



Якутский государственный университет им. М.К. Аммосова

*The Yakut State University n.a. M.K. Ammosov*

Институт озероведения РАН

*Institute of Limnology of Russian Academy of Sciences*

Лимнологический институт СО РАН

*Limnological Institute of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences*

Лаборатория озероведения Белорусского государственного университета

*The Belarussian State University Limnology laboratory*

Якутский научный центр СО РАН

*Yakutsk Scientific Center of Siberian of the Academy of Sciences of Russia*

Академия наук РС (Я)

*Academy of Sciences of Sakha Republic (Yakutia)*

Якутский филиал Русского географического общества

*The Yakut branch of Russian geographical society*

## **Материалы международной конференции**

### **«ОЗЕРА ХОЛОДНЫХ РЕГИОНОВ»**

*Proceeding of the international conference*

**«LAKES OF COLD REGIONS»**

**часть II**

*part II*

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ**

**HYDROBIOLOGICAL PROBLEMS**

Якутск, Россия 2000

*Yakutsk, Russia 2000*

## СООБЩЕСТВО ЗООБЕНТОСА ВОДОРОСЛИ CLADOPHORA AEGAGROPILA В ОЗЕРЕ АРАХЛЕЙ

П.В. Матафонов, Д.В. Матафонов, А.П. Куклин  
Читинский институт природных ресурсов СО РАН,  
Россия, 672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16; E-mail: aqua@cinr.chita.su

В результате нашей работы на озере Арахлей в сентябре, декабре впервые обнаружено и исследовано сообщество в *Cladophora aegagropila*. Выделен специфичный для озера биоценоз *Cladophora* + *Gm. fasciatus* + *Orthocladinae*. Рассмотрена поло-возрастная структура популяции *G. lacustris*.

### Zoobentos community of *Cladophora aegagropila* in lake Arakhley

P.V. Matafonov, D.V. Matafonov, A.P. Kuklin  
Chita Institute of Natural Resources of Siberian Department of Russian Academy of  
Science, Chita, Nedorezova st.; E-mail: aqua@cinr.chita.su

As a result of our work, in lake Arakhley benthos community in *Cladophora aegagropila* was first found and studied. A specific for the lake Arakhley biocenosis *Cladophora* + *Gm. fasciatus* + *Orthocladinae* has been distinguished. Sexual - age composition of the population *G. lacustris* has been considered.

Озеро Арахлей входит в группу Ивано-Арахлейских озер, расположенных на юге Витимского плоскогорья вдоль Хилок-Беклемишевской тектонической впадины на территории Читинской области. Водоем расположен в зоне многолетнемерзлых пород. Под днищем озера имеются талики, через которые происходит питание грунтовыми водами. Площадь озера составляет 58,5 км<sup>2</sup>. Объем водной массы 0,610 км<sup>3</sup>. Максимальная глубина составляет 17 м, средняя 10,4, прозрачность 7 м. Ультраконтинентальный тип климата определяет основные черты режима. Озеро покрывается льдом в первой декаде ноября. Продолжительность ледостава составляет 8 месяцев. Толщина ледового покрова колеблется от 1,4 до 1,8 м (Горлачев, 1986). Оз. Арахлей - макрофитный водоем, по уровню первичного

- Косова Л.А. Вычисленные веса некоторых форм зоопланктона в дельте Волги //Труды Астраханского Государственного университета. Астрахань: Изд-во газеты Волга", 1961. Вып. 5.
- Маркевич Г.И. К методике анализа суточных планктонных сообществ //Биология внутренних вод. Информационный бюллетень. Л., 1980, № 48. С.
- Маркевич Г.И. Суточная динамика вертикального распределения массовых форм зоопланктона в оз. Сиверском // Экология и эволюция организмов верхневолжских водохранилищ. Л. Наука, 1982, С. 127-149.
- Маркевич Г.И., Минеева Н.М., Быкова Л.П., Корнева Л.Г., Косова Л.А., Жаворонкова О.Д. Вертикальная структура планктона озера Сиверского и ее суточная динамика // Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л. Наука, 1982. С. 127-149.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. под редакцией Мордухай-Болтовского Ф.Д. М. Наука, 1975г.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Материалы по среднему весу зоопланктона беспозвоночных бассейна Дона //Труды проблемных и тематических совещаний. 2. Проблемы гидробиологии внутренних вод. Изд. ЦИО АН СССР, 1954, Вып. 2. С. 223-241.
- Ривьер И.К. Некоторые особенности периода летней стагнации зоопланктона в оз. Сиверском //Экология водных организмов верхневолжских водохранилищ. Л. Наука, 1982, С. 69-87.
- Ривьер И.К. Современное состояние зоопланктона водоемов в зоне Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем //Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л. Наука, 1982, С. 90-103.
- Скопинцев Б.А., Бакулина А.Г., Кузнецова Н.С. Органическое вещество в водах Рыбинского и Шекснинского (череповецкого) водохранилищ Белого и Сиверского озер в многоводные 1965-1966 гг. //Абиотические факторы биологического круговорота в водоемах. Л., 1971, С. 67-87.
- Gliwicz M.Z. Predation and the evolution of vertical migration of zooplankton //Nature, 1986, Vol. 320, № 6064. P. 746-748.

продуцирования органического вещества являющийся мезотрофом (Бондарева, 1974).

Настоящий материал является результатом наших исследований оз. Арахлей в осенне - зимний период 1999 года. Количественные пробы отбирали дночерпателем Петерсена (1/40 м<sup>2</sup>), расстояние между станциями составляло не менее 200 м. Пробы промывали в капрановое сито N 32 и фиксировали в 4 % формалине. Фитомассы определяли взвешиванием водорослей в воздушно-сыром и в воздушно-сыром состоянии. Амфиподы измерялись под микроскопом МБС с точностью до 0,1 мм, за длину принимали расстояние от рострума до основания тельсона.

В период наших исследований в зоне глубин 1,4 - 5,0 м обнаружена чистая формация зеленой нитчатой водоросли *Cladophora aegagropila*. Ранее у юго - восточного побережья оз. Арахлей Золотухина (1981) отмечала сообщество мхов. Нами мхи не обнаружены. В оз. Арахлей *Cl. aegagropila* представлена свободно плавающими и прикрепленными дерновинками, состоящими из густо ветвящихся темно зеленых веточек. Дерновинки плавающие преимущественно шаровидные, до 5 см в диаметре, более плотные снаружи и рыхлые или полые внутри. Состоящие из многочисленных радиально расположенных таллом прикрепленных форм дерновинки обычно плотные, подушкообразные или в виде сплошных ковров, отдельные растения до 3 см длиной. *Cl. aegagropila* является космополитным, широко встречающимся на территории России.

В оз. Арахлей *Cl. aegagropila* встречается на глубинах от 1,4 до 5,0 м. На глубинах от 4,5 до 5,0 она выстилает дно сплошным ковром. Произрастание приурочено к песчаным грунтам. В летний период свободно плавающие дерновинки *Cl. aegagropila* переносятся по

под действием воли. Они встречены нами единичными экземплярами по всему периметру водоема либо в планктоне (западное побережье - с. Преображенка), либо в обрастаниях высшей водной растительности (северная оконечность озера). Вдоль всего восточного побережья водоросль прослеживается выброшенной на берег, местами в значительных количествах. Зимой свободно плавающие дерновинки *Cl. aegagropila* опускаются на дно.

Наибольшего развития *Cl. aegagropila* достигла у юго - восточного побережья оз. Арахлей. Занятие ею участков озера, к которым ранее были приурочены мхи, указывает на происходящий в водоеме процесс эвтрофикации. Обладая большей поглотительной способностью, зеленые нитчатые водоросли способны в короткий срок накапливать большие фитомассы, изымая из водоема избыток биогенных веществ. В связи с тем, что *Cl. aegagropila* является водорослью с многолетним циклом развития в осенне - зимний период не происходит их гибели и поступления в воду накопленного за сезон органического вещества. *Cl. aegagropila*, на наш взгляд, будет показателем эвтрофикации водоема, эвтрофикатором при этом практически не являясь.

Среди нитей *Cl. aegagropila* нами отмечено разнообразие диатомовых водорослей, в массе эпифитно развивающихся на ее нитях, а также множество молодых шариков *Stratonostoc pruniforme* размером от 0,5 мм до 1 см.

В сентябре, декабре 1999 г. оценка фитомассы *Cl. aegagropila* проводилась по двум полупрофилям: центр озера - южный берег (с. Арахлей); центр озера - юго - восточное побережье (р. Грязнуха). В сентябре у с. Арахлей (южная оконечность озера) фитомасса макроводоросли *Cl. aegagropila* составила 6 г/м<sup>2</sup>. Невысокие значения фитомассы обусловлены присутствием высшей водной растительности

на заиленных песках. Данные по глубинам у р. Грязнуха приведены в таблице 1.

Табл

Численность и биомасса макробентоса в декабре 1999 г.

Глубина, м	Фитобентос г/м <sup>2</sup>	Зообентос	
		N тыс. экз/м <sup>2</sup>	B г/м <sup>2</sup>
2,8	2,5	1,08	2,05
4,6	771,0	70,78	68,75
5,0	733,0	59,78	50,49

Общая фитомасса макроводоросли *Cl. aegagropila* в пересчете на все озеро составила 12,5 г/м<sup>2</sup> в.с.в.

В результате проведенных исследований, на глубинах 4 м нами обнаружено специфичное для озера Арахлей сообщество зообентоса в *Cl. aegagropila*, представленное амфинохирамидами, олигохетами, пиявками, личинками жуков, нематодами.

Анализ таблицы 2 показывает, что на глубинах 4,6 - 5,0 м сообществе *Cl. aegagropila* по численности доминировали хироноиды (49 %) и олигохеты (33 %). По биомассе доминировали амфинохироноиды (49 %). Высокая численность хироноид обусловлена преобладанием мелких личинок *Orthocladinae*, для которых создаются благоприятные условия как в отношении убежища, так и в отношении корма.

Основным источником их пищи являются эпифитные обрастания диатомовых водорослей (Панкратова, 1970), в массе встречающиеся в зарослях *Cl. aegagropila*. В пробах нами отмечены крупные личинки *Chironominae*, что сказалось на колебаниях биомассы хироноидов в пределах сообщества.

Из олигохет массовыми были *Naididae*, так же охотно поедающие эпифитные обрастания диатомовых водорослей (Финогенова, Анохина 1997).

Таблица 2

Численность N (экз/м<sup>2</sup>) и биомасса B (г/м<sup>2</sup>) зообентоса у юго-восточного берега оз. Арахлей, декабрь 1999 г.

Глубины (м)		Группы						
		Amphi poda	Chiron omidae	Mollu sca	Oligoc haeta	Nema toda	Hirud inea	Coleop tera
2,8	N	333	507	93	147	53	-	-
	B	1,380	0,013	0,626	0,02	0,00	-	-
4,6- 5,0	N <sub>ср</sub>	11060	31832	20	21425	759	120	10
	B <sub>ср</sub>	50,97	4,314	0,07	1,539	0,00	2,69	0,005
10,2	N	1240	7400	280	240	-	-	-
	B	5,6	11,92	4,08	0,02	-	-	-
12,4	N	740	3540	760	220	120	-	-
	B	3,680	3,960	10,12	0,1	0,00	-	-

Таблица 3

Численность N (экз/кг) и биомасса B (г/кг) зообентоса, приведенные к 1 кг воздушно - сухого веса *Cl. aegagropila*

Группы	Глубина, м			
	4,6		5,0	
	N	B	N	B
Amphipoda	15201	74,864	14188	60,327
Chironomidae	46284	8,259	38172	3,083
Oligochaeta	28340	2,279	28649	1,801
Mollusca	-	-	55	0,191
Hirudinea	130	3,684	191	3,465
Nematoda	1710	0,00	273	0,00
Coleoptera	-	-	27	0,014
Всего	91664	89,086	81555	68,881

Особенностью этого сообщества в озере Арахлей являются значения численности и биомассы моллюсков - 40 экз/м<sup>2</sup> и 1 г соответственно. В данном сообществе они были представлены *Euglesa*, для которого характерны мелкие размеры и низкая численность организмов. Невысокая численность моллюсков в сообществе *Cl. aegagropila* видимо, связана с формой *Cl. aegagropila* в виде плотно соприкасающихся подушкообразных дерновинок.

Анализ данных таблиц 2 и 3 указывает на равное распределение бентосных организмов внутри сообщества. Колебания значений биомассы обусловлены присутствием в пробах более крупных особей. Высокая численность зообентоса в сообществе *Cl. aegagropila* связана с отсутствием пресса рыб на олигохет и личинок хирокопидов обитающих в водорослевом мате.

Ниже приведен более подробный анализ доминирующей биомассе группы Amphipoda, так как исследования показали, что биомасса *Cladophora* достигает своих максимальных значений биомасса из двух видов Amphipoda, обитающих в оз. Арахлей.

Отряд Amphipoda в озере Арахлей представлен двумя видами: *Gmelinoides fasciatus* (Sars) и *Gm. fasciatus* (Stebb).

*Gmelinoides fasciatus* был единственным представителем на глубинах 10,3 и 12,4 м, по численности и биомассе он доминировал на 2,8 м и 5,0 м. Его численность в *Cladophora* на глубине 5,0 м достигала 7500 экз/м<sup>2</sup>, тогда как *G. lacustris* - 2860 экз/м<sup>2</sup>. В *Cladophora* на глубине 4,6 м значение численности *Gm. fasciatus* составило 8000 экз/м<sup>2</sup>, биомассы - 26,220 г/м<sup>2</sup>. Однако, на этой глубине биомасса *G. lacustris* оказалась выше - 31,560 г/м<sup>2</sup>, на этой же глубине отмечалось максимальная его численность - 3720 экз/м<sup>2</sup>.

арифметические значения численности и биомассы для этих видов на глубинах 4,6 и 5,0 м показывают, что доминирует *Gm. fasciatus*. Однако, по биомассе это доминирование незначительно - около 0,28 г.

Для обоих видов полученные значения численности и биомассы в оз. Арахлей являются достаточно высокими. Из всего количества обработанных нами проб за 1996 - 1999 гг. численность *G. lacustris*, в основном, не превышала 80 экз/м<sup>2</sup>. Максимальное ее значение (310 экз/м<sup>2</sup>) отмечалось 18.12.97 на глубине 2,6 м у с. Преображенка в ассоциации роголистника, ряски, отмирающего рдеста длиннейшего на заиленных песках. По данным Шаповаловой (1981), проводившей специальное изучение *G. lacustris* в оз. Арахлей, его максимальная численность достигает 5000 экз/м<sup>2</sup>, в среднем же 170 - 300 экз/м<sup>2</sup>.

Таким образом, *G. lacustris* предпочитает заросли *Cladophora*. Мы считаем, что причина этого не только в том, что она является хорошим убежищем и пищей, но и в том, что она служит местом развития его кормовых объектов. В период исследований в кишечнике *G. lacustris* обнаружены детрит, диатомовые и нитчатые водоросли (в том числе и *Cladophora*).

При анализе поло - возрастной структуры популяции *G. lacustris* в *Cladophora* выявлено, что она состоит из особей с размерами от 2,8 до 11,9 мм. Оказалось, что, в целом, доминируют молодые особи размерной группы от 2,8 до 5,0 мм - от 42,5 % до 51,7 % от всей численности *G. lacustris*. Наибольшие их численности отмечены в зарослях *Cladophora* на глубине 5,0 м. Процент молодых самок и самцов с размерами от 5,1 до 9,0 мм по отношению к общей численности оставался постоянным - около 33 % и только на 2,8 м в связи с отсутствием крупных особей (более 9,1 мм) он возрос до 50 %. Процентное отношение крупных особей с размерами больше 9,1 мм на

разных глубинах значительно менялось и составляло на 4,6 и 5,0 м соответственно 23,1 % и 16,1 %.

В группе половозрелых особей *G. lacustris* на всех глубинах преобладают самцы, они доминируют по численности в разных группах больше 9,1 мм. Максимальные размеры самки составили 13,5 мм. Значение численности самцов на глубинах 4,6 и 5,0 м составило 1360 экз/м<sup>2</sup> соответственно. Численность самок была наивысшей на глубине 4,6 м - 840 экз/м<sup>2</sup>. Основная же группа *G. lacustris* - неполовозрелые особи, - составляла по численности в зарослях *Cladophora* 1500 - 1520 экз/м<sup>2</sup>.

Таким образом, в оз. Арахлей в зимний период происходит исчезновение особей *G. lacustris* родительского поколения. В структуре популяции доминируют по численности молодые особи, самцы преобладают над самками. Эти данные согласуются с результатами, полученными Шаповаловой (1973).

В то же время, мы считаем, что зимой в связи с бормашением в любительском лове численность *G. lacustris* в зоне глубин от 4 до 5 м может возрастать. При бормашении рыбаками в озера может вноситься значительное количество гаммаруса (Бекман, 1954, Кожов, 1962). Мы наблюдали бормашение в зоне глубин распространения *Cl. aegagropila*. *G. lacustris* был представлен всеми обнаруженными нами размерными группами, преобладали же молодые особи. При наличии на дне достаточного количества убежищ, одним из которых является *Cladophora*, *G. lacustris* способен избегать пресса хищников.

Таким образом, по преобладающим в сообществе растениям и животным организмам, как предлагает Иоганзен (1955), выделяется биоценоз *Cladophora* + *Gm. fasciatus* + *Orthocladinae*.

Выводы:

У юго-восточного побережья озера Арахлей обнаружено и описано сообщество *Cl. aegagropila*. Практически для всех обнаруженных нами групп зообентоса отмечено увеличение численности и биомассы в сообществе. По численности преобладали личинки *Chironomidae*, по биомассе - *Amphipoda*. В группе *Amphipoda* как по численности, так и по биомассе доминировал *Gm. fasciatus*. В оз. Арахлей на хорошо защищенных от действия хищников биотопах могут создаваться высокие численности *G. lacustris* как за счет естественной части популяции, так и за счет вносимых при бормашении. Необходимо провести специальное изучение макрозообентоса *Cladophora* и в летний период.

#### Литература

- Бекман М.Ю. Биология *Gammarus lacustris* Sars в прибайкальских водоемах. Тр. Байкальск. лимнол. ст. АН СССР, Л.: Изд-во Наука, Т. 15, 1954.
- Бондарева Е.И. Первичная продукция и деструкция органического вещества Ивано - Арахлейских озер (Забайкалье): Автореф. дисс. канд. биол. наук / Иркутск. гос. ун-т. - Иркутск, 1974.
- Горлачев В.П. Флора и фауна Ивано - Арахлейских озер: учебное пособие. - Иркутск, 1986.
- Золотарева Л.Н. Высшая водная растительность оз. Арахлей // Биологическая продуктивность оз. Арахлей (Забайкалье). - Новосибирск: Наука, 1981.
- Иоганзен Б.Г. О принципах выделения биоценозов бентоса // Заметки по фауне и флоре Сибири. - Томск, 1955.
- Кожов М.М. Биология озера Байкал. - М.: Наука, 1962.

Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства *Oxypoda* (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae).- Л.: Наука: Ленинградское отделение, 1970. - 343с. (Определители по фауне СССР. Тр. Зоологического института РАН, Т. 102)

Финогенова Н.П., Анохина Л.Е. Взаимодействие эпифитных водных животных в мезотрофном озере // Реакция озерных экосистем на изменение биотических и абиотических условий. - СПб., 1997. Зоологического института РАН, Т.272)

Шаповалова И.М. Биология озерного бокоплава *Gammarus lasiusculus* Арахлей // Лимнологические исследования в Забайкалье. - Зап. Забайкальского государственного университета, вып. 96, Чита, 1973.

Шаповалова И.М. Макрозообентос озера Арахлей // Биология и продуктивность оз. Арахлей (Забайкалье). - Новосибирск: Наука, 1973.

УДК

### ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИТОПЛАНКТОНА СТРАТИФИЦИРОВАННОГО ОЗЕРА (ОЗ. СИВЕРСКОЕ) ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ.)

Н.М. Минеева

Институт биологии внутренних вод РАН, Россия, 152742, Ярославская обл., тел., факс: (0852) 25-38-45; E-mail: mineeva@ibiw.yaroslavl.ru

На основании натуральных исследований пигментного состава, интенсивности фотосинтеза и деструкции органического вещества дается характеристика продуктивности фитопланктона Сиверского озера - небольшого димиктического водоема термокарстового происхождения, входящего в состав Северо-Двинской системы (Вологодская обл.). По содержанию хлорофилла ( $8.1 \pm 1.4$  мг/л) и интенсивности фотосинтеза ( $0.95 \pm 0.21$  мг  $O_2$ /л сут) озеро относится к мезотрофного типа.

#### Phytoplankton primary production in a stratified lake (Lake Siverskoe, Vologda region)

N.M. Mineeva

Institute for Biology of Inland Waters RAS, 152742, Borok, Yaroslavl, Russia; тел., факс: (0852) 25-38-45; E-mail: mineeva@ibiw.yaroslavl.ru

Investigation of phytoplankton pigment composition, primary production and total plankton respiration were obtained at small dimictic lake Siverskoe (area 8 km<sup>2</sup>, mean depth 9 m, maximum 25 m) (Severo-Dvinsk water system, Vologda region). According to chlorophyll content ( $8.1 \pm 1.4$  µg l<sup>-1</sup>) and primary production values ( $0.95 \pm 0.21$  mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) lake belongs to mesotrophic type.

Северо-Двинская водная система (Вологодская обл.) соединяет Шекснинское водохранилище с р. Сухоней. Исследования продуктивности фитопланктона водоемов, входящих в эту систему, проводились нами в конце 70-х и начале 80-х годов в составе комплексной экспедиции Института биологии внутренних вод (Минеева, 1979, 1986, 1991; Маркевич и др., 1982). В настоящей работе впервые в обобщенном виде представлены данные, относящиеся к Сиверскому озеру, расположенному на волжском склоне водораздела бассейнов рек Волги и Сухоны и замыкающему цепочку из шести малых озер, соединенных каналом. Среди этих озер Сиверское выделяется максимальными площадью (около 8 км<sup>2</sup>) и глубиной (до 25 м при средней 9.1 м), а также более высокой (до 2.5 м) прозрачностью и низкой (25-35 градусов) цветностью. Эвфотная зона (глубина проникновения 1% поступающей на поверхность суммарной солнечной радиации) в среднем оценивается равной 4.8 м и занимает около 40% объема водной массы. Озеро имеет термокарстовое происхождение, вода относится к гидрокарбонатному типу с повышенными минерализацией и содержанием сульфатов, в составе взвешенного и органического вещества преобладает автохтонный материал (Скопинцев и др., 1971; Былинкина и др., 1982). Морфометрические особенности озерной котловины способствуют малой перемешиваемости вод и формированию устойчивой летней стратификации, в конце лета гипolimнион может быть лишен