

Байкальские родники

В.В. Тахтеев,

А.В. Галимзянова

Иркутский государственный университет

Река Верхняя Ангара (у пос. Верхняя Заимка).
Весь берег «плачет» многочисленными ключами.
Фото А. С. Каверзиной

Жизнь в холодной воде

Одно из интереснейших природных явлений — родники (или источники) пока еще очень слабо исследованы учеными, биологами и экологами. Впрочем, отрывочные фаунистические исследования редкостью не были. Именно в источниках были обнаружены многие обитатели подземных вод, что дало возможность описать большое количество новых видов, особенно среди ракообразных. Все они названы стигобионтами. Известны и специфические холодолюбивые обитатели источников, которые не живут под землей. Они называются кренобионтами. Однако во всем мире почти не проводились исследования *сообществ организмов*, населяющих родники.

В России из специальных работ экологической направленности нам известно только недавнее исследование, которое провел гидробиолог из МГУ М.В. Черто-

пруд по сообществам беспозвоночных в родниках Московской области. Он, в частности, отмечает следующие замечательные особенности родников. При очень малых размерах их стабильный в течение всего года гидрологический режим сравним с таковым в глубинной зоне крупных озер. Имеется тесная связь с наземным ландшафтом, откуда поступает органическое вещество. Родники являются убежищами (рефугиями) редких, реликтовых и эндемичных видов организмов. Температура воды источника является «функцией региона», т. е. примерно отражает среднегодовую температуру воздуха в данной местности. (Впрочем, нам представляется, что температура источника все же несколько выше среднегодовой. Так, на юге Прибайкалья при среднегодовых температурах воздуха $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ выходящие из глубинных пластов источники имеют постоян-

ную положительную температуру $4\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$, в горных районах региона, где климат еще суровее, — $2\text{--}3\text{ }^{\circ}\text{C}$.)

Начиная с 1997 г. коллективом исследователей из Иркутского госуниверситета и Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН проведена серия экспедиций в Байкальской Сибири по источникам разных типов, а также наблюдения за сезонной динамикой зообентоса (донных беспозвоночных) на двух родниках.

Первый из круглогодично наблюдавшихся родников находится практически в черте Иркутска, на окраине микрорайона Университетский. Мы дали ему такое же название. Температура в течение всего года стабильна и составляет $4\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Реакция воды от слабокислой до нейтральной ($\text{pH} = 6,2\text{--}7,2$), общая минерализация — $0,34\text{ г/л}$, из анионов преобладают гидро-

карбонаты, из катионов — магний и кальций.

Второй источник — Олхинский — располагается в пойме реки Олха, впадающей в Иркут, который в свою очередь вливается в «дочь Байкала» Ангару. Здесь находится подножие Олхинского плато, водораздела к Байкалу. Бассейн сложен известняками и доломитами нижнего кембрия. Температура источника также круглый год постоянна — 4,5–5 °С, расход воды — 0,5 л/с. Минерализация колеблется от 0,3 до 1,6 г/л с преобладанием кальция, магния, гидрокарбоната и хлора. По химическому составу он приближается к минеральной воде, добываемой совсем рядом из скважины, хорошо известной жителям региона под названием «Иркутская».

Состав фауны Университетского источника оказался довольно банальным: преобладают малощетинковые черви (олигохеты), личинки комаров-звонцов (хиномиды), комаров-болотниц; реже и менее многочисленно попадались личинки ручейников, веснянок, жуков, мух-бабочниц и береговушек, обычных кровососущих комаров. Но было одно замечательное исключение. В источнике несколько раз был пойман истинно подземный рачок-бокoplав из рода стигобромус (*Stygobromus*). Во-первых, для Восточной Сибири находки подземных обитателей в литературе упоминались всего дважды и что называется мимоходом. Во-вторых, род стигобромус — сугубо американский, в России же известна лишь одна находка: стигобромус карликовый (*Stygobromus pusillus*) из Телецкого озера на Алтае. Наши рачки оказались новым для науки видом. Это означает, что представления о географическом распространении (а значит, и о происхождении) рода нуждаются в существенном пересмотре.

Количественные показатели беспозвоночных (численность и биомасса) в оба года наблюдений давали пик в весеннее время — в марте–апреле (до 8200 экз./м² и 23,2 г/м²), а затем резко падали. Осенью численность могла составлять около 100 экз./м², а биомасса — менее 0,2 г/м². Такая сезонная динамика возникла за счет доминирующих групп — хиномида и олигохет. С первыми все понятно: как только днем начинают устанавливаться положительные температуры воздуха, начинается окукливание, метаморфоз и вылет комаров. С олигохетами сложнее: причина их весеннего максимального обилия остается непонятной. Средняя за год численность составила 2050–2518 экз./м², биомасса — 3,18–3,98 г/м².

Фауна Олхинского источника оказалась богаче по количеству групп животных. Доминирующими группами тут также были хиномида и олигохеты. Наряду с ними довольно обильны (и иногда также становятся доминирующей группой) ручьевые планарии *Phagocata*; встречаются личинки ручейников, мокрецов, комаров-болотниц, цилиндротомид, долгоножек, мух-береговушек, а также водные жуки и клещи. Наряду с ними встречены группы, которые являются скорее не водными, а полуводными, обитающими в растительных остатках, гниющей органике: трипсы, коллемболы, личинки комариков-скатописид.

Замечательно, что в составе олигохет этого источника, по определению В.П. Семерного, оказался наис байкальский (*Nais baicalensis*), который был известен из самого Байкала, а также из Ангары. Получается, что червь способен по ее притокам или подземным водам преодолевать десятки километров вверх против течения. Неоднократно в разные месяцы попадался новый вид бокoplава-стигобромуса — тот

же, что в ключе Университетский. Здесь же встречен истинно кребнобионтный ракушковый рачок илидромус эстонский (*Ilyodromus estonicus*) и арктический вид веслоногих рачков — аттеелла Норденшелда из подотряда гарпактицид (*Attheyella nordenskjoldi*; определения Г.Л. Окуновой). Распространенный в Заполярье рачок на юге Восточной Сибири несомненно является реликтом, сохранившимся со времени последнего плейстоценового похолодания. Тогда его ареал распространялся южнее и был сплошным. Сейчас же в Прибайкалье только холодные источники стали для него приютом.

Сезонная динамика обилия беспозвоночных оказалась в чем-то похожей на таковую в предыдущем источнике, а в чем-то — совершенно иной. В 2006 г. в марте также наблюдался пик численности, создаваемый личинками амфибиотических насекомых — хиномидами, береговушками, долгоножками, — которые впоследствии начинали вылетать, и обилие падало. В то же время в 2007 г. весеннего пика почему-то вообще не оказалось. Вместе с тем в Олхинском источнике в оба года наблюдений был ярко выражен другой пик обилия — июльский, когда численность «взлетала» до 17 900–19 300 экз./м², а биомасса — до 28,5–62,8 г/м² (максимальное значение). Не исключено, что часть организмов в это время привносилась из реки, поскольку ее уровень летом после дождей повышается, и источник немного подтапливается. Среднегодовая численность крупных (более 2 мм) беспозвоночных составила, по данным 2006 г., 8410 экз./м², биомасса 16,9 г/м²; для 2007 г. те же показатели соответственно 8227 экз./м² и 8,92 г/м².

Таким образом, количественные показатели животного бентоса в исследованных источниках

позволяют по широко принятой шкале трофности отнести их к водоемам мезотрофным, однако класс трофности разный: у Университетского источника умеренный, а у Олхинского — средний. Вопреки подсознательно ожидаемому, *жизнь в этих экстремально холодных водоемах оказалась не так уж и бедна!*

Экспедиционными сборами были охвачены и другие, в основном горные, районы. Крупные беспозвоночные, встреченные в очень холодных слабоминерализованных родниках на горных хребтах Хамар-Дабан и Байкальский, особо ничем не удивили: широко распространенные виды олигохет, комаров-звонцов (хириноид), ручейников, хотя некоторые из них, по-видимому, могут считаться специализированными кренобионтами. Мелкие же беспозвоночные подбросили «задачек». Так, некоторые веслоногие рачки (циклопы, гарпактициды), найденные в ключах на склонах Байкальского хребта, не имеющих прямого сообщения с озером, ранее считались байкальскими эндемиками. Наряду с ранее приведенным примером с олигохетами это ставит перед исследователями вопрос о том, как Байкал влияет на пополнение видового разнообразия водных животных окружающих водоемов, или, напротив, насколько существенно они влияют на Байкал.

Однако одна из самых интересных находок — это уже упоминавшаяся аттеелла Норденшелда. Она встречена на Хамар-Дабане в крайне холодных родниках (+2 °С) недалеко от высочайшей горы хребта — Сохор, в лужах от тающих снежников на перевале Мамай, а также на Байкальском хребте. Большинство местонахождений, к счастью, находятся на территориях заповедников. Впоследствии этот же вид был обнаружен в Ермаковском солончатом источнике в бассейне реки

Киренги. Это огромная и глубокая карстовая воронка, заполненная чистой холодной водой с солоноватым привкусом. Способен этот рачок как-то расселяться от одного местообитания к другому или же все его популяции полностью изолированы друг от друга и являются в истинном смысле реликтовыми — опять загадка. Пока ясно одно: он любит экстремально низкую температуру и не встречается, если она превышает +5 °С.

Баня из земных недр

Источники, температура которых в течение года не опускается ниже 20 °С, в гидрогеологии называют термальными, а в обиходе — горячими. Их наличие — свидетельство рифтового характера местности, наличия сети глубочайших разломов земной коры. Благодаря подводным исследованиям в конце XX века стали широко известны гидротермальные излияния на дне океанов, вдоль срединно-океанических хребтов, где располагаются рифтовые зоны. Термальные источники на континентах доступны нашему взору без специальной техники.

По подсчетам иркутских гидрохимиков И.С. Ломоносова и Е.В. Пиннекера, число известных в Байкальском регионе термальных источников составляет не менее 100. Наибольшее их количество приурочено к геологическим разломам в Восточном Саяне, долине реки Баргузин, по северо-восточному побережью Байкала и к долине Верхней Ангары вдоль трассы БАМ. Температуры варьируют от 20 до 80 °С, однако если учесть термальные воды, разбавляемые и охлаждаемые речными, количество таких источников явно будет больше.

Незабываемое впечатление оставляет купание в горячем источнике. Некоторые из них оборудованы специальными ваннами. После купания остается чув-

ство легкости и радости, если, конечно, не переборщить: в некоторых источниках присутствует радон, и передозировка идет уже не на пользу, а во вред. Помимо него в водах источников содержится азот, часто примесь сероводорода, иногда повышенное количество углекислоты и кремниевой кислоты. Последняя при остывании воды образует возле ручья желтовато-коричневые минеральные отложения — травертины.

Гидротермы региона достаточно хорошо изучены химиками, чего нельзя сказать о биологах. До 1970-х годов были лишь эпизодические сборы фауны и флоры водорослей. До нас, в частности, жизнь в горячих источниках Прибайкалья исследовала группа белорусских ученых под руководством профессора Н.Н. Хмелевой и бурятские микробиологи под руководством профессора Б.Б. Намсараева. И вот какие основные особенности биоты наземных гидротерм ими выявлены. В источниках обильно разрастаются бактериально-водорослевые маты, имеющие упорядоченную структуру. В самых горячих излияниях (до 70–80 °С) первыми, на самом выходе источника, развиваются бактерии-хемосинтетики; вода, поднимающаяся с очень большой глубины, еще лишена кислорода. Чуть ниже по течению ручья, где она немного остывает, развиваются сообщества бактерий с аноксигенным (без выделения кислорода) фотосинтезом. Еще дальше, при температурах 40–50 °С — маты из бактерий с оксигенным фотосинтезом, цианобактерий и зеленых водорослей, иной раз со значительной грибной составляющей. Здесь же отмечены дрожжи. Мат имеет ярусную структуру, каждый ярус слагается определенными видами. За счет этого достигается наиболее полное поглощение энергии света по всему спектру, и потому продуктивность гидро-



Олхинский источник в суровом январе. Фото А.В. Галимзяновой



Эндемичный для горячих источников Байкальского региона моллюск прудовик термобайкальский (*Lymnaea thermobaicalica*) в разливах Гаргинского источника. Фото В.В. Тахтеева



Естественная ванна в месте выхода Сеюйского термального источника в Баргузинской долине. На поверхности и на дне — обильные бактериально-водорослевые маты. Фото А.С. Плешанова



Отобранные для анализа образцы матов, образованных цианобактериями, одними из древнейших обитателей нашей планеты. Фото А.В. Арбузова



Слабоминерализованный источник Ермаковский в бассейне р. Киренга выходит на дне глубокой карстовой воронки. Фото А.С. Каверзиной



Кулиный термальный источник выходит в заболоченной местности в виде многочисленных воронок — грифонов. Фото В.В. Тахтеева



Горячие ванны на Хакусском термальном источнике.
Фото Н.А. Полякова

Места находок эндемичного моллюска *Lymnaea thermobaicalica*: Хакусский, Котельниковский, Гаргинский и Дзелиндинский горячие источники



Соляной «куржак» (выцветы солей) на трубах от испарений Гаргинского термоминерального источника.
Фото В.В. Тахтеева



Уж обыкновенный в Прибайкалье живет только в самых теплых местах — возле горячих источников. Фото В.В. Тахтеева

Реликтовая южносубтропическая стрекоза ортетрум белохвостый (*Orthetrum albistylum*) — удивительный реликтовый обитатель горячих источников Прибайкалья.
Фото А.С. Плешанова

термальной экосистемы паразитально велика — на уровне эвтрофных водоемов. В то же время качество воды горячего источника очень хорошее. На этом этапе она насыщается кислородом, пузырьки которого наполняют мат, всплывают на поверхность.

В образовании бактериально-водорослевых матов активно участвуют теплолюбивые синезеленые водоросли, или цианобактерии. И это еще одна уникальная черта горячих источников. Дело в том, что с древнейших времен и до конца мезозойской эры цианобактерии очень обильно разрастались в прибрежных зонах морей, образуя массивные маты. В ряде мест (в том числе на побережье Байкала) они сохранились в ископаемом состоянии и называются строматолитами. Так что наземные термальные источники — это реликтовые экосистемы, позволяющие биологам заглянуть даже на сотни миллионов лет назад.

Наконец, еще ниже по течению, где вода остывает до 31–33 °С и ниже, начинается гетеротрофная зона, т. е. зона, где уже встречаются животные. Питаются они отмирающими фрагментами мата и детритом. Среди них можно встретить нематод, личинок стрекоз, мокрецов, мух-береговушек, жуков-водолюбов и их личинок, брюхоногих моллюсков. Иногда из Байкала по рекам в источники проникает бокоплав гмелиноидес полосатый (*Gmelinoides fasciatus*) и достигает в них массового развития при температурах до 27–29 °С.

Среди удивительных животных, населяющих воды термальных излияний, в регионе известна южносубтропическая стрекоза ортетрум белохвостый (*Orthetrum albistylum*), обитающая далеко в отрыве от основного ареала (личинки стрекоз, как известно, развиваются в воде, и для развития им необходима определенная

сумма тепла). Другой представитель — водный клещ термакарус теплолюбивый (*Thermacarus thermobius*) помимо Прибайкалья известен только в индийском штате Кашмир, и оба местообитания разделены «вершинами мира» — Гималаями. Зоологи Н.Д. Круглов и Я.И. Старобогатов описали новый вид моллюсков из Хакусского горячего источника на Байкале — прудовик термобайкальский (*Lymnaea thermobaiicalica*). Он до сих пор остается эндемиком Байкальского региона, правда, был найден еще в трех источниках, разделенных либо горными хребтами, либо чашей Байкала, — Котельниковском, Гаргинском и Дзелиндинском.

Но не только водные обитатели в них уникальны. Вокруг горячего источника формируется своеобразный оазис. Его природные особенности экстраординальны — там формируются наземные биоценозы, свойственные другой климатической зоне, расположенной либо в более южных широтах, либо в более низком поясе гор. Так, в бухте Хакусы возле горячего источника растет березняк среди суровой северной хвойной тайги. В район Шумацких источников на высоту 1500 м поднимаются растения, банальные на меньших высотах, но на таких отметках обычно отсутствующие: сосна обыкновенная, береза, черемуха, рододендрон. Наблюдаются и фенологические изменения: так, весна в районы горячих источников приходит раньше на месяц—полтора; в конце марта — начале апреля, когда окрестная тайга еще спит под снегами, термальный «оазис» уже ярко зеленеет: начинается вегетация растительности, появляются даже грибы-вешенки. В зимнее время густые туманы поднимаются от источника, делая мороз менее суровым, и это позволяет выживать теплолюбивым реликтам наземной флоры и фауны.

Однако самый яркий пример можно найти в долине реки Селенга (крупнейшего притока Байкала), в районе поселков Мостовка и Югово. Район сам по себе хорошо обеспечен теплом, и еще Питателевский горячий источник жару добавляет. Здесь сохранились две реликтовые экосистемы, основной древесной породой в которых выступает вяз японский (*Ulmus japonica*). Это настоящие широколиственные леса, которые привычны для жителей юга Европы или Дальнего Востока, но из Восточной Сибири исчезли уже давно, вытесненные суровыми плейстоценовыми похолоданиями. Здесь эколог может видеть, какой была растительность вокруг древнего Байкала.

Изливаются термальные источники и на дне самого Байкала, делая его этим еще более похожим на «океан в миниатюре». Некоторые из них (Котельниковский, Змеиный) находятся в прибрежной зоне. В местах их выхода зимой не образуется прочного льда, сохраняются полыньи, а донные водоросли (подобно наземным растениям!) весной начинают развиваться гораздо раньше положенного срока. На данный момент известны и два глубоководных термальных источника: напротив бухты Фролиха (глубина 420–470 м) и на подводном склоне Большого Ушканьего острова (470–600 м). И опять напрашивается аналогия с океаном: в этих местах образуются бактериальные маты, железо-марганцевые конкреции, минералы гидротермального происхождения (гейзерит и др.), а также известны виды животных — локальные эндемики. Среди них, в частности, несколько видов рачков-бокоплавов и даже эндемичная для Фролихинского источника рыба широколобка термальная (*Neocottus thermalis*), описанная несколько лет назад.

(Окончание следует.)