

О реакции избегания *Gammarus lacustris* Sars байкальской воды

Д. И. СТОМ, М. А. ТИМОФЕЕВ

Иркутский государственный университет
664003 Иркутск, ул. К. Маркса, 1

АННОТАЦИЯ

Изучали с помощью проточных установок отношение озерного гаммаруса (*Gammarus lacustris* Sars) из прибайкальских водоемов к байкальской и ангарской воде. Установки состояли из двух сообщающихся между собой камер, в которые подавали воду различного состава. В экспериментах *G. lacustris* избегал зон с преобладанием байкальской и ангарской воды. Характер реакции избегания ослабевал при добавлении в байкальскую воду соли кальция. Полученные материалы рассматриваются в плане предположения, что одним из факторов, определяющих отсутствие *G. lacustris* в оз. Байкал, является гидрохимические особенности его воды.

ВВЕДЕНИЕ

Gammarus (Rivulogammarus) lacustris Sars (озерный гаммарус) – вид с широким ареалом. Он встречается на обширных территориях, включающих в себя Северную Америку, Европу, Россию от Амура до Карелии, Кавказ и другие районы. Озерный гаммарус обитает в водоемах самых различных типов: холодных и теплых, осолоненных и пресных, заморных и богатых кислородом. Несмотря на это, *G. lacustris* отсутствует в оз. Байкал, за исключением некоторых соросов, отличающихся по своим характеристикам от озера в целом [1, 2]. Причины, обуславливающие отсутствие данного вида в Байкале, до сих пор неясны и рассматриваются в контексте общего вопроса об относительной несмешиваемости байкальского и общесибирского фаунистических комплексов. По мнению М. Ю. Бекман и А. Я. Базикаловой [1, 3], пониженные температуры являются тем фактором, который препятствует распространению *G. lacustris* в Байкале. Однако предложенное

М. Ю. Бекман объяснение оставляет без ответа ряд вопросов. Так, например, не ясно, почему *G. lacustris* отсутствует в р. Ангаре, в заливах которой вода прогревается довольно сильно, и почему этот вид широко представлен в оз. Хубсугул, температурный режим которого, напротив, схож с байкальским. По мнению некоторых других исследователей, помимо температуры, важную роль в отсутствии озерного гаммаруса в Байкале имеет ряд других факторов [4, 5], в том числе, возможно, особенности гидрохимического состава байкальской воды. В связи со сказанным выше, нам представлялось интересным экспериментально проследить отношение *G. lacustris* к байкальской воде и к воде, взятой из других водоемов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Первую серию экспериментов проводили на Байкальской биологической станции НИИ биологии при Иркутском госуниверситете в

пос. Большие Коты (Южный Байкал) в период с июля по август 1998 г. В опытах использовали воду, набранную непосредственно из оз. Байкал, и воду, взятую из расположенного в районе пос. Большие Коты небольшого озера, находящегося на расстоянии 1 км от оз. Байкал. В этом озере отлавливали объект исследования – *G. lacustris*. Рачков содержали в аквариуме при температуре 18 °С. Пищей служили: детрит, набранный из того же водоема, и *Elodea canadensis* (Michx.). Длительность предварительной акклимации составляла не менее двух суток. В следующей серии опытов, выполненных в течение января–июня 1999 г., *G. lacustris* отлавливали в небольшом озере, находящемся в черте г. Иркутска, вблизи р. Ангары, и соединенном с ней протокой. В этих экспериментах брали воду из р. Ангары, гидрохимический состав которой по основным компонентам близок к байкальской [6], и воду из этого озера. Наконец, последнюю серию экспериментов, с использованием растворов солей кальция, проводили вновь на базе Байкальской биологической станции в пос. Большие Коты в период июль–октябрь 1999 г.

В опытах применяли проточные установки, представляющие собой боксы размером 20 × 40 см с поперечной перегородкой, разделяющей каждый бокс на две параллельные камеры. В камеры раздельно подавали 2 потока воды разного состава. В конце бокса камеры соединялись и оба потока воды перемешивались. Воду в камеры подавали с одинаковой скоростью 1500 мл/час. Благодаря этому в установках формировалась относительно четкая граница двух сред. Уровень жидкости в установках поддерживали равным 4–5 см. Принципиальные схемы установок и методики проведения экспериментов соответствуют описанным в работах А. В. Голубева, Е. А. Марусова, В. М. Волкова, L. I. Hartwell и др. [7–10] с некоторыми авторскими дополнениями. В каждую камеру симметрично помещали несколько небольших камней равных размеров, служивших убежищем для рачков. В установку запускали по 20 экз. взрослых особей гаммарид (1,5–2 см). Эксперименты проводили в полной темноте, для того чтобы избежать неравномерного освещения различных участков дна камер, что

могло отразиться на характере распределения рачков. При проведении экспериментов температуру в установках поддерживали на уровне 19–20 °С.

При поступлении в обе камеры воды одного состава рачки в среднем распределялись равномерно, примерно по 50 (± 5) % особей амфипод в каждой камере. Затем в установки подавали воду с различными гидрохимическими характеристиками и спустя 60 мин подсчитывали число амфипод в каждой камере установки. Замеры проводили каждые 30 мин в течение 7–10 ч. Таким образом, при одном и том же наборе рачков (одна повторность) получали до 20 значений распределения гаммарид в установке. Для предотвращения возможности выработки у рачков условного рефлекса реакции избегания в двухкамерной установке каждые 3 ч чередовали направление потоков [11].

Для определения влияния активной реакции среды на распределение рачков в установке поставлен ряд опытов, в которых изменяли уровень pH, подкисляя или подщелачивая воду разбавленными растворами NaOH и HCl. Для того чтобы не было различий в насыщенности кислородом, воду предварительно аэрировали в течение нескольких часов при постоянной температуре. Для выявления степени влияния концентрации ионов кальция на распределение объектов в установке поставлен ряд экспериментов с использованием хлористого кальция. Для сравнения полученных результатов проведено несколько экспериментов с двумя представителями эндемичной байкальской фауны амфипод: *Eulimnogammarus verrucosus* (Gerstf.) и *Eulimnogammarus cyaneus* (Dyb.).

Для статистической обработки брали процент распределения рачков в двух камерах, по которым находили средний процент, для каждого типа используемой воды. При проведении статистической обработки придерживались методик, рекомендованных С. А. Гланц [12]. Для статистического анализа использовали программу "BIOSTAT 3.03".

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из проведенных опытов видно, что при помещении *G. lacustris* в установку, в которую подавали байкальскую воду и воду из озера,

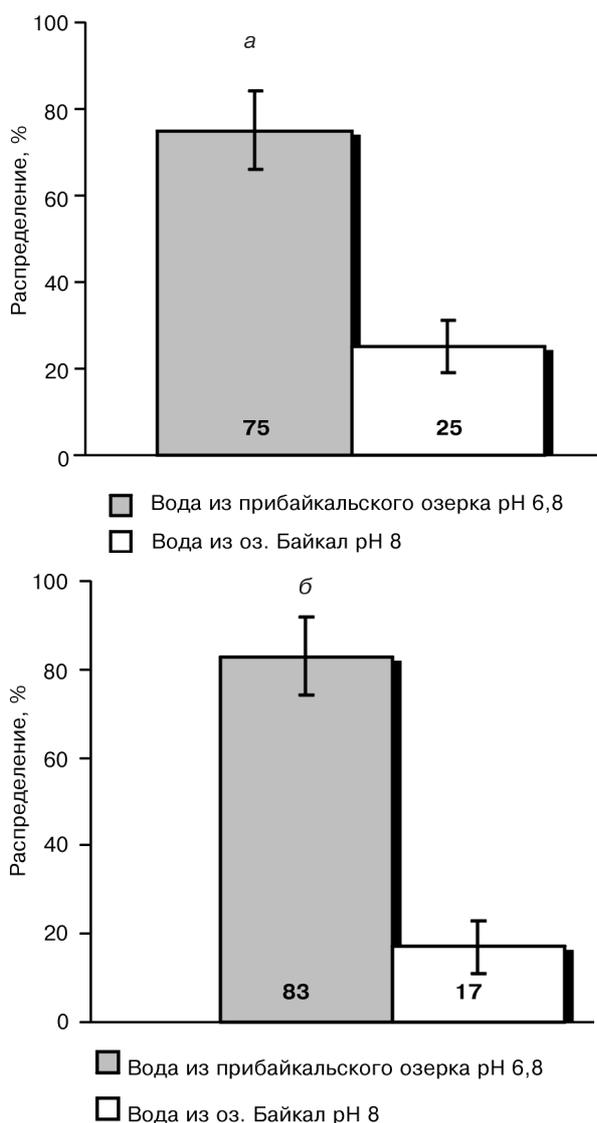


Рис. 1. Распределение *G. lacustris* в 2-камерной установке с байкальской водой и водой из прибайкальского озера (а), то же при рН 8 (б).

подавляющее большинство гаммарусов проявляло выраженную реакцию избегания байкальской воды и уходило в камеру с озерковой водой (рис. 1, а).

Во время постановки большинства экспериментов значения показателя активной реакции среды воды из прибайкальского озера находились в слабкокислой, почти нейтральной зоне (6,8–6,9), а рН байкальской – в щелочной (7,9–8). Для выяснения, в какой степени разница рН среды влияет на реакцию избегания байкальской воды, поставили ряд опытов, в которых величину рН выравняли. Определения показали, что если байкальскую воду и воду из озера подщелачивать до уровня рН 8,

то реакция избегания *G. lacustris* байкальской воды проявляется также достаточно четко (рис. 1, б).

Дополнительно к основной серии экспериментов с использованием рачков из прибайкальского озера поставили ряд опытов с *G. lacustris*, отловленным в водоеме, расположенном непосредственно вблизи р. Ангара. Значение рН воды данного озера также находилось в слабкокислой зоне и составляло 6,8. В воде из р. Ангара концентрация ионов водорода в период исследований равнялась 7,1 и была ниже, чем отмеченная нами в Байкале во время постановки первой серии экспериментов. Поэтому в одном варианте опытов в установку подавали воду с показателем рН без изменения (т. е. озерковой – 6,7 и ангарской – 7,1), а в других экспериментах рН воды доводили до уровня 8. Из рис. 2 видно, что и в этих экспериментах с использованием ангарской воды, рН которой оставляли на ее естественном уровне (рис. 2, а), и при варьировании рН (рис. 2, б) *G. lacustris* вел себя одинаково. Таким образом, и в этих случаях наблюдалась реакция избегания.

Для сопоставления полученных результатов проведен ряд подобных экспериментов с использованием эндемичных байкальских амфипод *E. verrucosus* и *E. cyaneus*. Рачки данных видов, помещенные в установку, в которую подавали байкальскую и озерную воду, распределялись равномерно по камерам. Таким образом, схожей поведенческой реакции для этих эндемичных амфипод нами отмечено не было.

В чем же причины, обуславливающие выраженное избегание *G. lacustris* байкальской воды? Характерной гидрохимической особенностью байкальской воды является крайне слабая ее минерализация, в частности очень низкий уровень содержания ионов кальция. В то же время, из ранее опубликованных работ известна зависимость территориального распространения *G. lacustris* от содержания солей кальция в водоемах [13]. Мы попытались проанализировать влияние добавления солей кальция на протекание реакции избегания озерного гаммаруса.

Проведен ряд предварительных экспериментов с варьированием концентрации ионов Ca^{2+} в байкальской воде, из которых выявили следующую картину. Добавление небольших навесок CaCl_2 , незначительно меняющих кон-

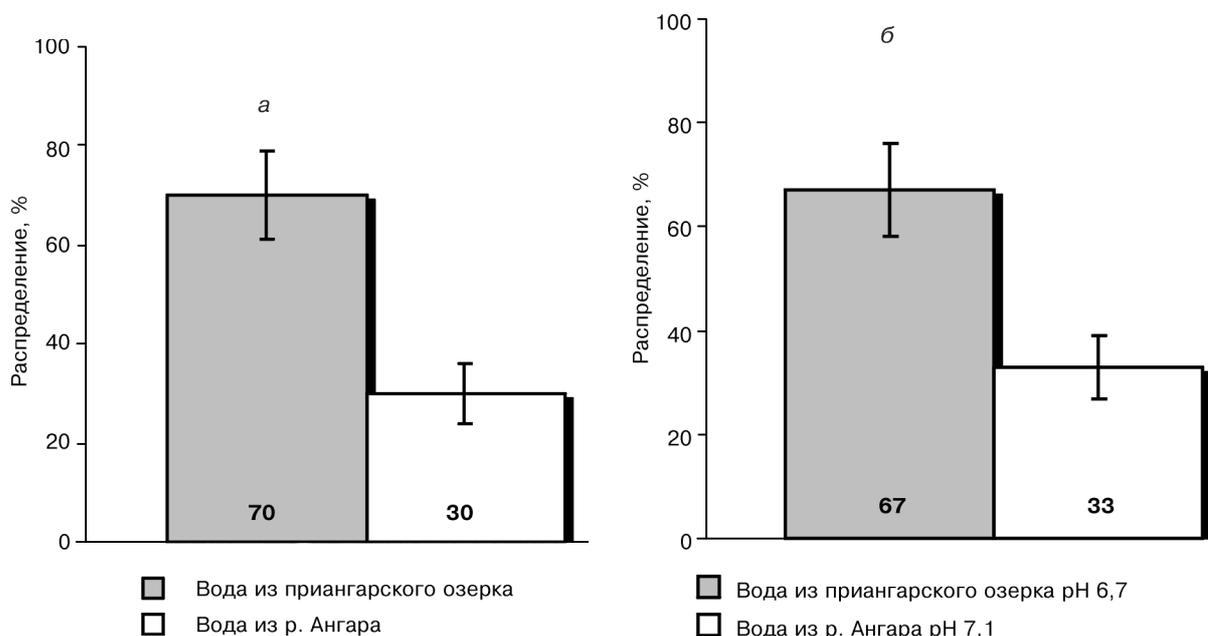


Рис. 2. Распределение *G. lacustris* в 2-камерной установке с водой из р. Ангара и водой из приангарского озера (а), то же при pH 8 (б).

центрацию ионов Ca^{2+} , существенно не влияло на протекание реакции избегания. Однако при повышении концентрации солей до 2 мг/л и выше реакция избегания ослабевала (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматривая полученные экспериментальные результаты в плане решения общего вопро-

са о причинах отсутствия *G. lacustris* в оз. Байкал, а также базируясь на ряде литературных материалов, можно предположительно говорить о следующем: негативное влияние пониженных температур, экспериментально установленное М. Ю. Бекман и А. Я. Базикаловой, возможно, важный, но не единственный фактор, обуславливающий отсутствие *G. lacustris* в оз. Байкал. В роли дополнительного фак-

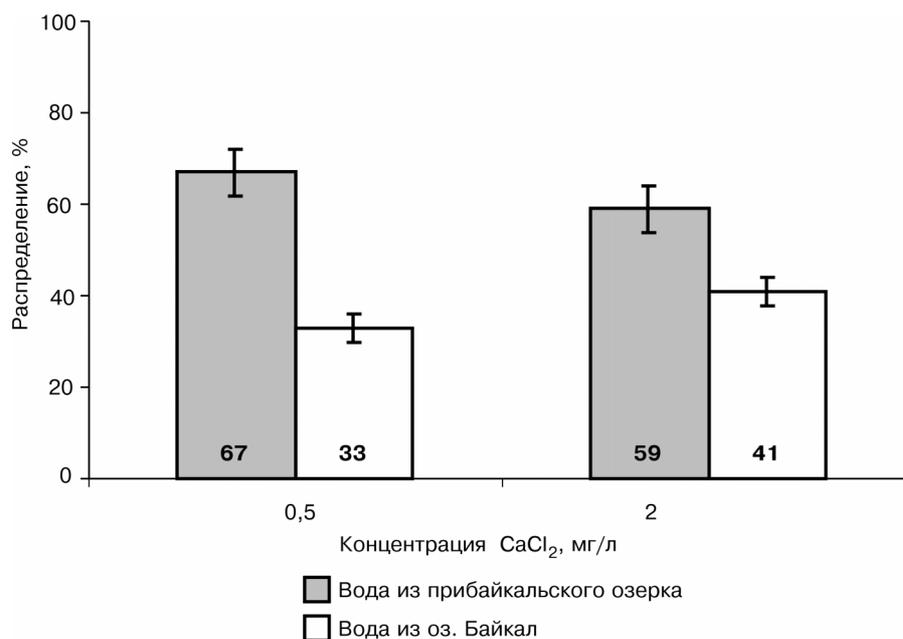


Рис. 3. Распределение *G. lacustris* в 2-камерной установке с байкальской водой и водой из прибайкальского озера при различных концентрациях CaCl_2 в байкальской воде.

тора может выступать своеобразный гидрохимический состав байкальской воды. В пользу этого свидетельствует выраженное избегание озерным гаммарусом байкальской воды, а также ослабление этой реакции при добавлении в байкальскую воду солей кальция.

Авторы выражают благодарность Е. Г. Обуховой за помощь в проведении экспериментов.

Исследование проведено благодаря финансовой поддержке РФФИ (грант 99-04-49612).

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Ю. Бекман, Тр. Байкальской лимнологической станции АН СССР, т. XII, Иркутск, 1954, 263–312.
2. А. П. Голубев, В. Е. Рошин, в кн.: Вид в ареале: биология, экология и продуктивность водных беспозвоночных, Мн., Наука і техника, 1990, 22–30.
3. М. Ю. Бекман, А. Я. Базикалова, Тр. проблемных и тематических совещаний ЗИН: Проблемы гидробиологии внутренних вод, Л., 1951, вып. 1, 61–67.
4. Г. П. Сафронов, Состав и экология видов рода *Gammarus fabricius* юга Восточной Сибири, Дис. ... канд. биол. наук, Иркутск, 1993.
5. А. П. Голубев, Проблемы экологии Прибайкалья, 4, Иркутск, 1988, 45–46.
6. К. К. Вотинцев, Гидрохимия озера Байкал, М., Изд-во АН СССР, 1961.
7. А. В. Голубев, II Всесоюз. совещ. по хим. коммуникации животных, М., 1983, 99–100.
8. Е. А. Марусов, Сенсорная физиология рыб, Апатиты, 1984, 33–34.
9. L. I. Hartwell, H. J. Jin, D. S. Cherry, S. J. Cairn, *Hydrobiologia*, 1986, **131**:1, 63–76.
10. В. М. Волков, IV Всесоюз. симпозиум "Борок 1983": Тез. докл. "Поведение водных беспозвоночных", Борок, 1983, Андропов, 1986, 100–101.
11. Б. А. Флеров, Л. Н. Лапкина, *Биология внутренних вод: информ. бюл.*, Л., 1976, 30, 48–52.
12. С. А. Гланц, Медико-биологическая статистика, пер. с англ., М., Практика, 1998.
13. J. C. Meyran, *Freshwater Biology*, 1998, 1, 41–47.

On Baikalian Water Avoidance Reaction in *Gammarus lacustris* Sars

D. I. STOM, M. A. TIMOFEEV

The attitude of *Gammarus lacustris* Sars of circumbaikalian water bodies to Baikal and Angara water was studied with the help of running water devices. The devices consisted of two communicating chambers to which water of different compositions was supplied. In the experiments, *G. lacustris* avoided zones where Baikal and Angara waters prevailed. The avoidance reaction was attenuated when calcium salt was added to the water. The data obtained are considered in the light of the hypothesis that one of factors determining the absence of *G. lacustris* in the Lake Baikal is the hydrochemical composition of its water.