



ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Экология растений / Ecology of plants
Оригинальная статья / Original article
УДК: 574.472
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-3-140-150

МОХООБРАЗНЫЕ И ПАПОРОТНИКИ В СОСТАВЕ ЛАМПОВОЙ ФЛОРЫ ПЕЩЕР

Светлана Е. Мазина

лаборатория гетерогенных процессов,
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва, Россия, conophytum@mail.ru

Резюме. Цель. Целью исследования был сравнительный анализ флоры мохообразных и сосудистых споровых растений четырех оборудованных пещер. **Объекты.** Две пещеры (Воронцовская и Ахштырская) расположены в Краснодарском крае, одна пещера (Новоафонская) в Абхазии и одна пещера (Мраморная) в Крыму. Все пещеры заложены в известняках, имеют сходные климатические условия и оборудованы стационарным искусственным освещением. **Методы.** В пещере Новоафонской исследование проводили в 2005-2007 годах, в Мраморной в 2007-2008 годах, в Воронцовской в 2003-2009 годах, в Ахштырской в 2008-2009 годах. Мхи и папоротники из сообществ ламповой флоры изучали традиционными ботаническими методами. Определяли обилие и встречаемость видов в сообществах. **Результаты.** В результате исследования показано, что видовое разнообразие выше в пещерах, которые не подвергались очистке от ламповой флоры. Сходство видового состава флоры выявлено только в двух пещерах – Новоафонской и Ахштырской. Выявлен ряд видов и родов, которые можно признать характерными для сообществ ламповой флоры. **Заключение.** В каждой пещере формируется уникальный видовой состав ламповой флоры, состоящей в основном из видов космополитов и убиквистов. Видовое богатство зависит от условий эксплуатации пещеры – периодическое удаление флоры приводит к снижению видового разнообразия. Состав видов определяется преобладанием на освещенных участках пещеры определенных субстратов, особенностями морфологии полости и ее связью с поверхностью.

Ключевые слова: карстовые пещеры, экскурсионные пещеры, ламповая флора, мхи, папоротники.

Формат цитирования: Мазина С.Е. Мохообразные и папоротники в составе ламповой флоры пещер // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N3. С.140-150. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-3-140-150

BRYOPHYTES AND FERNS AS PART OF LAMP FLORA CAVES

Svetlana E. Mazina

Heterogeneous processes laboratory,
Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russia, conophytum@mail.ru

Abstract. Aim. The study comparative analysis of flora of bryophytes and vascular spore plants four excursions caves. **Objects.** Two caves (Vorontsovskaya and Ahshtyrskaya) are located in the Krasnodar region, one cave (Novoafonskaya) in Abkhazia and one cave (Mramornaya) in Crimea. All the caves laid limestone host rocks, have similar climatic conditions and permanent artificial lighting. **Methods.** In the Novoafonskaya cave, the study was conducted in 2005-2007, Mramornaya in 2007-2008, Vorontsovskaya in 2003-2009, Ahshtyrskaya in 2008-2009. Mosses and ferns of lamp flora communities studied traditional botanical methods. We determined the abundance and occurrence of species in communities. **Results.** The study shows that species diversity is higher in caves that have not been cleaned from lamp flora. The similarity of the species composition of the flora found only in two caves of Novoafonskaya and Ahshtyrskaya. Identified a number of species and genera that can be considered characteristic of communities of lamp flora. **Conclusions.** Each cave is formed by a unique species composition of



lamp flora, consisting mainly by species of ubikvist and cosmopolitan. Species richness varies depending on operating conditions of the cave - the periodic removal of flora leads to a decrease in species diversity. Species composition is determined by the predominance of the areas of the cave of certain substrates, especially the morphology of the cavity and its connection with the surface.

Keywords: karst caves, cave excursions, lamp flora, mosses, ferns.

For citation: Mazina S.E. Bryophytes and ferns as part of lamp flora caves. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 3, pp. 140-150. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-3-140-150

ВВЕДЕНИЕ

При оборудовании пещер в экскурсионных целях может быть использовано искусственное стационарное освещение, в результате вблизи ламп развиваются сообщества обрастаний, в основном состоящие из фототрофных видов. Для них существует устоявшийся термин - ламповая флора. Обычными компонентами ламповой флоры являются фотосинтезирующие бактерии, водоросли, папоротники и мохообразные. Обычно распространение фототрофных видов ограничивается освещенной естественным светом входной зоной пещер, при этом они заселяют поверхности известняка, минеральных и глинистых отложений различной мощности, почву и почвоподобные тела, разрастаются на вертикальных и отрицательных формах рельефа. Наиболее чувствительными к освещенности являются цветковые растения, их присутствие в составе ламповой флоры отмечается крайне редко и ограничивается ювенильными стадиями. В то же время мхи и папоротники являются обычными видами для сообществ как освещенных входных зон пещеры так и ламповой флоры. Ряд исследований последних лет посвящен флоре подземных местообитаний [1-6].

В поверхностных экосистемах мохообразные могут проявлять себя как виды, участвующие в первичной колонизации субстратов наряду с водорослями, бактериями и лишайниками. В подземных системах лишайниковый компонент в сообществах фототрофов практически отсутствует, что можно объяснить высокой влажностью субстратов и воздуха и слабым освещением. В то же время, при искусственном освещении, мхи появляются в подземных сообществах, начиная с первичного этапа зарастания [7]. Среди мхов, выявленных в пещерах, отмечают виды, характерные для слабо освещенных каньонов, трещин в скальной породе и пространств между камнями [8] виды-эпифиты, а также туфообразующие мхи [9]. Несмотря на значительный опыт эксплуатации пещер в качестве экскурсионных объектов на территории бывшего СССР, ламповая флора в них практически не изучалась, только в последние годы проведена серия исследований пещерной флоры [10-12].

Целью данного исследования был сравнительный анализ флоры мохообразных и сосудистых споровых растений оборудованных пещер Крыма и Кавказа.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Изучена флора в оборудованных для экскурсионных целей пещерах Новоафонская (Новый Афон, Абхазия), Мраморная (Крым, плато Чатыр-Даг), Воронцовская и Ахштырская (Краснодарский край). В пещере Новоафонской исследование проводили в 2005-2007 годах, в Мраморной в 2007-2008 годах, в Воронцовской в 2003-2009 годах, в Ахштырской в 2008-2009 годах.

Новоафонская пещера. Пещера расположена в известняковом массиве Гумишха-Псырцха, являющимся составной частью карстовой полосы южного склона Большого Кавказа в междуречье рек Аапста и Западная Гумиста. Пещера заложена в нижнеме-

ловых толстослоистых известняках [13]. Новоафонская пещера находится в городе Новый Афон, открыта в 1961 году. Естественный вход в пещеру расположен на уровне 220 метров над уровнем моря и представляет собой систему колодцев и шахт. После прокладки искусственного входного туннеля и оборудования пещеры она открыта для посещений в 1975 году, с тех пор эксплуатируется постоянно с небольшим перерывом на 1993-1999 годы. Объем благоустроенной части пещеры составляет 1,5 млн. м³, экскурсионный маршрут проходит через 8 залов и имеет протяженность более 1,5 км. Вход осуществляется через 1175 метровый



транспортный тоннель, закрывающийся двойными металлическими дверями. Пещера посещается в течение всего года, с наибольшей интенсивностью в летние месяцы.

Пещера Ахштырская (Большая Казачебродская). Пещера расположена в Адлерском районе города Сочи на территории Сочинского национального парка. Протяженность пещеры 270 м, проективная длина 160 м, глубина 5 м, площадь 480 м², объем 1340 м³, высота входа 185 метров над уровнем моря. Пещера Большая Казачебродская заложена в известняках верхнего мела в правом обрывистом берегу реки Мзымта, **приблизительно в 300 метрах на юго-восток от селения Казачий Брод, в районе Дзыхринского ущелья**, в 100 метрах над уровнем воды. Полость имеет сравнительно простую конфигурацию и представляет собой то расширяющийся до 4-5 м, то сужающийся до 1,5-2,0 м тоннель, заложенный по трещинам с простиранием 270-290° и 0-20°. Высота пещеры 1-5 м. На ближайшем к входу участке на дне полости залегает мощная толща термогравитационных отложений, представленных щебенкой и дресвой известняка [14]. При удалении от входа в грунте пещеры увеличивается содержание глинистой фракции, на глинистом дне появляются отдельные лужи воды инфильтрационно-конденсационного происхождения. В дальней части полости встречаются редкие кальцитовые натёки. В пещере отмечено наличие конденсационной воды и временных водных потоков, протекающих по поверхности стен, которые отсутствуют в засушливые периоды года. Пещера оборудована в 2000 году, посещение пещеры происходит в течение всего года с наибольшей интенсивностью в летний период.

Воронцовская пещера. Воронцовские пещеры находятся недалеко от города Хоста в Воронцовском массиве, расположенном на территории Сочинского национального парка. В верхнемеловых сильно закарстованных известняках мощностью до 80 м, что лимитирует глубину карстовых полостей в этой части массива. Воронцовская пещера является пещерой-родником, здесь берут начало реки Восточная Хоста и Кудепста [14]. Вода в пещеру поступает с атмосферными осад-

ками, а также за счет инфильтрации и поглощения в выше расположенных понорах. Пещера оборудована летом 2000 года. На сквозном участке длиной 300 метров между двумя гротами Прометей и Пантеон, проложены металлические мостки и установлены лампы накаливания. В центральной части экскурсионного маршрута выложены каменные стенки, которые уменьшили ток воздуха в этой части пещеры. Активное посещение пещеры происходит в летние месяцы, в этот период освещение включают на 6-8 часов в день.

Пещера Мраморная. Пещера Мраморная расположена на Украине в Крыму в прибрежной части северо-западного замыкания плато Чатыр-Даг. Первоначальный вход в нее в виде пятиметрового естественного колодца расположен на высоте 918 метров над уровнем моря и находится на плоском водоразделе между двумя балочными системами (Чумных на западе и Безымянная на востоке). Участок плато, на котором расположена пещера, сложен грубослоистыми и крупноплитовыми нижнетитонскими известняками, которые под углом 20 - 30 градусов падают на запад. Пещера заложена в блоке верхнеюрских известняков. Пещера открыта в 1987 году Симферопольскими спелеологами. В 1989 году в пещере была оборудована первая очередь экскурсионного маршрута протяженностью 180 метров. В 1992 году длина экскурсионных трасс составила более 800 метров [15].

Влажность воздуха в пещерах 60-100 %, температура 9-12° С. В пещерах для освещения использованы светодиодные, люминесцентные и лампы накаливания. Проводили анализ сообществ фототрофов, расположенных вблизи источников освещения. Сообщества фотографировали, после чего отбирали образцы мхов, фиксируя их местоположение на участке обрастания. Для определения обилия видов проводили оценку проективного покрытия вида в сообществе по 5-бальной шкале Braun-Blanquet [16]. Встречаемость вида выражали как частоту нахождения особей этого вида ко всему числу изученных площадок. Относительное обилие вида выражали как отношение суммы обилия вида к общему обилию видов (в процентах). Мхи определяли с использованием следующих определителей [17, 18], папоротники по определителю Зернова [19]. Просмотр образцов осуществляли в свето-



вом микроскопе Leica DMLS (Германия) и Биолам МБС-9 (Россия). Классификация мохообразных приведена по Игнатову,

Афониной [20], сосудистых споровых по Зернову [19].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В четырех обследованных пещерах выявлено 32 вида Bryophyta (2 класса, 5 порядков, 13 семейств, 20 родов), 3 вида Hepaticae (2 порядка, 3 семейства, 3 рода) и 9 видов Pteridophyta (1 порядок, 5 семейств, 7 родов). Наибольшее число видов обнаружено в Воронцовской пещере (2 вида Pteridophyta, 1 вид Hepaticae и 21 вид Bryophyta) такое видовое разнообразие, скорее всего, связано с тем, что оборудованный участок пещеры сквозной и активно сообщается с поверхностью. Зачатки фототрофов с поверхности поступают с воздушными потоками, которые интенсивны в пещере. Кроме того в пещеру втекает река, и часть экскурсионного маршрута, примерно до его середины, проходит над руслом реки, имеется несколько постоянных капелей - эти водные потоки способствуют внесению в пещеру различной флоры. В период снеготаяния и во время дождя в пещере возникает большое число временных водотоков, в основном со свода пещеры, приносящих в полость виды с поверхности, из зоны водосбора непосредственно над пещерой. Небольшое число папоротников в составе ламповой флоры объясняется отсутствием среди освещенных участков мощных глинистых отложений, пригодных для их роста. Приблизительно одинаковое число видов в пещерах Новоафонской (6 видов Pteridophyta, 1 вид Hepaticae и 11 Bryophyta) и Ахштыр-

ской (5 видов Pteridophyta, 1 вид Hepaticae, 11 видов Bryophyta), хотя учитывая размеры полостей, в последней эта цифра выглядит более значимой. В пещере Мраморной обнаружен 1 вид Pteridophyta и 8 Bryophyta.

Для сравнения видового богатства пещер введем очень условные, но всё же имеющие смысл критерии, а именно соотношение количества видов к длине экскурсионного маршрута и соотношение количества видов к числу ламп, под которыми развиваются сообщества обрастаний. Первый показатель демонстрирует среднее значение видов на 1 метр длины оборудованного участка пещеры, а второй показатель дает возможность оценить среднее число видов под одной лампой (табл. 1). Можно было ожидать, что с увеличением освещенной площади будет повышаться и видовое разнообразие, но этого не происходит. Скорее всего, набор видов, приспособленных к пещерной среде, ограничен. Еще более сужается этот список в результате того, что немногие виды вносятся в пещеру. Возможно, что состав ламповой флоры формируется из видов, распространенных в местности, где расположена пещера, и видов, приспособленных к росту в условиях недостатка освещения и в пещерных биотопах, то есть видовое разнообразие каждой полости будет уникальным.

Таблица 1

Количество видов в пещерах

Table 1

The number of species in caves

Пещера Cave	Число видов / Длина маршрута The number of species / Route length	Число видов / число ламп, под которыми развиваются сообщества обрастаний The number of species / number of lights under which to develop community growth
Ахштырская / Akhshtirskaya	16/270=0,059	16/13=1,23
Воронцовская / Vorontsovskaya	23/300=0,077	23/17=1,35
Мраморная / Mramornaya	9/800=0,011	9/53=0,17
Новоафонская / Novoafonskaya	17/1500=0,011	17/58=0,29



Это предположение подтверждает сравнение флоры пещер с использованием индекса сходства Жаккара - по видовому составу сходны только Новоафонская и Ахштырская пещеры (индекс Жаккар 60%). Остальные значения индексов свидетельствуют о различии ламповой флоры пещер: Мраморная и Воронцовская – 30%; Новоафонская и Воронцовская – 27%; Ахштырская и Воронцовская – 22%; Новоафонская и Мраморная – 15%; Мраморная и Ахштырская – 4%.

В пещерах Воронцовская и Ахштырская, несмотря на их меньший размер и небольшой срок от момента установки стационарного освещения, видовой состав флоры богаче, чем в Новоафонской и Мраморной. Пещера Мраморная систематически очищается от ламповой флоры силами эксплуатирующей организации, разрастания удаляются при помощи щеток, используется раствор формалина. В истории Новоафонской пещеры были периоды закрытия ее для посетителей, проводилась модернизация освещения на экскурсионном маршруте, в результате которой удалось снизить рост флоры, причем в первую очередь более требовательных к освещению мхов и папоротников. Напротив, в Воронцовской пещере ламповую флору не удаляли, поскольку проводили исследование динамики формирования сообществ обрастаний. Об очистках в Ахштырской пещере неизвестно, но в течение периода исследования какого-либо удаления флоры в пещере не выявлено.

В данном исследовании протонема мхов не рассматривается как отдельный компонент, поскольку она имеет микроскопические размеры аналогично водорослям и бактериям. Однако в сообществах обрастаний протонема имела высокое обилие и встречалась практически в каждом визуальном пятне (за редким исключением). Протонема мхов в течение длительного времени могла успешно развиваться в пятнах обрастаний среди водорослей и цианобактерий, причем она доминировала в сообществах при совместном развитии с зелеными одноклеточными водорослями [7]. В сообществах, где активно развивались гаметофиты, протонема оттеснялась на краевые участки пятен обрастаний, где снижалась интенсивность светового потока или был плотнее субстрат. Заростки папоротников выделены в отдельную группу и проанализированы

наряду со мхами и папоротниками. В литературе указано, что в пещерах Чешской республики описывали печеночники [21], но позднее эти данные не подтвердились, поскольку в гербарных образцах их определили как заростки папоротников [2]. В данном исследовании диагностика печеночников не вызывала сомнений, у *Riccia glauca* и *Marchantia polymorpha* присутствовали выводковые корзиночки, все три обнаруженные в пещерах вида, включая *Metzgeria conjugata* встречались еще и вблизи пещер.

Местообитания, в которых развивались мохообразные, были хорошо увлажнены, что обусловлено высокой влажностью воздуха и субстратов в пещере. Мхи и папоротники не отмечены на отрицательных поверхностях и плотных субстратах, таких как известняк или кальцит, но они произрастали в трещинах известняка или кальцита, заполненных глинистыми отложениями и на вертикальных стенках. Мхи обнаружены на глинистых отложениях различной мощности, начиная от долей миллиметра. В Воронцовской пещере в результате развития ламповой флоры зафиксировано формирование глинистых отложений на плотном известняке, которые можно трактовать как почвоподобные тела [22]. К моменту возникновения почвоподобных тел приурочено появление в протонемо-альгоцианобактериальных сообществах мохообразных [7]. Изменение субстратов в процессе развития ламповой флоры отмечалось и другими авторами [23, 24].

Только один вид мох *Hygroamblystegium humile* был обнаружен во всех исследованных пещерах. В трех из изученных пещер найдены пять видов, два папоротника - *Phyllitis scolopendrium* и *Asplenium trichomanes*; три вида мхов *Platydictia jungermanioides* и два вида рода *Fissidens* - *F. gracilifolius* и *F. Taxifolium* (табл. 2, 3, 4). Формирование спорофита за время исследования было отмечено однократно у мха *Isopterygiopsis pulchella* в пещере Ахштырская. В исследованных пещерах большая часть видов мхов относится к широко распространенным и характеризуется произрастанием на карбонатных породах, но как кальцефил указан только *Fissidens gracilifolius* [18]. К широко распространенным видам, не характерным для карбонатных пород, относятся *Tortula euryphylla*, *Seligeria pusilla*, *Pohlia bulbifera*, *Pohlia mel-*



anodon, *Plagiothecium cavifolium*, *Isopterygiopsis pulchella*, *Platygyrium* sp., *Lescurea saxicola*, *Hygroamblystegium varium*, *Sciurohypnum oedipodium*. Причем все они были обнаружены в пещерах Воронцовской и Ахштырской где большие открытые входы, обеспечивающие активное сообщение с поверхностью.

Только один вид *Sciurohypnum oedipodium* найден, помимо Воронцовской, в пещере Мраморная. Интересно и то, что единственный вид, который произрастает во всех пещерах *Hygroamblystegium humile*, спорадически распространен, может расти на различных субстратах: почве, камнях, древесине и обитает в потоках или обильно

увлажняемых, местообитаниях [18], хотя в пещерах он не доминирует. Из перечисленных видов известны находки мха *Hygroamblystegium varium* (*Amblystegium varium* (Hedw.) Lindb.) в пещере Словении Pivka jama [4] и во входной зоне пещеры Шулган-Таш [25]. В пещере Новоафонская в 70-80 годах исследователи отмечали наличие в составе ламповой флоры мохообразных *Marchantia polymorpha*, *Fissidens gracilifolius* (*F. minutulus*), *Eurhynchium speciosum* (Brid.) Jur (*Oxyrrhynchium speciosum* (Brid.) Jur), *Bryum* sp. [13]. В момент исследования из перечисленных видов в Новоафонской обнаружены только *Marchantia polymorpha* и *Fissidens gracilifolius*.

Таблица 2

Относительное обилие и встречаемость папоротников

Table 2

The relative abundance and occurrence ferns

Вид / Species	на*	мр	вор	ах	на	мр	вор	ах
	на*	мр	вор	ах	на	мр	вор	ах
относительное обилие % relative abundance %				встречаемость frequency				
Phylum Pteridophyta; Order Polypodiales; Family Aspleniaceae								
<i>Asplenium ruta-muraria</i> L.	6,24	-	-	3,90	0,23	-	-	0,10
<i>Asplenium trichomanes</i> L.	2,14	-	3,16	7,14	0,10	-	0,13	0,17
<i>Phyllitis</i> sp.	-	0,32	-	-	-	0,01	-	-
<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L) Newman	8,30	-	3,16	12,34	0,27	-	0,13	0,23
Family Polypodiaceae								
<i>Polypodium vulgare</i> L. sl.	2,05	-	-	-	0,10	-	-	-
Family Dryopteridaceae								
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L) Schott	2,48	-	-	-	0,10	-	-	-
<i>Polystichum lonchitis</i> (L) Roth	1,97	-	-	-	0,08	-	-	-
Family Adiantaceae								
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	-	-	-	5,19	-	-	-	0,13
Family Woodsiaceae								
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	-	-	-	3,90	-	-	-	0,17
Phylum Hepaticae; Order Marchantiales; Family Ricciaceae								
<i>Riccia glauca</i> L.	-	1,94	1,98	-	-	0,05	0,10	-
Family Marchantiaceae								
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	8,47	0,97	-	-	0,38	0,02	-	-
Order Jungermaniales								
Family Metzgeriaceae								
<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.	-	-	-	6,49	-	-	-	0,20
заростки папоротников	11,55	76,13	5,53	12,34	0,54	0,09	0,20	0,10

*Условные обозначения: на – Новоафонская пещера, мр – Мраморная, вор – Воронцовская, ах – Ахштырская

*Legend: na – Novoafonskaya, mr – Mramornaya, vor – Vorontsovskaya, ah – Ahshtyrskaya

Анализ показателей встречаемости и относительного обилия видов в пещерах

позволил выявить доминантные виды (табл. 2, 3). В трех пещерах доминировал *Fissidens*



gracilifolius, в Мраморной пещере, где этот вид не обнаружен, доминировал *Fissidens taxifolius*. В трех из изученных пещер доминировали заростки папоротников, которые в Воронцовской пещере входили в группу субдоминантов, что можно связать с обилием в пещере плотных известняковых субстратов, неблагоприятных для роста папо-

ротников; а доминировал в Воронцовской пещере мох *Platydictia jungermanioides*, редкий вид, характерный для сырых затененных известняков. В Ахштырской пещере, где освещены в основном глинистые отложения была как раз обратная ситуация и доминировал папоротник *Phyllitis scolopendrium*.

Таблица 3

Относительное обилие и встречаемость мхов

Table 3

The relative abundance and occurrence mosses

Вид / Species	на*	мр	вор	ах	на	мр	вор	ах
	na*	mr	vog	ah	na	mr	vog	ah
	относительное обилие % relative abundance %				встречаемость frequency			
Phylum Bryophyta; Order Dicranales; Family Dicranaceae								
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.	-	4,84	0,79	-	-	0,05	0,03	-
Family Fissidentaceae								
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.	5,82	-	-	0,65	0,20	-	-	0,03
<i>Fissidens gracilifolius</i> Brugg.-Nann. et Nyth. in Nyh.	21,30	-	18,18	12,34	0,68	-	0,63	0,27
<i>Fissidens taxifolium</i> Hedw.	5,82	11,29	1,58	-	0,21	0,14	0,10	-
Family Pottiaceae								
<i>Tortula</i> sp.	-	-	1,58	-	-	-	0,10	-
<i>Tortula euryphylla</i> Zander	-	-	-	1,95	-	-	-	0,03
<i>Tortula muralis</i> Hedw.	1,03	-	3,16	-	0,03	-	0,13	-
<i>Tortula protobryoides</i> Zander	8,90	-	-	-	0,35	-	-	-
Order Grimmiaceae; Family Seligeriaceae								
<i>Seligeria</i> sp.	2,22	-	-	-	0,10	-	-	-
<i>Seligeria donniana</i> (Sm.) Muell. Hal.	-	0,32	-	-	-	0,01	-	-
<i>Seligeria pusilla</i> (Hedw.) B. S. G.	-	-	-	5,19	-	-	-	0,10
Order Bryales; Family Mniaceae								
<i>Pohlia bulbifera</i> (Warnst.) Warnst.	-	-	1,19	-	-	-	0,07	-
<i>Pohlia melanodon</i> (Brid.) Shaw	-	-	0,79	-	-	-	0,03	-
Family Aulacomniaceae								
<i>Plagiopus oederianus</i> (Sw.) Crum et Anderson	5,90	-	-	11,69	0,21	-	-	0,23

Согласно данным литературы, многие из обнаруженных в исследованных пещерах видов и родов встречаются и в других пещерах. Мхи рода *Fissidens* часто отмечают в составе ламповой флоры например, в пещере Crystal Cave (США) в разные годы находили мох *F. taxifolius*, который был широко распространен в пещере вблизи электрических ламп, где образовывал круги на своде пещеры, причем листья у мха располагались реже, чем у поверхностных экземпляров [26, 27]. Там же произрастали печеночник *Marchantia polymorpha* и мох из рода *Brachythecium* (*B. velutinum*) [27]. В пещере

"Anna-Barlang" вблизи Lillafuered (Венгрия) найдены два вида мха *Fissidens* (*F. cristatus*, *F. pusillus*) [28]. Уже через год после появления освещения в пещере Howe Cavern in New York (США) в составе флоры среди прочих видов была *Marchantia polymorpha* и *Brachythecium rutabulum* [29]. Мхи родов *Fissidens* (*F. bryoides*, *F. dubius*, *F. gracilifolius*, *F. taxifolius*) и *Brachythecium* (*B. rivulare*, *B. rutabulum*, *B. salebrosum*, *B. velutinum*) мхи *Tortula muralis* и *Seligeria donniana*, а также папоротники *Asplenium ruta-muraria* и *Asplenium trichomanes* находили в пещерах Словении [30].



Таблица 4

Относительное обилие и встречаемость мхов, порядок Hypnales

Table 4

The relative abundance and occurrence mosses order Hypnales

Вид Species	на* na*	мр mr	вор vor	ах ah	на na	мр mr	вор vor	ах ah
	относительное обилие % rela- tive abundance %				встречаемость frequency			
Order Hypnales; Family Plagiotheciaceae								
<i>Plagiothecium cavifolium</i> (Brid.) Iwats.	-	-	1,19	-	-	-	0,07	-
<i>Plagiothecium</i> sp.	-	1,29	3,16	-	-	0,02	0,10	-
<i>Isopterygiopsis pulchella</i> (Hedw.) Iwats.	-	-	7,91	2,60	-	-	0,20	0,03
<i>Platydictia jungermanioides</i> (Brid.) Crum	3,59	-	22,92	7,79	0,13	-	0,70	0,13
Family Leucodontaceae								
<i>Leucodon sciurioides</i> (Hedw.) Schwaegr.	-	-	5,53	-	-	-	0,20	-
Family Calliergonaceae								
<i>Conardia compacta</i> (Drumm.) Rob- ins.	1,03	-	-	2,60	0,04	-	-	0,03
Family Entodontaceae								
<i>Platygyrium</i> sp.	-	-	1,19	-	-	-	0,07	-
Family Pseudoleskeaceae								
<i>Lescurea saxicola</i> (B.S.G.) Milde	-	-	-	1,95	-	-	-	0,03
Family Brachytheciaceae								
<i>Sciuro-hypnum</i> sp.	-	-	1,98	-	-	-	0,10	-
<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i> (Mitt.) Ignatov et Huttunen	-	0,32	3,95	-	-	0,01	0,13	-
<i>Brachythecium geheebii</i> Milde	-	-	2,37	-	-	-	0,10	-
Family Amblystegiaceae								
<i>Serpoleskea confervoides</i> (Brid.) Loeske	-	-	1,58	-	-	-	0,07	-
<i>Hygroamblystegium humile</i> (P. Brauv.) Vanderpoorten	1,20	2,58	3,16	1,95	0,04	0,02	0,13	0,03
<i>Hygroamblystegium</i> sp.	-	-	1,19	-	-	-	0,10	-
<i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Moenk.	-	-	2,77	-	-	-	0,10	-

*Условные обозначения: на – Новоафонская пещера, мр – Мраморная, вор – Воронцовская, ах – Ахштырская

*Legend: na – Novoafonskaya, mr – Mramornaya, vor - Vorontsovskaya, ah – Ahshtyrskaya

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования показано, что в каждой пещере формируется уникальный видовой состав ламповой флоры, состоящей в основном из видов космополитов и убиквистов. При этом небольшое число видов и родов являются характерными для пещер. Богатство видовой состава зависит в первую очередь от условий эксплуатации

пещеры – периодическое удаление сообществ обрастаний приводит к снижению видового разнообразия. Состав видов определяется преобладанием на освещенных участках пещеры определенных субстратов, особенностями морфологии полости и ее связью с поверхностью.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Shiomi T. Bryophytes growing around the illumination in the Akiyoshi-do cave, Yamaguchi Prefecture // *Proc. Bryol. Soc. Japan*. 1973. Vol. 4. P. 45.
2. Kubešová S. Bryophyte flora at lamps in public caves in the Moravian Karst (Czech Republic) // *Acta Musei Moraviae, Scientiae Biologicae*. 2001. Vol. 86. P. 195-202.
3. Mulec J., Kosi G. Lampenflora algae and methods of growth control // *Journal of Cave and Karst Studies*. 2009. Vol. 71. N2. P. 109-115.
4. Mulec J., Kubešová S. Diversity of bryophytes in show caves in Slovenia and relation to light intensities // *Acta Carsologica*. 2010. Vol. 39. N3. P. 587-596.
5. Czerwik-Marcinkowska J. Observations on aerophytic cyanobacteria and algae from ten caves in the Ojców national park // *Acta Agrobotanica*. 2013. Vol. 66. N1. P. 39-52.
6. Castello M. Species diversity of Bryophytes and ferns of lampenflora in Grotta Gigante (NE Italy) // *Acta Carsologica*. 2014. Vol. 43. N1. P. 185-193.
7. Мазина С.Е., Юзбеков А.К. Динамика изменения видового состава сообществ ламповой флоры Воронцовской пещеры // *Экологические системы и приборы*. 2015. N11. С. 29-37.
8. Reinoso F. J., Rodriguez O. J., Viera Benitez M. C. Precisions on the ecology and chorology of *Schistostegia pennata* (Hedw.) Webb & Mohr // *Iberian Peninsula. Lazaroa*, 1994. Vol. 14. P. 13-19.
9. Dunk K. von der, Dunk K. von der. Algen und Moose bauen einen Aquadukt aus Tuff // *Mikrokosmos*. 1980. Vol. 69. P. 50-55.
10. Vinogradova O.N., Mikhailyuk T.I. Algal flora of the caves and grottoes of the National Nature Park "Podilsky Tovtry" (Ukraine) // *International Journal on Algae*. 2009. Vol. 11. N3. P. 289-304.
11. Мазина С.Е., Максимов В.Н. Сообщества фотосинтезирующих организмов экскурсионной пещеры Ахштырская // *Вестник Московского университета. Сер. 16, Биология*. 2011. N1. С. 41-46.
12. Мазина С.Е., Концевова А.А., Юзбеков А.К. Фотосинтезирующие виды пещеры Новоафонская, развивающиеся в условиях искусственного освещения // *Естественные и технические науки*. 2015. Т. 88. N10. С. 162-171.
13. Тинтилозов З.К. Новоафонская пещерная система. Тбилиси, Мецниереба. 1983. 140 с.
14. Клименко В.И., Резван В.Д., Дублянский В.Н. Инженерно-геологическое районирование территории развития горного известнякового карста для обоснования защитных мероприятий. Сочи, ПНИИИС 1991. 116 с.
15. Дублянский В.Н., Ломаев А.А. Карстовые пещеры Украины. Киев: Наукова думка, 1980. 177 с.
16. Braun-Blanquet J. *Pflanzensociologie*, Wien, New York, 1964. 856 p.
17. Савич Л.И., Ладыженская К.И. Определитель печеночных мхов Севера европейской части СССР. Л: АН СССР. 1936. 310 с.
18. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части Европейской России. Т. 1-2. М.: КМК, 1 (2003): 1-608 с.; 2 (2004): 609-960 с.
19. Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. М.: Товарищество научн. изд. КМК, 2006. 664 с.
20. Игнатов М.С., Афонина О.М. Список мхов территории бывшего СССР // *Arctoa*. 1992. Т. 1. N1-2. С. 1-85.
21. Vaněčková L. Příspěvek k výzkumu flóry některých moravských jeskyní // *Speleologický Věstník*. 1978. Vol. 78. N10. P. 11-21.
22. Мазина С.Е., Семиколенных А.А. Формирование почвоподобных тел на участках искусственного освещения в пещерах // *Роль почв в биосфере и жизни человека Международная научная конференция: К 100-летию со дня рождения академика Г.В. Добровольского, к Международному году почв*, 2015. С. 205-207.
23. Warscheid Th., Braams J. Biodeterioration of stone: a review // *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2000. Vol. 46. P. 343-368.
24. Mulec J. Lampenflora // In: White W. B., Culver D. C. (eds.) *Encyclopedia of Caves*, Second Edition. Academic Press, Chennai, 2012. P. 451-456.
25. Абдуллин Ш.Р. Влияние освещенности на распределение фототрофных организмов в привходовой части пещеры Шульган-Таш. // *Экология*. 2011. N3. С. 226-228.
26. Conard H. S. Cave mosses // *Bryologist*. 1932. Vol. 35. P. 13.
27. Thatcher E. P. Bryophytes of an artificially illuminated cave // *Bryologist*. 1949. Vol. 52. P. 212-214.
28. Komáromy Z. P., Padisak J., Rajczy M. Flora in the lamp-lit areas of the cave "Anna-Barlang" near Lillafuered (Hungary) // *Ann. Hist. Nat. Mus. Natl. Hung.* 1985. Vol. 77. P. 103-112.
29. Haring I. M. Plant growth under electric light // *Bryologist*. 1930. N33. P. 89-91.
30. Kubešová S. Environmental factors structuring bryophyte species composition in block fields in southwestern Moravia (Czech Republic) // *Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae (Brno)*. 2010. Vol. 95. N2. P. 55-70.

REFERENCES

1. Shiomi T. Bryophytes growing around the illumination in the Akiyoshi-do cave, Yamaguchi Prefecture. *Proc. Bryol. Soc. Japan*, 1973. Vol. 4. 45 p.
2. Kubešová S. Bryophyte flora at lamps in public caves in the Moravian Karst (Czech Republic). *Acta Musei Moraviae, Scientiae Biologicae*. 2001. Vol. 86. pp. 195-202.



3. Mulec J., Kosi G. Lampenflora algae and methods of growth control. *Journal of Cave and Karst Studies*. 2009. Vol. 71. no. 2. pp. 109-115.
4. Mulec J., Kubešová S. Diversity of bryophytes in show caves in Slovenia and relation to light intensities. *Acta Carsologica*. 2010. Vol. 39. no. 3. pp. 587-596.
5. Czerwik-Marcinkowska J. Observations on aerophytic cyanobacteria and algae from ten caves in the Ojców national park. *Acta Agrobotanica*. 2013. Vol. 66. no. 1. pp. 39-52.
6. Castello M. Species diversity of Bryophytes and ferns of lampenflora in Grotta Gigante (NE Italy). *Acta Carsologica*. 2014. Vol. 43. no. 1. pp. 185-193.
7. Mazina S.E., Yuzbekov A.K. Dynamics of changes in the species composition of lampenflora of the Vorontsovskaya cave. *Ekologicheskie sistemy i pribory* [Ecological systems and devices]. 2015. no. 11. pp. 29-37. (In Russian)
8. Reinoso F. J., Rodriguez O. J., Viera Benitez M. C. Precisions on the ecology and chorology of *Schistostega pennata* (Hedw.) Webb and Mohr. Iberian Peninsula. *Lazaroa*, 1994. Vol. 14. pp. 13-19.
9. Dunk K. von der, Dunk K. von der. Algen und Moose bauen einen Aquadukt aus Tuff. *Mikrokosmos*, 1980. Vol. 69. pp. 50-55.
10. Vinogradova O. N., Mikhailyuk T. I. Algal flora of the caves and grottoes of the National Nature Park "Podilsky Tovtry" (Ukraine). *International Journal on Algae*. 2009. Vol. 11. no. 3. pp. 289-304.
11. Mazina S.E., Maksimov V.N. Community photosynthetic organisms show caves Ahshtyrskaya. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16. Biologiya* [Herald of Moscow University. Series 16. Biology]. 2011, no. 1. pp. 41-46. (In Russian)
12. Mazina S.E., Koncevova A.A., Yuzbekov A.K. Distribution of species of photosynthetic organisms on main types of the habitats of the excursion cave the Novoafonskaya. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical Sciences]. 2015, vol. 88, no. 10. pp. 162-171. (In Russian)
13. Tintilozov Z.K. *Novoafonskaya peshchernaya sistema* [Novoafonskaya cave system]. Tbilisi, Mezniereba Publ., 1983. 140 p. (In Russian)
14. Klimenko V.I., Rezvan V.D., Dublyanskij V.N. *Inzhenerno-geologicheskoe rajonirovanie territorii razvitiya gornogo izvestnyakovogo karsta dlya obosnovaniya zashchitnykh meropriyatij* [Engineering-geological zoning of the development of mountain limestone karst for justification of protective measure]. Sochi, PNIIS Publ., 1991. 116 p. (In Russian)
15. Dublyanskij V.N., Lomaev A.A. *Karstovye peshchery Ukrainy* [Karst caves of Ukraine]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1980. 177 p. (In Russian)
16. Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie*, Wien, New York. 1964. 856 p.
17. Savich L.I., Ladyzhenskaya K.I. *Opredelitel' peshenochnykh mhov Severa evropejskoj chasti SSSR* [The determinant of liverworts of the North European part of the USSR]. Leningrad, AN SSSR Publ., 1936. 310 p. (In Russian)
18. Ignatov M.S., Ignatova E.A. *Flora mhov srednej chasti Evropejskoj Rossii* [Moss flora of the middle part of European Russia]. Moscow, KMK Publ., Vol. 1-2. 1 (2003): 1-608 p.; 2 (2004): 609-960 p. (In Russian)
19. Zernov A.S. *Flora Severo-Zapadnogo Kavkaza* [Flora of North-West Caucasus]. Moscow, KMK Publ., 2006. 664 p. (In Russian)
20. Ignatov M.S., Afonina O.M. Check-list of mosses of the former USSR. *Arctoa*. 1992, vol. 1, no. 1-2. pp. 1-85. (In Russian)
21. Vaněčková L. Příspěvek k výzkumu flóry některých moravských jeskyní. *Speleologický Věstník*. 1978. Vol. 78, no. 10. pp. 11-21.
22. Mazina S.E., Semikolennyh A.A. Formirovanie pochvopodobnykh tel na uchastkah iskusstvennogo osveshcheniya v peshchere [Cave soil-like formation of at the sites of artificial lighting in the caves]. *Rol' pochv v biosfere i zhizni cheloveka Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya: K 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika G.V. Dobrovol'skogo, k Mezhdunarodnomu godu pochv, 7 oktyabrya, 2015* [Role of soils in the biosphere and human life international conference: To the 100 anniversary from the birthday of academician G. V. Dobrovolsky, the International year of soils. 7 Octobers, 2015]. 2015. pp. 205-207. (In Russian)
23. Warscheid Th., Braams J. Biodeterioration of stone: a review. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 2000. Vol. 46. pp. 343-368.
24. Mulec J. Lampenflora. In: White W. B., Culver D. C. (eds.) *Encyclopedia of Caves*, Second Edition. Academic Press, Chennai, 2012. pp. 451-456.
25. Abdullin Sh.R. Effect of illumination on the distribution of phototrophic organisms in the entrance part of the Shulgan-Tash cave. *Ekologiya* [Russian Journal of Ecology]. 2011. no. 3. pp. 226-228. (In Russian)
26. Conard H.S. Cave mosses. *Bryologist*, 1932. no. 35. pp. 13.
27. Thatcher E.P. Bryophytes of an artificially illuminated cave. *Bryologist*. 1949. Vol. 52. pp. 212-214.
28. Komáromy Z. P., Padisak J., Rajczy M. Flora in the lamp-lit areas of the cave "Anna-Barlang" near Lilla-fuered (Hungary). *Ann. Hist. Nat. Mus. Natl. Hung.* 1985. Vol. 77. pp. 103-112.
29. Haring I. M. Plant growth under electric light. *Bryologist*, 1930. no. 33. pp. 89-91.
30. Kubešová S. Environmental factors structuring bryophyte species composition in block fields in southwestern Moravia (Czech Republic). *Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae* (Brno), 2010. Vol. 95. no. 2. pp. 55-70.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Светлана Е. Мазина - старший научный сотрудник, химический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 3, ГСП-1, МГУ.
Тел.: +7 915 461 9446; e-mail: conophytum@mail.ru

Критерии авторства

Светлана Е. Мазина собрала флористический материал, проводила определение видов; проанализировала данные, написала рукопись и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 27.05.2016
Принята в печать 20.06.2016

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Svetlana E. Mazina - senior research fellow, Faculty of chemistry, Lomonosov Moscow State University, 1, 1-3 Leninskiye Gory, GSP-1, Moscow, 119991, Russia. Tel.: +7 915 461 9446;
e-mail: conophytum@mail.ru

Contribution

Svetlana E. Mazina collected floral material, carried out the species identification; analyzed data, wrote the manuscript and was responsible for the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 27.05.2016
Accepted for publication 20.06.2016