

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 574.57

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ
ОЗЕР ТОДЖИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)**

© 2012 г. Н.И. Волкова¹, Т.В. Михалева¹, К.В. Поляева¹, Л.А. Щур²

1 – Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных
водоемов, Красноярск 660049.

2 – Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения
Российской академии наук, Красноярск 660036

Поступила в редакцию 5.05.2011 г.

Окончательный вариант 14.11.2011 г.

В результате исследований, проведенных в июле 2009 г. на озерах Тоджинской котловины (Республика Тыва) дана оценка состояния фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, определены их количественные и продукционные показатели (численность, биомасса, продукция), рассчитана рыбопродуктивность озер с учетом кормовой базы. Приведены видовой и размерно-возрастной состав уловов, данные по питанию рыб.

Ключевые слова: фитопланктон, зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, рыбопродуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Исследованные озера (Азас, Ушпе-Холь, Тоора-Холь) расположены в восточной части Тоджинской котловины и относятся к бассейну Большого Енисея. Значительная часть территории Тоджи представляет собой сильно расчлененное водноледниковой эрозией плато с чередованием кряжеобразных возвышенностей. Восточная часть Тоджи характеризуется положением на высоком гипсометрическом уровне. Высоты водоразделов – 1 500–1 800 м (Носин, 1957). Основными ландшафтными элементами являются различные типы лиственничной тайги, сосновые боры. На пониженных местах в тайге развиты сфагновые мшары с незначительным количеством травянистых безлесных площадей.

Биологические ресурсы озер Тоджинской группы изучены недостаточно. Основные причины слабой изученности озер – труднодоступность (плохие дороги, высокогорье), суровый климат и отсутствие финансирования. В июле 2009 г. ФГНУ «НИИЭРВ» в рамках научно-исследовательской работы по теме: «Биологическое обоснование прогноза общедопустимых уловов (ОДУ) водных биоресурсов в Республике Тыва» были проведены гидробиологические и ихтиологические исследования озер Азас, Ушпе-Холь, Тоора-Холь. Кормовая база и состояние ихтиофауны оз. Азас в отдельные годы изучались ТГУ (Томским государственным университетом) (1971–2004 гг.) и ФГНУ «НИИЭРВ» (2008 г.), озера Ушпе-Холь, Тоора-Холь ранее не исследовались. Данные по оз. Азас за 2002 и 2004 гг. взяты из отчета В.К. Попкова (рукописный фонд ФГНУ «НИИЭРВ»).

Цель работы – оценка состояния кормовой базы и ихтиофауны озер.

Результаты исследований могут быть использованы при составлении экологических паспортов водоемов и рыбохозяйственного кадастра, а также в качестве информационных материалов для оценки возможности развития сиговодства в Республике.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являлись фито- и зоопланктон, зообентос и рыбы.

При сборе материалов определяли глубину, прозрачность воды, концентрацию растворенного кислорода и температуру. Определение кислорода и температуры воды проводили термооксиметром «Марк-302Э».

Фитопланктон концентрировали на мембранные фильтры «Владипор» с диаметром пор 0,9 мкм. За единицу учета объема принято название «организм» – многоклеточные колонияльные, ценобиальные и нитевидные водоросли (Методики изучения, 1975). Степень сложности фитопланктонного сообщества определялась через индекс Шеннона H' по биомассе. Трофический статус водоема оценивался по состоянию фитопланктона (Барина и др., 2006).

При отборе проб зоопланктона использовалась сеть Джеди из газа №58 с диаметром входного отверстия 20 см. Камеральная обработка проб проводилась стандартным счетным методом. Расчет биомассы велся по уравнениям связи длины и массы тела (Методические рекомендации, Зоопланктон, 1984). Средняя биомасса рассчитывалась как средневзвешенная с учетом глубин (процеженных слоев воды). Биомасса хищного зоопланктона складывалась из 0,5 биомассы коловратки *Asplanchna priodonta* Gosse, биомасс копеподитов IV-V стадий и половозрелых рачков Cyclopoida, диаптомиды *Heterocope borealis* (Fischer) и кладоцер *Polyphemus pediculus* (L.), *Bythotrephes longimanus* Leydig, *Bythotrephes cederstroemi* Schoedler и *Leptodora kindtii* (Focke).

Пробы зообентоса отбирали дночерпателем Петерсена (площадь захвата – 1/40 м²), на каменисто-галечном грунте использовали скребок Дулькейта (площадь захвата – 1/9 м²). Сбор, фиксацию и обработку проб донных беспозвоночных проводили по общепринятой методике (Методические рекомендации, Зообентос, 1984).

Кормность озер классифицировалась по величине биомассы зоопланктона и зообентоса (Пидгайко и др., 1965). Величина продукции мирного и хищного зоопланктона рассчитывалась с использованием коэффициента удельной скорости роста (Р/В-коэффициент) массовых видов зоопланктона для таежной зоны (Толжинский район) – 12 (Китаев, 1984). Реальную продукцию зоопланктона учитывали через два трофических уровня – мирного и хищного зоопланктона за вычетом рациона хищного (Мельничук, 1980; Шукшина, 1966). Потенциальная рыбопродуктивность планктофагов рассчитывалась с учетом использования рыбой на корм 50% реальной продукции зоопланктона при кормовом коэффициенте 10 (Грезе, 1957).

При расчете продукции зообентоса Р/В-коэффициент принимался равным 3 (Озера Хакасии, 1976). При оценке потенциальной рыбопродуктивности степень изъятия рыбами-бентофагами продукции донных организмов принята 30%, кормовой коэффициент – 6 (Грезе, 1957).

Видовой состав и пространственное распределение рыб по акватории водоемов изучались методом контрольных обловов с использованием набора ставных сетей с ячейей 20 мм, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 60, 80 мм и длиной по 30 м каждая. Сети выставлялись в вечернее время суток с длительностью экспозиции – 0,5 сут. Сбор и обработка ихтиологического материала проводились по стандартным, общепринятым методикам (Методическое пособие, 1974; Правдин, 1966).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Озеро Азас площадью 5300 га имеет сложную конфигурацию с сильноизрезанной береговой линией. В озеро впадает р. Азас, берущая начало на горном плато Сай-Тайга, вытекает единственная река Тоора-Хем – приток Бий-Хема (Гундризер, 1972). На акватории озера 9 островов. Преобладающие глубины – 8-18 м, максимальная – 30, средняя – 16 м.

В июле температура поверхностных слоев воды достигала 17,8-19,5 °С, прозрачность воды – 4,5-5,8 м, содержание растворенного кислорода – 5,1-6,0 мг О₂/л.

Фитопланктон озера представлен 14 внутривидовыми и видовыми таксонами водорослей из 4 отделов, 5 классов, 7 порядков, 8 семейств и 11 родов. В альгоценозе преобладали монотипичные роды: из 11 родов 8 представлены одним таксоном со средним значением 1,27 видов в роде, что говорит об «экологической жесткости» водоема (чем меньше индекс, тем более лимитированы ресурсы в водоеме) (Бондаренко, 2009). Наиболее многочисленными по видовому разнообразию были синезеленые водоросли (6 таксонов) с доминированием в биомассе α - β -мезосапробной *Gloeotrichia echinulata* (J. S. Smith) P. Richt. в виде плавающих колоний (табл. 1). По численности доминировали мелкие представители золотистых водорослей (55%), по биомассе – синезеленые (99%). Значение H_b за счет пресватирования таксона *G. echinulata* составляло 0,02. Судя по биомассе фитопланктона (26 мг/л), вода озера относится к высокой градации политрофного класса трофности (табл. 2).

Таблица 1. Распределение основных групп фитопланктона в озерах Республики Тыва, июль 2009 г.

Table 1. The distribution of phytoplankton's major groups in lakes of the Republic of Tuva.

Основные группы водорослей	оз. Азас	оз. Тоора-Холь	оз. Ушпе-Холь
Cyanophyta	6	4	1
Chroococcophyceae	2	2	-
Hormogoneae	4	2	1
Bacillariophyta	-	6	8
Centricae	-	3	6
Pennatae	-	3	2
Chlorophyta	2	6	1
Dinophyta	-	1	1
Cryptophyta	3	1	1
Chrysophyta	3	5	8
Общее	14	23	20

Примечание: прочерк (-) – отсутствие водорослей.

Note: line (-) – is deficiency of algae.

Таблица 2. Значения основных групп фитопланктона (% от суммы параметра)
Table 2. The values of the phytoplankton's major groups (% of sum of the parameter)

Озера	% численности				N , млн.кл./л	% биомассы				B , мг/л	v , мкм ³	H_b
	СЗ	Д	З	Пр		СЗ	Д	З	Пр			
Азас	32	—	13	55	0,17	99	—	0,1	0,9	26,18	150399	0,02
Ушле-Холь	2	21	15	62	0,36	1	29	5	65	0,23	639	2,91
Тоора-Холь	12	17	24	47	1,67	2	16	5	77	0,87	504	2,29

Примечание: СЗ – синезеленые, Д – диатомовые, З – зеленые, Пр. – прочие; численность (N , млн. кл./л), биомасса (B , мг/л), средний объем клетки (v , мкм³), индекс Шеннона (H_b). Группы «Прочие» составляли Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta.

Note: СЗ – blue-green, Д – diatoms, З – green algae, Пр – other; abundance (N , million cells/l), biomass (B , mg/l), mean cell volume (v , mkm³), Shannon index (H_b). Group «Other» is Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta.

Зоопланктон оз. Азас был представлен коловратками (8 видов), клadoцерами (15) и копеподами (12 видов). Разнообразие группы клadoцер складывалось из организмов различных биотопов. В водоеме обитали эвритопные, зарослевые, пелагиальные виды ветвистоусых рачков. Из коловраток доминировала *Conochilus* sp. с численностью до 40,0 тыс. экз./м³, в основном, в колониальной форме, субдоминантом выступала *Euchlanis dilatata* Ehrenberg. Среди клadoцер по численности преобладали дафнии, на втором месте босмины. В группе копепод многочисленна молодь диаптомид. В озере обнаружены самки *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg) и *Arctodiaptomus* sp., самцы только *Eu. graciloides*. Интересен факт нахождения в озере хищного веслоногого рачка *H. borealis* – в озерах бассейна Верхнего Енисея отмечен впервые. Средняя биомасса зоопланктона по озеру составила 0,66 г/м³ (табл. 3).

Таблица 3. Численность (N , тыс. экз./м³) и биомасса (B , г/м³) зоопланктона озер Тоджи, июль 2009 г.

Table 3. The abundance (N , thousand ind./m³) and biomass (B , g/m³) of Todzha lakes zooplankton.

Группы зоопланктона	Азас		Ушле-Холь		Тоора-Холь	
	N	B	N	B	N	B
Коловратки	20,30	0,01	5,11	0,10	0,89	0,002
Клadoцеры	2,42	0,21	2,20	0,71	12,94	0,32
Копеподы	26,41	0,44	24,74	0,67	10,33	0,22
Всего	49,13	0,66	32,05	1,48	24,16	0,54

На долю хищных зоопланктеров в общей биомассе зоопланктона приходилось 9,2%. Помимо циклопов и гетерокопы в озере обитают хищные клadoцеры – *P. pediculus*, *B. longimanus* и *L. kindtii*, в рационе которых встречаются преимущественно мелкие ветвистоусые рачки и коловратки. В разные годы исследований (1982, 2002, 2009 гг.) биомасса зоопланктона в летний период составляла 0,7–1,0 г/м³ с постоянными доминантами – веслоногими рачками *Eu. graciloides* (61–64% общей биомассы) (Гундризер и др., 1986; данные В.К. Попкова). Близкие значения летней биомассы и стабильность доминирующего комплекса зоопланктона свидетельствуют о малом его потреблении местными рыбами и отсутствии или слабом воздействии на биоту озера каких-либо факторов антропогенного происхождения. В 2009 г. величина продукции мирного

зоопланктона – $7,2 \text{ г/м}^3$, хищного – $0,7 \text{ г/м}^3$. Реальная продукция зоопланктона равна $4,3 \text{ г/м}^3$, с учетом средней глубины озера – $68,8 \text{ г/м}^2$ (688 кг/га). Потенциальная рыбопродуктивность составила $34,4 \text{ кг/га}$. По уровню развития зоопланктона озеро оценивается как «среднекормное».

В составе зообентоса оз. Азас обнаружены хирономиды, олигохеты, поденки, бокоплавцы, пиявки. В глубоководной части озера на серых илах с растительными остатками, в основном, обитали хирономиды, на мелководье на слабозаиленных галечных и песчаных грунтах доминировали поденки. В 2009 г. средняя численность зообентоса составляла $1\,806 \text{ экз./м}^2$, биомасса – $6,84 \text{ г/м}^2$ (табл. 4).

Таблица 4. Средняя численность (N , экз./м²) и биомасса (B , г/м²) зообентоса озер Тоджи.
Table 4. The average abundance (N , ind./m²) and biomass (B , g/m²) of Todzha lakes zoobenthos.

Группы организмов	оз. Азас		оз. Ушше-Холь		оз. Тоора-Холь	
	N	B	N	B	N	B
Хирономиды	701	5,95	866	0,46	507	0,33
Поденки	320	0,62	44	0,07	28	0,14
Олигохеты	345	0,16	4	0,01	37	0,03
Бокоплавцы	160	0,07	9	0,01	68	0,11
Пиявки	280	0,04	-	-	1	0,002
Гидры	-	-	9	0,004	-	-
Мокрецы	-	-	-	-	64	0,16
Всего	1806	6,84	932	0,55	705	0,77

Примечание: прочерк (-) – отсутствие организмов.
Note: line (-) – is deficiency of organisms

Хирономиды обеспечивали 71% численности бентоса и 89% биомассы. Продукция зообентоса в озере – $20,5 \text{ г/м}^2$ (205 кг/га), потенциальная рыбопродуктивность за счет потребления бентоса – $10,3 \text{ кг/га}$. По уровню развития зообентоса озеро относится к водоемам «выше средней кормности». В 2009 г. биомасса зообентоса повысилась до уровня 80-х годов (Гундризер и др., 1986) при доминировании хирономид. В 2002 и 2004 гг. биомасса хирономид была очень низкой ($0,2$ и $0,4 \text{ г/м}^2$), что сказалось на общей биомассе сообщества (табл. 5). Колебания биомассы зообентоса по годам обусловлены численностью в озере рыб-бентофагов. Ослабление промысла приводит к снижению количественных показателей зообентоса, высокая эффективность промыслового лова – к сокращению численности рыб-бентофагов, и как следствие, к увеличению организмов донного сообщества.

Таблица 5. Биомасса (г/м²) зообентоса оз. Азас в разные годы исследования
Table 5. The biomass (g/m²) of lake Azas zoobenthos in different years of research

Группы организмов	1981-1983 гг.	2002 г.	2004 г.	2009 г. (наши данные)
Ручейники	0,9	0,2	0,1	-
Пиявки	0,4	0,8	0,2	0,04
Бокоплавцы	0,4	0,5	0,2	0,07

Продолжение табл. 5.
Continuation of table 5.

Хирономиды	2,7	0,2	0,4	5,95
Моллюски	1,7	1,7	0,3	-
Олигохеты	-	-	-	0,16
Поденки	-	-	-	0,62
Прочие группы	0,6	0,6	0,6	-
Всего	6,7	4,0	1,8	6,84

Примечание: прочерк (-) – отсутствие организмов.**Note:** line (-) – is deficiency of organisms

Промысловая ихтиофауна оз. Азас представлена тайменем, лепком, сигом, хариусом, щукой, налимом, язем, ельцом, плотвой, окунем, ершом. Из вселенцев встречается пропикший из Енисея лещ. В промысловых неводных уловах преобладала плотва – до 70-80% от общего вылова. Основную массу плотвы составляли размерные группы 14-19 см (77-87%) со средней массой 113 г, средней промысловой длиной 17 см. Доля рыб длиной 20 см и более была незначительной. Особи длиной 12-13 см составляли в уловах 4-6% (табл. 6) (Гундризер, 1975; данные В.К. Попкова).

В июле 2009 г. в контрольных сетных уловах присутствовали сиг, щука, налим, елец, плотва, окунь. По численности доминировал окунь (71%). Доля сига в уловах составляла 12%, плотвы – 8, щуки – 4, налима – 5%. Количество плотвы в уловах – 16 экз., длина рыб – 19-26 см (средняя – 22,6 см), масса – 140-400 г (средняя – 255 г). Спектр питания плотвы включал зоопланктон (кладоцеры), детрит и растительность.

Таблица 6. Размерный состав плотвы и окуня в неводных уловах оз. Азас (% от общего количества)

Table 6. The size structure roach and perch in seine's take of lake Azas (% of gross amount)

Год наблюдений	Длина промысловая, см.							
	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-27	28
Плотва								
1971	4,3	15,6	32,7	29,0	13,7	4	0,7	-
1981	4,8	26,8	41,4	18,9	6,2	1,7	0,2	-
1985	5,7	29,8	27,9	27,6	7	0,9	1,1	-
2004	-	13,2	32,1	32,0	13,4	4,3	4,7	0,3
2008	4,1	20,2	35,7	27,9	9,8	2,2	0,1	-
Окунь								
1971	7,0	26,9	14,5	20,4	24,7	3,2	1,6	1,6
1982	19,0	43,3	20,7	9,0	6,4	2,3	0,3	-
2004	-	10,7	49,5	34,2	3,7	0,9	0,6	-
2008	0,4	5,3	28,5	42,1	21,5	2,2	-	-

Примечание: прочерк (-) – отсутствие рыб данной длины**Note:** line (-) – is deficiency of fishes with this length

В неводных промысловых уловах 1970-1980-х гг. (Гундризер, 1975, 1986) доминировали окуни длиной 14-15 см (27-43%), в уловах 2004 и 2008 гг. окуни длиной 16-19 см (84 и 71% соответственно) (табл. 6).

В контрольных сетных уловах 2009 г. преобладали окуни длиной 16,6 и 18,4 см (52% по числу особей). Средняя длина рыб в улове – 18,4 см, масса – 121 г, возраст – 1-15+ лет с доминированием особей 3-7+ лет (табл. 7).

Таблица 7. Размеры окуня по возрастным группам в сетных уловах в оз. Азас, июль 2009 г.
Table 7. The dimensions of perch by age groups in control seine's take, lake Azas

Возраст, лет	Длина промысловая, см		Масса, г		Число экз.
	колебания	$M \pm m$	колебания	$M \pm m$	
1+	13,3-13,5	$13,4 \pm 0,0$	38-40	39 ± 1	3
2+	10,8-15,8	$13,5 \pm 0,5$	18-74	43 ± 5	10
3+	12,3-19,2	$15,07 \pm 0,4$	28-122	59 ± 5	18
4+	12,8-19,7	$16,6 \pm 0,4$	44-126	82 ± 5	23
5+	15,0-20,8	$18,4 \pm 0,4$	60-134	107 ± 5	15
6+	16,4-20,5	$18,4 \pm 0,2$	78-144	106 ± 3	25
7+	17,1-22,3	$19,9 \pm 0,4$	92-196	144 ± 8	14
8+	18,0-26,3	$20,7 \pm 0,6$	94-344	168 ± 17	13
9+	20,1-23,0	$21,2 \pm 0,5$	128-208	171 ± 13	6
10+	19,6-23,2	$21,4 \pm 1,8$	138-224	181 ± 43	2
11+	22,0-24,3	$23,0 \pm 6,7$	172-200	187 ± 8	3
12+	18,3-22,7	$21,2 \pm 0,5$	86-222	181 ± 18	7
13+	21,0-25,9	$23,2 \pm 0,9$	174-264	224 ± 16	5
14+	22,5-25,0	$23,7 \pm 12,5$	206-306	256 ± 50	2
15+	25,0-26,4	$25,4 \pm 0,5$	276-328	301 ± 15	3

В пищевом коме окуня младших возрастов отмечены зоопланктон (48,5%) и личинки хирономид (28,5% от массы пищевого кома), особей 3+ лет и старше – рыба (в основном, плотва). Индекс наполнения – $46-58\%_{\text{ком}}$.

Сиг в контрольных сетных уловах был представлен 26 экз. длиной 28-54 см, массой 174-1 898 г. Возраст рыб в уловах – 2-6+ лет, преобладали особи в возрасте 3+ лет. В озере сиг обитает на глубинах более 10 м. Спектр питания включал хирономид (62% от массы пищевого кома), гаммарид (24%), моллюсков и клadoцер. Индекс наполнения составлял $17,3-24,8\%_{\text{ком}}$.

Щука в контрольных уловах была представлена 8 особями длиной 30-70 см, массой 320 – 3 160 г, в возрасте 3-12+ лет. Средняя длина рыб – 43 см, масса – 944 г.

Налим в уловах был отмечен в количестве 21 экз. длиной 34 – 44 см (средняя длина – 40 см), массой 380-960 г (средняя масса – 620 г). Возраст рыб – 3-6+ лет.

Озеро Ушпе-Холь расположено в 50 км на северо-восток от пос. Тора-Хем. Озеро слабопроточное (протекает р. Сырына) площадью – 2 110 га, преобладают глубины – 15-25 м, средняя глубина – 16 м. Профундаль озера занимают слабозаиленные грунты с преобладанием разложившейся растительности. В районе истока р. Сырына (Малый Ушпе-Холь) и в прибрежной зоне западного берега

распространены белые глинистые илы с остатками растительности. Слабозаиленные каменисто-галечные грунты выявлены в районе восточного берега.

Прозрачность воды – 7,5 м, температура поверхностных слоев воды в конце июля – 17,5–19,5 °С, содержание растворенного кислорода – 6,6–7,2 мг О₂/л.

Фитопланктон оз. Ушпе-Холь представлен 20 внутривидовыми и видовыми таксонами водорослей из 6 отделов, 8 классов, 11 порядков, 11 семейств и 14 родов. В альгоценозе преобладали монотипичные роды: из 14 родов 11 – с одним таксоном, со средним значением 1,43 видов в роде, что говорит об «экологической жесткости» водоема (Бондаренко, 2009). Наиболее многочисленны по видовому разнообразию диатомовые и золотистые водоросли (по 8 таксонов) (табл. 1). Численность и биомасса были в пределах 0,36 млн. кл./л и 0,23 мг/л (табл. 2). По биомассе доминировал планктонный представитель динофитовых водорослей, космополит, олигосапробионт *C. hirendinella* (44%). Равнозначный вклад в биомассу присутствующих таксонов в пробе определяет высокое значение H_b (2,91). По уровню развития фитопланктона (0,23 мг/л) вода в озере имеет очень низкую градиацию олиготрофного класса трофности (табл. 2).

В зоопланктонном сообществе озера летом 2009 г. были отмечены 7 видов коловраток, 12 – кладоцер, 8 – копепоид. По численности доминировали: из коловраток – *A. priodonta*, кладоцер – *Daphnia longispina* O.F. Muller, копепоид – *Cyclops* sp., в меньшей степени – *Eu. graciloides*. В озере обнаружены хищные ветвистоусые рачки – *B. longimanus* и *B. cederstroemia*. Хищная коловратка *A. priodonta* достигала численности 9,2 тыс. экз./м³, в среднем по озеру ее численность составляла 5,3 тыс. экз./м³. Максимальная численность зоопланктона наблюдалась в районе истока р. Сырыны за счет молоди веслоногого рачка *Mesocyclops leuckarti*(Claus) – 41,1 тыс. экз./м³ и ветвистоусого рачка *Diaphanosoma* sp. – 13,5 тыс. экз./м³. Высокие показатели численности отмечены в целагиале с глубинами более 20 метров за счет крупных дафний и половозрелых копепоид (*C. sp.* и *Eu. graciloides*). Минимум зоопланктеров (7,3 тыс. экз./м³) наблюдался у северного берега (глубина – 3,5 м).

Биомасса зоопланктона в глубоководной части озера – 1,43–2,18 г/м³, средняя – 1,81 г/м³. На участках озера с глубинами менее 20 м средняя биомасса – 0,60 г/м³ (0,15–1,24 г/м³). В районе истока р. Сырына биомасса низкая (0,49 г/м³), поскольку преобладают организмы с малой индивидуальной массой. Средняя численность зоопланктона в озере – 32,05 тыс. экз./м³, биомасса – 1,48 г/м³ (табл. 3). Биомасса хищного зоопланктона по отдельным участкам озера составляет 11–51% от общей биомассы, средняя биомасса хищников – 0,37 г/м³. Продукция зоопланктона – 18,0 г/м³, в том числе продукция мирного зоопланктона – 13,6, хищного – 4,4 г/м³, реальная продукция зоопланктонного сообщества составила 11,2 г/м³ или с учетом средней глубины озера – 179 г/м² (1790 кг/га). Потенциальная рыбопродуктивность определена в 89,5 кг/га. По уровню развития зоопланктона озеро «среднекормное».

Зообентос в озере представлен хирономидами, олигохетами, поленками, бокоплавами, гидрами. По численности (84% от общей) и биомассе (93%) доминировали хирономиды. Средняя для акватории озера численность зообентоса – 932 экз./м², биомасса – 0,55 г/м² (табл. 4). Биомасса бентоса на глубоководных станциях (12–25 м) – 0,48 г/м², на мелководных (3–4 м) – 1,30 г/м². Продукция

зообентоса в озере – 17,0 кг/га, потенциальная рыбопродуктивность по бентосу – 0,8 кг/га. По уровню развития зообентоса озеро «низкокормное».

В 1970-х годах в неводных уловах преобладала плотва, составляя 72%, на долю окуня приходилось 24%. В настоящее время рыбным промыслом озеро осваивается нерегулярно и слабо. Ихтиофауна в контрольных сетных уловах 2009 г. была представлена плотвой, окунем, щукой, налимом. По численности доминировали окунь (38,5%) и щука (36,3%). Доля плотвы составила 18,0%, налима – 7,4%.

Щука в контрольных сетных уловах была представлена 49 особями длиной 32-74 см и массой 300 - 4 040 г. Средняя длина рыб составила 52 см, масса – 1 532 г. Возраст рыб в улове от 3+ до 14+ лет, доминировали особи в возрасте 4-5+ лет. В желудках щуки обнаружены окунь и плотва, индексе наполнения – 44-89‰.

Окунь в контрольных сетных уловах представлен особями длиной 12,2-31,2 см (средняя длина – 21,0 см), массой 22-620 г (средняя масса – 207 г). Возраст рыб – 1-16+ лет (табл. 8).

Таблица 8. Размеры окуня в контрольных сетных уловах по возрастным группам, оз. Ушпе-Холь, июль 2009 г.

Table 8. The dimensions of perch by age groups in control seine's take, lake Ushpe-Hol.

Возраст, лет	Длина промысловая, см		Масса, г		Число экз.
	колебания	M±m	колебания	M±m	
1+	14,7-16,0	15,4±0,4	52-70	62±5	3
2+	12,2-15,1	14,1±0,4	22-64	47±5	7
3+	14,3-18,0	15,8±0,7	46-94	68±8	6
4+	14,3-17,5	15,6±1,0	52-96	67±14	3
5+	17,8-19,0	18,4±0,6	106-112	109±3	2
7+	19,7	19,7	142	142	1
8+	20,7-25,0	22,7±1,2	170-294	221±37	3
9+	21,9-23,9	22,9±0,4	180-250	217±16	4
10+	23,4-28,7	25,8±1,2	248-466	320±50	4
11+	24,5-25,4	24,9±1,9	252-280	263±6	4
12+	26,5-30,4	28,4±1,9	340-550	445±105	2
13+	23,7-28,5	25,5±0,8	248-436	307±33	5
14+	22,5-30,0	25,9±1,6	192-458	309±56	4
16+	25,3-31,2	28,9±1,8	314-620	489±91	3

Длина окуня из неводных уловов на мелководьях прибрежной зоны – 13-22 см. Преобладают особи длиной 15 см, средняя масса рыб в улове – 66 г.

В пищевом коме окуня присутствовали рыба (в основном, плотва) – 84% и детрит – 16%. Индекс наполнения желудков – 84-103‰.

Плотва в контрольных сетных уловах присутствовала в количестве 24 экз. длиной 14,5-30,6 см (средняя длина – 20 см), массой 50-564 г (средняя масса – 192 г). Возраст рыб в сетных уловах от 3+ до 13+ лет. В прибрежье, судя по неводным уловам, обитают молодые особи длиной от 13 до 17 см, средней массой 67 г.

По типу питания плотва — эврифаг, в пищевом коме 68% приходится на детрит, растительность составляет 23, планктон и воздушные насекомые — 9%. Индекс наполнения кишечника от 72 до 112‰.

Налим в контрольных сетных уловах представлен 9 экз. длиной 33-66 см, массой 370-2 470 г в возрасте 3-15+ лет.

Озеро Тоора-Холь площадью 600 га расположено в таежной зоне в 20 км от пос. Тоора-Хем. В озеро впадает несколько ручьев, сток из озера отсутствует. Озеро имеет почти правильную округлую форму, характеризуется отсутствием резких перепадов глубин с максимальными отметками до 7,5 м в центральной части. Средняя глубина озера — 4,5 м. Зарослевая зона водоема незначительна и характеризуется однородностью ассоциаций макрофитов. В глубоководной части озера коричневые илистые грунты с растительными остатками, в прибрежье (глубина — 0,5 м) — каменисто-галечные и песчаные. В июле 2009 г. температура в поверхностных слоях воды составляла 20,0-20,6 °С, прозрачность воды — 4,0 м, содержание растворенного кислорода — 5,4-6,0 мг О₂/л.

В составе фитопланктона оз. Тоора-Холь выделено 23 внутривидовых и видовых таксонов водорослей из 6 отделов, 8 классов, 10 порядков, 14 семейств и 17 родов. В альгоценозе преобладали монотипичные роды: 12 представлены одним таксоном со средним значением 1,35 видов в роде (Бондаренко, 2009). Наиболее разнообразно представлены диатомовые и зеленые водоросли (по 6 таксонов), далее золотистые (5) и синезеленые (табл. 1). Численность и биомасса были в пределах 1,67 млн. кл./л и 0,87 мг/л (табл. 2). В биомассе доминирующим таксоном был *C. Hiredinella* (62%). Равнозначный вклад присутствующих в пробе таксонов определял высокое значение H_b (2,29). По уровню развития фитопланктона (0,87 мг/л) озеро определялось низкой градацией мезотрофного класса трофности (табл. 2).

Зоопланктон состоял из коловраток (10 видов), кладоцер (13), конепод (11 видов). Впервые отмечено обитание в озере гетерокопы. Средняя численность кладоцер — 12,9 тыс. экз./м³ (54% от общей), биомасса — 0,31 г/м³ (58% от общей биомассы), конепод — 10,3 тыс. экз./м³ и 0,22 г/м³ (43 и 41% от общих показателей). Роль коловраток в водоеме очень незначительна (табл. 3). Наиболее высокие показатели ветвистоусых и веслоногих рачков в пелагиале на глубинах 7,0-7,5 м. Средняя численность зоопланктона в озере равна 24,2 тыс. экз./м³, биомасса — 0,54 г/м³ (табл. 3). Продукция зоопланктона составляла 6,6 г/м³ (292 кг/га). Потенциальная рыбопродуктивность за счет использования зоопланктона — 14,6 кг/га, что характеризует озеро как «малокормное».

В составе донной фауны озера обнаружены хирономиды, мокрецы, поденки, бокоплавы, олигохеты, пиявки. В зообентосном сообществе по численности и биомассе доминировали хирономиды (71,9% и 42,2% соответственно), далее следуют мокрецы (9,1 и 21,4) и бокоплавы (9,4 и 14,6). Средняя численность зообентоса — 705 экз./м², биомасса — 0,77 г/м² (табл. 4). Средняя биомасса бентоса в литоральной зоне — 0,98 г/м², в глубоководной — 0,38 г/м². Продукция зообентоса — 2,3 г/м² (23,0 кг/га), потенциальная рыбопродуктивность за счет потребления бентоса составляет 1,2 кг/га. По уровню развития зообентоса озеро «низкормное».

В июле 2009 г. в контрольных сетных уловах присутствовали окунь (67% от общего числа рыб), плотва (23) и щука (10%).

Окунь в уловах длиной 7-35 см (средняя длина – 21 см), массой 6-1 040 г (средняя масса – 221 г). Возрастной состав рыб от 0+ до 14+ лет (табл. 9). Доминировали особи длиной 21-22 см. В рационе окуня плотва, собственная молодь, хирономиды, индекс наполнения желудков – 15-33%_{опо}.

Плотва в контрольных уловах отмечена длиной от 14 до 21 см (средняя – 18,3 см), массой от 44 до 204 г (средняя – 122 г). Возраст рыб в уловах – 2+-8+ лет. Доминируют особи длиной 18-19 см. В питании плотвы детрит составлял 51%, растительность – 38, личинки хирономид – 7, моллюски – 4%. Индекс наполнения кишечника от 69 до 195%_{опо}.

Таблица 9. Размеры окуня в контрольных сетных уловах по возрастным группам в оз. Тоора-Холь, июль 2009 г.

Table 9. The dimensions of perch by age groups in control seine's take, lake Toora-Hol.

Возраст, лет	Длина промысловая, см		Масса, г		Число экз.
	колебания	M±m	колебания	M±m	
0+	7,3	7,3	6	6	1
1+	10,4-16,3	12,6±0,3	18-82	37±3	20
2+	11,2-21,7	15,6±0,7	28-188	83±12	20
3+	15,4-21,6	19,3±0,2	80-220	150±6	30
4+	12,9-23,8	20,7±0,6	40-288	189±13	18
5+	14,0-25,4	22,8±0,5	56-326	248±12	23
6+	20,5-25,8	23,9±0,5	176-416	297±19	10
7+	22,8-33,0	26,5±1,1	260-786	399±60	8
8+	18,1-30,4	25,9±1,2	112-612	395±50	10
9+	21,4-35,4	26,8±2,4	282-952	488±122	5
10+	23,0-34,5	26,7±1,2	250-1040	441±81	9
11+	23,3-26,1	24,7±1,4	286-470	378±92	2
13+	34,5	34,5	1010	1010	1
14+	21,1-31,2	26,1±5,0	192-654	423±231	2

Щука в контрольных уловах представлена 24 экз. длиной 34-80 см и массой 300-4 690 г. Средняя длина рыб – 44 см, масса – 845 г. Возраст особей от 3+ до 13+ лет.

Рыбным промыслом озеро не осваивается, проводится только любительский лов с использованием крючковых снастей.

ВЫВОДЫ

1. В оз. Азас биомасса фитопланктона – 26,18 мг/л, доминирующим видом в биомассе выступала синезеленая водоросль (*Gl. echinulata*). В озере Ушпе-Холь биомасса – 0,23 мг/л, Тоора-Холь – 0,87 мг/л. Озеро Азас по уровню развития фитопланктона относится к высокоэвтрофным водоемам. Озера Ушпе-Холь и Тоора-Холь соответственно имеют низкую градацию трофности.

2. Зоопланктон озер слагался из коловраток, клadoцeр и копецод. Биомасса зоопланктона составляла в оз. Тоора-Холь $0,54 \text{ г/м}^3$, Азас — $0,66$, Ушпе-Холь — $1,48 \text{ г/м}^3$. Потенциальная рыбопродуктивность по зоопланктону в озерах — $4,3-18,0 \text{ г/м}^3$. По уровню развития зоопланктона озера Азас и Ушпе-Холь «среднекормные», оз. Тоора-Холь «малокормное».

В озерах Азас и Тоора-Холь впервые для бассейна Енисея отмечен хищный веслоногий рачок *H. borealis*. Возможно, именно из этих озер гетерокопа попала в енисейские водохранилища, существенно пополнив в них кормовую базу рыб.

3. Зообентос в озерах лимнофильного характера и представлен хирономидами, олигохетами, поденками, бокоплавами, пиявками, мокрецами и гидрами. По численности и биомассе доминировали хирономиды. Биомасса бентоса в оз. Ушпе-Холь составляла $0,55 \text{ г/м}^2$, Тоора-Холь — $0,77$, Азас — $6,84 \text{ г/м}^2$. Рыбопродуктивность по бентосу — $1,7-20,5 \text{ г/м}^2$. По уровню развития зообентоса озера Ушпе-Холь и Тоора-Холь «малокормные», оз. Азас — «выше средней кормности».

4. Промысловыми видами рыб в озерах являлись щука, налим, плотва, окунь, елец. Наибольшее значение имеют плотва и окунь. Рыбы — аборигены, в основном, обитают в литоральной зоне. В оз. Азас в глубоководной пелагиали обитает сиг.

5. Рыбный промысел является в настоящее время единственным антропогенным фактором воздействия на экосистему озер. Постоянно неводной промысел ведется только на оз. Азас, на озерах Ушпе-Холь и Тоора-Холь он практически отсутствует. Последствия, возникающие в результате недолова рыб, сказываются на запасах зообентоса (низкая биомасса).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Бондаренко Н.А. Экология и таксономическое разнообразие планктонных водорослей в озерах горных областей Восточной Сибири: Автореферат диссерт. на соиск. ученой степени доктора биол. наук. Борок, 2009. 46 с.

Грезе В.Н. Кормовые ресурсы рыб Енисея и их использование. Тр. ВНИОРХ. 1957. Т. 41. 235 с.

Гундризер А.Н. Перспективы рыбохозяйственного освоения водоемов Тувы. Томск: Изд-во ТГУ, 1972. Т. 2. С. 91-98.

Гундризер А.Н. Рыбы Тувинской АССР. Автореферат диссертации на соиск. ученой степени доктора биол. наук. Томск: ТГУ, 1975. 48 с.

Гундризер А.Н., Попков В.К., Верещинский Е.Г. и др. Биологические основы повышения рыбопродуктивности водоемов Тувинской АССР. Дсп. в ВИНТИ, № 4629-В86 24.06.86.

Китаев С.П. Экологические основы биопроductивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 208 с.

Мельничук Г.Л. Методические рекомендации по применению современных методов изучения питания рыб и расчеты рыбной продукции по кормовой базе в естественных водоемах. Л.: ГосНИОРХ. 1980. 22 с.

Методики изучения биоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ. 1984. С. 34.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция. Л.: ГосНИОРХ. 1984. С. 52.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 249 с.

Носин В.А. Природные районы Тувинской области. Сб. Природные условия Тувинской Автономной области. М.: АН СССР, 1957. С. 240-265.

Озера Хакасии и их рыбохозяйственное значение. // Тр. Красноярского отделения Сибирьинститута. 1976. Т. 11. 206 с.

Индгайко М.Л., Александров Б.А., Иоффе Ц.И., Салазкин А.А. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР. Тр.: ГосНИОРХ. 1965. Т. 67. С. 205-225.

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

Шукина Э.А. Соотношение продукции и биомассы зоопланктона озер // Гидробиологический журнал 1966. Т. 2. № 1. С. 27-35.

BIOLOGICAL PRODUCTIVITY AND STRUCTURE OF ICHTHYOFAUNA OF LAKES IN TODZHINSKAYA HOLLOW (REPUBLIC TYVA)

© 2012 y. N.Y. Volkova¹, T.V. Michaleva¹, K.V. Polyayeva¹, L.A. Schure²

1 - Research institute of fishery water's ecology, Krasnoyarsk

2 - Institute of computational modeling of siberian branch of Russian Academy of Sciences; Krasnoyarsk

The research was conducted on the Todzha depression's lakes in 2009. Quantitative and qualitative indexes (abundance, biomass, production) of phytoplankton, zooplankton and zoobenthos were estimated. Fish capacity of these lakes was calculated inclusive of food reserve. Species of fishes, their structure, age, dimension, food spectrum are presented.

Keywords: phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, fish fauna, fish capacity.