

Distribúcia cyanobaktérií a rias na stavebnom kameni Presbyteria Dómu sv. Martina v Bratislave

Distribution of cyanobacteria and algae on building stones of Presbyterium of the St. Martin's Cathedral in Bratislava

BOHUSLAV UHER¹, LUBOMÍR KOVÁČIK¹, PETER DEGMA² & ANNA VOZÁROVÁ³

¹Katedra botaniky PríF UK, Révová 39, 811 02 Bratislava 1; uher@fns.uniba.sk, kovacic@fns.uniba.sk

²Katedra zoológie PríF UK, Mlynská dolina, pavilón B-1, 842 15 Bratislava 4; degma@fns.uniba.sk

³Katedra mineralógie a petrológie PríF UK, Mlynská dolina, pavilón G, 842 15 Bratislava 4; vozarova@fns.uniba.sk

Abstract: The distribution of cyanobacteria and algae on building stone was studied at one locality (8 sampling sites) – St. Martin's Cathedral. The occurrence was investigated on the lower one meter of the Presbyterium of St. Martin's Cathedral and the occurrence of algae and cyanobacteria was studied under a microscope using samples collected from 4 types of substrata from both the northern and southern side of the Presbyterium part. Overall, 4 species of cyanobacteria, 1 rhodophyte, 8 heterokontophytes and 14 chlorophytes, were recorded. There was no major difference in frequency of cyanobacteria and green algae either for aspect nor for substrata type. Heterokontophytes were more frequent on the northern versus the southern side of the monument. This indicates that there were significant differences in the microclimate between the N (north)- and S (south)- aspects on the different types of building stone. This enabled the survival and establishment of Heterokontophytes on the north-facing side of the Presbyterium which was characterized by shadier and more humid conditions. There was a weak correlation between the relative abundance of algae and cyanobacteria with regard to the North- and South-aspects on four rocky substrata (stone blocks). Only the siliceous substrata indicated a significantly lower diversity of representatives. In the distribution of green algae and cyanobacteria, the lack of correlation may be explained by interactions with other organisms, i.e. mosses. It was concluded that retained building stone in an urban area characterized by a microclimate are likely to function as substrate for new establishment of cyanobacteria and algae. This was observed on the north-facing side of the Presbyterium, where conditions were good for Heterokontophytes to prevail.

Keywords: Algae, Bratislava, biodeterioration, building stone, cyanobacteria, Slovakia.

Za charakteristické stredoveké monumenty Bratislavy sú považované Dóm sv. Martina a Bratislavský hrad a obe pamiatky tvoria dominantu mesta. Dóm sv. Martina je zároveň vhodný objekt na výskum účinku cyanobaktérií a rias ako biodeteriogénov na stavebnom kameni. Tento objekt je významný z historického, paleontologického, geologického a architektonického hľadiska. Výstavba katedrály sa začala po roku 1221 v románskom štýle, ale v 13. storočí bola poškodená vo vojne s Přemyslom Otakarom II. Architektonicky do veľkosti ako ju poznáme dnes bola rozšírená počas 14. storočia a dokončená až v roku 1452. V roku 1990 bol Dóm sv. Martina vyhlásený za národnú kultúrnu pamiatku (Žáry et al. 1990).

Cieľom výskumu bolo zistiť aktuálny stav nárastov na kamenných blokoch z hľadiska kolonizácie fototrofnými mikroorganizmami. Hlavný záujem sa zamerl na autekológiu cyanobaktérií a rias a na floristické charakteristiky vo vzťahu ku

konkrétne epilitickému substrátu. Explicitne išlo o to, zistiť výskyt cyanobaktérií a rias na rôznych stavebných kameňoch, vzájomné odlišnosti a či existuje závislosť ich výskytu medzi severnou a južnou expozíciou Presbyteria.

Cyanobaktérie a riasy sú známe aj ako tzv. biofilmy na povrchu kameňov v človekom vytvorených habitatoch, napr. v mestách na otvorených priestranstvách. Biofilmy sú objektami cieľného záujmu vedeckého výskumu len niekoľko posledných desaťročí ako uvádzajú napr. Kováčik (2000), Rindi & Guiry (2003), Uher et al. (2005). Rôzne vedné disciplíny sa zamerali na biofilmy používajúc rôzne metódy, ktorými sa ich snažia pochopiť. Nadmerná akumulácia biofilmu v pórovitých materiáloch (substrátoch) spôsobuje zmeny vo vlastnostiach a kvalitatívne mení ich charakter. Akumulácia biofilmu je výsledkom procesov transportu, transferov a transformácie na povrchu substrátu v interakcii s vonkajším prostredím (Characklis 1984). O subaerických cyanobaktériách a riasach ako komponentoch rôznych epilitických biofilmov na objektoch v mestskom prostredí vieme stále veľmi málo.

Materiál a metódy

Územie Bratislavy patrí do klimatickej zóny s miernymi zimami (priemerná ročná teplota 9,6 °C, január je najchladnejší mesiac roka a priemerný ročný úhrn zrážok cca 660 mm). Pre štatistické analýzy, vzorky boli zbierané počas jari 2004 z 8 miest (stavebných kameňov), zahŕňajúce 4 typy substrátov (pozri tab. 2). Z každého odberového miesta sa odobralo celkom 10 vzoriek a z každého substrátu po 20 vzorkách. Pre floristické údaje, vzorky boli odobraté zo štyroch typov kameňa počas jesene a jari 2001/2002 a 2003/2004, pričom boli zohľadnené detailné geologické údaje o jednotlivých stavebných kameňoch Presbyteria (Greif 1998). Odber vzoriek z kameňov sa uskutočnil z vizuálne detegovateľných farebných biofilmov, ako čierne, alebo väčšinou zelené, či zelenkavé mikrobiálne povlaky a krusty na kameni. Vzorky sa uchovávali v plastových alebo papierových vreckách v chladničke pri 4 °C v Laboratóriu experimentálnej fykologie na Katedre botaniky PriF UK v Bratislave. Laboratórna kultivácia je nevyhnutná pre taxonomické štúdie subaerických cyanobaktérií a rias, kvôli výraznému prekrytiu stielok mikroorganizmov nachádzajúcich sa v biofilme anorganickým materiálom, čo znemožňuje pozorovanie v mikroskopických preparátoch. Morfológia stielok bola preto zisťovaná ako z prírodného materiálu tak aj z nárastov laboratórných kultúr. Na kultiváciu boli použité médiá BG11 (Rippka et al. 1979), BG11₀ (Rippka 1988) a BBM (Smith & Bold 1966) v roztoku alebo spevnené 2%-ným agarom. Všetky kultivácie sa uskutočnili pri laboratórnej teplote okolo 20 °C, cca 60%-nej vlhkosti a žiarivkovom osvetlení cca 75 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ so svetelným režimom 16 : 8 h.

Na determináciu sa použila nasledovná literatúra: Frémy (1929), Geitler (1932), Pascher (1939), Desikachary (1959), Starmach (1966), Groover & Bold (1969), Ettl (1978), Komárek & Fott (1983), Anagnostidis & Komárek (1985), Hoffmann (1986), Komárek & Anagnostidis (1986), Anagnostidis & Komárek (1988), Ettl & Gärtner (1988), Komárek & Anagnostidis (1989), Hindák (1990), Round et al. (1990), Albertano & Kováčik (1994), Ettl & Gärtner (1995), Lokhorst (1996), Andrejeva (1998), Komárek & Anagnostidis (1998), Rifón-Lastra & Nogueroles-Seoane (2001) and John (2002).

Použitá analýza

Iba údaje prítomný/nepřítomný boli použité na porovnávaciu analýzu. Údaje vyjadrené v percentách nemohli byť použité kvôli semikvantitatívnym úrovniam (veľmi časté, časté, zriedkavé), ktoré vyjadrujú relatívnu početnosť jednotlivých zástupcov v analyzovaných mikroskopických preparátoch.

Chi-kvadrát test sa použil na analýzu, či frekvencia cyanobaktérií a rias vo vzorkách je závislá vo vzťahu k expozícii a typu substrátu, a preto bol použitý test nezávislosti. Testovala sa hypotéza H_0 : distribúcia taxónov je závislá od severnej a južnej orientácie (alebo typu substrátu). Použil sa interval spoľahlivosti 95 %. Ak vypočítaná hladina pravdepodobnosti je nižšia ako hladina významnosti (v tomto prípade hodnota 0,05), potom nulová hypotéza je zamietnutá (pozri tab. 3).

Výsledky a diskusia

Spolu bolo zistených 27 epilittických taxónov: 4 cyanobaktérie (15 %), 1 červená riasa (3 %), 8 rôznobičikátých rias (30 %) a 14 zelených rias (52 %) (pozri tab. 2).

Vzhľadom k celkovému počtu nájdených epilittických druhov, odberové miesto N3 (kalkrudit) predstavovalo najväčšiu diverzitu (15 druhov), kde dominovali najmä kokálne rôznobičikaté riasy (6 druhov). Odberové miesto S4 (kremitý pieskovec) sa vyznačovalo najnižšou diverzitou, len 5 taxónov. Pravdepodobne tento fakt vyplýva z fyzikálnych charakteristík substrátu (pozri tab. 1), čo potvrdzuje aj najnižší stupeň deteriorácie tohto typu substrátu (Greif 1988). Niektoré druhy sa vyskytovali na rôznych podkladoch, či už na severnej a južnej orientácii, ako sú *Chroococidiopsis umbratilis*, *Trebouxia glomerata* a *Stichococcus minutus*. Tieto taxóny preukazne úspešne kolonizovali všetky štyri typy substrátov. Pre celkovú distribúciu taxónov, sa zistila nejasná korelácia medzi relatívnou početnosťou týchto taxónov voči expozícii alebo voči typu substrátu. V rámci distribúcie zelených rias a cyanobaktérií, nepreukaznosť korelácie možno vysvetliť interakciami s inými organizmami, napr. machorastami. Len zástupcovia rôznobičikátých rias prevažovali na severne orientovaných kameňoch Presbytéria. Rod *Stichococcus* bol zastúpený 3 taxónmi a mal najvyššiu druhovú diverzitu na lokalite. Vlhkosť a adaptácia druhov na osmotický stres sú hlavnými faktormi ovplyvňujúcimi druhové zloženie a distribúciu v priestore a čase. Vlhkosť sa vzťahovala najmä na orientáciu. Vplyv substrátu na distribúciu cyanobaktérií a rias bol potvrdený len čiastočne; napr. v prípade endolitickej cyanobaktérie *Chroococidiopsis umbratilis*, ktorá sa vyskytovala len na vápenatých substrátoch s obsahom kalcitu.

Len niekoľko komplexných štúdií sa doposiaľ publikovalo z intravilánu miest a monumentov (napr. Rindi & Guiry 2003, Nogueroles-Seoane & Rifón-Lastra 2003, Darienko & Hoffmann 2003, Uher et al. 2005), ktoré sa zaoberali len určitým typom mestských biotopov. V našom prípade bola zvolená metodika odberu v rovnej výške 1 m od úrovne zeme, čo ovplyvnilo druhové zloženie, avšak zjednotilo štatistické spracovanie semikvantitatívnych údajov a umožnilo zistiť konkrétnu priestorovú a expozičnú distribúciu cyanobaktérií a rias na študovanej lokalite.

PodĎakovanie

Výskum bol financovaný z projektov Grantovej agentúry VEGA č. 1/9114/02 a Grantu pre doktorandov PríF UK 10/2002. Autori ďakujú prof. RNDr. Františkovi Hindákovi, DrSc. za pomoc pri determinácii cyanobaktérií a rias, ako aj za kritické pripomienky k rukopisu.

Literatúra

- Albertano, P. & Kováčik, L. 1994. Is the genus *Leptolyngbya* (Cyanophyta) a homogenous taxon? *Algol. Stud.* 75: 37–51.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1985. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1 – Introduction. *Archiv für Hydrobiologie, Suppl.* 71, *Algol. Stud.* 38/39: 291–302.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Oscillatoriales. In Modern approach to the classification system of Cyanophytes. *Algol. Stud.* 50-53: 327–472.
- Andrejeva, V. M. 1998. Počvnnije i aerofilnije zelenije vodorosli. Terrestrial and aerophilic green algae. (Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales). Nauka, Sankt Peterburg. p. 1–351.
- Darienko, T. & Hoffmann, L. 2003. Algal growth on cultural monuments in Ukraine. *Biologia (Bratislava)*. 58: 575–587.
- Ettl, H. 1978. Xanthophyceae. In Ettl H., Gerloff J. & Heynig H. (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Vol. 3. Gustav Fischer, Jena. p. 1–549.
- Ettl, H. & Gärtner, G. 1988. Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. In Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Vol. 10. Gustav Fischer, Stuttgart. p. 1–436.
- Ettl, H. & Gärtner, G. 1995. *Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen*. Gustav Fischer, Stuttgart; Jena; New York. 721 p.
- Desikachary, T. V. 1959. Cyanophyta. Indian Council for Agricultural Research, New Delhi. p. 1–686.
- Frémy, P. 1929. Les mixophycées de l'Afrique équatoriale française. *Archives de Botanique, Caen*, Tome III, Mém. 2: 1–508.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In Rabenhorst, L. (ed.). *Kryptogamen Flora* 14. Akademische Verlags-Gesellschaft, Leipzig. p. 1–1196.
- Greif, V. 1998. Štúdium porušnosti a vlastností stavebných hrominových blokov na historických objektoch. p. 1–63. PhD thesis, Bratislava, Comenius University in Bratislava.
- Groover, R.D. & Bold, H. C. 1969. Phycological Studies VIII. The taxonomy and comparative physiology of the Chlorosarcinales and certain other edaphic algae. *University of Texas Publication*. 6907: 165.
- Hindák, F. 1990. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). *Veda, Bratislava*. p. 1–225.
- Hoffmann, L. 1986. Cyanophycées aériennes et subaériennes du Grand-Duché de Luxembourg. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*. 56: 77–127.
- Characklis, W. G. 1984. Biofilm development: a process analysis. In Marshall, K. C. (ed.). *Microbial Adhesion and Aggregation* Springer, Berlin. p. 137–157.
- John, D. M. 2002. Orders Chaetophorales, Klebsormidiales, Microsporales, Ulotrichales. In John, D. M., Whitton, B. A. and Brook, A. J. (eds). *The freshwater algal flora of the British Isles*. Cambridge University Press, Cambridge. p. 433–468.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2 – Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie, Suppl.* 73 (2); *Algol. Stud.* 46: 157–179.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1998. Cyanoprokaryota I. Teil. Chroococcales. In Ettl, H., Gärtner, G., Heinig, H. & Mollenhauer D. (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd.19/1. Gustav Fischer, Jena; Stuttgart; Lübeck; Ulm. p. 1–548.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4 – Nostocales. *Archiv für Hydrobiologie, Suppl.* 82 (3); *Algol. Stud.* 46: 157–226.
- Komárek, J. & Fott, B. 1983. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung Chlorococcales. In Elster, H. J. & Ohle, W. (eds). *Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer*. Band XVI, 7. Teil, 1. Hälfte. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. p. 1–1 044.
- Kováčik, L. 2000. Cyanobacteria and algae as agents of biodegradation of stone substrata of historical buildings and other cultural monuments. In Choi, S. & Suh, M. (eds). *Proceedings of the New*

- Millenium International Forum on Conservation of Cultural Property. Daejeon, Korea, December 5.–8., 2000. Kongju National University, Kongju (Korea). p. 44–58.
- Lokhorst, G. M. 1996. Comparative taxonomic studies on the genus *Klebsormidium* (Charophyceae) in Europe. Cryptogamic Studies Vol. 5. Gustav Fischer, Stuttgart; Jena; New York. p. 1–132.
- Pascher, A. 1939. Heterokonten. In Pascher, A. (ed.). Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Vol. 11. Akademische Verlagsgesellschaft, Stuttgart. p. 1–1 092.
- Rifón-Lastra, A. & Nogueroles-Seoane, A. 2001. Green algae associated with granite walls of monuments in Galicia (NW Spain). Crypt., Algol. 22: 305–326.
- Rindi, F. & Guiry, M. D. 2003. Composition and distribution of subaerial algal assemblages in Galway City, western Ireland. Crypt., Algol. 24 (3): 245–267.
- Rippka, R. 1988. Isolation and purification of cyanobacteria. Methods in Enzym. 167: 3–27.
- Rippka, R., Deruelles, J., Waterburz, J. B., Herdman, M. & Stanier, R. Y. 1979. Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of Cyanobacteria. J. Gen. Microbiol. 111: 1–61.
- Round, F. E., Crawford, R. M. & Mann, D. G. 1990. The diatoms: biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge. 747 p.
- Smith, R. L. & Bold, H. C. 1966. Phycological studies VI. Investigations of the algal genera *Eremosphaera* and *Oocystis*. University of Texas Publication. 6 612: 1–121.
- Starmach, K. 1966. Cyanophyta – sinice, Glaucophyta – glaukofity. In Starmach, K. (ed.). Flora Ślaskowodna Polski. Vol. 2. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa. p. 1–808.
- Uher, B., Aboal, M. & Kováčik, E. 2005. Epilithic and chasmoendolithic phycoflora of monuments and buildings in South-Eastern Spain. Crypt., Algol. 26: 275–358
- Žáry, J., Bagin, A., Rusina, I. & Toranová, E. 1990. Dóm sv. Martina v Bratislave. Tatran, Bratislava. p. 1–152.

Tab. 1. Fyzikálne parametre stavebného kameňa Presbytéria Dómu sv. Martina (Greif 1998).

Physical parameters of building stone blocks of Presbyterium of St. Martin's Cathedral – rocky types (Greif 1998).

parametre	typy substrátu a miesto pôvodu stavebného kameňa (číslo substrátu)			
	kalkarenit, Wolfstahl (1)	oolitický vápenec, Wolfstahl (2)	kalkrudit, Hundsheim (3)	kremitý pieskovec, Sokolovce (4)
objemová hustota	2,2120 g.cm ⁻³	1,7440 g.cm ⁻³	2,1938 g.cm ⁻³	2,0830 g.cm ⁻³
špecifická hustota	2.6703 g.cm ⁻³	2,7265 g.cm ⁻³	2,6900 g.cm ⁻³	2,6621 g.cm ⁻³
pórovitosť	17,17 %	35,06 %	18,43 %	21,74 %
hmotnostná absorpcia	7,1 hmot. %	15,26 hmot. %	4,7 hmot. %	7,98 hmot. %
objemová absorpcia	14,77 obj. %	26,60 obj. %	10,18 obj. %	16,60 obj. %

Tab. 2: Distribúcia jednotlivých taxónov cyanobaktérií a rias na odberových miestach zo stavebných kameňov Presbyteria Dómu sv. Martina.

Tab. 2: Distribution of taxa on sampling sites of Presbyterium of St. Martin's Cathedral.

Taxóny	Relatívna početnosť	Odberové miesta							
		južná expozícia (S)				severná expozícia (N)			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Chroococidiopsis umbratilis</i>	+	○	●		●	○	○	
2	<i>Phormidium corium</i>	○		+		●	●	○	
3	<i>Leptolyngbya nostocorum</i>		○					○	
4	<i>Microcoleus vaginatus</i>	○		○					
5	* <i>Porphyridium purpureum</i>								+
6	<i>Chrysotila lamellosa</i>					+		+	
7	<i>Apistonema pyreginerum</i>	+		+					
8	<i>Heterococcus brevicellularis</i>	○		○			○	+	
9	<i>Xanthonema pascheri</i>						+		
10	<i>Botrydiopsis callosa</i>			+		+		+	
11	<i>Fragillaria construens</i>							+	
12	<i>Hantzschia amphioxys</i>							+	
13	<i>Navicula atomus</i>						+	+	+
14	<i>Desmococcus olivaceus</i>						+		●
15	<i>Muriella terrestris</i>				+		●	+	+
16	<i>Muriella decolor</i>					○			
17	<i>Characiopodium sp.</i>								+
18	<i>Tetracystis sarcinalis</i>						○		
19	<i>Trebouxia decolorans</i>				●		○	○	●
20	<i>Trebouxia glomerata</i>	●	●	●	●	○		●	●
21	<i>Chlorosarcinopsis minor</i>	○	+				●		+
22	<i>Coelastrella cf. striolata</i>	+							
23	<i>Klebsormidium crenulatum</i>		●	●	●				
24	<i>Klebsormidium flaccidum</i>	●				○	+	●	○
25	<i>Stichococcus bacillaris</i>					●		+	
26	<i>Stichococcus exiguus</i>			+					
27	<i>Stichococcus minutus</i>	+	+	+	●		○	+	○

Legenda

* druh nájdený len jedenkrát na jar 2002

● veľmi častý > 40–100 %

○ častý > 5–40 %

+ zriedkavý

(1) kalkarenit

(2) oolitický vápeneč

(3) kalkkrutit;

(4) kremitý pieskovec

Tab. 3. Relatívna abundancia a frekvencia cyanobaktérií a rias na stavebnom kameni (4 typy substrátov) s údajmi o prítomnosti resp. neprítomnosti taxónov vo vzorkách odobratých z výšky 1 m od zeme na stenách Presbytéria.

Relative abundance and frequency of cyanobacteria and algae on the building stone (4-type substrata) based on scorings of absent/present samples for the basal 1 m of the Presbyterium.

taxóny	sub- strát ^a	relatívna abundancia ^b				frekvencia ^c			
		0	1 (+)	2 (○)	3 (●)	sever (N)	juh (S)	spolu	P- hladina ^d
<i>Chroococcidiopsis umbratilis</i>	1	7	3	3	7	10	3	20	0,026 8
	2	3	2	15	-	10	7	20	0,342 8
	3	2	2	6	10	7	10	20	0,342 8
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Phormidium corium</i>	1	10	2	8	-	-	10	20	0,001 6
	2	10	-	3	7	10	-	20	0,001 6
	3	1	9	2	8	10	9	20	0,751 8
	4	11	1	8	-	9	-	20	0,001 5
<i>Leptolyngbya nostocorum</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	10	2	8	-	-	10	20	0,001 6
	3	10	3	7	-	10	-	20	0,001 6
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Microcoleus vaginatus</i>	1	11	-	8	1	-	9	20	0,001 5
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	10	1	7	1	-	10	20	0,001 6
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Chrysofila lamellosa</i>	1	11	8	1	-	9	-	20	0,001 5
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	10	10	-	-	10	-	20	0,001 6
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Apistonema pyreginerum</i>	1	10	9	1	-	-	10	20	0,001 5
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	12	8	-	-	-	8	20	0,001 3
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Heterococcus brevicellularis</i>	1	12	1	7	-	-	8	20	0,001 3
	2	10	2	8	-	10	-	20	0,001 6
	3	4	8	8	-	9	7	20	0,001 5
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Xanthonema pascheri</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	14	6	-	-	6	-	20	0,000 7
	3	20	-	-	-	-	-	20	-
	4	20	-	-	-	-	-	20	-

Pokračovanie/Continue

taxóny	sub- strát ^a	relatívna abundancia ^b				frekvencia ^c			
		0	1 (+)	2 (○)	3 (●)	sever (N)	juh (S)	spolu	P- hladina ^d
<i>Botrydiopsis callosa</i>	1	13	7	-	-	7	-	20	0,001 0
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	2	17	1	-	10	8	20	0,527 1
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Fragilaria</i> sp.	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	11	9	-	-	9	-	20	0,001 5
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Hantzschia amphioxys</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	10	8	2	-	10	-	20	0,001 6
	4	15	5	-	-	5	-	20	0,000 4
<i>Navicula atomus</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	11	9	-	-	9	-	20	0,001 5
	3	13	7	-	-	7	-	20	0,001 0
	4	10	9	1	-	10	-	20	0,001 6
<i>Desmococcus olivaceus</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	12	7	1	-	8	-	20	0,001 3
	3	20	-	-	-	-	-	20	-
	4	10	1	2	7	10	-	20	0,001 6
<i>Muriella terrestris</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	10	-	1	9	10	-	20	0,001 6
	3	11	8	1	-	9	-	20	0,001 5
	4	7	13	-	-	8	5	20	0,088 6
<i>Muriella decolor</i>	1	11	1	7	-	8	-	20	0,001 3
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	20	-	-	-	-	-	20	-
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Characium</i> sp.	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	20	-	-	-	-	-	20	-
	4	14	6	-	-	6	-	20	0,000 7
<i>Tetracystis sarcinalis</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	10	2	7	1	10	-	20	0,001 6
	3	20	-	-	-	-	-	20	-
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Trebouxia decolorans</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	10	-	9	1	10	-	20	0,001 6
	3	11	-	9	-	9	-	20	0,001 5
	4	2	-	5	13	10	8	20	0,527 1

Pokračovanie/Continue

taxóny	sub- strát ^a	relatívna abundancia ^b				frekvencia ^c			
		0	1 (+)	2 (○)	3 (●)	sever (N)	juh (S)	total	P- hladina ^d
	1	2	1	8	9	8	10	20	0,527 1
<i>Trebouxia glomerata</i>	2	10	-	2	8	-	10	20	0,001 6
	3	-	-	3	17	10	10	20	1,000 0
	4	-	1	1	18	10	10	20	1,000 0
	1	11	-	9	-	-	9	20	0,001 5
<i>Chlorosarcinop- sis minor</i>	2	3	7	1	9	10	7	20	0,342 8
	3	20	-	-	-	-	-	20	-
	4	13	7	-	-	7	-	20	0,001 0
<i>Coelastrella</i> cf. <i>striolata</i>	1	16	4	-	-	-	4	20	0,000 2
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	20	-	-	-	-	-	20	-
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Klebsormidium crenulatum</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	11	-	2	7	-	9	20	0,001 5
	3	10	1	1	8	-	10	20	0,001 6
	4	10	1	-	9	-	10	20	0,001 6
<i>Klebsormidium flaccidum</i>	1	3	2	9	6	10	7	20	0,342 8
	2	11	9	-	-	9	-	20	0,001 5
	3	10	-	2	8	10	-	20	0,001 6
	4	12	1	7	-	8	-	20	0,001 3
<i>Stichococcus bacillaris</i>	1	10	1	3	6	10	-	20	0,001 6
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	13	5	2	-	7	-	20	0,001 0
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Stichococcus exiguus</i>	1	20	-	-	-	-	-	20	-
	2	20	-	-	-	-	-	20	-
	3	14	5	1	-	-	6	20	0,000 7
	4	20	-	-	-	-	-	20	-
<i>Stichococcus minutus</i>	1	11	6	3	-	-	9	20	0,001 5
	2	4	5	11	-	10	6	20	0,205 9
	3	2	17	1	-	10	8	20	0,527 0
	4	4	1	8	8	7	9	20	0,317 3

Legenda

- ^a Substráty – stavebný kameň: (1) kalkarenit, (2) oolitický vápenec, (3) kalkrudit, (4) kremitý pieskovec;
^b Hodnoty vyjadrujúce počet vzoriek v ktorých taxón predstavoval relatívnu početnosť: (0) neprítomný, (1) zriedkavý < 5 %, (2) subdominant > 5–40 %, (3) dominant > 40–100 %
^c Údaje pre úplnú frekvenciu zistenú z vyhodnotení celého substrátu. Severná (N) a južná (S) expozícia ukazuje vyhodnotenie pre každý substrát na severe a na juh
^d Chi-kvadrát test, hladina významnosti P = 0,05

Na každý substrát sa odobralo 20 vzoriek, t.j. 10 vzoriek zo severnej a 10 z južnej strany Presbytéria.

Legend

- ^a Substrata – building stone: (1) calcarenite, (2) oolithic limestone, (3) calcrudit, (4) quartzose sandstone;
^b Values given the number of samples in which the taxon covered on area of: 0 absent, (1) rare < 5 %, (2) subdominant > 5–40 %, (3) dominant > 40–100 %
^c Data for total frequency are based on scorings for whole substrata. The N- and S- aspect are based on scoring from the northern and southern quarter for substrata
^d Chi-square test for the aspect data, significant value = 0.05

Per one rocky substrate were collected 20 samples, i.e. 10 samples from northern side and 10 samples from southern side.