ЗНАЧЕНИЕ СПОНГИОФАУНЫ В ЭКОСИСТЕМЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ И МЕРЫ ПО ЕЕ СОХРАНЕНИЮ

Очирова М.Е.

г. Улан-Удэ, Респ. Бурятия, МАОУ СОШ № 47, 7 «Д» класс

Научный руководитель: Леонтьева И.М., г. Улан-Удэ, Респ. Бурятия, учитель биологии, МАОУ СОШ № 47

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте III Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: https://www.school-science.ru/0317/1/29251

Актуальность работы

Байкальские эндемичные губки являются наглядным примером сбалансированного, устойчивого и взаимовыгодного сообщества. Это сообщество представляет собой особую экологическую нишу в озере Байкал, где могут активно функционировать микроорганизмы, не способные выжить в олиготрофных условиях водной толщи.

Губки семейства Lubomirskiidae — важный элемент экосистемы озера Байкал, являющиеся наиболее массовыми эндемичными животными, имеют интенсивную зеленую окраску благодаря фотосинтезирующим эндосимбионтам — одноклеточным зеленым водорослям, представителям типа Chlorophyta. Наиболее массовыми видами губок в оз. Байкал являются представители родов Lubomirskia и Baikalospongia. Именно они формировали неповторимый ландшафт дна озера.

По данным последней ревизии байкальской спонгиофауны, в озере обитают 13 видов губок, относящихся к эндемичному сем. Lubomirskiidae Rezvoj, и 5 видов космополитного сем. Spongillidae Gray, эта группа является постоянным и весьма значимым компонентом бентосных сообществ. Биомасса губок во многих случаях превышает биомассу всех прочих групп зообентоса вместе взятых (Кожов и др., 1969; Кожов, 1970).

Летом 2011 г. на оз. Байкал было обнаружено необычное явление: окраска некоторых губок изменилась с зеленой на грязно-розовую. Изменения в окраске были зафиксированы у представителей разных видов сем. Lubomirskiidae. В последующие годы состояние спонгиофауны оз. Байкал претерпело катастрофические изменения. По наблюдениям 2014-2015 гг., в зависимости от расположения, 30-100% всех трех экологических форм губок (корковых, ветвистых и шаровидных) были больны, повреждены или мертвы.

Цель исследования — изучить состояние губок семейств Lubomirskiidae и Spongillidae в современной экологической системе озера Байкал.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1. Изучить состояние спонгиофауны озера Байкал.
- 2. Провести анкетирование учащихся МАОУ СОШ № 47 г Улан -Удэ.
- 3. Изучить и провести анализ современного состояния мероприятий по сохранению озера Байкал.
- 4.Предложить меры защиты от негативного техногенного и антропогенного воздействия на экосистему озера Байкал, создать буклет.

Объектом исследования являются бай-кальские губки.

Предмет исследования — экологическая ситуация спонгиофауны озера Байкал.

Научная новизна работы:

- -обобщены материалы по проблеме гибели губок;
- -предложен комплексный подход к решению вопроса по сохранению спонгиофауны и экосистемы озера Байкал в целом.

Основные положения работы:

- значение губок для устойчивого развития экосистемы озера Байкал;
- причины негативного воздействия на спонгиофауну озера Байкал;
- комплекс мер по защите и сохранению Байкальской фауны и флоры

Методологическая база исследования — общенаучная.

Методы исследования использованные в работе:

- сбор, изучение и обобщение материалов;
- мониторинг исследуемой проблемы в исследованиях специалистов и материалах средств массовой информации;
- анализ и синтез проблемы на основе собранных материалов;
 - наблюдение
 - анкетирование

Теоретическая и практическая значимость:

- в данной работе собраны и систематизированы проблемы современного состояния спонгиофауны озера Байкал;
- возможно ее применение для изучения учащимися средних школ на занятиях по биологии и экологии.

Гипотеза исследования — мы считаем, что основная причина заболевания губок заключается в антропогенном воздействии и поэтому, если не изменить экологическую ситуацию на озере Байкал, то процессы самоочищения экосистемы будут нарушены.

1.1. Спонгиофауна озера Байкал

Озеро Байкал – древний и уникальный пресноводный водоем мира (возраст Археобайкальской системы оценивается в 60 млн. лет (Мац и др., 2001)), пережил сложную и богатую событиями историю, повлиявшую на формирование его уникальной фауны и флоры. По видовому разнообразию Байкал занимает первое место в мире среди других озерных систем. По последним данным (Тимошкин, 1995), в Байкале обитает около 2500 видов и подвидов водных животных. Своеобразие фауны и флоры Байкала состоит в том, что здесь очень высок процент эндемизма. По меньшей мере, 56% от общего количества животных являются эндемиками озера, в некоторых группах процент эндемизма достигает 100% (Тимошкин, 1999).

Спонгиофауна озера Байкал. Первые сведения о губках, обитающих в озере Байкал, относятся к XVIII веку. Известный путешественник П.С. Паллас описал ветвистую жестковатую губку зеленого цвета и назвал ee Spongia baicalensis (Pallas, 1771). Это название сохранялось в литературе почти сто лет (Georgi, Middendorff, Grube: цит. по Dybowsky, 1880). В 1870 г. Н.Н. Миклухо-Маклай на основании только внешнего сходства причислил байкальскую губку к описанному им морскому виду Veluspa polymorpha Mcl., 1870 в качестве вариетета var. baicalensis (Miklucho-Maclay, 1870). Спустя десять лет была опубликована первая монография, посвященная байкальским губкам (Dybowski, 1880). В. Дыбовский проанализировал губки, собранные в районе Южного Байкала, и губки, отнесенные Н.Н. Миклухо-Маклаем к различным вариететам вида Veluspa polymorpha. В результате были выявлены значительные отличия этих групп и показана неправомерность объединения байкальских губок с морскими формами. Впервые все байкальские губки были объединены в самостоятельную эндемичную группу – род Lubomirskia

Dybowski, 1880, в пределах которого были описаны четыре вида с несколькими вариететами. В дальнейшем был опубликован ряд работ, в которых описывались новые виды или пересматривался таксономический статус уже известных видов (Сукачев, 1895;Сварчевский, 1901, 1902; Annandale, 1914: цит. по Ефремова, 2001;Макушок, 1927а, 1927б). Кроме того, Б.А. Сварчевским были описаны представители космополитного сем. Spongillidae, обитающие в Байкале (1901, 1923). В 1936 г. Петр Дмитриевич Резвой установил отдельное семейство для эндемичных байкальских губок -Lubomirskiidae. Всего известно 13 видов любомирскиид. Следующий обобщающий труд по систематике байкальских губок был опубликован в 2001–2004 гг. (Ефремова, 2001, 2004). Систематический статус определен для 13 видов и 1 подвида, относящихся к 4 родами сем. Lubomirskiidae (Ефремова 2001), и для 5 видов, относящихся к 4 родам сем. Spongillidae (бадяги) (Masuda et all. 1999, Ефремова 2001). Вопрос о происхождении эндемичной спонгиофауны Байкала долгое время вызывал оживленные дискуссии. На ранних этапах исследований большинство авторов считало, что байкальские губки очень близки к морским формам (Miklucho-Maclay, 1870; Сварчевский, 1902; Annandale, 1914: цит. по Ефремова, 2001). В. Дыбовский изначально писал о близком родстве байкальских эндемиков и широко распространенных видов спонгиллид (Dybowski, 1880). Однако, уже спустя несколько лет он опубликовал сведения о губке из Берингова моря, морфологически идентичной L. baicalensis (Dybowski, 1884).

О пресноводных корнях байкальской спонгиофауны писал Л.С. Берг (1937), который считал губки Байкала остатками широко распространенной пресноводной верхнетретичной фауны, полагая, что время их вселения в пресные воды сопоставимо с таковым спонгиллид. Альтернативную гипотезу предложила С.М. Ефремова (1981, 1982). Соглашаясь с тем, что байкальские эндемичные губки связаны с космополитными Spongillidae близкородственными связями, она предположила, что Lubomirskiidae могли произойти от древних спонгиллид. Отсутствие же геммуляции является следствием обитания в специфических условиях Байкала. В 1989 г. вышла совместная публикация С.М. Ефремовой и М.А. Гуреевой (Ефремова, Гуреева, 1989). Исследователи пришли к выводу, что именно спонгиллиды должны рассматриваться в качестве наиболее вероятного предка эндемичных байкальских губок. Lubomirskiidae являются не реликтами прошлых эпох,

а результатом бурной эволюции в Байкале. На сегодняшний день считается общепринятым, что Lubomirskiidae произошли от Spongillidae и сформировались как группа в специфических условиях Байкала. Это подтверждается не только морфологическими, гистологическими и эмбриологическими (Гуреева, 1968, 1969, 1972; Ефремова и др., 1980, 1986; Ефремова, 1981, 1986; Суходольская и др., 1986), но и молекулярными исследованиями (Itskovich et al., 1999, 2008;Ицкович, 2005). Молекулярно-генетические исследования показали, что представители сем. Lubomirskiidae являются букетом видов с относительно недавним временем дивергенции от общего предка и малыми генетическими дистанциями между видами (Itskovich et al., 1999, 2006, 2008)

Губки – многоклеточные беспозвоночные животные, которые, вероятно, произошли от колониальных воротничковых жгутиконосцев еще до кембрия.

Губки не имеют четко дифференцированных тканей и органов и отличаются примитивной организацией. Тело губок бокаловидное или мешковидное, почти все губки имеют скелет, образованный кремниевыми или известковыми иглами. У роговых губок скелет состоит из белкового вещества спонгина. Отсюда другое название типа — **Spongia.** Размножение половое и бесполое.

1.2.Общая характеристика губок



Эндемичное семейство Любомирскииды — наиболее впечатляющая и яркая группа среди пресноводных губок мира как по размерам, так и по обилию в озере. Форма их многообразна: древовидная, глобульная, комковатая, обрастающая, куполообразная. Обитают в открытом Байкале, на глубинах от 2 до 1400 м. Субстратом служат камни, скальные склоны. В фотической зоне литорали до глубины 40 м губки имеют изумрудно-зеленый цвет благодаря присутствию в клетках симбиотической водоросли Zoochlorella conductrix Brandt (Chlorellacea). Губки, добытые с глубины, лишены зеленой окраски.

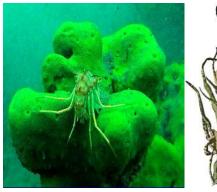


Скелет состоит из кремниевых спикул разной формы, составляющих внутренний каркас. Поверхность пронизана порами, через которые вода проникает в приводящую водоносную систему, а выходит через оскулярные отверстия. Будучи активными фильтраторами, губки пропускают через себя объем воды, равный объему тела, за 17–24 сек. Скорость потока воды составляет 0,2–3,3 см/сек. Пищей для губок служит бактериальный пикопланктон.

Любомирскииды селятся на камнях и скалах, начиная с глубин 1-1,5 м, и могут достигать до 1 м высоты, образуя заросли на глубине 10-15 м. и ведут прикрепленный образ жизни. Их жизнедеятельность связана с непрерывным процеживанием через тело воды, которая благодаря биению множества жгутиковых клеток поступает в поры, пронизывающие ее поверхность, и, пройдя систему каналов и камер, выходит наружу. Скелет губок образован кремневыми иглами, концы которых скреплены органическим веществом спонгином, что придает губкам большую прочность и устойчивость. Растут губки очень медленно, их прирост составляет 1-3 мм в год. Байкальские эндемичные губки семейства Lubomirskiidae являются одними из наиболее ярких представителей байкальской фауны. Эта процветающая группа в экосистеме озера, освоившая глубины от литорали до абиссали, соседствует в настоящее время с немногочисленными представителями другого пресноводного семейства - Spongillidae, широко распространенного на всех континентах мира.

Губки семейства Spongillidae в большинстве своем мелководные. В Байкальском регионе обитают представители 4 родов семейства. В открытом Байкале встречается один вид, предположительно, Trochospongilla sp. Он найден в Южной и Северной котловинах на Академическом хребте у о. Ольхон, возле Ушканьих островов, в Малом Море. Глубина обитания от 1,5 до 12 м, но были находки на глубине 66—80 м. На литорали губки выбирают отрицательные и боковые поверхности камней и избегают света. Подобно Любомирскиидам,

не имеют геммул в жизненном цикле. Губки трех других родов обитают в сорах, мелководных заливах и в ручьях, впадающих в озеро. Субстратом служат камни, затопленная древесина. Цвет зеленый благодаря зоохлорелле в клетках.





На затонувших корягах, стеблях крупных растений и других подводных предметах живет особый мир сидячих животных, не утруждающих себя погоней за добычей. Там порой можно найти буроватые или зеленоватые наросты, достигающие в толщину нескольких сантиметров. Иногда от этих наростов поднимаются вверх ветвистые выросты. Это колонии губок-бадяг (Spongilla lacustris). Через мельчайшие поры губки засасывают воду и отфильтровывают из нее пищевые частицы — бактерии и микроскопические водоросли.





Губка рода **байкалоспонгия** (Baicalospongia) не ветвится, но образует мощные наросты на каменистых и твердых предметах в форме бокалов, кубков или корок на глубинах от 4 м и глубже.

В прибрежных водах открытого Байкала живет **сварчевския папирусная** (Swartschewskia papyracea) в виде небольших беловатых наростов и шапочек на камнях, ее размеры – 1-4 мм.

Губки Baicalospongia и Swarchcwskia могут встречаться на глубинах 1000 м. Обычно эти организмы встречаются в мелководной зоне.

1.3. Значение губок для экосистемы озера Байкал

Биологическое значение. Роль губок в экосистеме Байкала трудно переоценить. Опыты показали, что губка размером 5-7 см за сутки способна процеживать 10-20 литров воды. Из воды эти животные извлекают пищевые частицы (детрит, простейшие, бактерии, водоросли), а также растворенные минеральные вещества, обогащают воду кислородом. Поскольку байкальские губки достигают значительных размеров и образуют массовые поселения в симбиозе с водорослями и бактериями на дне водоема, их роль в процессах биофильтрации придонной воды чрезвычайно существенна. Кроме того, колонии губок – основа специфических донных сообществ. Все тело губки, включая ее основание, сплошь покрывающее камни, является прибежищем для множества других организмов. Исчезновение губок в экосистеме Байкала приведет к серьезным экологическим проблемам. Являясь активными биофильтраторами и благодаря массовому распространению в Байкале, губки составляют важное звено в экосистеме озера и играют существенную роль в его гидробиологическом режиме. Роль губок определяется их участием в трофических цепях, поскольку они являются важнейшими потребителями зоо- и фитопланктона, развивающегося в толще прибрежных вод, а также кремния, необходимого для постройки скелета.

Практическое значение. Байкальские кремнистые губки издавна использовались местным населением для полировки серебряной и медной посуды (Pallas, 1787), как чистящий материал. Под названием «бодяга» они традиционно применялись в медицине для ускорения заживления синяков и в качестве косметических отшелушивающих масок, обеспечивающих «естественный румянец». И совсем недавно губки были заново «открыты» как неисчерпаемый источник драгоценного сырья — биогенного кремнезема, имеющего огромный потенциал для производства силиконовых, т.е. кремнийорганических материалов. Ген силикатеина байкальской губки L baicalensis был выделен, идентифицирован и клонирован. На сегодняшний день силикатеины по праву входят в число наиболее перспективных материалов третьего тысячелетия. Этот материал будущего в виде удивительных живых созданий в изобилии представлен в озере Байкал.

1.4.Современные проблемы спонгиофауны

Летом 2011 года на Байкале было обнаружено необычное явление: окраска некоторых представителей уникальной байкальской губки изменилась с зеленой на грязно-розовую. Необычные губки обнаружила группа дайверов во время погружений вблизи острова Ольхон: на фоне зарослей губок привычного зеленого и бледно-зеленого цвета выделялись «розовые» кусты, причем только на определенных глубинах. О изменении окраски дайверы сообщили в Лимнологический институт СО РАН.

Биологи института предположили, что потеря цвета губками объясняется гибелью их внутриклеточных симбионтов – зеленых водорослей. Хотя предположений о причине этого явления было много – инфекция, в том числе вирусная, неблагоприятные экологические факторы и так далее, ни одно из них не удалось подтвердить. В начале декабря 2011 г. на озеро отправилась экспедиция Лимнологического института. Была определена и пространственная протяженность распространения «розовых» губок, оказавшаяся достаточно большой: от поселка Большие Коты до Ушканьих островов. Наблюдались «розовые» губки обычно вперемешку с зелеными - как небольшими включениями, так и обширными зарослями. Изменения в окраске зафиксированы у представителей разных видов эндемичного байкальского семейства Lubomirskiidae.

В 2014 году ЛИН организовал серию экспедиций для изучения этого вопроса, и оказалось, что ветвистые губки гибнут в прибрежной зоне по всему периметру озера, в зависимости от района исследований обнаружено от 10 до 100% поврежденных либо умерших ветвистых губок. Опасные симптомы обнаружены также у корковых и глобульных форм губок. Исследования провели две международные исследовательские группы — российско-французская и российско-японская. Лаборатория биологии водных беспозвоночных Лимнологиче-

ского института СО РАН провела 5 экспедиций в течение последних 1,5 лет. Самые тревожные выводы ученые получили по результатам 41 погружений, выполненных в 2013-2014 годах по периметру практически всего Байкала. Обнаружено, что от 30 до 100% популяций всех 3 экологических форм байкальских губок (глобульные, корковые и ветвистые) были поражены заболеванием или умерли. Еще в 2007 году настоящие «поля» ветвистых губок протяженностью более 4 км. можно было наблюдать в Листвяничном заливе. Единственное на Байкале место, где еще остались не деградирующие «поля губок» – прибрежная зона дикого западного побережья, на котором нет ни турбаз, ни жилья.

Список литературы

- 1. Букшук Н.А. Особенности морфологии и и вертикального распределения *Baikalospongia intermedia* (Spongia: Lubomirskiidae) в глубоководной зоне озера Байкал / Н.А.Букшук, О.А. Тимошкин // Известия ИГУ. Серия «Биология. Экология». 2013. Т. 6, № 2. С. 128–131.
- 2. Вейнберг Е.В. «Спонгиофауна плиоцен-четвертичных отложений Байкала. СПб., 2005, с. 3-308
- 3. Ефремова С.М, Тимошкин О.А.« Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна, Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и Северной Монголии / ред. О.А. Тимошкин. Новосибирск : Наука, 2009. Т. 2.– С. 891–901
- 4. Краснопеев А.Ю., Тихонова И.В., Потапов С.А., Белых О.И. «Генетическое разнообразие микробных сообществ эндемичных губок оз. Байкал, отобранных во время массовой гибели» », Вестник научных конференций. 2016. № 8-3(12)
- 5. Кулакова Н.В., Адельшин Р.В., Ханаев И.В. Метагеномный анализ сообщества бактериальных и эукариотических сообществ в нормальных и больных губках Lubomirskiidae // Вестник научных конференций. 2016. № 8
- 6. Майкова О., Букшук Н., Ицкович В., Ханаев И., Онищук Н., Беликов С.,Сакирко М.В., Ханаев И.В., Сезько Н.П., Башенхаева Н.В., Жученко Н.А., Небесных И.А. «Химический состав воды литоральной зоны озера Байкал летом 2015 года» », Вестник научных конференций. 2016. № 8-3(I2).
- 7. Семитуркина Н. А. (Букшук Н.А.) Новые сведения о биологии спонгиллид (Spongia: Spongillidae) открытого Байкала / Н.А.Семитуркина (Н.А. Букшук), С.М. Ефремова, О.А. Тимошкин // Известия ИГУ. Серия«Биология. Экология». 2011. Т. 4, вып. 1. С. 73–80.
- 8. Ханаев И.В. «Пространственно-временной аспект распространения различных форм заболевания байкальских губок на мелководьях озера Байкал», Вестник научных конференций. 2016. № 8-3(12).