

Т. А. Попова, Д. Ю. Власов, М. С. Зеленская, Е. Г. Панова

БИООБРАСТАНИЯ ГРАНИТНЫХ НАБЕРЕЖНЫХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В данной статье набережные Санкт-Петербурга рассматриваются как своеобразная среда обитания высших сосудистых растений, мхов, лишайников и грибов. Разнообразие и особенности распределения биообрастаний на гранитной облицовке набережных изучаются на следующих водотоках города: каналах Грибоедова, Крюковом, Ново-Адмиралтейском, реках Мойке, Фонтанке, Карповке, Смоленке, а также Неве. Рассматривается видовой состав, выделяются основные жизненные формы и экологические группы растений. Выявлено 110 видов растений, встречающихся на набережных, определены их доминирующие ассоциации, а также особенности произрастания. Выявлено и идентифицировано 30 видов грибов (микромикетов) и 10 видов лишайников. В результате микологического анализа определены доминантные виды грибов. С использованием сканирующей электронной микроскопии выявлена специфика расселения грибов и лишайников, связанная с особенностями рельефа, минерального состава и структуры гранита. Показано, что разрушение гранита-рапакиви связано с особенностями колонизации микромикетами различных минералов породы (кварц, слюда, полевошпат). В результате на поверхности формируются наслоения, состоящие из клеток живых организмов, продуктов разрушения гранита и атмосферных загрязнений. Биообрастания усиливают процессы физико-химического выветривания гранита. Библиогр. 11 назв. Ил. 6. Табл. 1.

Ключевые слова: гранитные набережные, биологические обрастания, видовой состав, растения, грибы, биопленки, биоповреждения.

BIOFOULING OF GRANITE EMBANKMENTS IN SAINT PETERSBURG

T. A. Popova^{1,2}, O. Yu. Vlasov³, M. S. Zelenskaya³, E. G. Panova³

¹ Научно-исследовательский центр Экологической Безопасности РАН, ul. Korpusnaya, 18, St. Petersburg, 197110, Russian Federation; tanya-gnum@mail.ru

² Herzen State Pedagogical University of Russia, 48, nab. r. Moyki, St. Petersburg, 191186, Russian Federation

³ St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation; dmitry.vlasov@mail.ru, marsz@yandex.ru, elena-geo@list.ru

In this paper the granite embankments in Saint-Petersburg are considered as specific habitat of high vascular plants, mosses, lichens and fungus. Variety and features of biofouling distribution on the granitic lining of embankments are studied on the following city streams: Griboyedov Channel, Kryukov Channel, Novo-Admiralteysky Channel; Moyka, Fontanka, Karpovka, Smolenka Rivers and Neva. Species composition is considered and main life-forms and ecological plant groups are revealed. 110 species of plants are identified. Dominant species associations and peculiarities of distribution are established. 30 species of fungi (micromycetes) and 10 species of lichens are identified and the dominant groups are revealed. The peculiarities of fungi and lichen distribution concerned with relief features, mineral composition and granite structure are revealed using the scanning electron microscope. It is shown that the destruction of rapakivi granite is connected with the fungal colonization of different minerals (quartz, mica, feldspar). As a result, the surface layers are formed by cells of living organisms, degradation products of granite and atmospheric pollution. Biofouling reinforce the processes of physical and chemical weathering of granite. Refs 11. Figs 6. Tables 1.

Keywords: granite embankments, biofouling, species composition, plants, fungi, biofilms, biodeterioration.

Т. А. Попова (tanya-gnum@mail.ru): Научно-исследовательский центр Экологической Безопасности РАН, Российская Федерация, 197110, Санкт-Петербург, Корпусная ул., 18; Российский Государственный Педагогический Университет им. А. И. Герцена, Российская Федерация, 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48; Д. Ю. Власов (dmitry.vlasov@mail.ru), М. С. Зеленская (marsz@yandex.ru), Е. Г. Панова (elena-geo@list.ru): Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9.

Набережные Санкт-Петербурга являются уникальным памятником истории и архитектуры. Сохранение их первоначального облика представляется важной задачей и требует большого внимания. Несмотря на то что набережные исторического центра города облицованы гранитом — одной из наиболее прочных горных пород, они постепенно разрушаются под воздействием климатических факторов, антропогенного влияния, а также биологических обрастаний. В биологической колонизации набережных участвуют бактерии (в данной статье не рассматриваются), грибы, лишайники, водоросли, мхи, высшие сосудистые растения. На отдельных участках они развиваются локально, а местами образуют своеобразные сообщества, характеризующиеся бедностью видового состава. Ближе к воде преобладают биопленки с доминированием водорослей и микроскопических грибов, а в верхней части набережных произрастают мхи и лишайники, а также травянистые и древесные растения. Для растений набережные являются особым местообитанием, изначально лишенным почвы и характеризующимся практически на всем своем протяжении резкой контрастностью условий: повышенным испарением воды и иссушающим действием ветра и солнца, резким перепадом температур в течение суток, прямым солнечным освещением [1]. На вертикальных стенах набережных преобладают биопленки с доминированием водорослей, а также локально развиваются мхи и лишайники. В пространствах между блоками гранита (щелевые экотопы) условия более стабильны [2], что позволяет закрепиться сосудистым растениям. Лимитирующим фактором для них является эдафический (почвенный). В условиях недостатка основных элементов питания здесь способны произрастать олиготрофы, а также виды, обладающие высокой пластичностью по отношению к почвенным условиям.

Цель работы состояла в изучении разнообразия и особенностей распределения биообрастаний на гранитных набережных исторического центра Санкт-Петербурга, а также в оценке их роли как деструкторов гранитного камня.

Обследования проводились на гранитных набережных следующих водотоков центральной части Санкт-Петербурга: каналах Грибоедова, Ново-Адмиралтейском и Крюковом, реках Мойке, Фонтанке, Карповке, Смоленке, а также на набережных Невы: Адмиралтейской, Английской, Университетской, Робеспьера и Лейтенанта Шмидта. Обследования набережных, сбор растений, а также образцов поврежденного камня и различных типов обрастаний велись в весенне-осенние периоды с 2008 по 2013 г. Растения, находящиеся в области досягаемости, были собраны в гербарий. Гербарные сборы хранятся в Гербарии Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. Определение растений проводили по определителям [3, 4], а названия видов, родов и семейств даны по С. К. Черепанову [5]. Семейства во флористическом списке расположены по системе Энглера; латинские названия родов внутри семейств и видов внутри родов перечислены в алфавитном порядке. Анализ флористического списка осуществляли согласно методологическим рекомендациям, данным А. В. Истоминым [6]. Принадлежность вида к аборигенному или адвентивному компоненту во фракционном анализе определяли по данным литературных источников [3, 7–9].

Микологический анализ отобранных проб (фрагменты поврежденного гранита, поверхностные биопленки, почва под мхами) осуществлялся на базе лаборатории микологии СПбГУ с использованием методов выделения микроскопических грибов (микромитетов) в чистую культуру [10]. В качестве питательных сред использовали агаризованную среду Чапека—Докса и картофельно-глюкозный агар. Для выделения

медленнорастущих микроколониальных грибов использовали метод селективной изоляции микромицетов с поверхности субстрата на питательную среду с помощью инъекционной иглы [11].

Для анализа локализации микрообрастаний в поверхностном слое гранита применяли сканирующую электронную микроскопию. Подготовка и просмотр образцов производились на базе НИИ Геологии и геохронологии докембрия РАН и ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ.

В результате проведенных исследований всего на гранитных набережных центральной части Санкт-Петербурга к настоящему моменту обнаружено и идентифицировано 110 видов растений, включая 107 видов высших сосудистых растений (97 из них определены до вида и 10 только до рода) и 3 вида мхов.

Сосудистые растения, обнаруженные на набережных, принадлежат трем отделам: Equisetophyta (один вид — *Equisetum arvense* L.), Polypodiophyta (2 вида — *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray и *Athyrium filix-femina* (L.) Roth), а также Magnoliophyta. В отделе Magnoliophyta 15 видов из 14 родов и 3 семейств относятся к классу Liliopsida и 89 видов из 71 рода и 22 семейств — Magnoliopsida. Ниже представлен полный флористический список сосудистых растений.

Dryopteridaceae

1. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth

2. *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray

Equisetaceae

3. *Equisetum arvense* L.

Poaceae

4. *Agrostis* sp.

5. *Arrhenatherum elatius* (L.) J. & C. Presl

6. *Cynosurus cristatus* L.

7. *Dactylis glomerata* L.

8. *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.

9. *Elytrigia repens* (L.) Nevski,

10. *Festuca* sp.

11. *Oryza* sp.

12. *Phleum pratense* L.

13. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

14. *Poa annua* L.

15. *Poa pratensis* L.

16. *Triticum* sp.

Cyperaceae

17. *Carex* sp.

Juncaceae

18. *Luzula multiflora* (Ehrh.) Lej.

Salicaceae

19. *Populus alba* L.

20. *Populus balsamifera* L.

21. *Populus suaveolens* Fisch.

22. *Populus tremula* L.

23. *Salix alba* L.
24. *Salix caprea* L.
25. *Salix fragilis* L.
26. *Salix phylicifolia* L.
Betulaceae
27. *Alnus incana* (L.) Moench
28. *Betula pendula* Roth
29. *Betula pubescens* Ehrh.
Ulmaceae
30. *Ulmus laevis* Pall.
Urticaceae
31. *Urtica dioica* L.
32. *Urtica galeopsifolia* Wierzb. ex Opiz
Polygonaceae
33. *Polygonum aviculare* L.
34. *Rumex acetosella* L.
35. *Rumex confertus* Willd.
Chenopodiaceae
36. *Atriplex prostrata* Boucher ex DC.
37. *Chenopodium album* L.
Amaranthaceae
38. *Amaranthus retroflexus* L.
Caryophyllaceae
39. *Sagina nodosa* (L.) Fenzl
40. *Stellaria media* (L.) Vill.
Ranunculaceae
41. *Ranunculus auricomus* L.
42. *Thalictrum flavum* L.
43. *Thalictrum simplex* L.
Brassicaceae
44. *Barbarea vulgaris* R. Br.
45. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.
46. *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl
47. *Erysimum cheiranthoides* L.
48. *Lepidium ruderae* L.
49. *Raphanus raphanistrum* L.
50. *Sisymbrium loeselii* L.
51. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.
Rosaceae
52. *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.
53. *Fragaria moschata* (Duch.) Weston
54. *Malus domestica* Borkh.
55. *Potentilla anserina* L.
56. *Potentilla norvegica* L.
57. *Potentilla supina* L.
58. *Rosa rugosa* Thunb.

59. *Rubus idaeus* L.
 60. *Sanguisorba officinalis* L.
 Fabaceae
 61. *Caragana frutex* (L.) C. Koch
 62. *Medicago lupulina* L.
 63. *Melilotus albus* Medik.
 64. *Trifolium medium* L.
 65. *Trifolium pratense* L.
 66. *Trifolium repens* L.
 Aceraceae
 67. *Acer negundo* L.
 68. *Acer platanoides* L.
 Onagraceae
 69. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.
 70. *Epilobium adenocaulon* Hausskn.
 71. *Epilobium palustre* L.
 Apiaceae
 72. *Aegopodium podagraria* L.
 73. *Angelica sylvestris* L.
 Primulaceae
 74. *Lysimachia vulgaris* L.
 Oleaceae
 75. *Fraxinus excelsior* L.
 76. *Syringa vulgaris* L.
 Lamiaceae
 77. *Galeopsis ladanum* L.
 78. *Lamium purpureum* L.
 79. *Lycopus europaeus* L.
 80. *Mentha arvensis* L.
 81. *Scutellaria galericulata* L.
 Solanaceae
 82. *Lycopersicon esculentum* Mill.
 83. *Solanum nigrum* L.
 Plantaginaceae
 84. *Plantago major* L.
 Rubiaceae
 85. *Galium palustre* L.
 Asteraceae
 86. *Achillea millefolium* L.
 87. *Arctium* sp.
 88. *Artemisia vulgaris* L.
 89. *Bidens tripartita* L.
 90. *Carduus* sp.
 91. *Cirsium* sp.
 92. *Crepis tectorum* L.
 93. *Erigeron acris* L.

94. *Gnaphalium uliginosum* L.
95. *Hieracium* sp.
96. *Lactuca serriola* L.
97. *Leontodon* sp.
98. *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt.
99. *Mycelis muralis* (L.) Dumort.
100. *Senecio vulgaris* L.
101. *Solidago virgaurea* L.
102. *Sonchus arvensis* L.
103. *Sonchus asper* (L.) Hill
104. *Tanacetum vulgare* L.
105. *Taraxacum officinale* Wigg.
106. *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.
107. *Tussilago farfara* L.

Всего во флористический список сосудистых растений набережных Санкт-Петербурга включено 6 семейств, имеющих на обследованной территории по 6 и более видов, 13 семейств, представленных здесь двумя–пятью видами, а также 8 семейств, в которых отмечено по одному виду. В большинстве родов растений, встречающихся на набережных, отмечено только по одному виду.

Среди выявленных видов к аборигенной группе относится 72% (*Phleum pratense* L., *Tussilago farfara* L.), а к адвентивной — 28% (*Lycopersicon esculentum* Mill., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt.). Анализ соотношения жизненных форм показал, что преобладающими являются травянистые многолетние растения (50%). По отношению к влаге преобладают мезофиты: *Betula pendula* Roth, *Trifolium repens* L. (55%); по отношению к освещенности — гелиофиты: *Achillea millefolium* L., *Dactylis glomerata* L. (73%); по отношению к трофности почвы — мезотрофы: *Potentilla anserina* L., *Salix caprea* L. (45%); по отношению к кислотности почвы — нейтрофилы: *Amaranthus retroflexus* L., *Betula pubescens* Ehrh. (86%); по отношению к опылению — анемофилы: *Alnus incana* (L.) Moench, *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl (41%); и по отношению к распространению семян — анемохоры: *Sonchus arvensis* L., *Erigeron acris* L. s. I. (39%).

Растения в основном приурочены к щелям между гранитными блоками. Кроме того, они повсеместно встречаются на выступающих частях набережных — бордюрах, тумбах и местах их стыков с чугунными решетками, высеченных орнаментах, фигурных изображениях. Особенно активно заселяются элементы набережных, имеющие хозяйственное назначение: швартовочные кольца, знаки, регулирующие движение водного транспорта, сточные трубы, кабели. Наибольшее число видов наблюдается вблизи парков и скверов — потенциальных источников заноса семян и спор, а также около мостов. Как правило, видовое разнообразие выше на теневой стороне набережной.

Повсеместно встречаются мхи трех видов: *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb., *Physcomitrium* sp. (определение Л. Е. Курбатовой), которые задерживают влагу и создают условия для постепенного разрушения гранитного камня. Подо мхами можно наблюдать формирование тонкого слоя первичной почвы, в состав которой входят отмершие фрагменты самих мхов, частицы разрушающегося гранита, а также привнесенные из внешней среды частицы песка и пыли. На деструктивную роль мхов указывает присутствие в собранных образцах большого количества

слюды и полевого шпата (компоненты гранита), аккумулирующихся в области ризоидов.

Растения на набережных могут произрастать как одиночно, так и образовывать сообщества, с помощью которых можно характеризовать экологические факторы, действующие на их местообитания. Наиболее часто встречаемыми являются сообщества *Polygonum aviculare* L. — *Lepidium ruderales* L. — *Artemisia vulgaris* L. на кузнеченских гранитах, которыми облицованы набережные рек Карповки и Смоленки, и *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. — *Poa pratensis* L. — *Salix caprea* L., встречающиеся на гранитах-рапакиви, которыми облицованы каналы Грибоедова, Крюков, Ново-Адмиралтейский, реки Мойка, Фонтанка и набережные Невы (Адмиралтейская, Английская, Университетская).

Среди 10 видов лишайников, встреченных на набережных исторического центра Санкт-Петербурга (определение Д. Е. Гимельбрандта), 4 вида были обнаружены на граните, 8 на связующем растворе и 2 непосредственно на почве. Выявленные виды представлены шестью родами: *Caloplaca*, *Candelariella*, *Lecanora* (2 вида), *Phaeophyscia* (2 вида), *Physcia* (2 вида), *Xanthoria* (2 вида). Наиболее встречаемым лишайником как на связующем растворе, так и на граните является *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr. Чаще отмечали накипные лишайники, которые приурочены к неровностям на поверхности гранита: выветренным участкам, выбоинам, трещинам и сколам, зачастую имеющим антропогенную природу.

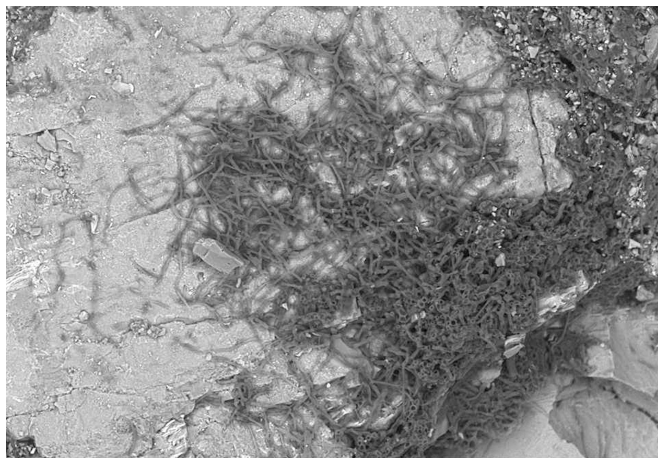
В результате микологического исследования выявлено 29 видов микроскопических грибов (таблица), а также стерильный светло- и темноокрашенный мицелий. К явным доминантам на гранитных набережных можно отнести темноокрашенные анаморфные грибы *Alternaria alternata* и *Cladosporium cladosporioides*. Они повсеместно встречались в биопленках на поверхности гранита, в местах деструкции камня, в первичной почве. Доля темноокрашенных микромицетов в представленном видовом списке превышает 30%. Среди микроколониальных темноокрашенных дрожжеподобных грибов преобладает *Coniosporium* sp. Его колонии встречаются повсеместно в микротрещинах и углублениях на поверхности гранита. Мицелиальные грибы часто аккумулируются в местах разрастания мхов, что усиливает деструкцию поверхностного слоя камня. Здесь доминируют виды родов *Penicillium* и *Fusarium*.

На загрязненных участках гранита наблюдается разрастание мицелия грибов и образование сплошных биопленок с доминированием микромицетов (рис. 1, 2). Интересно отметить, что колонизация гранита грибами и накипными лишайниками связана с особенностями структуры и минерального состава породы. Так, заселение кварца колониями грибов наблюдается преимущественно по микротрещинам. При колонизации слюды гифы микромицетов развиваются между пластинками данного минерала. Скопление микроколоний на полевого шпате отмечено в зонах спайности кристаллов, где образуются своеобразные уступы, позволяющие грибам закрепиться на поверхности субстрата (рис. 3–5). Часто колонии формируются в зонах контакта различных минералов, где заметны неоднородности поверхностного слоя и наблюдается трещиноватость. Здесь же могут развиваться накипные лишайники, образующие апотеции в микротрещинах породы (рис. 6).

Проведенные исследования показали, что гранитные набережные в центральной части Санкт-Петербурга подвергаются заметной биологической колонизации (макро- и микрообрастания), что ведет к их постепенному разрушению. Развитие биообрастаний усиливает процессы физико-химического разрушения камня, обусловленные колебаниями температуры и влажности, а также воздействием солей, выносы которых хорошо заметны

Видовой состав и встречаемость микромицетов в образцах поврежденного гранита с набережных Санкт-Петербурга

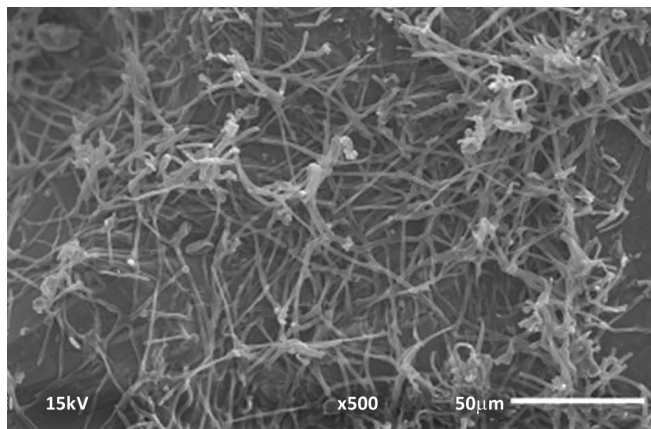
Виды микромицетов	Встречаемость в пробах, %
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	86,4
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	18,2
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	18,2
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G. A. de Vries	95,5
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	22,7
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	4,5
<i>Coniosporium</i> sp.	59,1
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	9,1
<i>Fusarium oxysporum</i> Schldtl.	31,8
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	9,1
<i>Fusarium</i> sp.	22,7
<i>Hormonema dematioides</i> Lagerb. & Melin	4,5
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	13,6
<i>Mucor plumbeus</i> Bonord.	22,7
<i>Mucor racemosus</i> Fresen.	31,8
<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson	4,5
<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier	13,6
<i>Penicillium brevicompactum</i> Dierckx	22,7
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	4,5
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	13,6
<i>Penicillium decumbens</i> Thom	4,5
<i>Penicillium herquei</i> Bainier & Sartory	9,1
<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll	9,1
<i>Phaeosclera</i> sp.	4,5
<i>Phoma herbarum</i> Westend.	4,5
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	4,5
<i>Scytalidium lignicola</i> Pesante	36,4
<i>Trichoderma koningii</i> Oudem.	9,1
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	27,3
<i>Ulocladium chartarum</i> (Preuss) E. G. Simmons	22,7
<i>Mycelia sterilia</i>	4,5



8_0036

2013.05.29 15:16 HL D8.8 x400 200 um

Рис. 1. Развитие биопленки с доминированием грибов в зоне разрушения поверхности гранита. Набережная Канала Грибоедова

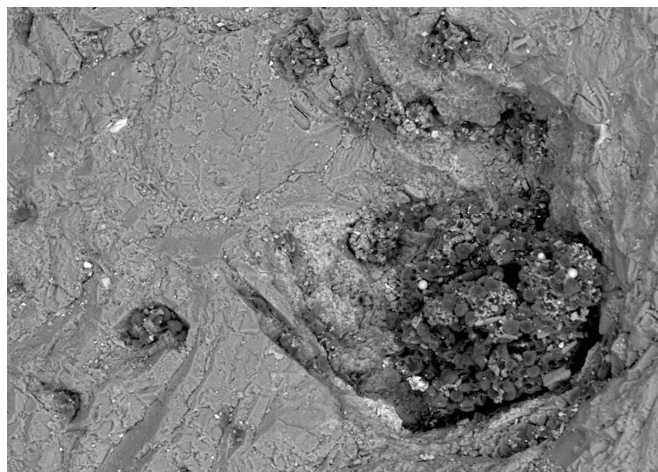


15kV

x500

50um

Рис. 2. Мицелий микромицетов на поверхности гранита. Сплошная биопленка. Набережная Робеспьера



8_0027

2013.05.29 14:34 HL D10.6 x500 200 um

Рис. 3. Микроколонии грибов в углублении на поверхности гранита. Набережная реки Карповки

Рис. 4. Микроколонии грибов с отходящими проникающими гифами в зоне деструкции полевого шпата. Набережная Лейтенанта Шмидта

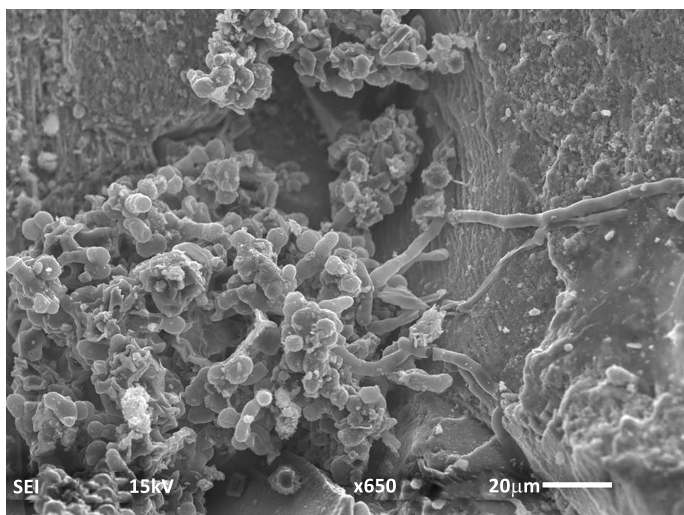


Рис. 5. Микроколония гриба в зоне контакта минералов (полевого шпата и амфибола). Набережная Крюкова канала

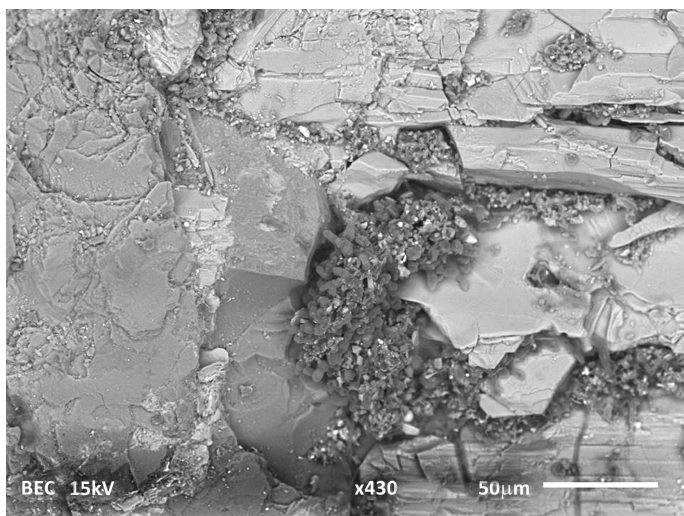
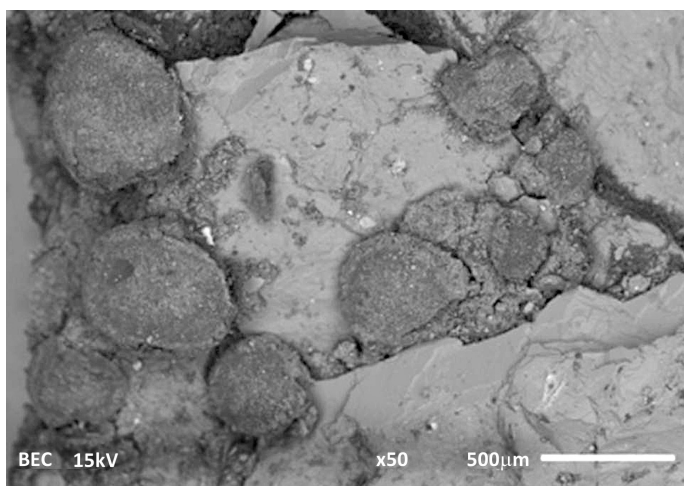


Рис. 6. Апотеции накипного лишайника в микротрещинах гранита. Набережная Робеспьера



на вертикальных стенах набережных. В наибольшей степени разрушается гранит-рапакиви, заселение которого микроорганизмами во многом связано с особенностями минерального состава и структуры породы. Продукты разрушения камня часто задерживаются в биопленках, где доминируют микроскопические грибы. При этом на поверхности гранита формируются своеобразные наслоения, состоящие из клеток живых организмов, продуктов разрушения гранита и оседающих атмосферных загрязнений.

Полученные данные могут послужить основой для разработки рекомендаций, направленных на защиту набережных Санкт-Петербурга от биологических повреждений.

Авторы статьи выражают искреннюю благодарность Д.Е. Гимельбранту за помощь в определении лишайников, Г.И. Дубенской за консультацию при определении сосудистых растений, Л.Е. Курбатовой за содействие в идентификации мхов, а также Ю.А. Иваненко за ценные советы и рекомендации. Работа выполнена при поддержке гранта СПбГУ 1.37.151.2014.

Литература

1. *Мальшиева Н.В.* Лишайники набережных Санкт-Петербурга // Бот. журн. 1998. Т. 83, № 2. С. 40–47.
2. *Похилько Л.О., Козловский Б.Л., Куропятников Н.В.* Особенности древесной урбанофлоры щелевых экотопов Ростова-на-Дону // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы. Ижевск, 2006. С. 80–82.
3. Иллюстрированный определитель растений Карельского перешейка / под ред. А.Л. Буданцева и Г.П. Яковлева. СПб.: СпецЛит: Издательство СПХФА, 2000. 478 с.: ил.
4. Иллюстрированный определитель растений Ленинградской области / под ред. А.Л. Буданцева и Г.П. Яковлева. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 799 с.: ил.
5. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95, 1995. 990 с.
6. Использование растений в экологическом мониторинге городов: учеб. пособие / под ред. А.В. Истомина. Псков: ПГПИ, 2001. 132 с.
7. *Цвелев Н.Н.* Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Издательство СПХФА, 2000. 781 с.
8. *Гусев Ю.Д.* Изменение рудеральной флоры Ленинградской области за 200 лет // Бот. журн. 1968. Т. 53, № 11. С. 1569–1579.
9. *Попов В.И.* О новых и редких для Северо-Западной России видах адвентивных растений, найденных в Санкт-Петербурге // Бот. журн. 1998. Т. 83, № 2. С. 139–147.
10. *Власов Д.Ю., Богомолова Е.В., Зеленская М.С., Горбушина А.А.* Обзор методов исследования грибов, повреждающих памятники архитектуры и искусства // Актуальные проблемы микологии. СПб.: СПбГУ, 2001. С. 88–100. (Тр. БиНИИ СПбГУ. № 47.)
11. *Горбушина А.А., Панина Л.К., Власов Д.Ю., Крумбайн В.Е.* Грибы, повреждающие мрамор в Херсонесе // Микол. и фитопатол. 1996. Т. 30, № 4. С. 23–28.

Статья поступила в редакцию 17 января 2014 г.

Сведения об авторах

Попова Татьяна Андреевна — аспирантка, младший научный сотрудник
Власов Дмитрий Юрьевич — доктор биологических наук, профессор
Зеленская Марина Станиславовна — кандидат биологических наук
Панова Елена Геннадьевна — доктор геолого-минералогических наук, профессор

Popova Tat'yana A. — Post-graduate student, Researcher
Vlasov Dmitrij Yu. — Doctor of Biology, Professor
Zelenskaya Marina S. — Ph.D.
Panova Elena G. — Doctor of Geology and Mineralogy, Professor