

## ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРСТОВЫХ ОЗЕР КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Пежева М.Х., Шебзухова З.С., Казанчев С.Ч., Авалишвили Е.Т., Карданова Р.А.

*ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», Нальчик, Россия, (тел.:407270, Нальчик, ФВМиБ, ул. Тарчокова,16), mpiezhieva@mail.ru*

Впервые изучено водное население карстовых озер и определены возможности получения устойчиво высоких урожаев биологического сырья. Изучение видового состава, численности и биомассы планктонного сообщества карстовых озер (Шадхурей и Малый Шадхурей) показывает, что они пригодны для разведения рыб семейства карповых. Объектами исследования были два карстовых озера, расположенных на идентичных эколого - фенологических условиях: озера «Шадхурей» и «малый Шадхурей» на высоте 1000 метров. Диаметр зеркала 80-60 м., соответственно глубина 200-180 м (точная глубина неизвестна), в окружении альпийских лугов, на фоне снежного Эльбруса. Наблюдения вели на постоянных станциях, расположенных в пелагической зоне. Ежедневно определяли численность, биомассу, скорость размножения и элиминацию планктонных инфузорий. Одновременно отбирали пробы зоопланктона (тотальные и серийные ловы с помощью сети Джеди). Их обрабатывали по стандартной методике.

Ключевые слова: карстовые озера, планктонное сообщество, Шадхурей, Малый Шадхурей, зоопланктон.

## HYDROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF KARST LAKES KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

Pezheva M.H., Shebzuhova Z.S., Kazanchev S.C., Avalishvili E.T., Kardanova R.A.

*Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Kabardino-Balkaria State Agricultural University. V.M. Kokova", " Faculty of Veterinary Medicine and Biotechnology", mpiezhieva@mail.ru*

The first studied the population of karst water lakes and identified opportunities for sustained high yields of biological materials. The study of species composition, abundance and biomass of plankton community karst lakes (Shadhurey and Small Shadhurey) shows that they are suitable for breeding fish of the carp family. The study of species composition, abundance and biomass of plankton community karst lakes (Shadhurey and Small Shadhurey) shows that they are suitable for breeding fish of the carp family. The objects of the study were two karst lakes located on identical ecological - phenological terms: the lake "Shadhurey" and "small Shadhurey" on high of 1000 meters. The diameter of the mirror 80-60 m., respectively depth of 200-180 m (the exact depth is unknown), surrounded by alpine meadows, on the background of snowy Mount Elbrus. The observations led to the permanent stations located in the pelagic zone. Daily determined strength, biomass, rate of reproduction and elimination of the planktonic ciliates. At the same time samples were taken zooplankton (pervasive and serial catches through a network of Jedi). They are treated by standard methods.

Keywords: karst lake plankton community, Shadhurey, Small Shadhurey, zooplankton.

В Кабардино-Балкарской республике более 100 карстовых озер. Большая часть озер находится в высокогорьях (их образование связано с ледниками и карстовыми процессами), а равнинные озера - это остаточные водоемы - старицы в низовьях рек. В одних озерах вода пресная, а в других соленая. Научных данных о гидробиологической характеристике озер нет.

Экспедицией, возглавляемой проф. Казанчевым С.Ч, в начале девяностых годов прошлого столетия некоторые озера были заселены рыбами семейства карповых (сазан, растительоядные, в основном белый амур, толстолобики, караси).

С того времени озерами никто не интересовался (за исключением голубых озер), и мы вновь возобновили экспедицию с 2008 г. при «КБГАУ им. В. М. Кокова» для научного исследования неизвестных озер.

**Цель работы** - провести научно - эколого - гидробиологическое исследование доступных карстовых озер республики начиная с простейших (PROTOZOA) класс инфузории (INFUSORIA).

#### **Материалы и методы исследования**

Объектами исследования были два карстовых озера, расположенных на идентичных эколого - фенологических условиях: озера «Шадхурей» и «малый Шадхурей» на высоте 1000 метров. Диаметр зеркала 80-60 м., соответственно глубина 200-180 м (точная глубина неизвестна), в окружении альпийских лугов, на фоне снежного Эльбруса. Наблюдения вели на постоянных станциях, расположенных в пелагической зоне. Ежедневно определяли численность, биомассу, скорость размножения и элиминацию планктонных инфузорий. Одновременно отбирали пробы зоопланктона (тотальные и серийные ловы с помощью сети Джеди). Их обрабатывали по стандартной методике.

Продукцию ракообразных и коловраток рассчитывали, исходя из данных о скорости роста и размножения в условиях водоемов. При этом использовали метод Г.А. Галковской [2].

Инфузории собирали батометром Рутнера.

Массу находили по полученным нами разменным характеристикам (измерение живых клеток под микроскопом). Продукцию рассчитывали по формуле, предложенной Г.Г. Винбергом [1]. Всего выполнено около 250 определений времени генерации и скорости элиминации инфузорий в водоемах. Вычислены продукция и P/B- коэффициенты от 7 до 10 декад на основании чего рассчитаны сезонные величины.

#### **Результаты исследования**

Исследования проводили на протяжении сезона (май - октябрь) 2010 г.

В озера не впадают ни реки, ни родники, из них не вытекает вода. Но при этом, вода в нем всегда чистая и прозрачная и уровень ее одинаков круглый год. В них водится много рыбы. Озера на сегодняшний день малоизученны и, поэтому, найти про них научную информацию очень трудно.

Видовой состав планктонных инфузорий в озерах сходен. В озере Шадхурей к доминирующим относятся *Strombilidium gyrans stokes*, *Strombidium stein*, *Tintinnidium fluviatile stein* и *Codonella cratera Leidy*. Они встречаются на протяжении всего сезона, или большей части его. Весной значительную роль в планктоне играют *Vorticella campanula*

Eh., *Bursaria truncatella* O.F.M., *Stokesia vernalis* (W) W., осенью *S.Vernalis*, *Epistylis* sp., *Dileptus anser* O.F.M., *Didinium nasutum* O.F.M., *B. truncatella* [3].

Озеро Малый Шадхурей группу доминирующих видов составляют: *S. Viride*, *S. qyrans*, *V. campanula* и *Epistylis* sp., встречающихся в течение всего периода наблюдений. В августе и сентябре в массе развиваются *S. vernalis* и *Spirostomum teres* Cl. L., в октябре - *D. nasutum* (табл. 1).

Таблица 1

Сезонная динамика численности (тыс.экз/м<sup>3</sup>) массовых видов планктонных инфузорий

Вид	Озеро Шадхурей							Малый Шадхурей						
	месяцы							месяцы						
	V	VI	VI I	VII I	IX	X	В средне м	V	VI	VII	VIII	IX	X	В средне м
<i>D. nasutum</i>	-	-	-	-	5	75		-	-	-	79	62	12 8	
<i>S. vernalis</i>	10 2	-	-	73	15 7	11 0		38	46	91	68	347	37	
<i>D. anser</i>	-	-	6	8	46	78		-	-	-	-	-	-	
<i>T.ovum</i>	-	30	10	13	15	-		-	-	-	-	-	-	
<i>S. teres</i>	-	-	-	-	-	-		-	-	57	891	890	-	
<i>B. truncatella</i>	36	-	-	-	7	31		19	-	-	-	86	49	
<i>S. viride</i>	12 0	23 3	99	263	7	34		52 0	202 3	192	113	867	25 5	
<i>S. qyrans</i>	43	30 7	56 8	480	15 1	20 3		-	208 7	339	164 1	111 9	22 2	
<i>T. fluviatile</i>	16 8	47	21 4	6	24 1	24		22 1	209	-	-	-	-	
<i>G. cratera</i>	-	75 8	69	275	37 4	-		-	-	46	-	396	18	
<i>V. campanula</i>	22 8	47	27 2	8	-	-		78 1	126 0	160 3	342	464	40	

Epistylis sp.	-	-	-	362	48	-		13	100	124	130	322	-	
					5			8	2	3	4			
Всего														

Таким образом, наряду с малоресничными здесь многочисленны и Peritricha [3]. Обращает на себя внимание массовое *S. teres* и *S. vernalis*. Первый приурочен к зоне сероводородного заражения и в данном случае является индикатором сероводородного заражения водоема. По нашим наблюдениям сероводород к концу лета в заметном количестве образуется в придонных слоях воды и в отдельные годы поднимается до верхней границы гипolimниона. *S. vernalis* обычно отмечается в водоемах в периоды низких температур, и естественно, исчезает из планктона озера Шадхурей в июне и июле при прогревании всей толщи воды. В озере Малый Шадхурей он сохраняется в условиях относительно низких температур гипolimниона.

Биомасса планктонных инфузорий характеризуется подъемами весной (озеро Шадхурей) или в начале лета (Малый Шадхурей), а также осенью (оба водоема-см.табл.5). Осенний максимум обусловлен увеличением размеров круглосезонных видов (табл.2) и размножением крупных инфузорий - *S. teres*, *S. anser*, *B. truncatella* - на фоне снижения или незначительного увеличения общей численности.

Таблица 2

Размеры массовых планктонных инфузорий

Вид	Озеро Шадхурей			Малый Шадхурей		
	Длина, м	Ширина, м	Объем клеток мм <sup>3</sup> .10 <sup>-6</sup>	Длина, м	Ширина, м	Объем клеток мм <sup>3</sup> .10 <sup>-6</sup>
<i>D. nasutum</i>	71	56	146,8	86	66	277,0
<i>S. vernalis</i>	65-190*	182-190*	598,8-1831,0	80-114*	166	561,7-797,3
<i>D. anser</i>	555	122	6219,3	-	-	-
<i>T.ovum</i>	208	106	2781,0	-	-	-
<i>S. teres</i>	191	36	173,5	294	36	236,2
<i>B. truncatella</i>	208	158	3872,5	136	101	1039,6
<i>S. viride</i>	79	69	73,9	55-73*	46-68*	27,8-78,6
<i>S. qyrans</i>	48-141*	39-121*	14,2-442,1	46-68*	38-58*	12,7-49,0
<i>T. fluviatile</i>	79-121*	25-49*	39,2-111,0	76-226	19-71*	19,1-831,1
<i>G. cratera</i>	71	36	67,1	64	40	69,3

<i>V. campanula</i>	116	89	226,6	96	66	111,1
<i>Epistylis</i> sp.	71	44	-	56	28	-

\*Размеры осенних форм.

Средние показатели численности и биомассы планктонных инфузорий в озерах за период с мая по октябрь равны в озере Шадхурей – 1118 тыс. экземпляров и 0,38 г в 1м<sup>3</sup> или 5256 тыс. экземпляров и 1,75г в 1м<sup>2</sup>, в озере малый Шадхурей 3516 тыс. экземпляров и 0,28 г в 1м<sup>3</sup>, или 23.909 тыс. экз. и 1,90 г. в 1 м<sup>2</sup>. Пересчет на 1 м<sup>2</sup> поверхности сделан с учетом вертикального распределения гидробионтов. В озере Шадхурей они обживают весь столб воды: в озере Малый Шадхурей это имеет место лишь в начале июня, в дальнейшем же нижняя граница их распространения приурочена к глубине 6 м ( в июне-июле 7м).

Расхождение приведенных величин численности и биомассы инфузорий в двух озерах объясняется тем, что, как правило, в озере Малый Шадхурей инфузории мельче (см. табл.2). Сравнение полученных данных свидетельствует о том, что биомасса инфузорий в обоих водоемах приблизительно равна таковой ветвистоусых ракообразных и составляет 4,3% общей биомассы зоопланктона в озере Шадхурей и 10,1% - в озере Малый Шадхурей (табл.3).

Таблица 3

Биомасса (г/м<sup>3</sup>) основных групп организмов зоопланктона

Озеро	Infusoria	Rotatoria	Cladocera	Copepoda	В целом
Шадхурей	0,38	6,57	0,59	1,27	8,81
Малый Шадхурей	0,28	1,25	0,41	0,84	2,78

В среднем за период исследований.

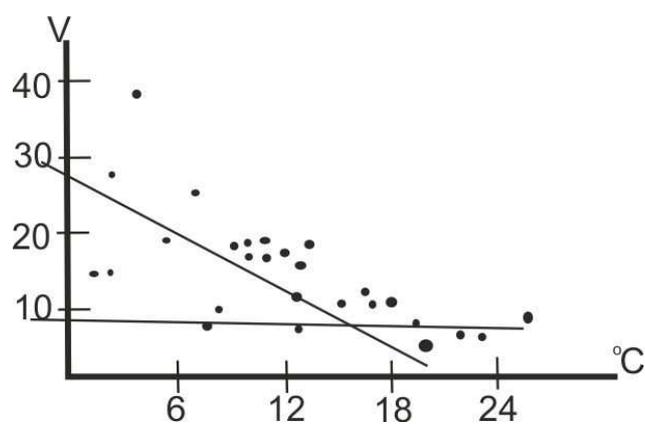
Скорость размножения инфузорий в озерах высока (табл. 4) и это относится прежде всего, к видам с хищным и смешанным питанием (*D. nasutum*, *D. anser*, *T. ovum*). Скорость размножения зависит от температуры (см. рисунок), однако в ряде случаев такой четкой связи не наблюдали.

Таблица 4

Скорость размножения инфузорий

Вид	Озеро Шадхурей		Озеро малый Шадхурей	
	q	V	q	V
<i>S. viride</i>	24,7	89,8	16,5	26,6

S. qyrans	15,6	13.3	18.7	11.3
T. fluviatile	22.5	38.1	17.3	18.7
G. cratera	10.2	65.1	13.8	68.2
S. teres	-	-	14.2	234.1
V. campanula	-	-	24.1	110.1
T. ovum	11.2	2771.0	-	-
D. nasutum	5.9	146.6	4.6	273.0
D. anser	11.0	6217.2	-	-



Высокий темп размножения инфузорий обеспечивает и высокую продукцию этой группы зоопланктонов (табл.5). По нашим расчетам, она составила 25,25 г/м<sup>3</sup> (118,67 г/м<sup>2</sup>) в озере Шадхурей и 23,04 г/м<sup>3</sup> (129,3 г/м<sup>2</sup>) в озере Малый Шадхурей. Исходя из показателей биомассы и продукции, отнесенным к 1 м<sup>3</sup> поверхности, Р/В - коэффициенты за вегетационный сезон оказываются равны 68,1 и 67,8, а при использовании величин, относящихся к 1 м<sup>3</sup>, Р/В- коэффициент для озера Малый Шадхурей возрастает до 82,2. Объясняется это тем, что в условиях термической стратификации низкая температура гипolimниона тормозит скорость размножения инфузорий, и на отдельных горизонтах их продукция фактически равна нулю. В итоге нижняя граница «продуцирующего слоя» оказывается выше глубины распространения инфузории, а показатели продукции, рассчитанные на 1 м<sup>2</sup>, относительно ниже.

Таблица 5

Абсолютные и относительные показатели продукции и трат на обмен планктонных инфузорий

Показатель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Щктябрь	За сезон
Озеро Шадхурей							
T, °C	17,5	21,6	24,9	22,6	12,5	4,5	17,3

B	1,26	0,74	0,62	1,52	2,70	3,72	1,75
P	16,17	7,94	19,94	15,12	24,98	34,52	118,67
P/B	12,8	10,7	32,2	10,9	10,2	9,5	863,0
D	735,0	787,2	1409,7	1372,2	855,6	638,1	5771,8
T	38,5	31,1	33,6	69,6	52,2	25,2	250,1
T/D,%	5,24	3,95	2,38	5,07	6,10	3,95	4,33
Озеро Малый Шадхурей							
T, °C	15,3	15,3	15,9	17,1	10,0	5,3	13,2
B	1,11	2,21	1,83	1,49	3,73	1,03	1,90
P	47,40	8,70	10,80	13,2	43,50	5,70	129,30
P/B	42,7	3,9	5,9	8,9	11,7	5,5	78,6
B	799,5	798,3	1136,7	635,9	397,5	162,6	3930,5
T	21,8	57,0	24,9	39,3	53,7	7,9	204,6
T/D,%	2,73	7,14	2,19	6,18	13,51	4,86	5,21

Примечание. T° - средняя температура для столба воды: (B) биомасса и (P) продукция даны в г/м<sup>2</sup>, суммарная деструкция (D) и траты на обмен (T) - в ккал/м<sup>2</sup>, TD - в %.

Представляет интерес сопоставление продукции инфузорий и других групп зоопланктона. Как известно, имеет смысл сравнить лишь трофически однородные группировки (табл.6) к хищникам (второй трофический уровень) отнесены и магинальные и старше копеподитные стадии циклопов, 50% популяции *Asplanchna priodonta* (по нашим наблюдениям коловратки используют в пищу животные и растительные организмы) [1]. Что касается хищных простейших (*D. nasutum*, *B. truncatella*, *D. anser*), то они преднамеренно не включены в состав второго трофического уровня: во-первых, эти организмы малочисленны и периоды их развития кратковременны; во-вторых, питаются они преимущественно простейшими и учет их имеет значение лишь при вычислении продукции инфузорий. В результате инфузории в целом отнесены к первому трофическому уровню.

Очевидно, что инфузории создают значительную часть продукции «мирных» зоопланктонов (26,6% в озере Шадхурей, 34,3% в озере малый Шадхурей) и с ними конкурируют лишь коловратки.

Таблица 6

Сезонная продукция (г/м<sup>3</sup>) основных групп организмов зоопланктона

Группа	Озеро Шадхурей			Озеро малый Шадхурей		
	P	B	P/B	P	B	P/B
Infusoria	25,76	0,38	67,8	23,01	0,28	82,2

Rotatoria	58,29	3,81	15,3*	23,48	0,75	31,3
Cladocera	10,38	0,59	17,6	9,59	0,41	23,4
Copepoda	1,87	0,12	15,6**	3,38	0,62	6,5
В целом для первого трофического уровня	96,30	-	-	59,46	-	-
Rotatoria	33,67	2,76	12,2	10,3	0,5	20,6
Copepoda	9,89	1,15	8,6	2,34	0,32	7,3
В целом для второго трофического уровня	43,56	-	-	12,64	-	-

\*Относительно невысокий Р/В- коэффициент связан с преобладанием

*A. priodonta*.

\*\*Высокий Р/В - коэффициент объясняется тем, что при отсутствии диантомид учитываются лишь младшие стадии онтогенезов циклопов.

Таким образом, в случае напряженных трофических взаимоотношений (как, например, в озере Шадхурей) инфузории могут составлять заметную долю в рационах хищных ракообразных и коловраток.

Для более полного представления о роли планктонных инфузорий в жизни водоема имеет смысл оценить их вклад в деструкцию органических веществ, что особенно важно для загрязняемых водоемов. Если исходить из данных по интенсивности дыхания простейших, среднего размера клеток, с принятого равным в рассматриваемых озерах  $0,05 \cdot 10^{-3} \text{мм}^3$ , а так же среднемесячных температур воды, то траты на обмен за сезон в пересчете на энергию составит 250 ккал/м<sup>2</sup> в озере Шадхурей и 204 ккал/м<sup>2</sup> в озере Малый Шадхурей (см. табл.5). Это соответствует 4,3% и 5,2% суммарной деструкции.

Если, далее принять для инфузорий коэффициент использования ассимилированной пищи на рост ( $K_2$ ) равным 0,5, то траты на обмен в соответствии с полученными величинами продукции составят в озере Шадхурей 59,33 ккал/м<sup>2</sup> и в озере Малый Шадхурей 64,65 ккал/м<sup>2</sup> (при калорийности сырого вещества 0,5 ккал/м<sup>2</sup>).

Расхождение результатов может объясняться двумя причинами: завышением интенсивности дыхания, которое в природных водах может значительно отличаться от полученных в эксперименте, или завышением величины  $K_2$  о котором мы еще мало знаем. Оба предположения подлежат проверке. Тем не менее, уже сейчас можно говорить, что

планктонные инфузории должны учитываться наряду с коловратками и ракообразными, как равноправный компонент зоопланктона при анализе трансформации вещества и энергии этим звеном в водоеме.

### **Выводы**

1. Впервые изучено водное население карстовых озер и определены возможности получения устойчиво высоких урожаев биологического сырья.
2. Изучение видового состава, численности и биомассы планктонного сообщества карстовых озер (Шадхурей и Малый Шадхурей) показывает, что они пригодны для разведения рыб семейства карповых.
3. Продуктивные качеством они сходны, однако наибольшая Р/В отношение продукции за определенный отрезок времени к средней биомассе больше у озера Шадхурей на 8 %.

### **Список литературы**

1. Винберг Г.Г. Сравнительна оценка некоторых распространенных методов расчета продукции водных организмов. // Гидробиология №7.4. 1971г. с.150-158
2. Галковская Г.А. Планктонные коловратки и их роль в продуктивности водоемов. Минск 1985 с.20-27.
3. Казанчев С.Ч., Казанчева Л.А. Характеристика зональных особенностей эколого-гидрохимического режима водоемов Кабардино-Балкарской республики. – Нальчик, 2003. – 163 с.
4. Пежева М.Х., Халилова Ф.А., Жантеголов Д.В., Казанчев С.Ч. Основные факторы, влияющие на развитие микроорганизмов в рыбоводных прудах Кабардино-Балкарской республики, Фундаментальные исследования. 2014. № 5-5. С. 1025-1029.
5. Пежева М.Х., Казанчев С.Ч., Халилова Ф.Ч., Оценка численности бактерии в пресноводных водоёмах предгорной части КБР, сб. Проблемы и перспективы инновационного развития мирового с/х, IV Международная НПК под ред. И.Л. Воротникова. 2013.с.187-189

### **Рецензенты:**

Калабеков М.И., д.в.н., профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы КБГАУ им. В.М. Кокова, г. Нальчик;

Карашаев М.Ф., д.б.н., профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы КБГАУ им. В.М. Кокова, г. Нальчик.