного озера Большое Яровое по глубинам (апрель-октябрь, 2002-2013 гг.).

На значение минерализации воды непосредственно влияет уровневый режим водоемов. Динамика общей минерализации воды подчеркивает некоторую опресненность акватории в весенний период, во время притока талых вод с водосборной площади, и четкую тенденцию роста концентрации солей к осени во всех гипергалинных водоемах Алтайского края. За период 2001–2012 гг. общее содержание солей в воде озера Кулундинское колебалось от 10,0 (апрель 2005 г.) до 144,0 г/л (сентябрь 2009 г.). В озере Большое Яровое уровень минерализации несколько выше, динамика данного значения за описываемый период 90,0 (май 2005 г.) – 226,0 г/л (сентябрь 2007 г.) (рис. 2). Для гидробионтов также важен и качественный состав солей.

Специфика физиологического действия солей преимущественно определяется не анионами, а катионами, поэтому при анализе солевого состава рапы следует обратить внимание на содержание основных катионов (табл. 2). Соотношения ионов в составе воды озер не имеют значимых отличий в разные фазы водности, таким образом, происходило пропорциональное увеличение их содержания.

Особенно большое значение для гидробионтов имеет ионный коэффициент – отношение суммы K^+ и Na^+ к сумме Ca^{2+} и Mg^{2+} , равное в морской воде 6,6. В озере Большое Яровое относительное значение магния выше, чем в озере Кулундинское.

Содержание солей определяет видовой состав фито- и зоопланктона. Видовое богатство водорослей в гипергалинных водоемах бедное, в трансгрессивный период в фитопланктоне озера Большое Яровое обнаружены представители 7 отделов ($16,3 \pm 6,2$ видов), в регрессивный количество видов составляло $7,8 \pm 1,0$.

Наибольшее видовое богатство отмечалось в 2003 г. На количество видов в течение вегетационного периода влияет, главным образом, температура воды, выявлена достоверная отрицательная корреляция ($r=-0,43$, при $p \leq 0,05$) (рис. 3).

По числу видов в таксономической структуре фитопланктона наибольшего разнообразия достигали зеленые, диатомовые и синезеленые водоросли (табл. 3). На протяжении всего периода исследований постоянно присутствовали шаровидные споры красно-коричневого цвета зеленой водоросли *Dunaliella salina* Teod., сама хламидомонада отмечалась в апреле–мае [5]. Эта водоросль – типичный представитель фитопланктона соленых континентальных водоемов, но, вероятно, в летний период, при максимальных температурах воды и минерализации, условия для ее вегетирования особенно неблагоприятны. Также в составе альгофлоры присутствовала диатомовая водоросль *Nitzschia frustulum* var. *subsalina* Hust., которая встречалась с августа по октябрь.

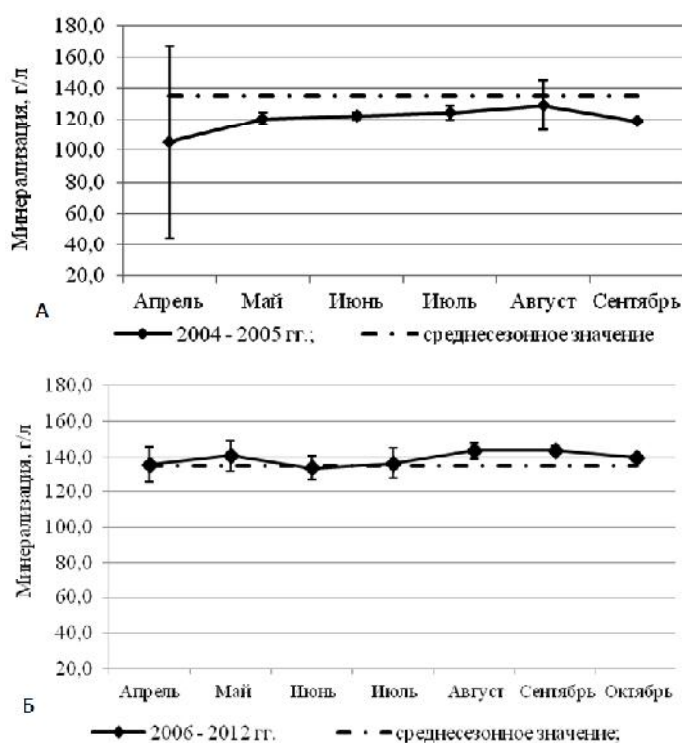


Рисунок 2. Динамика изменения минерализации воды в трансгрессивную (А) и регрессивную (Б) фазы водности в озере Большое Яровое по отношению к ее среднесезонному значению.

В значениях численности и биомассы фитопланктона озера Большое Яровое наблюдается периодичность. В многоводный период средняя численность составляла $28,6 \pm 5,7$ тыс. кл/л, биомасса – $14,9 \pm 2,6$ мг/м³. В регрессивный период происходило увеличение численности и биомассы за счет развития 1–2 основных видов и уменьшения объема озера. В 2006–2012 гг. средняя численность составляла $71,4 \pm 14,6$ тыс. кл/л, биомасса – $69,1 \pm 13,4$ мг/м³.

Таблица 2. Гидрохимические показатели озер Кулундинское и Большое Яровое в зависимости от фазы водности.

Озеро	Фаза водности	Минерализация, г/л	$\text{Na}^+ + \text{K}^+ / \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	$\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$	$\text{Mg}^{2+} / \text{Ca}^{2+}$
Кулундинское	Трансгрессивная (2001–2005 гг.)	95,9±4,5	8,0±1,9	2,3±0,2	54,0±9,0
	Регрессивная (2006–2011 гг.)	107,0±6,8	7,0±0,2	2,5±0,2	68,2±8,9
Большое Яровое	Трансгрессивная (2001–2005 гг.)	126,4±6,6	3,8±0,2	19,4±1,3	21,9±0,7
	Регрессивная (2006–2011 гг.)	139,2±1,6	3,7±1,0	18,5±0,5	17,1±0,5

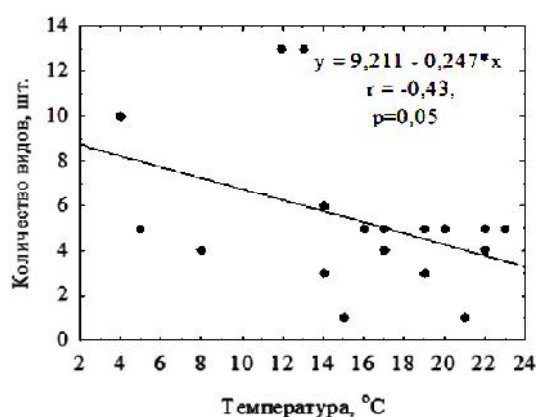


Рисунок 3. Зависимость между количеством видов фитопланктона и температурой воды в озере Большое Яровое, 2009 – 2011 гг.

В составе альгофлоры озера Кулундинское в многоводный период отмечено 36,5±5,6 видов из 7 отделов, в маловодный – 20,3±2,6 представителей из 6 отделов (таблица 3). В списке водорослей планктона в трансгрессивный период преобладали представители отдела *Chlorophyta*, в регрессивный – более устойчивые к повышенной минерализации синезеленые водоросли. Основу фитопланктона составляли зеленая нитчатая водоросль *Cladophora glomerata* (L.) Kutz. с синезеленой *Lyngbya aestuarii* (Mert.) Liebm. Из необычных для минерализованных озер можно отметить обнаружение в 2005 г. нескольких домиков золотистой водоросли *Dinobryon divergens* Imh [18].

Прослеживается четкая сезонная динамика количественных показателей фитопланктона озера Кулундинское. Численность фитопланктона в большинстве случаев превышала 1 млн. кл/л, а биомасса – 1 г/м³, что может охарактеризовать водоем как мезотрофный (1–5 г/м³). В среднем численность водорослей в трансгрессивный период составляла 1,7±0,3 млн. кл/л, биомасса – 2,3±0,6 г/м³. В регрессивную фазу водности численные показатели оставались на том же уровне (1,1±0,2 млн. кл/л), биомасса была несколько ниже за счет доминирования более мелкоклеточных синезеленых водорослей (1,2±0,2 г/м³).

Виды-индикаторы сапробности, обнаружены только среди диатомовых, а именно только один вид – *N. frustulum* var. *subsalina*, который относится к β-мезосапробам, что может свидетельствовать об умеренном загрязнении озер Кулундинское и Большое Яровое органическими веществами.

Таблица 3. Динамика видового состава фитопланктона гипергалинных озер Алтайского края, 2002 – 2012 гг.

Отдел водорослей	Количество видов	
	Кулундинское	Большое Яровое
<i>Cyanophyta</i>	9,55±3,78	2,10±1,91
<i>Chrysophyta</i>	0,45±0,59	0,40±0,52
<i>Bacillariophyta</i>	4,00±2,24	3,80±2,20
<i>Cryptophyta</i>	0,55±0,52	0,20±0,42
<i>Dynophyta</i>	0,09±0,30	-
<i>Euglenophyta</i>	1,36±1,29	0,10±0,32
<i>Chlorophyta</i>	10,45±5,79	3,10±3,38
<i>Xanthophyta</i>	0,09±0,30	0,10±0,32
Количество отделов	5,09±0,94	4,00±1,32
Количество видов	26,55±10,53	10,20±6,86

Количественные и качественные показатели зоопланктона характеризуются значительным диапазоном колебания. Динамика изменений отражает непостоянство условий обитания гидробионтов. В составе зоопланктона озера Кулундинское в многоводные периоды отмечены представители веслоногих ракообразных и коловраток. Численность копепод колебалась от 0,04 (2002 г.) до 514,80 тыс. экз/м³ (2005 г.). Доминантом являлся *Cletocamptus retrogressus* (Schmank.). В состав солоноватоводного комплекса коловраток входили *Euchlanis myersi* (Myers), *Brachionus urceus* (Linne), *B. plicatilis rotundiformis* Tschugunoff, *Keratella cruciformis* (Thompson), *Testudinella clypeata* (Muller). Численность коловраток составляла от 0,05 до 466,00 тыс. экз/м³ (2005 г.) [14]

В маловодный период в составе зоопланктона озер Кулундинское и Большое Яровое присутствовал только жаброногий рачок *Artemia*. Артемия обладает уникальной осморегуляторной системой, которая позволяет считать ее истинно эвригалинным животным [15]. В водоемах юга Западной Сибири популяции артемии не определены до вида, и работы в этом направлении продолжаются. Определенные сложности существуют из-за способности артемии изменять свой внешний вид под влиянием факторов среды [8,18]. Изменение общей минерализации воды и, главным образом, ее солевого состава определяет не только морфологические особенности строения артемии, но и тип ее репродукции, соотношение полов.

Первые науплиусы артемии фиксируются в середине апреля – первых числах мая при прогреве воды до -3°C. Половозрелые особи отмечаются с середины июня. В гипергалинных озерах Алтайского края наблюдается развитие от одной до четырех генераций рачка [4,6,7]. Для больших озер Кулундинское и Большое Яровое характерно развитие трех – четырех генераций. Продолжительность жизненного цикла первой генерации колебалась от 55 до 69 дней.

Вторая и последующие генерации развиваются с «перекрыванием» друг друга, что затрудняет выявление их четких границ. Вторая генерация появляется в середине – конце июня и продолжается до начала – середины августа. Начало

третьей генерации приходится на середину – конец июля, элиминация особей описываемой генерации наблюдается со второй половины сентября. Развитие четвертой генерации в наибольшей степени зависит от абиотических и биотических факторов. Начало ее приурочено к середине августа, половой зрелости особи достигают при благоприятных условиях в конце сентября – начале октября.

Самки первой генерации в озерах размножались в основном живорождением. Самки второй и последующих генераций в озере Кулундинское обычно откладывают только диапаузирующие яйца, живорождение практически отсутствует. В озере Большое Яровое живорождение наблюдалось вплоть до третьей генерации, что связано с более устойчивыми абиотическими факторами.

Показатели численности артемии на разных стадиях развития в разные фазы водности значительно разнятся (рис. 4). В озере Кулундинское среднемноголетнее значение численности в многогодный период превышает численность рачков в маловодный период (табл. 4). Это можно объяснить присутствием самцов в структуре популяции в трансгрессивную фазу водности, а также более благоприятными условиями для живорождения.

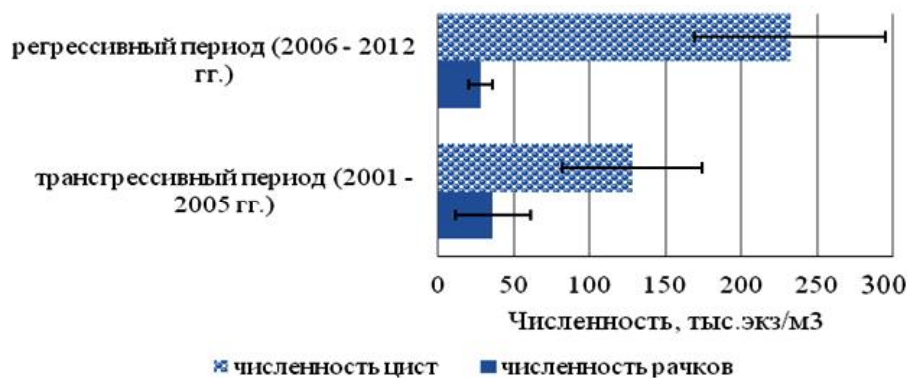
Таблица 4. Показатели популяции артемии озера Кулундинское в зависимости от фазы водности.

Фаза водности	Численность рачков, тыс. экз/м ³	Численность цист, тыс. экз/м ³	Соотношение полов, самка:самец, %	Плодовитость, экз/особь	Диаметр цист, мкм	Масса половых релых самок, мг
Трансгрессивная (2001–2005 гг.)	36,0±24,5	172,8±46,2	96,9:3,1	31,3±15,1	230,0±30,0	3,8±1,3
Регрессивная (2006–2012 гг.)	27,9±8,2	232,0±62,9	100:0,0	31,2±14,4	240,0±30,0	4,9±1,2

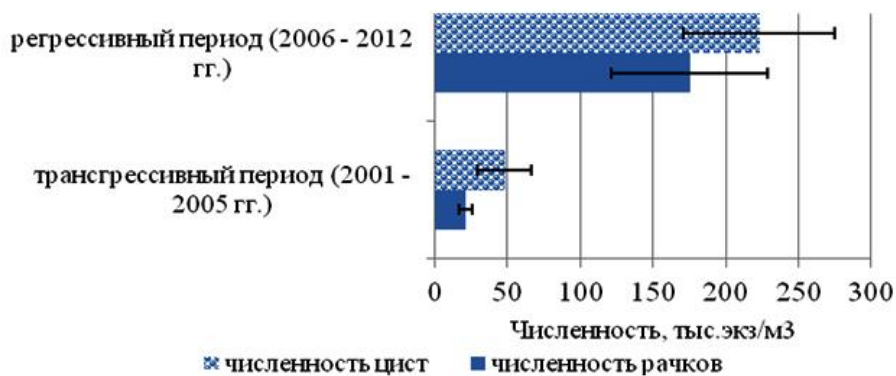
В регрессивную фазу, сопровождающуюся увеличением минерализации воды, популяция была представлена только партеногенетическими самками, при этом наблюдалось увеличение численности цист. Плодовитость, т.е. количество эмбрионов на одну самку, в озере Кулундинское, не смотря на фазу водности, находилась на уровне 30 экз/особь.

В озере Большое Яровое, благодаря его глубоководности, складываются более стабильные условия обитания гидробионтов. В регрессивную фазу водности наблюдалось значительное увеличение численности артемии всех стадий развития, а также показателей плодовитости (табл. 5, рис. 4). В структуре популяции присутствовали самцы.

В результате проведения морфометрических исследований имаго артемии обнаружилась тенденция увеличения размеров особей за счет пропорционального увеличения головогруды и брюшка, а также яйцевого мешка (овисака). В озере Кулундинское количество эмбрионов в овисаке оставалось на одном уровне в течение 2001–2012 гг., но наблюдалось увеличение диаметра цист. У самок озера Большое Яровое, напротив, размеры овисака определялись, по-видимому, не диаметром цист, а их количеством (табл. 4, 5).



Озеро Кулундинское



Озеро Большое Яровое

Рисунок 4. Изменение динамики численности рачков и цист в зависимости от фаз водности в озерах Большое Яровое и Кулундинское.

Таблица 5. Показатели популяции артемии озера Большое Яровое в зависимости от фазы водности.

Фаза водности	Численность рачков, тыс. экз/м³	Численность цист, тыс. экз/м³	Соотношение полов, самка:самец, %	Плодовитость, экз/особь	Диаметр цист, мкм	Масса половых самок, мг	Масса половых релых самок, мг
Трансгрессивная (2001–2005 гг.)	21,0±4,7	47,8±18,8	99,5:0,5	46,2±9,0	255,0±50,0	5,0±1,0	3,6±0,8
Регрессивная (2006–2012 гг.)	175,3±53,8	223,0±52,2	98,2:1,8	52,5±6,9	249,0±12,0	6,9±0,1	5,2±0,8

По результатам мониторинговых исследований гипергалинных водоёмов Алтайского края ежегодно проводится оценка запасов цист артемии. Рекомендуемый объем изъятия (объём возможного вылова) составляет 40–60 % от общего запаса [13] (табл. 6).

Таблица 6. Результаты промысла цист артемии в гипергалинных водоемах Алтайского края, 2000 – 2012 гг.

Год	Общие разведенные запасы, т	Прогноз объёма возможного вылова, т	Результаты промысла						
			Общая площадь озёр, где вёлся промысел, га	Число озёр	Число организационно-заготовителей	Выделенные квоты, т	Объём заготовки, т	% освоения квоты	% освоения объёма возможного вылова, т
2000	2104	1246	46249	6	7	1252	579	46	46
2001	2567	1303	58107	19	11	1303	613	47	47
2002	2964	926	44450	5	4	915	494	54	53
2003	2570	1230	46870	7	4	1121	747	67	61
2004	2432	1270	11617	13	4	1270	614	48	48
2005	2758	1270	81930	6	4	1133	927	82	73
2006	2930	1339	86000	9	11	1339	676	50	50
2007	3880	1720	103860	9	15	1720	1351	79	79
2008	2833	1310	103620	8	13	1310	579	44	44
2009	2747	1295	82790	6	-	905	-	-	-
2010	1845	1114	86310	7	11	1002	507	51	46
2011	1660	993	86310	7	9	963	859	89	87
2012	2710	1207	83815	8	3	1090	727	67	60

Как видно из таблицы, процент освоения выделенной квоты цист артемии за 13 лет колеблется от 44 до 82%. Наибольший объем был заготовлен в 2007 г. (1351 т, 79% от объема возможного вылова). Таким образом, ценный биоресурс осваивается не полностью, и существует потенциальный резерв увеличения заготовки ценного биосырья.

Среднегодовой объём заготовки цист артемии на озере Большое Яровое составляет 400 т (2000–2007 гг.), на озере Кулундинское ресурсный потенциал используется не в полной мере, среднегодовой объём составляет 288 т (2000–2008 гг.) при возможных 550 – 600 т.

Выводы

Результаты многолетних исследований за биотой озёр Кулундинское и Большое Яровое свидетельствуют об их уникальности и разной экологической толерантности популяций артемии. Изменение абиотических факторов находит разный отклик в каждом конкретном водоеме, выражающийся в изменении численных и продукционных показателей артемии, а следовательно и на состоянии

запасов ее цист. Кроме природных факторов среды водоемы испытывают сильную антропогенную нагрузку в виде рекреационных зон и активного промысла цист артемии. Для сохранения ценного биоресурса ежегодно проводятся мониторинговые наблюдения с целью осуществления прогноза объемов возможной заготовки цист. Действующая методика прогнозного обеспечения должна учитывать не только текущую гидрологическую обстановку в регионе, но и возможные последствия колебания факторов среды, что является наиболее сложной задачей.

Библиография

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 442 с.
2. *Веснина Л.В.* Зоопланктон озерных экосистем равнины Алтайского края. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 2002. – 158 с.
3. *Веснина Л.В.* Влияние факторов среды на динамику численности и биомассу *Artemia sp.* в озере Кулундинское // Сибирский экологический журнал. – 2002. - №6. – С. 637-646.
4. *Веснина Л.В., Пермякова Г.В.* Биопродуктивность зоопланктона гипергалинных водоемов Алтайского края // Современное состояние водных биоресурсов: материалы 2-й междунар. конф. / под ред. Е.В. Пищенко, И.В. Моружи. – Новосибирск, 2010. – С. 14–17.
5. *Веснина Л.В., Митрофанова Е.Ю., Ронжина Т.О., Веселкова Э.Ю.* Фитопланктон больших артемиевых озер Алтайского края // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2008. – №10. – С. 22–26.
6. *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.
7. *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.
8. *Гаевская Н.С.* Изменчивость *Artemia salina* (L.) // Тр. особой зоол. лаб. АН. Сер. 2. – 1916. – Т. 3. – С. 1–37.
9. *Жадин В.И.* Методы гидробиологического исследования. – М.: Высш. шк., 1960. – 188 с.
10. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. Вводные и общие вопросы планктологии. – М.: Наука, 1969. – Т. 1. – 440 с.
11. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
12. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
13. Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброногого рачка ARTEMIA. - Тюмень, 2002. – 25 с
14. *Ронжина Т.О.* Динамика численности популяции галофильного рачка *Artemia sp.* в гипергалинных озерах юга Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2009. – 19 с.
15. *Смурув А.О., Комендантов А.Ю.* Применение концепции толерантных полигонов для анализа отношения водных беспозвоночных к солености среды // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря: материалы 9-й междунар. конф. – Петрозаводск, 2005. – С. 292–296.

16. Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Рачок артемия в озерах Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 91 с.

17. Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биологического анализа вод. – М., 1983. – Ч. 3. – 371 с.

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