

Epilitická fykoflóra vybraných antropogénnych objektov mesta Bratislavy

Epilithic phycoflora on the selected antropogenic objects in Bratislava (Slovakia)

¹MIROSLAV KAPUSTA & ²LUBOMÍR KOVÁČIK

¹*Štátny zdravotný ústav, Cesta k nemocnici 1, 975 56 Banská Bystrica*

²*Katedra botaniky PriF UK, Révová 39, 811 02 Bratislava*

First data about epilithic cyanophytes/cyanobacteria and algae growing on altogether 46 antropogenic objects (sandstone, limestone, marble, travertine and vulcanic monuments and the building plaster) in Bratislava, the capital of Slovakia, are given. The algae were studied by means of cultures. A total of 43 taxa were identified, comprising 16 Cyanophyta, 5 Chromophyta and 22 Chlorophyta. Out of them, 14 taxa (marked in the list with an asterisk) are newly recorded from the territory of Slovakia.

V rokoch 1997-1999 sme uskutočnili výskum epilitickej fykoflóry na vybraných antropogénnych objektoch architektonicko-kultúrneho významu Bratislavy, z ktorých mnohé majú charakter historických pamiatok. Jeho prvoradým zámerom bolo prebádať a floristicky spracovať epilitické sinice a riasy z nárastov na kamennom substráte vybraných kultúrnych pamiatok v intraviláne mesta. Ďalším cieľom bolo poukázať na to, že svojou ubikvitnou prítomnosťou na nich nielenže narušajú celkový estetický dojem, ale aj na to, že ako jedny z prvých a dominantných zložiek epilitickej biocenózy sa svojím rastom a biologickou aktivitou podieľajú na ich poškodzovaní, tzv. biodeteriorizácii.

Vzorky epilitických siníc a rias sme odoberali sterilne z rôznych kamenných substrátov (pieskovec, vápenec, mramor, travertín, vulkanity, omietka) v nepravidelných intervaloch od mája 1997 do decembra 1999. Časť odobraného materiálu sme kultivovali v laboratóriu a časť priamo pozorovali optickým mikroskopom. Sinice a riasy sme pestovali v tekutom a pevnom živnom médiu (s 1,5 % agarom), resp. v tzv. bifáze (Davis 1967), pričom sme použili kultivačné roztoky Z podľa Zehndera (Staub 1961) a BG11 (Rippka et al. 1979). Kultúry sme udržiavali pri konštantnej teplote (22 °C) a permanentnom žiarivkovom osvetlení (2480 lx; 9,19 W m⁻²; 47,8 μmol m⁻²s⁻¹). Počas laboratórnej kultivácie sme izolovali jednodruhové kmeňové kultúry, ktoré sme využili na hlbšie štúdium morfolologickej variability a životného cyklu. Na taxonomické vyhodnotenie kultúr siníc a rias sme použili viaceré identifikačné kľúče a monografie (Albertano & Kováčik 1994, Andrejeva 1975,

Ettl & Gärtner 1995, Gardner 1927, Geitler 1932, Hindák et al. 1978, Hindák 1996, Komárek & Anagnostidis 1999, Komárek & Fott 1983, Krammer & Lange-Bertalot 1986, Starmach 1966, Starr 1955) a pri systematickom zatriedení sme sa pridržovali prác Anagnostidis & Komárek (1985, 1988), Komárek & Anagnostidis (1986, 1989) a Ettl & Gärtner (1995).

Miesta odberu vzoriek sme spravidla vyberali podľa prítomných, voľným okom viditeľných nárastov, ktoré sme doplnili o lokality s potenciálne možnou mikroflórou. Dalším kritériom voľby odberových miest bol ich historicko-kultúrny význam, pričom vo väčšine išlo o historické objekty a rôzne kamenné výtvary s významom pre súčasný spoločenský život mesta.

Zoznam odberových miest

Hrad a Podhradie

1 hradný palác, 2 Žigmundova brána hradného opevnenia, 3 reštaurácia Parlamentka, 4 socha Kľúčiara edenského pred budovou NR SR, 5 vodná veža pri nábreží Dunaja, 6 kostol Najsv. Trojice na Žižkovej ulici, 7 pravoslávny kostol sv. Mikuláša

Pamiatky Starého mesta

8 Dóm sv. Martina, 9 kostol klarisiek, 10 kláštor klarisiek, 11 kostol františkánov, 12 kaplnka sv. Kataríny, 13 Michalská brána, 14 socha sv. Jána Nepomuckého, 15 socha archanjela Michala, 16 fontána so súsoším sv. Juraja s drakom, 17 primaciálny palác, 18 Maximiliánova fontána (Rollandova fontána), 19 trojičný stĺp na Rybnom námestí, 20 studňa na nádvorí Academia Istropolitana, 21 renesančný dom č. 10 na Sedlárskej ulici, 22 renesančný dom č. 8 na Kapitulskej ulici, 23 socha ženy s krčahom na Františkánskom námestí

Pamiatky prímestských štvrtí

24 mariánsky stĺp pred kostolom kapucínov, 25 stĺp sv. Floriána pred blumentálskym kostolom, 26 gréckokatolícky kostol Povýšenia sv. Kríža, 27 dom č. 10 na Štúrovej ulici, 28 dom č. 9 na Dobrovičovej ulici, 29 obchodný dom Tesco, 30 justičný palác, 31 autobusová stanica Mlynské Nivy

Sochy v Sade Janka Kráľa

32 socha Janka Kráľa, 33 socha Olgy Britschelovej, 34 socha Sándora Petöfiho

Pomníky v Horskom parku

35 pomník Henricha Justiho, 36 pomník Jána Andreja Bäumlera

Devínske hradné bralo

37 renesančný palác, 38 Garayovský palác, 39 citadela

Antické pamiatky v Rusovciach

40 Limes Romanum

Náhrobky bratislavských cintorínov

41 náhrobok bratislavského Robinsona na Ondrejskom cintoríne, 42 náhrobok poručíka Wowyho na evanjelickom cintoríne pri Kozej bráne, 43 náhrobok manželov Malitzkých na cintoríne sv. Mikuláša pod hradom, 44 náhrobný kameň z roku 1902 v tvare zlomeného stĺpa na neologickom židovskom cintoríne

Slavín

45 schodisko k obradnej sieni pamätníka, 46 individuálny náhrobok V. I. Sineľnikova

Na 46 odberových miestach sme počas dvojročného štúdia zistili celkom 43 taxónov siníc a rias patriacich do 30 rodov, z toho 30 druhov, 1 varieta a 6 neúplne určených druhov (Bližšie určenie 6 rodov na úroveň druhu nebolo možné buď z dôvodu absencie niektorých diakritických znakov, alebo sme v dostupnej literatúre nenašli druhy, ktorých charakteristiky by boli zhodné s našimi kultúrami. Neúplne určené druhy zas fenotypicky zodpovedali určeným druhom, no niektorými morfológickými, chorologickými alebo ekologickými znakmi sa predsa od nich odlišovali; preto vyžadujú si ešte ďalšie štúdium). Nových taxónov pre fykoflóru Slovenska je 14, z nich 6 patrí do triedy Cyanophyceae, 6 patrí do triedy Chlorophyceae a 2 do triedy Ulvophyceae (cf. Hindák & Hindáková 1998). V nasledovnom zozname udávame nájdené taxóny siníc a rias v abecednom poradí podľa jednotlivých systematických skupín spolu s miestami výskytu, ktoré sú totožné s číslami uvedenými v zozname odberových miest. Nové taxóny pre flóru siníc a rias Slovenska sú označené hviezdíčkou (*) pred vedeckým menom.

Tab. 1. Počet nájdených taxónov jednotlivých taxonomických skupín siníc a rias
 Numeric outline of taxa of cyanophytes/cyanobacteria and algae

oddelenie	trieda	rad	rod	druh	varieta	neúplne určený druh	
Cyanophyta	Cyanophyceae	Chroococcales	3	3		2	
		Oscillatoriales	4	5		1	
		Nostocales	2	1		2	
Chromophyta	Bacillariophyceae	Pennales	3	4	1		
Chlorophyta	Chlamydomphyceae	Chlorococcales	3				
		Chlorophyceae	Chlorellales	9	9		1
			Chaetophorales	2	2		
		Ulvophyceae		1	1		
			Pleurastrales	1	1		
	Charophyceae	Klebsormidiales	2	4			
		spolu	30	30	1	6	

Zoznam taxónov a ich výskyt na jednotlivých lokalitách

CYANOPHYTA

CYANOPHYCEAE

Chroococcales

Aphanothece cf. *hegewaldii* - 2, 4, 7, 11, 13, 16, 18, 20, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 32, 33, 39, 46; **Chroococcus varius* A. Braun in Rabenh. - 5, 41; *Ch. pallidus* - 4; *Synechococcus elongatus* - 2, 11, 29; *Synechocystis* cf. *primigenia* - 4, 8, 11, 18, 19, 29, 32, 34, 35

Oscillatoriales

Leptolyngbya cf. *fragilis* - 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 16, 18, 19, 21, 24, 26, 29, 32, 34, 38, 41, 43, 44, 45; **L. tenuis* (Gomont) Anagn. et Komárek - 39; **L. nostocorum* (Bornet ex Gomont) Anagn. et Komárek - 5, 21, 40; *Leptolyngbya* sp. - 4; **Oscillatoria schroeteri* (Hansg.) Forti - 4; *Pseudanabaena* sp. - 8, 32; *Phormidium autumnale* - 4, 8, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 32, 38, 41, 44, 45, 46; **P. calcareum* Kütz. - 21

Nostocales

Calothrix cf. *conica* - 2, 8, 13, 18, 20, 26, 30, 32, 34, 35; **Nostoc passerianum* Bornet et Thur. - 4, 8, 13, 18, 20, 29, 34, 41, 46; *N. cf. ellipsosporum* - 18;

CHROMOPHYTA

BACILLARIOPHYCEAE

Pennales

Hantzschia amphioxys - 1, 4, 8, 18, 21, 30; *Navicula festiva* - 1, 2, 6, 8, 21, 26, 30, 39; *N. minuscula* var. *muralis* - 8, 17, 18; *N. nivalis* - 2, 4, 30; *Pinnularia borealis* - 10, 20, 41

CHLOROPHYTA

CHLAMYDOPHYCEAE

Chlorococcales

Chlorococcum sp. - 1, 5, 10, 19, 20, 21, 27, 28, 30, 39; *Haematococcus* sp. - 22; *Tetracystis* sp. - 4

CHLOROPHYCEAE

Chlorellales

**Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová - 1; *Ecdysichlamys* sp. - 11, 25; *Chlorella ellipsoidea* - 1; **Ch. kessleri* Fott et Nováková - 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 18, 19, 21, 26, 27, 34, 38, 40, 43; *Ch. minutissima* - 16, 19, 22, 37, 40, 42; *Chlorobion lunulatum* - 1, 3, 4, 14, 15, 25; **Chlorosarcinopsis gelatinosa* Chantan. et Bold - 4, 9, 22, 24, 29, 33, 34, 38; *Choricystis chodatii* - 1, 4, 7, 10, 18, 21, 27, 31, 34, 40, 41, 46; **Lobosphaeropsis lobophora* (Andrejeva) Ettl et Gärtner - 2, 38, 45; **Muriella terrestris* J. B. Petersen - 1, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 35, 41, 46; *Scenedesmus* cf. *obtusiusculus* - 18, 21

Chaetophorales

**Apatococcus lobatus* (Chodat) J. B. Petersen - 6, 11, 12, 17, 21; *Desmococcus olivaceus*- 3, 4, 5, 7, 8, 18, 20, 26, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 41, 42, 43, 44

ULVOPHYCEAE

Ulothrichales

**Pseudendoclonium basiliense* Vischer - 24, 25, 37, 40

Pleurastrales

**Trebouxia arboricola* Puym. - 11, 32, 34, 36, 42, 44

CHAROPHYCEAE

Klebsormidiales

Klebsormidium dissectum - 4, 27; *K. flaccidum* - 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 41, 43, 44, 45; *Stichococcus bacillaris* - 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 27, 28, 34, 35, 37, 40, 45, 46; *S. minutus* - 9, 10, 11, 32, 33, 34.

Z tabuľky 1 a uvedeného zoznamu vidieť, že hlavnú zložku epilithických riasových spoločenstiev na sledovaných antropogénnych objektoch tvoria sinice (16 taxónov) a zelené riasy (22 taxónov), v menšom množstve sú zastúpené rozsievky (4 druhy a 1 varieta). Z oddelenia Cyanophyta sa na mnohých miestach bežne vyskytovali *Aphanothece* cf. *hegewaldii*, *Leptolyngbya* cf. *fragilis*, *Phormidium autumnale*, *Calothrix* cf. *conica* a *Nostoc passerianum*. z čoho vyplýva, že relatívne najčastejšie boli vláknité typy (Tab. 2). Oddelenie Chromophyta zastupovala jediná trieda Bacillariophyceae, a to s dominantnými penátnymi rozsievkami *Hantzschia amphioxys*, *Navicula festiva* a *N. nivalis*, ktoré len dopĺňali spoločenstvá siníc a zelených rias. Z oddelenia Chlorophyta boli hojne rozšírené *Chlorococcum* sp., *Bracteacoccus minor*, *Chlorella kessleri*, *Ch. minutissima*, *Chlorolobion lunulatum*, *Chlorosarcinopsis gelatinosa*, *Choricystis chodatii*, *Muriella terestris*, *Desmococcus olivaceus*, *Klebsormidium flaccidum* a *Stichococcus bacillaris*, čiže celkovo všade prevládali kokální zástupcovia tohto oddelenia (Tab. 2).

Tab. 2. Zastúpenie jednotlivých typov vývojových stupňov stielky v bratislavskej epilithickej fykloflóre

The ratio of types of level of the thallus organisation in the epilithic phycoflora in Bratislava

Vývojový stupeň stielky	Počet druhov
bičíkatý	1
kokálny	25
pseudoparenchýmový	2
heterotrichálny	1
vláknitý	15

Mnohé z taxónov nájdených na bratislavských objektoch boli už zaznamenané z kamenných stien rozmanitých pamiatok vyskytujúcich sa v rôznych oblastiach sveta, najmä však v teplejších klimatických pásmach (Albertano 1993, Dan et al. 1982, Favali et al. 1978, Grilli-Caiola et al. 1987, Noguerol-Seoane & Rifón-Lastra 1997, Ortega-Calvo et al. 1993, Pantazidou 1996, Tripathy et al. 1997, Schlichting 1975). Ide zrejme o kozmopolitne rozšírené typy, ako rody: *Chroococcus*, *Calothrix*, *Leptolyngbya*, *Phormidium*, *Hantzschia*, *Navicula*, *Chlorella*, *Chlorococcum*, *Klebsormidium*, *Stichococcus* a *Trebouxia*. Naproti tomu sa nám nepodarilo potvrdiť v literatúre často uvádzané rody *Chroococcidiopsis*, *Gloeocapsa*, *Plectonema*, *Scytonema*, *Tolypothrix*, *Pseudococcomyxa* a *Trentepohlia* (Adhikary & Satapathy 1996, Albertano 1993, Chang 1994, Nienow 1996, Noguerol-Seoane & Rifón-Lastra 1997, Pietrini & Ricci 1993, Satapathy & Adhikary 1993, Wessels & Büdel 1995). Zaujímavú skupinu tvoria taxóny, s ktorými sme sa mimo identifikačných kľúčov v monotematických štúdiách o subaerickej epilickej fykoflóre stretli zriedka, a to rody *Aphanothece*, *Synechococcus*, *Synechocystis*, *Pseudanabaena*, *Pinnularia*, *Haematococcus*, *Tetracystis*, *Chlorolobion*, *Chlorosarcinopsis*, *Choricystis*, *Lobosphaeropsis*, *Muriella*, *Ecdysichlamys* a *Pseudendoclonium*.

Na jednotlivých objektoch sme pozorovali rôzne prejavy biodeteriorizácie v rozličných štádiách rozvoja s viac či menej zreteľnými alebo vôbec neviditeľnými nárastami siníc a rias. Na mechanicky najviac poškodených pamiatkach z lokalít 2, 11, 21, 22, 26, 27 a 38 sa vyskytovali sinice a riasy vo forme krúst a depozitov, ktoré sa často a v značnej miere odlupovali (tzv. exfoliácia a deskvamácia).

Zrealizovaný prieskum bratislavskej epilickej fykoflóry bol z hľadiska botanického výskumu a prístupu k deštrukcii a ochrane pamiatok na Slovensku prieskumom priekopníckym a do budúcnosti si vyžaduje svoje ďalšie a hlbšie pokračovanie.

Podakovanie

Výskum bol súčasťou projektu VEGA č. 1/4182/97.

Literatúra

- Adhikary S. P. & Satapathy D. P., 1996: *Tolypothrix byssoidea* (Cyanophyceae/Cyanobacteria) from temple rock surfaces of coastal Orissa, India. - Nova Hedwigia 62: 419-423.
- Albertano P., 1993: Epilithic algal communities in hypogean environment. - Giorn. Bot. Ital. 127: 386-392.
- 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 classification system of cyanophytes. 1 - Introduction. - Algol. Stud. 50/53: 327-472.

- Anagnostidis K. & Komárek J., 1988: Modern approach to classification system of cyanophytes. 3 - Oscillatoriales. - *Algol. Stud.* 38/39: 291-302.
- Andrejeva V. M., 1975: Rod *Chlorella*. morfologia, sistematika, principy klasifikacii. Nauka, Leningrad.
- Dan T. K., Sreedharan V. P., Patel M. & Rohatgi F. K., 1982: The mechanisms of blackening of tile surfaces. - *Int. Biodeterior. Bull.* 18: 99-104.
- Davis J. S., 1967: A technique for long term maintenance of alga cultures. - *Transac. Illinois St. Acad. Sci.* 60: 1-109.
- Ettl H. & Gärtner G., 1995: Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.
- Favali M. A., Barbieri N. & Bassi M., 1978: A green alga growing on a plastic film used to protect archeological remains. - *Int. Biodeterior. Bull.* 14: 89-93.
- Gardner N. L., 1927: New Myxophyceae from Porto Rico. - *Mem. N. Y. Bot. Garden* 7: 1-144.
- Geitler L., 1932: Cyanophyceae. - In: Rabenhorst L. (ed.), *Kryptogamen Flora* 14. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, pp. 1-1196.
- Grilli-Caiola M., Forni C. & Albertano P., 1987: Characterization of the algal flora growing on ancient roman frescoes. - *Phycologia* 26: 387-396.
- Hindák F. et al., 1978: Sladkovodné riasy. SPN, Bratislava.
- Hindák F., 1996: Kľúč na určovanie nerozkonárených vláknitých zelených rias. - *Bull. Slov. Bot. Spoločn. - Suppl.* 1, Bratislava.
- Hindák F. & Hindáková A., 1998: Sinice/cyanobaktérie a riasy. - In: Marhold K. & Hindák F. (eds.), *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Veda, Bratislava, pp. 12-100.
- Chang P. T., 1994: Algal mats on a cliff wall washed over by rainwater. - *Ber. Bayer. Bot. Ges. Erfors. Heim. Flora* 64: 57-60.
- Komárek J. & Fott B., 1983: Das Phytoplankton des Süßwassers 7. Teil, 1. Hälfte. - In: Huber-Pestalozzi G. (ed.), *Die Binnengewässer*, Band XVI, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, p. 1044.
- Komárek J. & Anagnostidis K., 1986: Modern approach to classification system of cyanophytes. 2 - Chroococcales. - *Algol. Stud.* 43: 157-226.
- Komárek J. & Anagnostidis K., 1989: Modern approach to classification system of cyanophytes. 4 - Nostocales. - *Algol. Stud.* 56: 247-345.
- Komárek J. & Anagnostidis K., 1999: Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. - In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 19/1, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, p. 548.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H., 1986: Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae - In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa* Band 2/1, Gustav Fischer Verlag, Jena, p. 876.
- Nienow J. A., 1996: Ecology of subaerial algae. - *Nova Hedwigia* 112: 537-552.
- Noguerol-Seoane A. & Rifon-Lastra A., 1997: Epilithic phycoflora on monuments: a survey of San Esteban de Ribas de Sil Monastery (Lugo). - *Anal. Jard. Bot. Madrid* 54: 37-42.
- Ortega-Calvo J., Ariño X., Hernandez-Marine M. & Saiz-Jimenez C., 1995: Factors affecting the weathering and colonization of monuments by phototrophic microorganisms. - *Sci. Total. Environ.* 167: 329-341.
- Pantazidou A., 1996: Cyanophytes (Cyanobacteria) in lighted parts of various Greek caves. - *Algol. Stud.* 83: 455-456.

- Pietrini A. M. & Ricci S., 1993: Occurrence of calcareous blue-green alga, *Scytonema julianum* (Kütz.) Meneghini, on the frescoes of a church carved from the rock in Matera, Italy. - *Cryptogam. Bot.* 3: 290-295.
- Rippka R., Deruelles J., Waterbury J. W., Herdman M. & Stanier R. G., 1979: Genetic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. - *J. Gen. Microbiol.* 11: 1-61.
- Satapathy D. P. & Adhikary S. P., 1993: Epilithic algae from temple walls and caves at Buhaneswar, Puri and Kornak. - *Phycos* 32: 17-20.
- Schlichting H. E., 1975: Some subaerial algae from Ireland. - *Brit. phycol. J.* 10: 257-261.
- Starmach K., 1969: Cyanophyta - sinice, Glaucophyta - glaukofity - In: *Flora slodkowodna Polski*, Tom 2, Warszawa, p. 806.
- Starr C. R., 1955: A comparative study of *Chlorococcum* Meneghini and other spherical zoospore-producing genera of the Chlorococcales. Indiana University Press, Bloomington.
- Staub R., 1961: Ernährungsphysiologisch-autökologische Untersuchungen an der planktonischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC. - *Schweiz. Z. Hydrol.* 23: 82-198a.
- Tripathy P., Roy A. & Adhikary S. P., 1997: Survey of epilithic blue-green algae (cyanobacteria) from temples of India and Nepal. - *Algol. Stud.* 87: 43-57.
- Weesels J. C. D. & Büdel B., 1995: Epilithic and cryptoendolithic cyanobacteria of Clarens sandstone cliffs in the Golden Gate Highlands National Park, South Africa. - *Bot. Acta* 108: 220-226.