

## ГИДРОБИОЛОГИЯ ОЗЁР АЛЬПИЙСКОГО ПОЯСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО АЛТАЯ И ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ СУБАРКТИКИ (СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ)

Савченко Н.В.

В работе дана характеристика состава основных групп водных организмов озёрных водоёмов альпийского пояса северо-западного Алтая и субарктических озёр Западной Сибири. Акцентируется внимание на особенностях видового состава водных организмов и их продуктивности, обусловленных влиянием абиотических ландшафтно-лимнологических факторов и генезисом озёрных котловин. По соотношению продукции и деструкции органического вещества определена степень устойчивости экосистем озёр обоих регионов.

Материалы полевых исследований гляциально-флювиальных озёр альпийского пояса Башцелакского и Каргонского хребтов, расположенных в интервале высот от 1600 до 2400 м над уровнем моря, полученные Т.Я. Шипуновой в 1970–1983 г.г. и Н.В. Савченко в 2004–2005 г.г., а также комплексное изучение субарктических озёр аналогичного генезиса в Западной Сибири автором данной статьи (1991–2003 г.г.) позволило выявить многие сходные черты их гидробиологии и особенностей эвтрофирования.

Крайне неблагоприятные абиотические условия обоих регионов ( $K_{\text{увл.}} = 2$ ; средняя температура лимниона в июле от +4 до 6 °С, низкая минерализация воды от 3–5 до 30–60 мг/л, короткий период гидрологического лета в 60–80 дней), специфика генезиса озёрных котловин и характер их морфометрии создали исторически сложившуюся группировку водных организмов.

Видовой состав фитопланктона горноалтайских озёр относительно бедный: автором выявлено 172 вида и формы, из которых постоянно встречается 45. По числу видов и обилию наибольшее значение в альгофлоре озёр Башцелакского хребта имеют диатомовые и золотистые водоросли. Ведущими видами из диатомовых являются *Tetracyclus lacustris*, *Ceratoneis arctus*, *Achnanthes flexellay*, а из золотистых – *Mallomonas caudate*, *Dinobryon bavaricum*. Основной комплекс фитопланктона озёр Каргонского хребта составляют диатомовые и десмидиевые водоросли. По доминирующим видам диатомовых водорослей озёра Каргонского хребта отличаются от водоёмов Башцелакского. В озёрах первого широко распространены виды рода *Cyclotella sp.*, особенно характерные для водоёмов, расположенных выше абсолютной высоты 2000 м. Ведущими по численности видами диатомовых водорослей в водоёмах, расположенных ниже абсолютной высоты 2000 м, являются *Cymbella cesatii*, *Neidium affine var.*, *amphirhinchis*. Из десмидиевых водорослей наиболее распространены виды – *Sponylosium planum*, *Closterium acerosum*. Продуктивность планктоновой альгофлоры относительно низкая: от 0,16 до 0,220 мг/м<sup>3</sup>. С уменьшением абсолютных высот состав постоянно живущего фитопланктона увеличивается с 6 до 28 видов. Доминирование по видовым, количественным и продукционным показателям диатомовых, золотистых и десмидиевых водорослей в горноалтайских озёрах свидетельствует о их идеальной чистоте и отсутствии негативного влияния антропогенных факторов, в том числе посредством аэрального переноса техногенных загрязнителей.

В субарктических озёрах выявлено 324 видов и форм фитопланктона, но постоянно встречается из них лишь 52. Как и в Горном Алтае основной комплекс фитопланктона представлен диатомовыми, золотистыми и десмидиевыми водорослями. Представители диатомовых составляют 71 % всего видового состава альгофлоры. Доминирующими видами являются *Melosira granulate (Enr.)Ralfs*, *Asterionella Formosa Hassal+gracilina(Hantzsch)* и *Tabellaria flocculosa (Roth)Kütz.* В совокупности они составляют от 24 до 49% всего количества клеток фитопланктона. Среди золотистых водорослей характерными видами субарктического фитопланктона являются представители рода *Dinobryon*. Ведущими из них являются виды: *Dinobryon sociale*, *D. bavaricum*. Первый вид, а также *Kephyrion boreale* совместно с *Ochromonas sphaerella* предпочитают в этом регионе самые крупные водоёмы – Яротинские и Неётинские озёра, в которых они достигают самых высоких биомасс – 180–780 мг/м<sup>3</sup>. В отличие от диатомовых и золотистых планктоновых водорослей десмидиевые наиболее широко представлены в фитобентических группировках. Наиболее обильно из них встречаются *Staurastrum polymorphum f. Intermedium*, *Cosmarium turpinii* и *C. Botrytis*. Примечательно, что в направлении движения от озёр арктической тундры к озёрам лесотундры в таксономическом разнообразии альгофлоры происходят весьма существенные изменения: резко сокращается видовое разнообразие золотистых и диатомовых видов фитопланктона и возрастает видовое разнообразие синезелёных и зелёных. Аналогичные тенденции установлены автором и для озёр, на прилегающих водосборах которых осуществляется активная тезногенная деятельность,

особенно в районах Ново-Портовского, Харасавэйского и Бованенского газовых месторождений. Следовательно, количественные изменения таксономического разнообразия альгофлоры высокоширотных озёр служат чувствительным индикатором на антропогенную нагрузку тундровых ландшафтов: чем она выше, тем беднее видовой состав золотистых и диатомовых планктонных водорослей. Тем не менее, до сих пор многие виды озёрного фитопланктона (от 6 до 25 в зависимости от водоёма) показательны по отношению к содержанию в воде органических веществ (ОВ): они являются ксеноолигосапробами. Это свидетельствует о весьма высоком качестве вод озёр флювиогляциального генезиса по отношению к органическим загрязнениям: они являются олиготрофными, с умеренным или низким содержанием органических веществ. В лимнионах озёр преобладает  $\beta$ -мезосапробная зона воды III класса чистоты 3a вида – достаточно чистая.

В зоопланктон исследуемых озёр обоих регионов входят наиболее распространённые и наиболее неприхотливые формы, которые могут существовать в самых неблагоприятных экологических условиях. Видовая бедность зоопланктона горноалтайских озёр обусловлена низкой температурой воды, коротким вегетационным периодом, бедностью подводной флоры и очень малым содержанием ОВ в донных отложениях и лимнионе. В систематическом отношении он представлен тремя группами: коловратками, ветвистоусыми и веслоногими рачками. Качественно и количественно в озёрах Башчелакского хребта доминируют кладоцеры. Из ветвистоусых рачков приоритет принадлежит: *Chydorusphaericus*, *Ch. Ovalis*, *Daphnia cucullata*. Среди веслоногих рачков, занимающих второе доминирующее место ведущими видами являются: *Eucyclops serrulatus*, *Acanthocyclops viridis*, *Mesocyclops leuckarti*. Коловратки в данном регионе представлены лишь единичными экземплярами. Напротив, в озёрах Коргонского хребта зоопланктон в основном представлен копеподно-коловраточным комплексом. Среди копепод доминируют *Cyclops atrenuus*, *Diatomus denticornis*, из коловраток – *Kellicotia longispina*, *Asplanchna priodonta*. Кладоцеры в незначительных количествах встречаются лишь в озёрах, расположенных ниже абсолютной высоты 2000 м. По мнению Т.Я. Шипуновой [1, с.36] такое различие в видовом составе фитопланктона и зоопланктона озёр альпийского пояса обоих хребтов объясняется гидрохимическим режимом этих водоёмов. Коргонские озёра по гидрохимическим особенностям воды относятся к сульфатному и сульфатно-гидрокарбонатному классам, а Башчелакские водоёмы – к гидрокарбонатному и гидрокарбонатно-хлоридному классам. С изменением химических свойств и термического режима озёр существенно изменяются качественно-количественные характеристики зоопланктона. С уменьшением высот увеличивается содержание ОВ в донных отложениях от 1,2 до 5%, а растворённого в воде от 2 до 7 мг/л. Процент перманганатной окисляемости от бихроматной достигает 40-50, что указывает на преимущественное содержание ОВ аллахтонного генезиса. Сумма растворённых минеральных веществ в среднегорных озёрах в 18–23 раза, а в высокогорных водоёмах в 36–42 раза превышает содержание в воде ОВ. Общая минерализация воды увеличивается от 34 до 69 мг/л для Коргонских, и от 72 до 102 мг/л для Башчелакских озёр [2]. С уменьшением абсолютных высот в зоопланктоне исследуемых озёр увеличивается роль для первых – веслоногих рачков, для вторых – коловраток. Соответственно возрастает и биомасса – от 5-58 до 20-110 мг/м<sup>3</sup> [1-2].

Кроме абсолютной высоты на распространение видов планктона оказывает влияние и экспозиция склонов. Так, для озёр южных склонов (при одних и тех же абсолютных высотах) характерно большее число видов фитопланктона, чем для водоёмов северных склонов хребтов. К примеру, по многолетним данным Т.Я. Шипуновой [1, с. 37], которые полностью коррелируются с нашими данными, озеро III-Верхнее-Коргонское (абс. выс. 1980 м, юго-западный склон) имеет 23 постоянно обитающих вида водорослей планктона, а фитопланктон озера II-Коргонского (северо-восточный склон на примерно той же высоте) всего 15 видами. Аналогичные тенденции, в том числе и по биомассе, прослеживаются во всех других озёрах: II-Верхне-Башчелакское (2000м, юго-западный склон) и оз. Каракольское (северо-восточный склон), оз. II-Коргонское (1900м, северный склон) и III-Верхне-Коргонское (1980м, южный склон).

В Коргонском и Башчелакском альпийско-озёрных поясах по характеру трофности можно выделить три биономических типа водоёмов:

I. Олиготрофно-дистрофные. Они расположены на Коргонском хребте выше абсолютных высот 1900 м (северо-восточный склон) и 2100 м (юго-западный склон). Вода этих озёр имеет слабокислую среду, pH < 6,6. Биомасса зоопланктона не более 15,1 мг/м<sup>3</sup>.

II. Олиготрофные. Они расположены на Башчелакском хребте в аналогичных высотах. На Коргонском хребте их положение несколько ниже 1900м. Реакция озёрной воды в них обычно нейтральная, но биомасса зоопланктона уже составляет 20–59 мг/м<sup>3</sup>.

III. Олиготрофно-мезотрофные. Находятся в нижней части альпийского пояса Башчелакского

хребта. Водоёмы имеют слабощелочную реакцию среды –  $pH > 7$ . Биомасса зоопланктона варьирует в пределах 44 – 108 мг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, состояние зоопланктона в озёрах альпийского пояса Северо-Западного Алтая по количественным и продукционным показателям существенно превышает развитие фитопланктона. Следовательно, они перспективны для развития рыбоводства, но в связи с труднодоступностью эта перспектива в ближайшие годы маловероятна.

В отличие от Алтая видовой состав планктонной фауны озёр Западно-Сибирской Субарктики отличается высоким разнообразием. Богато представлены все основные группы – *Rotatoria*, *Cladocera*, *Copepoda*. На полуостровах Ямал и Гыданский обитают 102 вида зоопланктона, в том числе виды с северным и арктическим распространением, эндемики – *Daphnia arctica* Werestschagin, *D. Longiremis brevicristata* Werestschagin, морской реликт ледникового периода – *Limnocalanus macrurus* Sars. Не только в флювиогляциальных, но и во всех других озёрах выявлены планктеры разных экологических групп, но особенно разнообразны и многочисленны обитатели пелагиали, особенно в глубоких озёрах – Нейто- Ярото, Ямбуто и др. Тем не менее, в отличие от всех других генетических типов озер наименьшее количество видов отмечено нами лишь в флювиогляциальных водоёмах, что и роднит их с альпийскими озёрами Алтая. Все эти водоёмы состоят из рачков и коловраток. По структуре зоопланктоценозов даже озёра одного генетического типа различаются. Соотношение основных групп планктеров меняется в течение года. В летний период в литоральных зонах основной фон создают ветвистоусые рачки, доминируя чаще по биомассе, реже по численности. Однако в большинстве озёр, зоопланктон коловраточно-копеподный или коловраточный. Основной компонент планктонных сообществ в весеннее время – молодь веслоногих рачков и коловратки, в осеннее – коловратки. К наиболее многочисленным и частовстречаемым видам в водоёмах Субарктики мы относим *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Conochilus unicornis*, *A. Priodonta*, *Bosmina obtusirostris*, *B. longirostris*, *Daphnia longiremis*, *Holopedium gibberum*, *Eudiaptomus gracilis*, *Eurytemora lacustris*.

Сравнительно с Алтаем величины плотности планктеров и структура их ценозов говорят о невысокой кормности водоёмов Субарктики для рыб-планктофагов. Величины среднесезонных биомасс суммарного зоопланктона редко превышают 1 г/м<sup>3</sup>, во время пика – в среднем для озёр – 4 г/м<sup>3</sup>, отдельных биотопов – 5 г/м<sup>3</sup>.

В горизонтальном разрезе количественно-качественные показатели зоопланктона Субарктики идентичны их вертикальным изменениям в Горном Алтае: в направлении от арктических тундр к лесотундре и видовой состав, и биопродуктивность зоопланктона возрастают, т.е. аналогичным изменениям сверху вниз на Алтае.

Таким образом, общие тенденции в изменении видового состава и продуктивности фито- и зоопланктона Альпийского пояса Северо-Западного Алтая и Западно-Сибирской Субарктики при изменении высот на Алтае или географической широты в Субарктике идентичны, но количественные и качественные составляющие различны: озёра Субарктического пояса Западной Сибири имеют более разнообразный видовой состав гидробионтов, который характеризуется меньшими значениями их продуктивности, что, очевидно, обусловлено фотопериодизмом: в Субарктике, при идентичности химических свойств озёрных вод с Альпийским поясом Алтая период солнечной активности (освещённости) на 2 месяца короче.

Для разработки рекомендаций по охране озёр обоих регионов можно использовать методику определения их устойчивости к воздействию внешних факторов, особенно антропогенных. Суть её заключается в том, что для каждого озера (соответственно и региона) можно рассчитать результаты соотношения продукции и деструкции ОВ. Если величина продукции ОВ (Ф) значительно превышает скорость деструкции ОВ (Д) в абсолютном большинстве озёр, т.е. она больше 1, то в этих озёрах быстро накапливается ОВ, создаваемого фитопланктоном, и они более уязвимы к эвтрофированию, т.е. являются слабоустойчивыми и неустойчивыми к воздействию органических загрязнителей. Наши расчёты показали, что в обоих регионах озёрные экосистемы являются либо слабоустойчивыми, либо весьма слабоустойчивыми к воздействию антропогенных факторов. Тем не менее с учётом объёмных параметров озёр наиболее устойчивыми геосистемами являются озёра Западно-Сибирской Субарктики. В отличие от Альпийских водоёмов Алтая у них большая ёмкость котловин, более проточный гидрологический режим, более разнообразная биота, толерантность которой превышает их устойчивость к воздействию экзогенных факторов.

### Литература

1. *Шунова Т.Я.* Гидробиологическая характеристика озёр Альпийского пояса Северо-Западного Алтая // Рыбопродуктивность озёр Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. С. 35–40.
2. *Шунова Т.Я.* Геоэкологические особенности формирования химического состава воды озёр альпийского пояса Северо-Западного Алтая // Экологические основы рационального использования и охраны водоёмов. Новосибирск, 1991. С. 95–103.
3. *Поползин А.Г., Савченко Н.В., Шунова Т.Я.* Современное состояние и тенденции развития гидроэкосистем Алтая (сравнительно-лимнологический аспект) // Географические проблемы Алтайского края. Барнаул, 1991. Ч. I. С. 32-35.

### **HIDROBIOLOGY ZONE LAKES OF NORTLI-WEST ALTAI AND WEST SIBERIAN SUBARCTIC REGION (COMPARATIVE ASPECT)**

*Savchenko N.V.*

The composition characteristic of main groups of lake-water organisms of Alpine zone of North-west Altai and West Siberian subarctic region is given in this work. Special attention is paid to the characteristic features of species composition of water organisms and their productiveness (ability to reproducing) conditioned by the influence of abiotic landscape and limnologic factors as well as the genesis of lake hollows. According to the correlation of producing and destruction of organic substance The degree of stability of ecosystems of both regions was determined.