

ЗООТЕХНИЯ, АКВАКУЛЬТУРА, РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 574. 583. (571.1)

ЗООПЛАНКТОН ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА ЧАНЫ

Л. С. Визер, кандидат биологических наук
Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр»
E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Ключевые слова: озеро Чаны, зоопланктон, видовой состав, доминирующие виды, численность, биомасса, переходная зона

Реферат. Исследования зоопланктона проводились в период с 1973 по 2010 г. Чиняихинский плес является переходной зоной от олигогалинной к мезогалинной области оз. Чаны. Зоопланктон плеса представлен 59 видами из трех систематических групп: коловраток – 28, ветвистоусых ракообразных – 24, веслоногих ракообразных – 7. Зоопланктон плеса носит пресноводный характер. Незначительная часть видов относится к солоноватоводной фауне. Основная часть видов – космополиты. Редкие и эндемичные виды не обнаружены. Развитие зоопланктона зависит от водности, т. е. величины стока рек Чулыма и Каргата, впадающих в озеро, и уровня озера, который обеспечивается циклическими чередованиями многолетних фаз увлажненности территории. В многоводные годы в водоеме преобладала пресноводная фауна, доминировали три вида: *Mesocyclops (s.str.) leuckarti* Claus, *Daphnia longispina* O. F. Müller, *Chydorus sphaericus* (O.F.M.). В маловодные годы, когда соленость воды превышала 3 ‰, в водоеме наблюдалась солоноватоводная фауна, доминировали *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), *Ceriodaphnia reticulata* (Jur.), *Arctodiaptomus salinus* Daday. Численность и биомасса зоопланктона в плесе изменялась в очень широких пределах: максимальная численность достигала 623,5, минимальная – 23,3 тыс. экз./м³, максимальная биомасса – 24,2, минимальная – 1,2 г/м³. Изменения биомассы в большей степени зависят от уровня, численности доминирующих видов – от объемов стока рек. Общая численность и биомасса в период с 1973 по 1997 г. были значительно выше, чем в период с 1998 по 2010 г., что было обусловлено более высоким уровнем воды в более поздний период.

Озеро Чаны (площадь 1700 км²), расположенное в центре Барабинской низменности на юге Западной Сибири, подвержено значительным колебаниям водности, которые обеспечиваются особенностями климата, т. е. циклическим чередованием многолетних фаз увлажненности территории и большими отличиями по годам объемов притока в озеро рек Чулыма и Каргата [1]. В настоящее время водоем бессточный, и благодаря особенностям морфологии в нем создается градиент солености. Воды оз. Чаны относятся к хлоридному классу натриевой группы третьего типа [2]. По современной типологической классификации часть оз. Чаны – оз. Малые Чаны – относится

к олигогалинному классу, а все остальные участки (Чиняихинский, Тагано-Казанцевский, Ярковский плесы и оз. Яркуль) – к мезогалинному с широким диапазоном солености [3, 4].

Чиняихинский плес является переходной зоной между олигогалинной и мезогалинной областями оз. Чаны (рис. 1). Суммарная минерализация воды в плесе изменяется в широких пределах – от 1,0 до 7,9 г/л в летний период (коэффициент вариации достигает 43 %) и от 2,3 до 11,3 г/л в зимнее время ($C_v = 39\%$). Площадь плеса равна 370,0 км², что составляет около 25 % акватории озера. Плес мелководен: максимальные глубины не превышают 3,5 м, а средняя глубина 1,6 м.



Рис. 1. Схема оз. Чаны (серым цветом обозначена зона смешения олигогалинных и мезогаалинных вод)

Колебания водности влекут за собой изменение абиотических условий, вслед за которыми меняются видовое разнообразие, структура и продуктивность организмов, обитающих в водоеме [5, 6].

Цель работы – исследовать зоопланктон переходной зоны от олигогалинного к мезогаалинному классу оз. Чаны.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для данной работы послужили сборы проб зоопланктона в Чиняихинском плесе оз. Чаны в период с 1973 по 2010 г.

При сборе и обработке гидробиологического материала использовали общепринятые методики [7–9]. Пробы отбирали планктоночерпателем системы Вовк с трех горизонтов – придонного, среднего и поверхностного. Общий объем собранного материала составил 630 проб. Для планктоночерпателя использовали мельничное сито с размером ячеек 0,076 мм (№ 68). Пробы фиксировали 4%-м формалином. Для учета численности зоопланктона применяли камеру Богорова и разлинованную стеклянную пластинку, просчитывали 1/50 часть пробы. Для учета редких и крупных форм просматривали весь осадок.

Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам [10]. Достоверность различий выборок оценивали по критерию Стьюдента (t_{st}) при уровне значимости $P < 0,05$. Степень сопряженности между варьирующими признаками оценивали при помощи корреляцион-

ного анализа. Использовали показатели линейной корреляции Пирсона (r), по которым значения 0,1–0,3 рассматривались как слабая зависимость, 0,3 до 0,5 – умеренная, 0,5–0,7 – заметная, 0,7–0,9 – тесная, 0,9–0,99 – весьма тесная [11].

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Зоопланктон Чиняихинского плеса представлен незначительным числом видов – 59 из трех систематических групп. Коловраток обнаружено 28, ветвистоусых ракообразных – 24, веслоногих ракообразных – 7 видов. Зоопланктон плеса носит пресноводный характер. Лишь незначительная его часть относится к солоноватоводной фауне. Основная часть видов – космополиты. Редкие и эндемичные виды не обнаружены.

Особенностью плеса является изменение видового состава зоопланктона в разные по водности годы. В годы с большим объемом стока и высоким уровнем (2003 г.), когда соленость воды в летний период составляет от 1 до 3 г/л, значительного развития достигают пресноводные виды, такие как *Mesocyclops (s.str.) leuckarti* Claus, *Daphnia longispina* O.F. Müller, *Chydorus sphaericus* (O.F.M.). Доля *M. leuckarti* в численности весной и осенью может достигать 79%. Летом его роль снижается до 39%, но при этом возрастает значение *D. longispina* с долей в общей численности около 20%. Субдоминантами в это время становятся ветвистоусые ракообразные *Diaphanosoma brachyurum* (Lievins), *Ceriodaphnia reticulata* (Jur.), веслоногий рачок *Arctodiaptomus salinus* Daday. Из коловраток наиболее часто встречаются *Keratella quadrata* Müller, *Filinia longiseta* (Ehrenberg), *Euchlanis dilatata* Ehrenberg.

В годы с небольшим объемом стока и невысоким уровнем (1996 г.), когда соленость воды превышала 3 г/л, а в некоторых его участках достигала 5 г/л, в зоопланктоне преобладали эвригалинные виды: коловратки – *Asplanchna priodonta* Gosse, *Brachionus quadridentatus* Hermann и *Filinia terminalis* Plate, ветвистоусые ракообразные – *D. brachyurum*, *C. reticulata*, из веслоногих ракообразных – *A. salinus*. Особенно велика роль *A. salinus* весной и осенью, когда его численность в плесе достигала 65–70% от общей. *D. brachyurum* и *C. reticulata* большее значение

имеют летом: численность каждого вида может составлять от 36 до 41 % от общей. К субдоминантам в маловодный период относятся *M. leuckarti*, *D. longispina*, *Ch. sphaericus*, т.е. те виды, которые доминируют в многоводный период.

В связи с тем, что происходит чередование доминантов в зависимости от водности, в группу доминирующих видов зоопланктона этого плеса входят 6 видов планктонных ракообразных из двух систематических групп: *D. brachyurum*, *C. reticulata*, *D. longispina*, *Ch. sphaericus*, *M. leuckarti*, *D. salinus*.

Основу численности и биомассы зоопланктона весной и осенью, как правило, составляют веслоногие ракообразные. Ветвистоусые ракообразные и в численности, и в биомассе доминируют в летний период. Коловратки значительного развития в численности достигают лишь иногда,

в биомассе же их доля крайне мала. В плесе наблюдалось традиционное соотношение развития зоопланктона в течение вегетационного периода, т.е. численность и биомасса зоопланктона летом выше, чем весной и осенью (табл. 1).

Численность и биомасса зоопланктона в Чиняихинском плесе изменялась в очень широких пределах. Максимальная численность зоопланктона, например, достигала в летнее время 623,5 тыс. экз./м³ (1982 г.), минимальная составляла 23,3 тыс. экз./м³ (2002 г.). Максимальные значения биомассы – 24,2 (1982 г.), минимальные – 1,2 г/м³ (2002 г.) При этом и численность, и биомасса в период с 1973 по 1997 г. были значительно выше, чем в период с 1998 по 2010 г. (рис. 2, 3).

В более поздний период наблюдений было отмечено повышение уровня воды в озере в среднем на 1 м, что для такого мелководного водо-

Таблица 1

Численность и биомасса зоопланктона в Чиняихинском плесе в разные годы

Показатели	1996 г.	1999 г.	2003 г.	2010 г.
Уровень воды, м	106,4	106,4	106,7	106,7
Объем стока, млн м ³	431	315	612	472
<i>Весна</i>				
Коловратки	$\frac{37,604 \pm 1,200}{0,042 \pm 0,005}$	$\frac{34,200 \pm 5,100}{0,077 \pm 0,012}$	$\frac{26,600 \pm 4,500}{0,110 \pm 0,000}$	$\frac{4,400 \pm 0,800}{0,015 \pm 0,007}$
Ветвистоусые ракообразные	$\frac{43,554 \pm 9,578}{4,009 \pm 0,450}$	$\frac{22,200 \pm 0,800}{1,888 \pm 0,441}$	$\frac{20,500 \pm 3,723}{1,645 \pm 0,891}$	$\frac{11,800 \pm 1,172}{1,595 \pm 0,095}$
Веслоногие ракообразные	$\frac{193,262 \pm 28,249}{3,287 \pm 0,986}$	$\frac{17,500 \pm 2,000}{0,374 \pm 0,023}$	$\frac{16,100 \pm 5,800}{0,316 \pm 0,041}$	$\frac{137,000 \pm 25,253}{2,727 \pm 0,713}$
Итого	$\frac{274,420 \pm 33,176}{7,338 \pm 1,533}$	$\frac{73,900 \pm 6,800}{2,339 \pm 0,983}$	$\frac{63,300 \pm 12,900}{2,071 \pm 0,872}$	$\frac{153,200 \pm 22,541}{4,337 \pm 0,970}$
<i>Лето</i>				
Коловратки	$\frac{28,530 \pm 4,113}{0,055 \pm 0,027}$	$\frac{3,300 \pm 0,068}{0,003 \pm 0,001}$	$\frac{5,000 \pm 0,088}{0,004 \pm 0,001}$	$\frac{51,800 \pm 7,623}{0,069 \pm 0,031}$
Ветвистоусые ракообразные	$\frac{213,248 \pm 28,159}{6,750 \pm 1,110}$	$\frac{51,700 \pm 0,296}{1,003 \pm 0,054}$	$\frac{45,000 \pm 5,300}{0,563 \pm 0,118}$	$\frac{49,844 \pm 7,136}{6,007 \pm 1,230}$
Веслоногие ракообразные	$\frac{105,583 \pm 18,562}{2,553 \pm 0,764}$	$\frac{33,300 \pm 2,754}{0,649 \pm 0,099}$	$\frac{40,000 \pm 4,700}{0,784 \pm 0,113}$	$\frac{27,400 \pm 8,541}{0,595 \pm 0,075}$
Итого	$\frac{347,361 \pm 21,764}{9,358 \pm 1,865}$	$\frac{88,300 \pm 13,700}{1,655 \pm 0,031}$	$\frac{90,000 \pm 15,900}{1,351 \pm 0,011}$	$\frac{129,044 \pm 20,653}{6,671 \pm 1,574}$
<i>Осень</i>				
Коловратки	$\frac{0,074 \pm 0,005}{0,042 \pm 0,010}$	$\frac{2,300 \pm 0,750}{0,002}$	$\frac{3,300 \pm 0,900}{0,004 \pm 0,001}$	$\frac{25,428 \pm 4,158}{0,021 \pm 0,004}$
Ветвистоусые ракообразные	$\frac{33,320 \pm 3,098}{2,242 \pm 0,877}$	$\frac{3,700 \pm 0,088}{0,273 \pm 0,055}$	$\frac{5,000 \pm 0,800}{0,348 \pm 0,081}$	$\frac{26,260 \pm 3,768}{2,750 \pm 0,877}$
Веслоногие ракообразные	$\frac{57,833 \pm 15,564}{1,883 \pm 1,108}$	$\frac{42,700 \pm 2,033}{0,731 \pm 0,093}$	$\frac{40,000 \pm 7,100}{1,042 \pm 0,074}$	$\frac{18,052 \pm 2,542}{0,583 \pm 0,930}$
Итого	$\frac{165,171 \pm 22,655}{4,187 \pm 1,046}$	$\frac{48,700 \pm 4,984}{1,006 \pm 0,090}$	$\frac{48,300 \pm 8,200}{1,394 \pm 0,733}$	$\frac{69,740 \pm 10,150}{3,354 \pm 1,112}$
Среднее за сезон	$\frac{262,317 \pm 25,865}{6,961 \pm 4,444}$	$\frac{70,300 \pm 8,495}{1,667 \pm 0,368}$	$\frac{67,200 \pm 12,333}{1,605 \pm 0,539}$	$\frac{117,328 \pm 17,781}{4,787 \pm 1,219}$

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

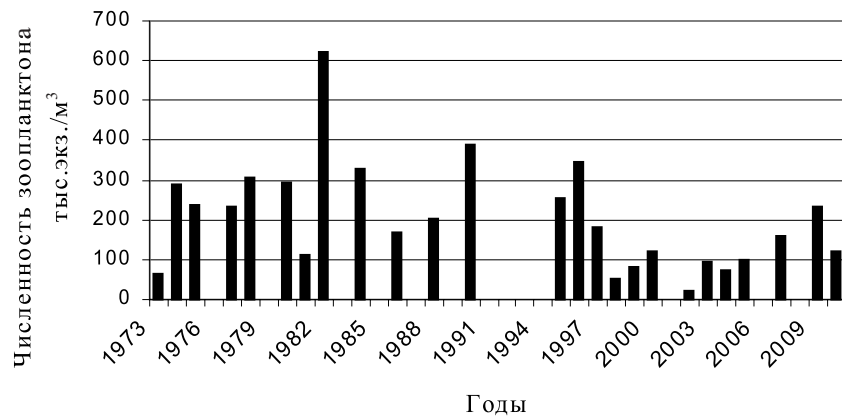


Рис. 2. Численность зоопланктона в Чиняихинском плесе (июль)

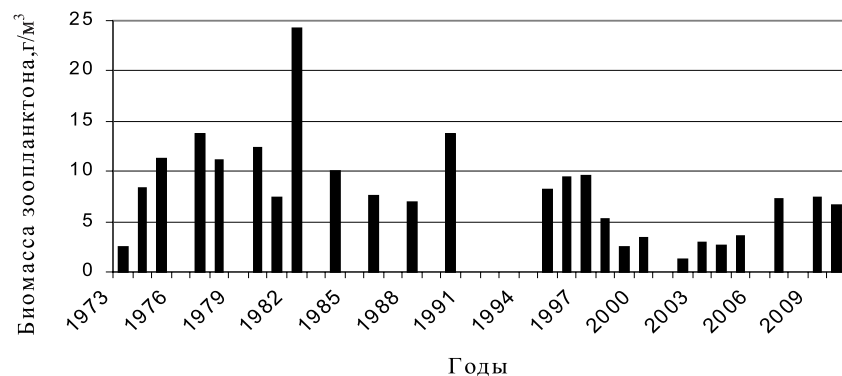


Рис. 3. Биомасса зоопланктона в Чиняихинском плесе (июль)

Таблица 2

Корреляция количественных показателей зоопланктона с абиотическими факторами среды в Чиняихинском плесе в 1973–2010 гг.

Показатели	Уровень воды, м	Объём стока, млн м³	Солёность, г/л	Глубина, м	Прозрачность, м
Общая биомасса зоопланктона, г/м³	-0,44	-0,38	0,18	-0,31	-0,67
Общая численность зоопланктона, тыс. экз./м³	-0,22	-0,33	0,33	-0,33	-0,56
Численность <i>M. leuckarti</i>	0,01	0,56	-0,14	-0,28	-0,25
<i>D. salinus</i>	-0,36	-0,47	0,27	-0,18	-0,40
<i>D. longispina</i>	0,24	0,44	-0,03	0,01	0,13
<i>D. brachyurum</i>	-0,41	-0,41	0,05	-0,33	-0,53
<i>Ch. sphaericus</i>	-0,32	0,05	0,05	-0,23	-0,24
<i>C. reticulata</i>	-0,24	-0,46	0,54	-0,10	-0,48

Примечание. Жирным шрифтом обозначены достоверные результаты, $n = 20$.

ема является весьма значительной величиной. Корреляционный анализ влияния основных факторов среды обитания на зоопланктон подтвердил умеренное отрицательное влияние уровня воды на биомассу зоопланктона ($r = -0,44$). Однако большую отрицательную связь биомасса, а также численность зоопланктона имеют с прозрачностью воды (табл. 2).

На доминирующие виды основное влияние имеет объём стока рек: было выявлено наличие достоверных связей на том или ином уровне у четырех видов из шести. Положительную заметную с объёмом стока имеет численность *M. leuckarti* ($r = 0,56$) и умеренную – численность *D. longispina* ($r = 0,44$), отрицательную умеренную – численность *C. reticulata* ($r = -0,46$) и *D. salinus*

($r = -0,46$). Такие абиотические факторы, как соленость и прозрачность, влияют только на один из доминирующих видов: с соленостью положительную заметную связь имеет *C. reticulata* ($r = 0,54$), с прозрачностью отрицательную – *D. brachyurum* ($r = -0,53$).

ВЫВОДЫ

1. В Чиняихинском плесе в зависимости от водности меняется видовой состав зоопланктона: при повышении водности преобладает пресноводная фауна, при уменьшении – солоноватоводная.

2. Доминируют в водоеме в общей сложности 6 видов зоопланктона из двух систематических групп – *Mesocyclops (s. str.) leuckarti* Claus, *Daphnia longispina* O.F. Müller, *Chydorus sphaericus* (O.F.M.), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), *Ceriodaphnia reticulata* (Jur.), *Arctodiaptomus salinus* Daday.
3. В плесе обнаружены низкие значения численности и биомассы зоопланктона в период с 1998 по 2010 г., что обусловлено более высоким уровнем воды в этот период.
4. Биомасса зоопланктона находится в отрицательной зависимости от прозрачности и уровня воды, численность – от прозрачности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермолаев В. И., Визер Л. С. Современное экологическое состояние озера Чаны (Западная Сибирь) // География и природные ресурсы. – 2010. – № 2. – С. 371–384.
2. Алейкин О. А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
3. Remane A., Schlieper C. Die Biologie des Brackwassers // Binnengewässers. – 1958. – В. 22. – S. 1–348.
4. Remane A., Schlieper C. Biologie of brackish water // Binnengewässers. – 1971. – В. 25. – S. 1–372.
5. Визер Л. С. Видовой состав зоопланктона озера Чаны в зависимости от экологических факторов // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах: материалы II Междунар. науч. конф. – Днепропетровск: ДНУ, 2003. – С. 28–31.
6. Визер Л. С. Влияние солености на развитие зоопланктона в озере Чаны // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2013. – № 6. – С. 44–49.
7. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1: Вводные и общие вопросы планктологии. – Л.: Наука, 1969. – 658 с.
8. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 2: Распределение, сезонная динамика, питание и значение. – Л.: Наука, 1980. – 440 с.
9. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л., 1982. – 33 с.
10. Лакин Г. Ф. Биометрия: учеб. пособие. – М.: Высш. шк. – 1990. – 352 с.
11. Башнева В. С. Статистика в вопросах и ответах: учеб. пособие. – М.: Проспект, 2004. – 344 с.
1. Ermolaev V.I., Vizer L.S. *Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie ozera Chany (Zapadnaya Sibir')* [Geografiya i prirodnye resursy], no. 2 (2010): 371–384.
2. Alekin O.A. *Osnovy gidrokhimii*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1970. 443 p.
3. Remane A., Schlieper C. Die Biologie des Brackwassers. *Binnengewässers*, no. 22 (1958): 1–348.
4. Remane A., Schlieper S. Biologie of brackish water. *Binnengewässers*, no. 25 (1971): 1–372.
5. Vizer L.S. *Vidovoy sostav zooplanktona ozera Chany v zavisimosti ot ekologicheskikh faktorov* [Bioraznoobrazie i rol' zootsenoza v estestvennykh i antropogennykh ekosistemakh: materialy II Mezhdunar. nauch. konf.]. Dnepropetrovsk: DNU, 2003. pp. 28–31.
6. Vizer L.S. *Vliyanie solenosti na razvitie zooplanktona v ozere Chany* [Sib. vestn. s.-kh. nauki], no. 6 (2013): 44–49.
7. Kiselev I.A. *Plankton morey i kontinental'nykh vodoemov. T. 1: Vvodnye i obshchie voprosy planktologii*. Leningrad: Nauka, 1969. 658 p.
8. Kiselev I.A. *Plankton morey i kontinental'nykh vodoemov. T. 2: Raspredelenie, sezonnaya dinamika, pitaniye i znachenie*. Leningrad: Nauka, 1980. 440 p.
9. Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. *Zooplankton i ego produktsiya*. Leningrad, 1982. 33 p.
10. Lakin G.F. *Biometriya* [Ucheb. posobie]. Moscow: Vyssh. shk. 1990. 352 p.
11. Bashneva V.S. *Statistika v voprosakh i otvetakh* [Ucheb. posobie]. Moscow: Prospekt, 2004. 344 p.

ANIMAL PLANKTON IN THE CHANY TRANSITION AREA

Vizer L. S.

Key words: the Chany lake, animal plankton, species composition, dominating species, abundance, biomass, transition area

Abstract. The paper explores the research carried out from 1973 till 2010. The Chiniakhinsky stretch is a transition area from oligohaline area of the Chany to mesohaline one. The stretch animal plankton contains 59 species of systematic groups; they are 28 rotifers, 24 Cladocera and 7 copepods. The stretch animal plankton belongs to fresh water aquaculture and some species belong to brackish water aquaculture. The main part of species is cosmopolitan. The researchers haven't discovered exotic species and endemic species. Animal plankton development depends on the lake river and the Chulym and Kargat rivers runoff, which flow into the Chany lake. High-water years are characterized by fresh water fauna and dominating *Mesocyclops (s. str.) leuckarti* Claus, *Daphnia longispina* O. F. Müller, *Chydorus sphaericus* (O.F.M.). The authors observed brackish water fauna and dominating *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), *Ceriodaphnia reticulata* (Jur.), *Arctodiaptomus salinus* Daday in the low water years when water salinity exceeded 3 g/l. Abundance of animal plankton in the stretch varied from 623,5 thousand species/m³ to minimum 23,3 thousand species/m³; biomass of animal plankton reached maximum 24,2 g/m³ and minimum 1,2 g/m³. Changes in biomass depend on the level and abundance of dominating species, i. e. on the river runoff. The paper declares that total abundance and biomass were higher in 1973–1997 than in 1998–2010. This is explained by higher level of the river.