

Cyanobaktérie a riasy malej eutrofnej vodnej nádrže v Modre

Cyanobacteria and algae of a small eutrophic water reservoir at Modra
(W Slovakia)

FRANTIŠEK HINDÁK & ALICA HINDÁKOVÁ

Botanický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava, frantisek.hindak@savba.sk,
alica.hindakova@savba.sk

Abstract: Diversity of cyanobacteria/cyanophytes and algae in a small eutrophic water reservoir at Modra (W Slovakia) was studied in 2008–2009. During this period, 25 genera with 44 species of Cyanobacteria/Cyanophytes, and 67 genera with 102 species and infraspecific taxa of different groups of microscopic algae were identified in the phytoplankton and phytobenthos samples. Five taxa are first records for the territory of the Slovak Republic, viz. two species of cyanobacteria: *Synechococcus mucicola* Joosten, *Synechocystis endophytica* (G.M.Smith) Joosten, and three species of green algae: *Nautococcus mamillatus* Korshikov, *Bicuspidella incus* Pascher, *Desmastractum indutum* Pascher. Phytoplankton of the water basin was mostly strongly dominated by green colonial alga *Golenkintopsis longispina* that caused intensive green colouration of the water namely in summer. However, in some months in 2009 other microorganisms prevailed, e.g. in March and April diatoms, from October to December of the cyanophyte species *Aphanocapsa delicatissima* having cell of picoplanktic size.

Keywords: Central Europe, diversity, man-made water reservoir, phototrophic microorganisms.

Úvod

V rokoch 2008 a 2009 sme v rámci riešenia vedeckých projektov na našom ústave študovali fytoplanktón a fyto bentos malej nádrže v Modre. Cieľom výskumu bolo získať podklady o druhovej diverzite cyanobaktérií a rias, nakoľko v súlade s plánom projektu APVV sa v r. 2010 predpokladá aplikovanie kompozitného sorbentu na dno nádrže. Sorbent by mal viazať fosfor, ktorý je limitujúci biogénny prvok, čím by sa mal obmedziť rast fototrofných rastlín, vrátane cyanobaktérií a rias (Machava et al. 2009). Našou úlohou bude potom posúdiť účinnosť viazania fosforu sorbentom vo vode nádrže na základe kvalitatívnych a kvantitatívnych zmien vo fytoplanktóne a fyto bentose.

Projekt tohto charakteru nebol u nás v ostatných desaťročiach riešený. V sedemdesiatych rokoch minulého storočia sa realizoval pokus aplikovať modrú skalicu proti vodnému kvetu cyanobaktérie *Microcystis aeruginosa* vo vodárenskej nádrži Hriňová (Onderíková 1973), ale potom sa tento tradičný algicídny prostriedok už nepoužil (Maršálek et al. 1996). Problematika eutrofizácie povrchových vôd je však v dôsledku ľudskej činnosti vedúcej k rapidnej devastácii životného protredia stále viac aktuálna.

V tomto príspevku prezentujeme výsledky štúdia diverzity fytoplanktónu

a fytoENTOSU v tejto protipožiarienej nádrži. Hoci zistená druhová skladba cyanobaktérií a rias je pri porovnaní s inými umelými nádržami na západnom Slovensku (Hindák & Hindáková 2003) pomerne nižšia, výskyt niektorých taxónov je zaujímavý. Zo 146 nájdených druhov fototrofných mikroorganizmov je 5 nových pre územie Slovenska (cf. Hindák & Hindáková 1998).

Materiál a metodika

Vodná nádrž v Modre bola pôvodne vybudovaná ako protipožiarna nádrž pre potreby mesta, o čom svedčí vozový prístup do nádrže pre hasičskú techniku (na obr. 1 vľavo hore) a takisto vybetónované brehy po jej celom obvode. Dno bolo zrejme spevnené, dnes je už zanesené vrstvou bahna. Miestny rybársky zväz ju v posledných desaťročiach využíva ako produkčný rybník.

Nádrž leží v nadmorskej výške 144 m, jej plocha je 0,55 ha, maximálna hĺbka pri vysokom stave hladiny vody je 2 m. V minulosti sem bola malým jarkom privádzaná časť miestneho potoka, ale tento jark bol pred niekoľkými rokmi odstavený, takže v období nášho výskumu nemala nádrž stály prítok vody. Voda sa do nádrže dostáva iba pri zimnom a jarnom topení snehu a z príležitostných atmosférických zrážok. Hlavná výpusť z nádrže sa počas výskumu nepoužila.

Vzorky fytoplanktónu sa odoberali v rokoch 2008 a 2009 planktónovou sieťou s veľkosťou ôk 10 µm, a to spravidla v mesačných intervaloch na mieste odberu č. 1 (výpusť z nádrže) a č. 2 (schody na opačnej strane nádrže), príležitostne aj inde. Druhové zloženie riasového spoločenstva sa však vzhľadom na malú plochu nádrže na odberových miestach neodlišovalo. Cyanobaktérie a riasy sa určovali v živom stave, rozsievky aj z trvalých preparátov. Na určovanie sa použila citovaná literatúra (Hindák 1977, 1978, 1980, 1984, 1988, 1990, 1995, 2008, Houk & Klee 2004, Komárek & Fott 1983, Korshikov 1953, Krammer & Lange-Bertalot 1986, 1988, 1991a, b). Konzervovaný materiál fytoplanktónu a fytoENTOSU, trvalé preparáty rozsievok a fotodokumentácia viacerých nájdených taxónov sa nachádza v Botanickom ústave SAV.



Obr. 1. Vodná nádrž v Modre, vpravo dole miesto odberu vzoriek č. 1, vľavo hore vjazd do nádrže.
Fig. 1. Water reservoir at Modra, right bottom sampling point No 1, left top a driveway to the reservoir.

Výsledky a diskusia

Nasledovne uvádzame zoznam taxónov cyanobaktérií a rias vo vodnej nádrži v Modre nájdených v r. 2008 a 2009. Spolu sme identifikovali 25 rodov so 44 druhmi cyanobaktérií a 67 rodov so 102 druhmi a vnútrodruhovými taxónmi z rozličných skupín rias, z nich najviac pripadá na chlorokokálne riasy. Dva taxóny cyanobaktérií a 3 taxóny zelených rias sú nové pre flóru Slovenska, v zozname ich označujeme znamienkom *. Druhy, ktoré sme našli iba v bentose a nárastoch majú písmeno (b) za menom taxónu.

Cyanobacteria/Cyanophyceae

Chroococcales: *Aphanocapsa delicatissima*, *A. incerta*, *A. parasitica*, *Aphanothece desikacharyi*, *A. floccosa*, *A. microscopica*, *Chroococcus limneticus*, *Ch. minutus*, *Merismopedia minutissima*, *Microcystis aeruginosa*, *M. botrys*, *M. flos-aquae*, *M. ichtyoblabe*, *M. novacekii*, *M. viridis*, *M. wesenbergii*, *Panus spumososus*, *Romeria elegans*, *R. okensis*, *R. simplex*, *Rhabdoderma lineare*, *Snowella littoralis*, **Synechococcus mucicola* Joosten, **Synechocystis endophytica* (G.M. Smith) Joosten

Oscillatoriales: *Geitlerinema* sp., *Homoeothrix janthina* (b), *Jaaginema* sp., *Oscillatoria janus*, *O. princeps* (b), *Phormidium tenue* (b), *Phormidium* spp. (b), *Planktolynghya limnetica*, *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena catenata*, *P. limnetica*, *P. mucicola*

Nostocales: *Anabaena bergii*, *A. crassa*, *A. flos-aquae*, *A. sigmoidea*, *Anabaenopsis circularis*, *A. elenkinii*, *A. milleri*, *Aphanizomenon gracile*, *Calothrix stagnalis* (b), *Cylindropermopsis raciborskii*, *Raphidiopsis mediterranea*

Chrysophyceae

Chromulina spp., *Dinobryon* sp.

Bacillariophyceae

Coscinodiscales: *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *Aulacoseira granulata* var. *curvata*, *A. muzzanensis*, *Cyclostephanos invisitatus*, *C. dubius*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. balatonis*, *Discostella pseudostelligera*, *Stephanodiscus binderanus*, *S. hantzschii* f. *tenuis*, *S. minutulus*

Naviculales: *Achnanthes lanceolata*, *Achnanthes* sp., *Amphora libyca*, *A. veneta*, *Fragilaria ulna* var. *acus*, *Gyrosigma attenuatum*, *Navicula cuspidata*, *N. lanceolata*, *N. tuscula*, *N. veneta*, *Nitzschia amphibia*, *N. hungarica*, *N. linearis*, *N. palea*, *N. supralitorea*, *Nitzschia* sp., *Rhoicosphenia curvata*

Dinophyceae

Gymnodinium spp., *Peridinium* spp.

Cryptophyceae

Cryptomonas ovata, *Cryptomonas* sp.

Xanthophyceae

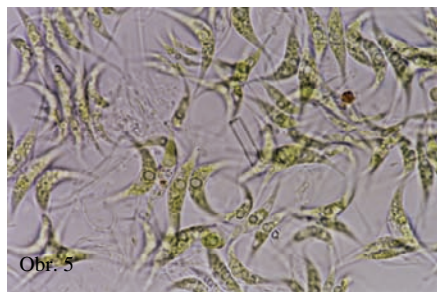
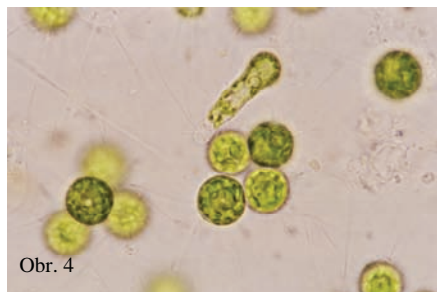
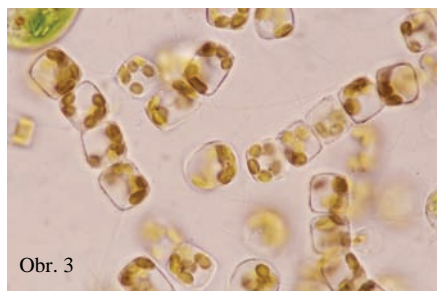
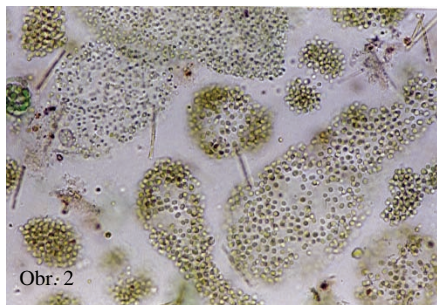
Characiopsis longipes (b), *Pseudogoniochloris tripus*, *Pseudostaurastrum hastatum*

Chlorophyceae

Volvocales: *Chlamydomonas debaryana*, *Ch. fusiformis*, *Ch. monadina*, *Gonium pectorale*, *Mesostigma viride*, *Tetraselmis cordiformis*

Tetrasporales: *Cecidochloris adnata*, *Chlorangiopsis flos-aquae*, **Nautococcus mamillatus* Korshikov

Chlorococcales: *Actinastrum fluviatile*, *A. hantzschii*, *Amphikrikos minutissimus*, **Bicuspidella incus* Pascher, *Closteriopsis acicularis*, *Coelastrum astroideum*, *Coenococcus planktonicus*,



Obr. 2–5. Fytoplanktónové druhy: 2. kolónie cyanobaktérií *Aphanocapsa delicatissima* a *Microcystis ichtyoblabe*, 3. retiazkovité kolónie rozsievky *Cyclostephanos invisitatus*, 4. kolónie zelenej riasy *Golenkiniopsis longispina* spôsobujúce zelené vegetačné zafarbenie vody, 5. cenóbiá chlorokokálnej riasy *Scenedesmus pectinatus*.

Figs 2–5. Some phytoplankton species: 2. colonies of cyanophytes *Aphanocapsa delicatissima* and *Microcystis ichtyoblabe*, 3. catenate colonies of centric diatom *Cyclostephanos invisitatus*, 4. colonies of chlorococcal alga *Golenkiniopsis longispina* forming green colouration of the water, 5. coenobia of chlorococcal green alga *Scenedesmus pectinatus*.

Coenochloris planoconvexa, **Desmatractum indutum* Pascher, *Dicellula planctonica*, *Dichotomococcus curvatus*, *Dictyosphaerium tetrachotomum*, *Didymogenes anomala*, *Franceia ovalis*, *Golenkiniopsis longispina*, *Kentrosphaera bristolae* (b), *Kirchneriella obesa*, *Lagerheimia longiseta*, *L. wratislaviensis*, *Micractinium pusillum*, *M. quadrisetum*, *Monoraphidium arcuatum*, *M. contortum*, *M. dybowskii*, *M. griffithii*, *M. intermedium*, *Nephrochlamys subsolitaria*, *Oocystella carpatica*, *O. lacustris*, *O. marssonii*, *O. nephrocytioides*, *Pediastrum boryanum*, *Pseudodictyosphaerium minusculum*, *Pseudokirchneriella contorta*, *Scenedesmus abundans*, *S. armatus*, *S. carinatus*, *S. communis*, *S. denticulatus*, *S. granulatus*, *S. maximus*, *S. opoliensis*, *S. pannonicus*, *S. pectinatus*, *S. protuberans*, *S. subspicatus*, *Schroederia setigera*, *S. spiralis*, *Siderocelis ornata*, *Siderocystopsis fusca*, *Tetraedron caudatum*

Ulotrichales: *Aphanochaete repens* (b), *Elakatothrix gelatinosa*, *E. spirochroma*, *E. subacuta*, *Oedogonium* sp. (b)

Conjugatophyceae

Zygnematales: *Mougeotia* sp. steril. (b), *Spirogyra* sp. steril. (b), *Zygnema* sp. steril. (b)

Euglenophyceae

Euglenales: *Astasia klebsii* (b), *Colacium cyclopicola*, *Euglena agilis*, *E. geniculata*, *E. hemichromata*, *E. viridis*, *Phacus suecicus*.

Vymenované druhy sú planktónové mikroorganizmy, iba niektoré z nich žijú prichytene na pevnom substráte (kamene, betónový obklad, napr. *Homoeothrix janthina*, druhy rodu *Phormidium*, *Calothrix stagnalis*, *Kentrosphaera bristolae*) alebo na litorálových riasach (*Characiopsis longipes*, *Aphanochaete repens*). Osobitnú skupinu sesilných druhov tvoria endogloeické cyanobaktérie *Synechococcus mucicola* a *Synechocystis endophytica* žijúce v slize planktónových cyanobaktérií. Zaujímavá je úplná absencia niektorých skupín rias, napr. Desmidiales, prípadne i rodov, napr. *Trachelomonas*, Euglenales, ktoré sa bežne vyskytujú v eutrofných vodách na tomto území Slovenska (Hindák & Hindáková 2003).

Vegetačné zafarbenie vody do zelena alebo zelenohneda bolo viac či menej intenzívne počas obidvoch vegetačných sezón. Koncom zimy a začiatkom jari iba v marci a apríli prevládali cyklické rozsievky *Stephanodiscus binderanus* a *Cyclostephanos invisitatus* (obr. 3) a cyanobaktérie *Microcystis ichtyoblabe* (obr. 2) spolu s *Aphanizomenon gracile*. Koncom jari a v lete nastal masový rozvoj kolóniovej zelenej riasy *Golenkiniopsis longiseta* (obr. 4), ktorá bola vo výraznej dominancii, s výnimkou júla, keď prevládali vlákna cyanobaktérie *Raphidiopsis mediterranea*. Koncom roka, v októbri až decembri, nadobudli prevahu veľké kolónie cyanobaktérie *Aphanocapsa delicatissima* s rozmermi buniek charakteristickými pre pikoplanktón (1–2 µm).

Z cyanobaktérií si okrem *Synechococcus mucicola* a *Synechocystis endophytica*, ktoré sa našli po prvý raz na území Slovenska, zaslúžia pozornosť heterocytické druhy *Anabaena sigmaidea* a takisto často spoločný výskyt troch

druhov rodu *Anabaenopsis*: *A. circinalis*, *A. elenkinii* a *A. milleri*, u ktorého sa tvorili aj krátke vlákna pripomínajúce druh *A. hungaricae* (obr. 3). Nález toxického druhu *Microcystis botrys* potvrdzuje invázny charakter tejto cyanobaktérie na Slovensku (Hindák 2008).

Zelené riasy tvorili najväčší počet určených taxónov rias. Zelená tetrasporálna riasa *Chlorangiopsis flos-aquae*, ktorú sme opísali z rybníkov na Železnej Studienke v Bratislave a z rieky Moravy v Devíne ako endogloeický mikroorganizmus žijúci v slize kolóniových cyanobaktérií (Hindák & Hindáková 1995), zrejme bude mať u nás širšie rozšírenie ako sa doteraz v algologickej literatúre dokumentovalo. Zo zelených rias sú okrem troch nových druhov pre Slovensko: *Nautococcus mamillatus* Korshikov (Korshikov 1953), *Bicuspidella incus* Pascher a *Desmatractum indutum* Pascher (Komárek & Fott 1983) zaujímavé nálezy druhu *Coenochloris planoconvexa* (Hindák 1977) a dvoch druhov rodu *Oocystella*: *O. carpatica* a *O. nephrocytioides*, ktoré sa u nás vyskytujú zriedkavejšie (Hindák 1984, 1988, 1990; obr. 5). Z rodu *Scenedesmus* bol pomerne najčastejší aj najhojnejší druh *S. pectinatus*, ktorý sa zväčša pokladal za varietu druhu *S. acuminatus*/*S. dimorphus* (Komárek & Fott 1983, Hindák 1990). Z jednoduchých vláknitých rias sa našiel u nás vzácny druh *Elakathrix gelatinosa*, ktorého bunky na rozdiel od ostatných druhov rodu zostávajú aj po delení istý čas spolu spojené (Hindák 1995).

Eutrofná vodná nádrž v Modre sa vyznačovala nízkou druhovou diverzitou rozsievok, determinovali sme 26 druhov a vnútrodruhových taxónov. Vo voľnej vode rozsievky ani abundanciou nepatrili medzi významnú skupinu rias, masový rozvoj rozsievok nastal iba v období po roztopení ľadovej pokrývky nádrže. Koncom marca a začiatkom apríla 2009 vo fytoplanktóne dominovali cyklické rozsievky *Stephanodiscus binderanus* a *Cyclostephanos invisitatus*, koncom apríla sa však obidva druhy úplne vytratil. V ďalších mesiacoch sa rozsievky vo voľnej vode vyskytovali iba sporadicky. Azda najčastejším zástupcom tejto skupiny rias bola endogloeická penátna rozsievka z rodu *Nitzschia* s pomerne variabilnými schránkami. Bez poznania ultraštruktúry ich schránok nevieme, či sa jedná o jeden alebo viac taxónov; v našich vzorkách ju označujeme ako *Nitzschia palea*.

Pod'akovanie

Práca bola financovaná z projektov APVV 0566–07 a VEGA 7069, 2/0130/10.

Literatúra

Hindák, F. 1977. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) I. Biol. Práce. 23/4: 1–192.

- Hindák, F. (ed.) 1978. Sladkovodné riasy. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 728 p.
- Hindák, F. 1980. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) II. Biol. Práce. 26/6: 1–196.
- Hindák, F. 1984. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) III. Biol. Práce. 30/1: 1–310.
- Hindák, F. 1988. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) IV. Biol. Práce. 34/1: 1–264.
- Hindák, F. 1990. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae) V. Biol. Práce. 36: 1–228.
- Hindák, F. 1995. Kľúč na určovanie nerozkonárených vláknitých zelených rias (Ulotrichineae, Ulotrichales, Chlorophyceae). Bull. Slov. Bot. Spoločn., Suppl. 1: 1–77.
- Hindák, F. 2008: Colour atlas of cyanophytes. Veda, Bratislava. 256 p.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 1998. Zoznam siníc a rias Slovenska, Checklist of cyanobacteria and algae. In Marhold K. & Hindák F. (eds). Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska, Checklist of non-vascular and vascular plants of Slovakia. Veda, Bratislava. p. 12–100.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 1995. *Chlorangiopsis flos-aquae* (Tetrasporales, Chlorophyceae), a new species colonizing cyanophycean water blooms. Biologia (Bratislava). 50/4: 309–313.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2003. Cyanophytes and algae of gravel pit lakes in Bratislava, Slovakia. Hydrobiologia. 506/1: 155–162.
- Houk, V. & Klee, R. 2004. The stelligeroid taxa of the genus *Cyclotella* (Kützing) Brébisson (Bacillariophyceae) and their transfer into the new genus *Discostella* gen. nov. Diatom Research. 19: 203–228.
- Komárek, J. & Fott, B. 1983. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales. Die Binnen-gewässer, 16/7: 1–1044.
- Korshikov, O.A. 1953. Pidklas Protokokovi (Protococcineae), vakuoľni (Vacuolales) ta protokokovi (Protococcales). Vznachnik prisnovodnikh vodorostej Ukrainkoj RSR 5: 1–440.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Stuttgart; Jena, 2/1: 1–876.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Stuttgart; Jena, 2/2: 1–596.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Stuttgart; Jena, 2/3: 1–576.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae, 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Stuttgart; Jena, 12/4: 1–437.
- Machava, J., Tirjaková, E., Illyová, M., Hindák, F. & Hindáková, A. 2009. Planktón a mikrobentos silne eutrofizovanej nádrže v Modre. In. Kontrišová, O., Ollerová, H. & Válka, J. (eds) Monitorovanie a hodnotenie stavu životného prostredia VIII., FEE TU vo Zvolene a ÚEL SAV, Zvolen, p. 123–132.
- Maršálek, M., Keršner, V. & Marvan, P. (eds). 1996. Vodní květy sinic. Nadatio flos-aquae, Brno, 142 p.
- Onderfková, V. 1973. Zmena hygienickej hodnoty vody vo vodárenskej nádrži v Hriňovej. Vodní hospodářství. 6/B: 149–151.

došlo 16. 12. 2009

prijaté 8. 9. 2010