

К. К. ВОТИНЦЕВ

**ВЛИЯНИЕ СУТОЧНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ МИГРАЦИЙ
ЗООПЛАНКТОНА НА КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ оз. БАЙКАЛ**

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 3 VII 1953)

Как известно, в результате суточных вертикальных миграций зоопланктона происходит периодическое перераспределение последнего в толще воды. Изменение численности зоопланктона в том или ином слое воды в течение суток, несомненно, оказывает влияние на газовый режим водоема. К сожалению, влияние суточных вертикальных миграций зоопланктона на газовый режим водоемов еще почти не изучено. В. Г. Богоров^(2, 3) считает, что суточные вертикальные миграции *Eurytemora grimpii* в Каспийском море довольно сильно влияют на содержание кислорода и свободной углекислоты в разных слоях воды. М. Е. Виноградов⁽⁸⁾, напротив, убедительно показывает, что дыхание зоопланктона, по крайней мере в дальневосточных морях, оказывает лишь незначительное влияние на кислородный режим моря. Что касается пресных озер, то имеющиеся в литературе данные^(5, 11, 13) указывают на значительное влияние зоопланктона на кислородный режим водоемов, особенно летом при массовом развитии последнего. Однако вопроса о влиянии суточных вертикальных миграций на газовый режим водоемов авторы этих работ не затрагивают.

Между тем, изучение поднятого вопроса представляет значительный интерес. Достаточно указать, что расчет величин первичной биологической продуктивности фитопланктона по суточным колебаниям растворенного кислорода основан на допущении постоянства скорости потребления кислорода в водной массе водоема в течение суток^(4, 6). В случае сколько-нибудь заметного влияния вертикальных суточных миграций зоопланктона на суточный ход кислорода указанное допущение не будет соответствовать действительности, в результате чего вычисляемые величины суточной первичной продукции будут ошибочны.

Настоящая работа посвящена изучению влияния суточных вертикальных миграций зоопланктона на кислородный режим оз. Байкал. Экспериментальные исследования выполнялись в июле — августе 1948 г. в районе Байкальской биологической станции Биолого-географического научно-исследовательского института при Иркутском государственном университете.

Согласно исследованиям А. А. Захваткина⁽⁹⁾ и М. М. Кожова⁽¹⁰⁾, суточные миграции основных представителей байкальского зоопланктона — рачков эпишуры и макрогектопуса — могут быть охарактеризованы следующим образом. Рачек эпишура (*Epischura baicalensis* Sars), составляющий до 90—98% от общей биомассы зоопланктона оз. Байкал⁽¹⁰⁾, в районе пос. Большие Коты весной и летом днем в основной своей массе держится более или менее рассеянно в слое воды 0—50 м. Ночью, особенно в тихие, безлунные ночи, эпишура подтягивается к поверхности, концентрируясь на глубинах 1—5 м.

Макрогектопус (*Macrohectopus branickii* Dyb.) летом в дневные часы держится всегда на глубинах свыше 50 м (50—250 м, часто до 500 м).

В тихие ночи основная масса этих рачков поднимается в слой воды 1—10 м, в бурные ночи они остаются на глубинах свыше 25 м. Миграции макрогектопуса имеют место и зимой, в подледный период. Интересно, что вертикальные миграции совершаются не всей массой рачков одновременно: на глубинах свыше 50 м ночью всегда остается значительное их число, до половины и более от общего количества.

Данные по потреблению кислорода при дыхании указанных выше планктеров в соответствующей литературе по Байкалу отсутствуют (1, 12). Поэтому нами проведены необходимые эксперименты. Методика постановки опытов была по возможности простой.

Сбор эпишуры и макрогектопуса проводился планктонной сетью. Пойманные рачки помещались в сосуд с водой, и макрогектопусы отделялись от эпишуры. Вода с эпишурой, после осторожного перемешивания для более равномерного распределения рачков, разливалась в склянки с притертыми пробками, объемом около 150 мл. Склянки наполнялись водой нацело, без пузырьков воздуха. В двух из них тотчас определялось содержание кислорода методом Винклера, остальные укреплялись на тресе с поплавком и опускались в Байкал. По прошествии суток склянки извлекались из воды и в воде их определялось содержание кислорода, а после этого производился подсчет числа эпишуры. Для внесения поправки на потребление кислорода водной массой одновременно ставилась такая же серия склянок с чистой байкальской водой.

Сбор взрослых рачков эпишуры производился планктонной сетью из крупноячеистого газа, путем вертикальных ловов на глубинах 0—250 м. Количество копепоидитных и науплиальных стадий эпишуры составляло в этих ловах, соответственно, 2 и 2,4% от общего числа рачков. Интенсивностью их дыхания мы пренебрегли.

Интенсивность дыхания копепоидитных рачков определялась по разности со взрослыми. Для этого, воспользовавшись незначительностью численности науплиусов эпишуры на глубинах 150—250 м в августе 1948 г., мы провели здесь вертикальные ловы рачков замыкающей планктонной сетью из газа № 16. Численность науплиусов в этих ловах

составляла около 10% от общего числа рачков, что в переводе на биомассу давало 0,7%. Пренебрегая этим количеством науплиусов и зная численность и интенсивность дыхания взрослых рачков, мы вычисляли интенсивность дыхания копепоидитных рачков эпишуры.

Зная интенсивность дыхания взрослых и копепоидитных рачков эпишуры, мы смогли вычислить и интенсивность дыхания науплиусов, проведя для этого ловы планктона сетью из газа № 16 на глубинах 50—0 м, давшие богатые науплиусами сборы.

Изучение потребления кислорода макрогектопусом производилось аналогично, с той разницей, что склянки перед опытом наполнялись чистой водой и в них помещалось по 5—10 рачков. По

окончании опыта рачки извлекались из воды, обсушивались фильтровальной бумагой и взвешивались на аналитических весах. Следует указать, что нам удалось провести определение интенсивности дыхания лишь

Таблица 1

Интенсивность дыхания рачков эпишуры и макрогектопуса

Вид	Т-ра опыта в °	Число опытов	Вес одного рачка в мг	Потребление кислорода в мг/час-вкз.
Эпишура				
Взрослая	4,5	4	0,08	$0,52 \cdot 10^{-5}$
	5,5	4	0,08	$0,58 \cdot 10^{-5}$
	12,3	4	0,08	$1,83 \cdot 10^{-5}$
Копепоидитная . .	4,5	2	0,04	$0,33 \cdot 10^{-5}$
Науплиусы	4,5	2	0,006	$0,04 \cdot 10^{-5}$
Макрогектопус				
Молодь	2,0	8	6,4	$0,25 \cdot 10^{-2}$

у молодых стадий макрогектопуса (длина тела 8—15 мм), так как взрослые рачки в наших сборах отсутствовали.

На основании полученных данных (табл. 1), зная численность или биомассу отдельных планктеров, можно вычислить общее потребление кислорода зоопланктоном за определенный период времени и определить роль зоопланктона в газовом режиме отдельных слоев воды.

В табл. 2 мы приводим некоторые данные по суммарному потреблению кислорода байкальским зоопланктоном в течение суток в 1948 г. Для составления табл. 2 мы воспользовались материалами Биолого-географического института по численности байкальского зоопланктона за 1948 г. (сборы Г. Ф. Мазеповой). Невозможно видеть, что байкальский зоопланктон поглощает в течение суток лишь весьма незначительные количества кислорода, не превышающие в слое 0—250 м по 1 м² поверхности озера 30 мг в сутки. Максимальные количества кислорода, в соответствии с вертикальным распределением зоопланктона, потребляются в верхних слоях воды, минимальные — в слое 50—250 м.

Таблица 2

Потребление кислорода зоопланктоном оз. Байкал в течение суток в 1948 г. (в мг/м³)

Даты наблюдений	Глубины в м					Всего в слое 250—0 м под 1 м ² поверхности озера в мг
	250—150	150—50	50—25	25—10	10—0	
30 I	0,028	0,043	0,078	0,214		14,40
19 III	0,051	0,019	0,506	0,379		29,07
9 VI	0,028	0,069	0,054	0,494		23,45
9 VII	0,081	0,059	0,052	0,138	0,695	24,30
19 VIII	0,014	0,041	0,033	0,712	0,232	19,37
10 IX	0,023	0,081	0,018	0,134	1,263	25,52
Среднее	0,038	0,052	0,124	0,345	0,546	22,35

Таблица 3

Изменения содержания кислорода в водах оз. Байкал в течение суток в 1948 г. (в мг/м³)

Даты наблюдений	Глубина в м	Часы суток					
		18—22	22—2	2—6	8—10	10—14	14—18
29—30 I	0—10	—35	—35	0	—53	—170	0
	10—25	0	0	0	—50	—102	0
	25—50	—	—	—	—	—	—
18—19 III	0—10	310	—120	—53	—380	300	—113
	10—25	190	—140	—55	—470	165	—165
	25—50	—	—420	—	—180	—	0
9—10 VI	0—10	—233	—156	—80	470	220	356
	10—25	—12	—55	—150	205	105	55
	25—50	0	—85	—	19	0	60
10—11 VII	0—10	—40	—53	90	136	166	—150
	10—25	—90	—90	155	105	70	—230
	25—50	—115	—110	75	65	6	—170
19—20 VIII	0—10	—193	—496	—	120	713	203
	10—25	—50	—550	—	130	605	65
	25—50	—35	—730	—	115	495	50
9—10 IX	0—10	—	—140	—	83	116	—
	10—25	—	—123	—	65	186	—
	25—50	—	—213	—	83	140	—

Для сравнения в табл. 3 мы помещаем данные по суточным изменениям содержания кислорода в водах оз. Байкал в те же дни 1948 г. в верхнем 50-метровом слое воды, вычисленные по нашим наблюдениям. Сравнение данных табл. 2 и 3 показывает, что в общем кислородном

режиме Байкала дыхание зоопланктона играет лишь незначительную роль.

Из цифр последней графы табл. 2 становится совершенно очевидным, что в процессе суточных вертикальных миграций зоопланктон оз. Байкал не может оказывать заметного влияния на изменения в содержании кислорода в отдельных слоях воды. Действительно, если даже допустить (очень грубо!), что весь зоопланктон, находящийся в слое воды 0—250 м под 1 м² поверхности озера, сосредоточится на ночь в верхнем 5-м слое, т. е. в объеме 5 м³ и будет находиться здесь даже полсуток, то и тогда он сможет поглотить всего от 7,2 мг до 14,5 мг кислорода, или в пересчете на 1 м³ — 1,44—2,90 мг/м³. В действительности величина эта будет значительно меньше. Правда, численность зоопланктона в Байкале в 1948 г. нельзя считать максимальной, она бывает иногда значительно больше. Так, по данным М. М. Кожова⁽¹⁰⁾ в период 1944—1946 гг. численность эпишуры в слое 0—250 м под 1 м² поверхности озера достигала максимума 26 IX 1944 г. и равнялась 1546 тыс. взрослых и копеподитных рачков и 376 тыс. науплиусов. Указанное количество рачков должно было поглотить в течение суток 538 мг кислорода. Принимая, как и выше, что все рачки на ночь сосредоточатся в слое 0—5 м, они должны понизить содержание здесь кислорода всего на 54 мг/м³. В действительности эта цифра будет также значительно меньше.

Исходя из приведенных данных, мы считаем, что даже в периоды массовых вспышек в развитии зоопланктона, последний в процессе суточных вертикальных миграций может снизить содержание кислорода в верхних слоях воды Байкала в течение ночи не более, чем на 20—30 мг/м³ (0,02—0,03 мг/л). В глубинных слоях воды это влияние будет еще меньше. Таким образом, влияние суточных вертикальных миграций зоопланктона на кислородный режим оз. Байкал незначительно даже в периоды его максимального развития.

Физико-химический
научно-исследовательский институт
при Иркутском государственном университете
им. А. А. Жданова

Поступило
20 II 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Я. Базикалова, Изв. АН СССР, сер. биол., № 1 (1941). ² В. Г. Богоров, Сборн., посвящ. научн. деят. Н. М. Книповича, 1939. ³ В. Г. Богоров, Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 2, (1948). ⁴ С. В. Бруевич, Сборн. акад. В. И. Вернадскому, 2, 1936. ⁵ Г. Г. Винберг, Тр. Лимн. ст. в Косино, 21 (1937). ⁶ Г. Г. Винберг, там же, 22 (1939). ⁷ Г. Г. Винберг, Журн. общ. биол., 11, в. 5 (1950). ⁸ М. Е. Виноградов, ДАН, 82, № 4 (1952). ⁹ А. А. Заваткин, Тр. Байк. лимн. ст., 2 (1932). ¹⁰ М. М. Кожов, Животный мир озера Байкал, Иркутск, 1947. ¹¹ С. Скадовский, А. Коршиков, И. Амлинский, А. Брюхатова, Зоол. журн., 17 (1938). ¹² Д. Н. Талиев, Е. А. Коряков, ДАН, 58, № 8 (1947). ¹³ А. П. Щербakov, Тр. Лимн. ст. в Косино, 19 (1935).