

Речкалов В.В.¹, Голубок О.В.², Шиманская М.Л.³¹Аналитический центр ЗАО «РОСА» г. Москва

E-mail: v_rechkalov@mail.ru

²ЗАО «Промышленная группа «МЕТРАН»» г. Челябинск

E-mail: golubok174@gmail.com

³Челябинский государственный университет, г. Челябинск

E-mail: olsa-bel@yandex.ru

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛОВРАТОК В ОЗЕРАХ С РАЗЛИЧНЫМ ТРОФИЧЕСКИМ СТАТУСОМ

Работа посвящена изучению ротиферного планктона в различных по трофическому статусу озерах Челябинской области. В числе исследованных водоемов – олиготрофные озера Увильды и Тургояк, мезотрофные озера Большой Кисегач и Большое Миассово, а также на гипертрофное озеро Малый Теренкуль. Отлов гидробионтов производился послойно с помощью сети Джели и был приурочен к периоду летней термической стратификации. В уловах обнаружено 13 видов коловраток, большая часть которых является эврибионтными. Представители всего 4 видов приурочены к водоемам одного трофического класса. Наибольшая численность коловраток – 9,9 тыс. экз./м³ отмечена в гипертрофном озере М. Теренкуль, на их долю приходилось 37% от общей численности зоопланктона. В остальных озерах коловраточный планктон оказался менее развит: его численность составляла от 0,7 до 4,0 тыс. экз./м³, а доля в общей численности зоопланктона не превышала 15%.

Проведен сравнительный анализ вертикального распределения ротиферного планктона. Максимальная численность коловраток олиготрофных озер отмечалась в верхнем слое до горизонта 6 м, глубже 12 м фиксировался локальный максимум, в придонном слое коловратки встречались в малом количестве или отсутствовали. В мезотрофных озерах представители данной таксономической группы концентрировались у поверхности или в области металимниона в интервале глубин от 4 до 9 м. Придонные слои также оказались малонаселенными. Особенность распределения коловраток гипертрофного озера М. Теренкуль состояла в том, что помимо приповерхностного максимума обнаружено плотное скопление гидробионтов в придонном слое и прилегающей области гипolimниона. Рассмотрена роль отдельных видов в формировании общей картины распределения ротиферного планктона.

Сделан вывод о перспективности использования видового состава, показателей обилия и особенностей вертикального распределения коловраток для мониторинга антропогенного эвтрофирования озерных экосистем.

Ключевые слова: озера Южного Урала, эвтрофирование, коловратки, вертикальное распределение.

Предотвращение антропогенного эвтрофирования озерных экосистем в условиях интенсивного хозяйственного и рекреационного освоения прибрежных территорий – актуальная природоохранная задача современности. Ее решение подразумевает организацию системы экологического мониторинга и оперативное реагирование при выявлении негативных изменений.

Принимая во внимание, что развитие зоопланктона тесно связано с первичной продукцией органического вещества и в интегральной форме отражает функционирование трофических связей в водоеме, изучению данного компонента биоценоза уделяется особое внимание.

Данная работа посвящена исследованию ротиферной составляющей планктона ряда озер, расположенных в восточных предгорьях Южного Урала на территории Челябинской области.

Все они в начале XX века характеризовались как олиготрофные [1], но в дальнейшем в различной степени подверглись антропогенному эвтрофированию.

Цель работы – выяснить, в какой степени вертикальное распределение коловраток, составляющих наиболее лабильную часть зоопланктона, зависит от трофического статуса водоема.

Все исследованные озера пресные, тектонического происхождения, но различаются по трофическому статусу: озера Увильды и Тургояк – олиготрофные, Большое Миассово и Большой Кисегач – мезотрофные, озеро Малый Теренкуль характеризуется как гипертрофное.

Особенности морфологии этих водоемов, а также факторы, способствующие их эвтрофированию, рассмотрены в ранее опубликованной статье, посвященной вертикальному распределению рачкового планктона [2].

Отбор проб производили в июле в период явно выраженной термической стратификации. Распределение температуры в столбе воды на станциях отбора проб подробно описано в статье «Соотношение численности зоопланктона основных таксономических групп ...» [3]. Пробы отбирали послойно от поверхности до дна на участках акватории с максимальными глубинами. На озере Увильды протяженность каждого облавливаемого слоя составляла 5 м, для прочих водоемов – 3 м. Для лова использовали количественную сеть Джеди (газ-сито №64). Пробы фиксировали 4% формалином. Определение видового состава коловраток про-

извонилось с использованием соответствующей литературы.

В таблице 1 приведены сведения о видовом составе коловраток, средневзвешенные значения общей численности, а также численность отдельных видов. Обнаружено 13 видов коловраток, большинство из них эврибионтные и встречаются в озерах разных трофических классов. При этом численность и относительная доля одного и того же вида в разных водоемах может сильно различаться. Так, представители *Keratellacochlearis* были отмечены во всех исследованных озерах, но массового развития достигали только в гипертрофных

Таблица 1. Численность представителей отдельных видов Rotifera в составе зоопланктона исследованных озер, экз/м³

№ п/п	Наименование видов	Тургояк, 2010 г.		Увильды, 2008 г.		Б.Кисегач, 2011 г.	М.Теренкуль, 2009 г.
		Олиготрофные озера		Мезотрофные озера		Гипертрофное	
1	<i>Asplanchnapriodonta</i> (Gosse, 1850)	160	-	11	3	1159	-
2	<i>Pompholyxsulcata</i> (Hudson, 1885)	-	-	-	-	2803	-
3	<i>Kellicottialongispina</i> (Kellicott, 1879)	1181	+	250	110	18	-
4	<i>Keratellacochlearis</i> (Gosse, 1851)	18	+	5	140	12	6193
5	<i>Keratellaquadrata</i> (Muller, 1786)	-	-	373	16	2	987
6	<i>Trichocercacapucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	-	-	-	15	5	-
7	<i>Conochilusunicornis</i> (Rousselet, 1892)	37	-	-	-	-	-
8	<i>Brachionusdiversicornis</i> (Daday, 1883)	-	-	-	-	-	1651
9	<i>Lecaneluna</i> (O. F. Muller, 1776)	-	-	-	-	-	1059
10	<i>Euchlanisdilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	-	209	-	11
11	<i>Filinalongiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	80	+	594	175	-	-
12	<i>Bipalpushudsoni</i> (Imhof, 1891)	170	1425	279	-	-	-
13	<i>Polyarthrasp.</i> (Ehrenberg, 1834)	98	-	-	4	17	-
Общая численность коловраток, экз/м ³		1744	1425	1512	672	4016	9901
Соотношение численности Clad:Cop:Rot,%		70:21:9	50:46:4	73:20:7	55:43:2	36:49:15	29:34:37

Примечание: знаком «+» в таблице отмечены виды, представители которых встречались единично и их численность не определялась.

водах. Только 4 вида были приурочены к озерам одного класса: *Bipalpusudsoni* к олиготрофным, *Pompholixsulcata* к мезотрофным, *Brachionusdiversicornis* и *Lecanellunak* к гипертрофному озеру.

Наибольшая численность коловраток – 9,9 тыс. экз./м³ отмечена в гипертрофном озере М. Теренкуль, на их долю приходилось 37% от общей численности зоопланктона. В остальных озерах коловраточный планктон оказался менее развит: его численность составляла от 0,7 до 4,0 тыс. экз./м³, а доля в общей численности зоопланктона не превышала 15%.

На рисунке 1 приведены диаграммы, отражающие вертикальное распределение коловраток в толще воды. Диаграммы построены на основе данных о численности гидробионтов в отдельных слоях.

Максимальное для всего столба значение численности принималось равным единице и соответствовало наибольшей ширине диаграммы. Численность на других горизонтах этой же станции выражалась в долях единицы и соотносилась со шкалой глубины. Таким образом, эти диаграммы позволяют анализировать особенности вертикального распределения организмов, но не предназначены для сравнения их обилия в разных водоемах.

Наибольшая численность коловраток по результатам лова на оз. Увильды составляла 6,4 тыс. экз./м³ и приходилась на приповерхностный слой, по мере погружения их количество снижалось, достигая локального максимума – 3,4 тыс. экз./м³ в интервале глубин 20–25 м (рис.

1А). Для озера Тургойк картина распределения несколько отличалась.

Верхний максимум (3,4 тыс. экз./м³) располагался не у поверхности, а несколько глубже (3–6 м). Далее численность несколько снижалась, варьируя в пределах 1,1–2,3 тыс. экз./м³ и резко падала до нулевых значений в глубже 24 м (рис. 1Б).

Необходимо отметить, что характерная термическая дифференциация была выражена неявно, и это способствовало относительно равномерному распределению коловраток.

Для мезотрофных озер получены разные распределения. Плотное скопление коловраток (22,7 тыс. экз./м³) наблюдалось в приповерхностном слое озера Б. Кисегач, по мере погружения их численность снижалась, вплоть до полного исчезновения на глубине более 15 м (рис. 1В).

В резко стратифицированной водной толще озера Б. Миассово коловратки встречались от поверхности до дна, но распределены были специфически. Максимум численности (2,1 тыс. экз./м³) располагался в металимнионе в диапазоне глубин 6–9 м (рис. 1Г).

Озеро Б. Теренкуль отличалось от остальных исследованных озер резко выраженной термической стратификацией (рис. 1Д). Лишенный кислорода гиполимнион охватывал всю водную толщу глубже 8 м. Особенность распределения коловраток состояла в том, что помимо приповерхностного максимума – 16,7 тыс. экз./м³, было обнаружено плотное скопление – 12,6 тыс. экз./м³ в придонном слое.

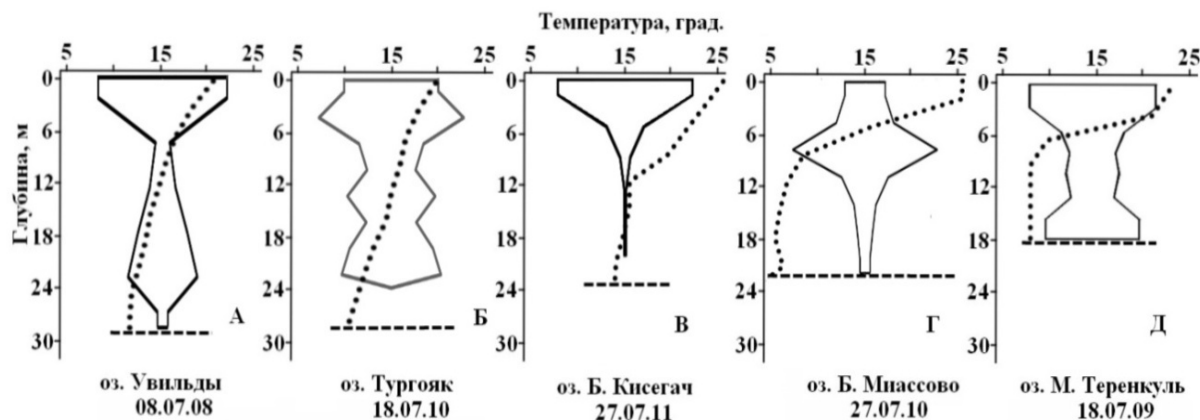


Рисунок 1. Распределение коловраток озер различной трофности. Пунктирной линией показан градиент температур, штриховой – положение дна

При этом, во всем столбе воды численность коловраток не снижалась ниже 6 тыс. экз./м³.

На рисунках 2 и 3 приведены диаграммы распределения отдельных видов коловраток олиготрофных озер Тургояк и Увильды соответственно.

Представители всесезонных эвритермных видов *Kellicottialongispina* и *Keratellaquadrate* встречались от поверхности до дна.

Явно выраженное снижение их численности на средних глубинах может быть обусловлено конкуренцией со стороны ряда относительно stenothermных видов образующих скопления в этой зоне.

К таковым можно отнести представителей *Bipalpushudsoni*. Из диаграмм следует, что

предпочитаемые температуры находятся в интервале 15–20°C.

Сравнение распределений, полученных по результатам наблюдений на оз. Увильды в 2007 и 2008 гг., показывает, что при прогреве верхних слоев граница распространения особей данного вида смещается на большие глубины (рис. 3).

Коловраточный планктон мезотрофного озера Б. Кисегачпри весьма высокой численности оказался достаточно беден в качественном отношении. Его основу составляли особи *Pompholyxsulcata*, сосредоточенные в приповерхностном слое (рис. 4А).

Второй по численности вид – *Asplanchnapriodonta*, имел наибольшую плотность в ин-

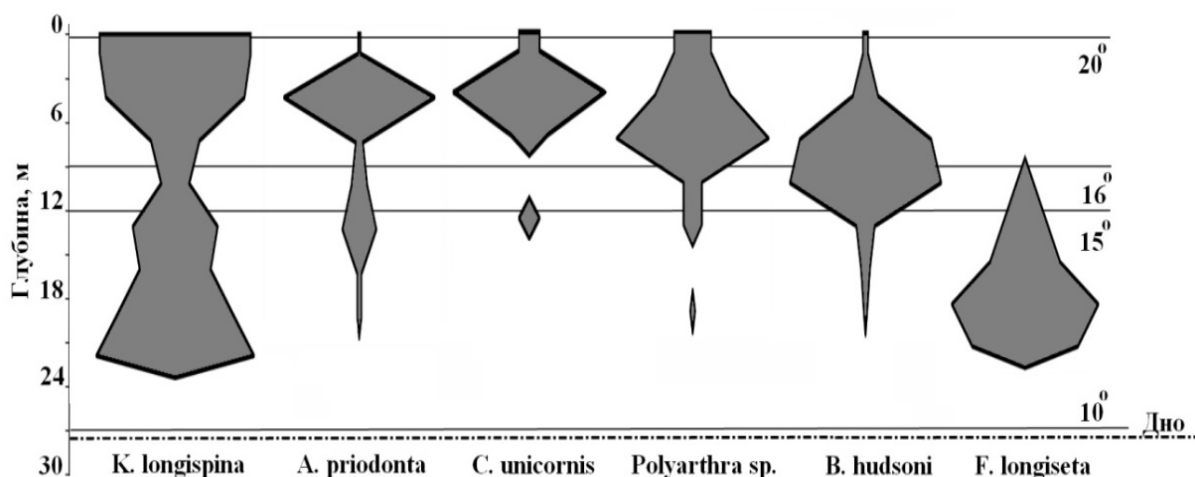


Рисунок 2. Вертикальное распределение отдельных видов коловраток озера Тургояк по данным 2010 г.

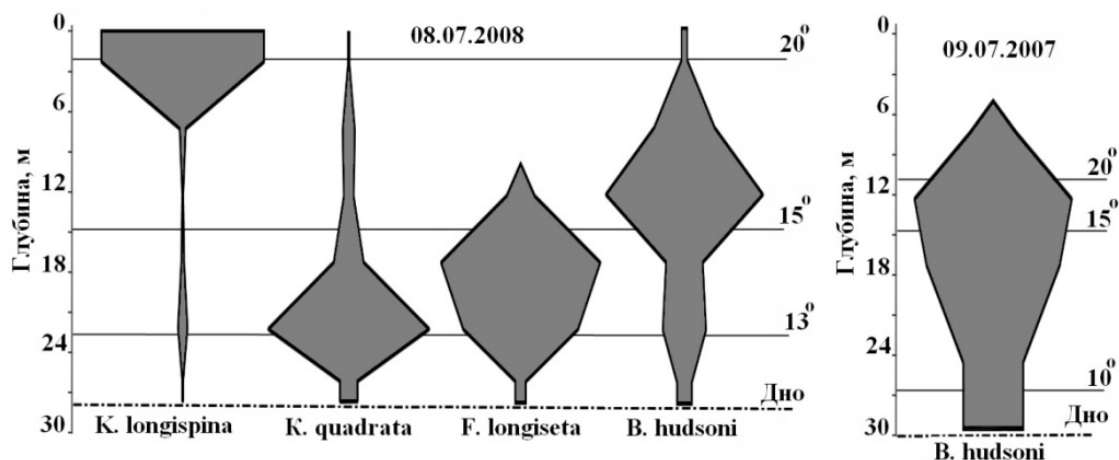


Рисунок 3. Вертикальное распределение отдельных видов коловраток озера Увильды по данным 2007 и 2008 гг.

тервале 3–6 м, встречаясь вплоть до горизонта 21 м, избегая придонного слоя (рис. 4А).

Сравнение диаграмм, приведенных на рисунке 4Б, позволяет интерпретировать распределение коловраток оз. Б. Миассово следующим образом. В зоне металимниона, условно ограниченной горизонтами 4 и 9 м задерживается оседающая органика.

Особи наиболее теплолюбивого *Euchlanis dilatata* концентрируются в эпилимнионе и у верхней границы металимниона. Менее теплолюбивые *Kellicottialongispina* и *Filinia longiseta*, создают наибольшую плотность непосредственно в металимнионе.

Эвритермная коловратка *K. cochlearis* достигает максимальной численности у нижней границы металимниона. В условиях резко выраженной термической стратификации вод оз. М. Теренкультри из четырех массовых видов

встречаются по всей водной толще, но наиболее плотные скопления образуют в эпилимнионе (рис. 4). Особый случай представляет собой распределение особей *K. cochlearis*, достигающих локального максимума плотности в металимнионе и абсолютного максимума в придонных слоях, где, казалось бы, условия наименее благоприятны (рис. 5).

Полученные данные позволяют предположить, что на распределение представителей отдельных видов наибольшее влияние оказывают температурные условия, обеспеченность пищей и конкурентные отношения.

Поскольку в процессе эвтрофирования происходит накопление органики в глубоких слоях воды и донных отложениях это неизбежно сказывается на распределении гидробионтов.

Соответственно население гипolimниона заслуживает особого внимания и возникает

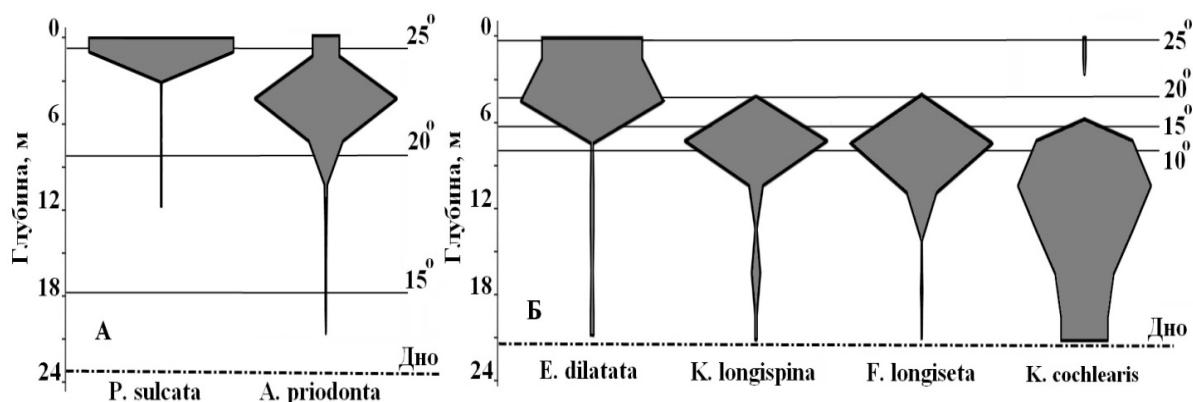


Рисунок 4. Вертикальное распределение представителей массовых видов коловраток: А – оз. Б. Кисегач по данным 2011 г, Б – оз. Б. Миассово по данным 2010 г.

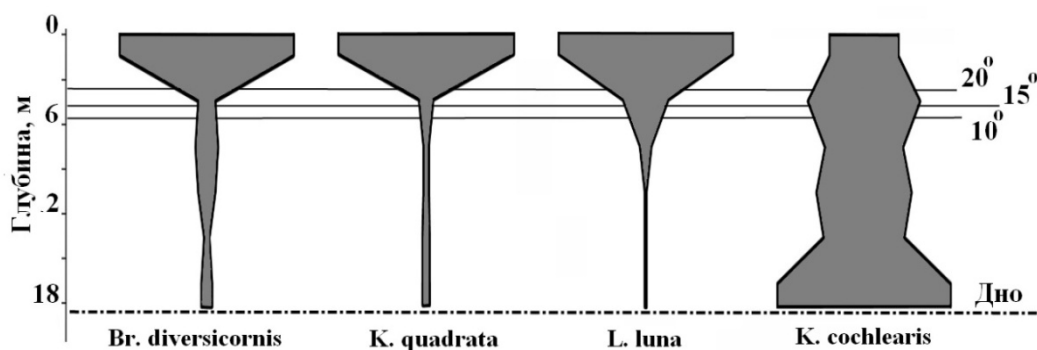


Рисунок 5. Вертикальное распределение представителей отдельных видов коловраток в водной толще оз. М. Теренкуль по данным 2009 г.

необходимость оценить влияние фактора обеспеченности пищей.

Проведенный анализ показывает, что ротирующий планктон озер с различным трофическим статусом отличается таксономической

структурой, количественными характеристиками, а также особенностями вертикального распределения гидробионтов. Эти различия могут быть использованы для выявления признаков антропогенного эвтрофирования.

10.09.2015

Список литературы:

1. Подлесный А.В. Ильменские озера и их рыбохозяйственная оценка / А.В. Подлесный, В.И. Троицкая // Труды Уральского отделения ВНИИОРХ. – 1941. – Т.3. – С.12-74.
2. Голубок О.В. Особенности вертикального распределения рачкового зоопланктона термически стратифицированных озер Челябинской области / О.В. Голубок, В.В. Речкалов // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: Сб. лекций и докл. международной школы-конференции. Борок, 2012. – Кострома: Костромской печатный дом, 2012. – С. 165-168.
3. Речкалов В.В. Соотношение численности зоопланктеров основных таксономических групп в водной толще термически стратифицированных озер различной трофности / В.В. Речкалов, О.В. Голубок // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – №10(159). – С.79-84.

Сведения об авторах:

Речкалов Валерий Витальевич, гидробиолог II категории Аналитического центра ЗАО «РОСА», кандидат биологических наук, e-mail: v_rechkalov@mail.ru

Голубок Светлана Васильевна, аспирант Челябинского государственного университета, e-mail: golubok174@gmail.com

Шиманская Мария Людвиговна, заведующий учебной лабораторией физической и химической экологии Челябинского государственного университета, e-mail: olsa-bel@yandex.ru