

УДК 574.583

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА ХОРОШЕЕ

Л. С. Визер, кандидат биологических наук

С. Е. Байльдинов, научный сотрудник

Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр»,

Новосибирск, Россия

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Ключевые слова: озеро Хорошее, зоопланктон, кормовой ресурс, потенциальная рыбопродуктивность

Реферат. Озеро Хорошее является водоемом регулярного лова, рыбопродуктивность в нем составляет 30–36 кг/га. Исследования зоопланктона в оз. Хорошее проводились в 2003–2004 и 2012–2015 гг. Зоопланктон представлен 28 видами из трех систематических групп: коловраток – 11, ветвистоусых ракообразных – 10, веслоногих ракообразных – 7. Ежегодное число видов незначительное и изменялось в пределах от 4 до 16. Доминировал в зоопланктоне озера *Cyclops strenuus* Fisch. Субдоминанты в разные годы различные: в 2003–2004 гг. – *Daphnia cucullata* Sars и *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), в 2012–2015 гг. – *Daphnia longispina* (O. F. Müller) и *Diaptomus gracilis* Sars. Средняя численность зоопланктона от 15,075 до 67,036 тыс. экз./м³, биомасса – от 0,550 до 2,263 г/м³. Основу численности и биомассы во все периоды исследований составляли веслоногие ракообразные: в 2003 г. численность веслоногих составила 80% от общей, биомасса – 51,9, в 2004 г. – 78,2 и 51,3% соответственно. В 2013–2015 гг. численность веслоногих ракообразных составляла от 70,1 до 74,3, биомасса – от 54,2 до 67,3%. Преобладание в зоопланктоне веслоногих ракообразных связано с выеданием рачкового планктона местными видами рыб. Озеро Хорошее относится к водоемам низкого и умеренного класса продуктивности и характеризуется как мало- и среднекормный водоем. Однако в водоеме существует некоторый резерв для подращивания рыб планктофагов. Расчет потенциальной рыбопродукции за счет утилизации зоопланктона показал, что в водоеме можно ежегодно дополнительно подращивать от 12,4 до 107,2 кг/га, или от 50,21 до 434,0 т рыбы.

MODERN SITUATION OF ZOOPLANKTON IN THE KHOROSHEE LAKE

Vizer L.S., Candidate of Biology

Baildinov S.E., Research Fellow

Novosibirsk Branch of Research Institution Gosrybtsentr, Novosibirsk, Russia

Key words: the Khoroshee Lake, zooplankton, feeding resources, prospective fish productivity.

Abstract. The Khoroshee Lake is a basin of regular fishing where fish productivity is 30–36 kg/ha. The research on zooplankton of the Khoroshee Lake was carried out in 2003–2004 and 2012–2015. Zooplankton contains 28 fish species from 3 systematic groups: 11 rotifers, 10 Cladocera and 7 copepods. Fish species number varied from 4 to 16 where *Cyclops strenuus* Fisch dominated in the zooplankton of the lake. Subdominants in different years are different: *Daphnia cucullata* Sars and *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin) in 2003–2004; and *Daphnia longispina* (O.F. Müller) and *Diaptomus gracilis* Sars in 2012–2015. The average number of zooplankton varied from 15.075 to 67.036 thousands of fish pro m³, and biomass – from 0.550 to 2.263 g/m³. The copepods made the prominent part of the number: their number was 80% of total number in 2003 and biomass – 51.9; in 2004 – 78.2 and 51.3% correspondently. The number of copepods varied from 70.1 to 74.3 % in 2013–2015 and biomass – from 54.2 to 67.3 %. Copepods domination in zooplankton is explained by grazing of copepod zooplankton by the fish. The Khoroshee lake is referred to the basins of low and average productivity class and characterized as low and average basin on feeding. The lake contains the reserve for growing of plankton eater-fish. The calculation of prospective fish production by means of plankton recycling has shown that the basin allows to grow additionally from 12.4 to 107.2 kg/ha or from 50.21 to 434.0 tons of fish.

В динамике общих уловов в водоемах Карасукско-Бурлинской системы оз. Хорошее выделяется как озеро регулярного лова, или «базо-

вое». Промысел на нем ведется круглогодично. Икhtiомасса в водоеме составляет 100–120 кг/га, рыбопродуктивность – 30–36 кг/га [1]. Его доля

в общем ежегодном вылове за последние 10 лет составляла 80 %, или около 200 т.

Озеро Хорошее – третий по величине водоем Бурлинской системы. Площадь его составляет 4050 га, общая минерализация воды в летнюю межень – от 2 до 3 г/л. Максимальная глубина в водоеме – 5,7 м, средняя – 3 м. Озеро проточное – через него протекает р. Бурла. Она впадает в озеро с южной стороны и вытекает из него с юго-западной.

В конце 60-х годов прошлого столетия зоопланктон оз. Хорошее был представлен небольшим количеством видов: в летнее время их было 12, общее число – 19. Доминировала в водоеме *Daphnia cucullata* с численностью в июне 182,1 тыс. экз/м³, субдоминанты – *Daphnia longispina* и *Chydorus sphaericus*. Общая биомасса зоопланктона в летнее время достигала весьма значительной величины – 14,322 г/м³ [2]. В этот период озеро по уровню продуктивности [3] характеризовалось как бета-эвтрофное, по кормности [4] – как высококормное. Среднегоголетняя естественная рыбопродуктивность того периода составляла 67,7 кг/га [5].

Для озера, так же как и для всех водоемов Западной Сибири, характерны периодические колебания уровня воды, что приводит к изменению площади акватории, объема водной массы, степени минерализации, состояния кормовой базы и численности стад рыб.

Вариабильность гидрологического режима требует постоянных мониторинговых наблюдений и оценки состояния кормовой базы рыб в водоеме с целью оперативного рыбохозяйственного реагирования на возникающие экологические изменения. Ежегодно ведется наблюдение за состоянием зоопланктона как составляющей кормовой базы рыб, позволяющее оценить продуктивность водоема и его потенциальные возможности для вселения рыб-планктофагов.

Цель исследования – изучение зоопланктона оз. Хорошее для оценки состояния кормовой базы и ее рационального использования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являлся зоопланктон оз. Хорошее. Отбор проб осуществлялся по всей акватории водоема с помощью сети Апштейна путем процеживания 50 л с поверхности воды. Пробы фиксировались 4%-м раствором формалина. Всего было собрано и обработано общепринятыми методами [6] 94 пробы.

Потенциальная рыбопродукция водоема за счет утилизации зоопланктона рассчитывалась по формуле

$$P_{\text{рыбопрод.}} = \frac{B \times P / B \times S \times H \times 0,6}{k/k},$$

где $P_{\text{рыбопрод.}}$ – потенциальная рыбопродукция, кг;
 $B_{\text{зоопл.}}$ – биомасса кормовых организмов (зоопланктона), кг/га;

P/B – сезонный коэффициент для зоопланктона, равный 20 [7];

S – площадь водоема, га;

H – средняя глубина озера, м;

0,6 (60 %) – выедаемость зоопланктонных организмов рыбами [8];

k/k – кормовой коэффициент для рыб-планктофагов, равный 8 [9, 10].

Расчет всех числовых показателей произведен на персональном компьютере с применением программ Microsoft Excel и Statistica 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Зоопланктон оз. Хорошее представлен небольшим числом видов. Их общее количество за период исследований составило 28 видов, относящихся к трем систематическим группам. Коловраток в водоеме отмечено 11 видов, ветвистоусых ракообразных – 10, веслоногих – 7. Ежегодное число видов было весьма незначительное и изменялось в пределах от 4 до 16 (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав зоопланктона оз. Хорошее в разные годы
 Species composition of zooplankton in the Khoroshee lake in different years

Виды зоопланктона	2003 г.	2004 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
1	2	3	4	5	6	7
<i>Коловратки</i>						
<i>A. priodonta</i> Gosse		+		+	+	
<i>E. dilatata</i> Ehrenberg					+	
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann						+
<i>Br. variabilis</i> Hempel						+
<i>Br. urceus</i> (Linnaeus)						+

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
<i>Br. caliciflorus</i> Pallas						
<i>Br. angularis</i> Plate						+
<i>Keratella quadrata</i> (Müller)	+	+	+	+	+	+
<i>Notholca labis</i> Gosse						
<i>Filinia terminalis</i> (Plate)		+				
<i>F. maior</i> (Colditz)					+	
<i>Ветвистоусые ракообразные</i>						
<i>Sida cristallina</i> (O. F. Müller)			+			
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)		+	+			+
<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller)	+	+	+	+	+	+
<i>D. cucullata</i> Sars.		+				
<i>D. magna</i> Straus				+		
<i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg						+
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine)			+			+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)			+	+	+	+
<i>Alona intermedia</i> Sars					+	
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller)			+	+	+	+
<i>Веслоногие ракообразные</i>						
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)						+
<i>Cyclops strenuus</i> Fisch	+	+	+	+	+	+
<i>Acanthocyclops viridis</i> (Jur.)						+
<i>A. gigas</i> (Claus)		+	+			
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus		+	+	+	+	+
<i>Diaptomus graciloides</i> Lill.	+			+		+
<i>D. gracilis</i> Sars.			+		+	
Итого видов	4	9	11	9	12	16

Доминирующим видом в озере являлся веслоногий рачок *Cyclops strenuus*, его численность в отдельные годы достигала 11 тыс. экз/м³, биомасса – 0,8 г/м³ (2013 г.). Однако в некоторые периоды численность снижалась до 1,5 тыс. экз/м³. Субдоминанты в разные годы различные: в 2003–2004 гг. – *Daphnia cucullata* и *Diaphanosoma brachyurum*, в 2012–2015 гг. – *Daphnia longispina* и *Diaptomus gracilis*.

Количественные показатели зоопланктона изменялись в достаточно больших пределах. Общая

численность варьировала от 15,075 до 67,036 тыс. экз/м³, биомасса – от 0,550 до 2,263 г/м³ (табл. 2). Эти показатели существенно ниже, чем в 60-е годы прошлого столетия [2]. В большинстве случаев основу численности и биомассы составляли веслоногие ракообразные. Так, в 2003 г. численность веслоногих составила 80% от общей, биомасса – 51,9, в 2004 г. – 78,2 и 51,3% соответственно. Таким же высоким это соотношение было в 2013–2015 гг.: численность веслоногих ракообразных составляла от 70,1 до 74,3, биомасса – от 54,2 до 67,3%.

Таблица 2

Численность и биомасса зоопланктона в оз. Хорошее в июне–августе в разные годы
The number and biomass of zooplankton in the Khoroshee lake in June–August in different years

Группы организмов	2003 г.	2004 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Коловратки	<u>1,000</u> 0,001	<u>0,500</u> 0,001	<u>0,717</u> 0,001	<u>3,250</u> 0,004	<u>4,040</u> 0,025	<u>4,503</u> 0,012
Ветвистоусые ракообразные	<u>3,000</u> 0,294	<u>3,149</u> 0,267	<u>7,983</u> 1,463	<u>13,250</u> 1,192	<u>4,357</u> 0,263	<u>12,753</u> 0,950
Веслоногие ракообразные	<u>16,000</u> 0,318	<u>13,123</u> 0,282	<u>6,375</u> 0,300	<u>41,000</u> 1,067	<u>19,667</u> 0,599	<u>49,780</u> 1,139
Итого	<u>20,000</u> 0,613	<u>16,772</u> 0,550	<u>15,075</u> 1,764	<u>57,500</u> 2,263	<u>28,064</u> 0,887	<u>67,036</u> 2,101

Примечание. В числителе – численность, тыс. экз/м³; в знаменателе – биомасса, г/м³.

По показателям летней биомассы зоопланктона в 2003–2004 гг. оз. Хорошее относилось к бета-олиготрофным низкого класса продуктивности водоемам. В период с 2012 по 2015 г. уровень продуктивности в водоеме повысился до альфа-мезотрофного умеренного класса [3].

По показателям биомассы зоопланктона водоем в 2003–2004 гг. характеризовался как малокормный, позднее – как средnekормный [4].

В период наших исследований оз. Хорошее населяло 11 видов рыб, 3 из которых являлись хищниками (обыкновенная щука, речной окунь, обыкновенный судак), остальные – бентофаги [1, 5, 11]. Основные потребители зоопланктона в водоеме – молодь местных видов рыб. В 2014 г. в озеро выпускалась молодь пеляди в количестве 10 млн экз. Ее влияние отразилось как на численности, так и на биомассе зоопланктона: оба эти показателя снизились более чем в 2 раза по сравнению с предыдущим годом (см. табл. 2).

Можно предположить, что в 2003–2004 гг. нагрузка на зоопланктон со стороны молоди рыб была также велика в связи с тем, что и численность, и биомасса зоопланктона в эти годы были весьма низкими (см. табл. 2). Об этом может свидетельствовать и тот факт, что в водоеме в лет-

нее время соотношение групп организмов было не в пользу ветвистоусых ракообразных, которые обычно доминируют в летнее время в водоемах. Такое нетипичное соотношение групп организмов зоопланктона обычно связано с выеданием рачкового зоопланктона при высокой численности молоди рыб. Посадок молоди пеляди в эти годы не было. Вероятнее всего, в водоеме была высокая численность молоди местных видов рыб. Это косвенно подтверждается динамикой уловов: в период с 2004 по 2006 г. в Карасукско-Бурлинской системе озер был отмечен самый высокий вылов рыбы с 2002 по 2015 г. – 612,1–450,9 т при среднем 212,1 т. Учитывая двухлетний временной сдвиг для роста рыбы от молоди до промысловых размеров, можно предполагать, что в 2003–2004 гг. численность молоди рыб была весьма значительной.

Несмотря на то, что зоопланктон в водоеме активно потребляется, существует некоторый резерв, который может обеспечить достаточно большое количество планктофагов кормами при искусственных посадках рыб. Так, расчет дополнительной рыбопродукции за счет утилизации зоопланктона показал, что в водоеме можно ежегодно выращивать от 12,4 до 107,2 кг/га, или от 50,21 до 434,0 т рыбы (табл. 3).

Таблица 3

Расчет дополнительной рыбопродукции за счет утилизации зоопланктона в оз. Хорошее в разные годы
Calculation of additional fish production by means of zooplanktome recycling in the Khoroshee lake in different years

Год	Биомасса зоопланктона, г/м ³	Продукция зоопланктона, г/м ³	Валовая продукция зоопланктона, т	Продукция зоопланктона, возможная для изъятия, т	Дополнительная рыбопродукция, кг/га	Дополнительная рыбопродукция за счет утилизации зоопланктона, т
2003	0,613	12,26	744,8	1489,6	27,6	111,8
2004	0,275	5,50	668,2	4001,0	12,4	50,21
2012	1,764	35,28	4286,6	2572,0	79,4	321,4
2013	2,263	45,26	5499,0	3299,4	101,8	412,4
2014	0,887	17,74	2155,4	1293,2	40,0	161,6
2015	2,101	42,02	5786,2	3471,7	107,2	434,0

ВЫВОДЫ

1. Зоопланктон оз. Хорошее характеризовался низкими показателями как в качественном, так и в количественном отношении: число видов от 4 до 16 ежегодно, численность – от 15,075 до 67,036 тыс. экз/м³, биомасса – от 0,550 до 2,263 г/м³.

2. Более высокая численность и биомасса веслоногих ракообразных по сравнению с вет-

вистоусыми свидетельствует о высокой пищевой нагрузке на зоопланктон со стороны молоди рыб.

3. В водоеме существует резерв для выращивания планктофагов. За счет утилизации зоопланктона дополнительная рыбопродукция в водоеме может составить от 50,21 до 434,0 т рыбы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биоразнообразие Карасукско-Бурлинского региона (Западная Сибирь) / отв. ред. Ю. С. Равкин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 273 с.

2. *Кассихина Н.М.* Зоопланктон озер с различной соленостью // Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири: материалы конференции. – Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1969. – С. 130–138.
3. *Китаев С.П.* О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // V съезд ВГБО, Куйбышев, 1986. – Ч. II. – С. 254–255.
4. Краткая биолого-продуктивная характеристика водоемов Северо-Запада СССР / М.Л. Пидгайко, Б.М. Александров, Ц.И. Иоффе [и др.] // Улучшение и увеличение кормовой базы для рыб во внутренних водоемах СССР. – Л., 1968. – Т. 67. – С. 205–228.
5. *Воскобойников В.А.* Рыбопродукционные возможности озер юга Западной Сибири на примере оз. Хорошее // Продуктивность водоемов различных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. – Красноярск, 1978. – С. 98–99.
6. *Методическое пособие по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция.* – Л.: ГосНИОРХ, 1982. – 33 с.
7. *Визер Л.С.* Зоопланктон Чановской озерной системы. – Тюмень: Госрыбцентр, 2015. – 94 с.
8. *Латицкий И.И.* Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище. – Волгоград, 1970. – 280 с.
9. *Черфас Б.И.* Основы рационального озерного хозяйства. – М.: КОИЗ, 1939. – 171 с.
10. *Прусевич Л.С.* Зообентос оз. Сартлан при товарном выращивании рыбы // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование. – Новосибирск, 1997. – С. 195–197.
11. *Экология рыб Обь-Иртышского бассейна.* – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. – 596 с.

REFERENCES

1. *Bioraznობობრძე Karasუksო-Burlინskოgo regiona (Zapadnaya Sibir ')* [Biodiversity of the Karasuk-Burlin region (Western Siberia)]. Otv. red. Yu.S. Ravkin. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2010. 273 p. (In Russ.).
2. *Kassikhina N.M. Zooplankton ozer s razlichnoy solenost'yu* [Conference materials]. Novosibirsk: Zap. – Sib. kn. izd-vo, 1969. pp. 130–138. (In Russ.).
3. *Kitaev S.P. O sootnoshenii nekotorykh troficheskikh urovney i «shkalakh trofnosti» ozer raznykh prirodnnykh zon* [On the ratio of some trophic levels and «trophic scale» of lakes of different natural zones]. V c'ezd VGBO, Kuybyshev, Ch. II (1986): 254–255. (In Russ.).
4. *Pidgayko M.L., Aleksandrov B.M., Ioffe Ts.I. i dr. Uluchshenie i uvelichenie kormovoy bazy dlya ryb vo vnutrennikh vodoemakh SSSR.* Leningrad, T. 67 (1968): 205–228. (In Russ.).
5. *Voskoboynikov V.A. Produktivnost' vodoemov razlichnykh klimaticheskikh zon RSFSR i perspektivy ikh rybokhozyaystvennogo ispol'zovaniya.* Krasnoyarsk, 1978. pp. 98–99. (In Russ.).
6. *Metodicheskoe posobie po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. Zooplankton i ego produktsiya* [Methodical manual on the collection and processing of materials in hydrobiological research on freshwater reservoirs. Zooplankton and its products]. Leningrad: GosNIORKh, 1982. 33 p. (In Russ.).
7. *Vizer L. S. Zooplankton Chanovskoy ozernoy sistemy* [Zooplankton of the Chanovo lake system]. Tyumen': Gosrybtsentr, 2015. 94 p. (In Russ.).
8. *Lapitskiy I.I. Napravlennoe formirovanie ikhtiofauny i upravlenie chislennost'yu populyatsiy ryb v Tsimlyanskom vodokhranilishche* [Directed formation of ichthyofauna and management of fish populations in Tsimlyansk reservoir]. Volgograd, 1970. 280 p. (In Russ.).
9. *Cherfas B.I. Osnovy ratsional'nogo ozernogo khozyaystva* [Basics of rational lake economy]. Moscow: KOIZ, 1939. 171 p. (In Russ.).
10. *Prusevich L.S. Biologicheskaya produktivnost' vodoemov Zapadnoy Sibiri i ikh ratsional'noe ispol'zovanie.* Novosibirsk, 1997. pp. 195–197. (In Russ.).
11. *Ekologiya ryb Ob'-Irtyskского basseyna* [Ecology of fish of the Ob-Irtysh basin]. Moscow: T-vo nauch. izd. KMK, 2006. 596 p. (In Russ.).