

Diverzita cyanobaktérií a rias štrkoviskového jazera Štrkovec v Bratislave v r. 1999 – 2004

Diversity of the cyanobacteria and algae in the gravel pit lake Štrkovec in Bratislava (Western Slovakia) in 1999 – 2004

FRANTIŠEK HINDÁK & ALICA HINDÁKOVÁ

Botanický ústav SAV, Dúbravská cesta 14, 845 23 Bratislava, frantisek.hindak@savba.sk, alica.hindakova@savba.sk

Abstract: Species composition of the phytoplankton and phytobenthos of the gravel pit lake Štrkovec in Bratislava (western Slovakia) in 1999 – 2004 is evaluated. In comparison with data of 301 species and infraspecific taxa published by Hindák & Hindáková (1999) from this lake, 139 new taxa were determined, among them four are new for the territory of the Slovak Republic, i. e. one cyanophyte/cyanobacterium [*Microcrocis geminata* (Lagerheim) Geitler], two dinoflagellates [*Peridiniopsis dinobryonis* (Wołoszyńska) Bourrelly, *P. elpatiewskyi* (Ostenfeld) Bourrelly], and one chlorococcal species (*Pediastrum integrum* Nägeli). On the other hand, several cyanophytes and algae had not been recorded during this period again.

Keywords: cyanophytes, algae, gravel pit lakes, Bratislava, Slovakia.

V rámci riešenia projektu *Revitalizácia jazera Štrkovec v Bratislave*, ktorý organizačne zabezpečuje Miestny úrad Bratislava 2 – Ružinov už od r. 1998 a projektu APVT *Biodiverzita fytoplanktónu Dunaja a jeho hlavných prítokov na Slovensku*, sme sledovali druhové zloženie cyanobaktérií/siníc a rias v tomto štrkoviskovom jazere. Našou úlohou bolo posúdiť dynamiku a štruktúru diverzity cyanobaktérií a rias v priebehu revitalizačných opatrení, a to najmä v dôsledku mechanického odstraňovania stolístka klasnatého (*Myriophyllum spicatum* L.). Porasty stolístka sú bohato obrastané cyanobaktériami a riasami, ktoré sa neskoršie odtrhávajú od podkladu (alebo v dôsledku odtrhnutia byle či kosením), a tak sa dostávajú do hladinovej vrstvy vody. Jedná sa najmä o druhy cyanobaktériového spoločenstva, ktoré sa podľa dominantných druhov z rodu *Oscillatoria* Vaucher pracovne nazýva *Oscillatorietum*. Toto spoločenstvo často tvorí makroskopické koláčovité kolónie, najčastejšie a najhojnejšie pri brehoch jazera. Nehľadiac na jeho pozitívny prínos, ktorý spočíva v tvorbe biomasy a kyslíka, jeho nadmerný rozvoj je nežiaduci najmä v horúcich letných dňoch. Vtedy sa nahromadená biomasa mikroorganizmov môže intenzívne rozkladať, pričom sa odčerpáva z vodného prostredia kyslík. Tým môže nastať jeho úplná deplexia a následný kolaps vodných organizmov vrátane rýb.

Flóra fototrofných mikroorganizmov štrkoviskových jazier v intraviláne Bratislavy a osobitne jazera Štrkovec sa študuje už niekoľko desaťročí. Touto prácou nadväzujeme na naše predchádzajúce štúdie (Hindák 1977, 1980, 1984, 1988, 1990, 2001, 2002; Árpová & Hindák 1978; Hindák & Hindáková 1998, 1999,

2003a, b; Hindáková 1996). Z týchto údajov možno konštatovať, že jazero Štrkovec, kde sme spolu s týmto príspevkom určili 440 taxónov, patrí medzi algologicky najviac prebádané štrkoviskové jazerá na Slovensku.

Metodika

Vzorky fytoplanktónu sa odoberali planktónovou sieťou s veľkosťou ôk 10 µm raz mesačne, zvyčajne od marca do októbra, a to z prístavného mostíka. Vzorky sa zahusťovali centrifugovaním. Fytobentos sa odoberal zo štyroch od seba vzdialených miest. Cyanobaktérie a riasy sa určovali v živom stave okrem rozsievok, ktoré sa determinovali z trvalých preparátov (Hindák ed. 1978). Na určovanie sa použila citovaná literatúra (Ettl 1983, Hindák 1977, 1978, 1980, 1984, 1990, 2001, Huber-Pestalozzi 1955, Komárek & Fott 1983, Komárek & Anagnostidis 1998, Krammer & Lange-Bertalot 1986, 1988, 1991a, b, Popovský & Pfiester 1990).

Výsledky a diskusia

Komplexné výsledky štúdia diverzity cyanobaktérií a rias jazera Štrkovec v priebehu roka 1998 sme uverejnili v tomto časopise (Hindák & Hindáková 1999). Určili sme spolu 23 druhov a vnútrodruhových taxónov cyanobaktérií a 281 taxónov z rozličných skupín rias, celkom 301 taxónov fototrofných mikroorganizmov. Veľkú väčšinu týchto taxónov sme nachádzali aj v období nasledujúcich rokov 1999 – 2004. Vzhľadom na rozsah zoznamu ich tu osobitne nemôžeme uviesť, takisto sme upustili od členenia na planktónové a bentosové druhy, nehľadiac na to, že mnohé v planktóne nájdené mikroorganizmy sú primárne bentosové. A naopak, mnohé planktónové druhy sedimentujú do metafytónu a bentosu. Pozornosť sústredíme iba na taxóny, ktoré sme ako nové pre jazero našli v ostatných šiestich rokoch. Ich zoznam je v nasledujúcom prehľade.

Zoznam taxónov cyanobaktérií a rias, ktoré sme našli iba v období rokov 1999 – 2004, nie predtým (cf. Hindák & Hindáková 1999); nové taxóny pre flóru cyanobaktérií a rias Slovenska označujeme hviezdíčkou (*) pred vedeckým menom.

Taxa of cyanobacteria and algae in the gravel pit lake Štrkovec in Bratislava found only in 1999 – 2004, not before (cf. Hindák & Hindáková 1999); new species for territory of Slovakia are marked with an asterisk (*) in front of their names.

CYANOPHYCEAE

Chroococcales: *Aphanocapsa delicatissima*, *A. holsatica*, *A. parasitica*, *Aphanothece floccosa*, *A. stagnina*, *Chroococcus giganteus*, *Coelomoron pusillum*, *Cyanodictyon planctonicum*, *Cyanogranis ferruginea*, *C. libera*, *Eucapsis densa*, *Johannesbaptistia lacustris*, **Microcrocis geminata* (Lagerheim) Geitler, *Microcystis botrys*, *M. wesenbergii*. – **Oscillatoriales:** *Borzia trilocularis*, *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena limnetica*, *Tychonema bornetii*. – **Nostocales:** *Anabaena bergii*, *A. flos-aquae*, *A. manderi*, *Cylindrospermum stagnale*, *Tolypothrix tenuis*.

RHODOPHYCEAE

Porphyridium aeruginum, *P. purpureum*.

CHRYSOPHYCEAE

Bitrichia chodatii, *Chrysochromulina parva*, *Chrysolynos planctonicus*, *Chromulina flavicans*, *Dino-*

bryon crenulatum, *D. cylindricum*, *D. sertularia*, *D. sociale* var. *sociale*, *D. sociale* var. *stipitatum*, *Hymenomonas roseola*, *Pseudokephyrion entzii*, *Uroglena americana*.

XANTHOPHYCEAE

Tetraedriella jovetii.

BACILLARIOPHYCEAE

Coscinodiscales: *Aulacoseira subarctica*. – **Naviculales:** *Acanthoceras zachariasii*, *Achnanthes conspicua*, *A. laevis*, *A. lanceolata* var. *rostrata*, *A. ploenensis*, *A. rosenstockii*, *Amphipleura pellucida*, *Caloneis bacillum*, *Cocconeis neothumensis*, *Cymbella cuspidata*, *C. delicatula*, *C. hustedtii*, *C. leptoceros*, *C. sinuata*, *Diploneis elliptica*, *D. oculata*, *D. ovalis*, *D. pseudovalis*, *Fragilaria capucina* var. *gracilis*, *F. capucina* var. *rumpens*, *F. construens* f. *venter*, *F. dilatata*, *F. elliptica*, *Gyrosigma parkeri*, *Mastogloia smithii*, *Meridion circulare*, *Navicula decussis*, *N. digitatoradiata*, *N. pseudotuscula*, *N. pseudoventralis*, *N. subminuscula*, *Nitzschia capitellata*, *N. levidensis*, *N. pumila*, *N. radícula*, *N. sinuata* var. *tabellaria*, *N. sociabilis*, *N. tubicola*, *N. umbonata*, *Pinnularia intermedia*, *P. subcapitata*, *Rhopalodia operculata*, *Stauroneis anceps*, *Surirella elegans*, *S. minuta*, *S. ovalis*.

DINOPHYCEAE

**Peridiniopsis dinobryonis* (Woloszyńska) Bourrelly, **P. elpatiewskyi* (Ostenfeld) Bourrelly.

CHLOROPHYCEAE

Volvocales: *Carteria globosa*, *Haematococcus pluvialis*, *Pteromonas angulosa*. – **Tetrasporales:** *Pseudosphaerocystis lacustris*. – **Chlorococcales:** *Ankistrodesmus falcatus*, *A. fusiformis*, *Choricystis cylindracea*, *Coelastrum proboscideum*, *Crucigenia tetrapedia*, *Dicelulla geminata*, *Franceia droescheri*, *F. echidna*, *Granulocystis helena*, *Lagerheimia quadriseta*, *Micractinium bornhemienense*, *M. pusillum*, *M. quadrisetum*, *Monoraphidium contortum*, *Neocystis diplococca*, *Oocystidium ovale*, **Pediastrum integrum* Nägeli, *Pseudodidymocystis inconspicua*, *Pseudokirchneriella contorta*, *P. subcapitata*, *Quadricoccus verrucosus*, *Scenedesmus acuminatus*, *S. armatus* var. *bicaudatus*, *S. dispar*, *S. eornis*, *S. intermedius*, *S. subspicatus*, *Selenastrum gracile*. – **Ulotrichales:** *Elakatothrix acuta*, *E. subacuta*, *Koliella spirotaenia*, *Posonia sestonica*.

CONJUGATOPHYCEAE

Closterium aciculare, *C. limneticum*, *Cosmarium biretum*, *Euastrum binale*, *Pleurotaenium tabecula*, *Staurastrum planctonicum*, *S. seabaldii*.

EUGLENOPHYCEAE

Euglena acus, *E. caudata*, *Lepocinclis ovum*, *Phacus curvicauda*, *Ph. longicauda*, *Ph. suecicus*, *Ph. longicauda* var. *tortus*, *Trachelomonas armata*.

Z týchto výsledkov možno vyvodit' isté čiastkové závery:

- V jazere Štrkovec sme v sledovanom období oproti roku 1998 determinovali pomerne veľa nových taxónov (139); z nich najviac pripadá na rozsievky (47), vlastné zelené riasy (36) a cyanobaktérie (24).
- Našli sa štyri druhy nové pre flóru cyanobaktérií a rias Slovenska (Hindák & Hindáková 1998), menovite jedna cyanobaktéria [*Microcrocis geminata* (Lagerheim) Geitler], dva druhy panciernatiek [*Peridiniopsis dinobryonis* (Woloszyńska) Bourrelly, *P. elpatiewskyi* (Ostenfeld) Bourrelly] a jeden druh chlorokokálnych rias (*Pediastrum integrum* Nägeli). To je dôkaz, že naša mikroflóra je stále nedostatočne preskúmaná dokonca aj v tradične algologicky najviac študovaných stojatých vodách, kam patria i štrkoviskové jazerá.

- Z porovnania druhového zastúpenia fytoplanktónu a fytozbentosu jazera Štrkovec v r. 1998 oproti rokmi 1999 – 2004 vidieť, že štruktúra spoločenstva sa mení, a to dosť podstatne. Z tohto dôvodu treba zdôrazniť, že na štúdium diverzity fototrofných mikroorganizmov stojatých vôd nie je postačujúca jedna vegetačná sezóna, aj keď sa jedná o pomerne hydrologicky ustálenú a malú vodnú nádrž a odbery vzoriek sú v mesačných intervaloch.

Pravda, mohli by sme diskutovať aj o ďalších otázkach spojených so štúdiom diverzity mikroorganizmov. Tak napríklad, počet determinovaných taxónov by sa iste zvýšil, keby sa vzorky odoberali v kratších časových intervaloch alebo keby sa výskumný tím doplnil o špecialistov na ďalšie systematické skupiny (v našom prípade najmä na riasové bičíkovce).

Analýza diverzity jednotlivých skupín cyanobaktérií a rias by si vyžiadala osobitný priestor. Vzhľadom na limitovaný rozsah tohto príspevku sa však obmedzíme iba na krátky komentár, prípadne uvedieme niektoré zaujímavé poznatky.

Cyanobaktérie v štrkoviskových jazerách majú osobitný význam z hľadiska tvorby vodného kvetu, ako aj tvorby spoločenstva *Oscillatorietum*. Vývin týchto dvoch ekologicky celkom odlišných spoločenstiev je síce rozdielny, ale navzájom prepojený. Svedčí o tom skutočnosť, že ak je veľmi utvorený planktónový vodný kvet, spoločenstvo *Oscillatorietum* je v dôsledku limitácie žiarenia, ktoré dopadá na dno, potláčané. A naopak, nadprodukcia spoločenstva *Oscillatorietum* odčerpáva z vody živiny, čím bráni rozvoju fytoplanktónu vrátane vodného kvetu cyanobaktérií.

Planktónový vodný kvet bol v jazere Štrkovec spôsobený masovým rozvojom kolónií *Microcystis aeruginosa*, naproti tomu kolónie druhu *Snowella litoralis* spôsobovali nanajvýš vegetačné zafarbenie vody do zelena. Vodný kvet bol výrazne utvorený najmä r. 2000 (pozri Hindák 2001, obr. 40), menej výrazne r. 2003. Podobne ako v iných štrkoviskových jazerách v Bratislave (jazero Rohlík, Kuchajda) a rybníkoch na Železnej Studienke sme v ostatných dvoch-troch rokoch zaznamenali výrazný nástup druhu *Microcystis botrys*, ktorý je vysoko toxický (Cronberg & Baalen 2004) a predstavuje vážnu potenciálnu hrozbu pre naše vodné nádrže.

Spoločenstvo *Oscillatorietum* našlo v podmienkach jazera Štrkovec veľmi vhodné prostredie. Utváralo sa pravidelne každý rok, ale nie rovnako intenzívne. Najmohutnejší rozvoj hraničiaci až s kritickým stavom dosiahol v horúcich letných mesiacoch roku 1996 a 1997 (pozri Hindák 2001, obr. 37, 38), a potom v rokoch 2001 až 2003. Tento stav sa v jazere riešil kosením a následným odstránením stolíčka z jazera.

Jednoduchá vláknitá cyanobaktéria *Borzia trilocularis* sa na Slovensku doteraz našla iba v litoráli jazera Štrkovec (pozri Hindák 2001, obr. 37, 38), a to práve v spoločenstve *Oscillatorietum*. K zaujímavým nálezom patria aj druhy *Chroococcus giganteus*, *Cyanodictyon planctonicum*, *Cyanogranis ferruginea* a *C. libera*; po-

sledne menovaný druh bol nedávno opísaný zo západného Slovenska (Hindák 2002).

Dvaja zástupcovia jednobunkových červených rias z rodu *Porphyridium* tvorili zelené (*P. aeruginum*) alebo tmavočervené (*P. purpureum*) slizovité povlaky na obnaženom brehu jazera, kam často vychádzali vtáky. Priamo vo vode jazera tieto riasy nerastú, uvádzame ich však ako príklad zriedka sa vyskytujúcich druhov našej flóry (Kotlaba 1995, Hindák & Hindáková 2001).

V študovanom štrkoviskovom jazere sme od roku 1998 nenašli žiadne rozsievky nové pre Slovensko, ani vzácné či výrazne invázne druhy. Oproti roku 1998 však do zoznamu determinovaných taxónov pribudlo 47 taxónov, čo je najviac z jednotlivých skupín rias. V niektorých vzorkách boli rozsievky zastúpené iba sporadicky a v malej abundancii. Týkalo sa to aj inak bežne sa vyskytujúcich druhov, akými sú napr. *Achnanthes conspicua*, *Cymbella delicatula*, *C. hustedtii*, *Mastogloia smithii* alebo *Nitzschia pumila*. Keďže uvedené rozsievky sú skôr typické pre čistejšie oligotrofné vody, napr. pre neďaleké rusovecké a čunovské štrkoviskové jazera (Hindák & Hindáková 2002), predpokladáme, že do eutrofného jazera Štrkovec boli druhotne zavlečené, a to pravdepodobne vodným vtáctvom.

V planktónovom spoločenstve rozsievok možno v ostatných rokoch konštatovať isté zmeny v zastúpení a abundancii jednotlivých druhov. Z cyklických rozsievok vytvárali bohatšie populácie iba *Cyclotella ocellata*, *C. quadrijuncta* a *Aulacoseira ambigua*, a to najčastejšie s penátnymi rozsievkami *Asterionella formosa*, *Fragilaria capucina* a *F. nanana*. Dominancia druhu *Cymbella microcephala* z novembra 1998 sa nielenže neopakovala, ale neskoršie táto rozsievka patrila iba medzi sprievodné druhy. Markantné boli hnedasté nárusty bentosových rozsievok na kameňoch alebo na iných riasach a prichytených vodných rastlinách. Tvorili ich zástupcovia najmä rodov *Diatoma* (*D. tenuis*, *D. moniliformis*), *Cocconeis*, *Achnanthes* (predovšetkým *A. minutissima*), *Nitzschia* a *Fragilaria* (*F. ulna*, *F. capucina*). Do planktónu sa tieto epifytické a epilittické rozsievky dostávali druhotne, a to najmä v období ich maximálneho rozvoja v jarných a letných mesiacoch. Ich rozvoj bol podmienený najmä priehľadnosťou vody: pri väčšej priehľadnosti boli bentosové nárusty vystavené väčšej intenzite slnečného žiarenia, ktoré mohli využiť na svoj rast.

Zo zelených rias sú zaujímavé najmä nálezy dvoch druhov. Prvým nálezom na Slovensku je cenóbiová zelená riasa *Pediastrum integrum*, ktorá v ostatných rokoch tvorila v jazere bohaté populácie. Tento druh, ktorý je známy iba z niektorých štátov Európy a zo Severnej Ameriky (Komárek & Fott 1983) a v Českej republike je pokladaný za ohrozený (Kotlaba 1995), sme našli aj v susednom štrkoviskovom jazere Rohlík. Druhou pozoruhodnou riasou je planktónový chlorosarcinoidný druh *Posonia sestonica* Hindák 1982, pôvodne opísaný z tohto jazera (cf. Hindák & Hindáková 2003a, b).

Druhy nájdené v jazere Štrkovec: cyanobaktérie *Borzia trilocularis* a *Johannesbaptistia lacustris*, červená riasa *Porphyridium purpureum*, rozsievka *Gyrosigma parkeri*, zelené riasy *Choricystis cylindracea*, *Granulocystis helena*e a *Posonia sestonica* boli zaradené do 2. verzie Červeného zoznamu cyanobaktérií/siníc a rias Slovenska (Hindák & Hindáková 2001).

Pod'akovanie

Práca sa vypracovala v rámci riešenia projektu *Revitalizácia jazera Štrkovec v Bratislave*, ktorý organizačne zabezpečuje Miestny úrad Bratislava 2 – Ružinov, ďalej projektu VEGA č. 2/4033/04 a projektu APVT-51-009102 *Biodiverzita fytoplanktónu Dunaja a jeho hlavných prítokov na Slovensku*. Autori ďakujú p. K. Tamásovej a L. Hrecovej za technickú pomoc.

Literatúra

- Árpová, M. & Hindák, F. 1978. Die Algenflora dreier Kiesgrubenseen in Bratislava. *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comeniana*, Bot. 1978, tom. 26, p. 59 – 78.
- Cronberg, G. & van Baalen, L. 2004. *Microcystis botrys* and *M. toxica* – the same species? *16th Symp. IAC*, Luxembourg, Book of Abstracts, 2004. p. 31.
- Ettl, H. 1983. Phytomonadina. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 9. Jena, 1983. 807 p.
- Hindák, F. 1977. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). *Biol. Práce*. 1978. XXIII/ 4, p. 1 – 192.
- Hindák, F. (ed.). 1978. *Sladkovodné riasy*. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1978, 728 p.
- Hindák, F. 1980. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). II. *Biol. Práce*. 1980, XXVI/6, p. 1 – 196.
- Hindák, F. 1984. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). III. *Biol. Práce*. 1984, XXX/1, p. 1 – 310.
- Hindák, F. 1988. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). IV. *Biol. Práce*. 1988, XXXIV/1-2, p. 1 – 264.
- Hindák, F. 1990. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). V. *Biol. Práce*. 1990, XXXVI/4, p. 1 – 192.
- Hindák, F. 2001. *Fotografický atlas mikroskopických siníc*. Bratislava : Veda, 2001. 128 p.
- Hindák, F. 2002. Four new chroococcalean species (Cyanophyta/Cyanobacteria) from Western Slovakia. *Biologia (Bratislava)*. 2002, vol. 57, p. 415 – 422.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 1998. Sinice a riasy. In Marhold, K. & Hindák, F. (eds). *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Bratislava : Veda, 1998, p. 11 – 100.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 1999. Cyanobaktérie a riasy štrkoviskového jazera Štrkovec v Bratislave. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.* 1999, roč. 20, p. 19 – 25.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2001. Červený zoznam siníc-cyanobaktérií a rias Slovenska. 2. verzia (december 2001). *Ochr. Prír. (Banská Bystrica)*. 2001, 20, Suppl.: 13 – 21.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2002. Cyanobaktérie a riasy štrkoviskových jazier v Rusovciach a Čunove v Bratislave. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.* 2002, roč. 24, p. 9 – 13.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2003a. Morphology and taxonomy of three simple ulotrichacean algal species (Chlorophyta). *Biologia (Bratislava)*. 2003, vol. 58, p. 509 – 515.
- Hindák, F. & Hindáková, A. 2003b. Diversity of cyanobacteria and algae of urban gravel pit lakes in Bratislava, Slovakia: a survey. *Hydrobiologia*, 2003, 506-509, p. 155 – 162.
- Hindáková, A. 1996. Rozsievková flóra štyroch štrkoviskových jazier v Bratislave. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.* 1996, roč. 18, p. 23 – 27.

- Huber-Pestalozzi, G. 1955. Euglenophyceen. *Binnengewässer*. 1955, 16/4: 1 – 606.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1998. Cyanoprokaryota 1. Teil Chroococcales. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Jena; Stuttgart; Lübeck; Ulm : 1998. 19/1, p. 1 – 548.
- Komárek, J. & Fott, B. 1983. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung Chlorococcales. *Binnengewässer*. 1983, 16/7/1, p. 1 – 1 044.
- Kotlaba, F. (ed.). 1995. *Červená kniha ohrozených a vzácných druhov rastlín a živočíchov SR a ČR 4*. Bratislava : Príroda, 1995. p. 1 – 223.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2*. Stuttgart; Jena, 1986. p. 1 – 876.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/2*. Stuttgart; Jena : 1988., p. 1 – 596.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3*. Stuttgart; Jena, 1991. p. 1 – 576.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae, 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. *Süßwasserflora von Mitteleuropa 12/4*. Stuttgart; Jena, 1991. p. 1 – 437.
- Popovský, J. & Pfister, L. A. 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 6*. Jena; Stuttgart, 1990. p. 1 – 272.