

K problematike nepôvodných a invázných cyanobaktérií a rias na Slovensku

On alien and invasive cyanobacteria and algae in Slovakia

FRANTIŠEK HINDÁK & ALICA HINDÁKOVÁ

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

Abstract: Due to immense number of species, difficulties connected with determination and small amount of specialists for different taxonomic groups, our knowledge on spreading of cyanobacteria and algae on our planet is limited. The paper deals with some problems on terminology, invasive/expansive behaviour or occurrence of these phototrophic microorganisms in extreme environments (e.g. thermal springs, continental saline waters) mainly in the territory of Slovakia.

Keywords: Central Europe, expansion, non-native, phototrophic microorganisms.

Úvod

V súvislosti so znečisťovaním životného prostredia, postupnou eutrofizáciou, ako aj s globálnym otepľovaním biosféry sa čoraz častejšie diskutuje problematika invázie či expanzie niektorých makroskopických druhov rastlín a živočíchov aj na území Slovenska (Eliáš 1997). V súvislosti s tým vyvstáva otázka, či táto problematika má obdobný charakter aj pri mikroskopických organizmoch.

Na úvod treba konštatovať, že štúdiu expanzívneho šírenia cyanobaktérií a rias sa doteraz venovala iba malá pozornosť (Hindák & Hindáková 2001a, Kaštovský et al. 2010). Dôvodom je skutočnosť, že v našich podmienkach sú to organizmy s mikroskopickými rozmermi, takže v prírode ich spravidla nemôžeme bezprostredne identifikovať voľným okom. Na ich štúdium treba náročné prístrojové vybavenie, najmä kvalitné svetelné mikroskopy, prípadne aj transmissné alebo rastrovacie elektrónové mikroskopy na posúdenie niektorých znakov uplatňujúcich sa v dnešnej taxonómii (jemná štruktúra bunkových organel, povrchovej štruktúry buniek, schránok a pod.). Tie sú však u nás iba v niektorých špecializovaných laboratóriách a pre potreby bežnej algologickej práce prakticky nedostupné.

Získavanie informácií o priestorovom a časovom šírení istých druhov cyanobaktérií a rias je personálne a organizačne neobyčajne náročné, a to bez ohľadu na veľkosť a bohatosť krajiny, o ktorú sa jedná. Zvládnutie tejto úlohy by si totiž vyžadovalo celé tímy špecialistov – taxonómov na jednotlivé skupiny rias, čo je požiadavka v súčasnosti nezvládateľná. Pripomeňme si, že z územia Slovenska sa do r. 1997 publikoval výskyt 3 008 platných druhov

cyanobaktérií a rias (Hindák & Hindáková 1998), teda takmer rovnaký počet ako je počet taxónov vyšších rastlín (Marhold & Hindák 1998). Udáva sa, že vo svete je známych 80 000 prvkov a rias (Monastersky 1998), ale ich skutočný počet je zrejme oveľa vyšší (Kalina & Váňa 2005). Ďalšou otázkou je okrem finančného zabezpečenia takéhoto súborného projektu jeho organizácia, vypracovanie jednotnej metodiky, publikácie a pod. K nezanedbateľným problémom treba pripočítať odbornú úroveň špecialistov, absenciu modernej určovacej literatúry v jednotlivých skupinách rias, potreba metodických workshopov atď. Navyše, ak v publikácii nie je potrebná dokumentácia najmä pri vzácnych nálezoch (presné diagnózy, kresby, fotografie, fixovaný materiál, trvalé preparáty), údaje majú iba limitovanú výpovednú hodnotu. Vzhľadom na charakter mikroorganizmov a na meniace sa ekologické pomery sú údaje o rozšírení mikroorganizmov časovo limitované, preto treba najmä staršie údaje priebežne overovať a revidovať.

Výsledkom tohto stavu je skutočnosť, že naše doterajšie poznatky o rozšírení cyanobaktérií a rias sú i na pomerne malom území, akým je napríklad Slovensko, zväčša čiastkové, neúplné, časovo determinované, výskum je nekoordinovaný a sporadický.

Predpoklady na expanzívne šírenie cyanobaktérií a rias

Problematika expanzie či invázie je pri mikroorganizmoch podstatne iného charakteru ako pri makroorganizmoch, preto používanie kategórií pri ich šírení, resp. ohrozenosti aké sa akceptujú pri vyšších rastlinách a živočíchoch, je problematické, ak nie nemožné. Kým prenikanie rastlinných a živočíšnych druhov je zväčša viazané na pevninu s prízemnými vrstvami atmosféry alebo na vodný transport, spóry alebo časti stielok cyanobaktérií a rias sa vzduchom ľahko prenášajú vo veľkých výškach na značné vzdialenosti, niekedy aj na niekoľko tisíc kilometrov (napr. aeroplanktón sa pravidelne študuje aj vo vzdialenej Antarktíde, cf. Round 1981). Mnohé druhy majú schopnosť ľahko sa adaptovať na zmenené podmienky, napr. na teplotu alebo trofiu, a tak osídliť nové stanovištia. V ekologicky vyhranených biotopoch, napr. v kyslých rašelinových vodách alebo v termálnych žriedlach, kde chýba konkurencia viacerých druhov alebo skupín cyanobaktérií a rias, sa môžu uchýtiť iné acidofilné, resp. termofilné druhy. Významné z hľadiska šírenia mnohých fototrofných mikroorganizmov je rýchle striedanie generácií a pomerne jednoduché životné cykly. Všeobecne sa usudzuje, že postupujúca eutrofizácia a globálne otepľovanie podporujú výskyt invázijských a expanzívnych druhov cyanobaktérií a rias.

Terminológia

Ako sme už uviedli, jeden z dôležitých predpokladov pri takejto práci a najmä pri hodnotení dosiahnutých výsledkov je používanie jednotne akceptovanej terminológie. Na informáciu uvádzame vymedzenie niektorých základných pojmov, ako sa zväčša chápu v súčasnej algológii (Kaštovský et al. 2010).

Expanziou sa myslí výmena dominánt vplyvom rozličných faktorov, novšie najmä antropických. Ako príklad môžu poslúžiť cyanobaktérie z rodu *Microcystis* a *Aphanizomenon*, ktoré v našich obhospodarovaných rybníkoch tvoria tzv. vodný kvet. Kým až približne do sedemdesiatich rokov minulého storočia vodný kvet cyanobaktérií zväčša spôsoboval hromadný rozvoj zväzočkovitých kolónií nostokálneho druhu *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs ex Bornet et Flahault, v ostatných desaťročiach sú to najčastejšie chrookokálne kolónie druhov rodu *Microcystis* [*M. aeruginosa* (Kützing) Kützing, *M. flos-aquae* (Wittrock) Kirchner, *M. wesenbergii* (Komárek) Komárek in Kondrateva, *M. viridis* (A. Braun in Rabenhorst) Lemmermann, *M. ichtyoblabe* Kützing, *M. botrys* Teiling a iné]. Náplň termínu expanzia nie je presne vymedzená a prekrýva sa s chápaním obsahu nasledujúcich dvoch pojmov.

Za *inváziu* sa pokladá šírenie druhu, ktorý sa v minulosti nepozoroval a postupne sa hromadne rozširuje. Dôvody invázie sa zväčša nedajú jednoznačne charakterizovať a takisto jej intenzita je rozdielna. Príkladom je vláknitá nostokálna cyanobaktéria *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wołoszyńska) Seenayya et Subba Raju. Jej invázny charakter sa pripisuje globálnemu otepľovaniu najmä preto, lebo predtým sa udávala iba z teplejších oblastí Európy. Dôsledok tejto invázie je zväčša obohatenie diverzity, pri hromadnom výskyte menovaného druhu možnosť zvýšenia toxicity vody (Janse van Vuuren & Kriel 2008). V mnohých prípadoch nie je jednoduché zvoliť si medzi pojмами expanzia a invázia, väčšina odborníkov sa pri hromadnom výskyte druhu prikláňa skôr za používanie prvého termínu.

Sukcesiou rozumieme prirodzenú zmenu kvalitatívneho a kvantitatívneho zloženia spoločenstva cyanobaktérií a rias v čase a priestore v dôsledku zmien environmentálnych podmienok na stanovišti. Pri mnohých prípadoch však ťažko posúdiť, či sa jedná o prirodzenú sukcesiu spoločenstva, alebo o expanziu niektorých jeho druhov.

Je pochopiteľné, že terminológia používaná pri makroskopických rastlinách (napr. domáce expanzívne druhy, nepôvodné expanzívne druhy, vzácnosť, ohrozenosť atď.) sa vzhľadom na nízku informovanosť o distribúcii cyanobaktérií a rias na danom území spravidla nedá aplikovať. Mnohé taxóny sa na stanovišti vyskytujú iba pomerne krátko, takže vzhľadom na selektívny a sporadický vý-

skum regiónu ich registrácia môže byť iba otázkou náhody. Napríklad aj hromadné rozmnoženie cyanobaktérií a rias (vodné kvety, vegetačný zákal) je niekedy časovo obmedzené, napr. vodné kvety cyanobaktérií môžu v priebehu 3–4 týždňov celkom zaniknúť, prípadne výrazne zmeniť svoju diverzitu a dominanty.

Príklady

Nasledujúce príklady pochádzajúce najmä z územia Slovenska ilustrujú problematiku zaradenia niektorých druhov cyanobaktérií a rias do vybraných ekologických skupín.

Druhy šíriace sa v dôsledku globálneho otepľovania

Do tejto skupiny sa zvyčajne zaraďujú druhy, ktorých hojnejší výskyt sa predtým udával z teplejších oblastí mierneho či subtropického pásma, ale v ostatnom čase sa pozorovali aj u nás. Z cyanobaktérií uvedieme niekoľko príkladov vláknitých typov, ktoré na rozdiel najmä od pikoplanktónových chrookokálnych druhov (takisto hromadne sa šíriacich) sú svojimi morfológickými znakmi nápadné a dobre rozpoznateľné.

Vláčna druhu *Arthrospira maxima* Setchel et Gardner majú podobnú stavbu ako u rodov *Oscillatoria/Phormidium*, ale sú skrutkovito stočené. Druh bol pôvodne nájdený v teplom slanom rybníku v Kalifornii, neskôr v Európe v Španielsku a Srbsku (Komárek & Anagnostidis 2005). V lete r. 2007 sme ho pozorovali v kaprovom rybníku v Cabaj–Čápore, kde v hustom vodnom kvete cyanobaktérií zaujímal dominantnú pozíciu (cf. Hindák 2008a, obr. 465–466). Tento taxón by sa vzhľadom na svoj výskyt mohol pokladať za slanomilný a teplomilný. V budúcnosti by sa mohol uchýtiť napr. na biotopoch, ktoré pri nedostatku zrážok v letnom období postupne vysychajú, čím sa zvyšuje teplota vody a dochádza k zvyšovaniu obsahu solí.

Cuspidothrix issatschenkoii (Usačev) Rajaniemi et al. [syn. *Aphanizomenon issatschenkoii* (Usačev) Proškina-Lavrenko] sa sporadicky pozoroval na mnohých miestach mierneho pásma, ale prednostne v slaných a teplejších vodách. Čoraz častejšie ho nachádzame aj u nás ako súčasť cyanobaktériových vodných kvetov, ale iba ako subdominantný alebo sprievodný druh (Hindák 2008a, obr. 517).

Vláčna sinice *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju majú apikálne heterocyty a subapikálne alebo aj interkalárne akinety. Mladé vlákna s akinetami, ale bez heterocytov, sa podobajú vláknam druhu *Raphidiopsis mediterranea* Skuja opísaným z Grécka. U nás sa vyskytuje

v teplejších vodách v južnej časti Slovenska, podobne ako druhy rodu *Anabaenopsis* Wołoszyńska et V. V. Miller [*A. milleri* Woronichin, cf. Hindák 2008a, obr. 626–629, *A. circularis* (G.S. West) Wołoszyńska et V.V. Miller, cf. Hindák 2008a, obr. 630–633, *A. tanganyikae* (G.S. West) Wołoszyńska et V.V. Miller, cf. Hindák 2008a, obr. 634–637].

Zo zelených cenóbiových rias uvidíme *Pediastrum simplex* Meyen a *Coelastrum polychordum* (Korshikov) Hindák (Hindák 2005). Hoci obidva taxóny sú v Európe už dávnejšie známe, ich hojnejší výskyt na našom území sa začal prejavovať až v sedemdesiatich rokoch minulého storočia. V súčasnosti patria medzi najčastejšie a často dominantné druhy letného planktónu eutrofných vôd. Druh *C. polychordum* sa hromadne rozmnožil najmä v štrkoviskových jazerách, kde spôsoboval vegetačné zafarbenie vody do tmavozelena až zelenohneda (Hindák & Hindáková 1999, 2005).

Ako už názov naznačuje, *Navicula microrhombus* (Cholnoky) Schoeman et Archibald je rozmermi drobná rozsievka. Jej determinácia sa spájala s viacerými taxonomickými zámenami, o čom svedčí rad synonymných mien. Niektorí autori ju spolu s rozsievkou *Thalassiosira duostra* C. Pienaar (Taylor et al. 2007) považovali za endemickú pre južnú Afriku. Nálezy obidvoch rozsievok vo vnútrozemských vodách Európy dokumentujú ich rozšírenie mimo Afriku, pričom môže ísť o taxóny invázne alebo taxóny indikujúce znečistené vody (Hindáková 2000, Kiss et al. 2001, Szabó et al. 2004, Pérez et al. 2009). Ich výskyt na našom kontinente môže byť v dôsledku globálneho otepľovania.

Druhy šíriace sa v dôsledku eutrofizácie

Túto kategóriu možno iba ťažko odlíšiť od predchádzajúcej, nakoľko v mnohých prípadoch proces eutrofizácie súvisí aj s globálnym otepľovaním. Uvedieme dva príklady cyanobaktérií, ktoré sa v ostatných rokoch v našich vodných nádržiach masovo rozmnožili vďaka zvýšenému prísunu živín a stali sa dominantnými druhmi cyanobaktériového vodného kvetu. Sú to kolóniové chrookokálne druhy *Woronichinia naegeliana* (Unger) Elenkin a *Snowella litoralis* (Häyrén) Komárek et Hindák.

Woronichinia naegeliana sa udáva ako bežný fytoplanktonový druh v našich obhospodarovaných rybníkoch. Údolné nádrže vybudované v horských oblastiach stredného Slovenska na rieke Orave, Váhu a na ich prítokoch (napr. Turček) si po uvedení do prevádzky dlho zachovávali pôvodný oligotrofný charakter. V ostatnom desaťročí vďaka silnej eutrofizácii však začali intenzívne kvitnúť, pričom dominantnú pozíciu zaujal práve tento druh (cf. Hindák 2008a, obr. 247–248, Hindák & Hindáková 2010a).

Snowella litoralis je takisto bežný druh v našich eutrofných vodách, ktorý pri masovom rozvoji spôsobuje bledozelené vegetačné zafarbenie najmä v štrkoviskových jazerách (Hindák & Hindáková 2005, Hindák 2008a, obr. 235–236).

Vo svete spôsobuje vážne obavy expanzívne šírenie chladnomilnej rozsievky *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt, ktorá ohrozuje predovšetkým horské vodstvo. Na Slovensku sa jej masový rozvoj v extrémnych mierach ešte nezaznamenal. K prvému nálezom v Čechách až v r. 2002 (Gágyorová & Marvan 2002) pribúdajú ďalšie údaje o postupe tohto druhu do južných Čiech. Navyše, rozsievka osídľuje aj oblasti s nižšou nadmorskou výškou, a preto nežiadúci masový rozvoj sa dá očakávať aj vo flyšovom pásme Karpát (Kaštvský et al. 2010).

Častým druhom v mezotrofných až eutrofných vodách na Slovensku aj v Česku je rozsievka *Cyclotella balatonis* Pantocsek (Hindák & Hindáková 2008, 2010a). Dôvodom jej evidencie až v ostatných rokoch je pravdepodobne zámena s ďalšími príbuznými taxónmi zo skupiny *C. comta* (Houk & Klee, in litt.). Keďže naše poznatky o štruktúre schránok rozsievok sa neustále rozširujú, čím sa upresňuje aj ich determinácia, treba preštudovať populácie príbuzných taxónov aj z predchádzajúcich zberov. Potom bude možné posúdiť, či šírenie aj tohto druhu je spôsobené zvýšenou eutrofizáciou, alebo inými faktormi.

Druhy pokladané za endemické

Je nemálo príkladov, keď sa nový druh po svojom ustanovení dlhší čas nenájde mimo svojej pôvodnej lokality, prípadne mimo regiónu pôvodu. Vtedy sa uvažuje o jeho možnom endemickom charaktere. Niekedy je však iba otázkou času, keď sa objaví správa, že druh bol nájdený na „opačnom konci sveta“, veľmi ďaleko od jeho *locus classicus*.

Takýto prípad je cenóbiová chlorokokálna riasa *Makinoella tosaensis* Okada 1949 opísaná a potom potvrdená z viacerých malých vodných bazénov v Japonsku, ale mimo tejto krajiny nájdená iba v Kórey, odkiaľ pochádza aj čistá kultúra deponovaná v zbierke v Göttingene (Hegewald et al. 1999). Výskyt tejto riasy zvädzal k domnienke o jej možnom endemizme na región východnej Ázie. Vďaka detailnému štúdiu morfológie buniek a cenóbií ako vo svetelnom, tak aj v elektrónovom mikroskope (Hegewald et al. 1999), a tiež molekulárnym údajom (Hepperle et al. 2000) nie je tento druh medzi algológmi neznámy. Koniec úvah o možnom endemizme však urobil náš nedávny nález tejto zelenej riasy v malej fontáne v areáli ústavov SAV na Patrónke v Bratislave (Hindák & Hindáková 2010b). Tento príklad (ako aj cyanobaktéria *Chlorogloeopsis fritschii*

– pozri ďalej) potvrdzuje známy názor, že mnohé cyanobaktérie a riasy majú kozmopolitné rozšírenie, ale ich výskyt sa ekologicky viaže na istý typ biotopu.

Zavlečené druhy

Vhodným príkladom v oblasti tejto kategórie sú pôvodom tropické druhy, ktoré sa k nám dostali s privezenými exotickými rastlinami alebo živočíchmi. Nájdeme ich v botanických či zoológických záhradách, v skleníkoch, akváriách, teráriách, okrasných fontánach a inde, ale vo voľnej prírode sa nevyskytujú. Nasledovne uvádzame niektoré takéto druhy z cyanobaktérií, rozsievok, červených a zelených rias, ktoré sme našli v bratislavskej botanickej záhrade a v parkových jazierkach s termálnou vodou v Piešťanoch.

V Botanickej záhrade UK v Bratislave sme príležitostne zbierali algologický materiál v centrálnom bazéne a v malej murovanej kadi v skleníku. Obidva bazény sú napúšťané vodovodnou vodou a slúžia ako rezervoáre vody na zalievanie rastlín, teplota vody bola v lete 22–25 °C, pH 7,5–7,9. Na stenách kade rástli vláknité riasy, na ktoré prisadali cyanobaktérie a riasy, z nich mnohé sa na prirodzených stanovištiach nenachádzajú. Z cyanobaktérií to boli druhy *Stichosiphon willei* (Gardner) Komárek et Anagnostidis, *Chamaecalyx swirenkoi* (Širšov) Komárek et Anagnostidis, *Stanieria* spp., z červených rias *Compsopogon aeruginus* (J. Agardh) Kützing vyskytujúci sa takisto v miestnych akváriách a voľne tiež *Rhodella grisea* (Geitler) Fresnel et al., u nás nájdená iba v termálnych vodách v Piešťanoch. V centrálnom bazéne sme v lete 2007 pozorovali neobvyklý hnedočierny vegetačný zákal vody, ktorý bol spôsobený hromadným výskytom práve tejto jednobunkovej červenej riasy. Túto sme v skleníkoch záhrady našli aj už v spomínanej kadi a v sladkovodných akváriách. Morfológia buniek bola rovnaká ako v populáciách v Piešťanoch (Hindák & Hindáková 2006, Hindák 2008a, obr. 47). V súvislosti s týmto masovým výskytom treba uviesť, že bazén v dôsledku poruchy čerpadla nebol niekoľko týždňov dopĺňovaný chlórovanou vodou z vodovodnej siete. Po opätovnej dodávke vodovodnej vody vegetačný zákal vody v bazéne takmer celkom zmizol.

V kadi sme evidovali zaujímavý nález rozsievky *Stauroneis pseudo-subobtusoides* Germain, ktorá bola opísaná z botanickej záhrady vo francúzskom Angers (Germain 1980) a potom sa našla iba na tejto lokalite (Krammer & Lange-Bertalot 1986). Ďalšie penátne rozsievky *Gomphonema affine* Kützing, *G. gracile* Ehrenberg a *Diploneis subovalis* Cleve sa považovali za typické druhy pre subtropické či tropické oblasti, s možným výskytom aj vo veľmi teplých akváriách (Krammer & Lange-Bertalot 1986).

Zo zelených rias sme v jazierkach s termálnou vodou v Piešťanoch s teplotou v lete až 34 °C zistili výskyt druhov *Schizomeris leibleinii* Kützing a *Pearsoniella variabilis* Fritsch et Rich, ktoré sa pôvodne našli v trópoch. K nim treba pripočítať ešte druh *Pithophora pragensis* Šula opísaný z pražských akvárií, zrejme k nám takisto zavlečený druh z trófov.

Z rodu *Compsopogon* Montagne sme zaznamenali iba jediný prípad výskytu vo voľnej prírode v našom blízkom okolí, a to v oteplenej vode rakúskej rieky Pulkava (Pulkaw), pravostranného prítoku rieky Dyje blízko českých hraníc (Žáková et al. 2010). Stielky tejto vláknitej červenej riasy dlhej do 2 cm sa prichytávali na rozličný substrát (kamene, stielky rastlín, rozličný detrit), ale iba v úseku rieky pod vyústením odpadových vôd z miestneho závodu na výrobu kyseliny citrónovej. Je zaujímavé, že rod *Compsopogon* obsahuje výlučne tropické, resp. subtropické druhy, ktoré sa v miernom klimatickom pásme nachádzajú zväčša iba v akváriách. V našom prípade zrejme významnú úlohu zohralo špecifické chemické zloženie odpadovej vody, ako aj teplota vody pod vyústením odpadových vôd (priemer počas roka 17 °C, max. v lete 30 °C).

Slanomilné a termálne druhy

Slanská a termálne žriedla patria medzi ekologicky vyhranené biotopy so špecifickou mikrofórou. Vyznačujú sa zvýšeným obsahom solí a v prípade termálnych vôd aj vyššou teplotou než je priemerná teplota okolitého prostredia.

Ako príklad druhu so zdanlivo širokou ekologickou amplitúdou môže poslúžiť nostokálna cyanobaktéria *Chlorogloeopsis fritschii* (Mitra) Mitra et Pandey. Kultúra tohto druhu bola izolovaná z pôdy obilného poľa v indickom Allahabate a neskôr udržiavaná v popredných svetových zbierkach. Inde v prírode sa doteraz ešte nenašla. U nás sme ju študovali z kultúr izolovaných z termálnych vôd v Sklených Tepliciach (Hindák & Hindáková 2007), ako aj z kultúry získanej zo saharského hypersalinného jazera Chott-el-Djebir v Tunisku (Hindák 2008b). Porovnanie morfológie a životných cyklov u typovej kultúry a našich kultúr jednoznačne dokázalo ich druhovú identitu i napriek tomu, že pochádzali z troch geograficky od seba veľmi vzdialených stanovišť. Obidve študované lokality sa vyznačovali pomerne vysokou teplotou prostredia a vysokým obsahom solí.

Zvyčajne každé termálne žriedlo má svoju špecifickú biodiverzitu, aj keď niektoré druhy sa môžu vyskytovať na viacerých stanovištiach. To platí aj o našich termách v Piešťanoch a Sklených Tepliciach, kde sme zistili spoločný výskyt iba niekoľkých druhov cyanobaktérií (napr. *Aphanothece bullosa* (Meneghini) Rabenhorst, *A. thermicola* Hindák, *Chroococcus globosus* (Elenkin)

Hindák, *Hapalosiphon fontinalis* (Agardh) Borneo, *Chroococciopsis thermalis* Geitler, *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont), veľká väčšina ostatných druhov bola odlišná (Hindák & Hindáková 2006, 2007).

V piešťanských kúpeľoch sme našli v bazénoch miestneho parku viaceré slanomilné rozsievky, ktoré preferujú termálnu vodu. Predovšetkým druhy *Achnanthes thermalis* var. *rumrichorum* Lange-Bertalot (Hindáková 2009), *Amphipleura rutilans* (Trentepohl) Cleve, *Navicula halophila* (Grunow) Cleve, *Nitzschia vitrea* var. *salinarum* Grunow, *Rhopalodia operculata* (Agardh) Håkansson, či *Surirella ovalis* Brébisson sú súčasťou zaujímavých spoločenstiev na tomto biotope (Hindák & Hindáková 2006).

Slanomilné rozsievky nachádzame sporadicky aj na lokalitách, kde by sme ich nepredpokladali. Výskyt rozsievok v štrkoviskových jazerách v Bratislave, napr. druhov *Melosira nummuloides* (Dillwyn) Agardh, *Gyrosigma parkeri* (Harrison) Elmore, *Amphipleura rutilans*, *Bacillaria paxillifera* Gmelin z jazera Kuchajda (Hindáková & Hindák 2000), alebo *Cylindrotheca gracilis* (Brébisson) Grunow z jazera Rohlík (Hindák & Hindáková 2001b) a Veľký Draždiak (Hindák & Hindáková 2003), by sa mohol dať do súvislosti s narastajúcim zasoľovaním jazier, a to najmä z dôvodu ich rekreačného využitia a solenia okolitých ciest a chodníkov v zimnom období. Nález *Achnanthes thermalis* var. *rumrichorum* v piešťanských parkových bazénoch s termálnou vodou a takisto v štrkoviskovom jazere Zlaté piesky v Bratislave (Hindáková 2009) by tomu napovedal.

Záver

Z nášho krátkeho rozboru problematiky šírenia a expanzie cyanobaktérií a rias na Slovensku možno konštatovať:

- údaje o rozšírení cyanobaktérií a rias sú neúplné a čiastkové, mnohé regióny sú biele miesta na mape rozšírenia cyanobaktérií a rias v SR,
- staršie údaje o rozšírení cyanobaktérií a rias nie sú periodicky overované a aktualizované,
- kritický nedostatok špecialistov-algológov na jednotlivé skupiny cyanobaktérií a rias pri prirovnaní so susednými krajinami,
- z toho vyplývajúca nízka úroveň informácií o rozšírení cyanobaktérií a rias nedovoľuje používať v plnom rozsahu kategorizáciu pri ich šírení, resp. ohrozenosti ako u vyšších rastlín, ani aplikovať zavedenú terminológiu.

PodĎakovanie

Práca bola financovaná z projektov APVV 0566–07 a VEGA 7069-0130.

Literatúra

- Eliáš, P. (ed.) 1997. Invázie a invázne organizmy. SEKOS, Bratislava.
- Gágyorová, K. & Marvan, P. 2002. *Didymosphenia geminata* a *Gomphonema ventricosum* (Bacillariophyceae) v Moravskoslezských Beskydech. Czech Phycol. 2: 61–68.
- Germain, H. 1980. Trois nouvelles diatomées dans le bassin d'une serre à Angers. Cryptog. Algol. 1: 19–27.
- Hegewald, E., Schnepf, E. & Jeon, S.L. 1999. Report on *Makinoella tosaensis* Okada (Chlorophyta, Oocystaceae), a new species to Korea. Algae. 14: 87–90.
- Hepperle, D., Hegewald, E. & Krienitz, L. 2000. Phylogenetic position of the Oocystaceae (Chlorophyta). J. Phycol. 36: 590–595.
- Hindák, F. 2005. Zelené kokálne riasy (Chlorococcales, Chlorophyceae). Slovenská vodohospodárska spoločnosť ZSVTS pri VÚVH, Bratislava. CD, ISBN 80–969265–1–9.
- Hindák, F., 2008a. Colour Atlas of Cyanophytes. VEDA, Bratislava.
- Hindák, F. 2008b. On *Chlorogloeopsis fritschii* (Cyanophyta/Cyanobacteria) from thermal springs in Slovakia and from a saline lake in Tunisia. Algol. Stud. 126: 47–64.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 1998. Sinice/cyanobaktérie a riasy. In Marhold K. & Hindák F. (eds). Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Veda, Bratislava. p. 11–100.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 1999. Cyanobaktérie a riasy štrkoviskového jazera Štrkovec v Bratislave. Bull. Slov. Bot. Spoločn. 21: 19–25.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2001a. Invázne cyanobaktérie a riasy. Životné prostredie (Bratislava). 35/2: 93–95.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2001b. Cyanobaktérie a riasy štrkoviskového jazera Rohlík v Bratislave. Bull. Slov. Bot. Spoločn. 23: 13–18.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2003. Cyanobaktérie a riasy štrkoviskových jazier Veľký a Malý Draždiak v Petržalke. Bull. Slov. Bot. Spoločn. 25: 7–15.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2005. Diverzita cyanobaktérií a rias štrkoviskového jazera Štrkovec v Bratislave r. 1999–2004. Bull. Slov. Bot. Spoločn. 27: 23–29.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2006. Cyanobaktérie a riasy termálnych vôd v Piešťanoch (záp. Slovensko). Bull. Slov. Bot. Spoločn. 28: 21–30.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2007. Cyanobaktérie a rozsievky termálnych vôd v Sklených Tepliciach (stredné Slovensko). Bull. Slov. Bot. Spoločn. 29: 10–16.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2008. Vplyv sinicových vodných kvetov na vodné hospodárstvo a ľudské zdravie. Životné prostredie (Bratislava). 42/4: 171–175.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2010a. Cyanobaktériový vodný kvet vo vodnej nádrži Orava v r. 2008–2009. Bull. Slov. Bot. Spoločn. 32/Suppl. 2: 5–10.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2010b. First report of *Makinoella tosaensis* Okada (Chlorophyta, Chlorococcales, Oocystaceae) outside East Asia. Fottea. 10: 141–144.
- Hindáková, A. 2000. Der erste Fundort der *Navicula microrhombus* (Bacillariophyceae) in Europa. Algol. Stud. 96: 49–58.
- Hindáková, A. 2009. On the occurrence of *Achnanthes thermalis* var. *rumrichorum* in Slovakia. Fottea. 9/2: 193–198.
- Hindáková, A. & Hindák, F. 2000. Cyanobaktérie a riasy štrkoviskového jazera Kuchajda v Bratislave. Bull. Slov. Bot. Spoločn. 22: 9–14.
- Janse van Vuuren, S. & Kriel, G.P. 2008. *Cylindrospermopsis raciborskii*, a toxic invasive cyanobacterium in South African fresh waters. African J. Aquatic Science. 33/1:17–26.

- Kalina, T. & Váňa, J. 2005. Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum.
- Kaštovský, J., Hauer, T., Mareš, J., Krautová, M., Bešta, T., Komárek, J., Desortová, B., Heteša, J., Hindáková, A., Houk, V., Janeček, E., Kopp, R., Marvan, P., Pummann, P., Skácelová, O. & Zapomělová, E. 2010. Biological Invasions: A review of the alien and expansive species of freshwater cyanobacteria and algae, a case study from the Czech Republic. *Biol. Invasions*. 12/10: 3 599–3 625.
- Kiss, K.T., Ács, É., Houk, V., Marvan, P. & Ector, L. 2001. *Thalassiosira duostra* Pienaar et Pieterse, a new centric diatom for the European algal flora. *Abstr. XII. Hungarian Algological Meeting*, p. 28.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprocaryota, 2. Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. 19/2: 1–759.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2/1: 1–876.
- Marhold, K. & Hindák, F. (eds) 1998. Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Veda, Bratislava.
- Monastersky, R. 1998. The rise of life on the Earth. *National Geographic*. 193/3: 53–81.
- Pérez, M.C., Maidana, N.I. & Comas, A. 2009. Phytoplankton composition of the Ebro River estuary, Spain. *Acta Bot. Croat.* 68/1: 11–27.
- Round, F.E. 1981. *Ecology of algae*. Cambridge University Press.
- Szabó, K., Kiss, K.T., Ector, L., Kecskés, M. & Ács, É. 2004. Benthic diatom flora in a small Hungarian tributary of River Danube (Rákos–stream). *Algol. Stud.* 111: 79–94.
- Taylor, J.C., Janse van Vuuren, M.S. & Pietersee, A.J.H. 2007. The application and testing of diatom-based indices in the Vaal and Wilge Rivers, South Africa. *Water S.A.* 33/1: 51–59.
- Žáková, Z., Pum, M., Sedláček P. & Hindák, F. 2010. Výskyt ruduchy *Compsopogon* sp. (Rhodophyta) v Pulkavě, rakouském přítoku řeky Dyje. *Limnol. Sprav. SLS.* 4/1: 10–14.

došlo 12. 2. 2010

prijaté 8. 9. 2010