

Д. Н. ТАЛИЕВ и Е. А. КОРЯКОВ

ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА БАЙКАЛЬСКИМИ *COTTOIDEI*

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 10 VI 1947)

Исключительная обособленность байкальской эндемичной фауны и почти полное отсутствие в открытых частях Байкала представителей палеарктической фауны позволяют поставить вопрос о причинах, препятствующих, с одной стороны, распространению байкальских

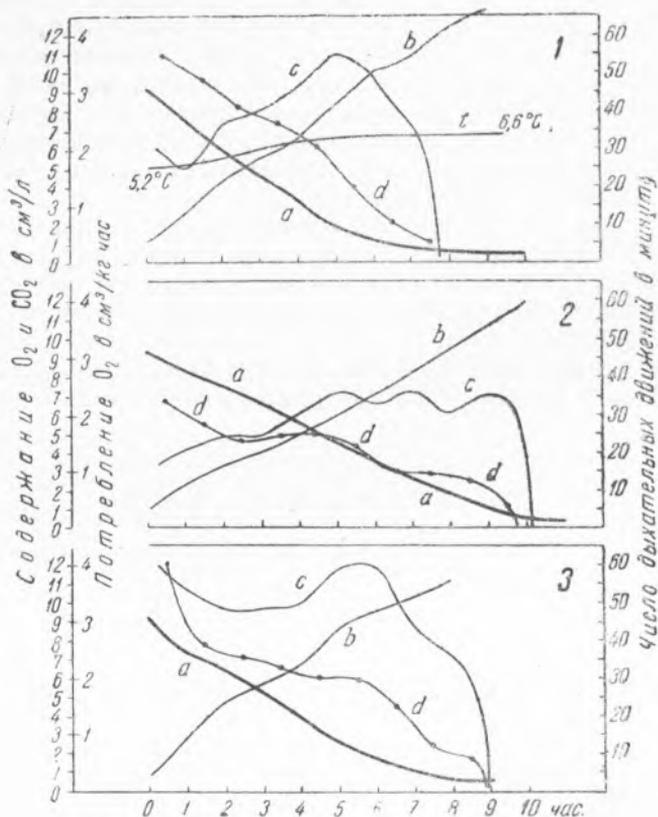


Рис. 1. *a* — содержание O_2 , *b* — содержание CO_2 , *c* — число дыхательных движений, *d* — потребление O_2 . 1 — *Cottus kneri*, 2 — *Batrachocottus baicalensis*, 3 — *Cottocomephorus grewingki*

эндемиков за пределы Байкала, с другой — проникновению в это озеро общесибирской фауны. Для разрешения этого вопроса необходимо познание физиологической природы байкальских эндемиков. Значитель-

ный интерес в этом отношении может представить изучение потребления ими кислорода и сравнение этого процесса с таковым у широко распространенных видов, как это в действительности и показали результаты поглощения кислорода байкальскими амфиподами (1).

Настоящее сообщение посвящено изучению потребления кислорода наиболее специализированными представителями байкальских *Cottoidei* — *Comephoridae*, большинством видов (включая и абиссальные формы) *Cottocomephoridae* и, наконец, байкальскими видами *Cottidae*, распространенными, как правило, и за пределами Байкала.

Избранная для исследований методика была наиболее простой, но, по мнению Krogh (2), и наиболее удачной для данной цели. Подопытные рыбки рассаживались в широкогорлые просторные банки, в которых поверхность воды заливалась толстым слоем жидкого вазелина. Пробы брались через известные промежутки времени сифоном. Кислород определялся по методу Винклера, содержание CO_2 методом Tillman и Heublein. Объем используемых банок находился в соответствии с размерами рыбок таким образом, что количество воды по отношению к весу животного приблизительно было постоянным. При проведении отдельных серий опытов по возможности соблюдалось и постоянство температуры. Сопоставление изменений концентрации O_2 и CO_2 в опытных банках, а также потребление O_2 и характера дыхания у пелагического (*Cottocomephorus grewingki*) и донного (*Batrachocottus baicalensis*) представителей *Cottocomephoridae*, с одной стороны, и у наиболее эвритопной формы байкальских *Cottidae* (*Cottus kneri*), с другой, — указывает, что общий характер изменений факторов за время опыта во всех трех случаях был примерно однотипен (рис. 1) и соответствовал характеру изменений этих факторов в опытах, проводившихся с представителями других групп рыб, в частности, с видами *Cyprinidae* (7).

Концентрация O_2 в банках во время опыта во всех случаях понижалась равномерно, поглощение O_2 вначале понижается также равномерно, но в середине опытов для всех трех видов она на некоторое время стабилизируется, причем эта стабилизация, наблюдающаяся примерно при концентрации O_2 около 6,5—5,5 cm^3/l , особенно резко сказывается у представителей сем. *Cottocomephoridae*. Характер изменения дыхания у *Cottocomephorus grewingki* более схож с дыханием

| Название видов | Т е м | | | | | |
|--|-------|------|-----|------|-----|------|
| | 1° | | 2° | | 3° | |
| | 1* | 2* | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Cottus kneri</i> | 0,2 | 22,1 | — | — | — | — |
| <i>Cottus kessleri</i> | 0,1 | 38,7 | 0,3 | — | — | — |
| <i>Cottocomephorus grewingki</i> | 0,2 | 25,8 | 0,3 | 30,6 | — | — |
| <i>Cottocomephorus comephoroides</i> | 0,3 | 40,4 | — | — | 0,4 | 42,1 |
| <i>Batrachocottus baicalensis</i> | 0,3 | 15,8 | 0,4 | 17,8 | — | — |
| <i>Batrachocottus nikolskii</i> | 3,6 | 12,0 | — | — | 1,1 | 20,0 |
| <i>Batrachocottus multiradiatus</i> | — | — | — | — | 0,9 | 14,5 |
| <i>Procottus feittelesi</i> | 0,3 | 13,2 | 0,4 | 16,6 | — | — |
| <i>Limnocottus godlewskii</i> | — | — | — | — | — | — |
| <i>Asprocottus herzensteini</i> | — | — | — | — | — | — |
| <i>A. herzensteini abyssalis</i> (in man.) | 0,8 | 12,0 | 1,0 | 14,0 | — | — |
| <i>Abyssocottus gibbosus</i> | — | — | — | — | — | — |
| <i>Cottinella bouleengeri</i> | 1,8 | 12,2 | — | — | — | — |
| <i>Comephorus baicalensis</i> | 2,8 | 7,0 | — | — | — | — |
| <i>Comephorus dybowskii</i> | 2,4 | 10,0 | — | — | — | — |

* 1 — предельная концентрация O_2 в cm^3/l , 2 — потребление O_2 в cm^3/kg час.

у *Cottus kneri*, что объясняется несколько большей активностью этих видов.

Нарастание содержания CO_2 дает некоторый скачок в первой половине опыта у всех трех форм и второй скачок у *Cottocomephorus grewingki* и *Cottus kneri* к концу опыта. Возможное предположение о том, что асфиксия у бычков могла наступать в результате токсического действия накопившейся углекислоты, не оправдывается, так как наблюдения других авторов указывают, что токсичность CO_2 на рыбах сказывается только при очень высоких концентрациях, как 200 $\text{см}^3/\text{л}$ (3), 211 $\text{см}^3/\text{л}$ (4), 64,0 $\text{см}^3/\text{л}$ (7) и т. д.

Характер изменения рассмотренных факторов для *Cottus kneri*, *Batrachocottus baicalensis* и *Cottocomephorus grewingki* в общих чертах повторяется и у других изученных видов байкальских *Cottoidei*. Ниже мы приводим цифры предельных концентраций O_2 , при которых наступает гибель у разных видов байкальских *Cottoidei*, и среднее потребление O_2 на кг/час за время опыта, при разных температурах (табл. 1). Мы видим, что с повышением температуры возрастает и потребление кислорода байкальскими *Cottoidei* и соответственно асфиксия наступает у них при более высоких концентрациях O_2 . Таким образом, эти физиологические особенности у байкальских *Cottoidei* полностью соответствуют закономерностям, наблюдающимся для представителей других групп рыб (3,7).

Гибель отдельных видов байкальских *Cottoidei* и среднее потребление ими O_2 за время опыта находится в несомненной зависимости от экологии этих видов и их происхождения. Среди изученных видов *Cottoidei* имеются три группы различного генезиса, перешедших или только еще переходящих к пелагическому образу жизни. Это, во-первых, представители сем. *Comephoridae*, во-вторых, виды рода *Cottocomephorus* и, наконец, *Cottus kessleri* из сем. *Cottidae* (5,6). Различно выражающийся характер оксифильности у большой и малой голомянок, с одной стороны, и представителей рода *Cottocomephorus* и *Cottus kessleri*, с другой, — с нашей точки зрения является подтверждением их различного генезиса и различного типа адаптаций, способствовавших их переходу к пелагическому образу жизни. Голомянки, как показали наши наблюдения, отнюдь не являются в толще воды Байкала активными пловцами, они только „парят“ (под углом в

Таблица 1

| т е м п е р а т у р а, °С | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| 4° | | 5° | | 6° | | 7° | | 8° | | 9° | | 10° | |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| — | — | — | — | — | — | 0,8 | 50,0 | — | — | — | — | — | — |
| 0,3 | 42,8 | 0,4 | 45,9 | 0,6 | 56,0 | 0,7 | 65,5 | — | — | — | — | 1,0 | 62,0 |
| — | — | 0,4 | 60,8 | — | — | 0,9 | 63,0 | 0,9 | 66,0 | — | — | 1,0 | 76,0 |
| — | — | — | — | — | — | 0,8 | 28,6 | — | 34,5 | — | 36,2 | 0,9 | 37,1 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,7 | — | — | — | — | — | 0,9 | 34,0 | — | — | 1,3 | 32,6 | 3,6 | 40,0 |
| 1,1 | 33,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1,3 | 35,5 | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 1,2 | 25,0 | — | — | — | — |
| — | — | 1,5 | 19,6 | — | — | — | — | 1,5 | 30,0 | — | — | 1,7 | 24,0 |
| 2,0 | 13,1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,3 | 18,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

30—45°, головой вверх) и, очевидно, передвигаются в основном пассивно, под влиянием постоянных или нагонно-сгонных течений, достаточно резко выраженных на Байкале. Очевидно, в связи с этой особенностью голомянок, они потребляют в среднем очень незначительное количество O_2 , зато, будучи рыбками высокоспециализированными, приспособленными к обитанию лишь в открытых, богатых кислородом частях Байкала, они требовательны к содержанию растворенного в воде O_2 и у них, в опытных условиях, даже при очень низкой температуре наступает асфиксия при еще высоких концентрациях O_2 . Представители рода *Cottocomephorus*, наоборот, являются высокомоторными рыбами, у них в противоположность большинству других пелагических рыб основным двигающим органом является даже не хвостовая часть, а только грудные плавники, что, разумеется, требует от них большой затраты энергии. Соответственно среднее потребление кислорода на кг час у них наиболее высокое по сравнению с другими байкальскими *Cottoidei*, однако, будучи в значительной мере рыбами прибрежными и привыкшими к более изменчивым концентрациям O_2 и более высоким температурам, в опытных условиях они доживают до весьма низких концентраций O_2 . *Cottus kessleri* в освоении пелагиали пошел по пути представителей рода *Cottocomephorus*, и поэтому у него среднее потребление O_2 также достаточно высокое.

Типично абиссальные формы (*Abyssocottus gibbosus*, *Cottinella bouleengeri* и *Asprocottus herzensteini abyssalis* (in man.) по сравнению с более мелководными или эврибатными видами характеризуются относительно высокой требовательностью к содержанию O_2 , но слабым потреблением его, что находит объяснение в их малой подвижности, тогда как глубоководный *Limnocottus godlewskii*, совершающий значительные передвижения в придонном слое воды при помощи волнообразных движений тела, характеризуется значительным средним потреблением кислорода.

Различия представителей *Cottoidae* от *Cottocomephoridae* достаточно отчетливо видны по характеру летальных концентраций и среднему потреблению кислорода в общей серии наблюдений с постепенно возрастающими температурами воды. Если сопоставить результаты наших наблюдений над поглощением кислорода у байкальских *Cottoidei* с результатами наблюдений Базикаловой (1) по потреблению кислорода байкальскими амфиподами, то можно видеть несомненный параллелизм в характере оксифильности в различных экологических группировках байкальских бычков и гаммарид.

Это является лишним доказательством формирования байкальских бычковых и гаммарид в одно и то же время, под влиянием одних и тех же факторов.

Байкальская лимнологическая станция
Академии Наук СССР

Поступило
10 VI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Я. Базикалова, Изв. АН СССР, сер. биол. № 67 (1941). ² A. Krogh, Respiratory Exchange of Animals and Man, 1916. ³ F. Jolyet et P. Regnard, Arch. physiol. norm. et path., 9 (1877). ⁴ J. Nikitinsky, Zbl. Bakter., 2 Abt., 73, No. 24—26 (1928). ⁵ Д. Н. Талиев, Вестн. рентгенол. и радиолог., 20 (1938). ⁶ Д. Н. Талиев, Тр. Байк. лимн. ст., 10 (1940). ⁷ H. Winterstein, Pflüg. Arch., 125 (1908).