

## ФАУНА, ФЛОРА

УДК 574.2

### СООБЩЕСТВА ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ ОРГАНИЗМОВ ЭКСКУРСИОННОЙ ПЕЩЕРЫ АХШТЫРСКАЯ

С.Е. Мазина, В.Н. Максимов

(кафедра общей экологии; e-mail: [conophytum@mail.ru](mailto:conophytum@mail.ru))

Исследована флора пещеры Ахштырская, развивающаяся в условиях искусственного освещения. Проведен таксономический анализ видов, количественный учет площади зарастания. Описаны сформировавшиеся сообщества и выделены доминирующие виды. Показана связь таксономической структуры обростаний с геолого-минералогическими свойствами субстратов.

**Ключевые слова:** пещера, экосистема, ламповая флора.

Подземные экосистемы относятся к олиготрофным и в основном существуют за счет органического вещества, поступающего с поверхности с водными и воздушными потоками, а также вносимого животными троглофитами [1]. Количество органического вещества, продуцируемого в пещерах за счет местной фауны, незначительно. Особый случай составляют пещеры, где развиваются хемоавтотрофные бактериальные сообщества [2]. Рост фотоавтотрофных организмов в пещерах ограничен освещенной привходовой зоной [3].

Оборудование пещер для экскурсионных целей включает организацию подсветки. Появление освещения дает возможность развиваться фотоавтотрофным организмам, в результате происходит накопление органического вещества, изменение видового состава пещер, разрушаются привычные пищевые связи и формируются новые. Таким образом, происходит значительное изменение экосистемы [4]. Развитие фотоавтотрофных организмов также приводит к деградации пород на участках зарастания, причем в карстовых пещерах часто такие породы представлены уникальными минеральными образованиями [5]. Изучение состава и структуры фотоавтотрофных сообществ необходимо для разработки методов контроля роста этих организмов в пещерах. Целью данной работы являлось исследование видового состава фотоавтотрофных сообществ и выявление факторов, влияющих на их распределение по пещере.

#### Объекты и методы

Исследование проводилось в пещере Ахштырская (Большая Казачебродская). Протяженность пещеры 270 м, проективная длина 160 м, глубина 5 м, площадь 480 м<sup>2</sup>, объем 1340 м<sup>3</sup>, высота входа 185 м над уровнем моря. Пещера расположена в Адлер-

ском р-не г. Сочи (Краснодарский край, Россия) на территории Сочинского национального парка. Пещера Большая Казачебродская заложена в известняках верхнего мела в правом обрывистом берегу р. Мзымта, приблизительно в 300 м на юго-восток от селения Казачий Брод, в районе Дзыхринского ущелья, в 100 м 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, при удалении от входа в грунте пещеры увеличивается содержание глинистой фракции, на глинистом дне отдельные лужи воды инфильтрационно-конденсационного происхождения. В дальней части полости встречаются редкие кальцитовые натёки. В пещере отмечено наличие конденсационной воды, временных водных потоков по стенам, отсутствующих в засушливый период. Пещера использовалась палеолитическим человеком (эпоха мустье) как жилище. В ней обнаружена стоянка первобытного человека, возраст которой насчитывает более 30 тыс. лет. В 1978 г. Ахштырская пещерная стоянка признана уникальным памятником первобытной археологии мирового значения [6].

Пещера оборудована в 2000 г., ее посещение происходит в течение всего года с наибольшей интенсивностью в летние месяцы, освещение включается во время проведения экскурсий. Температура в пещере по экскурсионному маршруту в различные сезоны изменяется от 8 до 14°, летом повышается до 20°. Влажность воздуха колеблется от 65 до 100% [6]. В зимние месяцы температура может опускаться до 2°.

Исследование проводили в 2008—2009 гг., всего отобрано более 90 образцов. Пробы отбирали на всем протяжении пещеры под каждой лампой. Вырезали полоску грунта от лампы до окончания участка зарастания на каждом представленном субстрате. Пробы помещали в стерильные сосуды. Выявление видового состава водорослей в пробах грунта проводили анатомо-морфологическим методом и общепринятыми в почвенной альгологии методами [7]. Просмотр образцов осуществляли в световом микроскопе Leica DMLS (Германия) и Биолам МБС-9 (Россия). Для определения диатомовых водорослей изготавливали препараты методом кипячения створок диатомей в перекиси водорода [8].

При изучении сообществ проводили геоботанические описания на освещенных участках, замеры участков зарастания. Площадь поверхности зарастания определяли, фотографируя пятно и вычисляя площадь с помощью программы Image-Pro Plus, площадь определяли без учета рельефа поверхности. Для определения обилия макроскопических и микроскопических видов использована 5-балльная шкала, производилась оценка проективного покрытия и баллов обилия соответственно. Для выделения доминантных видов использован индекс доминирования Палия—Ковнацкого [9]. Жизненные формы цианобактерий и водорослей даны по монографии “Почвенные водоросли лесных биогеоценозов” [10].

Водоросли определяли с использованием определителей отечественных и зарубежных авторов [11—14], мхи определяли с использованием определителей [15, 16]. Названия видов мхов приводятся по Игнатову, Афонинной [17]. Систематика цианобактерий приведена по Анагностидису и Комареку [18—20]. Систематика диатомовых водорослей представлена по Раунду с соавт. [21]. Зеленые водоросли представлены по системе, приведенной в определителе Андреевой [14].

Образцы субстратов были проанализированы по ряду физико-химических показателей. Определяли влажность субстратов и pH водной суспензии [22]. В местах отбора образцов проводили замер температуры и влажности вдоль экскурсионного маршрута, на высоте 1 м от пола ртутными и электронными термометрами с точностью до 0,1°.

## Результаты и обсуждение

В пещере всего 15 ламп накаливания мощностью 40 Вт и две декоративные — лампа “очаг” и зеленая подсветка в середине прохода. Лампы распределены вдоль экскурсионного маршрута и расположены на стенах, некоторые в гротах. Большинство ламп освещают ниши на стенах. При попадании светового потока от лампы непосредственно на породу образуется участок, незаселенный фототрофами на расстоянии до 0,3 метров от источника освещения. Это связано с повышением тем-

пературы и снижением влажности в непосредственной близости от лампы. Общая площадь зарастания фототрофными организмами составляла в январе 2008 г. 71,3 м<sup>2</sup>, в январе 2009 г. — 74,6 м<sup>2</sup>.

По геолого-морфологическим особенностям выделены основные субстраты, на которых происходит развитие фотосинтезирующих сообществ: глинистые отложения, расположенные по пути слабых временных водотоков на полу и стенах пещеры, тонкие глинистые отложения на известняке, плотный известняк с тонкими трещинами, заполненными глинистыми отложениями и кальцитовые отложения. Кальцит (CaCO<sub>3</sub> с примесями Mg, Fe и др.) — минерал карбонатных пород, слагающий различные кристаллические и натечные формы в полостях карстового и некарстового происхождения [23]. Субстраты постоянно увлажнены инфильтрационными водами вне зависимости от сезона. Основные характеристики субстратов пещер представлены в табл. 1.

Таблица 1

Систематическая структура сообществ и характеристики субстратов

Отдел	Субстрат			
	тонкие глинистые отложения на известняке	глинистые отложения, расположенные по пути слабых временных водотоков	плотный известняк	кальцитовые отложения
<i>Polypodiophyta</i>	5	5	—	—
<i>Bryophyta</i>	6	9	5	
<i>Cyanophyta</i>	12	10	12	8
<i>Bacillariophyta</i>	4	3	—	—
<i>Chlorophyta</i>	1	2	3	1
Всего	28	29	20	9
Актуальная кислотность	7,4—7,8	7,4—7,6	7,4—7,8	—
Влажность, %	30	20—30	30	4

Зона пещеры, освещенная естественным светом, имеет протяженность 25 метров от входа в пещеру до конца освещенного участка, состоит из глинистых отложений. В этой области отмечены мхи *Lescurea saxicola* и *Plagiopus oederianus*. Водоросли представлены видами диатомовых *Aulacoseira* sp., *Achnanthes conspicua*, *Diadsmis contenta*, *Hantzschia amphioxys* и зеленой водорослью *Mychonastes homosphaera*.

В зоне искусственного освещения пещеры выявлено 5 видов *Polypodiophyta*, относящихся к 1 порядку и 3 семействам; 11 видов *Bryophyta*, относящихся к 5 порядкам и 9 семействам; 22 вида водорослей, из них *Cyanophyta* 14 видов из 3 порядков и 7 семейств, *Bacillariophyta* 4 вида из 2 порядков и 4 семейств, *Chlorophyta* 4 вида из 2 порядков и 3 се-

Таблица 2

Количественные характеристики распределения видов папоротников и мхов в различных местообитаниях

Субстрат	Индекс доминирования			Относительное обилие			Встречаемость на субстрате		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Asplenium ruta-muraria</i> L.	0,000	0,234	0,896	0,000	0,019	0,022	0,000	0,125	0,400
<i>Asplenium trichomanes</i> L.	0,000	1,641	1,194	0,000	0,044	0,030	0,000	0,375	0,400
<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman	0,000	4,063	2,687	0,000	0,081	0,045	0,000	0,500	0,600
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	0,000	0,938	0,597	0,000	0,025	0,015	0,000	0,375	0,400
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	0,000	1,641	0,149	0,000	0,044	0,007	0,000	0,375	0,200
<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.	0,000	0,938	2,388	0,000	0,038	0,030	0,000	0,250	0,800
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.	0,046	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,083	0,000	0,000
<i>Fissidens gracilifolius</i> Brugg.-Nann. Et Nyh. In Nyh.	0,549	3,125	0,896	0,033	0,063	0,022	0,167	0,500	0,400
<i>Tortula euryphylla</i> Zander	0,000	0,000	0,448	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,200
<i>Seligeria pusilla</i> (Hedw.) B.S.G.	0,092	0,234	0,448	0,011	0,019	0,022	0,083	0,125	0,200
<i>Plagiopus oederianus</i> (Sw.) Crum et Anderson	0,137	2,344	2,239	0,016	0,063	0,037	0,083	0,375	0,600
<i>Platydictya jungermannioides</i> (Brid.) Crum	0,137	0,938	0,448	0,016	0,038	0,022	0,083	0,250	0,200
<i>Isopterygiopsis pulchella</i> (Hedw.) Iwats.	0,000	0,313	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,125	0,000
<i>Conardia compta</i> (Drumm.) Robins.	0,000	0,313	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,125	0,000
<i>Lescurea saxicola</i> (B.S.G.) Milde	0,000	0,234	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000	0,125	0,000
<i>Hypogrammitis humile</i> (P. Beauv.) Vanderploeten	0,000	0,234	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000	0,125	0,000
Зароски папоротников	0,092	0,234	0,299	0,011	0,019	0,015	0,083	0,125	0,200
Протогема мхов	1,648	0,781	1,493	0,049	0,031	0,037	0,333	0,250	0,400

Примечание. 1 — известняк; 2 — глинистые отложения, расположенные по пути слабых временных водотоков; 3 — тонкие глинистые отложения на известняке.

Таблица 3

## Количественные характеристики распределения видов и спектр жизненных форм водорослей в различных местообитаниях

Субстрат	Жизненные формы	Индекс доминирования				Относительное обилие				Встречаемость на субстрате			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Microcystis pulbera</i> (Wood) Forti emend. Elenk.	C	2,518	0,000	1,791	8,511	0,060	0,000	0,045	0,128	0,417	0,000	0,400	0,667
<i>Gloeocapsa atrata</i> Kützing	C	0,275	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,167	0,000	0,000	0,000
<i>Gloeocapsa rupestris</i> Kütz	C	1,832	0,000	0,299	0,000	0,055	0,000	0,015	0,000	0,333	0,000	0,200	0,000
<i>Gloeocapsa punctata</i> Nägeli	C	0,137	0,391	0,000	1,418	0,016	0,031	0,000	0,043	0,083	0,125	0,000	0,333
<i>Jaaginema subtilissimum</i> (G. Schmid) Anagnostidis et Komárek	P	0,000	0,781	0,299	0,000	0,000	0,031	0,015	0,000	0,000	0,250	0,200	0,000
<i>Leptolyngbya foveolarum</i> (Montagne ex Gomont) Anagnostidis et Komárek	P	0,092	0,938	0,299	7,092	0,011	0,038	0,015	0,106	0,083	0,250	0,200	0,667
<i>Phormidium irriguum</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis et Komárek	P	1,465	0,156	2,239	0,000	0,044	0,013	0,037	0,000	0,333	0,125	0,600	0,000
<i>Oscillatoria rapicola</i> Hansg.	amp	2,289	0,469	2,687	1,418	0,055	0,019	0,045	0,043	0,417	0,250	0,600	0,333
<i>Oscillatoria limnetica</i> Letara.	amp	4,167	0,469	4,776	12,766	0,071	0,019	0,060	0,128	0,583	0,250	0,800	1,000
<i>Jaaginema woronichinii</i> (Anissim.) Anagnostidis et Komárek	P	0,137	0,078	0,896	0,000	0,016	0,006	0,022	0,000	0,083	0,125	0,400	0,000
<i>Scytonema drilosiphon</i> (Kütz.) Elenk. et Poljansk.	PF	6,593	4,063	9,552	25,532	0,132	0,081	0,119	0,255	0,500	0,500	0,800	1,000
<i>Tolythrix calcarata</i> Schmidle	PF	0,092	0,078	0,299	0,709	0,011	0,006	0,015	0,021	0,083	0,125	0,200	0,333
<i>Nostoc microscopium</i> Carmichel ex Bornet et Flahault	CF	0,549	0,000	0,448	2,837	0,033	0,000	0,022	0,085	0,167	0,000	0,200	0,333
<i>Trichormus variabilis</i> (Kützing ex Bornet et Flahault) Komárek et Anagnostidis	CF	0,000	5,156	2,687	0,000	0,000	0,069	0,045	0,000	0,000	0,750	0,600	0,000
<i>Diadasmus contenta</i> (Grun. ex Van Heur.) Mann	B	0,000	0,156	1,493	0,000	0,000	0,013	0,037	0,000	0,000	0,125	0,400	0,000
<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.	B	0,000	0,156	0,299	0,000	0,000	0,013	0,015	0,000	0,000	0,125	0,200	0,000
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	B	0,000	0,000	0,299	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,200	0,000
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	B	0,000	0,156	1,194	0,000	0,000	0,013	0,030	0,000	0,000	0,125	0,400	0,000
<i>Chlorococcum minutum</i> Starr	Ch	0,962	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
<i>Mychonastes homosphaera</i> (Skuja) Kalina et Punč.	Ch	28,571	4,297	11,940	12,766	0,286	0,069	0,119	0,191	1,000	0,625	1,000	0,667
<i>Stichococcus minor</i> Nag. S. Str.	Ch	0,092	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,083	0,000	0,000	0,000
<i>Chlorohormidium flaccidum</i> (Kütz.) Fott	H	0,000	0,156	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,125	0,000	0,000

Примечание. 1 — известняк; 2 — глинистые отложения, расположенные по пути слабых временных водотоков; 3 — тонкие глинистые отложения на известняке; 4 — кальцит.

мейств. Систематическая структура сообществ на различных субстратах показана в табл. 1. Количественные характеристики распределения видов в различных местообитаниях представлены в табл. 2.

Мхи и папоротники отсутствуют на кальцитовых натечных образованиях и входят в состав субдоминантов на глинистых отложениях обоих типов. Папоротники представлены ювенильными формами, образование спорофитов у мхов отмечено только у вида *Isopterygiopsis pulchella*. Цианобактерии присутствуют на всех типах субстратов и представлены наибольшим числом видов, к числу доминантов относятся *Trichormus variabilis* на глинистых отложениях, *Scytonema drilosiphon* на тонких глинистых отложениях, и *Scytonema drilosiphon* и *Oscillatoria limnetica* на кальците. На глинистых отложениях цианобактерии не входят в число субдоминантов за исключением *Trichormus variabilis* и *Scytonema drilosiphon*, что может быть связано с тем, что большинство представленных видов относятся к семействам, тяготеющим к свободным от высших растений участкам [24].

Представители *Bacillariophyta* обнаружены на обоих типах глинистых отложений, причем на тонких глинистых отложениях на известняке виды *Diaedsmis contenta* и *Hantzschia amphioxys* входят в число субдоминантов. Наличие диатомовых водорослей на этих субстратах может быть связано с тем, что глинистые отложения удерживают влагу, а диатомовые предпочитают влажные условия обитания [25].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stevens T.O., McKinley J.P. Lithoautotrophic microbial ecosystems in deep basalt aquifers // Science. 1995. Vol. 270. P. 450–454.
2. Hose L.D., Pizarowicz J.A. Exploration and mapping of Cueva de Villa Luz (Dueva de la Sardina), Tabasco, Mexico // J. of Cave and Karst Studies. 1997. Vol. 59. P. 173.
3. Johnson K. Control of Lampenflora at Waitomo Caves, New Zealand, Cave Management in Australia III // Proceedings of the 3rd Australasian Cave Tourism and Management Conference. 1979. Vol. 30. P. 105–122.
4. Aley T., Aley C., Rhodes R. Control of exotic plant growth in Carlsbad Caverns, New Mexico // Proc. of the 1984 National Cave Management Symposium, Missouri Speleology. 1985. Vol. 25. N 1–4. P. 159–171.
5. Дублянский В.Н., Андрейчук В.Н. Терминология спелеологии Екатеринбург: УрО АН СССР, 1991. 202 с.
6. 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.
7. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.
8. Swift E. Cleaning diatoms frustules with ultraviolet radiation and peroxide // Phycologia. 1967. Vol. 6. N 2–3. P. 161–163.
9. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

На всех субстратах пещеры отмечен вид *Mychonastes homosphaera*, который на кальцитовых образованиях является единственным представителем *Chlorophyta*. *Mychonastes homosphaera* занимает доминирующее положение на всех субстратах, кроме глинистых отложений, где он относится к субдоминантам. На известняке и тонких глинистых отложениях в числе субдоминантов отмечена протонема мхов.

Наибольшее видовое разнообразие отмечено на глинистых отложениях. Видовой состав на освещенных искусственным светом поверхностях оставался постоянным в период наблюдения, что может свидетельствовать о стабильном состоянии сообществ пещеры.

Жизненные формы водорослей представлены в табл. 3. Спектр жизненных форм на глинистых отложениях, расположенных по пути слабых временных водотоков на полу и стенах пещеры —  $P_4V_3PF_2amp_2C_1CF_1Ch_1H_1$ , на тонких глинистых отложениях на известняке —  $V_4P_4C_2PF_2amp_2CF_2Ch_1$ , на плотном известняке —  $C_4P_3PF_2amp_2Ch_2CF_1H_1$ , на кальцитовых отложениях —  $C_2PF_2amp_2P_1CF_1Ch_1$ . В пещере преобладают эдафотфильные виды, примерно половина видов представлена видами-убиквидами и ксерофитами.

Таким образом, показано, что таксономическая структура обрастаний тесно связана с геолого-минералогическими свойствами субстратов в пещере Ахштырская.

10. Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 152 с.
11. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шеишук В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука, 1951. 620 с.
12. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли. М.: Советская наука, 1953. 654 с.
13. Мошкова Н.А., Голлербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10(1). Зеленые водоросли, класс Улотриковые (1), порядок Улотриковые. Л.: Наука, 1986. 360 с.
14. Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). СПб.: Наука, 1998. 351 с.
15. Савич Л.И., Ладыженская К.И. Определитель печеночных мхов Севера европейской части СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1936. 310 с.
16. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части Европейской России. Т. 1, 2. М.: КМК, 2003. С. 1–944.
17. Игнатов М.С., Афонина О.М. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. 1992. Т. 1. № 1–2. С. 1–85.
18. Anagnostidis K., Komárek J. Modern approach to classification system of cyanophytes. 2. Chroococcales // Arch.

Hydrobiol. Suppl. 73,2. Algological Studies. 1986. Vol. 43. P. 157—226.

19. *Anagnostidis K., Komárek J.* Modern approach to classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales // Arch. Hydrobiol. Suppl. 80, Algological Studies. 1988. Vol. 50/53. P. 327—472.

20. *Anagnostidis K., Komárek J.* Modern approach to classification system of cyanophytes. 4. Nostocales // Arch. Hydrobiol. Suppl. 82,3. Algological Studies. 1989. Vol. 56. P. 247—345.

21. *Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G.* The Diatoms: biology and morphology of the genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 748 p.

22. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 488 с.

23. *Hill C., Forti P.* Cave minerals of the World // Nat. Speleol. Soc., USA. 1986. P. 238.

24. *Шушueva М.Г.* Водорослевые группировки гидротвалов Кузбасса // Водоросли, грибы и лишайники лесостепной и лесной зон Сибири. Новосибирск: Наука, 1973. С. 95—102.

25. *Schlichting H.E.* Some subaerial algae from Ireland // Brit. Phycol. J. 1975. Vol. 10. P. 257—261.

Поступила в редакцию  
28.10.09

### THE COMMUNITIES OF PHOTOTROPHIC ORGANISMS OF AN EXCURSION CAVE AKSHTYRSKAYA

*S.E. Mazina, V.N. Maximov*

The flora of a cave Akshtyrskaya, developing in conditions of artificial lighting is investigated. The quantitative count of the area of an overgrowing is conducted the taxonomic analysis of views. The formed communities are described and the predominant views are detached. The correlation between taxonomic structure of epibioses and geology-mineralogical properties of substrates was shown.

**Key words:** *cave, ecosystem, lamp flora.*

#### Сведения об авторах

*Мазина Светлана Евгеньевна* — мл. науч. сотр. химического факультета МГУ. Тел.: (495)454-24-24; e-mail: sonophytum@mail.ru

*Максимов Виктор Николаевич* — докт. биол. наук, проф., зав. кафедрой общей экологии биологического факультета МГУ. Тел.: (495)939-55-60; e-mail: v\_maximovv@rambler.ru