

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И  
ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ**  
**BIOTECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF  
AGRICULTURAL RAW MATERIALS AND  
PROCESSED PRODUCTS**

УДК 574.52

DOI:10.31677/2311-0651-2022-37-3-20-35

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА КУЛУНДИНСКОЕ  
АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ПЕРИОД ФАЗЫ ТРАНСГРЕССИИ**

**Л.В. Веснина**, руководитель Артемиевого центра, доктор биологических наук, профессор  
**Ю.А. Веснин**, инженер Артемиевого центра

*Институт водных и экологических проблем СО РАН*  
E-mail: artemia.vesnina@mail.ru

**Ключевые слова:** артемия, цисты, солоноватоводная фауна, разновозрастные особи, плодовитость, генерация, гипергалинный водоем.

Реферат. Вследствие увеличения общего уровня увлажненности территории Алтайского края, озеро Кулундинское испытывает тенденцию к снижению минерализации воды за последние три года (2017-2020 гг.). В связи с этим происходят изменения в составе зоопланктона гипергалинного водоема.

В условиях пониженной минерализации воды биота пополняется солоноватоводными гидробионтами, уменьшается плотность разновозрастных стадий рачка артемии и ее цист.

**CURRENT STATE OF ZOOPLANKTON IN LAKE KULUNDINSKOE, ALTAI  
TERRITORY DURING THE TRANSGRESSION PHASE**

**L.V. Vesnina**, Head of the Artemia Center, Doctor of Biological Sciences, Professor  
**Yu.A. Vesnin**, Engineer at the Artemia Center

*Institute of Water and Environmental Problems SB RAS*

**Keywords:** artemia salina, cysts, brackish-water fauna, various aged individuals, fertility, generation, the hypersaline water reservoir.

Abstract. Lake Kulundinskoye (Kulunda) has been experiencing a downward trend in water salinity over the past three years (from 2017 to 2020) due to an increase in the overall level of moisture in the Altai Territory. In connection with this decrease, the authors observe changes in the composition of the zooplankton in the hypersaline water reservoir. The biota is replenished with brackish-water hydrobionts and the density of various aged individuals of Artemia crustacean and its cysts decreases under conditions of low water salinity.

В Западной Сибири разрабатывается принципиально новое направление использования природных биологических ресурсов – переработка биосырья водного происхождения. Исследования гипергалинных озер показали наличие промышленной сырьевой базы в мелководных артемиевых водоемах – артемии на стадии цист. Большинство исследованных озер – с мелководными площадями (0,1–10 км<sup>2</sup>), хлоридные, с общей минерализацией от 40 до 250 г/л. Галофильный рачок в озерах с соленостью воды выше 70 г/л доминирует в сообществе, при

минерализации воды более 150 г/л развивается в качестве доминанта. Благодаря большому разнообразию озер Алтайского края по гидрохимическому составу наблюдается значительное варьирование биометрических параметров рачков. Артемия в сибирском регионе размножается партеногенетическим способом, однако в результате исследований отмечен и половой тип размножения. В настоящее время повышенный спрос на цисты артемии и происходящие климатические изменения обусловили необходимость изучения условий формирования популяций артемии в различных водоемах.

Численность артемии зависит от ряда основных гидрологических и гидрохимических характеристик воды, и ее популяции имеют разные пределы толерантности к абиотическим условиям. С этой целью проводилось исследование на оз. Кулундинское Благовещенского района Алтайского края.

Объектом исследования послужили пробы зоопланктона из оз. Кулундинское (53°01' с.ш. 79°03' в.д.). Отбор гидробиологических проб проводили ежемесячно в период с апреля по октябрь 2021 г. по стандартным методикам с литоральных и глубоководных станций с помощью малой модели планктонной сетью Апштейна (размер ячеи 64 мкм) [1–4]. В глубоководной части озера отбор проб проводился той же сетью Апштейна тотальным методом – протяжкой со дна до поверхности воды. Пробы обрабатывали по общепринятой методике [5] в камере Богорова под бинокуляром МБС-10, оборудованным окуляр-микрометром.

В составе популяции артемии выделяли следующие группы: ортонауплии, метанауплии, ювенильные (1,0–5,0 мм), предвзрослые (5,1–10,0 мм), половозрелые самки (отмечалось содержание овисака) и самцы. Различали также летние тонкоскорлуповые яйца и диапаузирующие (цисты). В характеристике структуры популяции артемии использована численность всех возрастных групп: науплиальные и ювенильные стадии, предвзрослые особи, самки с яйцами, самки без яиц, самцы, цисты, летние яйца. Численность цист просчитывали в 2 мл пробы в трех повторах с последующим пересчетом на весь объем пробы. Взрослых особей просчитывали в чашки Петри полностью во всей пробе.

Для оценки условий обитания рачка артемии использовались также гидрометеорологические данные по количеству осадков, температуре воздуха, направлению и скорости ветра, предоставленные ОАО «Кучуксульфат».

Пробы воды для исследования гидрохимического состава объемом 1,0–1,5 л отбирали путем зачерпывания на глубине не менее 0,2 м. Гидрохимический анализ проводился аккредитованной гидрохимической лабораторией при ОАО «Кучуксульфат».

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel и STATISTICA.

Галофильный рачок артемия развивается в большинстве гипергалинных озер в монокультуре из-за критической для большинства гидробионтов минерализации воды. Однако в отдельные годы периода опреснения рапы озера в составе зоопланктона отмечаются солоноватоводные виды: представители коловраток, веслоногих и ветвистоусых ракообразных.

*Из веслоногих ракообразных доминируют Cletocamptus retrogressus Shmankevich, 1875.* За период мониторинговых исследований в составе зоопланктона был отмечен комплекс солоноватоводных коловраток – *Euchlanis myersi* Kutikova, 1959, *Brachionus urceus* (Linnaeus, 1758), *B. plicatilis* Müller, 1786, *B. rotundiformis* Tschugunoff, 1921, *Keratella cruciformis* (Thompson, 1892), *Testudinella clypeata* (Müller, 1786) [6, 7].

Систематическое положение и распространение рачка рода *Artemia* Leach, 1819. Артемия относится к типу членистоногие (Arthropoda), подтипу жабродышащие (Branchiata), классу ракообразные (Crustacea), подклассу жаброногие ракообразные (Branchiopoda), отряду жаброногие (Anostraca), семейству артемиевые (Artemiidae) и роду артемия (*Artemia* Leach, 1819).

Галофильный рачок артемия впервые был обнаружен в оз. Урмия в 982 г. Линней (1758) описал этот вид как *Cancersalinus*, но спустя 61 год Leach [1819] переименовал его в *Artemia salina*. Ранее считалось, что существует только один вид, однако многочисленные исследования, проведенные в последние десятилетия, позволили обнаружить репродуктивную изоляцию некоторых географических рас, что позволило выделить следующие виды [8, 9]:

- *A. salina* [Linnaeus, 1758]: в связи с исчезновением места ее обитания (оз. Ливингтон в Англии) этот вид объявлен вымершим и идентичен виду *A. tunisiana* Bowen&Sterling, 1978: водоемы Северной Африки;

- *A. monica* Verrill, 1869: США (MonoLake, Калифорния);

- *A. urmiana* Gunther, 1899: Иран (оз. Урмия; Западная Азербайджанская провинция);

- *A. franciscana* Kellogg, 1906: Америка, Карибские и Тихоокеанские острова;

- *A. persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968: Южная Америка;

- *A. sinica* Cai, 1989: Центральная и Восточная Азия;

- *A. tibetiana* Abatzopoulos, Zhang & Sorgeloos, 1998: Китай (Тибет);

- *A. sp.* Pilla & Beardmore, 1994: Казахстан.

Партеногенетические популяции артемии Европы и Азии условно обозначены как *A. parthenogenetica* [10, 11].

Таксономическое положение и филогенетическое родство видов артемии продолжают исследовать вплоть до настоящего времени [12]. Для популяций с неидентифицированным видом жабронога рекомендовано использование только родового статуса артемии: *Artemia* Leach, 1819.

В водоемах юга Западной Сибири популяции артемии не определены до вида, и работы в этом направлении – в перспективе. Изоляция галофильного рачка в отдельных озерах обширного региона благоприятствует процессу образования новых таксонов, но чаще отдельные популяции остаются частями одного вида, внутри которого возникают локальные расы [13]. Предполагается, что генетическая дифференциация между отдельными популяциями тем выше, чем продолжительнее изоляция и давление разнонаправленного отбора [14]. Определенные сложности существуют из-за способности артемии изменять свой внешний вид под влиянием факторов среды [15]. Изменение общей минерализации воды и главным образом ее солевого состава определяет не только морфологические особенности строения артемии, но и тип ее репродукции, соотношение полов. В настоящее время проблема видовой принадлежности решается с помощью ряда методов и приемов, само многообразие которых свидетельствует о важности данного вопроса с точки зрения как фундаментальной, так и прикладной науки [16].

Артемия является космополитом и населяет водоемы морского и континентального происхождения с диапазоном минерализации воды от 20,0 до 340,0 г/л. Выживание артемии находится в интегральной зависимости от основных абиотических факторов среды. Популяции артемии, живущие в специфических для них биотопах, имеют разные пределы толерантности к абиотическим условиям [17].

И все же в естественных условиях гипергалинных озер главными факторами становятся температура рапы, общая минерализация воды и производная гидрологических условий на водосборе и в водоемах – уровенный режим водоема, лимитирующий размеры «жилой зоны» рачков и их диапаузирующих яиц.

В пределах бывшего СССР рачок встречается в водоемах степной полосы европейской и азиатской частей. К таким водоемам относятся заливы восточного побережья Каспия, Азово-Черноморского побережья, озера Кавказа, Казахстана, Кыргызстана, Сибири [18–21]. В силу анатомического строения массовое развитие артемии наблюдается только в тех водоемах, в которых соленость лимитирует развитие естественных хищников рачка (при минерализации

от 70,0 г/л). В таких водоемах, благодаря своей исключительной осморегулирующей способности, артемия развивается практически в монокультуре, а плотность контролируется лишь пищевым фактором.

В Западной Сибири естественный ареал рачка приурочен к аридной и частично аридной зонам равнины и ограничен с севера линией Барабинск – Тюкалинск – Ишим – Шадринск, с юга примыкает к казахстанскому ареалу рачка в соляных озерах зоны полупустынь [22].

Среди существующих популяций жаброногого рачка одни размножаются половым путем, другие – партеногенетически. Из описанных 470 популяций артемии 36,0 % размножаются облигатным партеногенезом [23]. В водоемах юга Западной Сибири большинство популяций жаброногого рачка относятся к партеногенетической расе, исключения составляют сообщества в озерах Танатар, Соленое и Петуховское, в которых наблюдаются бисексуальные расы [7, 24]. Размножение может происходить путем живорождения и откладывания яиц. При этом выделяют два типа яиц: тонкосторлуповые, или летние, и толстосторлуповые диапаузирующие (цисты) [25–27]. Цисты обычно находятся на поверхности воды и в ее толще и сгоняются к берегу, где скапливаются и обсыхают. В результате этого дегидратационного процесса механизм диапаузы инактивируется, позволяя цистам возобновить дальнейшее эмбриональное развитие при наступлении гидратации в оптимальных для выклева условиях [28].

Гипергалинные озера Алтайского края расположены в аридной и полуаридной зонах Западно-Сибирской низменности. Относятся к континентальным водам, занимают бессточные котловины в осадочных породах. Озеро Кулундинское расположено в Благовещенском районе Алтайского края. По физико-географическому районированию относится к озерам Кулундинской равнины. Площадь озера колеблется в зависимости от степени регрессии уровня воды с диапазоном от 720,0 до 728,0 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 2,6 м, максимальная – 3,5 м, озерная котловина характеризуется как округлая, немного вытянутая, берега пологие, местами с солонцово-солончаковыми комплексами, приболоченные. В оз. Кулундинское впадают р. Кулунда и р. Суетка.

Эколого-рыбохозяйственная типизация водосбора: тип водосбора – Кулундинский; подтип водосбора – Западно-Кулундинский озерный; агроклиматический подрайон – теплый, сухой; гидротермическая характеристика:  $t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 2400-2600  $^{\circ}\text{C}$ , ГТК < 0,6; модуль стока, л/(с•км<sup>2</sup>) – 0,2; солевой сток: сумма ионов – 400-1500 мг/дм<sup>3</sup>, доминирующий ион – Cl, 30% экв., мутность 50 г/м<sup>3</sup>.

В период исследования абиотические условия в озере были напряженными для нормального существования рачков артемии. Согласно литературным данным, рачка артемию следует считать теплолюбивым видом, у которого термофильность особо четко проявляется в процессе воспроизводства. Половозрелые особи выдерживают широкий диапазон колебания температуры, т.е. обладают некоторым свойством эвритермности, и для воспроизводства необходим строго определенный температурный диапазон в пределах 20–30  $^{\circ}\text{C}$ .

В результате многолетних наблюдений (2002 – 2018 гг.) выявлена корреляционная связь между температурой воды гипергалинных озер и численностью артемии предвзрослой стадии развития ( $r=0,30$ ;  $P=0,05$ ), численностью половозрелых самок ( $r=0,30$ ;  $P=0,05$ ), а также между температурой воды и плодовитостью самок ( $r = 0,38$ ;  $P = 0,05$ ) [29].

По многолетним наблюдениям, сумма активных температур воздуха  $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$  колебалась от 2483 (2000 г.) до 3110 (2003 г.) градусо-дней. Количество градусодней со среднесуточной температурой воздуха  $>10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  в вегетационный сезон 2020 г. (июнь–сентябрь) составило 3336,0; в 2021 г. – 3045,5, что находится в верхней границе значений, отмеченных для данной территории (рис. 1).

В 2019 г. сумма активных температур воздуха  $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляла 2432 градусо-дня. Количество осадков в вегетационный период изменялось от 7,8 (апрель) до 56,9 мм (август).

Самым засушливым в летний период отмечается май с суммой осадков 5,2 мм. Общее количество осадков с апреля по октябрь составило 135,4 мм, что по сравнению с 2020 г. ниже на 45,5 мм (от 180,9 мм) (рис. 2).

Многолетние наблюдения (2016 – 2021 гг.) показали, что в связи с низкой минерализацией воды акватория озера в апреле находится подо льдом, и температура воды в заберегах колеблется от 0 до 0,5 °С. В 2021 г. переход через +5,0 °С (начало вегетационного периода для популяции рачка артемии) наблюдался в третьей декаде апреля, при этом отрицательные температуры в ночное время и утренние часы отмечались до третьей декады мая. Массовый выклев науплий артемии, по многолетним данным, происходит в третьей декаде апреля. Однако температурные условия не способствуют росту и развитию рачков. Стабильный переход среднесуточной температуры воздуха через 10,0 °С устанавливался в последних числах мая – начале июня, что удовлетворяло условиям для роста и созревания артемии. Начиная со второй декады июня температурные условия способствовали развитию репродуктивности рачков при стабильном переходе среднесуточной температуры через 20,0 °С. В осенний период (сентябрь – октябрь) среднесуточные температуры > 10,0 °С сохранялись вплоть до первой декады октября.

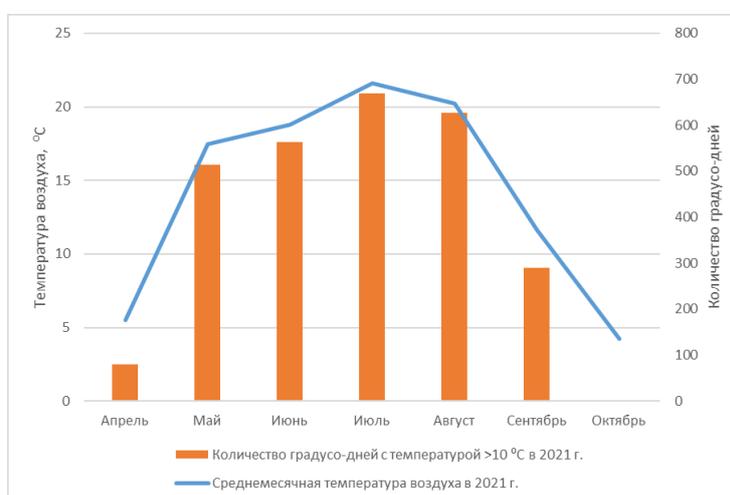


Рис. 1. Динамика среднемесячной температуры воздуха и количества градусо-дней с температурой выше 10 °С  
Fig. 1. Dynamics of the average monthly air temperature and the number of degree-days with temperatures above 10 °C

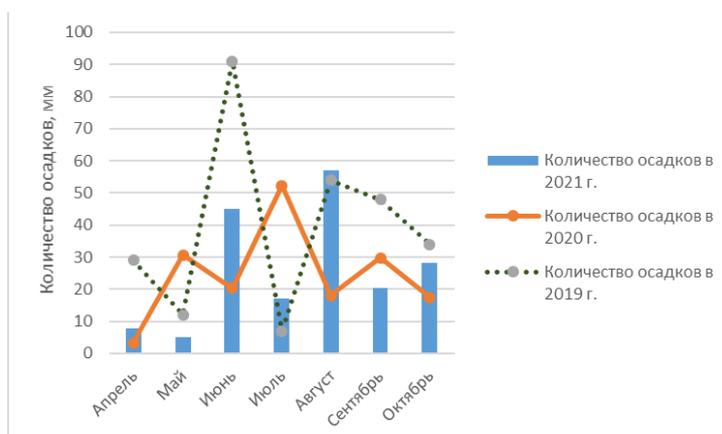


Рис. 2. Динамика распределения осадков за вегетационный период 2019-2021 гг. на территории расположения оз. Кулундинское

Fig. 2. Dynamics of distribution of precipitation for the growing season 2019-2021 in the territory of lake Kulunda

Температура поверхностного слоя воды в оз. Кулундинское в весенний период в мае была достаточно высокой со значениями 20,5 °С. В летне-осенние месяцы температура воды

в 2021 г. колебалась от 24,0 (июль) до 4,5 °С (октябрь) и в среднем выходила за пределы среднеголетних значений (рис. 3). Температурный режим при среднесуточной температуре 20,1 °С выходил за пределы оптимума для развития ракообразных в текущем вегетационном сезоне и был выше среднесуточной температуры (16,3 °С) вегетационного сезона 2021 г. на 3,4 °С.

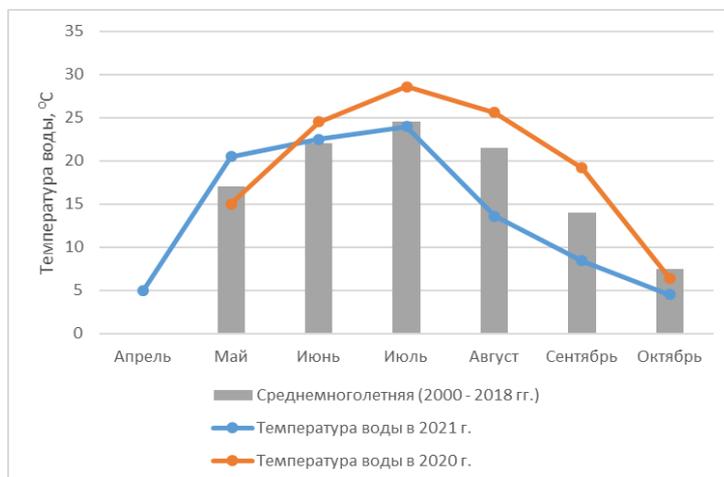


Рис. 3. Динамика средней по станциям температуры поверхностного слоя воды оз.Кулундинское

Fig. 3. Dynamics of the average temperature at the stations of the surface water layer of the lake Kulunda

По величине минерализации оз. Кулундинское относится к гипергалинным или ультрагалинным водоемам и является рапным.

По многолетним наблюдениям (2002 – 2021 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 ( $r=0,58$ ,  $P=0,05$ ) [29].

Минерализация воды оз. Кулундинское, по многолетним наблюдениям, находилась в пределах 75,3 (апрель) – 115,4 мг/дм<sup>3</sup> (август) (2000 – 2018 гг.). В 2021 г. соленость воды в озере колебалась от 1,9 (апрель) до 99,0 мг/дм<sup>3</sup> (июль). Наблюдается повышение количества солей в рапе к концу вегетационного сезона (рис. 4, 5). Анализ солевого состава рапы показывает значительную вариабельность некоторых ионов в динамике вегетационного наблюдения. По сумме ионов оз. Кулундинское относится к гипергалинным с преобладанием ионов Cl<sup>-</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. По составу ионов вода озера хлоридно-сульфатная группы натрия. В рапе хлоридные ионы занимали доминирующее положение по отношению к сульфатным с превышением на 44,0 %. Значение рН относится к слабощелочной области шкалы и колеблется от 7,8 до 8,8.

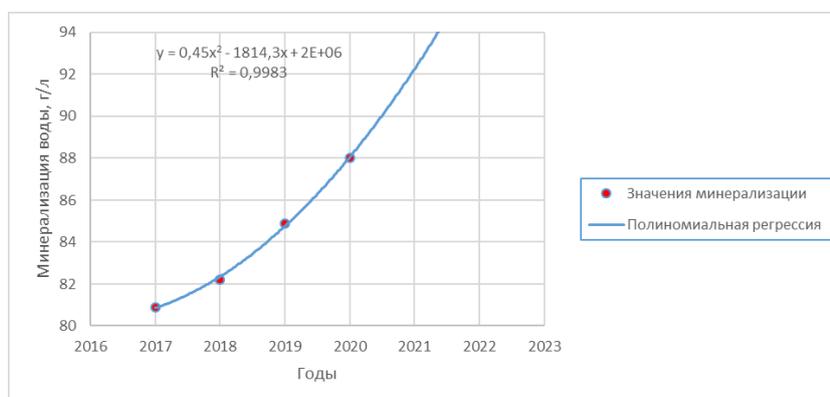


Рис. 4. Вид уравнения полиномиальной регрессии для средней минерализации воды в оз. Кулундинское

Fig. 4. Type of the polynomial regression equation for the average mineralization of water in the lake Kulunda

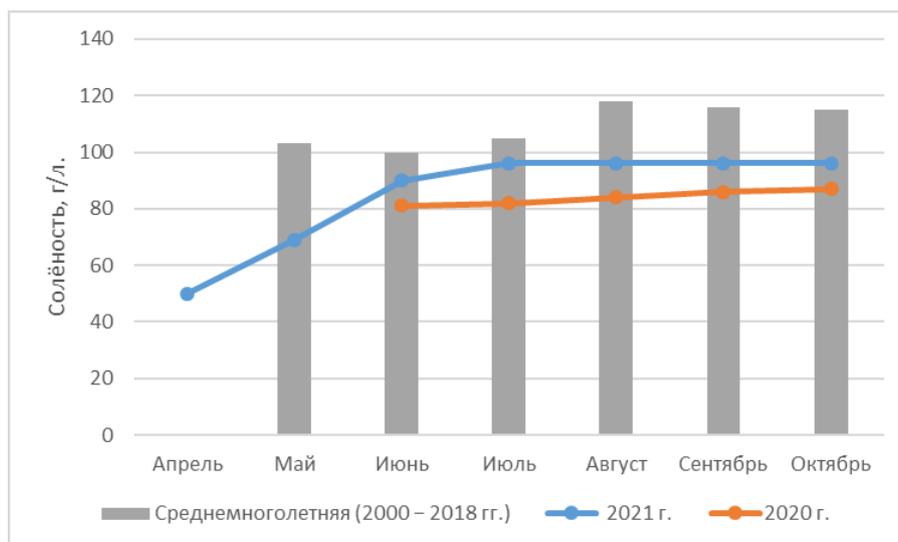


Рис. 5. Динамика солености воды оз. Кулундинское в вегетационный период 2020 – 2021 гг.  
Fig. 5. Dynamics of salinity of the water of Lake Kulundinskoe in the growing season 2020-2021.

Таким образом, в период исследования физико-химические условия в озере были напряженными для роста и размножения артемии. По литературным данным [17], наиболее продуктивны водоемы с соленостью от 70 до 230 г/л, при солености менее 100 г/л преобладает в большинстве случаев продукция рачков, при солености более 140 г/л – продукция цист. Из этого следует, что в оз. Кулундинское соленость рапы была в 2020 и 2021 гг. на границе оптимума для продукции цист, что ограничивало образование промысловых скоплений цист, но способствовало развитию биомассы жаброногого рачка и прочих видов зоопланктона.

Зоопланктон оз. Кулундинское в исследуемом году по-прежнему, как и в 2021 г., представлен 9 видами, из которых 6 коловраток (*Rotiphera*), 1 гидробионт – из клadoцер (*Cladocera*) и 2 вида – из копепоид (*Copepoda*). Все встреченные виды относятся либо к галобионтам (*Artemia* sp., *Cletocamptus retrogressus*, *Brachionus plicatilis* (O.F. Muller), либо к видам с широкой экологической валентностью и встречаются как в пресных, так и в соленых водоемах, которые зарегистрированы в озере: *Asplanchna priodonta* Gosse, *Keratella cochlearis* Gosse, *K. quadrata* (O.F. Muller), *Hexarthra oxyuris* (Zernov), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Moina macrocopa* (Straus). С увеличением солености воды число видов снижается, повышается роль артемии в сообществе и уменьшается доля в общей биомассе солоноватоводных видов. В оз. Кулундинское соленость рапы в пределах 95 – 100 г/л, вероятно, является барьером для развития всех сопутствующих видов. Опреснение воды в период регрессионной фазы водности за последние четыре года (2017–2021 гг.) вызвало сукцессионные процессы видообразования гидробионтов и утрату жаброногого рачка артемии в качестве доминанта и моновида, как было отмечено в периоды с высокой соленостью в пределах 105–140 г/л [30].

В 2020 и в 2021 гг. популяции жаброногого рачка артемии, принадлежащего к роду *Artemia* Leach, 1819, были представлены всеми разновозрастными группами (науплиями, метанауплиями, предвзрослыми, взрослыми особями) и цистами. Популяция артемии в оз. Кулундинское представлена самками, что характерно для ее сибирских популяций, относящихся к группе неопределенных видов – *Artemia parthenogenetica*. Самцы отмечались в пробах в единичных экземплярах. По литературным данным [31], плодовитость самок артемии – один из важнейших показателей популяции, характеризующий оптимальность условий обитания как популяции в целом, так и каждой генерации в сложившихся условиях конкретного периода вегетации. Вариабельность плодовитости, обусловленная непостоянством окружающей среды в оз. Кулундинское, значительна. Решающим фактором при определении наиболее достоверной

плодовитости овулятивных самок артемии является определение на живом материале. При сравнении средней плодовитости, определенной у живых и фиксированных особей 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 37,8–91,0 %, в среднем 32 %. Таким образом, при фиксации формалином минимум треть эмбрионов из яйцевого мешка попадает в окружающую среду и «теряется» при определении плодовитости [32].

Корреляционный анализ величины плодовитости от факторов среды выявил ряд зависимостей. Так, в мелководных минерализованных водоемах решающим фактором становится соленость воды: корреляция между соленостью воды и плодовитостью в оз. Кулундинское составляет  $r = 0,362$  ( $P = 0,01$ ) [33]. Так как большинство минерализованных водоемов Алтайского края относятся к мелководным, был применен кластерный подход для определения величины плодовитости в зависимости от солености воды (табл. 1). Минимальные значения плодовитости отмечались при критических значениях солености воды для выживаемости рачков, максимальные – при 150–160 и 250 г/кг. «Перекрытие» границ солености обусловлено специфичностью каждого биотопа и разными пределами толерантности к сложившимся абиотическим условиям.

По многолетним наблюдениям, в ранневесенний период (март – апрель) в зоопланктоне отмечалось большое количество рачков науплиальной стадии развития, их средняя численность по водоему составляла  $213,88 \pm 89,40$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. В толще воды присутствовали также цисты артемии со средней численностью  $2276,00 \pm 1130,57$  тыс. экз/м<sup>3</sup> [32]. Большая ошибка среднего значения обусловлена неравномерностью распределения науплий и цист артемии по акватории озера. Наибольшая плотность зоопланктона отмечалась на литоральных участках оз. Кулундинское.

Началом развития первой генерации артемии в оз. Кулундинское, по многолетним данным [34], можно считать вторую декаду мая. По результатам гидробиологической съемки, в водоеме присутствовали науплии артемии (82,5 % от общей численности рачков), особи ювенильной стадии развития с незначительной численностью (0,4 % от общей численности рачков), а также артемия на стадии цист.

Таблица 1

**Индивидуальная плодовитость половозрелых самок артемии из разных по солености воды озер Алтайского края (2000 – 2021 гг.)**

Table 1

**Individual fertility of sexually mature artemia females from lakes of the Altai Territory with different salinity, 2000-2021.**

Соленость, г/кг			Плодовитость, экз/особь
минимальная	средняя	максимальная	
$\geq 30$		$\leq 320$	10–17
60–120	140–195	230–260	18–25
100	120–180	210–220	26–45
100	140–170	230–280	46–65
100	190	230	66–85
	150–160	250	86–140

В июне 2021 г. из состава жаброногого рачка артемии преобладали особи ювенильных стадий со средней численностью  $11,64 \pm 2,64$  тыс. экз/м<sup>3</sup> и предвзрослых стадий с численностью  $9,92 \pm 1,25$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Численность молодежи – науплиальных и ювенильных стадий развития рачков составила  $1,11 \pm 0,21$  тыс. экз/м<sup>3</sup> (табл. 2). Половозрелые самки составляли всего  $0,75 \pm 0,01$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Цисты в толще воды находились в дисперсном состоянии со средней

численностью от  $15,91 \pm 1,26$  (июнь) до  $90,62 \pm 9,46$  тыс. экз/м<sup>3</sup> (сентябрь). Большинство самок содержали семенной материал в яичниках и яйцеводах, но находились в овисаках и цисты, составляя 35,0 %. Плодовитость самок колебалась от 18 до 44 экз/особь.

Таблица 2

Численные показатели разновозрастных особей рачка артемии и его цист в популяции оз. Кулундинское (2021 г.)

Table 2

Numerical indicators of various aged individuals of artemia crustacean and its cysts in the population of Lake Kulundinskoe, 2021.

Месяц	Численность рачков артемии разных стадий развития, тыс. экз/м <sup>3</sup>				Численность артемии (на стадии цист), тыс. экз/м <sup>3</sup>
	науплии	ювенильные	предвзрослые	взрослые	
Июнь	$1,11 \pm 0,21$	$0,68 \pm 0,06$	$9,92 \pm 1,25$	$0,10 \pm 0,01$	$15,91 \pm 1,26$
Июль	$8,92 \pm 1,92$	$11,64 \pm 2,64$	$4,51 \pm 0,82$	$0,75 \pm 0,01$	$34,22 \pm 2,84$
Август	$0,31 \pm 0,09$	$3,43 \pm 0,59$	$1,81 \pm 0,28$	$0,08 \pm 0,01$	$48,41 \pm 4,68$
Сентябрь	$0,21 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,28$	$0,31 \pm 0,05$	$90,62 \pm 9,46$
Октябрь	0	0	$0,008 \pm 0,002$	$0,05 \pm 0,03$	$54,91 \pm 14,82$

Солоноватоводные гидробионты в июне представлены тремя основными группами: коловратками (Rotifera), ветвистоусыми (Cladocera), веслоногими (Copepoda) ракообразными, средняя численность которых составляла соответственно  $30,77 \pm 11,32$ ;  $5,52 \pm 1,72$  и  $29,98 \pm 6,21$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. В июне доля рачков артемии в составе зоопланктона в процентном отношении от общей численности зоопланктона и артемии (на стадии цист) составила всего лишь 12,6 %, в 2020 г. – 9,1 %. Несколько выше место цист в 2021 г., на долю которых приходится 16,9 %, в 2020 г. – 12,4 %, а доминирующее положение занимали прочие виды из солоноватоводной фауны – 67,5 %, в 2020 г. они преобладали на 11 % (от 78,5 %) (рис. 6). Таким образом, в июне наблюдалось повышение численности в планктоне рачков артемии и цист и снижение численности гидробионтов солоноватоводной фауны.

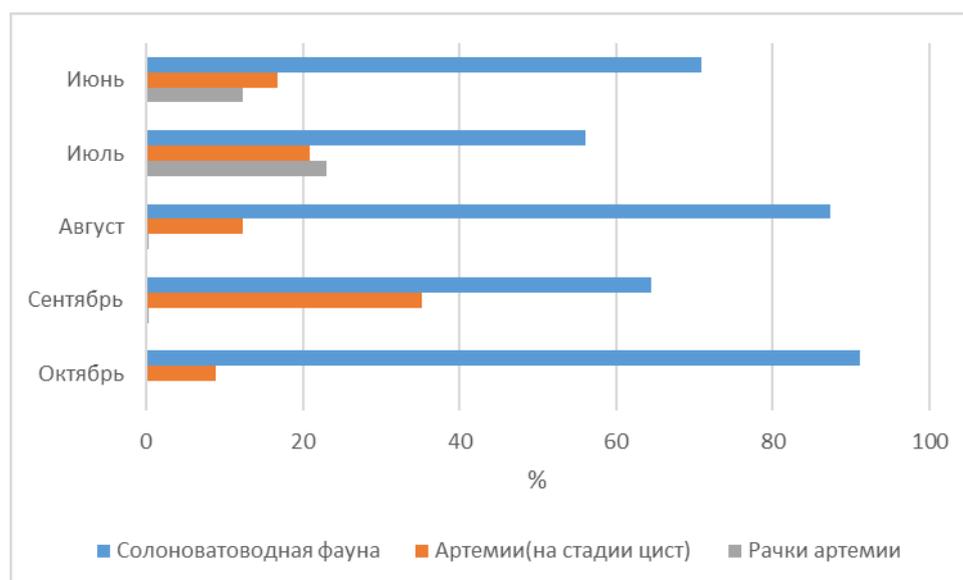


Рис. 6. Доля солоноватоводной фауны, артемии (на стадии цист) и рачков артемии от общей численности зоопланктона  
Fig. 6. Share of brackish-water fauna, artemia (at the stage of cysts), and artemia crustaceans from the total number of zooplankton

В зоопланктоне июля первостепенными в популяции рачка артемии по численным параметрам были ювенильные ( $11,645 \pm 2,64$ ) и науплиальные стадии ( $8,92 \pm 1,92$  тыс. экз/м<sup>3</sup>) его развития. Численность предвзрослых особей составляла  $4,51 \pm 0,82$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Самцы в этот период встречались единично. Численность половозрелых самок была очень низкой – до  $0,75 \pm 0,06$  тыс. экз/м<sup>3</sup> и их яичники и яйцеводы наполнены репродуктивным семенным материалом, а также отмечены в овисаках летние яйца (3,8 %) и цисты (96,2 %). Длина тела самок изменялась от 9,8 до 12,6 мм с количеством кладок, равным 3. Плодовитость самок колебалась от 24 до 68 экз/особь. Цисты в толще воды находились в хаотичном, дисперсном состоянии, не образуя промысловых скоплений, со средней численностью по озеру  $34,22 \pm 2,84$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Из них 80 % находились в состоянии гидратации. Биомасса рачков артемии в июле колебалась от  $12,4 \pm 3,12$  тыс. экз/м<sup>3</sup> с максимумом развития предвзрослых особей до  $7,69 \pm 0,82$  тыс. экз/м<sup>3</sup> с минимумом развития половозрелых самок рачка.

Зоопланктон солоноватоводной фауны в июле, так же как и в предыдущем месяце, состоял из коловраток (Rotifera) –  $36,24 \pm 2,05$ , ветвистоусых (Cladocera) –  $30,08 \pm 6,24$ , веслоногих (Copepoda) ракообразных –  $12,14 \pm 2,68$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. На долю рачков артемии в биоте озера в июле 2021 г. приходилось 15,1 %, в 2020 г. – 14,4, цист артемии – 25,8, в 2020 г. – 18,6, прочих представителей солоноватоводной фауны – 59,1, в 2020 г. – 67,0 %. В июле 2021 г. наблюдалось, как и в июне, увеличение численности рачков артемии и цист и снижение численности гидробионтов солоноватоводной фауны.

В зоопланктоне августа в популяции рачка артемии по численным параметрам преобладали ювенильные стадии развития ( $3,43 \pm 0,59$ ) и предвзрослые особи ( $1,81 \pm 0,28$  тыс. экз/м<sup>3</sup>). Численность половозрелых рачков составляла  $0,80 \pm 0,01$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, которые частично содержали в яичниках и яйцеводах семенной материал (12 % самок), у 8 % самок рачка артемии в овисаках отмечены науплии и у 80 % – цисты. Таким образом, в августе наблюдалось живорождение помимо образования в овисаках самки рачка артемии цист. Плодовитость колебалась от 28 до 72 с количеством кладок 4. Численность цист в планктоне увеличилась по сравнению с предыдущим месяцем до  $48,41 \pm 4,68$  тыс. экз/м<sup>3</sup>.

Биомасса рачков артемии в августе колебалась от  $9,27 \pm 2,45$  г/м<sup>3</sup> с максимумом развития половозрелых особей до  $5,24 \pm 2,14$  и с минимумом развития молоди –  $0,64$  г/м<sup>3</sup>. Зоопланктон солоноватоводной фауны в августе, так же как и в предыдущих месяцах, имел первостепенное значение по его численности и состоял из коловраток (Rotifera) –  $1549,55 \pm 1353,45$ , ветвистоусых (Cladocera) –  $3,01 \pm 0,41$ , веслоногих (Copepoda) ракообразных –  $12,45 \pm 1,89$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. На долю рачков артемии в биоте озера августа 2021 г. приходилось 0,4 %, в 2020 г. – 0,3 %; цист артемии – 3,1 %, в 2020 г. – 2,0; прочих представителей солоноватоводной фауны – 96,5 %, в 2020 г. – 97,7 %. В августе 2021 г. наблюдалось, так же как и в июне, июле, по сравнению с месяцами прошлого года увеличение численности рачков артемии и цист и снижение численности гидробионтов солоноватоводной фауны.

В зоопланктоне сентября в популяции рачка артемии по численным параметрам выделялись половозрелые особи ( $0,31 \pm 0,05$ ) и науплиальные стадии развития ( $0,21 \pm 0,01$  тыс. экз/м<sup>3</sup>). Численность ювенильных и предвзрослых рачков была довольно низкой и составляла  $0,12 \pm 0,01$  и  $0,08 \pm 0,01$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Половозрелые самки содержали в овисаках в основном гидратированные цисты (82,4 %) и меньше тонкоскорлуповые яйца (17,6 %). Плодовитость самок артемии колебалась от 12 до 92 шт., с учетом рассмотренных 100 экземпляров живого материала. Количество кладок в сентябре – 4.

Численность цист в планктоне увеличилась по сравнению с предыдущим месяцем с  $48,41 \pm 4,68$  до  $90,62 \pm 9,46$  тыс. экз/м<sup>3</sup>.

Биомасса рачков артемии в сентябре колебалась от  $1,11 \pm 0,05$  тыс. экз/м<sup>3</sup> с максимумом развития половозрелых особей до  $0,05 \pm 0,01$  тыс. экз/м<sup>3</sup> с минимумом развития молоди рачка артемии.

Зоопланктон солоноватоводной фауны в сентябре, так же как и в предыдущие месяцы, занимал основное положение по численности и состоял из коловраток (*Rotifera*) –  $153,20 \pm 15,02$ , ветвистоусых (*Cladocera*) –  $0,10 \pm 0,07$ , веслоногих (*Copepoda*) ракообразных –  $8,94 \pm 1,92$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Таким образом, на долю рачков артемии в биоте озера в сентябре 2021 г. приходилось 0,3 %, в 2020 г. – 0,2 %; цист артемии – 35,7 %, в 2020 г. – 26,7; прочих представителей солоноватоводной фауны – 64,1 %, в 2020 г. – 73,1 %. В сентябре 2021 г. наблюдалось постепенное увеличение численности рачков артемии и цист и снижение численности гидробионтов солоноватоводной фауны.

В зоопланктоне октября в популяции рачка артемии по численным параметрам зарегистрированы половозрелые особи ( $0,07 \pm 0,03$ ) и единично предвзрослые ( $0,008 \pm 0,002$  тыс. экз/м<sup>3</sup>). Молоди в планктоне отмечено не было. Рачки артемии находились в элиминированном состоянии. Численность цист в планктоне уменьшилась по сравнению с предыдущим месяцем с  $90,62 \pm 9,46$  до  $54,91 \pm 14,82$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, т.е. почти в 1,6 раза. Биомасса рачков артемии отмечалась очень низкой, с диапазоном от  $0,25 \pm 0,03$  (половозрелые) до  $0,01 \pm 0,002$  г/м<sup>3</sup> (предвзрослые).

Зоопланктон солоноватоводной фауны в октябре по-прежнему занимал доминирующее положение по численности и состоял из коловраток (*Rotifera*) –  $578,20 \pm 54,35$ ; веслоногих (*Copepoda*) ракообразных –  $75,85 \pm 54,23$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, ветвистоусые (*Cladocera*) отсутствовали; На долю рачков артемии в биоте озера в октябре 2021 г. приходилось 0,01 %, в 2020 г. – 0,007 %; цист артемии – 7,74 %, в 2020 г. – 5,20; прочих представителей солоноватоводной фауны – 92,3 %, в 2020 г. – 94,79 %. В целом по всем месяцам наблюдений 2021 г. отмечается увеличение численности рачков артемии и цист в среднем на 30 % и уменьшение численности прочих представителей солоноватоводной фауны в среднем на 12 % по сравнению с 2020 г.

Следовательно, за весь период исследования 2021 г. лидирующее положение по численности принадлежит в составе зоопланктона по-прежнему представителям солоноватоводной фауны с пиком их развития в летний (август) и осенний (октябрь) месяцы – соответственно  $1549,55 \pm 1353,45$  (или 96,5 %) и  $578,20 \pm 53,35$  тыс. экз/м<sup>3</sup> (или 92,30 %). Рачок артемии и все его стадии развития, определенно, имеют второстепенное значение с максимальной численностью в июле –  $19,96 \pm 3,12$  тыс. экз/м<sup>3</sup> (или 15,1 %) и минимумом в октябре –  $0,078 \pm 0,02$  тыс. экз/м<sup>3</sup> (или 0,011 %). В целом численность рачков артемии с июня по октябрь составляет  $39,53 \pm 9,86$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса –  $41,00 \pm 0,60$  г/м<sup>3</sup>, что свидетельствует о низком значении на уровне многолетних показателей, достигающих  $228,12 \pm 41,18$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Плодовитость артемии с тремя кладками изменялась от 18 в июне до 68 экз/особь в июле, с четырьмя кладками – от 12 до 92 в сентябре. Динамика артемии (на стадии цист) также имеет низкие численные значения с диапазоном от  $15,91 \pm 1,26$  (или 16,9 %) в июне до  $90,66 \pm 9,46$  тыс. экз/м<sup>3</sup> в сентябре (или 35,7 %). Многолетний мониторинг гипергалинных водоемов Западной Сибири [31] показал, что наиболее продуктивны водоемы с соленостью от 70 до 230 г/л. При солености воды в озере менее 100 г/л преобладает продукция рачков, при солености более 140 г/л – продукция цист. Из этого следует, что в оз. Кулундинское соленость рапы с динамикой от 1,9 (апрель) до 99,0 мг/дм<sup>3</sup> (июль) была оптимальной только для продукции рачков артемии и прочих видов солоноватоводной фауны.

В целом оз. Кулундинское относится к высокой экономической значимости по составу биосырья – артемии (на стадии цист). Среднемноголетний объем добычи (вылова) биосырья за период 2000 – 2016 гг. в среднем составил  $350,0 \pm 56,4$  т, за исключением периодов лет с отсутствием ведения добычи (вылова). Вследствие сложившихся гидрологических условий в

2017 – 2020 гг. наблюдалось повышение уровня воды в озере по сравнению с предыдущими годами, что привело к опреснению воды в озере до показателей, выходящих за пределы оптимума для развития популяции рачка артемии. С 2021 г. наблюдалось небольшое снижение уровня воды. Однако сукцессия видообразования привела к второстепенной значимости галофильного рачка артемии во всей биоте озера с заменой на доминирование солоноватоводной фауны. Продуктивность озера со среднемноголетним показателем в период 2000 – 2016 гг. колебалась от 12,2 до 33,5 кг/га, составляя в среднем 20,9 кг/га (исходя из общего запаса биоресурса). В промысловый сезон 2017 г. этот показатель сократился до 10,4, в 2018 г. – до 8,6, в 2020 – 2021 г. – до 4,2–4,5 кг/га, т.е. продуктивность оз. Кулундинское уменьшилась в 5 раз от среднемноголетнего значения (20,9 кг/га). Добыча (вылов) артемии (на стадии цист) с этого периода не велась до 2020 г. в связи с опреснением воды и отсутствием условий для естественного прироста биомассы сырья с образованием промысловых скоплений.

Таким образом, в вегетационный период 2021 г. популяция артемии в оз. Кулундинское Благовещенского района Алтайского края развивалась в крайне напряженных климатических условиях, под воздействием неблагоприятного гидрохимического состава воды. Соленость воды колебалась от 1,9 (апрель) до 99,0 мг/дм<sup>3</sup> (июль). Температура воздуха выше 10 °С составила 3045,5 градусо-дней (апрель – сентябрь).

Зоопланктон оз. Кулундинское представлен 9 видами, из которых 6 коловраток (*Rotiphera*), 1 гидробионт – из клadoцер (*Cladocera*) и 2 вида – из копепоид (*Copepoda*). Все встречающиеся виды относятся либо к галобионтам (*Artemia* sp., *Cletocamptus retrogressus*, *Brachionus plicatilis* (O.F. Muller), либо к видам с широкой экологической валентностью и встречаются как в пресных, так и в соленых водоемах, в том числе и в оз. Кулундинское – *Asplanchna priodonta* Gosse, *Keratella cochlearis* Gosse, *K. quadrata* (O.F. Muller), *Hexarthra oxyuris* (Zernov), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Moina macrocopa* (Straus).

В оз. Кулундинское в вегетационный период 2021 г. соленость рапы была в пределах 1,9 – 99,0 г/л, что является барьером для развития всех сопутствующих видов. Опреснение воды в период регрессионной фазы водности за последние четыре года (2017 – 2020 гг.) вызвало сукцессионные процессы видообразования гидробионтов и утрату жаброногого рачка артемии в качестве доминанта и моновида, как было отмечено до 2017 г. при солености воды в пределах 105 – 140 г/л.

Исследования показали, что за весь период с июня по октябрь 2021 г. лидирующее положение по численности в зоопланктоне принадлежит представителям солоноватоводной фауны – 92,3–96,58 %, в то время как рачок артемии и все его стадии развития определенно имеют второстепенное значение.

Численность рачков артемии с июня по октябрь 2021 г. составляет 39,53±9,86 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса – 41,00±0,60 г/м<sup>3</sup>, что свидетельствует о низком значении по сравнению со среднемноголетними показателями – 228,12±41,18 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Плодовитость артемии с тремя кладками изменялась от 18 в июне до 68 экз/особь в июле; с четырьмя кладками – от 12 до 92 в сентябре.

Динамика изменения численности артемии (на стадии цист) также имела низкие численные значения с диапазоном от 15,91±1,26 (или 16,9 %) в июне до 90,62±9,46 тыс. экз/м<sup>3</sup> в сентябре (или 35,7 %). Многолетний мониторинг гипергалинных водоемов Западной Сибири показал, что наиболее продуктивны водоемы с соленостью в диапазоне от 70 до 230 г/л, причем при солености воды в озере менее 100 г/л преобладает продукция рачков, а при солености свыше 140 г/л – продукция цист. Из этого следует, что в оз. Кулундинское соленость рапы со значениями от 1,9 (апрель) до 99,0 г/л (июль) была оптимальной только для продукции рачков артемии и прочих видов солоноватоводной фауны.

В целом по всем месяцам наблюдений 2021 г. отмечается увеличение численности рачков артемии и цист в среднем на 30 % и уменьшение численности прочих представителей солоноватоводной фауны в среднем на 12 % по сравнению с 2020 г.

Вследствие сложившихся гидрологических условий в 2017–2021 гг. происходило опреснение воды в озере до значений, выходящих за пределы оптимальных для развития популяции рачка артемии. Значение продуктивности озера по цистам артемии с учетом среднемноголетнего показателя в период с 2000 по 2016 г. составляло в среднем 20,9 кг/га (исходя из общего запаса биоресурса). В промысловый сезон 2020–2021 гг. продуктивность оз. Кулундинское уменьшилась в 5 раз по сравнению со среднемноголетним значением и составила 4,5 кг/га. Это связано преимущественно с гибелью личиночных стадий рачка артемии в условиях опресненной воды и лимитирования естественного их прироста до взрослой особи, продуцирующей цисты для биомассы сырья и образования промысловых скоплений.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Вводные и общие вопросы планктологии. – М.: Наука, 1969. – Т. 1. – 440 с.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция исследования. – Л.: ГосНИОРХ, 1983. – 51 с.
4. Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброногого рачка *Artemia*. – Тюмень, 2002. – 25 с.
5. Жадин В.И. Методы гидробиологического. – М.: Высш. шк., 1960. – 188 с.
6. Лисицина Т.О. Влияние факторов среды на изменение видового состава и численности зоопланктона в озере Кулундинское // Современное состояние рыбоводства Сибири: тез. докл. межрегион. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2006. – С. 23–26.
7. Ронжина Т.О. Биология и функционирование жаброногого рачка *Artemia* sp. в соляных озерах Алтайского края // Проблемы биологии, экологии, географии, образования: история и современность: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2008. – С. 122–124.
8. Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Бойко Е.Г. Артемия в озерах Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2009. – 304 с.
9. *The genus Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True and false taxonomical descriptions / A. Asem, N.P. Rastegar, R. Escalante, P. De Los // Lat. Am. J. Aquat. Res. – 2010. – Vol. 38, N 3. – P. 501–506.
10. Barigozzi C. *Artemia*: A survey of its significance of genetic problems // Evolutionary Biology / eds. T. Dobzhansky, M.K. Hecht, W.C. Steere. – N.Y.: Plenum Press, 1974. – Vol. 7. – P. 221–252.
11. Bowen S.T., Sterling G. Esterase and malate dehydrogenase isozyme polymorphisms in 15 *Artemia* populations // Cop. Biochem. Physiol. – 1978. – Vol. 61B. – P. 593–595.
12. Triantaphyllidis G.V., Criel G.R.J., Sorgeloos P. International Study on *Artemia* LIV Morphological study of *Artemia* with emphasis to OLD World strains. II Parthenogenetic populations // Hydrobiologia. – 1997. – Vol. 357. – P. 155–163.
13. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология (особи, популяции и сообщества). – М.: Мир, 1989. – Т. 2. – 478 с.
14. Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерк учения о популяции. – М.: Наука, 1973. – 278 с.
15. Шманкевич В.И. Некоторые ракообразные и отношение их к среде // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – Одесса, 1875. – Т. 3, вып. 2. – 368 с.
16. Бойко Е.Г., Мюге Н.С. Видовая и популяционная идентификация артемии (*Artemia* sp.) в водоемах Российской Федерации // X Съезд Гидробиологического общества при РАН: тез. докл. / отв. ред. А.Ф. Алимов, А.В. Адрианов. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 46–47.

17. *Sorgeloos P.* Aquaculture. – 1973. – N 1. – P. 385–391.
18. *Олейникова Ф.А.* *Artemia salina* (L.) Азово-Черноморского бассейна (морфология, размножение, экология, практическое применение): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Киев, 1972. – 18 с.
19. *Воронов П.М.* Сезонные изменения численности *Artemia salina* в соленых озерах Крыма // Зоологический журнал. – 1973. – Т. 52, № 7. – С. 1081–1082.
20. *Задереев Ю.С., Дегерменджи А.Г.* Популяция *Artemia* sp. в озере Туз (Россия, Хакасия) – источник конфликта интересов между административными и бизнес-структурами // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: состояние ресурсов и их использование: материалы междунар. конф. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 16–18.
21. *Новоселов В.А., Новоселова З.И.* Состояние и перспективы хозяйственного освоения запасов цист артемии в Республике Казахстан // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: состояние запасов и их использование: материалы междунар. конф. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 30–32.
22. *Соловов В.П., Подуровский М.А., Ясюченя Т.Л.* Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов: монография. – Барнаул: Алт. полиграф. комбинат, 2001. – 144 с.
23. *The use of a multidisciplinary approach for the characterization of a diploid parthenogenetic Artemia population from Torre Colimena (Apulia, Italy) / G. Mura, A.D. Baxevanis, G.M. Lopez, F. Hontoria [et al.] // J. of Plankton Research. – 2005. – Vol. 27, N 9. – P. 895–907.*
24. *Студеникина Т.Л.* Биологические особенности рачка *Artemia salina* (L.) соленых озер юга Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1986. – 17 с.
25. *Аникин В.П.* Некоторые биологические наблюдения над ракообразными из рода *Artemia* // Известия Томского университета. – 1898. – Т. 14. – С. 100–200.
26. *Gilchrist B.M.* Growth and form of the brine shrimp *Artemia salina* (L.) // Proc. Zool. Soc. Ind. – 1960. – Vol. 134, N 2. – P. 221–235.
27. *Веснина Л.В., Царева Г.А.* Особенности репродуктивных характеристик рачка *Artemia* sp. в озере Большое Яровое // Стратегия развития аквакультуры в условиях 21 века: материалы междунар. конф. – Минск, 2004. – С. 28–33.
28. *Воронов П.М.* Солевой состав воды и изменчивость *Artemia salina* (L.) // Зоологический журнал. – 1979. – Т. 58, вып. 2. – С. 175–178.
29. *Веснина Л.В., Митрофанова Е.Ю.* Фитопланктон соленых озер степной зоны // Пойменные и дельтовые биоценозы голарктики: биологическое многообразие, экология и эволюция: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 13-18 мая 2019 г. – Астрахан. гос. ун-т. – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2019. – С. 42–47.
30. *Веснина Л.В.* Влияние факторов среды на динамику численности и биомассу *Artemia* sp. в озере Кулундинском // Сибирский экологический журнал. – 2002. – № 6. – С. 637–646.
31. *Sorgeloos P.* The brine shrimp *Artemia salina*: A bottleneck in Mariculture // FAO Technical Conf. on Aquaculture. – Kyoto, 1979. – P. 321–324.
32. *Веснина Л.В., Лукерина Г.В.* Особенности генеративной активности популяций артемии в гипергалинных озерах Алтайского края // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 6. – С. 32–39.
33. *Веснина Л.В., Пермякова Г.В., Ронжина Т.О.* Ресурсный потенциал гипергалинных озер Алтайского края // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: материалы II Междунар. науч. конф. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2011. – С. 145–147.
34. *Веснина Л.В.* Особенности биоты озера Кучукское Алтайского края и факторы формирования запасов артемии (на стадии цист) // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 4. – С. 71–79.

## REFERENCES

1. Kiselev I.A. *Plankton morej i kontinental'nyh vodoemov. Vvodnye i obshchie voprosy planktologii* (Plankton of seas and continental reservoirs. Introductory and general questions of planktology), Moscow: Nauka, 1969, vol. 1, 440 p.
2. *Metodika izucheniya biogeocenozov vnutrennih vodoemov* (Methods of studying biogeocenoses of inland reservoirs), Moscow: Nauka, 1975, 240 p.

3. *Metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyah na presnovodnykh vodoemah. Zoobentos i ego produkciya* (Methodological recommendations for the collection and processing of materials during hydrobiological studies in freshwater reservoirs. Zoobenthos and its products), Leningrad: GosNIORH, 1983, 51 p.
4. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu obshchih dopustimyh ulovov (ODU) cist zhabronogogo racha Artemia* (Methodological guidelines for determining the total allowable catches (ODES) of cysts of the gill-legged crustacean Artemia), Tyumen, 2002, 25 p.
5. Zhadin V.I. *Metody gidrobiologicheskogo* (Methods of hydrobiological), Moscow: Vyssh. shk., 1960, 188 p.
6. Lisicina T.O. *Sovremennoe sostoyanie rybovodstva Sibiri* (The current state of fish farming in Siberia), Abstracts of Papers of the Interregional Scientific and Practical Conference, Novosibirsk: Novosib. gos. agrar. un-t, 2006, pp. 23–26. (In Russ.)
7. Ronzhina T.O. *Problemy biologii, ekologii, geografii, obrazovaniya: istoriya i sovremennost'* (Problems of biology, ecology, geography, education: history and modernity), Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Saint-Petersburg: LGU im. A.S. Pushkina, 2008, pp. 122–124. (In Russ.)
8. Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Bojko E.G., *Artemiya v ozerah Zapadnoj Sibiri* (Artemia in the lakes of Western Siberia), Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 2009, 304 p.
9. Asem A., Rastegar N.P., Escalante R., De Los P., The genus Artemia Leach, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True and false taxonomical descriptions, *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 2010, Vol. 38, No. 3, pp. 501–506.
10. Barigozzi C. Artemia: A survey of its significance of genetic problems, *Evolutionary Biology*, eds. T. Dobzhansky, M.K. Hecht, W.C. Steere, N.Y.: Plenum Press, 1974, Vol. 7, pp. 221–252.
11. Bowen S.T., Sterling G. Esterase and malate dehydrogenase isozyme polymorphisms in 15 Artemia populations, *Cop. Biochem. Physiol.*, 1978, Vol. 61B, pp. 593–595.
12. Triantaphyllidis G.V., Criel G.R.J., Sorgeloos P. International Study on Artemia LIV Morphological study of Artemia with emphasis to OLD World strains. II Parthenogenetic populations, *Hydrobiologia*, 1997, Vol. 357, pp. 155–163.
13. Bigon M., Harper Dzh., Taunsend K., *Ekologiya (osobi, populyacii i soobshchestva)*, (Ecology (individuals, populations and communities)), Moscow: Mir, 1989, vol. 2, 478 p.
14. Timofeev-Resovskij N.V., Yablokov A.V., Glotov N.V., *Ocherk ucheniya o populyacii* (An essay on the doctrine of the population), Moscow: Nauka, 1973, 278 p.
15. Shmankevich V.I. *Zapiski Novorossijskogo obshchestva estestvoispytatelej*, Odessa, 1875, Vol. 3, Issue 2, 368 p.
16. Bojko E.G., Myuge N.S., *X S"ezd Gidrobiologicheskogo obshchestva pri RAN: (X Congress of the Hydrobiological Society at the Russian Academy of Sciences)*, Abstracts of Papers, Vladivostok: Dal'nauka, 2009, pp. 46–47. (In Russ.)
17. Sorgeloos P. *Aquaculture*, 1973, No. 1, pp. 385–391.
18. Olejnikova F.A. *Artemia salina (L.) Azovo-CHernomorskogo bassejna (morfologiya, razmnuzhenie, ekologiya, prakticheskoe primeneniye)* (Artemia salina (L.) of the Azov-Black Sea basin (morphology, reproduction, ecology, practical application)), Extended abstract of candidate's thesis, Kiev, 1972, 18 p. (In Russ.)
19. Voronov P.M. *Zoologicheskij zhurnal*, 1973, Vol. 52, No. 7, pp. 1081–1082. (In Russ.)
20. Zadereev Yu.S., Degermendzhi A.G., *Bioraznoobrazie artemii v stranah SNG: sostoyanie resursov i ih ispol'zovanie* (Biodiversity of artemia in the CIS countries: the state of resources and their use), Proceedings of the International Conference, Tyumen: SibrybNIIproekt, 2002, pp. 16–18. (In Russ.)
21. Novoselov V.A., Novoselova Z.I., *Bioraznoobrazie artemii v stranah SNG: sostoyanie zasposov i ih ispol'zovanie* (Biodiversity of artemia in the CIS countries: the state of resources and their use), Proceedings of the International Conference, Tyumen: SibrybNIIproekt, 2002, pp. 30–32. (In Russ.)
22. Solovov V.P., Podurovskij M.A., Yasyuchenya T.L., *Zhabronog artemiya: istoriya i perspektivy ispol'zovaniya resursov* (Zhabronog artemia: history and prospects of resource use), Barnaul: Alt. poligraf. kombinat, 2001, 144 p.

23. The use of a multidisciplinary approach for the characterization of a diploid parthenogenetic *Artemia* population from Torre Colimena (Apulia, Italy), G. Mura, A.D. Baxevanis, G.M. Lopez, F. Hontoria [et al.], *J. of Plankton Research*, 2005, Vol. 27, No. 9, pp. 895–907.
24. Studenikina T.L. *Biologicheskie osobennosti rachka Artemia salina (L.) solenih ozer yuga Zapadnoj Sibiri* (Biological features of the crustacean *Artemia salina* (L.) of the salt lakes of the south of Western Siberia), Extended abstract of candidate's thesis, Novosibirsk, 1986, 17 p. (In Russ.)
25. Anikin V.P. *Izvestiya Tomskogo universiteta*, 1898, Vol. 14, pp. 100–200. (In Russ.)
26. Gilchrist B.M. Growth and form of the brine shrimp *Artemia salina* (L.), *Proc. Zool. Soc. Ind.*, 1960, Vol. 134, No. 2, pp. 221–235.
27. Vesnina L.V., Careva G.A., *Strategiya razvitiya akvakul'tury v usloviyah 21 veka* (Strategy of aquaculture development in the 21st century), Proceedings of the International Conference, Minsk, 2004, pp. 28–33.
28. Voronov P.M. *Zoologicheskij zhurnal*, 1979, Vol. 58, Issue 2, pp. 175–178. (In Russ.)
29. Vesnina L.V., Mitrofanova E.Yu., *Pojmennye i del'tovye biotsenozy golarktiki: biologicheskoe mnogoobrazie, ekologiya i evolyuciya* (Floodplain and delta biocenoses of the Holarctic: biological diversity, ecology and evolution), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Astrakhan, May 13-18, 2019, pp. 42–47. (In Russ.)
30. Vesnina L.V. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*, 2002, No. 6, pp. 637–646. (In Russ.)
31. Sorgeloos P. The brine shrimp *Artemia salina*: A bottleneck in Mariculture, *FAO Technical Conf. on Aquaculture*, Kyoto, 1979, pp. 321–324.
32. Vesnina L.V., Lukerina G.V., *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo*, 2020, No. 6, pp. 32–39. (In Russ.)
33. Vesnina L.V., Permyakova G.V., Ronzhina T.O., *Raznoobrazie pochv i bioty Severnoj i Central'noj Azii* (Diversity of soils and biota of North and Central Asia), Proceedings of the II International Scientific Conference, Ulan-Ude: BNC SO RAN, 2011, pp. 145–147. (In Russ.)
34. Vesnina L.V. *Rybnoe hozyajstvo*, 2018, No. 4, pp. 71–79. (In Russ.)