

## КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЦЕНОЗА ГИПЕРГАЛИННОГО ВОДОЕМА КАЛМЫКИИ\*

**Аннотация:** В работе представлены результаты комплексных исследований, проведенных в условиях Калмыкии на примере озера Большое Яшалтинское, относящееся к Маньчжурской группе озер. Изучена флора и фауна биоценоза гипергалинного водоема. Проведен сезонный мониторинг численности популяций в зависимости от термических и гидрологических условий лет исследований, при котором выявлено, что при устойчивом гидрологическом режиме водоема численность их достигает  $73,33 \times 10^2$  экз/м<sup>3</sup>. Установлено, что с повышением минерализации воды с 192 до 447 г/л число цист увеличивается на 35 %, а при понижении до 80 г/л – уменьшается на 39 %, при этом количество взрослых особей увеличивается на 49%.

**Ключевые слова:** динамика популяции, минерализация, мониторинг, гипергалинный водоем, видовой состав, микроводоросли, зоопланктон.

### Введение

Озеро Большое Яшалтинское представляет собой уникальный географический объект, расположенный в степной зоне республики. Уникальность его проявляется не только в гидрологическом и гидрохимическом режимах, но и в организмах, населяющих его, которые играют важную роль в формировании органических веществ лечебных иловосульфидных грязей, обладающих высоким терапевтическим эффектом.

Зеркальная поверхность водоема составляет около 40 км<sup>2</sup> (8x5 км). Глубина озера варьирует в зависимости от сезона и напряженности метеорологических условий года. Так, в весенний период его глубина составляет 50...60 см, в летний – когда температурный режим воздуха достигает максимальных значений (32...40 °С) – 10...20 см, а в засушливые годы (например, в 2003 году) может полностью пересыхать. Температурный режим в озере колеблется от +12°...+20 °С весной до +16°...+32 °С летом [4; 5].

Климат территории характеризуется резкой континентальностью, засушливостью, незначительным количеством осадков в весенне-летний период (178...300 мм), при интенсивных суховеях и высокой суммой активных температур (3800 °С и >), что обуславливает высокое испарение с поверхности водоема 1000...1200 мм.

В условиях высокой минерализации воды в озере Большое Яшалтинское сформировалась группа уникальных видов флоры и фауны, обладающих высокой пластичностью и солетолерантностью.

Так, представителями альгофлоры являются *Dunaliella salina*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Surirella* и др., зоопланктона – галофильный рачок *Artemia*.

### Материал и методика

Объектом исследований послужили все возрастные стадии артемии и водоросли, собранные в период с 2002 по 2004 гг. в озере Большое Яшалтинское Яшалтинского района Калмыкии.

Комплексное обследование включало изучение абиотических (температура, химический состав воды) и биотических (фитопланктон, зоопланктон и бентос) факторов.

\* © Бамбеева В.И., Бакташева Н.М., Дедова Э.Б.

При изучении артемии определяли динамику их численности по возрастным стадиям, размерный и половой состав.

Отбор проб зоопланктона проводили ежедневно планктонной сетью Апштейна из мельничного газа № 64 в объеме 60 (2002 г.) и 12 (2003, 2004 гг.) литров воды. Пробы фиксировали 4-% раствором формалина. Профильтрованную пробу разводили до 50 мл. Штемпель-пипеткой отбирали 5 см<sup>3</sup> и в них при помощи Камеры Богорова под бинокуляром МБС-1 просчитывали тотально все особи и яйца, разделяя по возрастным группам: яйца, науплиусы, взрослые особи (самцы, самки с яйцами и без яиц). Численность пересчитывалась на 1 м<sup>3</sup> [4]. Взрослых особей просчитывали в чашках Петри полностью во всей пробе. Также просчитывали численность яиц, находящихся в яйцевом мешке самки (плодовитость). Линейные размеры рачков определяли с помощью окуляр-микрометра.

Пробы фитопланктона отбирали 10 и 20 числа каждого месяца зачерпыванием 1 л из толщи воды, бентоса – зачерпыванием поверхностного слоя ила и фрагментов высших растений. Пробы фиксировали раствором Люголя с последующим добавлением формалина (25 мл 40-% р-ра на 500 мл р-ра Люголя). Фиксация пробы – на 50 мл пробы 1 мл фиксатора. Для концентрирования проб фитопланктона использовали метод отстаивания, заключающийся в 10-дневном оседании раствора в темном, прохладном месте, при котором периодически отбирается верхний слой воды грушей со стеклянной трубочкой, на конце которой планктонный газ № 64 в несколько слоев. Идентификацию водорослей проводили с использованием светового (ЛЮМАМ-И) и сканирующего электронного микроскопов (Hitachi S-405A). Подсчет численности видов осуществляли в камере Горяева [1; 2].

### Результаты и обсуждение

*Особенности гидрохимического состава озера.* Озеро Большое Яшалтинское по сумме ионов относится к гипергалинным водоемам. Общая минерализация воды в озере по годам исследований варьировала от 78 до 447 г/л. Анионная составляющая представлена хлоридами (Cl<sup>-</sup>) и сульфатами (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). В составе катионов преобладает натрий (Na<sup>+</sup>), значительную роль играет магний (Mg<sup>2+</sup>), в небольшом количестве присутствует кальций (Ca<sup>2+</sup>), который является жизненно-важным элементом для ракообразных. Кислотность озерной рапы слабощелочная (рН = 7,5-8,9).

Нестабильный гидрологический режим озера обуславливает значительные сезонные изменения минерализации и ионно-солевого состава озерной рапы. Состав ионов и общая минерализация воды непрерывно меняются под действием гидрометеорологических условий. Эти изменения, по продолжительности действия, могут быть циклическими или сезонными, а также периодическими или климатическими. При циклических изменениях наименьшая концентрация солей отмечается в весенний период и наибольшая – в конце лета. При этом химический состав изменяется от сульфатно-хлоридного магниевонатриевого до хлоридного натриево-магниевое.

Годовые циклы изменения общей минерализации воды нами были прослежены с 2002 г., когда минерализация составляла 192 г/л. Максимальная соленость зафиксирована в 2003 г., произошло повышение минерализации воды в среднем в 2 раза. С 2004 г. наблюдалось увеличение водности и, как следствие этого, величина минерализации вновь снизилась. Так, в 2004 г. соленость воды в озере уменьшилась по сравнению с 2002 и 2003 гг., соответственно, примерно на 42 и 18...37 %.

*Альгофлора водоема Большое Яшалтинское.* В условиях высокой минерализации воды в озере Большое Яшалтинское сформировалась группа низших организмов, которые обладают высокой пластичностью и способны выдерживать резкие перепады и

широкие пределы солености. Наиболее интересная и малоизученная группа экосистемы водоема – это микроводоросли, представляющие собой отличную модель видообразования и являющиеся основным источником питания рачка партеногенетической популяции артемии.

Особенности температурного режима и повышенное содержание хлоридов в воде озера способствовали развитию своеобразного видового состава водорослей.

Нами было обнаружено 25 видов, из которых 1 – представитель зеленых водорослей (*Dunaliella salina* Teod.) и 24 – диатомовых: род *Nitzschia* – 8 таксонов (*Nitzschia sp.*, *N. compressa* (Bailey) Boyer, *N. constricta* (Kütz.) Ralfs in Pritch., *N. epithemoides* Grun., *N. hungarica* Grun., *N. pellucida* Grun., *N. pusilla* Grun., *N. scalpeliformis* Grun.); род *Navicula* – 3 вида: *N. lundii* Reinch., *N. phyllepta* Kütz., *N. salinarum* Grun.; род *Surirella* – 2 вида: *S. brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot и *S. Hoefleri* Hust.; остальные роды представлены каждый одним видом: *Amphora coffeaeformis* (Ag.) Kütz., *Craticula halophila* (Grun.) D.G.Mann, *Cylindrotheca gracilis* (Bréb. ex Kütz.) Grun., *Entomoneis alata* (Ehr.) Ehr., *Fragilaria fasciculata* (Ag.) Lange-Bertalot, *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *Hantzschia vivax* (W.Sm.) M.Peragallo, *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O.Müll., *Stauroneis anceps* Ehr., *Stephanodiscus sp.* и *Thalassiosira sp.*

В пробах бентоса нами было зафиксировано наибольшее количество: *Dunaliella salina*, *Amphora coffeaeformis*, *Fragilaria fasciculata* (> 100 млн. кл/л каждого), *Cylindrotheca gracilis* и *Entomoneis alata* (до 10 млн. кл/л). Был отмечен высокий процент деформированных створок *Fragilaria fasciculata*. У других видов диатомовых водорослей изменений не наблюдалось.

В пробах планктона диатомовые водоросли не достигали высокой численности (не более 10 тыс. кл/л), а численность *Dunaliella salina* в течение всего сезона оставалась в пределах 10 млн. кл/л. В пробах планктона 2003 г. диатомовые водоросли обнаружены не были, а *Dunaliella salina* встречалась с той же частотой [2].

Влияние абиотических факторов среды на развитие артемии. В обследованном озере популяция артемии была представлена партеногенетической расой, т.е., состояла в основном из самок. Только лишь в 2002 г. (24 июля) нами было отмечено присутствие единственного самца, длина тела которого составляла 11,5 мм. В дальнейшие годы исследований самцы обнаружены не были. Самки, науплиусы и яйца нами были обнаружены за весь период наблюдения.

В начале вегетационного сезона самки выметывают живые науплиусы или летние яйца (тонкоскорлуповые), направленные на пополнение численности популяции рачка. Число яиц в толще воды меняется в зависимости от величины минерализации.

Согласно проведенного нами количественного учета минимальная численность яиц варьировала от  $0,0833 \times 10^4$  до  $0,7333 \times 10^4$  экз/м<sup>3</sup>. Максимальные значения численности яиц были отмечены в 2003 г. при минерализации от 217 до 447 г/л и достигали  $339,1667 \times 10^4$  экз/м<sup>3</sup>, т.е. на 35...39 % больше, чем в период более высокой водности озера. Это связано с неблагоприятными условиями, в результате которых для поддержания численности популяции в последующие более благоприятные полноводные годы самки выбрасывают толстоскорлуповые, диапаузирующие яйца (цисты).

Вегетационный сезон *Artemia* на озере Большое Яшалтинское начинается в первую декаду апреля при прогреве воды в среднем до плюс 18...20 °С. В то время как в гипергалинных озерах Западной Сибири вегетация приходится на вторую половину апреля, при прогреве озерной рапы до 4...5 °С [6], а в высокогорных озерах Памира массовый выклев науплиусов начинается при температуре воды плюс 12...15 °С [3].

Результаты исследований показали, что в 2003 году науплиусы жабронога впервые появились 23 апреля, а в 2004 году – 9 апреля, когда температура воды в озере прогрелась

до 20 °С. Это свидетельствует о том, что на выклев науплиусов влияет температурный режим водоема. Минимальная численность науплиусов колебалась от  $0,833 \times 10^3$  экз/м<sup>3</sup> до  $8 \times 10^3$  экз/м<sup>3</sup>. Наибольшее число было отмечено в 2003 г. –  $640,833 \times 10^3$  экз/м<sup>3</sup>.

Размер личиночной стадии жабронога является постоянной – 0,4 мм. В процессе роста и развития их максимальные размеры достигают 7 мм, при средней длине – 2,5 мм.

В 2003 г. самки впервые были обнаружены 30 мая, тогда как выклев науплиусов мы наблюдали 23 апреля при минерализации 223 г/л. В связи с тем, что в мае выпало в 7,5 раз больше осадков, чем в апреле, произошла деминерализация воды (217 г/л) и, как следствие, появление половозрелых особей, что позволяет нам говорить о влиянии выпавших осадков и минерализации воды на развитие популяции. А в 2004 г. половозрелые особи появились уже 23 апреля (выклев науплиусов – 9 апреля) при минерализации 80 г/л. Таким образом, продолжительность периода созревания калмыцкой популяции артемии равна 2...5 неделям.

К концу лета озеро полностью пересохло, науплиусы и взрослые особи погибли, оставив цисты на возрождение популяции.

В связи с этим весной 2004 г. производилась подача пресной воды (0,42 г/л) с р. Егорлык по каналу РР-4 (Ростовский распределитель). Все это способствовало не только пополнению и сохранению уникального озера, но и деминерализации его воды. За счет этого величина минерализации водоема в течение всего сезона оставалась постоянной (78...80 г/л), без значительных колебаний.

При этом отмечено наибольшее количество самок, численность которых достигала  $73,33 \times 10^2$  экз/м<sup>3</sup>, что на 49 % больше, чем в предшествующем 2003 году. Данный факт позволяет нам говорить о прямой зависимости численности рачка от минерализации рапы озера.

В течение вегетационного периода размерный состав половозрелых рачков артемии в озере колебался от 7 до 19 мм, при средней длине примерно 13 мм. Наиболее крупные самки отмечены в 2002 г. – 19 мм, которые являются намного крупнее максимальных размеров сибирской популяции артемии – 12,28 [6]. А в 2003 г. максимальные размеры самок составили 13,5 мм, что связано, по нашему мнению, с факторами внешней среды и минерализацией воды. Средние значения индивидуальной плодовитости самок были в пределах от 25 до 29 яиц.

Таким образом, артемия является важнейшим компонентом гипергалинного водоема Калмыкии, имеющим не только экологическое, хозяйственное, но и бальнеологическое значение. Она способствует формированию более качественного состава лечебных грязей, играющих немаловажную роль в оздоровлении населения Республики Калмыкия и других регионов.

### **Заключение**

При комплексном исследовании озера Большое Яшалтинское выявлено, что абиотические факторы (температура, осадки, уровень минерализации и т.д.) влияют на формирование биоценоза гипергалинного водоема.

Под действием этих факторов образовалась экологическая группа зоо- и фитопланктона, которым свойственна очень широкая амплитуда солеустойчивости, совместная жизнедеятельность которых положительно влияет на образование лечебного грязевого слоя.

Микроводоросли, как фотоавтотрофные организмы, в процессе фотосинтеза выделяют молекулярный кислород, необходимый для жизнедеятельности водных организмов, в том числе и артемии.

В свою очередь, рачки, многократно фильтруя воду, просветляют ее и способствуют коагуляции слизи, осаждению органических и неорганических веществ на дно водоема, в результате чего происходит интенсивное развитие микроводорослей и бактерий.

Таким образом, биоценоз гипергалинного водоема носит природоохранный характер: его обитатели принимают участие в самоочищении водоемов, формировании качества воды, улучшении санитарно-гигиенического состояния.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Анисимова О.В., Бамбеева В.И. Водоросли озера Большое Яшалтинское // Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов: Материалы 3 Международной заочной научной конференции. 31 мая 2005 г. / Ассоциация университетов прикаспийских государств. Вып. 2. – Элиста: Изд-во КГУ, 2005. – С. 9–10.
2. Анисимова О.В., Бамбеева В.И. Диатомовые водоросли озера Большое Яшалтинское // Тезисы докладов IX школы диатомологов России и стран СНГ «Морфология, систематика, онтогенез, экология и биогеография диатомовых водорослей», Борок, 2005. – С. 23.
3. Ахроров Ф. Артемия высокогорных озер Памира // Тезисы докладов международного научно-исследовательского семинара «Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ее запасов и их использование» / Под ре. А.И. Литвиненко, Ж. Ван Стапена – Тюмень: ФГУ СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 4 – 5.
4. Бамбеева В.И. Биология жабронога артемия в Большом Яшалтинском озере Калмыкии // Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов: Материалы 3 Международной заочной научной конференции / Ассоциация университетов прикаспийских государств. Вып. 2. – Элиста: Изд-во КГУ, 2005. – С. 81–83.
5. Бамбеева В.И., Абушинова Н.Н. Влияние популяции жабронога *Artemia salina* L. на биологическую очистку воды и формирование лечебных грязей в озере Большое Яшалтинское // Водные ресурсы и водопользование в бассейнах рек Западного Каспия: перспективы использования, решение проблемы дефицита, мониторинг, предотвращение негативного воздействия. Сборник статей. Элиста, 2008. – С. 250 – 254.
6. Литвиненко Л.И. Жаброногие рачки рода *Artemia* Leach, 1819 в гипергалинных водоемах Западной Сибири (география, биоразнообразие, экология, биология и практическое использование) // Автореф. диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Пермь – 2009. – 48 с.

V. Bambeeva

#### COMPLEX CHARACTERISTICS OF THE HYPERSALINE LAKE BIOCECENOSIS IN KALMYKIA

*Abstract:* The article presents complex investigation results of the lake Bolshoe Yashaltinskoe (Manych group of lakes) carried out in Kalmykia. Flora and fauna of the hypersaline lake biocenosis have been explored. Seasonal monitoring of the population estimation which depends on thermal and hydrologic research parameters has been developed. It is discovered that under the stable hydrologic lake regime population estimation reaches  $73,33 \times 10^2$  экз/м<sup>3</sup>. It is proved that with the raising of water mineralization from 192 to 447 g/l the number of cysts increases up to 35 %, and when it falls till 80 g/l – decreases to 39 %, however the number of adults increases up to 49 %.

*Key words:* population estimation, mineralization, monitoring, hypersaline lake, species composition, microalgae, zooplankton.