



**Состояние популяции галофильного рачка артемии  
как основа формирования сырьевой базы  
гипергалинных озер Алтая**

**The state of the halophilic *Artemia* crustacean population  
as the basis for the formation of the raw material base  
of the Altai hyperhaline lakes**

Профессор Л.В. Веснина

(Институт водных и экологических проблем СО РАН) тел. +79612399974  
E-mail: artemia.vesnina@mail.ru

Professor L.V. Vesnina

(Institute of Water and Environmental Problems SB RAS) tel. +79612399974  
E-mail: artemia.vesnina@mail.ru

*Реферат.* Приведены сведения об абиотических и биотических факторах среды, влияющих на пространственное распределение артемии в разных стадиях ее жизненного цикла в гипергалинных озерах Кулундинское и Большое Яровое Алтайского края. Отмечены оптимальные значения температурного и газового режима, минерализации воды в озере Кулундинское и Большое Яровое. Для озера Кулундинское установлено, что распределение плотности рачка артемии не зависит от средних многолетних значений солености воды. Пространственное распределение с образованием скоплений наблюдалось среди науплиусов, ювенильных особей и цист. Для озера Большое Яровое отмечено, что неравномерность распределения рачка и зависит от опресненного стока по берегам озера. Наибольшая агрегированность в распределении наблюдалась у рачка на ранних стадиях развития и его цист. Проанализировано вертикальное распределение плотности рачков и цист артемии в течение вегетационного периода в толще водного столба водоемов. Цель исследований – выявить основные факторы, влияющие на пространственное распределение рачка артемия в толще воды в разные фазы жизненного цикла.

*Summary.* Provides information on abiotic and biotic environmental factors affecting the spatial distribution of brine shrimp at different stages of its life cycle in the hyperhaline lakes Kulundinskoye and Bolshoy Yarovoye of the Altai Territory. The optimum values of temperature and gas conditions, water mineralization in Lake Kulundinskoye and Bolshoi Yarovoye were noted. For Lake Kulundinskoye it was established that the distribution of the density of the brine shrimp brine shrimp does not depend on the mean long-term values of water salinity. Spatial distribution with the formation of clusters was observed among nauplii, juvenile individuals, and cysts. For Bolshoi Yarovoye Lake, it was noted that the uneven distribution of the *Artemia* crustacean depends on desalinated runoff along the lake. The greatest aggregation in the distribution was observed in the crustacean in the early stages of development and its cysts. The vertical distribution of the density of crustaceans and *Artemia* cysts during the growing season in the thickness of the water column of water bodies is analyzed. The purpose of the research is to identify the main factors affecting the spatial distribution of the brine shrimp in the water column at different phases of the life cycle.

*Ключевые слова:* гипергалинное озеро, рачок артемия, артемия (на стадии цист), пространственное распределение, плодовитость, агрегированность, мониторинг, плодовитость, живорождение, цистоношение, количество пометов (кладок).

*Keywords:* hyperhaline lake, crustacean artemia, artemia (at the cyst stage), spatial distribution, fecundity, aggregation artemia, monitoring, fertility, viviparity, birth of diapausing eggs (cysts), number of litters (broods).



Исследования сырьевой базы гипергалинных водоемов и особенностей биологии рачка *Artemia Leach*, 1819 связаны с уникальной способностью этого жабронога адаптироваться к неблагоприятным условиям среды. Научный интерес к этим организмам вызван их исключительной осморегулирующей способностью, разнообразием физиологических, биохимических и морфологических свойств отдельных популяций, существованием полиплоидии.

Границы жизнедеятельности артемии находятся в зависимости от абиотических факторов среды: температуры, минерализации воды, содержания кислорода и др.

Рачка артемию следует считать теплолюбивым видом, у которого термофильность особо четко проявляется в процессе воспроизводства. Если половозрелые особи выдерживают широкий диапазон колебания температуры (2,0–37 °С), т.е. обладают некоторым свойством эвритермности, то для воспроизводства необходим строго определенный температурный диапазон в пределах 20...30 °С.

Наиболее благоприятная соленость для артемии лежит в пределах 90,0–200,0 г/л, для роста и развития 90,0–170,0, для цистообразования – 120,0–200,0 г/л. Для выклева в весенний период необходимо опреснение рассолов до 5,0–90,0 г/л за счет атмосферных осадков, а также притока талых и грунтовых вод.

Изменение содержания кислорода в среде не оказывает заметного влияния на дыхание жаброногов. Синтезируемый рачками гемоглобин обеспечивает интенсивное поглощение кислорода из воды даже при его низких концентрациях (до 1–2 мгО<sub>2</sub>/л). С ростом температуры скорость потребления кислорода повышается в большей степени у рачков ранних стадий развития по сравнению с половозрелыми. Оптимальная концентрация растворенного в воде кислорода для рачков 6,0–8,0 мгО<sub>2</sub>/л.

В условиях водоема рачки и цисты артемии распределяются неравномерно, что обусловлено в большей степени гидрологическими факторами: температурой воды, колебаниями солености, освещенностью, перемешиванием водных масс. В меньшей степени размещение рачков зависит от пищевого фактора. В мелководных озерах наиболее значимо неравномерное горизонтальное размещение рачков и цист, в глубоководных озерах добавляются особенности распределения в толще водного столба. В качестве характеристики хронологической структуры популяций обычно используется индекс агрегированности (Ka) и отношение дисперсии к среднему значению численности рачков и цист артемии (D).

Актуальность исследований и повышенный интерес к особенностям биоты соленых озер обусловлены как уникальными эколого-биологическими способностями основного объекта исследований – жаброногого рачка *Artemia Leach*, 1819, так и значительной ценностью диапаузирующих (покоящихся) яиц артемии (цист). Артемия (на стадии цист) – биоресурс, использующийся в качестве корма для многих видов рыб и ракообразных, особенно велика их роль на ранних стадиях развития выращиваемых видов, в виде так называемых стартовых кормов.

Добыча (вылов) цист рачка артемии на территории Алтайского края регулярно ведется с 1978 г. Начиная с 2000 г. и по настоящее время, на соленых озерах, имеющих хозяйственное значение осуществляются мониторинговые исследования, охватывающие абиотические, стабильность развития популяции и ее воспроизводство. Показатели плодовитости и количества пометов используются при определении общего и промыслового запасов артемии биотические факторы среды, морфометрические, структурные и численные показатели популяции артемии, продукционные характеристики, определяется объем общего запаса артемии (на стадии цист) [1-5]. Одной из важнейших характеристик популяции артемии в каждом конкретном водоеме является генеративная активность (плодовитость как общее количество эмбрионов в овисаке самок, изменение качественного содержимого яйцевого мешка, количество пометов (кладок), отражающая влияние факторов окружающей среды (на стадии цист) [6].



Озеро Кулундинское Алтайского края – самый крупный минерализованный водоем в РФ. Средняя соленость воды в озере по данным многолетних наблюдений (2000–2020 гг.) колеблется в пределах 30–130 г/л. Популяция артемии на протяжении маловодного периода развивается в монокультуре, при опреснении в многоводный период в составе зоопланктона преобладают представители коловраток и веслоногих ракообразных. Распределение плотности рачков практически не зависит от уровня солености воды, за исключением весеннего периода, когда наиболее массовый выклев науплиусов приурочен к наиболее опреснившимся участкам (рис. 1). Распределение цист по акватории также не сопряжено с соленостью воды, а подчиняется скорее направлению преобладающих ветров. Однако уровень солености определяет плавучесть цист, их свойство всплывать на поверхность и образовывать скопления, дрейфующие на поверхности воды или прибываемые на прилегающую прибрежную полосу.

В июле 2019–2020 гг. по результатам гидробиологической съемки в озере Кулундинское наблюдалось неравномерное распределение рачков и цист артемии. Распределение с образованием скоплений наблюдалось среди науплиусов ( $D=31,44$ ), ювенильных особей ( $D=7,00$ ) и цист ( $D=15,71$ ).

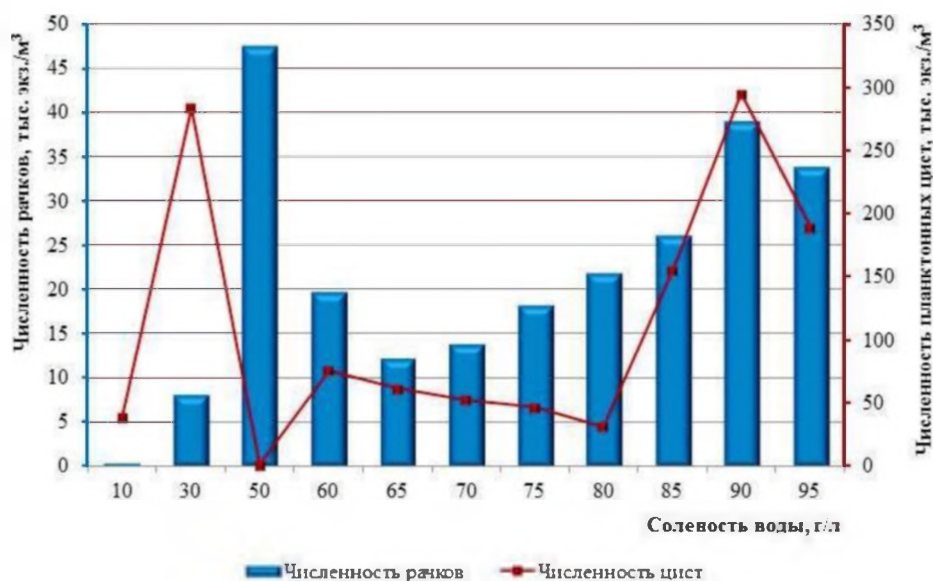


Рис. 1. Динамика численных показателей рачков и цист артемии в оз. Кулундинское, 2019 г.

В меньшей степени неравномерное распределение наблюдалось у предвзрослых особей ( $D=1,21$ ), у половозрелых особей распределение было регулярным ( $D=0,29$ ). Проанализировав численные показатели ранних стадий развития рачков (науплиусы, ювенильные) по станциям, были выявлены области с максимальной агрегированностью ( $K_a=0,59$ ), область со случайным распределением ( $K_a=0,13$ ) и часть акватории с минимальной плотностью рачков (отрицательные значения  $K_a$ ) (рис. 2, а). Так как температурный режим и уровень солености воды в этот период был относительно равномерным (температура 22–23 °С, соленость 66–70 г/л), проанализировали газовый режим воды и направление ветра в этот период.

Колебания растворенного в воде кислорода составляли 4,02–9,70 мгО<sub>2</sub>/л, т.е. условия по этому показателю были оптимальны для развития популяции. Наименьшая плотность рачков ранних стадий развития наблюдалась в области с наименьшей концентрацией растворенного в воде кислорода, агрегированное распределение согласовывалось с преобладающим направлением ветра. Наибольшая плотность предвзрослых и половозрелых особей отмечалась в северо-восточной части озера ( $K_a=0,60$ ), т.е. не зависела от описанных абиотических условий окружающей



среды (рис. 2, б). Наиболее агрегированные образования цист наблюдались в литоральных участках вдоль западного побережья озера ( $K_a=0,61$ ) (рис. 2, в). На поверхности воды также отмечались незначительные скопления цист в виде тонких лент ( $K_a=0,34$ ). На обширной акватории плотность цист была незначительной. Скопления цист в озере Кулундинское приурочены к литоральным участкам, куда сносятся под действием конвекционных процессов, вызываемых ветром. В мелководных водоемах местные агрегации рачков артемии могут образовывать скопления типа «роя» или «ленты». Биомасса рачка в разреженных скоплениях достигает  $123,36 \text{ г/м}^3$ , в скоплениях типа «роя» -  $466,90 \text{ г/м}^3$ .

Озеро Большое Яровое Алтайского края является примером глубоководного водоема, котловина озера – самая низкая точка Алтайского края. Уровень солёности воды колеблется в пределах  $120\text{--}180 \text{ г/л}$ . Температурный режим озера имеет свои особенности, обусловленные глубоководностью. В среднем, для озера Большое Яровое характерна относительная стабильность температуры поверхностного слоя воды в течение суток с незначительным минимумом в утренние часы. С увеличением глубины в озере прослеживается температурная стратификация в весенне-летний период с термоклином на глубине  $6,7\text{--}7,5 \text{ м}$ .

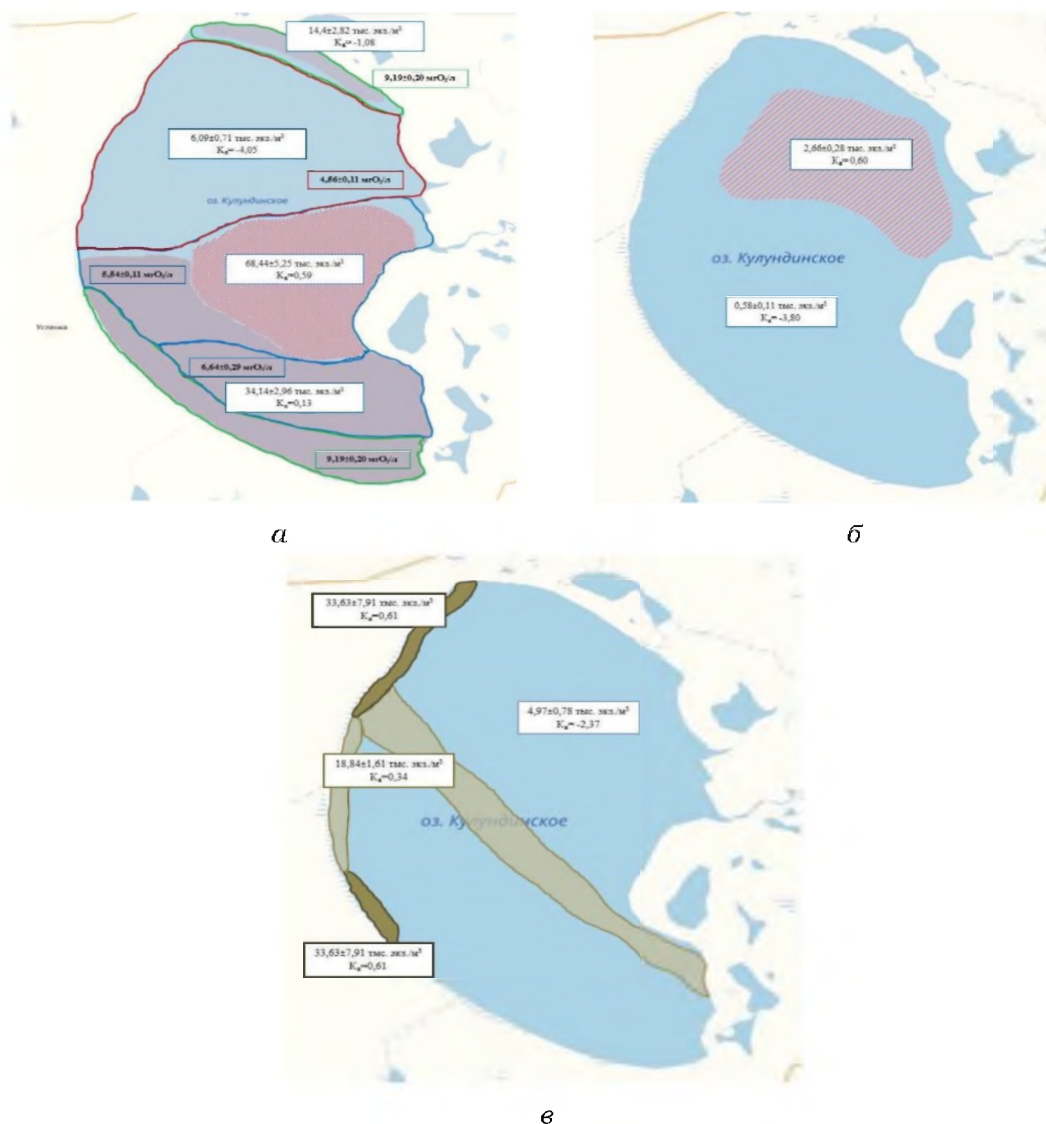


Рис. 2. Пространственное распределение рачков артемии ранних стадий развития (а), предвзрослых рачков (б) и цист (в) в оз. Кулундинское



В весенний период неравномерность распределения науплиусов и цист обусловлена опресненным грунтовым стоком по берегам озера, стимулирующим выупление в прибрежной полосе ( $D$  колеблется в пределах 2,87–194,69). В летние месяцы неравномерность отмечается как по горизонтали, так и по вертикали. Наиболее агрегированное распределение по акватории наблюдается у ранних стадий развития рачка и цист ( $D$  49,82 и 317,31 соответственно), образующих скопления в литоральных участках под воздействием ветров. В глубоководной части озера горизонтальное распределение также обнаруживает области с агрегированным расположением рачков ранних стадий развития ( $Ka$  0,45–0,76) и половозрелых особей ( $Ka=0,54$ ). На поверхности воды могут образовываться скопления цист ( $Ka=0,97$ ), прибываемых вдоль уреза воды.

Анализ вертикального распределения показывает неравномерность и изменение плотности рачков и цист артемии в течение вегетационного периода в толще водного столба (рис. 3). В летние месяцы «жилая» зона рачков распространяется вглубь до 4–6 м, при этом наибольшая плотность отмечается в слое 0,1–2,0 м. Появление рачков на глубине более 6 м в осенний период объясняется конвекционным перемешиванием, вызванным изменением температурного режима в толще воды. Так же, как и в мелководных озерах, агрегированное распределение характерно в большей степени для рачков ранних стадий развития и цист. Предвзрослые и половозрелые особи, ведущие более подвижный образ жизни, имеют случайное или регулярное распределение. Достаточная плотность цист артемии отмечается в слое 0–2 м, при изменении температурного режима и плотности воды в осенний период начинается процесс оседания цист на дно, где они зимуют.

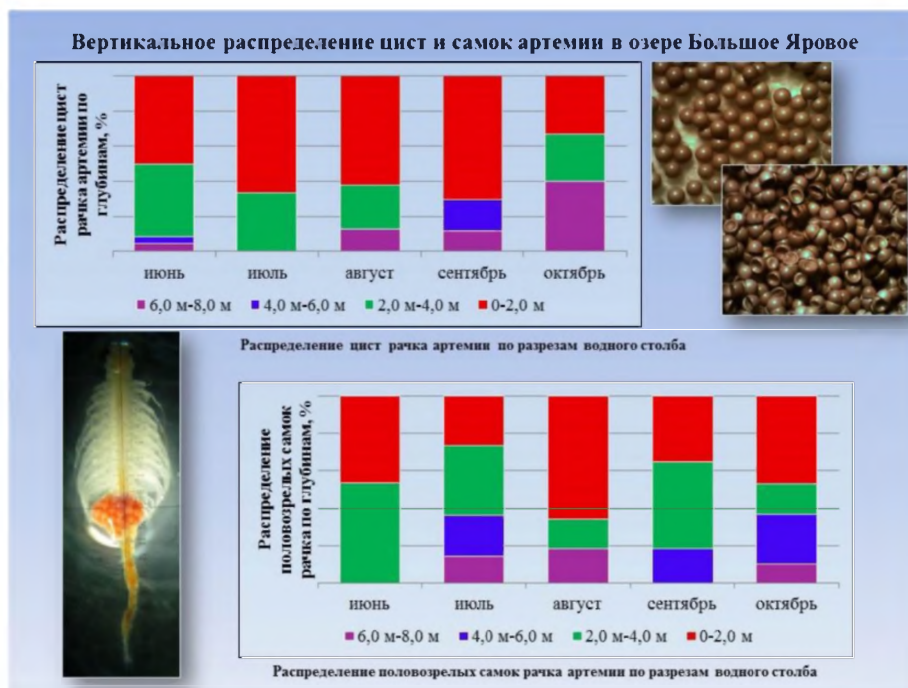


Рис. 3. Вертикальное распределение рачков и цист артемии в оз. Большое Яровое, 2019 г.

Вертикальное распределение рачков и цист артемии и процессы их миграции согласуются с показателями температуры в толще водного столба. Наличие зоны с резко понижающейся температурой воды чаще всего является и границей для «жилой» зоны артемии.

Плодовитость самок артемии – один из важнейших показателей популяции, характеризующий оптимальность условия обитания как популяции в целом, так и



каждой генерации в сложившихся условиях конкретного периода вегетации. Вариабельность плодовитости, обусловленная непостоянством окружающей среды, значительна. Решающим фактором при определении наиболее достоверной плодовитости овулятивных самок артемии является определение на живом материале. При сравнении средней плодовитости, определенной у живых особей и фиксированных из одного и того же озера в одну дату отбора материала нами были найдены достоверные отличия ( $t_d=2,9$ ,  $P=0,99$ ), ошибка определения колеблется в пределах 37,8–91 %, в среднем 32 %. Таким образом, при фиксации минимум треть эмбрионов из яйцевого мешка попадает в окружающую среду и «теряется» при определении плодовитости.

Средняя плодовитость исследованных популяций артемии из водоемов Алтайского края по многолетним данным составила  $43,29 \pm 0,61$  экз./особь (2009–2020 гг.). Значительный коэффициент вариации (62,3 %) не позволяет использовать среднюю величину как характеристику всех популяций артемии, что подтверждает непостоянство данного показателя и необходимость определения в период исследования для каждой генерации. Максимальные значения индивидуальной плодовитости и средний показатель для популяций Алтайского края по нашим данным выше, чем указанные ранее другими авторами для сибирских популяций [8].

Корреляционный анализ величины плодовитости от факторов среды выявил ряд зависимостей. Так, плодовитость самок из озера Большое Яровое характеризуется обратной зависимостью от температуры воды ( $y=-0,5621x+63,855$ ;  $r=-0,410$ ;  $P=0,01$ ;  $n=60$ ) [2]. В мелководных минерализованных водоемах решающим фактором также становится соленость воды: корреляция между соленостью воды и плодовитостью в озере Кулундинское составляет  $r=0,362$  ( $P=0,01$ ), в озере Кучукское –  $r=0,580$  ( $P=0,05$ ) [3, 6]. Так как, большинство минерализованных водоемов Алтайского края относятся к мелководным, то был применен кластерный подход для определения величины плодовитости в зависимости от солености воды. Минимальные значения плодовитости отмечались при критических значениях солености воды для выживаемости рачков, максимальные – при 150–160 и 250 г/кг. «Перекрывание» границ солености обусловлено специфичностью каждого биотопа и разными пределами толерантности к сложившимся абиотическим условиям.

Качественное содержимое овисаков самок артемии зависит от температурного режима и количества градусодней [7], а также солености воды [9]. При анализе данных был использован материал, полученный при морфологическом исследовании живых и фиксированных особей, так как в данном случае решающую роль играли не численные показатели, а качественные. Нами выявлены тенденции изменения способов размножения рачков артемии из разнотипных водоемов Алтайского края. Во время проведения исследований в яйцевых мешках были обнаружены цисты, летние яйца и науплиусы (от орто-до метанауплиусов).

В озере Большое Яровое, как в относительно глубоководном, не наблюдается резких и значительных колебаний солености воды, поэтому живорождение наблюдается ежегодно на протяжении июня – августа. Доля самок с живорождением в июне составляет в среднем по многолетним наблюдениям 22,9 %, в августе – сентябре сокращается до 13,1–0,3 %. Цистоношение отмечается с июня (14,5 % самок первого поколения), однако не вносит значительного вклада в прирост численности цист в составе зоопланктона. Основной контингент половозрелых самок выметывает цисты начиная с августа (более 50 % самок), достигая максимума в осенний период (вторая–четвертая генерации).

Примером мелководного водоема с минерализацией воды в пределах 80–150 г/кг с плавным ходом перепада солености воды в течение вегетационного периода может служить озеро Кулундинское. Для популяции в этом озере характерна высокая доля самок с цистоношением уже в июне (более 35 %), в августе их доля превышает 70 %. Значение живорождения, как способа размножения, здесь становится менее заметно: самки с созревшими науплиусами отмечаются в первом – втором поколениях и не превышают 4–6 %.



В мелководных озерах Алтайского края с показателями солёности воды более 150 – 200 г/кг и значительным его ростом вплоть до 320 г/кг в течение вегетационного периода наблюдается развитие одной – двух генераций рачков артемии, основным способом размножения которых является цистоношение. Например, озеро Кучукское, где уже в июне более 50 % половозрелых самок выметывают цисты. Живорождение отмечается редко. Летние яйца в составе половых продуктов встречаются на протяжении всего периода вегетации (июнь–октябрь).

Таким образом, плодовитость и качественное содержимое яйцевого мешка не постоянные величины, характеризующие популяции гипергалинных озёр Алтайского края. Продукционные показатели и генеративная активность изменяются в течение вегетационного периода и зависят от сложившихся факторов среды каждого конкретного водоёма.

Также значимым и вызывающим споры в последнее время является показатель количества пометов (кладок). Среднее количество кладок по многолетним наблюдениям на разнотипных водоёмах Алтайского края составило  $4,0 \pm 0,12$  ( $M_o=3,0$ ;  $C_v=37,5$  %;  $n=135$ ;  $Lim$  2–8). Полученная величина несколько меньше, полученная другими авторами для сибирских популяций [8], однако отличия не достоверны. Варьирование рассчитанного нами показателя выходит за пределы достоверности среднего значения. Кластерный анализ показал наличие трёх групп с количеством кладок 3, 4 и 5. «Перекрытие» границ солёности воды в каждой группе подтверждает индивидуальность показателя количества пометов для каждой популяции в зависимости от комплекса факторов (пищевые ресурсы, температурный режим и другие). Это подтверждается наличием положительной корреляционной связи между количеством кладок и численностью фитопланктона (озеро Кулундинское –  $r=0,525$ ;  $P=0,01$ ;  $n=49$ ).

Таким образом, решающим фактором при определении наиболее достоверной плодовитости овулятивных самок артемии является определение на живом материале. Ошибка определения плодовитости на фиксированном формалином материале колеблется в пределах 37,8–91,0 %, составляя в среднем 32 %. Средняя плодовитость исследованных популяций артемии из водоёмов Алтайского края по многолетним данным составила  $43,29 \pm 0,61$  экз./особь (2009 – 2020 гг.). Значительный коэффициент вариации (62,3 %) не позволяет использовать среднюю величину как характеристику всех популяций артемии, что подтверждает непостоянство данного показателя и необходимость определения в период исследования для каждой генерации. Корреляционный анализ величины плодовитости от факторов среды выявил следующие зависимости: плодовитость самок из озера Большое Яровое характеризуется обратной зависимостью. Распределение плотности рачков в озере Кулундинское Алтайского края практически не зависит от уровня солёности воды, за исключением весеннего периода, когда наиболее массовый выклев науплиусов приурочен к наиболее опреснившимся участкам. Распределение цист по акватории также не сопряжено с солёностью воды, а подчиняется скорее направлению преобладающих ветров. Вертикальное распределение рачков и цист артемии и процессы их миграции в озере Большое Яровое согласуются с показателями температуры в толще водного столба. Наименьшая плотность рачков ранних стадий развития в озере Кулундинское Алтайского края наблюдалась в области с наименьшей концентрацией растворённого в воде кислорода, агрегированное распределение согласовывалось с преобладающим направлением ветра. Наибольшая плотность предвзрослых и половозрелых особей отмечалась в северо-восточной части озера ( $K_a=0,60$ ). Наиболее агрегированные образования цист наблюдались в литоральных участках вдоль западного побережья озера ( $K_a=0,61$ ). Наиболее агрегированное распределение по акватории озера Большое Яровое наблюдалось у ранних стадий развития рачка и цист ( $D$  49,82 и 317,31 соответственно), образующих скопления в литоральных участках под воздействием ветров. В глубоководной части озера горизонтальное распределение также обнаруживает области с агрегированным расположением рачков ранних стадий развития ( $K_a$  0,45–0,76) и половозрелых особей ( $K_a=0,54$ ).



## ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 910140 (СССР); МПКА01К 61/00(2006.01) Способ определения числа пометов у ракообразных: №2546945/28-13; заявл. 14.11.1977; опубл. 07.03.1982/ Н.Н. Хмелева, Ю.Г. Гигиняк. Бюл. №9. 1982. – С. 1–4.
2. Веснина Л.В. Результаты многолетнего экологического мониторинга гипергалинного озера Большое Яровое, г. Славгород Алтайского края/ Л.В. Веснина, Г.В. Лукерина, Т.О. Ронжина // Рыбное хозяйство – М.: Изд-во ФГБУ ЦУРЭН. – 2019. – № 4 (159). – С. 19–27.
3. Веснина Л.В. Численные и продукционные изменения популяции рачка *Artemia Leach*, 1819 в гипергалинном озере Кучукское Алтайского края в условиях трансгрессивной фазы водности / Л.В. Веснина, Г.В. Лукерина, Т.О. Ронжина // Вестник Камчатского государственного технического университета. Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камтчат ГТУ. – 2019. – № 49. – С. 36 – 43.
4. Веснина Л.В. Результаты мониторинговых исследований промысловых гипергалинных озер Алтайского края /Л.В.Веснина, Т.О.Ронжина, Г.В.Пермякова, Р.А.Клепиков, В.Б. Коротких // Вестн. Новосиб. гос. аграр. ун-та. – 2011. – №4 (20). – С. 46–50.
5. Веснина Л.В. Особенности репродуктивных характеристик рачка ARTEMIA-ASP. в озере Большое Яровое /Л.В.Веснина, Г.А. Царева // Стратегия развития аквакультуры в условиях 21 века: материалы междунар. конф. – Минск, 2004. – С. 28–33.
6. Веснина Л.В. Особенности биоты озера Кучукское Алтайского края и факторы формирования запасов артемии (на стадии цист) /Л.В. Веснина // Рыбное хозяйство. М.: Изд-во ФГБУ ЦУРЭН. – 2018. – №4. – С. 71–79.
7. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 285 с.
8. Литвиненко А.И. Артемия в озерах Западной Сибири / А.И.Литвиненко, А.И.Литвиненко, Е.Г. Бойко.– Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2009. – 304 с.
9. Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендованного объема добычи (вылова) артемии / А.И.Литвиненко, В.А.Бизиков, Н.П.Ковачева, Е.М.Саенко, Л.В.Веснина, К.В.Куцанов, А.М.Семика, А.В. Паршин-Чудин.– М.: Изд-во ВНИРО, 2019. – 50 с.
10. Соловов В.П. Рачок артемия в озерах Западной Сибири: морфология, экология, перспективы хозяйственного использования/ В.П. Соловов, Т.А. Студеникина.– Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 81 с.

## REFERENCES

1. 910140 A. S. (USSR); МПКА01К 61/00(2006.01) a Method of determining the number of litters in crustaceans: No. 2546945/28-13; Appl. 14.11.1977; publ. 07.03.1982/ N. N. Khmelev, Yu. G. Giginyak. Bull. No. 9. 1982. – S. 1-4.
2. Vesnina L. V. Results of long-term environmental monitoring hyperhaline lake Big yarovoe, Slavgorod, Altai Krai/ Vesnina L. V., G. V. Lukanina, T. O. Ronzhina // Fisheries-Moscow: Publishing house of the Federal state budgetary institution tsuren. – 2019. – № 4 (159). – Pp. 19-27.
3. Vesnina L. V. Numerical and production changes in the population of the crustacean *Artemia Leach*, 1819 in the hyperhaline lake Kuchukskoye of the Altai territory in the conditions of the transgressive phase of water content / L. V. Vesnina, G. V. Lukerina, T. O. Ronzhina // Bulletin of Kamchatka state technical University. Petropavlovsk-Kamchatsky: publishing house of Kamtchatstu. - 2019. - No. 49. - P. 36-43.





4. Vesnina L. V. Results of monitoring studies of commercial hyperhaline lakes of the Altai territory /L. V. Vesnina, T. O. Ronzhina, G. V. Permyakova, R. A. Klepikov, V. B. Korotkikh // Vestn. Novosibirsk state University agrarian. UN-TA. – 2011. – №4 (20). – P. 46-50.
5. Vesnina L. V. Features of reproductive characteristics of the crustacean ARTEMIA in lake Bolshoe yarovoe /L. V. Vesnina, G. A. Tsareva // Strategy for the development of aquaculture in the 21st century: materials of the international conference-Minsk, 2004, Pp. 28-33.
6. Vesnina L. V. Features of the biota of lake Kuchukskoye in the Altai territory and factors of formation of Artemia reserves (at the stage of cysts) /L. V. Vesnina // Fisheries. M.: publishing house of the Federal tsuren. – 2018. – No. 4. – Pp. 71-79.
7. The water bodies of the Altai territory: the biological productivity and prospects / L. V. Vesnina, B. V. Zhuravlev, V. A. Novoselov, and others – Novosibirsk: Nauka. Sib. enterprise Academy of Sciences, 1999. – 285 p.
8. Litvinenko L. I. Artemia in the lakes of Western Siberia / L. I. Litvinenko, A. I. Litvinenko, E. G. Boyko.- Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 2009. - 304 p.
9. Methodological recommendations for assessing the reserve and forecasting the recommended volume of production (catch) of Artemia / L. I. Litvinenko, V. A. Bizikov, N. P. Kovacheva, E. M. Saenko, L. V. Vesnina, K. V. Kutsanov, A.M. Semik, A.V. Parshin-Chudin. - M.: VNIRO publishing House, 2019. - 50 p.
10. Solovov V. P. Artemia Crustacean in the lakes of Western Siberia: morphology, ecology, prospects for economic use/ V. P. Solovov, T. L. Studenikina.- Novosyisk: Nauka. Sib. otd-nie, 1990. - 81 p.