

## **Epilitické cyanobaktérie subaerických biotopov v Národnom parku Slovenský raj (1998 – 2000)**

### **Epilithic cyanobacteria of subaerial habitats in National Park Slovak Paradise (1998 – 2000)**

BOHUSLAV UHER & LUBOMÍR KOVÁČIK

*Katedra botaniky PríF UK, Révová 39, 811 02 Bratislava 1*

Species composition of subaerial cyanobacteria in 8 gorges of National Park Slovenský raj (Prielom Hornádu, Kláštorská roklina, Kysel', Suchá Belá, Piecky, Sokol, Zelená dolina and Stratenský kaňon), was investigated over a period of three years with samples collected and monospecific cultures cultivated. A total of 41 genera and 102 species of cyanobacteria were determined. The coccal cyanobacteria (Chroococcales) with 54% are dominating in these subaerial calcareous habitats.

I napriek výraznej botanickej atraktívnosti je územie Národného parku (NP) Slovenský raj po fykologickej stránke pomerne málo preskúmané (Kalchbrenner 1866, Scherffel 1902, 1907, Uherkovich 1942, 1943, 1966, 1967, Bílý et al. 1952, Hindák 1986). Ďalšie dve práce Práta (1926, 1929) sa týkajú tiež danej oblasti, ale autor sa zaoberal iba problematikou kultivácie cyanobaktérií determinovaných len do rodu. Časť z vlastných zberov poskytol F. Nováčkovi na druhové určenie. K lokalizácii zberu týchto vzoriek samotný Nováček (1934, p. 40 – 41) píše: „V tom ohľadu jsou zajímavá společenstva na vápencích mezi Popradem, Spišskou Novou Vsí a Dobšinskou jeskyní, které studoval S. Prát. Ekologickou charakteristiku těchto stanovisek podává autor takto: příkré skalní stěny, na nichž se objevují praménky, takže všude jest dosti vlhkosti...”. Ide nepochybne o subaerickú fykoflóru z územia NP Slovenský raj, kde autor uvádza 31 druhov cyanobaktérií a medzi veľmi časté a typické zaraďuje druhy *Gloeocapsa nigrescens*, *Gloeotheca fuscolutea*, *Nostoc macrosporum*, *Calothrix parietina*, *Dichothrix gypsophila*, *Scytonema myochrous*, *Schizothrix calcicola* a *S. lardacea*.

Cieľom nášho výskumu na území NP Slovenský raj bolo predstaviť subaerické epilitické cyanobaktérie v roklinách zo zberov v rokoch 1998 – 2000. Popri štúdiu taxonómie a autekológie s využitím potenciálu ich druhovej morfolologickej variability sme skúmali prejavy niekoľkých druhov aj v podmienkach laboratórnych kmeňových kultúr. Prvé čiastkové výsledky sme už publikovali v dvoch prácach (Uher & Kováčik 1999, 2000), ktoré sme neskôr

podrobili taxonomickej revízii.

Za celé obdobie výskumu v NP Slovenský raj (1998 – 2000) vo vzorkách zo subaerických stanovišť na 8 lokalitách sme zistili celkom 41 rodov a 102 druhov cyanobaktérií; z toho je 55 z radu Chroococcales (54%), 27 z radu Oscillatoriales (26%) a 20 z radu Nostocales (20%).

Dominantnou zložkou druhovej diverzity subaerického epilítou vo všeobecnosti sú cyanobaktérie (cf. Jaag 1945, Johansen 1981, Johansen et al. 1983a, Chang 1994, Pantazidou 1996, Büdel 1996 a i.) a toto môžeme potvrdiť aj na území NP Slovenský raj. Medzi najčastejšie sa vyskytujúce taxóny patria: *Aphanothece caldariorum*, *A. castagnei*, *Gloeothece abiscoensis*, *Synechococcus sciophilus*, *Aphanocapsa muscicola*, *Synechocystis primigenia*, *Eucapsis carpatica*, *Gloeocapsa alpina*, *G. atrata*, *G. sanguinea*, *Chroococcus montanus*, *Ch. turgidus*, *Siphononema polonicum*, *Hydrococcus rivularis*, *Chroococcidiopsis fissurarum*, *Pleurocapsa aurantiaca*, *P. minor*, *Leptolyngbya ercegovicii*, *L. nostocorum*, *Schizothrix vaginata*, *Phormidium incrustatum*, *Ph. undosum*, *Homoeothrix crustacea*, *Calothrix parietina*, *Dichothrix gypsophila*, *Nostoc microscopicum*, *N. paludosum* a *N. verrucosum*. Medzi najčastejšie asociácie na vlhkých stanovištiach patrí *Aphanocapso-Chroococcetum*, kde dominujú druhy *Aphanocapsa fusco-lutea*, *Aphanothece castagnei* a *Chroococcus turgidus*; *Dichothricetum gypsophilae*, kde dominuje druh *Dichothrix gypsophila*, potom druhy *Gloeocapsa compacta*, *G. kuetzingiana*, *Schizothrix affinis* a *Scytonema myochrous*; *Calothricetum parietinae*, kde dominuje *Calothrix parietina*, potom *Gloeocapsa alpina* a *G. compacta*; a *Scytonemo-Gloeocapsetum* (*Petalonemo-Gloeocapsetum*), kde dominuje *Petalonema alatum*, potom *Gloeocapsa sanguinea* a *G. compacta*. Vzácnnejšie sa vyskytuje spoločenstvo *Tolypothricetum byssoideae*, kde dominuje *Tolypothrix byssoidea*, potom *Gloeocapsa kuetzingiana* alebo *G. sanguinea*. Uvedené spoločenstvá cyanobaktérií sú v zhode s asociáciami na dolomitoch a vápencoch v Juhoslávii, ktoré opísal Golubić (1967).

Nasledujúci zoznam obsahuje všetky druhy cyanobaktérií súhrnne za celé obdobie výskumu 1998 – 2000, ktoré sme zistili v jednotlivých roklinách (1 – Prielom Hornádu, 2 – Kláštorská roklna, 3 – Kysel', 4 – Suchá Belá, 5 – Piecky, 6 – Sokol, 7 – Zelená dolina, 8 – Stratenský kaňon).

## CYANOBACTERIA

### Chroococcales

#### Synechococcaceae

*Aphanothece caldariorum* (1 – 7), *A. castagnei* (1 – 8), *A. microscopica* (1, 3 – 7), *A. pallida* (2 – 6), *A. saxicola* (1, 3, 5 – 7), *Cyanobium diatomicola* (1, 3 – 5), *Cyanodictyon endophyticum* (2, 4), *Cyanothece aeruginosa* (1, 4, 5), *Gloeothece abiscoensis* (1 – 7), *G. confluens* (1 – 5), *G. rupestris* (2, 4, 5), *Synechococcus sciophilus* (1 – 5)

## Merismopediaceae

*Aphanocapsa fusco-lutea* (1, 2, 4 – 7), *A. muscicola* (1 – 7), *A. parietina* (1 – 5, 7), *A. rivularis* (2 – 5, 7, 8), *Merismopedia minima* (1 – 6), *M. elegans* (2, 4, 6, 8), *Synechocystis endobiotica* (1, 2, 4, 5), *S. pevalekii* (1, 2, 4, 5, 7, 8), *S. primigenia* (1 – 8)

## Microcystaceae

*Eucapsis alpina* (2, 4), *E. carpatica* (1 – 8), *Gloeocapsa alpina* (1 – 5, 7, 8), *G. atrata* (1 – 7), *G. bituminosa* (1, 2, 4 – 7), *G. caldariorum* (2 – 6), *G. compacta* (1 – 5, 8), *G. conglomerata* (1, 4), *G. kuetzingiana* (1, 3, 5, 8), *G. nigrescens* (2 – 7), *G. punctata* (1 – 5, 8), *G. ralfsii* (4, 6), *G. sanguinea* (1 – 8)

## Chroococcaceae

*Chroococcus ercegovicii* (1, 5), *Ch. lithophilus* Erceg. (1, 3, 5), *Ch. minor* (2 – 5), *Ch. minutus* (2 – 5), *Ch. montanus* Hansg. (1 – 8), *Ch. turgidus* (1 – 7), *Ch. varius* (1 – 5), *Gloeocapsopsis pleurocapsoides* (4, 5), *G. magna* (3 – 5), *Pseudocapsa dubia* (2 – 7)

## Enthophysalidaceae

*Lithocapsa fasciculata* (3 – 5), *Siphononema polonicum* (1 – 6)

## Hydrococcaceae

*Hydrococcus rivularis* (1, 2, 4 – 8)

## Chamaesiphonaceae

*Chamaesiphon britannicus* (2, 4 – 6), *Ch. confervicolus* (1, 4, 5, 7), *Ch. polonicus* (1, 4, 6)

## Xenococcaceae

*Chroococciopsis fissurarum* (1 – 3, 5 – 7), *Chroococcopsis fluviatilis* (5)

## Hyellaceae

*Hyella fontana* (2, 4, 5), *Pleurocapsa aurantiaca* (1 – 3, 5 – 8), *P. minor* (1, 2, 4 – 7)

## Oscillatoriales

### Pseudanabaenaceae

*Jaaginema pseudogeminatum* (1 – 4), *Leptolyngbya carnea* (2, 5, 6), *L. compacta* (4), *L. ercegovicii* (1 – 8), *L. fallax* (1, 3, 5), *L. maius* (1, 3 – 5), *L. nana* (4, 5), *L. nostocorum* (1 – 8), *L. subtilissima* (1, 3 – 6), *L. tenuis* (1, 3 – 5), *Pseudanabaena catenata* (5)

### Schizotrichaceae

*Schizothrix affinis* (1, 3 – 5), *S. calcicola* (5 – 8), *S. fasciculata* (1, 3 – 6), *S. vaginata* (1 – 8)

### Phormidiaceae

*Microcoleus subtorulosus* (2, 3, 5), *M. vaginatus* (1, 2, 5, 6), *Phormidium autumnale* (1, 3, 5, 7), *Ph. breve* (1, 2, 4, 5), *Ph. favosum* (1, 2, 4, 7), *Ph. incrustatum* (1 – 8), *Ph. undosum* (1, 2, 4, 6, 7), *Pseudophormidium radiosum* (1, 2, 5), *Symploca cartilaginea* (1 – 4, 8)

### Oscillatoriaceae

*Lyngbya martensiana* (1, 5)

### Homoeotrichaceae

*Homoeothrix crustacea* Woron. (1 – 6), *H. varians* (1, 3, 5)

## Nostocales

### Scytonemataceae

*Scytonema myochrous* (4, 6 – 8)

### Microchaetaceae

*Fortiea caucasica* (1 – 3, 6), *Microchaete brunescens* (1 – 3), *Petalonema alatum* (2, 5, 6), *Tolypothrix byssoidea* (3, 5 – 8), *T. epilithica* (1, 4, 6), *T. tenuis* (1, 5, 6, 8)

### Rivulariaceae

*Calothrix braunii* (3, 5, 7, 8), *C. parietina* (1 – 5, 7, 8), *Dichothrix gypsophila* (2 – 7)

### Nostocaceae

*Nostoc calcicola* (2, 3, 5, 6), *N. carneum* (1, 2, 5), *N. commune* (1, 3 – 5, 7), *N. macrosporum* (1 – 4, 8), *N. microscopicum* (1 – 8), *Nostoc paludosum* (1 – 6), *N. punctiforme* (1, 3, 4), *N. sphaericum* (1, 2), *N. verrucosum* (1, 2, 4 – 7), *Trichormus variabilis* (1, 2, 5)

Taxonomická problematika subaerických cyanobaktérií v roklinách NP Slovenský raj je zložitá. Vyplýva to z podrobných štúdií taxónov v prírodnom materiáli a paralelne z ich kultivácie. Jeden z faktorov ovplyvňujúci ich presnú determináciu je vysoká morfológická variabilita na jednotlivých stanovištiach pôsobením rôznych mikroklimatických činiteľov. To je príčina, prečo sa mnohé taxóny dajú z týchto biotopov determinovať len do rodu. Na základe toho je podiel úspešne kultivovaných cyanobaktérií vzhľadom na systematickú príslušnosť úplne odlišný od prírodného materiálu.

Kokálne cyanobaktérie s bohatými slizovými obalmi v epilitických nárastoch výrazne dominujú. Adaptovali sa na vlhkostné a svetelné podmienky, ktoré sú špecifické pre skúmané rokliny v NP Slovenský raj. Najvýraznejšie ekologické faktory subaerických biotopov sú vlhkosť a substrát (vápenc), od ktorých závisí druhové zloženie a dominancia druhov. Vo väčšine prípadov išlo výlučne o veľmi vlhké biotopy na vápencových stenách, kde sa vodný aerosol zráža a steká po zvislých stenách. Kvantitatívne najviac boli zastúpené druhy *Gloeocapsa nigrescens*, *G. compacta*, *G. kuetzingiana*, *Aphanocapsa fuscolutea*, *Nostoc microscopicum*, *Petalonema alatum*, *Schizothrix vaginata*, *Calothrix parietina* a *Schizothrix affinis*.

Nienow (1996) uvádza až 70 rodov cyanobaktérií zo subaerických biotopov na rôznych substrátoch a z rôznych klimatických oblastí. Ako typické subaerické druhy pre karbonáty (dolomity a vápence) mierneho podnebného pásma autori Ercegović (1925), Golubić (1967), Jaag (1945), Johansen et al. (1983b) a Nováček (1934) uvádzajú o. i. aj druhy *Schizothrix lardacea*, *Gloeocapsa biformis*, *Scytonema crustaceum*, *S. crassum*, *Borzia susedana*, *Chroococcus spaeleus* a *Stigonema minutum*, ktoré náš výskum v roklinách NP Slovenský raj nepotvrdil.

Výsledky trojročného výskumu subaerických cyanobaktérií sú len úvodnou štúdiou pre výskum aktuálnej fykoflóry NP Slovenský raj.

### Pod'akovanie

Autori ďakujú prof. RNDr. Jiřímu Komárkovi, DrSc. z Biologickej fakulty Juhočeskej Univerzity v Českých Budějoviciach, za kritické pripomienky k determinovaným druhom cyanobaktérií a doc. RNDr. Františkovi Hindákovi, DrSc. ďakujeme za cenné rady.

### Literatúra

- Bílý J., Hanuška L. & Winkler O., 1952: Hydrobiológia Hnilca a Hornádu. – Nakl. SAVU, Bratislava, 1 – 189.
- Büdel B., 1996: Wo leben Algen? Vorkommen und biologische Bedeutung. – Prax. d. Naturwiss. – Biol., Rostock, 45: 12 – 19.
- Ercegović A., 1925: Litofitska vapenaca i dolomita u Hrvatskoj. [La végétation des lithophytes sur les calcaires et les dolomites en Croatie]. – Acta bot. Inst. bot. Univ. Zagreb., Zagreb, 1: 64 – 114.
- Golubić S., 1967: Algenvegetation der Felsen. Eine Ökologische Algenstudien im Dinarischen Karstgebiet. – In: Elster H.J. & Ohle W. (eds), Die Binnengewässer 23, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, pp. 1 – 183.

- Hindák F., 1986: The ulotrichacean genus *Raphidonemopsis* (Chlorophyceae). – Preslia, Praha, 58: 1 – 5.
- Chang P. T., 1994: Algal mats on a cliff wall washed over by rainwater. – Ber. Bayer. Bot. Ges. Erfors. Heim. Flora, München, 64: 57 – 60.
- Jaag O., 1945: Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und Schweizerischen Mittelland. – Kommissionverlag Buchdruckerei Bächler & Co., Bern, 3: 1 – 560.
- Johansen J. R., Rushforth R. S., Orbendorfer R., Fungladda N. & Grimes J. A., 1983a: The algal flora of selected wet walls in Zion National Park, Utah, USA. – Nova Hedwigia, Braunschweig, 38: 765 – 808.
- Johansen J. R., Rushforth R. S. & Brotherson, J. D., 1983b: The algal flora of Navajo National Monument, Arizona, U.S.A. – Nova Hedwigia, Braunschweig, 38: 501 – 553.
- Johansen J. R., Rushforth S. R. & Brotherson J. D., 1981: Subaerial algae of Navajo National Monument, Arizona. – Great Basin Naturalist, Provo, 4(41): 433 – 439.
- Kalchbrenner K., 1866: A szepesi mozsatok jegyzéke. – Math. Term. Közlem., Budapest, 4(1865): 343 – 365.
- Nienow J. A., 1996: Ecology of subaerial algae. – Nova Hedwigia, Stuttgart, 112: 537 – 552.
- Nováček F., 1934: Additamentum ad oecologiam morphologiamque Cyanophycearum ad rupes serpentinicas prope Mohelno Moraviae occidentalis epilithice habitantium. I. Chroococcales. – In: Mohelno, Arch. Sv. Ochr. Přír., Brno, 3a: 1 – 178.
- Pantazidou A., 1996: Cyanophytes (Cyanobacteria) in lighted parts of various Greek caves. Problems associated with their growth. – Algol. Studies, Stuttgart, 83: 455 – 456.
- Prát S., 1926: The culture of calcareous Cyanophyceae. – Stud. Plant Physiol. Labor. Charles Univ., Prague, 3(1925): 86 – 88.
- Prát S., 1929: Studie o biolithogenesi. – Česká akad. věd a umění, Praha, 1 – 187.
- Scherffel A., 1907: Algologische Notizen. – Ber. Deutsch. Bot. Gesell., Stuttgart, 25: 228 – 232.
- Scherffel A., 1902: Néhány adat Magyarhon növény-és állatvilágának ismeretéhez. – Növ. Közlem., Budapest, 1:107 – 111.
- Uher B. & Kováčik L., 1999: Subaerické sinice/cyanobaktérie v roklinách Národného parku Slovenský raj. – In: Leskovjanská A. (ed.), Zborn. ref. zo 7. zjazdu Slov. Bot. Spoločn., Hrabušice - Podlesok 21. – 25. júna 1999, Spišská Nová Ves, pp. 179 – 181.
- Uher B. & Kováčik L., 2000: Fykoflóra siníc/cyanobaktérií v roklinách Národného Parku Slovenský raj. – In: Rulík M. (ed.), Limnologie na prelomu tisíciletí, Sborn. ref., XII. Limnologická konferencie, Kouty nad Desnou 18. – 22.9. 2000, pp. 102 – 105.
- Uherkovich G., 1942: Angaben zur Kenntnis der Algenvegetation von Dobschau (Dobsina). Conjugateen I. – Borbásia Nova, Pécs, 7: 1 – 5 (sep.).
- Uherkovich G., 1943: Angaben zur Kenntnis der Algenvegetation von Dobschau (Dobsina). Conjugateen II. – Borbásia Nova, Budapest, 11: 3 – 5.
- Uherkovich G., 1966: Beiträge zur Kenntnis der Algenvegetation der Umgebung von Dobšiná. I. – Sborn. pedag. Fak. Univ. P. J. Šafárika Prešov, Přír. Vedy, 5: 75 – 87.
- Uherkovich G., 1967: Beiträge zur Kenntnis der Algenvegetation der Umgebung von Dobšina. II. Über das Phytoplankton der Talsperre von Dedinky. – In: Zborn. Pedagog. Fak. v Prešove Univ. P. J. Šafárika v Košiciach, Přír. Vedy, 6: 55 – 62.