

М. Ю. БЕКМАН

О ВОЗМОЖНОСТИ СПЕЦИФИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ БАЙКАЛЬСКОЙ ВОДЫ НА ОРГАНИЗМЫ

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 17 IX 1952)

Сообщение о нахождении «тяжелой воды» в Байкале ^(3, 12) породило идею, которая как будто указывала путь решения многих биологических загадок этого исключительного озера. Первоначальная мысль заключалась в том, что открытая особенность байкальской воды может иметь определенное физиологическое влияние на организмы и являться тем «ограждающим» фактором, который способствовал изоляции и сохранению древней фауны и флоры в Байкале ⁽⁴⁾. В дальнейшем Г. Ю. Верещагин расширил эту мысль предположением, что специфическое влияние особенностей Байкала возможно также ожидать со стороны избыточного содержания или отсутствия в его воде некоторых растворенных веществ, и что это влияние может иметь ⁽⁵⁾ «решающее значение не только на изоляцию этого (байкальского — М. Б.) населения от населения окружающих водоемов, но также и на ход эволюционного процесса за время пребывания в этих условиях организмов». Вслед за тем и «причины гигантизма обитающих в Байкале организмов следует искать не в обычных экологических факторах, а в тех же его особенностях, которые вызывают несмешиваемость его населения с окружающим его населением континентальных вод». И наконец, «каковы бы ни были возможные специфические особенности Байкала... их действие надо себе представлять таким образом, что при постепенном приспособлении населения к жизни в специфических условиях Байкала оно теряет возможность быстрого приспособления к жизни в иных условиях... С другой стороны, и население окружающих Байкал водоемов, будучи перенесено в специфические особенности среды Байкала, не может немедленно к ним приспособиться и вымирает».

Сформулированная таким образом идея о специфичности вод Байкала превращалась в проблему большой теоретической и практической значимости. Решаться она должна была постановкой комплексного изучения свойств воды Байкала методами физики, химии и экспериментальной биологии.

Первые сообщения об аномальных плотностях байкальской воды в дальнейшем как будто не подтвердились ⁽¹⁶⁾. Кроме того, сейчас уже нет оснований полагать, что ничтожная примесь тяжелых изотопов кислорода в воде может оказывать существенное влияние на организмы. Химический состав воды Байкала наиболее подробно отражен в последней работе Г. Ю. Верещагина ⁽⁶⁾. Список компонентов здесь содержит: группу растворенных газов (O_2 , N_2 , CO_2), группу катионов (Ca , Mg , K , Na , Fe , Al) и анионов (HCO_3' , CO_3'' , SO_4''' , PO_4'''' , NO_3' , Cl' , SiO_2). Определенный в таком объеме солевой состав воды Байкала не от-

личается ничем существенным от обычных, слабо минерализованных природных вод. Однако в свете поставленной проблемы вряд ли будет правильным считать этот вывод решающим. Очевидно и сам Г. Ю. Верещагин⁽⁵⁾, ссылаясь на биогеохимические провинции А. П. Виноградова, не думал найти специфику в соотношениях элементов, составляющих солевой фон всякой природной воды.

Таким образом, сколь ни сужена в настоящее время область поисков особенностей состава воды Байкала, утверждать, что этих особенностей не может быть, пока еще нет достаточных оснований*. Больше всего внимания уделили данной проблеме биологи, посвятившие ей целый ряд высказываний и специальных статей (1, 7, 9-11, 14, 15).

Разбираясь в причинах различных явлений (богатая дивергенция форм в Байкале, гигантизм, несмешиваемость фаун), авторы в большинстве своем отказывались признать существование специфического влияния байкальской воды на организмы. Однако в силу того, что вся дискуссия по этому вопросу базировалась лишь на сравнительном, фаунистико-экологическом материале, доказательства могли быть лишь косвенными и полностью решить вопроса не могли.

Отсутствие экспериментальных данных, опровергающих идею особых свойств воды Байкала, вызывало и вызывает, с одной стороны, попытки более или менее сложную задачу «объяснить» ссылкой на возможное влияние неизвестного фактора⁽⁹⁾, а с другой — стремление добыть дополнительные, хотя бы и косвенные доказательства, отвергающие эту возможность. И то и другое способствует продлению, но не разрешению дискуссии. Вместе с тем поставленная проблема, как было уже сказано, имеет непосредственное отношение к задачам хозяйственного освоения водоемов. На повестке дня стоит вопрос перестройки биома Байкала — повышение его рыбопродуктивности путем введения новых пород рыб^(13, 16). Стоит вопрос и о возможности использования фаунистического богатства Байкала для пополнения других мало продуктивных водоемов Советского Союза^(2, 7). Совершенно очевидно, что для осуществления этих мероприятий необходима прежде всего уверенность в том, что специфической «ядовитости» байкальской воды для новых вселенцев не существует, как не существует и исторически сложившейся приспособленности байкальских эндемиков к этим именно специфическим свойствам воды Байкала. В этом плане и были поставлены наши опыты, имевшие целью попытку решить первую половину вопроса, а именно, обладает ли байкальская вода свойством убивать или угнетать организмы, чуждые Байкалу, не приспособленные к существованию в нем.

Объектом для опытов был выбран *Gammarus lacustris*, обычный обитатель сибирских и прибайкальских озер, печальная судьба которого в Байкале являет классический пример несмешиваемости фаун**, а с позиций Верещагина — пример вымирания вида, не приспособленного к условиям «специфической среды» Байкала. Ежегодно этот гаммарус, используемый зимой в качестве живой приманки при рыбной ловле, буквально тоннами разбрасывается в прибрежной области Байкала. Также ежегодно он массами выносится весной из дельт р. Селенги и р. Култучной. Тем не менее в Байкале он не приживается.

Первая серия опытов заключалась в выдерживании *G. lacustris* в садках, на глубине 2,5 м, в области открытого побережья Байкала. Садки употреблялись преимущественно стеклянные, затянутые с двух

* Особенно, если учесть данные по геохимии некоторых пород берегов Байкала⁽⁹⁾.

** Этим термином кратко выражают особенности распределения фаун в Байкале: общесибирской — как правило, ютящейся лишь в его закрытых мелководных заливах, и эндемичной — обитающей в собственно байкальских условиях, не измененных влиянием суши и мелководья.

сторон марлей или планктонным газом. Корм давался смешанный — растительный детрит из озер, откуда брался гаммарус, и олигохеты и рыба из Байкала. В садок помещалось 20—40 гаммарусов одного возраста (половозрелые, подрастающая и только что народившаяся молодь). Общее количество опытов с садками равнялось 28, ставились они в разное время года, но преимущественно зимой и весной; продолжительность их колебалась от 1 до 7 мес. и в большинстве случаев зависела от внешних, случайных обстоятельств.

Наблюдения над взрослыми животными в садках показали, что в условиях водного режима Байкала гаммарусы, будучи обеспечены пищей и защищены от врагов, могут существовать длительное время (до 7 мес. в одном опыте) без заметных нарушений их жизненных функций. Доказательством последнего служит то, что в этих условиях во многих случаях наблюдалось размножение гаммарусов. Например, помещенные в Байкал 10 II рачки начали откладывать яйца 20 III; посаженные 30 III размножались с 12 IV; а посаженные 3 IV отложили яйца через 5 дней, и т. д. После размножения гаммарусы, в первую очередь самцы, как и в своем естественном местообитании, постепенно отмирали. Самки же продолжали вынашивать яйца вплоть до вылупления из них молоди.

Вследствие усиления хищнических инстинктов у гаммарусов в среде с низкой температурой, характерной для Байкала, а также большой длительности эмбрионального развития (2,5 мес.), получить молодь удалось лишь в двух опытах, от 22 самок. Испытанная в лабораторных условиях, эта молодь оказалась вполне жизнеспособной. Однако в садках, в Байкале, она, не успев пройти даже первой линьки, погибала; также и молодь первых стадий роста, развивавшаяся в иных условиях, не выживала в садках более 2—3 недель. Массовая гибель обычно наблюдалась после штормов, когда садки заполнялись взвешенной мутью, или при образующемся в них застое. Вообще же причина слабой сопротивляемости молоди ранних стадий неблагоприятным воздействиям оставалась неясной.

Несколько иначе вели себя в Байкале уже подросшие молодые гаммарусы. Для опытов брались экземпляры 7—8 мм, т. е. достигшие примерно половины размеров взрослых особей. Такие гаммарусы могли жить в садках долго, но совершенно не росли. В данном случае рост контролировался взвешиванием. Отсутствие прироста было отмечено в опытах за время от 16 IV до 24 VI, от 5 III до 10 V и в других опытах, за меньший срок наблюдений

Вторая серия опытов, проведенная зимой, заключалась в испытании жизнеспособности *G. lacustris* в садках на больших глубинах Байкала. Постановка опыта была вызвана тем, что предполагаемая аномальная вода поступает в Байкал из подземных источников на больших глубинах, и следовательно, действие ее в прибрежной области должно быть ослаблено⁽¹⁵⁾. Садки подвешивались на стальном тросе на глубину 150 и 1000 м, с лебедки, установленной на льду, примерно в 2 км от берега (декадный гидрологический пункт Байкальской лимнологической станции). Температура воды на этих горизонтах в течение всего опыта, продолжавшегося 2 мес., была практически одинакова, изменяясь в пределах 3,4—3,6°.

Садки были опущены 10 II. В каждом из них было по 10 самцов и самок *G. lacustris*. В первые четыре декады никаких изменений в садках не произошло, за исключением того, что все гаммарусы соединились в ихкопуляционные пары, что уже само по себе являлось признаком их хорошего самочувствия. При проверке 20 III, на глубине 150 м, одна самка оказалась с отложенными в сумку яйцами. При подъеме садков 1 IV таких самок оказалось на этой глубине три и на глубине 1000 м одна.

Таким образом, и тут, находясь в условиях совершенно необычного гидростатического давления и полного отсутствия света, гаммарусы не обнаружили никаких признаков угнетения и благополучно пережили наиболее опасный в их жизни момент линьки и откладки яиц. В дальнейшем садки были перенесены в прибрежную область, где еще 2 мес. гаммарусы продолжали размножаться и вынашивать свое потомство. Данные всех опытов, следовательно, оставляли открытым лишь вопрос о возможности развития и роста молоди *G. lacustris* в Байкале. Могло быть что «специфический фактор» особенно сильно влияет именно на эту стадию жизненного цикла нашего вида.

Третья серия опытов, перенесенная в лабораторию, и была посвящена решению этого вопроса. Здесь было установлено, что *G. lacustris* относится к мегатермичным видам, требующим для своего развития относительно большого количества тепла. Стадия эмбрионального развития его в природе протекает при довольно широкой амплитуде температур — от 1 до $> 20^{\circ}$. Необходимая сумма эффективных температур этой стадии равна приблизительно 360 градусо-дням. Эффективные температуры роста и развития молоди вида лежат в пределах $7-25^{\circ}$ (оптимум выше 10°), сумма их до момента наступления половозрелости должна быть не менее 1800° . Из этого следует, что температурный режим прибрежной области Байкала, обеспечивая потребности эмбрионального развития *G. lacustris*, исключает возможность нормального роста и развития молоди вида по меньшей мере в течение 10 мес. в году, а оптимальных условий не создает вообще.

Все многочисленные лабораторные опыты с влиянием температуры на различные фазы жизненного цикла гаммаруса производились в байкальской воде. В этих опытах, в частности, половозрелые гаммарусы были выращены в байкальской воде, но в условиях высокой температуры (20°), в сроки, наблюдающиеся и в естественном местобитании данного вида. А угнетение роста и развития молоди при низкой температуре было отмечено также и в не байкальской воде.

Таким образом, свойства байкальской воды не являются причиной неприживания *G. lacustris* в Байкале. Вряд ли непосредственной причиной этого является и низкая температура. Ряд фактов и соображений, в частности быстрота, с которой попавшие в Байкал гаммарусы исчезают в нем, говорит о том, что они сразу же гибнут в силу того, что не находят целого комплекса привычных условий жизни. К ним, кроме температуры, следует отнести прежде всего действие волнения и прибой, отсутствие привычного грунта, пищи и, наконец, наличие огромного количества хищников, главным образом, хариуса, бычков и крупных гаммарид, от которых озерный гаммарус не имеет никаких средств защиты. Что же касается самой идеи специфичности воды Байкала, то, очевидно, следует признать, что приведенные экспериментальные данные укрепляют позиции ее противников.

Поступило
31 V 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Я. Базикалова, ДАН, 61, № 3 (1948). ² М. Ю. Бекмац, А. Я. Базикалова, Тр. проблемных и тематических совещаний, 1, 1 (1951). ³ Г. Ю. Верещагин, А. И. Горбов, И. Д. Менделеев, ДАН, 2, № 2 (1934). ⁴ Г. Ю. Верещагин, Тр. Байк. лимн. ст., 6 (1935). ⁵ Г. Ю. Верещагин, там же, 10 (1940). ⁶ Г. Ю. Верещагин, Байкал, 1949. ⁷ В. Н. Грезе, Тр. Гидробиол. об-ва, 3 (1951). ⁸ Б. А. Гаврусевич, Тр. Совета изуч. производ. сил Сиб., сер. 5 (1933). ⁹ Р. С. Деньгина, ДАН, 60, № 1 (1948). ¹⁰ М. М. Кожов, Животный мир Байкала, 1947. ¹¹ И. М. Леванидова, Тр. Байк. лимн. ст., 12 (1948). ¹² И. Д. Менделеев, ДАН, 3, № 3 (1935). ¹³ К. И. Мишарин, Промысел и воспроизводство рыбы на Байкале, 1949. ¹⁴ Л. М. Россолимо, Зоол. журн., 16, 1 (1937). ¹⁵ Д. Н. Талиев, Тр. Байк. лимн. ст., 12 (1948). ¹⁶ Д. Н. Талиев, Изв. Биол.-геогр. ин-та, 11, 2 (1950).