

УДК 574.583(28):591

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФАУНЫ ВЕТВИСТОУСЫХ И ВЕСЛОНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ (Crustacea: Cladocera, Copepoda) оз. ДОД-ЦАГАН (ДАРХАТСКАЯ КОТЛОВИНА, МОНГОЛИЯ)

© 2023 г. Н. Г. Шевелева^{а, *}, Ч. Аюушсурен^б, Н. Тувшинжаргал^б, Е. П. Зайцева^с, Л. В. Суханова^а

^аЛимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия

^бИнститут биологии академии наук Монголии, Улан-Батор, Монголия

^сБайкальский музей Сибирского отделения Российской академии наук, пос. Листвянка, Россия

*e-mail: shevn@lin.irk.ru

Поступила в редакцию 21.02.2023 г.

После доработки 28.05.2023 г.

Принята к публикации 29.05.2023 г.

Представлены результаты изучения качественного и количественного состава планктонных ракообразных (Cladocera, Diptomidae, Cyclopidae) оз. Дод-Цаган (Северо-Запад Монголии) на современном этапе. Сравнительный анализ видового состава ракообразных по новым данным и данным, полученным в прошлом веке (1962–1963 гг.), показал, что в настоящее время состав ракообразных пополнился пятью видами Cladocera и тремя видами Copepoda, из них два вида из отряда Cyclopoida и один из отряда Calanoida. Впервые проведены ультраструктурные исследования основных морфологических частей редких и малоизученных веслоногих ракообразных *Mixodiaptomus incrassatus* (Sars, 1903), *Acanthodiptomus paulseni* (Sars, 1903) и *Cyclops glacialis* Flössner, 2001 с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Детальное изучение морфометрических и морфологических признаков, включающее использование СЭМ показало, что обитающий в оз. Дод-Цаган *C. glacialis* идентичен виду, описанному из озер Тургун Хархираа Увс аймаг и Ногоон нуур (Северо-Запад Монголии). Установлено, что биомасса *Mixodiaptomus incrassatus*, важного кормового объекта сига и других видов рыб, в современный период достигает 1100 мг/м³.

Ключевые слова: Cladocera, Copepoda, видовой состав, таксономия, морфология Copepoda, оз. Дод-Цаган, Монголия

DOI: 10.31857/S0320965223050133, **EDN:** WRFNIK

ВВЕДЕНИЕ

Дархатская котловина — крупная впадина на севере Монголии, простирающаяся с севера на юг на 120 км и с запада на восток на 40–50 км. С востока и юга котловину ограничивают высокие ледниково-экзарационные альпийские горы. В долине ~300 озер, связанных между собой. Озера в котловине тектонического происхождения со следами влияния позднелейстоценового оледенения (Нямхуу, 2012).

Исследовать зоопланктон оз. Дод-Цаган начали в 1962–1963 гг., когда были изучены видовой состав ракообразных, биология и экология доминирующих видов коловраток, водная растительность, зообентос и ихтиофауна. Дана оценка ко-

личественного развития зоопланктона и по его показателям определен трофический статус озера, также проведена оценка рыбопродуктивности озера (Дулмаа, 1962, 1965). В последующие годы были изучены фитопланктон, питание и пищевые взаимоотношения рыб в озерах Дархатской котловины (Дулмаа, 1967, 2005) и опубликован список фауны беспозвоночных и рыб региона (Дулмаа, 2009). Обобщающая монография по фауне водоемов озер Монголии, в том числе и по Дархатской котловине, вышла в 2015 г. (Дулмаа, 2015). Хотя эта монография опубликована относительно недавно, последние сведения в ней о зоопланктоне оз. Дод-Цаган получены в 1962–1963 гг., с тех пор новые исследования в этом водоеме не проводили.

Цель работы — исследовать таксономический состав фауны веслоногих и ветвистоусых ракообразных в современный период и выявить изменения, произошедшие за 60 лет с помощью сканирующего электронного микроскопа; дать краткое

Сокращения: Me — латеральная фуркальная щетинка; Ti — внутренняя апикальная фуркальная; Tmi — внутренняя медиальная апикальная фуркальная; Tme — внешняя медиальная апикальная фуркальная; Te — внешняя апикальная фуркальная; Td — дорсальная фуркальная; СЭМ — сканирующий электронный микроскоп.

Таблица 1. Характеристика станций отбора проб зоопланктона в средней части оз. Дод-Цаган

Станция	Координаты		T, °C	Глубина, м	Прозрачность воды, м
	с.ш.	в.д.			
1	51°21'47.92"	99°22'58.91"	16	5	1
2	51°21'18.30"	99°22'57.94"	16.4	7	1
3	51°20'31.39"	99°23'10.04"	16	8	1
4	51°19'17.01"	99°23'90 21"	17	3	2
5	51°18'17.28"	99°23'17.56"	15.5	20	4.5
6	51°21'44.95"	99°21'26.07"	16.6	4	1

Примечание. T – температура воды в поверхностном горизонте.

описание некоторых морфологических признаков массовых для оз. Дод-Цаган видов *Soropoda*, редких для Центральной Азии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Крупнейшее озеро Дархатской котловины Дод-Цаган принадлежит бассейну р. Шишигт, правому притоку р. Малый Енисей. Высота озера над уровнем моря 1540 м. Озеро делится на три части: мелководную северную, с глубинами до 5 м (оз. Тарган); среднюю, с глубиной 5–8 м (оз. Дунд)

и южную глубоководную, до 10–20 м (оз. Хармай). Общая длина оз. Дод-Цаган 18 км, наибольшая ширина 7 км, площадь ~64 км². Максимальная температура воды 22°C отмечена в августе, ледостав на озере начинается в начале ноября, толщина льда достигает 3 м. Снеговой покров незначителен (30–50 см), в некоторых местах отсутствует. Освобождение ото льда на озере происходит к концу июня. Таким образом, безледный период длится ≤5 мес. Вода в озере слабо минерализованная, сумма ионов ≤190 мг/л. Вода относится к гидрокарбонатному классу, первого типа, группе кальция, рН в летний период 8.3, зимой – 7.5 (Дулмаа, 1965).

Зоопланктон исследовали в средней части оз. Дод-Цаган. Пробы зоопланктона собирали 8 июля 2022 г. на шести станциях (табл. 1, рис. 1) с помощью сети Джеди (размер ячеи 100 мкм, диаметр входного отверстия 30 см). Пробы фиксировали 40%-ным формалином до конечной концентрации в пробе 4% и обрабатывали согласно принятой в гидробиологии методике (Методика..., 1975).

Идентификацию ракообразных проводили по соответствующим определителям (Боруцкий и др., 1991; Einsle, 1996; Kiefer, Fryer, 1978; Flössner, 2001; Коровчинский и др., 2021). В работе использовали оптический микроскоп Olympus CX 41 (Япония) и сканирующий электронный микроскоп FEI Company Quanta 200C (Нидерланды). Для изучения морфологии ракообразных из проб выбирали половозрелых самцов и самок. Диаптомид и циклопид измеряли от начала рострума до конца каудальных ветвей. Измерения циклопа *Cyclops glacialis* проводили по схеме, предложенной в работе (Kozminski, 1936). Обозначения щетинок на каудальных ветвях приведено по методике (Dussart, Defaye, 2001). Также измеряли длину и ширину апикального членика эндоподита (P4End3) и длину внешнего и внутреннего апикального шипа P4End3.



Рис. 1. Станции (1–6) отбора проб зоопланктона в оз. Дод-Цаган (июль 2022 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Видовой состав ракообразных в оз. Дод-Цаган представлен 36 видами, из них 20 — ветвистоусых и 16 — веслоногих ракообразных (табл. 2). Впервые для озера зарегистрировано пять видов ветвистоусых (*Diaphanosoma mongolianum*, *Ceriodaphnia dubia*, *Daphnia* (D.) *dentifera*, *Daphnia* (D.) *turbinata*, *Pleuroxix trigonellus*, один вид диаптомид (*Arctodiaptomus* (Rh.) *dahuricus*) и два вида циклопид (*Eucyclops dumonti*, *Cyclops glacialis*). Следует отметить, что в настоящее время в планктоне озера обитает *C. glacialis*, которого ранее определяли как *C. abyssorum* G.O. Sars, 1863 (Дулмаа, 1962, 1965, 1967, 2009, 2015).

Наибольшее число видов (по четыре) насчитывают роды *Daphnia* и *Arctodiaptomus*, три вида в роде *Cyclops* (табл. 2). В зоогеографическом отношении таксономический состав в озере в большей мере представлен широко распространенными и неревизованными широко распространенными видами (>60%), 9% приходится на восточно-азиатско-американский комплекс, доля видов горного эндемичного комплекса и эндемиков восточноазиатского комплекса не превышает 6% (табл. 2).

Численность зоопланктона в период исследований в озере колебалась от 38.3 тыс. экз./м³ до 113.0 тыс. экз./м³, в среднем для озера — $64.4 \pm \pm 28.0$ тыс. экз./м³. Минимальные значения численности отмечены на ст. 4 и 6, где глубины не превышали 3–4 м, максимальная численность зоопланктона зафиксирована на ст. 5 над глубиной 0–20 м. Основу количественных показателей планктона представляли веслоногие ракообразные (60% общей численности и 87% общей биомассы), на долю коловраток приходилось 33%, на долю ветвистоусых — лишь 7% численности. По численности доминировали *Cyclops scutifer* (59%), *Arctodiaptomus* (S.) *paulseni* (10%), *Mixodiaptomus incrassatus* (6%), *C. glacialis* (5%). Крупные диаптомиды формировали основу биомассы зоопланктона (в основном) *M. incrassatus*, *Acanthodiaptomus denticornis*, абсолютным лидером выступал *M. incrassatus*.

Изучена морфология массовых видов веслоногих ракообразных в оз. Дод-Цаган: двух диаптомид (*M. incrassatus* и *A. (S.) paulseni*) и циклопа (*C. glacialis*).

Морфологические характеристики популяций ракообразных из оз. Дод-Цаган (краткий диагноз)

***Mixodiaptomus incrassatus*.** Самка (рис. 2а, 2г, 2д, 2и–2л). Имеются острые, хорошо выраженные лопасти на предпоследнем и последнем торакальных сегментах (рис. 2а). Абдомен двухсегментный, генитальный сегмент расширен, с небольшими шипиками. Внешний и внутренний края каудальных ветвей по всей длине покрыты

густыми жесткими волосовидными щетинками (рис. 2и). Антеннулы доходят до конца лопастей последнего торакального сегмента. Рострум с длинными острыми отростками (рис. 2л). Режущий край мандибулы с семью зубцами. Вентральный зубец одновершинный, заостренный; имеет хорошо заметную коронку, отделен от остальных зубцов диастемой. Второй зубец одновершинный, третий–пятый зубцы двухвершинные, с узким основанием, самый дорсальный зубец шипообразный, тонкий. Дорсальная щетинка длиннее зубцов, тонкая, зубчатая (рис. 2д). Второй членик эндоподита Р2 имеет шмейловский орган (рис. 2к). Третий членик экзоподита пятой пары ног крупный, отчетливо отделен от второго экзоподита, вооружен короткой шиповидной наружной щетинкой и относительно крупным внутренним шипом, который на 1/3 не достигает внутреннего выроста второго экзоподита (рис. 2г). Эндоподит двухчлениковый, по длине равен первому членику экзоподита, его апикальный конец вооружен хитиновыми выростами. Длина самки 1.90–2.15 мм. Яйцевой мешок плоский, содержит от 8 до 10 яиц.

Самец (рис. 2б, 2в, 2е–2з). Последние два сегмента абдомена асимметричны, с рядами мелких шипиков на дорсальной стороне (рис. 2з). Каудальные ветви с внешней стороны гладкие, с внутренней стороны имеют редкие тонкие волоски. Длина каудальных ветвей 90–100 мкм, они в 1.1–1.4 раза длиннее, чем у самки (рис. 2ж). Третий от конца членик геникулирующей антеннулы без выростов. Базиподит правой ноги Р5 с внутренней стороны с кутикулярным выростом, первый членик экзоподита относительно маленький с внешним углом, на втором членике экзоподита проксимально с внутренней стороны имеется небольшой конический хитиновый вырост (рис. 2б), тонкий маленький боковой шип расположен дистально. Хватательный коготь слабо изогнут в дистальной части. Эндоподит одно-двухчленистый, утолщенный в проксимальной части, на апикальном конце имеется пальцевидный хитиновый вырост (рис. 2в). Второй членик экзоподита левой ноги четко отделен от первого экзоподита, его дистальный отросток закругленный, покрыт короткими хитиновыми шипиками; внутренний отросток длиннее дистального, утолщенный в основании и острый дистально (рис. 2е). Длина самца 1.9–2.0 мм.

Численность и биомасса *M. incrassatus* в озере изменялись от 0.35 до 2.60 тыс. экз./м³ и от 0.150 до 1.100 г/м³ соответственно. Наибольшее его количество зарегистрировано на ст. 5, где глубина достигала 20 м, вид концентрировался на горизонте 0–5 м. В период наших исследований популяция рачка состояла в основном из самцов и яйценосных самок. Тело рачков было окрашено в красный цвет, поскольку содержало по две-три капли жира. На *M. incrassatus* приходилось >60% биомассы веслоногих ракообразных.

Таблица 2. Видовой состав ракообразных в оз. Дод-Цаган в 2022 г.

Таксон	Зоогеографическая характеристика	Присутствие вида	
		по: (Дулмаа, 1965)	по данным авторов
Тип Arthropoda			
Класс Branchiopoda Latreille, 1817			
Надотряд Cladocera Latreille, 1829			
Отряд Stenopoda Sars, 1865			
Сем. Sididae Baird, 1850			
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller, 1776)	Ше	+	+
<i>Diaphanosoma mongolianum</i> Ueno, 1938*	Ше	—	+
Отряд Anomopoda Sars, 1865			
Сем. Daphniidae Straus, 1820			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785) s.l.	Шр	+	—
<i>C. dubia</i> Richard, 1894 s.l.*	Шр	—	+
<i>C. pulchella</i> Sars, 1862 s.l.	Шр	+	+
<i>C. affinis</i> Lilljeborg, 1901 (<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894 s.l.)	Шр	+	—
<i>Daphnia</i> (D.) <i>galeata</i> Sars, 1864	Шр	+	+
<i>D. (D.) longispina hyalina</i> Leydig, 1860 (= <i>D. hyalina</i> Leydig, 1860)	Ше	+	—
<i>D. (D.) longispina</i> O.F. Müller, 1776 s.str.	Ше	+	+
<i>D. (D.) pulex</i> Leydig, 1860 s.l.	Шр	+	—
<i>D. (D.) dentifera</i> Forbes, 1893* ?	Ва	—	+
<i>D. (D.) turbinata</i> Sars, 1903*	Го	—	+
<i>D. (C.) magna</i> Straus, 1820	Шр	+	—
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	Шр	+	—
<i>Simocephalus</i> (S.) <i>vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	Шр	+	+
Сем. Moinidae Goulden, 1968			
<i>Moina salina</i> Daday, 1888 (= <i>M. microphthalma</i> Sars, 1903 s.l.)	Ше	+	—
<i>M. brachiata</i> (Jurine, 1820) (= <i>M. rectirostris</i> Leydig, 1860) s.l.)	Шр	+	—
Сем. Macrothricidae Norman et Brady, 1867 emend. Smirnov, 1976			
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady, 1867	Шр	+	—
<i>M. dadayi</i> Behning, 1941		+	—
Сем. Bosminidae Baird, 1845 emend. Sars, 1865			
<i>Bosmina</i> (<i>Bosmina</i>) <i>longirostris</i> (O.F. Müller, 1776)	Шр	+	+
Сем. Euryercidae Kurz, 1875 emend. Dumont et Silva-Briano, 1998			
<i>Euryercus</i> (E.) <i>lamellatus</i> (O.F. Müller, 1776)	Ше	+	—
Сем. Chydoridae Dybowki et Grochowski, 1894			
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	Ше	+	+
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862 s.l.	Ше	+	—
<i>A. quadrangularis</i> (O.F. Müller, 1785)	Ше	+	—
<i>Flavaolona costata</i> (Sars, 1862)	Шр	+	—
<i>Biapertura affinis</i> (Leydig, 1860)	Ше	+	+
<i>Leydigia</i> (<i>Leydigia</i>) <i>leydigi</i> (Schödler, 1863)	Шр	+	—
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	Шр	+	+
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)	Шр	+	+
<i>A. excisa</i> (Fischer, 1854)	Шр	+	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776)	Ше	+	+
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1843) (= <i>Chydorus globosus</i> Baird, 1843)	Шр	+	—
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841) s.l.	Ше	+	+
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F. Müller, 1785)	Ше	+	+
<i>P. trigonellus</i> (O.F. Müller, 1785)*cf	Шр	—	+
<i>P. uncinatus</i> Baird, 1850	Шр	+	—

Таблица 2. Окончание

Таксон	Зоогеографическая характеристика	Присутствие вида	
		по: (Дулмаа, 1965)	по данным авторов
Отряд Onychopoda Sars, 1865 Сем. Polyphemidae Baird, 1845 <i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1758)	Шр	+	—
Отряд Harpoida Sars, 1865 Сем. Leptodoridae Lilljeborg, 1861 <i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	Ше	+	+
Класс Maxillopoda Подкласс Copepoda Edwards, 1840 Gymnoplea Giesbrecht, 1834 Отряд Calanoida Sars, 1903 Сем. Temoridae Sars, 1903 <i>Heterocope borealis</i> (Fischer, 1851)	П	+	+
Сем. Diaptomidae Baird, 1850 <i>Acanthodiaptomus denticornis</i> (Wierzejski, 1887)	Г	+	+
<i>Arctodiaptomus</i> (A.) <i>wierzejskii</i> (Richard, 1888)	П	+	+
<i>A. (Rh.) anudarinii</i> Borutzky, 1959	Эв	+	+
<i>A. (Rh.) dahuricus</i> Borutzky, 1959*	Эв	—	+
<i>A. (Rh.) bacillifer</i> (Koelbe, 1885)	Г	+	—
<i>A. (S.) paulseni</i> (Sars, 1903)	Го	+	+
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	П	+	—
<i>Neutrodiaptomus</i> (N.) <i>incongruens</i> (Poppe, 1888)	Ва	+	—
<i>Mixodiaptomus incrassatus</i> (Sars, 1903)	П	+	+
<i>Metadiaptomus asiaticus</i> (Uljanin, 1875)	П	+	—
Надотряд Podoplea Giesbrecht, 1882 Отряд Cyclopoida Burmeister, 1834 Сем. Cyclopidae Dana, 1846 <i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	К	+	+
<i>E. dumonti</i> Alekseev, 2000*	Ва	—	+
<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine, 1820)	К	+	+
<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1975	Г	+	+
<i>C. glacialis</i> Flössner, 2001* (= <i>Cyclops abyssorum</i> Sars, 1863)	Ва	+	+
<i>C. scutifer</i> Sars, 1863	П	+	+
<i>C. strenuus</i> Fischer, 1851	К	+	—
<i>Megacyclops gigas</i> (Claus, 1857)	П	+	+
<i>M. viridis</i> (Jurine, 1820)	П	+	+
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	Г	+	—
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	К	+	+

Примечание. “+” — присутствие вида, “—” — отсутствие; К — космополиты; Г — голарктическая и П — палеарктическая области; Ва — восточно-азиатско-американский комплекс; Го — горный эндемичный комплекс; Ше — широко распространенный евроазиатский комплекс; Шр — неревизованные широко распространенные виды; Эв — эндемичный восточно-азиатский комплекс. Зоогеографическая характеристика ветвистоусых ракообразных дана по: (Котов, 2016; Коровчинский и др., 2021); Calanoida — по: (Боруцкий и др., 1991; Dussart, Defaye, 1993); Cyclopidae — по: (Einsle, 1996; Alekseev, 2019).

* Виды, отмеченные впервые.

Вид широко распространен в Палеарктике (Боруцкий и др., 1991). На территории Монголии *M. incrassatus* обитает в пресных (Боруцкий, 1959; Дулмаа, 1965; Аюушсурен и др., 2013) и солоноватых (Alonso, 2010; Итигилова и др., 2014) водоемах.

Arctodiaptomus (S.) paulseni. Самка (рис. 3а–3г). Лопасти последнего сегмента цефалоторакса ассиметричны, правая лопасть более сужена, чем левая. Эти лопасти несут по паре сенсорных шипиков, одна пара, меньших размеров, чем другая,

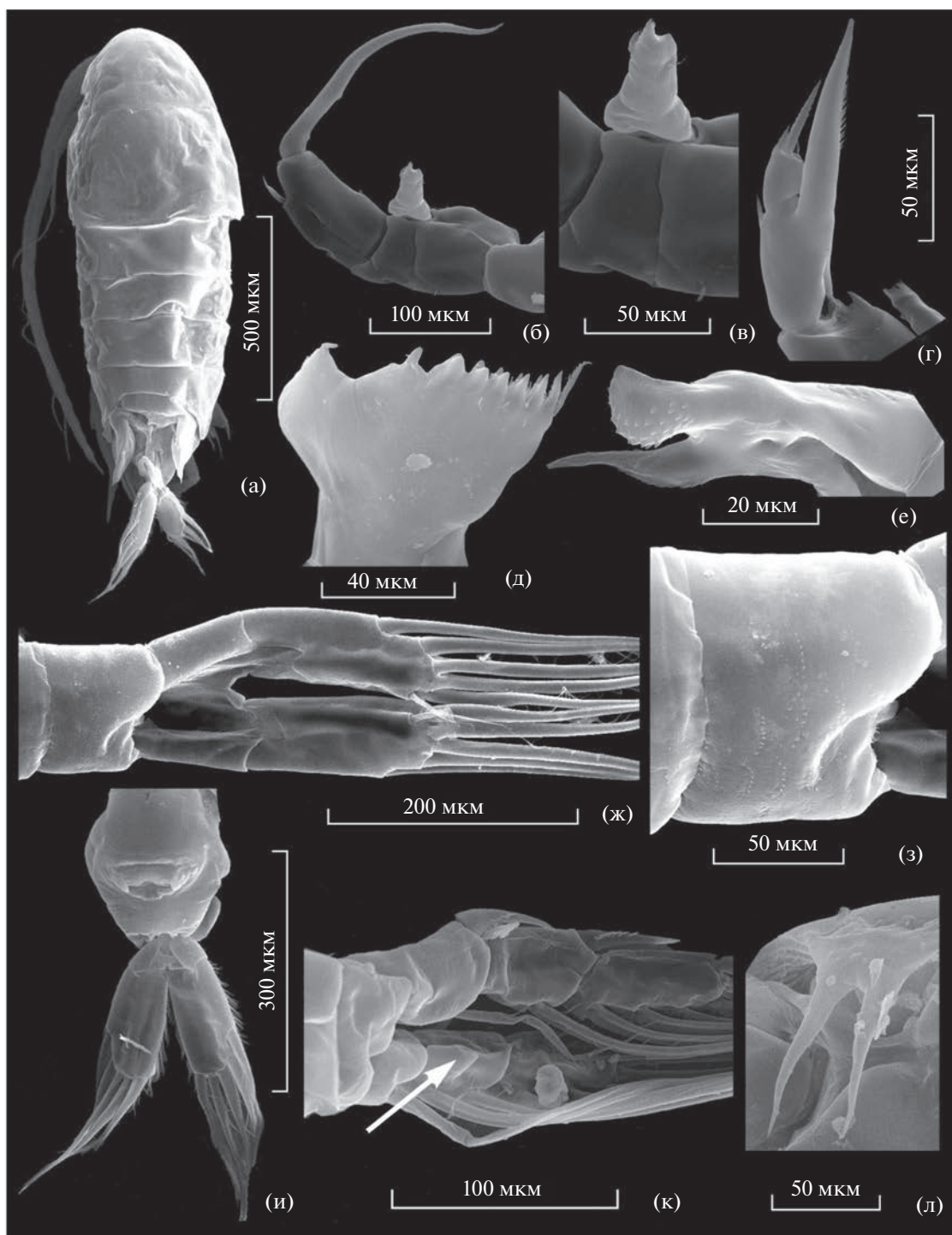


Рис. 2. *Mixodiaptomus incrassatus*: а – самка, дорсально; б – правая нога пятой пары самца; в – эндоподит правой пятой пары ноги самки; г – третий членик экзоподита пятой пары ноги самки; д – режущий край мандибулы; е – второй экзоподит левой ноги пятой пары самки; ж – каудальные ветви самки; з – последний сегмент abdomena самки, дорсально; и – генитальный сегмент и каудальные ветви самки, вентрально; к – вторая пара ног самки (стрелкой показан шмейлевский орган); л – рострум самки.

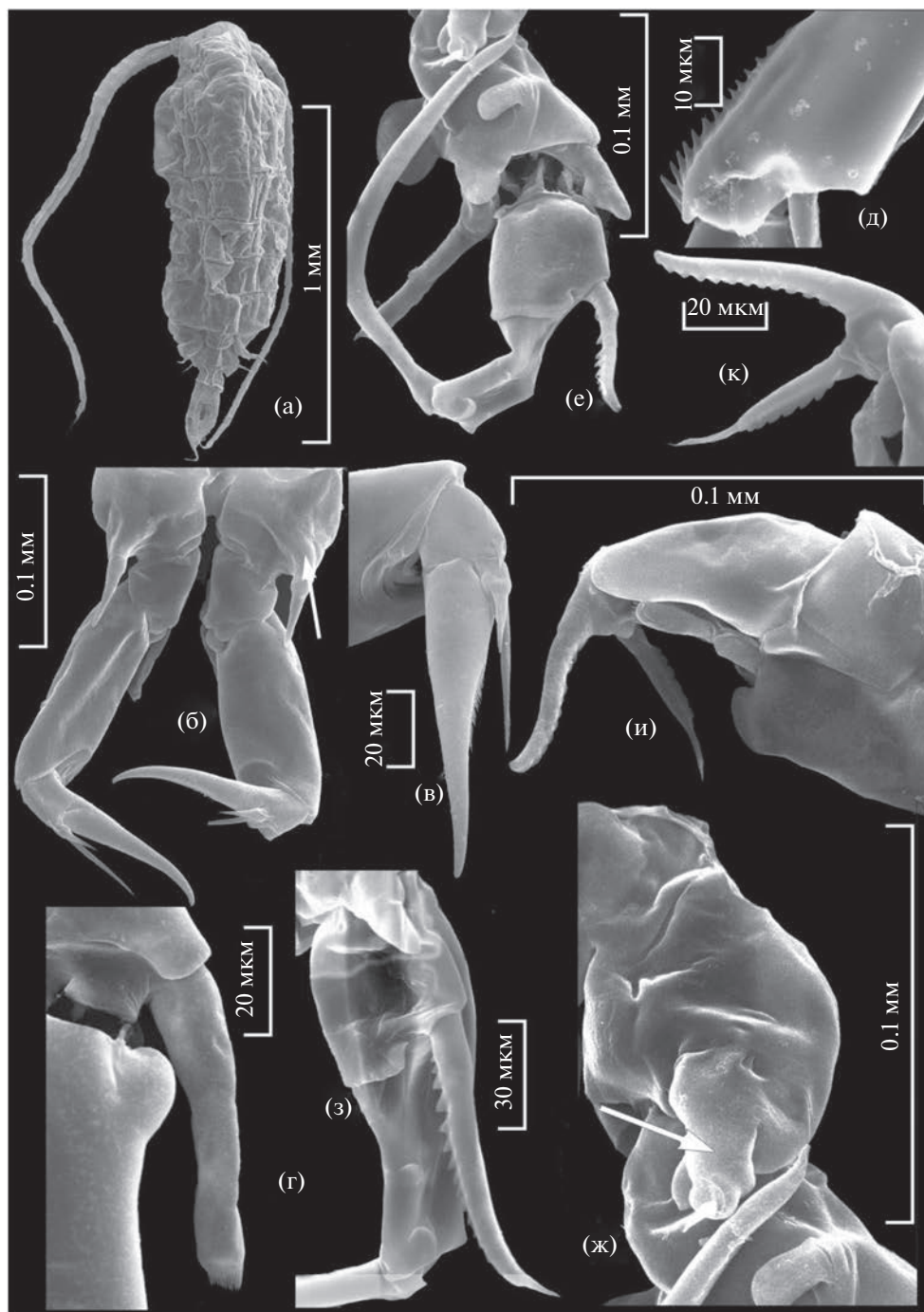


Рис. 3. *Arctodiaptomus paulseni*: а — самка, дорсально; б — пятая нога самки (стрелкой показан кутикулярный вырост на коксоподите); в — третий членик экзоподита пятой ноги самки; г — эндоподит пятой ноги самки; д — вооружение на третьем членике геникулирующей антенны самца; е — правая нога пятой пары самца; ж — коксоподит правой ноги самца (стрелкой показан кутикулярный вырост); з — второй членик экзоподита правой ноги пятой пары самца; и — первый и второй экзоподиты левой ноги пятой пары самца; к — дистальный отросток и внутренний вырост левой ноги пятой пары самца.

находится на спинной поверхности ближе к краю. Генитальный сегмент также ассиметричный с относительно крупными сенсорными шипиками (рис. 3а). Антеннулы длинные, достигают конца каудальных щетинок или немного длин-

нее. На режущем крае мандибулы вентральный и центральные зубцы сточены, дорсальные зубцы двувершинные, округлые на конце. Каудальные ветви голые, короткие, их длина чуть более чем в 2 раза превышает ширину.

На плавательной ноге P2 имеется шмейлевский орган на втором членике эндоподита. Коксоподит пятой пары с крупным острым выростом (рис. 3б). Первый членик экзоподита удлинённый, стройный, с параллельными сторонами, гладкий без выростов. Второй членик экзоподита с массивным шиповидным выростом с сетулами на обоих краях. Третий членик экзоподита явно отделен, маленький, с двумя шипами, из которых внутренний почти не достигает 1/3 шиповидного отростка второго экзоподита, его внешний отросток относительно короткий (рис. 3в). Эндоподит одночленистый, достигает 1/3 длины первого экзоподита, в дистальной части покрыт мелкими кутикулярными выростами (рис. 3г). Размер самки 1.5–1.6 мм. Яйцевой мешок содержит 8–10 яиц.

Самец (рис. 3д–3к). Два последних абдоминальных сегмента асимметричны: правая сторона развита сильнее, чем левая. Геникулирующая антенна на третьем от конца членике дистально несет шипики (рис. 3д). Коксоподит правой ноги P5 самца с относительно крупным кутикулярным выростом, снабженным сенсорным шипиком (рис. 3ж). Базиподит несет четыре придатка, два из которых на спинной поверхности. На внутренней стороне базиподита имеются два сплюснутых пластинчатых выроста округлой формы: проксимальный внутренний небольшой, второй придаток в дистальной части большой, округлой формы (рис. 3е). На спинной поверхности также два придатка – маленький треугольной формы и относительно крупный полукруглый вырост, расположенный более дистально. Первый членик экзоподита правой ноги мелкий с оттянутым внешним углом, второй членик чрезвычайно сужен с середины членика и до его дистального конца (рис. 3е). На наружном крае второго членика экзоподита в дистальной части имеются два кутикулярных бугорка (рис. 3е). Боковой шип длинный и мощный, слегка изогнут, прикреплен проксимально, с внутренней стороны снабжен мощными зубчиками, хватательный коготь мощный, изогнутый. Эндоподит правой ноги одночленистый, в проксимальной части шире, чем в дистальной, немногим не достигает дистальной части второго членика экзоподита. В дистальной части эндоподит снабжен кутикулярным выростом и многочисленными сетулами. Базиподит левой ноги P5 квадратной формы, первый членик экзоподита удлинённый (рис. 3и), второй членик экзоподита с относительно крупным дистальным отростком, с внутренней стороны бугристый по всей длине (рис. 3к). Внутренний вырост третьего членика экзоподита левой ноги приблизительно такой же длины, как и дистальный отросток, заостренный к концу, покрыт сетулами. Эндоподит двучленистый, на апикальном конце с многочис-

ленными сетулами, он почти достигает основания третьего членика экзоподита (рис. 3и). Длина самца 1.3–1.4 мм.

A. (S.) paulseni – типично горный вид, обитает и в крупных, и в мелких озерах (Боруцкий и др., 1991; Dussart, Defaye, 1993). По данным (Боруцкий, 1959), в Монголии отмечен для водоемов Северо-Запада, в оз. Дод-Цаган, в бассейне р. Шишхид (бассейн р. Енисей). На территории юга Восточной Сибири обитает в высокогорных озерах Тункинской долины: бассейн р. Иркут (левый приток р. Ангара) – оз. Ильчир ((Bondarenko et al., 2002) и озера Шутхулай–Нур и Дозор-Нур (бассейн р. Тисса, впадающей в р. Ока) (неопубликованные данные авторов).

Cyclops glacialis. Самка (рис. 4; 5; 6а–6д). Длина тела (без фуркальных щетинок) 1.89 мм. Тело стройное, удлинённое (рис. 4а), отношение длины цефалоторокса к ширине 1.08. Торакальные сомиты четко отделены друг от друга. Последний и предпоследний торакальные сомиты с вытянутыми кнаружи боковыми выростами (рис. 4в). Длина генитального сомита немногим превышает его ширину. Анальная пластинка слабо развита (рис. 4г). Каудальные ветви длинные, параллельные, с внутренней стороны сплошь покрыты волосками (рис. 4б). Фуркальный индекс изменяется от 7.2 до 10.0 в среднем составляет 8.4. Латеральная щетинка (Me) расположена в четвертой части длины апикального конца фурки (рис. 4б). Ti почти в 2 раза длиннее Te. Длина Td в 1.1 раза больше Te, но в 1.8 короче Ti.

Антеннулы 17-члениковые, достигают середины четвертого сомита (рис. 4а). Антенна четырехчлениковая (рис. 4е). На ее каудальной поверхности орнамент из крупных и мелких колючек (рис. 4д), на фронтальной стороне косою ряд колючек. Максилла, максиллула и максиллипед как на (рис. 5а, 5в, 5д). Максиллипед на каудальной поверхности второго и третьего членика вооружен редкими длинными колючками (рис. 5б). Мандибула несет длинные острые зубцы и одну мощную оперенную щетинку (рис. 5г). На дистальном конце антенны семь щетинок. Губа с 10–12 зубцами (рис. 5е).

Членистость ног – 33/33/33/33 (первая цифра относится к экзоподиту). Вооружение ног у самок популяции *C. gracialis* из оз. Дод-Цаган по типу Tegn1. Формула шипов и щетинок приведена в табл. 3.

На фронтальной поверхности базиподита P1 между эндо- и экзоподитом присутствует группа коротких сетул (рис. 6а), на внутренней щетинке базиподита в ее основании имеются длинные редкие сетулы (рис. 6а). Интеркоксальная пластинка P3–P4 вооружена сетулами. На интеркок-

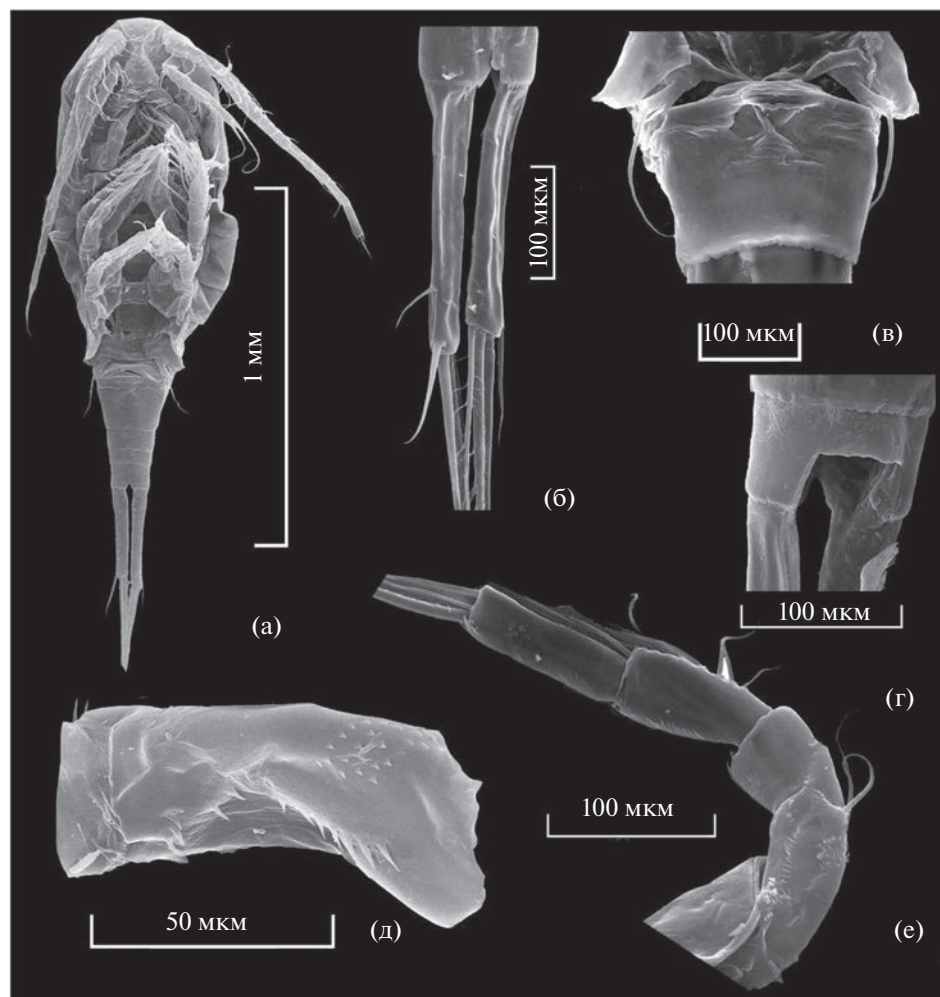


Рис. 4. *Cyclops glacialis*, самка: а — внешний вид (вентрально); б — каудальные ветви (дорсально), в — 5-й торакальный сегмент и генитальный сегмент (вентрально), г — анальная пластинка (дорсально); д — коксобазис антенны (каудально); е — антенна (каудально).

сальной пластинке P3 сетулы длинные, редкие. На интеркоксальной пластинке P4 сетулы расположены в два ряда, длинные и более частые (рис. 6в, 6д). Скульптура каудальной поверхности P4 коксоподита имеет колючки А–В–С–Е, колючки D и F отсутствуют. Длина дистального членика эндоподита P4 (P4End3) в 2.72 (2.5–3.2) раза больше ширины, его внутренний апикаль-

ный шип в 1.71 (1.4–1.92) раза длиннее внешнего апикального.

Дистальный членик P5 длинный, длина в 2.5–2.9 раза больше ширины; его шип относительно тонкий, длинный (0.027 мм), выходит за длину дистального членика (рис. 6г, 6е). Щетинка на базальном членике P5 короткая, в 2 раза короче щетинки второго членика.

Таблица 3. Число шипов и щетинок на плавательных ногах самок *C. gracialis*

Плавательные ноги	Кокса	Базиподит	Эндоподит	Экзоподит
P1	0–1	0–2	0–1/0–2/1–5	1–1/1–1/3–5
P2	0–1	0–1	0–1/0–2/1–5	1–1/1–1/4–5
P3	0–1	0–1	0–1/0–2/1–5	1–1/1–1/3–5
P4	0–1	0–1	0–1/0–2/2–3	1–1/1–1/3–5

Примечание. Через тире шипы–щетинки.

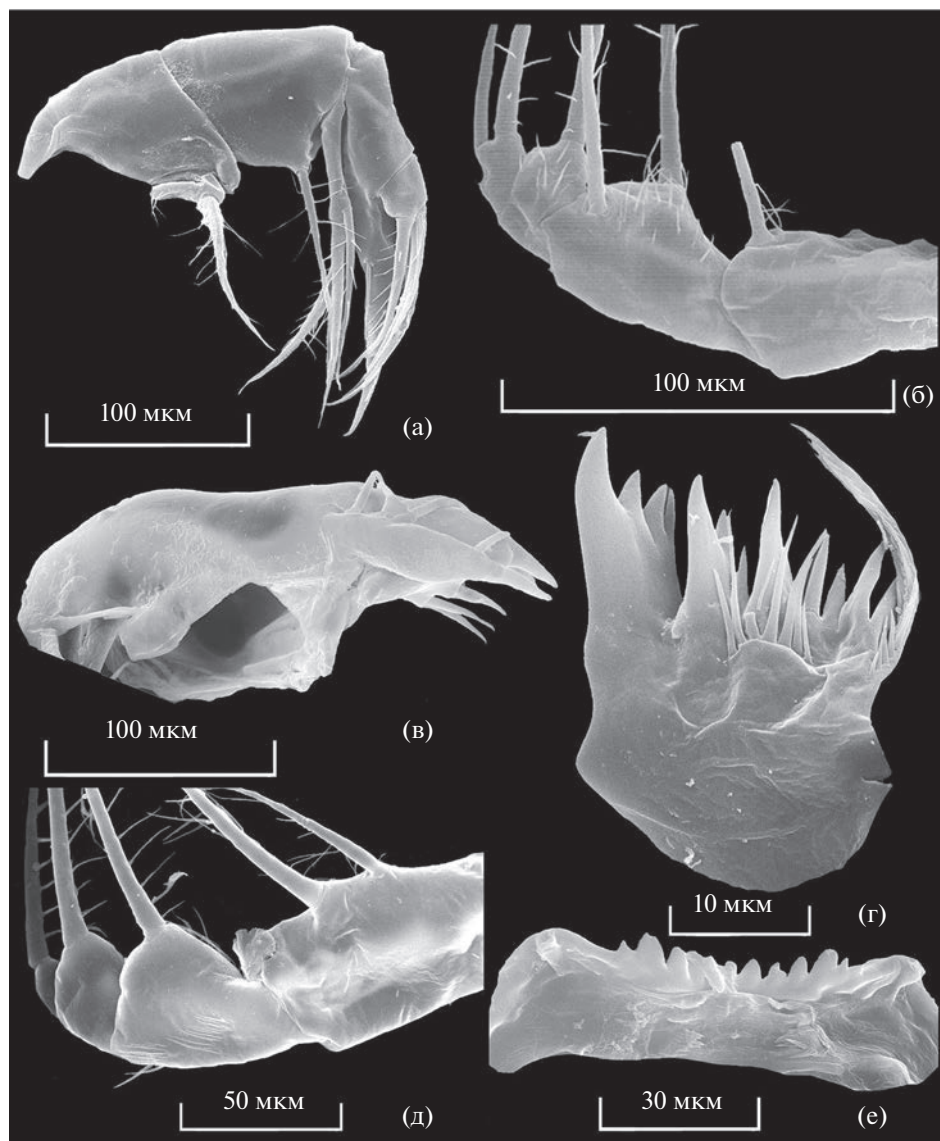


Рис. 5. *Cyclops glacialis*, самка: а — максилла; б — максиллипед, каудально; в — максиллула; г — мандибула; д — максиллипед, фронтально; е — губа.

Яйцевые мешки у самки овальной формы, тесно прижаты к телу, в каждом мешке от 28 до 30 яиц.

Самец. Длина тела 1.375 мм (1.300–1.500), тело более стройное, чем у самки. Фуркальный индекс 5.2–5.5, в среднем 5.4. Нога Р6 с коротким сильным шипом (0.032 мм) и двумя длинными щетинками, из них внешняя щетинка в 2 раза длиннее внутренней и в 3.5 раза длиннее шипа (рис. 6б).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из списка видов ракообразных более половины (57%) приходится на ветвистоусых ракообразных, из них пять видов — новые для водоемов Дархатской котловины. Необходимо отметить

три вида из сем. Daphniidae: *D. (D.) dentifera*, *D. (D.) turbinata* и *C. dubia*. Последний вид зарегистрирован в водоемах западной, Северо-Западной частях Монголии, в реках и озерах бассейна р. Селенга (Flössner et al., 2005; Крылов, Дулмаа, 2009, 2012). В Европейской части России *C. dubia* обитает в водохранилищах рек Кама и Волга (Лазарева, 2020, 2022). *D. (D.) turbinata* известна из Алтае-Саянского горного региона (Монгольского Алтая, озер бассейна Улаанчны Хар), является эндемиком высокогорных озер Южной Сибири и Монголии (Аюушсүрен и др., 2013; Котов, 2016; Zuykova et al., 2019). По нашим неопубликованным данным, этот вид обитает во многих мелководных эвтрофных водоемах Монголии. Идентифика-

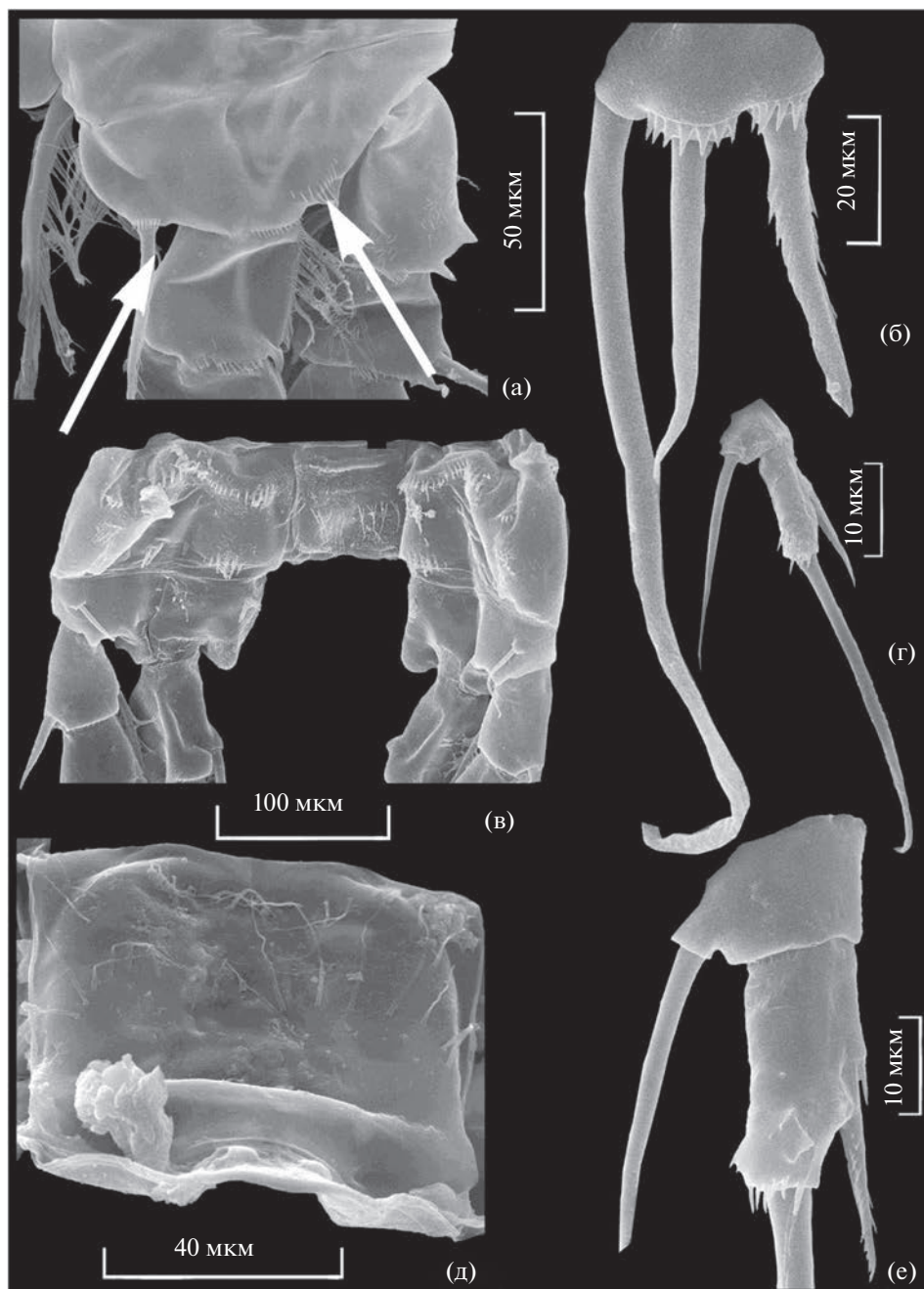


Рис. 6. *Cyclops glacialis*, (самка, самец): а — базиподит первой пары ног, фронтально (стрелки указывают на длинные сетулы в основании внутренней щетинки и группу на фронтальной поверхности базиподита между экзо- и эндоподитом); б — шестая нога самца; в — коксоподит и интеркоксальная пластинка ног четвертой пары (каудально); г, е — общий вид пятой ноги; д — интеркоксальная пластинка ног третьей пары (каудально).

ция *D. (D.) dentifera* требует подтверждения генетическими методами. Обнаруженная нами *D. mongolianum* (табл. 2) была немногочисленна и отмечена только на ст. 3 (табл. 1). Для водных объектов Монголии этот вид указан для озер бассейна р. Селенга (Крылов, 2009), озер Северо-Восточной (Итигилова и др., 2012, 2014) и Северо-Западной (Flössner et al., 2005; Alonso, 2010) Монголии.

Отмеченный нами в оз. Дод-Цаган *P. trigonellus* не указан для водоемов Монголии в имеющейся литературе. Этот вид относится к неревизованным широко распространенным и нуждается в пересмотре, особенно азиатские популяции, поскольку в Якутии обитает близкий ему вид — двойник *P. yakutensis* Garibian, Neretina, Klimovsky, Kotov, 2018 (Garibian et al., 2018).

Среди Copepoda впервые для водоемов Дархат выявлены два вида из сем. Cyclopidae: *E. dumonti* и *C. glacialis*. *E. dumonti* впервые был найден в маленьком озере с глубиной ~50 см, находящемся в 100 км на север от г. Улан-Батор (Alekseev, 2019), позже — в 2012 в водоемах Центральной Монголии (Marrone et al., 2015). В оз. Дод-Цаган *E. dumonti* обитает в литоральной зоне на глубинах 3–8 м. Вид найден в Западной Монголии в оз. Улаанчны Хар (Аюушсурен и др., 2013), указан для соленых водоемов Монголии (Alonso, 2010; Итигилова и др., 2014; Marrone et al., 2015). Особо следует отметить обитание в водоемах Монголии *C. glacialis*. Вид описан в 2001 г. Флосснером (Flössner, 2001) из высокогорных водоемов северо-запада Монголии. Авторами (Holynska, Wyn-gaard, 2019) *C. glacialis* включен в филогенетическое дерево на основе сведений по морфологии, молекулярному анализу и зоогеографии. Нашими исследованиями подтверждено обитание *C. glacialis* в трех частях оз. Дод-Цаган (северная — Тарган, средняя — Дунд и южная — Хармай). Это первая находка вида в водоемах Дархатской котловины, также (по нашим неопубликованным данным) вид обитает в оз. Огий-Нур (Центральная Монголия).

При сравнении наших данных по видовому составу ракообразных с данными 60-х годов прошлого столетия отмечено, что в современных списках отсутствуют 16 видов ветвистоусых и четыре вида веслоногих раков. Это связано с большим количеством проб (156) и длительностью исследований (июнь–октябрь и декабрь–март) в 1962–1963 гг. (Дулмаа, 1965); некоторые виды в настоящее время сведены в синонимы (*Ceriodaphnia dubia* s.l. = *C. affinis*). В пробах 2022 г. отсутствовали виды-галофилы (*D. magna*, *Moina salina*, *Metadiaptomus asiaticus*) и виды, обитающие в солоноватых водах (*Arctodiaptomus bacillifer*, *Neutrodiaptomus incongruens*). Возможно, эти виды проникли в озеро из мелких солоноватых водоемов в период весеннего паводка.

В настоящее время основу зоопланктона и по численности, и по биомассе создают веслоногие ракообразные (*C. scutifer*, *M. incrassatus*, *A. (S.) paulseni*, *Acanthodiaptomus denticornis*, *C. glacialis*).

Выводы. В результате проведенных исследований в оз. Дод-Цаган изучен видовой состав фауны веслоногих (16 видов) и ветвистоусых (20 видов) ракообразных в современный период. В составе зоопланктона озера в количественном отношении преобладали веслоногие ракообразные, достигая 60% общей численности. Выявлены виды-доминанты — *C. scutifer*, *M. incrassatus*, *A. (S.) paulseni*, *A. denticornis*, *C. glacialis* — важные кормовые объекты рыб планктофагов. Исследо-

вания с помощью СЭМ позволили дополнить и расширить описание редких и кратко описанных видов: *C. glacialis*, обитающего только в водоемах Монголии, а также *A. (S.) paulseni* и *M. incrassatus*, редких в Восточной Сибири и Монголии. У самок *C. glacialis* впервые представлены описания и иллюстрации ротовых конечностей; вооружение плавательной ноги P1 с фронтальной стороны; вооружение интеркоксальной пластинки P3, дано описание самца и его некоторые морфометрические параметры. У *M. incrassatus* впервые изучено строение мандибулы и тонкое морфологическое вооружение второго экзоподита левой ноги самца.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны Марии Холынской (Museum and Institute of Zoology Warszawa, Poland) за помощь в идентификации *C. glacialis*.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование поддержано проектом 2494 “*Coregonus pidschian* в Монголии (Coregonidae): комплексное изучение эволюционной истории, биологических особенностей и современного состояния...”, Российским фундаментальным исследованием, грант № 20-54-44017 и частично в рамках госзадания Лимнологического института СО РАН 0279-2021-0007.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аюушсурен Ч., Шевелева Н.Г., Аров И.В. 2013. Таксономический состав зоопланктона и морфология редких видов в озерах бассейна Улаанчны Хаар (западная Монголия) // Изв. ИГУ. Серия “Биология. Экология”. Т. 6. № 2. С. 116.
- Боруцкий Е.В. 1959. Ракообразные Монгольской Народной Республики. I. Copepoda, Calanoida. The Crustacea of the Mongolian People's Republic. I. Copepoda, Calanoida // Бюл. Мос. общ-ва природы. Отд. Биология. Т. 64 (1). С. 43.
- Боруцкий Е.И., Степанова Л.А., Кос М.С. 1991. Определитель Calanoida пресных вод СССР. СПб: Наука.
- Дулмаа А. 1962. О зоопланктоне озера Дод-Цаган (Северная Монголия) // Изв. БГНИИ при иркутском гос. ун-те им. А.А. Жданова (краткое сообщение о научно-исследовательских работах ИГУ за 1961 г.) Т. 12. С. 22.
- Дулмаа А. 1965. Материалы к познанию зоопланктона озер Дархатской котловины (Северо-Западная Монголия) // Лимнологические исследования Байкала и некоторых озер Монголии. М.: Наука. С. 191.
- Дулмаа А. 1967. Гидробиология озер Дархатской котловины Северо-Западной Монголии. Улан-Батор.

- Дулмаа А. 2005. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Дархатской котловины. Тр. ин-та биол. АН Монголия. № 25. С. 30.
- Дулмаа А. 2009. Ракообразные водоемов (Crustacea) Дархатской котловины // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. II. Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и Северной Монголии. Кн. 1. Новосибирск: Наука. С. 628.
- Дулмаа А. 2015. Озера Дархатской котловины // Биология озер Монголии. Улан-Батор: Соембо принтинг. С. 142.
- Итигилова М.Ц., Дулмаа А., Афонина Е.Ю. 2012. Динамика зоопланктона озера Хух-Нур Северо-Восточная Монголия в разные фазы климатических изменений // Природоохранное сотрудничество в трансграничных регионах Россия—Китай—Монголия. Чита: Поиск. С. 180.
- Итигилова М.Ц., Дулмаа А., Афонина Е.Ю. 2014. Зоопланктон озер долины рек Ульдза и Керулен Северо-Востока Монголии // Биология внутр. вод. № 3. С. 54. <https://doi.org/10.7868/S0320965214030103>
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синев А.Ю. и др. 2021. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) северной Евразии. Т. 2. М.: Тов-во науч. изданий КМК.
- Котов А.А. 2016. Фаунистические комплексы Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) Восточной Сибири и Дальнего Востока России // Зоол. журн. Т. 95. № 7. С. 748.
- Крылов А.В. 2012. Видовой состав зоопланктона водоемов и водотоков Котловины Больших озер (Монголия) // Биология внутр. вод. № 3. С. 43. <https://doi.org/10.1134/S1995082912030078>
- Крылов А.В., Дулмаа А. 2009. Зоопланктон озер и рек бассейна р. Селенги // Водные экосистемы бассейна Селенги. Биологические ресурсы и природные условия Монголии. Тр. Совместной Российско-Монгольской комплексной экспедиции. Т. 60. М.: ИПЭЭ РАН. С. 166.
- Лазарева В.И. 2020. Многолетние изменения состава и обилия зоопланктона водохранилищ р. Камы // Биология внутр. вод. № 3. С. 260. <https://doi.org/10.31857/S0320965220030110>
- Лазарева В.И. 2022. Состав, структура и особенности пространственного распределения зоопланктона в Шекснинском водохранилище (Верхняя Волга, Россия) // Биология внутр. вод. № 6. С. 711. <https://doi.org/10.31857/S0320965222060122>
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука.
- Нямхуу М. 2012. Рельеф Дархатской котловины // Вестн. Томск. ун-та. № 356. С. 179.
- Alekseev V.R. 2019. Revision of the genus *Eucyclops* (Claus, 1893) and subfamily Eucyclopinae of the world fauna // Arthropoda Selecta. V. 28(4) P. 490.
- Alonso M. 2010. Branchiopoda and Copepoda (Crustacea) in Mongolian Saline Lakes // Mongolian J. Biol. Scie. V. 8 (1). P. 9.
- Bondarenko N.A., Sheveleva N.G., Domysheva V.M. 2002. Structure of plankton communities in Ilchir, an alpine lake in eastern Siberia // Japan. Soc. Limnol. V. 3. P. 127.
- Dussart B.H., Defaye D. 1993. Repertoire mondial des Crustacés Copepodes des Eaux Interneures I. Calonoides. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.
- Dussart B.H., Defaye D. 2001. Introduction to the Copepoda // Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. V. 16. Leiden: Backhuys Publishers.
- Einsle U. 1996a. Copepoda: Cyclopoida genera *Cyclops*, *Megacyclops* and *Acanthocyclops*. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 10. New York: Amsterdam SPB Academic Publishing BV.
- Flössner D. 2001. *Cyclops glacialis* n.sp. (Copepoda: Cyclopoida) from a High Mountain Lake in Northwestern Mongolia // Limnologia. V. 31. P. 303.
- Flössner D., Horn W., Paul M. 2005. Notes on the Cladoceran and Copepod fauna of Uvs Nuur Basin (Northwest Mongolia) // Int. Rev. Hydrobiol. V. 90. № 5–6. P. 580. <https://doi.org/10.1002/iroh.200410782>
- Garibian P.G., Neretina A.N., Klimovsky A.I., Kотов А.А. 2018. A new case of west-east differentiation of the freshwater fauna in Northern Eurasia: the *Pleuroxus trigonellus* species group (Crustacea: Cladocera: Chydoridae) // Zootaxa. V. 4532. P. 451.
- Holynska M., Wyngaard G. 2019. Towards a phylogeny of *Cyclops* (Copepoda): (in) congruences among morphology, molecules and zoogeography // Zoologica scripta. V. 48. P. 376. <https://doi.org/10.1111/zsc.12342>
- Kiefer F., Fryer G. 1978. Das Zooplankton der Binnengewässer Freilebenden Copepoda. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Kozminski Z. 1936. Morfometrische und ökologische Untersuchungen an Cyclopiden der *strenuus* — Gruppe // Int. Rev. gesamt. Hydrobiol. und Hydrograph. Bd 33. S. 161.
- Marrone F., Alonso M., Pieri V. et al. 2015. The crustacean fauna of Bayan Onjuul area (Tov Province, Mongolia) (Crustacea: Branchiopoda, Copepoda, Ostracoda) // North-Western J. Zoology. V. 11(2). P. 288.
- Zuykova E., Sheveleva N., Kотов А. 2019. Redescription of *Daphnia turbinata* Sars, 1903 (Crustacea: Cladocera: Daphniidae) // Zootaxa. V. 4648 (2). P. 317.

Fauna of the Cladoceran and Copepods Crustaceans (Crustacea: Cladocera, Copepoda) of Dood Tsagaan Lake (Darhad Basin, Mongolia) in Modern Times

N. G. Sheveleva^{1, *}, Ch. Ayuushsuren², N. Tuvshinzhargal², E. P. Zaitseva³, and L. V. Sukhanova¹

¹*Limnological Institute Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia*

²*Institute of Biology Academy of Sciences of Mongolia, Ulan Bator, Mongolia*

³*Baikal Museum, Listvyanka settlement, Russia*

*e-mail: shevn@lin.irk.ru

The paper presents the results of the study the qualitative and quantitative composition of the planktonic Crustacea of Dood Tsagaan Lake (northwestern Mongolia) (Cladocera, Diaptomidae, Cyclopidae) in modern times. Comparative analysis of the species composition of crustaceans according to new data and data obtained in the last century (1962–1963) showed that during our studies the composition of crustaceans was increased by five species of Cladocera and by three species of Copepoda, 2 species of them are from the order Cyclopoida and one from the order Calanoida. Ultrastructural studies of the main morphological parts of the copepods crustaceans *Mixodiaptomus incrassatus* (Sars, 1903), *Acanthodiaptomus paulseni* (Sars, 1903) and *Cyclops glacialis* Flossner, 2001 were carried out for the first time using a scanning electron microscope (SEM). Detailed study of morphometric and morphological characters including the use of SEM showed that *C. glacialis* inhabiting Dood Tsagaan Lake is identical to the species described in lakes (Turgun Kharhiraа Uvs aimag and Nогоон нуур) in northwestern Mongolia. The biomass of *M. incrassatus*, an important food object for whitefish and other fish species, was found to reach 1100 mg/m³ in the modern period.

Keywords: species composition, taxonomy, morphology of Copepoda, Dood Tsagaan Lake, Mongolia