

УДК 574.5

Гидробиологический очерк некоторых озер горного хребта Ергаки (Западный Саян)

Л.А. Глущенко^а, О.П. Дубовская^{б*},
Е.А. Иванова^{а,б}, С.П. Шулепина^а,
И.В. Зувев^а, А.В. Агеев^{а,б}

^а Сибирский федеральный университет
Россия 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

^б Институт биофизики Сибирского отделения РАН
Россия 660036, Красноярск, Академгородок¹

Received 9.09.2009, received in revised form 16.09.2009, accepted 23.09.2009

*Три горных озера (Ойское, Каровое, Радужное) района хребта Ергаки впервые исследованы 11-15 сентября 2008 г. Определен видовой (таксономический) состав, число видов, численность и биомасса фито- и зоопланктона, фито- и зообентоса каждого озера, рассчитаны индексы видового сходства планктонных и бентосных сообществ между озерами. Приведены результаты контрольного лова рыбы в оз. Ойское. Обнаружено, что видовое разнообразие планктонных и бентосных сообществ невелико и самое низкое – в безрыбном озере Каровое; сходство видового состава озер довольно низкое (0,09-0,40). Биоту озер в основном составляют широко распространенные виды, за некоторым исключением. В частности, за счет обнаружения в оз. Радужное *Alona werestschagini* Sinev (в России найденной на Алтае и Европейском Севере) и в оз.Ойское *Arctodiaptomus dahuricus* Borutzky (в России – в Забайкалье) ареалы обитания этих видов расширены. Однако упомянутый арктодиаптомус может оказаться новым видом (подвидом). Несмотря на низкие величины биомасс фито- и зоопланктона (уровня олиготрофных озер) и низкие или умеренные – зообентоса (уровня олиго-, мезотрофных), пойманные экземпляры хариуса (*Thymallus arcticus* Pallas) имели высокую жирность (3-4 балла) и степень наполнения желудка. По-видимому, кормовая база достаточна для успешного существования имеющейся популяции хариуса в оз. Ойское.*

Ключевые слова: горные озера, фитопланктон, фитоперифитон, зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, видовой состав, разнообразие, биомасса.

Введение

Многочисленные озера горного хребта Ергаки, расположенного в центральной части Западного Саяна (юг Красноярского края), практически не изучены в гидробиологическом отношении. Публикаций о водной флоре и фауне, о водных экосистемах

каких-либо озер хребта Ергаки нами не найдено. Между тем, антропогенная нагрузка в виде рекреационной на эти озера будет возрастать, так как этот район становится популярным и удобным для туризма и кемпингового отдыха, интенсифицируется строительство турбаз у подножия хребта вдоль

* Corresponding author E-mail address: dubovskaya@ibp.krasn.ru

¹ © Siberian Federal University. All rights reserved

трассы М54 (Красноярск-Кызыл), по берегам рек и ручьев. С целью охраны, поддержания экологического баланса, упорядочения рекреационно-туристической нагрузки на уникальные природные объекты в 2005 г. создан природный парк «Ергаки» – государственное учреждение краевого значения в ведении администрации Красноярского края. Свидетельством озабоченности состоянием природы Ергак в условиях туристического паломничества является и недавно проведенная краевая научно-практическая конференция («Ергаки»: история и будущее, 2008). Очевидно, что в таких условиях необходимы фоновые гидробиологические сведения о состоянии водных экосистем ергакских озер, а также сравнительный анализ экологического состояния озёр с различающейся антропогенной нагрузкой.

Кроме того, определение на базе современной систематики видового состава и разнообразия биоты доселе не исследованных горных озёр малоизученного района представляет большой интерес для флористики и фаунистики, биогеографии, гидроэкологии.

Считается, что горные холодноводные озера особенно чувствительны к глобальному потеплению климата в связи с уменьшением альbedo и увеличением теплопоглощения из-за уменьшения снегового и ледового покрытия (Strecker et al., 2004). С потеплением вероятно потеря альпийских местообитаний, замена холодолюбивых видов теплолюбивыми, изменение структуры и функционирования всей экосистемы. Например, эксперименты с зоопланктоном высокогорного альпийского озера подтвердили гипотезу увеличения инвазии в него при потеплении видов зоопланктеров из нижерасположенных водоемов (Holzapfel, Vinebrooke, 2005). С точки зрения изучения и прогнозирования влияния глобального потепления на структуру и функционирование

экосистем актуальным является определение ведущих видов (доминантов, субдоминантов) биоты озер, изучение ее видовой разнообразия. При этом желательно изучение как рыбных, так и безрыбных озер, поскольку видовое разнообразие в первых, как правило, выше, чем во вторых (Gliwicz, 2003).

Цель работы – определение и сравнительный анализ видового состава, численности и биомассы фито-, зоопланктона, фито-, зообентоса и ихтиофауны некоторых горных озер хребта Ергаки.

Районы и методы исследований

1. Характеристика района исследований. Хребты Кулумыс, Ойский и Араданский сходятся почти в одной точке – в районе истоков реки Большая Оя (из Ойского озера), далее на восток горы уходят уже под названием Ергаки (<http://www.marshruty.ru>). Протяженность горного комплекса Ергаки с запада на восток около 80 км, ширина около 60 км. Он очень сильно изрезан древними ледниками, имеется много крутых скальных стен, глубоких речных долин и озер. Местность горно-таежная с густой речной сетью. Рельеф среднегорный, преобладают высоты 1300-2100 м (<http://www.mountain.ru>). Выделяются четыре высотных пояса растительности: горно-черневой (кедровники, пихтарники, до 900 м н.у.м.), горно-таежный (ельники, пихтарники, до 1100-1500 м), субальпийский (кедрово-пихтовые редколесья и луга) и альпийский (луга и тундры) (Менеджмент-план..., 2007).

Климат резко континентальный с продолжительной и суровой зимой (до минус 41 °С в январе) и коротким жарким (до 32 °С в июле) летом. Летняя среднесуточная температура 9,2-12,3 °С, среднегодовое количество осадков 1000-1500 мм, устойчивый снежный покров – с первой декады октября до последней декады мая (Менеджмент-план..., 2007).

Хотя крупных озер в Западном Саяне нет, в альпийском рельефе и в пределах горной тайги, в истоках почти всех рек встречаются озера, в основном ледникового происхождения: каровые, моренно-подпрудные или рожденные горными обвалами. В числе наиболее крупных озер – Ойское в истоках Ои (<http://www.marshruty.ru>). На территории парка Ергаки находятся более 20 озер горного типа, многие имеют высокое рыбопромысловое значение (Менеджмент-план..., 2007).

Для исследования мы выбрали три озера, которые были обследованы в сентябре 2008 г.: 11-12.09 – Ойское, 13.09 – Нижнее Буйбинское (туристское название Каровое), 15.09 – Малое Буйбинское (Радужное), широта около 52°50' N, долгота 93°15'-93°21' E. Озеро Ойское расположено на южном склоне хребта Кулумыс. Озеро представляет собой замкнутую чашу, из которой вытекает река Оя, правобережный приток Енисея. Оно находится близ тракта М54 в хозяйственной зоне природного парка Ергаки: на берегу располагается база Танзыбейского ДРСУ, выше на впадающем в озеро ручье – база отдыха Ергаки (рис. 1). Другие два озера находятся в рекреационно-туристической зоне парка в отрогах горного массива «Спящий Саян» хребта Ергаки и являются истоками соответственно Нижней Буйбы и Малой Буйбы, которые, сливаясь, образуют Нижнюю Буйбу, приток р. Ус. Из этих озер самое высокогорное (1631 м, рис. 1), находящееся на границе леса и горной тундры, безрыбное Каровое. Ниже на 178 м, в редколесье (кедр, пихта), расположено населенное хариусом Радужное. Самым низкорасположенным (1416 м) исследованным озером служит Ойское, также заселенное рыбой, окруженное лесом, редколесьем, лугами, болотами (Менеджмент-план..., 2007; «Ергаки»: история..., 2008).

На каждом озере намечали несколько станций отбора проб, на озерах Ойское и Каровое – в пелагиали и литорали, на мелководном Радужном – только в литорали, у берега. На первых двух озерах глубину измеряли эхолотом Fishfinder 535 (Humminbird, США) с одноручным датчиком, прозрачность (S) – белым диском Секки. Координаты определяли датчиком Garmin's GPS 12 Personal Navigator. Для измерения температуры, содержания растворенного кислорода, pH использовали pH/кислородометр серии 35632 Oakton (Vernon-Hills, Illinois, USA), температуру измеряли и водным термометром в оправе.

2. *Фитопланктон и фитоперифитон.* Сбор и обработку проб фитопланктона и перифитона осуществляли стандартными методами (Методика изучения..., 1975; Руководство..., 1983). Пробы фитопланктона отбирали батометром Молчанова (объемом 4 л) с горизонтов, выделенных по функциональному принципу разделения толщи воды: фотический слой – поверхность (0), глубина прозрачности (1S), 2,5S; нефотический придонный (Н) слой. Затем с каждого горизонта 1 л воды фильтровали через мембранный фильтр «Владипор» с диаметром пор 0,75-0,85 мкм, фильтр помещали в склянку с 5 мл фильтрата, фиксировали раствором Люголя в модификации Г.В. Кузьмина (Методика изучения..., 1975). Водоросли подсчитывали в камере Фукса – Розенталя. Отбор проб перифитона производили в прибрежной зоне на глубине 0,2-0,5 м с естественных субстратов (камни и палки). Количественные пробы отбирали с площади субстрата 9 см². Обрастания снимали или соскабливали с субстрата с помощью скальпеля, помещали в склянку с небольшим количеством воды и фиксировали, как фитопланктон. Водоросли перифитона просчитывали в камере Горяева. Планктонные и перифитонные водоросли измеряли с

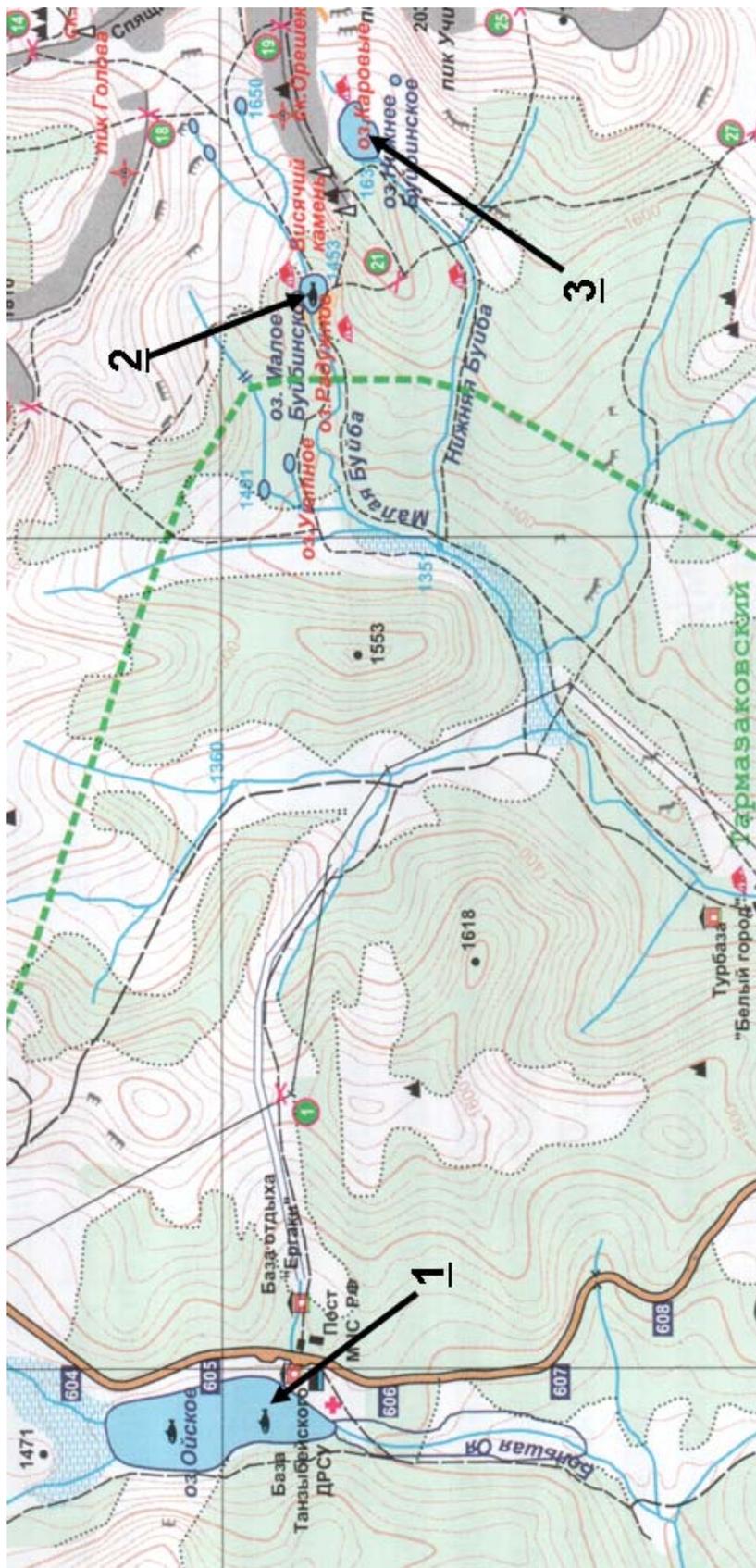


Рис.1. Карта- схема участка хребта Ергак: 1 – Ойское, 2 – Малое Буйбинское или Радужное, 3 – Нижнее Буйбинское или Каровое озера

помощью окуляр-микрометра для получения средних размеров, по которым рассчитывали объемы клеток и биомассу, приравнивая удельную массу к единице. Камеральная обработка всех зафиксированных проб проводилась в лаборатории под микроскопом с увеличением в 200 и 400 раз. Диатомовые водоросли определяли на постоянных препаратах, подвергшихся выжиганию (Вассер и др., 1989). При эколого-географической характеристике придерживались наиболее разработанных систем, принятых в экологии и биогеографии водорослей (Барина и др., 2006).

3. *Зоопланктон*. Пробы зоопланктона отбирали сетью Джели с диаметром входного отверстия 25 см, размером ячеек капронового сита около 80 мкм. На озерах Ойское и Каровое сеть протягивали вертикально от дна до поверхности, на мелководном Радужном – горизонтально, отмечая пройденное расстояние. Суммарный объем профильтрованной воды составлял 59-735 л. Пробы зоопланктона фиксировали 4 %-м формалином. Камеральную обработку проб проводили стандартным счетным методом (Методика изучения..., 1975; Руководство..., 1983) в камере Богорова, особей просчитывали во всей пробе или в объеме квоты, взятой штемпель-пипеткой. До 30 экз. каждого вида или более крупной учитываемой систематической группы измеряли с помощью окулярной линейки для получения средних размеров, необходимых для расчета биомассы по стандартным уравнениям связи длины и массы тела (Иванова, 1975; Балущкина, Винберг, 1979). Определение видов проводили под микроскопом PZO Warszawa (Польша) и флуоресцентным микроскопом Axioskop 40 (Carl Zeiss, Германия) с учетом современной систематики (Боруцкий и др., 1991; Определитель..., 1995; Синев, 2002; Belyaeva, 2003; Степанова, 2005; Смирнов и др., 2007).

4. *Зообентос*. Пробы макрозообентоса отбирали с помощью скребка Дулькейта с площадью захвата 0,10 м². Отбор проб проводили в оз. Ойское на четырех станциях, глубина отбора проб – 0,5-1,0 м; в оз. Каровое – на двух станциях, на глубине 1,0 и 7,0 м; в оз. Радужное – на одной станции, на глубине 0,5 м. Пробы промывали через мельничный газ № 28, разбор проб и фиксацию производили в течение суток. Численность и биомассу рассчитывали по фиксированным в 80 %-м спирте животным. Взвешивание организмов производили на торсионных весах (тип WT) (Руководство..., 1983). Для фаунистического анализа зообентоса использовали следующие определители: по личинкам хирономид – В.Я. Панкратовой (1970, 1977, 1983), Определитель... (1999); по ручейникам – С. П. Лепнёвой (1964, 1966), Определитель... (2001); по олигохетам – О. В. Чекановской (1949); по личинкам поденок, веснянок и двукрылых – Определители... (1997, 1999). По остальным группам донных животных – Определитель... (1977).

Сходство видового состава исследуемых участков определяли по коэффициенту Серенсена-Чекановского: $K_{sc} = 2c / [(a+c) + (b+c)]$, где a – число видов, встречающихся только в первой пробе, b – число видов, встречающихся только во второй пробе, c – число видов, встречающихся в обеих пробах, и Жаккара: $k = c / (a+b)$. Величина этих индексов изменяется от 0 до 1, чем она выше, тем больше сходство состава сравниваемых совокупностей (Песенко, 1982).

5. *Ихтиофауна*. Контрольный лов рыбы осуществляли в оз. Ойское в течение 12 часов двумя 50-метровыми сетями, ячеей 30 и 36 мм. Сети были установлены вдоль береговой линии в нижней части озера. Биологический анализ пойманных рыб проводили по стандартной методике (Правдин, 1966). В оз. Радужное проводили визуальные наблюде-

ния и фотографирование плавающих в воде хариусов.

Результаты и их обсуждение

Физические и химические факторы

Площадь оз. Ойского, рассчитанная по крупномасштабной карте, составляет 0,56 км². Результаты эхолокационной съемки показали, что дно относительно ровное, без скачкообразных понижений. Максимальная из промеренных глубин – 25 м. Грунты представлены крупными заиленными валунами и ближе к береговой линии – мелким щебнем, галькой. В составе грунта при отборе бентосных проб отмечены галька, ил, песок и детрит. Прозрачность воды по диску Секки (ст.2, центр) около 5,5 м; содержание растворенного кислорода 8,14 мг/л или 73 % насыщения, рН 6,5-7,1. Температура воды в верхней северной части, где в озеро вливаются два горных ручья, 7,3 °С (ст. 1), в нижней южной части, на выходе р. Оя (ст. 4), 9,2 °С.

Площадь озера Каровое около 0,07 км², максимальная глубина около 9 м, наиболее частые глубины – 3-5 м. Грунт при отборе бентосных проб представлен песком, илом и щебнем. Прозрачность по диску Секки – до дна (более 9 м). Содержание кислорода, величина рН, температура воды близки к таковым в оз. Ойское.

Площадь оз. Радужного примерно в половину меньше таковой Карового, глубина значительно меньше, большая часть глубин не превышает 2-3 м, прозрачность – до дна. Озеро является плотинным, т.е. представляет собой водохранилище для стекающей с «головы» и «груди» «Спящего Саяна» реки, из которого вытекает (с другой стороны) Малая Буйба. В связи с небольшой площадью и объемом озера его проточность, по-видимому, велика. В озере находятся большие валуны, некоторые возвышаются над водой на 0,5-

1,5 м. Пелагиаль в этом водоеме практически отсутствует, все биотопы сближены. Левый берег озера существенно зарос макрофитами (*Sparganium hyperboreum* Laest. ex Beurl. – ежеголовник северный и *Hippuris vulgaris* L. – хвостник обыкновенный или водяная сосенка обыкновенная), грунты представлены илом, детритом, песком. Содержание кислорода 9,3 мг/л (77 % насыщения), рН около 7. Температура воды в верхней части озера в районе впадающей речки была 6,1 °С, в нижней части, у истока Малой Буйбы, – 7,5 °С. Очевидно, это озеро в связи с мелководностью самое холодноводное из трех.

Фитопланктон и фитоперифитон

Таксономический состав и разнообразие. Видовой состав водорослей фитопланктона и перифитона в исследованных озерах различен. Всего обнаружено 76 видов водорослей. Наибольшее количество видов (58, нормированное на одну пробу 4.1) зарегистрировано в самом большом из трех – оз. Ойском, где взято наибольшее количество проб. Наиболее разнообразно представлены диатомовые (10 семейств, 13 родов, 27 видов) и зеленые (10 семейств, 15 родов, 20 видов) (табл. 1). Видовое разнообразие наибольшим было у родов диатомовых *Tabellaria*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Achnanthes*; зеленых – *Cosmarium*, *Staurastrum* (табл. 2). Среди синезеленых водорослей идентифицированы 6 видов из 3 родов и 2 порядков. Многочисленны по количеству видов водоросли р. *Oscillatoria*. В отделах золотистые, желтозеленые и динофитовые водоросли идентифицированы всего лишь по 1 виду (табл. 1). По количественным характеристикам доминировали зеленые водоросли: в фитопланктоне десмидиевая *Spondylosium planum*, в обрастаниях *Ulothrix tenerima* и *Spondylosium papillosum*. В значительном количестве, как в планктоне, так и в

Таблица 1. Таксономическая структура водорослей (планктон, перифитон) некоторых озер района горного хребта Ергаки, сентябрь 2008 г.

Отдел	Количество						
	Классов	Порядков	Семейств	Родов	Видов	Таксонов, идентифицированных до рода	Видов и внутри-видовых таксонов
Оз. Ойское (5 проб фитопланктона, 9 – перифитона)							
Bacillariophyta	2	3	10	13	27	1	29
Суанопхита	1	2	2	3	6	-	6
Chlorophyta	4	5	10	15	20	3	20
Chrysophyta	1	1	1	1	1	-	1
Xanthophyta	1	1	1	1	1	-	1
Dinophyta	1	1	1	1	1	1	1
Общее кол-во	10	13	25	34	56	5	58
Каровое (2 пробы фитопланктона, 6 – перифитона)							
Bacillariophyta	1	2	3	4	4	-	4
Суанопхита	2	2	3	3	3	3	3
Chlorophyta	4	5	5	8	8	3	8
Chrysophyta	1	1	1	1	1	-	1
Dinophyta	1	1	1	1	1	1	1
Общее кол-во	9	11	13	17	17	7	17
Радужное (2 пробы фитопланктона, 3 – перифитона)							
Bacillariophyta	2	3	7	7	12	-	13
Суанопхита	1	1	1	1	1	-	1
Chlorophyta	2	3	3	3	4	1	4
Cryptophyta	1	1	1	1	1	-	1
Общее кол-во	6	8	12	12	18	1	19

перифитоне, отмечены диатомовые водоросли *Aulacoseira distans* var. *alpigena*, *Aulacosiera distans* и *Tabellaria flocculosa*, *Tabellaria fenestrata* (табл. 2).

Наименьшее видовое разнообразие отмечено в озере Каровое. Там идентифицировано всего 17 таксонов рангом ниже рода (нормированное на одну пробу 2.1), относящихся к 5 отделам. Наибольшим количеством родов (8) представлен отдел *Chlorophyta*, в два раза меньше обнаружено *Bacillariophyta* и *Суанопхита*, золотистых и динофитовых – по 1 виду (табл. 1). Доминантом в планктоне была золотистая водоросль *Dinobryon divergens*. Численность фитопланктона в пробах из это-

го озера была низкой. Небольшое количество водорослей отмечено и в перифитоне. В образцах обнаружено много мелких форм диатомей р. *Achnanthes* на фоне обилия синезеленой *Plectonema sp.* (табл. 2).

В оз. Радужное выявлено также небольшое количество водорослей – 19 видов (3.8 на одну пробу), относящихся к 4 отделам. Наибольшим количеством видов представлен отдел диатомовые – 12 видов, принадлежащих к 7 родам, 7 семействам. Водоросли отдела *Chlorophyta* насчитывали 4 вида (табл. 1). Наибольшее количество диатомей принадлежало к родам *Tabellaria*, *Aulacosiera* и *Achnanthes*, среди зеленых – *Cosmarium* (табл. 2). Синезе-

Таблица 2. Список видов водорослей (планктон, перифитон) некоторых озер в районе хребта Ергаки, сентябрь 2008 г.

Таксон	Местообитание				Экология, география
	Озера				
	Ойское	Каровое	Радужное		
1	2	3	4	5	
Отдел Bacillariophyta					
Класс Centrophyceae					
Порядок Aulacosierales					
Семейство Aulacosieraceae					
<i>Aulacosiera granulata</i> (Ehr.) Sim.			ПФ	п(к)	
<i>Aulacosiera distans</i> (Ehr.) Kutz.	ПФ		ПФ	п-б(б)	
<i>Aulacoseira distans</i> var. <i>alpigena</i> (Ehr.) Simonsen (= <i>Melosira distans</i> var. <i>alpigena</i> Grun)	П		П	п-б(а-а)	
Класс Pennatophyceae					
Порядок Araphales					
Семейство Fragilariaceae					
<i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Kutz.	ПФ; П			б(а-а)	
<i>Ceratoneis arcus</i> var. <i>linearis</i> Holmboe	ПФ			п(а-а)	
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Her.	ПФ			б(к)	
Семейство Diatomaceae					
<i>Diatoma hiemale</i> var. <i>mesodon</i> (Ehr.) Grun	ПФ			б(а-а)	
<i>Diatoma vulgare</i> Bory.	ПФ			п-б(к)	
Семейство Tabellariaceae					
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kutz.	ПФ; П	ПФ; П	ПФ; П	п-б(а-а)	
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kutz.	ПФ; П		ПФ; П	п-б(к)	
Порядок Raphales					
Семейство Naviculaceae					
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutz.	ПФ			б(к)	
<i>Navicula lanceolata</i> (Ag.) Kutz.	ПФ			б(к)	
<i>Navicula pupula</i> Kutz.		ПФ		б(к)	
<i>Navicula radiosa</i> Kutz.	ПФ; П			б(к)	
<i>Navicula cuspidata</i> Kutz.	ПФ			б(к)	
<i>Amphora ovalis</i> Kutz.	ПФ			б(к)	
<i>Pinnularia nobilis</i> Ehr.	ПФ			б(б)	
<i>Pinnularia gibba</i> Ehr.		ПФ	ПФ	-(б)	
<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehr.) W.Sm			П	-(к)	
Семейство Achnanthesceae					
<i>Achnanthes linearis</i> (W.Sm.) Grun.	ПФ		ПФ	б(к)	
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grun.	ПФ	ПФ	ПФ	б(к)	
<i>Achnanthes minutissima</i> Kutz.			ПФ	б(к)	
<i>Achnanthes</i> sp.	П			-	
Семейство Cymbellaceae					
<i>Cymbella stuxbergii</i> Cl.	ПФ			б(а-а)	
<i>Cymbella tumida</i> (Breb.) V.H.	ПФ			б(к)	
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) V.H.	ПФ			б(к)	

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
<i>Cymbella ventricosa</i> Kutz.			ПФ	б(k)
Семейство Gomphonemaceae				
<i>Gomphonema constrictum</i> Her	ПФ			б(k)
<i>Gomphonema acuminatum</i> Her	ПФ		ПФ	б(k)
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kutz.) Rabenh.	ПФ			б(k)
<i>Gomphonema longiceps</i> Her	ПФ			б(k)
<i>Gomphonema lanceolatum</i> Her	П			б(b)
Семейство Nitzschiaceae				
<i>Nitzschia acicularis</i> W.Sm.	ПФ			п(k)
<i>Nitzschia palea</i> (Kutz.) W.Sm.	ПФ			б(k)
Семейство Epithemiaceae				
<i>Epithemia sorex</i> Kutz.			ПФ	б(b)
<i>Rhopalodia gibba</i> Her	П			б(k)
Отдел Суанophyta Класс Chroococcophyceae Порядок Chroococcales Семейство Gloeocapsaceae				
<i>Gloeocapsa</i> sp.		ПФ		б(k)
Класс Hormogoniophyceae Порядок Nostocales Семейство Anabaenaceae				
<i>Anabaena</i> sp.	П			п(a-a)
Порядок Oscillatoriales Семейство Oscillatoriaceae				
<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.	ПФ			п-б(k)
<i>Oscillatoria minima</i> Gicklh.			ПФ	-
<i>Oscillatoria princeps</i> Vauch.	ПФ			-
<i>Oscillatoria amoena</i> (Kutz.) Gom.	ПФ			-
<i>Oscillatoria limosa</i> Ag.	П			б(k)
<i>Oscillatoria</i> sp.		П		-
<i>Phormidium tenue</i> (Menegh.) Gom.	ПФ			б(k)
Семейство Plectonemataceae				
<i>Plectonema</i> sp.		ПФ		п(k)
Отдел Chlorophyta Класс Volvocineae Порядок Volvocales Семейство Volvocaceae				
<i>Pandorina morum</i> (O.Mul.) (Bory)	ПФ; П			п(k)
Порядок Chlamydomonadales Семейство Chlamydomonadaceae				
<i>Chlamydomonas</i> sp.		П		п(k)
Класс Protococcophyceae Порядок Chlorococcales Семейство Oocystaceae				
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	ПФ	ПФ		п(k)

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	П			п(k)
Семейство Dictyosphaeriaceae				
<i>Botryococcus braunii</i> Kutz.	П			п(k)
Семейство Scenedesmaceae				
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.		ПФ		п(k)
Семейство Coelastraceae				
<i>Coelastrum microporum</i> Nag	П			п(k)
Семейство Sphaerocystidaceae				
<i>Sphaerocystis planctonicus</i> (Korsch) Bour	П			п(k)
Семейство Ankistrodesmaceae				
<i>Ankistrodesmus longissimus</i> (Lemm.) Wille	П			п(k)
<i>Ankistrodesmus pseudomirabilis</i> Korschik.	П			п(k)
Класс Ulothrichophyceae Порядок Ulothrichales Семейство Ulothrichaceae				
<i>Ulothrix tenerrima</i> Kutz.	ПФ			б(k)
Семейство Elakatothrichaceae				
<i>Elakatothrix lacustris</i> Korschik	П			п(k)
Семейство Chaetophoraceae				
<i>Stegioclonium tenue</i> Kutz.			ПФ	-(k)
Класс Oedogorphyceae Порядок Oedogoniales Семейство Oedogoniaceae				
<i>Bulbochaeta</i> sp.		ПФ		п-б(-)
Класс Conjugatophyceae Порядок Zygnematales Семейство Zygnemaceae				
<i>Spirogyra</i> sp.	ПФ			б(-)
<i>Mougeotia</i> sp.	ПФ	П	ПФ	б(-)
Порядок Desmidiales Семейство Closteriaceae				
<i>Cosmarium undulatum</i> Corda			ПФ	п-б(k)
<i>Cosmarium infirmum</i> Gronbl	П			-
<i>Cosmarium jenisejense</i> Boldt	П	П	П	-
<i>Closterium</i> sp.	ПФ			-
<i>Staurastrum inflexum</i> Breb.	ПФ			-
<i>Staurastrum alternans</i> Breb.		ПФ		-
<i>Staurastrum planctonicum</i> Teil	П			п(k)
<i>Staurastrum furcigerum</i> Breb	П			п(k)
<i>Spondylosium papillosum</i> W.West, G.West	ПФ	ПФ		п(k)
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. et G.S.West	П			п(k)
Отдел Chrysophyta Класс Chrysophyceae Порядок Ochromonadales				

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Семейство Euochromonadaceae				
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof		П		п(k)
Порядок Hydrurales Семейство Hydruraceae				
<i>Hydrurus foetidus</i> Kirchn.	ПФ			-
Отдел Xanthophyta Класс Xanthophyceae Порядок Tribonematales Семейство Tribonemataceae				
<i>Tribonema minus</i> Hazen	П			б(k)
Отдел Dinophyta Класс Dinophyceae Порядок Peridinales Семейство Peridiniaceae				
<i>Peridinium</i> sp.	П	П		п(-)
Отдел Cryptophyta Класс Cryptophyceae Порядок Cryptomonadales Семейство Cryptomonadaceae				
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.			П	-

Примечание: вид обнаружен в пробах планктона – П; перифитона – ПФ. Условные обозначения характеристик экологических и географических: **п** – планктонный, **б** – бентосный, **п-б** – планктонно-бентосный; **(k)** – космополитный, **(a-a)** – арктоальпийский, **(b)** – бореальный, (-) – данные о распространении отсутствуют (по Баринава и др., 2006).

ленных и криптофитовых водорослей идентифицировано по одному виду. В обрастаниях доминировали зеленые водоросли *Mougeotia* sp. и мелкие формы диатомей, в частности *Aulacosiera distans* и *Achnanthes linearis*. В планктоне доминирующие виды выделить сложно, так как практически все виды отмечены в небольшом количестве. Индексы Жаккара сходства видового состава водорослей между озерами были низкие: 0,09-0,16.

Численность и биомасса альгоценозов невысоки. Наибольшие их значения отмечены в озере Ойское как в планктоне, так и в перифитоне, обусловленные обилием нитчатых зеленых водорослей (табл. 3). В озере Радужное численность фитопланктона была самая низкая по сравнению с двумя другими озерами, а численность перифитона – самая высокая (за счет обилия мелких форм диатомей).

По большинству типизаций озер по биомассе фитопланктона, приводимых С.П. Китаевым (2007, табл.15.24, с. 207), обследованные озера относятся к олиготрофным или ультраолиготрофным.

В близких по географическому положению озерах Горного Алтая видовое разнообразие и биомасса фитопланктона, так же как и в обследованных ергакских озерах, низкие (Шипунова, 1991, Савченко, 2008).

Эколого-географическая характеристика. Экологическая характеристика водорослей достаточно разнообразна. Большая часть водорослей в озерах Ойское и Радужное представлена донными видами (48 и 42 % соответственно, табл. 4), в оз. Каровое – планктонными (41 %). Примерно четверть всех видов составляли: в Ойском – планктонные виды, в Каровом – бентосные, в Радужном – факульт-

Таблица 3. Численность и биомасса водорослей (планктон, перифитон) в некоторых озерах района хребта Ергаки, сентябрь 2008 г.

Показатель	Ойское	Каровое	Радужное
Планктон			
Численность, млн кл/м ³	2310±1277	2230±522	349±26
Биомасса, мг/м ³	1004±557	502±82	75±15
Перифитон			
Численность, млн кл/м ²	857±368	781±79	1074±428
Биомасса, мг/м ²	3586±1257	312±124	1480±512

Таблица 4. Эколого-географическая характеристика водорослей (планктон, перифитон) некоторых озер в районе хребта Ергаки, сентябрь 2008 г. (% от общего числа обнаруженных видов)

Характеристика вида	Ойское	Каровое	Радужное
Местообитание			
Планктонные	28	41	5
Бентосные	48	23	42
Планктонно-бентосные	10	12	26
Малоизученные	14	24	27
Сапробность			
Ксеносапробы	12	18	26
Олигосапробы	10	6	26
Мезосапробные	26	24	16
β-мезосапробы	10	0	11
α-мезосапробы	2	6	5
Малоизученные	40	46	16
Географическое расположение			
Космополитные	62	53	53
Арктоальпийские	14	6	10
Бореальные	5	6	16
Малоизученные	19	35	21

тативные виды, характерные и для планктона, и для бентоса (планктонно-бентосные, табл. 4). В оз. Каровое и Радужное довольно велика была доля малоизученных в смысле принадлежности к конкретным жизненным формам водорослей (табл. 4). Однако среди диатомовых водорослей планктона и перифитона большую долю составляли обрастатели, бентосные формы. По отношению к содержанию солей в воде виды-индифференты значительно преобладали (79 %) над индикаторны-

ми (галофилами, мезогалобами, галофобами), которые были представлены почти поровну (по 6-8 %). Обнаруженные водоросли предпочитают нейтральные или щелочные воды.

В географическом отношении водоросли планктона и перифитона исследуемых озер являются широко распространенными пресноводными видами. Виды-космополиты (53-62 %) преобладают в списке водорослей над аркто-альпийскими (14, 6, 10 %) и бореальными (5-16 %, табл. 4). Эндемичных, аль-

пийских, североальпийских и других видов (по Барнинова и др., 2006) обнаружено не было. Близкие значения получены для 91 озера горных областей Восточной Сибири: 67 % всех выявленных видов относятся к широко распространенным, 17 % – к бореальным, 6 – к арктоальпийским (Бондаренко, 2009).

Доля видов, для которых известна индивидуальная сапробность, отражающая отношение вида к органическому загрязнению, составила: 60 % – в оз. Ойское, 54 % – в Каровом, 84 % – в Радужном (табл. 4). Среди них в озерах Ойское и Каровое преобладают виды-мезосапробионты, в Радужном – олиго- и ксеносапробы. Доля альфа-мезосапробов, толерантных к значительному органическому загрязнению, мала – не более 6 % (табл. 4). Массовое развитие водорослей из групп ксено-, олиго- и мезосапробионтов позволяет предположить, что качество воды в данных озерах относится к категории «чистых вод».

Таким образом, для водорослей исследованных горных озер, как и для других горных водоемов (Шипунова, 1991; Савченко, 2008; Бондаренко, 2009), характерно невысокое видовое разнообразие, доминирование представителей зеленых и диатомовых или золотистых и диатомовых водорослей, низкие значения численности и биомассы (особенно фитопланктона по сравнению с фитоперифитом).

Зоопланктон

Разнообразие и состав. Число обнаруженных в пробах сетного зоопланктона видов (и родов, включающих, возможно, несколько видов) было невелико (табл. 5): 10-15 в заселенных рыбой озерах (Ойское, Радужное), 5-6 – в безрыбном (Каровое). Общее число видов составило в Ойском 17, в Радужном – 16, а в Каровом – 6 (нормированное на одну пробу соответственно 8,5, 8, 3). В первых двух озе-

рах наибольшее видовое разнообразие было у коловраток (8-9 видов и родов), наименьшее – у копепод (1-3), в третьем озере число видов коловраток, кладоцер и копепод было одинаковым и низким (по 2). Низкое видовое разнообразие в безрыбном озере Каровое и более высокое – в озерах с рыбой свидетельствует в пользу гипотезы о том, что рыбы, как терминальные хищники, способствуют увеличению видового разнообразия жертв, т.е. низших трофических уровней, в частности зоопланктона (Gliwicz, 2003). Общий для трех озер список видов состоит из 31 вида и рода, из них 11 – кладоцер, 4 – копепод, 16 – коловраток.

В сравнительно большом и глубоком оз. Ойское доминировали по численности мелкие коловратки (табл. 5), а по биомассе – крупные циклопы (*Cyclops* группы *abyssorum*, табл. 5), представленные в основном копеподами V стадии и половозрелыми особями (VI стадия) с большим количеством в теле жировых капель оранжево-красного цвета. Накопление и присутствие осенью большого количества липидов в теле характерно для зимующих старших стадий и половозрелых особей циклопид и каляноид, особенно в северных и высокогорных водоемах (Sargent, Falk-Petersen, 1988; Vanderploeg et al., 1992). Второе место по биомассе занимала довольно крупная дафния группы *longispina* (*D. cf. longispina*, табл. 5), в популяции которой была значительна доля самцов (в пелагиали – 6 %, в литорали – 64 % численности). Третье место в биомассе зоопланктона пелагиали занимал каляноидный рачок *Arctodiaptomus* (табл. 5), представленный в основном самками и копеподами IV – V стадий, многие из которых также имели красно-оранжевую окраску за счет накопления липидов в теле.

В связи с мелководностью и значительной проточностью второго населенного ры-

Таблица 5. Видовой состав и биомасса сетного зоопланктона некоторых озер горного хребта Ергаки, сентябрь 2008 г.

Вид, группа	Оз. Ойское		Каровое		Радужное	
	Ст.2 (центр) (0-15 м)	Ст.1 (0-1,2)	Центр (0-7м)	Залив (0-6м)	Ч.лит. (0-0,5)	Зар. лит. (0-0,5м)
1	2	3	4	5	6	7
Cladocera:						
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach п, Г ¹ , 1,4*	+					
<i>Daphnia</i> cf. <i>longispina</i> O.F. Müller п-л, Г и др. ¹ , 2,0	д	Д	Д	Д		
<i>Eurycerus lamellatus</i> (O.F. Müller) л, П ² , 1,2						+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer) л, Г ² , 1,2		+		+		+
<i>A. nana</i> (Baird) л, Г и др. ² , 1,6		+				
<i>Chydorus</i> cf. <i>sphaericus</i> (O.F. Müller) п-л, Г и др. ² , 1,8						д, Дч
<i>Alona werestschagini</i> Sinev л, Памир, Тянь-Шань, Алтай, Коми, Кольский, Норвегия ² , нд					+	+
<i>A. intermedia</i> Sars л, Г ² , 1,2		+				
<i>A. affinis</i> (Leydig) л, Евразия, Африка ² , 1,1	+					
<i>Acroperus harpae</i> (Baird) л, в России повсемест. ² , 1,4					д	Д
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady л, П ² , 1,8					Д, дч	
Copepoda – Calanoida:						
<i>Acanthodaptomus denticornis</i> (Wierzejski) п-л, Г ¹ , 1,2			+	+		
<i>Arctodaptomus</i> (<i>Rh.</i>) <i>dahuricus</i> Borutzky ³ п, Вост. Сибирь, Монголия ¹ , нд	+	+				
Copepoda – Cyclopoida:						
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer) л, нд, 1,8		+	+	+		+
<i>Cyclops abyssorum</i> s. lat. п, нд	Д	д				
Rotifera:						
<i>Notommata</i> sp.					+	
<i>Cephalodella</i> sp.		+				
<i>Synchaeta</i> spp.	дч	дч			+	
<i>Polyarthra major</i> Burckhardt п, В ⁴ , 1,2			дч	дч		
<i>Aspelta</i> sp.					+	
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse п, В ⁴ , 1,6	+	+				
<i>Lecane mira</i> (Murray) л, Г ⁴ , 1,0					+	+
<i>L. brachydactyla</i> Stenroos л, Г ⁴ , 1,0						+
<i>L. (Monostyla) lunaris</i> (Ehrenber) п-л, В ⁴ , 1,4					+	
<i>Trichotria tetractis caudata</i> (Lucks) л, В ⁴ , 1,7	+	+				
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson л, В ⁴ , нд					+	+
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott) п, В ⁴ , 1,4	+	Дч	д, Дч	д, Дч		
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schränk) п, В ⁴ , 1,3	дч	+			Дч	Дч
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse) п, В ⁴ , 1,2		+				

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7
<i>Collotheca</i> sp.		+				
отр. Bdelloida					+	
Всего видов	10	15	5	6	11	10
Биомасса сетного зоопланктона, мг/м ³	371,5	265,5	70,5	33,7	0,9	45,4

Примечания: п – пелагический, л – литоральный виды; распространение: В – всесветное или почти всесветное, Г – голарктическое, П – палеарктическое, ¹ – по (Определитель..., 1995), ² – по (Смирнов и др., 2007), ³ – близкий к *A. dahuricus* новый вид или его подвид (Л.А. Степанова, письменное сообщение по результатам просмотра фотографий диагностических признаков самцов и самок), ⁴ – по (Segers, 2007); * – индивидуальный (видовой) индекс сапробности по (Wegl, 1983), нд – нет данных; Ч. лит. – литораль без макрофитов, Зар. лит. – заросшая литораль; Д – доминант по биомассе, д – субдоминант по биомассе, Дч – доминант по численности, дч – субдоминант по численности, + – присутствует.

бой озера – Радужного – видовой состав сетного зоопланктона в нем отличался от такового в Ойском: пелагические виды практически отсутствовали, преобладали придонные обитатели, население зарослей макрофитов. В частности, в заросшем макрофитами мелководье доминантом и субдоминантом по биомассе были представители хидорид, в чистом (без макрофитов) мелководье – макротрицид и хидорид (табл. 5). В доминанты или субдоминанты по численности попал только один вид коловраток – эврибионт *Conochilus hippocrepis* (табл. 5).

Напротив, в большем и более глубоком безрыбном озере Каровом коловратки доминировали не только по численности (табл. 5), но и являлись субдоминантами по биомассе. Занимавшая 3-4-е места по численности крупная дафния (табл. 5) была доминантом по биомассе, причем более половины популяции составляли самцы (69-71 %). В оз. Ойском доля самцов была меньше. Можно предположить, что эти различия между популяциями, скорее всего одного вида, могут быть результатом разного количества (разнообразия) в разных озерах бессамцовых клонов (Галимов, Минин, 2007), в свою очередь являющимся следствием различий озер по трофическим условиям. В частности, по аналогии с приводимыми

М. Гливичем (Gliwicz, 2003) данными о безрыбных озерах и по нашим данным о низкой биомассе фитопланктона, трофическая ситуация для дафнии в оз. Каровом могла быть напряженнее, чем в Ойском. Еще одно отличие зоопланктона безрыбного Карового озера от рыбного Ойского – наличие крупного (до 2 мм) каляноидного рачка *Acanthodiptomus denticornis* (табл. 5), а не мелкого (до 1,4 мм) арктодиаптомуса. В популяции акантодиаптомуса также преобладали самки. Сходство видового состава зоопланктона между озерами было низкое: индексы Жаккара 0,10-0,21.

Биомасса. Величины биомассы сетного рачково-коловраточного зоопланктона в пелагиали и литорали оз. Ойского (около 400-300 мг/м³, табл. 5) характеризуют водоем по классификациям, приводимым С.П. Китаевым (2007, с. 209, табл. 15.29), как олиготрофный или даже ультраолиготрофный, т.е. малокормный. Биомасса зоопланктона в пелагиали центральной части и залива оз. Карового была низка – менее 100 мг/м³, в чистой литорали оз. Радужного не превышала 1 мг/м³, в заросшей литорали – 50 мг/м³ (табл. 5). Очевидно, слабое развитие лимнического пелагического зоопланктона в последнем озере связано с его мелководностью и высокой проточностью. Для уточнения этой связи требуются сезон-

ные данные и отборы проб в разных точках озера.

Эколого-географическая характеристика. Зоопланктон обследованных озер составляют широко распространенные пелагические и литоральные виды (табл. 5), за двумя исключениями: 1) *Alona werestschagini* описана недавно (Sinev, 1999) и пока обнаружена только в некоторых горных районах Азии и на севере Европы (см. примечание к табл. 5), 2) *Arctodiaptomus dahuricus* известен из Забайкалья и Монголии (Боруцкий и др., 1991; Степанова, 2005). За исключением арктодиаптомуса, обнаруженные нами в результате эпизодического обследования трех ергакских озер виды зоопланктона входят в списки видов озер горной Тоджинской котловины в Туве (Зуйкова, Бочкарев, 2009, *A. werestschagini* не указана, но присутствует *Alona* sp.), Телецкого озера (Зуйкова и др., 2009, *A. werestschagini* указана), Алтая (включая *A. werestschagini*, Belyaeva, 2003). Из каляноид в этих водоемах обитают другие виды, отличные от встреченных нами арктодиаптомуса и акантодиаптомуса. Однако последний характерен для некоторых горных озер Тувы (Попков, Попкова, 1983), Алтая (например, Бурмистрова, Ермолаева, 2008).

Из 21 известных индивидуальных индексов сапробности видов 14 соответствуют олигосапробным (чистым) условиям (s 0,51-1,5) и 7 – β -мезосапробным (s 1,51-2,50), а индикаторов загрязнения органическим веществом α -мезосапробов (s 2,51-3,5) и полисапробов (s 3,51-4,5) не обнаружено.

Таким образом, зоопланктон трех горных озер Ергак представлен обычными, широко распространенными видами, за двумя исключениями, а также характеризуется невысоким видовым разнообразием, особенно в безрыбном озере, и низкой биомассой. Такие черты зоопланктона, как низкая биомасса, домини-

рование крупных видов (дафний, каляноид), причем не только в безрыбных, но и в озерах с рыбой, частое присутствие коловраток келликотии и конохиллюсов, невысокое видовое разнообразие, характерны для многих горных озер (Rautio, 2001; Gliwicz, 2003; Holzapfel, Vinebrooke, 2005; Larson et al., 2009).

Зообентос

Состав и эколого-географическая характеристика. В оз. Ойское зарегистрированы 45 видов и форм донных беспозвоночных (нормированное на пробу 11,2) из 13 систематических групп, в оз. Каровое – 17 видов и форм (8,5 на одну пробу) из 4 систематических групп, в Радужном – 13 видов и форм (13 на одну пробу) из 6 систематических групп (табл. 6). Ведущая роль в формировании донных сообществ во всех трех озерах принадлежала личинкам хирономид: в Ойском – 19 таксонов, в Каровом – 13, в Радужном – 8. В оз. Ойское личинки ручейников представлены девятью таксонами, олигохеты – шестью, поденки – двумя, личинки веснянок, большекрылок, мокрецов, типулид, пиявки, амфиподы, двустворчатые моллюски, нематоды, клещи – одним таксоном (и в пробах встречались единично). В озерах Каровое и Радужное все группы, кроме хирономид, были представлены одним-двумя таксонами: в первом – жуки, двустворчатые моллюски и клопы, во втором – ручейники, большекрылки, олигохеты, двустворчатые и брюхоногие моллюски. Таким образом, наибольшее видовое разнообразие зообентоса обнаружено в самом большом (из трех) оз. Ойском, в котором было собрано и наибольшее число проб. Бентосные сообщества горных озер природного парка Ергаки небогаты в таксономическом отношении, такое же невысокое видовое разнообразие отмечено и для горных озер бассейна Телецкого озера

Таблица 6. Состав зообентоса некоторых озер горного хребта Ергаки, сентябрь 2008 г.

Вид	Оз. Ойское	Оз. Каровое	Оз. Радужное
1	2	3	4
Тип Nematelminthes Класс Nematoda			
<i>Nematoda</i> sp.	+		
Тип Mollusca Класс Bivalvia			
Сем. Pisiidae	+	+	
<i>Euglesa</i> sp.			+
Класс Gastropoda			
<i>Anisus acronicus</i> Ferrusac			+
Тип Annelides Класс Oligochaeta			
<i>Nais pseudoptusa</i> Piguët	+		
<i>Slavina appendiculata</i> d' Udekem	+		
<i>Uncinaiis uncinata</i> Oersted	+		
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede	+		
<i>Spirosperma ferox</i> Eisen	+		+
<i>Tubifex tubifex</i> O. F. Muller	+		
Класс Hirudinea			
<i>Erpobdella octoculata</i> Linne	+		
Тип Arthropoda Класс Arachnoidea			
<i>Hydrachnella</i> sp.	+		
Класс Crustacea			
<i>Gammarus lacustris</i> Sars	+		
Класс Insecta			
Отр. Diptera			
<i>Palpomyia lineata</i> Meigen	+		
<i>Chironomus plumosus</i> Meigen			+
<i>Cladotanytarsus mancus</i> Walker	+		+
<i>Cryptochironomus defectus</i> Kieffer	+		
<i>Dicrotendipes nervosus</i> Staeger	+	+	+
<i>Endochironomus impar</i> Walker	+		
<i>Micropsectra praecox</i> Meigen	+		
<i>Paratanytarsus siderophila</i> Zvereva	+		
<i>Polypedilum bicrenatum</i> Kieffer		+	
<i>Polypedilum scalaenum</i> Schrank	+	+	
<i>Sergentia</i> gr. <i>coracina</i>	+	+	+
<i>Stictochironomus crassiforceps</i> Kieffer		+	+
<i>Tanytarsus pseudolestagei</i> Goetghebuer	+	+	+
<i>Tanytarsus verralli</i> Goetghebuer	+		
<i>Cricotopus</i> gr. <i>silvestris</i>	+		
<i>Cricotopus</i> gr. <i>festivellis</i>	+		
<i>Heterotrissocladius</i> gr. <i>marcidus</i>	+	+	+
<i>Orthocladius thienemanni</i> Kieffer	+		

Продолжение табл. 6

1	2	3	4
<i>Protanypus morio</i> Zetterstedt	+	+	
<i>Psectrocladius delatoris</i> Zelentsov		+	
<i>Pseudodiamesa gr. nivosa</i>	+		
<i>Prodiamesa olivacea</i> Meigen	+		
<i>Ablabesmyia gr. annulata</i>	+	+	
<i>Larsia culticalcar</i> Kieffer	+	+	
<i>Paramerina</i> sp.		+	
<i>Procladius ferrugineus</i> Kieffer		+	+
<i>Tipula</i> sp.	+		
Отр. Coleoptera			
<i>Hydaticus</i> sp.		+	
<i>Stictotarsus griseostriatus</i> De Geer		+	
Отр. Ephemeroptera			
<i>Ephemera sachalinensis</i> Matsumura	+		
<i>Paraleptophlebia strandii</i> Eaton	+		
Отр. Heteroptera			
<i>Notonecta</i> sp.		+	
Отр. Megaloptera			
<i>Sialis sordida</i> Klingstedt	+		+
Отр. Plecoptera			
<i>Nemoura</i> sp.	+		
Отр. Trichoptera			
<i>Mystacides dentatus</i> Martynov	+		
<i>Mystacides bifidus</i> Martynov	+		
<i>Mystacides niger</i> L.	+		
<i>Goera sajanensis</i> Mart.	+		
<i>Arctopora trimaculata</i> Zetterstedt	+		
<i>Hydatophylax</i> sp.	+		
<i>Limnephilus rhombicus</i> L.	+		
<i>Molanna submarginalis</i> McL.	+		
<i>Cyrrus fennicus</i> Klingstedt	+		
<i>Agrypnia obsoleta</i> Hagen			+
Всего таксонов	45	17	13

Примечание: «+» – вид зарегистрирован.

Таблица 7. Численность (экз/м²) и биомасса (г/м²) зообентоса некоторых озер хребта Ергаки, сентябрь 2008 г.

Показатель	Оз. Ойское	Оз. Каровое	Оз. Радужное
Численность, экз/м ²	658±152	1097±213	1150±402
Биомасса, г/м ²	1,47±0,34	2,11±1,33	3,07±1,08

(оз. В. Итыкуль – 14 таксонов, оз. Кубышка – 9 таксонов) (Яныгина, Крылова, 2008).

Зообентос всех исследованных озер представлен широко распространенными в Палеарктике и Голарктике видами. Во всех озерах преобладали личинки хирономид псаммо-пелофильного и пелофильного комплексов *Dicrotendipes nervosus*, *Tanytarsus pseudolestagei*, *Sergentia gr. coracina* (табл. 6). В меньшем количестве встречались реофилы *Heterotrissocladius gr. marcidus*. Типичный пелофил *Chironomus plumosus* обнаружен только в оз. Радужном. Из хищных личинок хирономид *Ablabesmyia gr. annulata*, *Larsia culticalcar* характерны для двух озер: Ойское и Каровое. Оксифильные личинки поденок и ручейников преобладали только в оз. Ойском, в Каровом они отсутствовали, в Радужном отмечались единично (только ручейник *Agrypnia obsoleta*). Фауна олигохет представлена только в оз. Ойском, лишь один вид единично – в Радужном. Согласно коэффициенту Серенсена-Чекановского состав зообентоса оз. Каровое имел небольшое сходство с таковым оз. Радужное ($K_{сч}=0,40$), а зообентос оз. Ойское имел малое сходство с таковым Карового и Радужного ($K_{сч} = 0,24-0,29$).

В оз. Ойское доминировали по численности хирономиды (72 % от общей численности), с преобладанием *Dicrotendipes nervosus*, *Paratanytarsus siderophila*. По биомассе доминировали ручейники (53 % от общей биомассы), среди которых преобладали *Molanna submarginalis*, *Mystacides* spp. В оз. Каровое доминировали хирономиды (99 % от общей численности, 90 % от общей биомассы), с преобладанием *Sergentia gr. coracina*, *Stictochironomus crassiforceps*. По численности в оз. Радужное доминировали хирономиды (67 % от общей численности), с преобладанием *Procladius ferrugineus*. Основной вклад

в биомассу вносили большекрылки *Sialis sordida* (47 % от общей биомассы).

Численность и биомасса зообентоса были наименьшими в оз. Ойское (табл. 7), наибольшими – в оз. Радужное. Трофический статус озер оценен по биомассе зообентоса в соответствии с классификацией С.П. Китаева (2007, с. 211, табл. 15-31) как олиготрофный в оз. Ойское и Каровое и как α -мезотрофный в оз. Радужное. Количественные характеристики донных сообществ горных озер парка Ергаки соответствовали таковым озер бассейна Телецкого озера (оз. В. Итыкуль – 0,8 тыс. экз/м²; 2,5 г/м², оз. Сайгоныш – 0,7 тыс. экз/м²; 1,2 г/м²) (Яныгина, Крылова, 2008). Таким образом, зообентос исследуемых ергакских озер, как и некоторых горных озер бассейна Бии, был небогат как в качественном, так и в количественном отношении.

Ихтиофауна

В результате 12-часового контрольного лова в Ойском озере было поймано 9 особей хариуса сибирского (*Thymallus arcticus* Pallas, 1776). Выборка представлена особями обоих полов от 1+ до 3+ лет, при этом состояние яичников двух четырехлетних самок (4 стадия зрелости) свидетельствует о готовности к нересту следующей весной. Количество жаберных тычинок составляет от 17 до 21, в среднем $18,9 \pm 0,3$. Средние линейные размеры (промысловая длина) и масса: в возрасте 1+ лет – 138 мм и 36 г; 2+ лет – 189,8 мм и 91 г; 3+ лет – 243,5 мм и 224,0 г. Для всех отловленных особей характерна высокая степень жиронакопления на внутренних органах (3-4 балла) и максимальная степень наполнения кишечных трактов. Соотношение линейных размеров и массы, выраженное в коэффициентах упитанности, составляет: $K_{\text{Фультон}} = 1,39 \pm 0,03$; $K_{\text{Кларк}} = 1,24 \pm 0,03$.

Высокие значения коэффициентов упитанности, по-видимому, являются косвенными свидетельствами обитания в оз. Ойском не проходной, а «озерной» формы хариуса, обладающей менее прогонистым телом. Однако подтверждение данного предположения требует детальных морфологических исследований. Потенциально и по свидетельствам местного населения, в составе ихтиофауны вероятны и другие виды рыб, однако вторичное заселение озера возможно только сибирским хариусом, поскольку вытекающая река Оя имеет большой уклон.

В оз. Радужном визуально отмечены молодые особи (1-2+ лет) хариуса сибирского. Вытекающая из озера р. Малая Буйба имеет относительно небольшой уклон (в сравнении с Нижней Буйбой из оз. Карового), что обеспечивает ежегодный нерест в озере крупного хариуса, который затем скатывается ниже. В самом озере происходит нагул и, возможно, зимовка неполовозрелой части популяции хариуса. Таким образом, ихтиологические сведения подтвердили характеристику двух озер как рыбных, одного – как безрыбного.

Заключение

Впервые исследованы три горных озера района хребта Ергаки: Ойское, Каровое (Нижнее Буйбинское), Радужное (М. Буйбинское). В летне-осенней биоте обнаружено: в фитопланктоне и фитобентосе 76 видов водорослей (58 – в Ойском, 17 – в Каровом, 19 – в Радужном), в зоопланктоне – 11 видов кладоцер (6 – в Ойском и Радужном, 2 – в Каровом), 4 – копепод (3 – в Ойском, 2 – в Каровом, 1 – в Радужном), 16 – коловраток (8 – в Ойском, 2 – в Каровом, 9 – в Радужном), в зообентосе – 56 таксонов (45 – в Ойском, 17 – в Каровом, 13 – в Радужном). Видовое разнообразие (число видов, нормированное на число проб) как планктона, так и бентоса, в целом, невелико,

наименьшее – в безрыбном оз. Каровом, что соответствует известной гипотезе об увеличении видового разнообразия низших трофических уровней (жертв) при наличии высшего (хищника). Видовой состав биоты трех озер характеризуется низкими коэффициентами сходства.

Водоросли фитопланктона и перифитона представлены в основном видами космополитами и бореальными, а также арктоальпийскими видами, доминировали представители зеленых и диатомовых или золотистых и диатомовых. Зоопланктон составляли широко распространенные виды, но интересны два исключения: 1) *Alona werestschagini*, ареал которой, за счет нахождения ее в Радужном, расширен от Алтая на восток; 2) если арктодиатомус из Ойского окажется не новым видом, а вариацией *A. dahuricus*, его ареал будет расширен на запад и север (от Забайкалья и Монголии к Саянам). В зоопланктоне доминируют, как и во многих других горных озерах, крупные ракообразные и мелкие коловратки. Зообентос представлен широко распространенными в Палеарктике и Голарктике видами, доминируют хирономиды, ручейники, большекрылки.

В озерах, населенных рыбой (Ойское, Радужное), пойман и наблюдался визуально только хариус. Численность и биомасса как планктона, так и бентоса невелики и характеризуют озера как олиготрофные-ультраолиготрофные, и только по биомассе зообентоса Радужное можно отнести к α -мезотрофному. Однако, судя по максимальному наполнению кишечника и высокой жирности хариуса из Ойского, кормовая база достаточна для успешного существования имеющейся в озере популяции хариуса. То же, вероятно, относится к кормовой базе и молоди хариуса оз. Радужное.

Мы глубоко признательны за просмотр фотографий основных диагностических признаков и комментарии по видовой принадлежности *Arctodiaptomus* Л.А. Степановой (ЗИН РАН) и *Alona* А.Ю. Синева (МГУ). Работа частично поддержана инициативным научно-методическим проектом № 8 по приоритетным областям развития СФУ, грантами Минобрнауки РФ и Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) № RUX0-002-KR-06 и № PG07-002-1 и интеграционным проектом СО РАН № 65.

Список литературы

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. (1979) Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных. В: Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука: 169-171.

Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. (2006) Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив. 498 с.

Бондаренко Н.А. (2009) Экология и таксономическое разнообразие планктонных водорослей в озерах горных областей Восточной Сибири: автореф. дисс. ...д-ра биол. наук. Борок: ИБВВ. 46 с.

Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. (1991) Определитель Calanoida пресных вод СССР. СПб.: Наука. 504 с.

Бурмистрова О.С., Ермолаева Н.И. (2008) Таксономический состав зоопланктона высокогорных озер Алтая. В: Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее. Ч. 1. (По материалам международной конференции 22-26 сентября 2008 года, г. Горно-Алтайск): 1-6, электр. ресурс: <http://e-lib.gasu.ru/konf/biodiversity/2008>.

Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. (1989) Водоросли: Справочник. Киев: Наук. думка. 608 с.

Галимов Я.Р., Минин А.А. (2007) Специализация клонов *Daphnia* при половом размножении. В: Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология (Матер. Всеросс. Школы-конференции, ИБВВ им. И.Д. Папанина). Нижний Новгород: Вектор ТиС: 222.

«Ергаки»: история и будущее (2008): Матер. краевой научно-практической конф. Красноярск: ИПК СФУ. 181 с.

Зуйкова Е.И., Бочкарев Н.А. (2009) Характеристика пелагического зоопланктона крупных озер Тоджинской котловины (бассейн реки Большой Енисей, Тува). Биол. внутр. вод. 1: 53-61.

Зуйкова Е.И., Шевелева Н.Г., Евстигнеева Т.Д. (2009) Сезонная и межгодовая динамика зоопланктона Телецкого озера. Биол. внутр. вод. 3: 47-60.

Иванова М.Б. (1975) Продукция зоопланктона. В: Биологическая продуктивность северных озер. Т.2. Озера Зеленецкое и Акулькино. Л.: 97-115.

Китаев С.П. (2007) Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 395 с.

Лепнева С. Г. (1964) Личинки и куколки п/отр. Кольчатощупиковых (Annulipalpia). Фауна СССР. Т. II, вып.1. Л.: ЗИН АН СССР. 562 с.

Лепнева С. Г. (1966) Личинки и куколки п/отр. Цельнощупиковых (Integripalpia). Фауна СССР. Т. II, вып.2. Л.: ЗИН АН СССР. 563 с.

Менеджмент-план природного парка «Ергаки». План управления развитием на 2008-2012 гг. (2007) Красноярск: Город. 240 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов (1975) М.: Наука. 240 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон, бентос) (1977) Л.: Гидрометеиздат. 510с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные (1995) СПб.: Зоол. ин-т РАН. 628 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. (1997) СПб.: Зоол. ин-т РАН. 698 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. (1999) СПб.: Зоол. ин-т РАН. 1000 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. (2001) СПб.: Зоол. ин-т РАН. 640 с.

Панкратова В.Я. (1970) Личинки и куколки комаров п/сем. *Ortocladiinae*. Фауна СССР. (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука. 346 с.

Панкратова В.Я. (1977) Личинки и куколки комаров п/сем. *Podonominae* и *Tanipodinae*. Фауна СССР. (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука. 153 с.

Панкратова В.Я. (1983) Личинки и куколки комаров п/сем. *Chironominae*. Фауна СССР. (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука. 295 с.

Песенко Ю.А. (1982) Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука. 287 с.

Попков В.К., Попкова Л.А. (1983) Зоопланктон озер бассейна Верхнего Енисея как кормовая база выращиваемых сиговых. В: Экологические исследования водоемов Красноярского края. Красноярск: Ин-т физики СО АН СССР: 122-127.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть. 376 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений (1983) Л.: Гидрометеиздат. 239 с.

Савченко Н.В. (2008) Гидробиология озёр альпийского пояса Северо-Западного Алтая и Западно-Сибирской Субарктики (сравнительный аспект). В: Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее. Ч. 1. (По материалам международной конференции 22-26 сентября 2008 года, г. Горно-Алтайск): 1-4, электр. Ресурс: <http://e-lib.gasu.ru/konf/biodiversity/2008>.

Синев А.Ю. (2002) Ключ для определения ветвистоусых ракообразных рода *Alona* (Anomopoda, Chydoridae) европейской части России и Сибири. Зоол. журн. 81: 926-939.

Смирнов Н.Н., Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синев А.Ю. (2007) Систематика Cladocera: современное состояние и перспективы развития. В: Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология (Матер. Всерос. Школы-конференции, ИББВ им. И.Д. Папанина). Нижний Новгород: Вектор ТиС: 5-73.

Степанова Л.А. (2005) Новый вид рода *Arctodiaptomus* (Crustacea, Diaptomidae) из Западной Сибири. Зоол. журн. 84: 1416-1420.

Чекановская О.В. (1949) Водные малощетинковые черви фауны СССР. М.: АН СССР. 160с.

Шипунова Т.Я. (1991) Гидробиологическая характеристика озёр Альпийского пояса Северо-Западного Алтая. В: Рыбопродуктивность озёр Западной Сибири. Новосибирск: Наука: 35–40.

Яныгина Л.В., Крылова Е.Н.(2008) Зообентос высокогорных водоемов бассейна Телецкого озера. Мир науки, культуры, образования. №4 (11): 18-20.

Belyaeva M.A. (2003) Littoral Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) from the Altai mountain lakes, with remarks on the taxonomy of *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1776). Arthropoda selecta. 12 (3-4): 171-182.

Gliwicz Z.M. (2003) Between hazards of starvation and risk of predation: the ecology of offshore animals. Oldendorf/Luhe (Germany): Intern. Ecol. Institute. 373 p.

Holzapfel A.M., Vinebrooke R.D. (2005) Environmental warming increases invasion potential of alpine lake communities by imported species. Global Change Biology. 11:2009-2015.

<http://www.marshruty.ru>

<http://www.mountain.ru>

Larson G.L., Hoffman R., Mcintire C.D., Lienkaemper G., Samora B. (2009) Zooplankton assemblages in montane lakes and ponds of Mount Rainier National Park, Washington State, USA. J. Plankton Res. 31: 273-285.

Rautio M. (2001) Zooplankton assemblages related to environmental characteristics in Treeline ponds in Finnish Lapland. Arctic, Antarctic, Alpine Res. 33: 289-298.

Sargent J.R., Falk-Petersen S. (1988) The lipid biochemistry of calanoid copepods. Hydrobiologia. 167/168: 101-114.

Segers H. (2007) Annotated checklist of the rotifers (phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. Zootaxa. 1564. 104 p.

Sinev A. Yu. (1999) *Alona werestschagini* sp.n., a new species of the genus *Alona* Baird, 1843 related to *A. guttata* Sars, 1862 (Anomopoda: Chydoridae). Arthropoda selecta. 8 (1): 23-30.

Strecker A.L., Cobb T.P., Vinebrooke R.D. (2004) Effects of experimental greenhouse warming on phytoplankton and zooplankton communities in fishless alpine ponds. Limnol. Oceanogr. 49: 1182-1190.

Vanderploeg H.A., Gardner W.S., Parrish C.C., Liebig J.R., Cavaletto J.F. (1992) Lipids and life-cycle strategy of a hypolimnetic copepod in lake Michigan. Limnol. Oceanogr. 37: 413-424.

Wegl R. (1983) Index fur die Limnosaprobitat. B. 26: 128-173.

Hydrobiologic Survey of Some Lakes of Mountain Range Ergaki (West Sayan)

**Larisa A. Glushchenko^a, Olga P. Dubovskaya^b,
Elena A. Ivanova^{a,b}, Svetlana P. Shulepina^a,
Ivan V. Zuev^a, Alexander V. Ageev^{a,b}**
*Siberian Federal University
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041 Russia
Institute of Biophysics of Siberian Branch
of Russian Academy of Sciences
Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036 Russia*

Three alpine lakes (Oiskoe, Karovoe, Raduzhnoe) of mountain range Ergaki were sampled in 11-15 September 2008. Species (taxonomic) composition, number of species, abundance and biomass of phytoplankton and zooplankton, phytobenthos and zoobenthos of each lake were studied for the first time. Coefficients of species similarity of plankton and benthos assemblages between lakes were calculated. Results of fishing in the lake Oiskoe were presented. As found, species diversity of plankton and benthos assemblages of the lakes were low and the lowest one was in the fishless lake Karovoe. Similarity of species composition between lakes were low (0,09-0,40). Biota of the lakes in general consisted of species with widespread distribution, with the exception of some species, namely Alona werestschagini Sinev known (in Russia) from Altai and north of Europe only, and Arctodiaptomus dahuricus Borutzky known from Transbaikalia. Thus areals of these species were expanded, but Arctodiaptomus may be a new species (subspecies) Despite of the low abundance and biomass of phyto- and zooplankton (characteristic of oligotrophic lakes) and low or moderate zoobenthos biomass (characteristic of oligotrophic-mesotrophic lakes), caught individuals of fish Thymallus arcticus Pallas were fat (mark 3-4) and their guts were filled. Apparently food supply is sufficient for good fitness of the existed grayling population.

Keywords: alpine lakes, phytoplankton, phytoepiphyton, zooplankton, zoobenthos, ichthyofauna, species composition, diversity, biomass.
