

Kopenske alge na betonskem zidu, kamnitem zidu, apnenčasti skali in deblu lipe (*Tilia platyphyllos*) v Sloveniji*

Aleksandra KRIVOGRAD KLEMENČIČ

Čušperk 51, SI-1290 Grosuplje, Slovenija

*Raziskava je bila opravljena v okviru podjetja Limnos d.o.o, Podlimbarskega 31, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, e-mail: info@limnos.si

Izveček. V različnih letnih časih v letih 1999 in 2000 sem nabirala alge na štirih različnih kopenskih vzorčnih mestih: betonskem zidu, kamnitem zidu, apnenčasti skali in deblu lipe (*Tilia platyphyllos*). Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 58 različnih vrst in podvrst iz treh razredov alg. Na betonskem zidu in deblu lipe so po številu vrst prevladovale Cyanophyceae, na kamnitem zidu in apnenčasti skali pa Bacillariophyceae. Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu je bila prevladujoča vrsta *Pleurococcus vulgaris*. *Gloeocapsa bituminosa*, *Microcystis hansgirgiana*, *Phormidium lignicola*, *P. valderiae*, *Cymbella gaeumannii*, *Navicula aerophila*, *N. nivalis* in *N. suecorum* var. *dismutica* so nove vrste in podvrste za Slovenijo.

Gljučne besede: kopenske alge, betonski zid, kamniti zid, apnenčasta skala, deblo

Abstract. Aerial algae from a concrete wall, stony wall, limestone rock and trunk of the lime tree (*Tilia platyphyllos*) in Slovenia - Samples were taken seasonally at four aerial sampling sites – a concrete wall, stony wall, limestone rock and trunk of the lime tree (*Tilia platyphyllos*) in the years 1999 and 2000. Altogether, 58 species and subspecies of algae (of three classis) were determined. On the concrete wall and the lime tree trunk, most of the species and subspecies belonged to Cyanophyceae, while on the stony wall and limestone rock those belonging to Bacillariophyceae were predominant. On the concrete wall, stony wall and the lime tree trunk, the species *Pleurococcus vulgaris* was prevalent. *Gloeocapsa bituminosa*, *Microcystis hansgirgiana*, *Phormidium lignicola*, *P. valderiae*, *Cymbella gaeumannii*, *Navicula aerophila*, *N. nivalis* and *N. suecorum* var. *dismutica* are new species and subspecies to Slovenia.

Keywords: aerial algae, concrete wall, stony wall, limestone rock, tree trunk

Uvod

Kopenske (aerofitske) alge so tiste, ki uspevajo na čvrsti podlagi zunaj vode in jih ves čas obkroža zrak (Cvijan & Blaženčič 1996). So ekološko pomembna skupina organizmov, ker se jim je kot tipičnim vodnim organizmom uspelo prilagoditi življenju na kopnem (Vrhovšek 1985). Glavni omejujoči dejavniki za njihovo uspevanje so: suša, ekstremne temperature, visoka elektroprevodnost in pomanjkanje hranil (Johansen 1999). Glavna vodna vira za zračne epifitske alge sta deževnica in zračna vlaga. Hranilne snovi dobivajo s padavinami, vir hranilnih snovi pa so tudi prah in druge snovi na gostiteljevem organizmu. Takšnim življenjskim razmeram je prilagojeno razmeroma majhno število alg, le okoli 200 vrst, ki so večinoma pripadnice razredov Cyanophyceae in Chlorophyceae, manj zastopan je razred Bacillariophyceae (Cvijan & Blaženčič 1996). Kopenske epilitske alge najdemo na površini skal in kamnov, ki niso izpostavljeni mehanskemu premikanju. Na kamnih in skalah, katerih edini vir vlage je atmosferska voda, je flora podobna kot na lubju dreves, kjer so pogoste vrste iz rodov *Pleurococcus*, *Trentepohlia*, *Mesotaenium* in *Cylindrocystis* (Round 1973). Johansen (1999) poleg pomanjkanja vlage izpostavlja, kot pomembna omejujoča dejavnika, ki vplivata na razporeditev vrst v zračnih bivališčih, še temperaturo in pH. Zračna bivališča so v primerjavi z vodnimi izpostavljena veliko večjim nihanjem temperature, kar je lahko omejujoč dejavnik za nekatere vrste alg. Združbe alg na kopnem so večinoma sestavljene iz vrst, ki lahko uspevajo le na kopnem. Izpostavljenost suši, visokim koncentracijam kisika in pomanjkanju hranil izključuje vodne vrste alg iz zračnih bivališč.

Namen raziskave v letih 1999 in 2000 je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo združb na štirih različnih kopenskih vzorčnih mestih: betonskem zidu, kamnitem zidu, deblu in apnenčasti skali. Kopenske vrste alg je raziskoval tudi Lazar (1975), čeprav je bilo njegovo delo osredotočeno na sladkovodne alge v Sloveniji.

Opis vzorčnih mest

Betonski zid: Stoji pri izhodu iz garažne hiše v Štepanjskem naselju v Ljubljani, približno dvajset metrov desno od vhoda v trgovino Emono. Zid je debel deset centimetrov

in prebarvan z barvo za beton, ki se na posameznih mestih kruši. Večji del dneva je v senci.

Kamniti zid: Stoji pred vhodom v Krško jamo. Vhod zapira železna rešetka, na obeh straneh pred rešetko je zid iz apnenčastih skal. Vzorce sem nabirala dva do tri metre pred rešetko na obeh straneh zidu, ki je večji del dneva v senci.

Deblo: Lipa (*Tilia platyphyllos*), na kateri sem vzorčila, raste ob Ljubljani nasproti Srednje šole za gostinstvo in turizem v Fužinah.

Apnenčasta skala: Leži v gozdu v vasi Čušperk, ki je približno 8 kilometrov oddaljena od Grosuplja. Dolga je približno dva in visoka pol metra in je popolnoma prerasla z mahom.

Za natančnejši opis vzorčnih mest glej Krivograd Klemenčič (2001).

Material in metode dela

Vzorke alg sem na vseh štirih vzorčnih mestih nabirala v različnih letnih obdobjih v letih 1999 in 2000. Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu sem opravila štiri vzorčenja, na apnenčasti skali pa pet. Datumi vzorčenj so prikazani v Tabeli 1. Vzorce sem nabirala tako, da sem postrgala površino kamnitega in betonskega zidu, debla in skale. Na apnenčasti skali sem poleg tega ožela tudi mahove, ki so skalo poraščali. Vzorce sem že na terenu fiksirala s 35 % formalinom v razmerju ena proti devet, tako da je bila končna koncentracija formalina v vzorcih približno 4 %. Da sem lahko določila kremenaste alge, sem vzorce obdelala s koncentrirano HNO₃.

V laboratoriju sem vzorce alg pregledala pod svetlobnim mikroskopom. Pri pregledovanju vzorcev sem ocenila pogostost posameznih vrst in podvrst s števili od 1 do 5 (1-posamična, 2-redka, 3-običajna, 4-pogosta, 5-prevladujoča). Pri določevanju alg sem uporabila naslednje

določevalne ključe: Lazar (1960), Starmach (1966, 1972), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Hindak et al. (1978) in Hindak (1996).

Tabela 1: Datumi vzorčenj na betonskem zidu, kamnitem zidu, deblu in apnenčasti skali.

Table 1: Dates of sampling carried out on concrete wall, stony wall, tree trunk and limestone rock.

vzorčno mesto / <i>sampling point</i>	Datum / <i>date</i>
betonski zid	4.5.1999, 5.9.1999, 21.2.2000, 20.5.2000
kamniti zid	24.4.1999, 12.9.1999, 13.2.2000, 1.7.2000
deblo	3.5.1999, 5.9.1999, 28.2.2000, 29.5.2000
apnenčasta skala	24.4.1999, 15.8.1999, 23.10.1999, 22.2.2000, 9.5.2000

Rezultati in razprava

Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 58 različnih vrst in podvrst iz treh razredov alg (Tab. 2). Po številu določenih vrst in podvrst so prevladovale Cyanophyceae (27), sledile so Bacillariophyceae (25) in Chlorophyceae (6).

Za prikaz vrstne sestave alg za posamezno vzorčno mesto v različnih letnih obdobjih z oceno številčnosti glej Krivograd Klemenčič (2001). Na betonskem zidu sem določila skupaj 14, na kamnitem zidu 12, na deblu 9 in na apnenčasti skali 37 različnih vrst in podvrst alg (Tab. 2). Sestava alg po razredih je za vsa vzorčna mesta prikazana na Sliki 1. Na betonskem zidu in deblu so po številu vrst prevladovale Cyanophyceae, na kamnitem zidu in apnenčasti skali pa Bacillariophyceae. Tudi v raziskavi alg na vlažnih skalah v nacionalnem parku Zion v Utahu, ZDA, ki so jo opravili Johansen et al. (1983), so po številu vrst močno prevladovale kremenaste alge. Sledile so Cyanophyceae in Chlorophyceae. Vrstni sestav alg na kopnem je odvisen predvsem od stopnje vlažnosti. Na bolj sušnih mestih se pojavljajo kremenaste alge, kot so *Pinnularia borealis*, *Navicula mutica* in *Hantzschia amphioxys*. Na bolj vlažnih mestih pa število kremenastih alg in cianobakterij (*Aphanocapsa*, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Oscillatoria*) naraste, pojavijo se zelene alge (Round 1973).

Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu je bilo število določenih vrst in podvrst nizko, glavna omejujoča dejavnika sta bila najverjetneje pomanjkanje vlage in hranil. Round (1973) je ugotovil, da je poleg suše prav pomanjkanje hranil glavni razlog, da je zračna epifitska flora

omejena le na nekaj vrst. Na nižano diverzitetu v urbanem okolju pa lahko vplivajo tudi onesnaženost ozračja in betonski premazi, ki vsebujejo snovi proti razvoju gliv in alg na stavbah. Na vseh treh vzorčnih mestih je v vseh vzorcih prevladovala vrsta *Pleurococcus vulgaris*, ki je pri nas splošno razširjena kopenska alga (Lazar 1960). Najpogosteje jo najdemo na drevesnem lubju in vlažnih skalah, v zmernih klimatih pa lahko prenese celo popolno izsušitev. Na apnenčasti skali sem določila bistveno večje število vrst in podvrst kot na drugih treh vzorčnih mestih. Iz tega lahko sklepamo, da so bile na skali boljše razmere za rast. Skala leži sredi gozda, kjer je višja zračna vlaga, porašča jo mah, pod katerim je tanka plast zemlje. Dodaten vir hranil je tudi odpadlo listje z dreves, pod katerimi leži skala. Johansen et al. (1983) so na skalah, ki so bile bolj vlažne, določili višje število vrst. Na apnenčasti skali *Pleurococcus vulgaris* ni bil več prevladujoč, odkrit je bil le še posamično v enem samem vzorcu. Poleg epilitskih alg so bile tu ugotovljene tudi epifitske (pritrjene na mahu) vrste in vrste, značilne za prst, kar je še dodatno vplivalo na večjo vrstno pestrost.

Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu se je v vseh vzorcih pojavljala vrsta *Pleurococcus vulgaris*, ki je bila tudi prevladujoča. Na kamnitem zidu sta bili v vseh vzorcih ugotovljeni še *Navicula contenta* in *Navicula suecorum* var. *dismutica*. Na apnenčasti skali pa sta se v vseh vzorcih pojavljali vrsti *Navicula contenta* in *Trentepohlia aurea*. *Navicula contenta* je splošno razširjena vrsta z ekološkim težiščem na meji zrak/voda, pogosta je v biotopih z močno zmanjšano svetlobno intenziteto, kjer pogosto nastopa skupaj z vrsto *Navicula gallica*. Tudi *Navicula suecorum* var. *dismutica* je aerofit, najdemo jo tako v barjih kot na apnenčastih skalah (Krammer & Lange-Bertalot 1986). *Trentepohlia aurea* je najbolj razširjena kopenska alga pri nas, najdemo jo na mnogih vlažnih mestih, predvsem na vlažnih skalah (Lazar 1960).

Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 8 novih vrst in podvrst alg za Slovenijo (Tab. 2), od tega na betonskem zidu in deblu lipe po 1, na kamnitem zidu 3 in na apnenčasti skali 6 novih vrst in podvrst.

Tabela 2: Vrstna sestava alg na betonskem zidu, kamnitem zidu, deblu in apnenčasti skali v letih 1999 in 2000 z označenimi taksoni, ki so novi za Slovenijo.

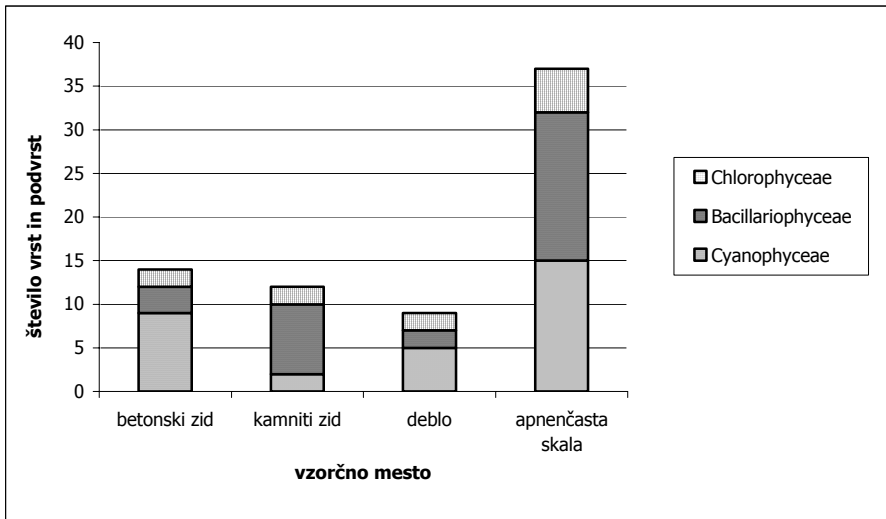
Table 2: Algal species list from concrete wall, stony wall, tree trunk and limestone rock in the years 1999 and 2000 with marked taxons new to Slovenia.

takson / taxon	vzorčno mesto / sampling post			
	betonski zid / concrete wall	kamniti zid / stony wall	deblo / tree trunk	apnenčasta skala / limestone rock
PROKARYOTA				
CYANOPHYCEAE				
<i>Aphanothece saxicola</i> Naegeli	•			
<i>Calothrix braunii</i> Bornet & Flahault	•			
<i>Calothrix elenkinii</i> Kossinskaja	•			
<i>Chroococcopsis gigantea</i> Geitler				•
<i>Gloeocapsa alpina</i> Naegeli	•			
≠ <i>Gloeocapsa bituminosa</i> (Bory) Kuetz.				•
<i>Gloeocapsa cohaerens</i> (Breb.) Holler.	•		•	•
<i>Gloeocapsa dermochroa</i> Naegeli	•			•
<i>Gloeocapsa kuetzingiana</i> Naegeli		•		•
<i>Gloeocapsa magma</i> (Breb.) Holler.	•			
<i>Gloeocapsa montana</i> Kuetz.			•	
<i>Microcystis anodontae</i> (Hansg.) Elen.	•			
≠ <i>Microcystis hansgirgiana</i> (Hansgirg) Elenkin			•	
<i>Microcystis muscicola</i> (Menegh.) Elenkin			•	
<i>Nostoc microscopicum</i> Carmichael				•
<i>Nostoc paludosum</i> Kuetz.				•
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.				•
<i>Phormidium autumnale</i> (Agardh) Gomont				•
<i>Phormidium foveolarum</i> (Mont.) Gomont				•
≠ <i>Phormidium lignicola</i> Frey				•
<i>Phormidium</i> sp.				•
≠ <i>Phormidium valderiae</i> (Delp.) Geitler		•		
<i>Pseudanabaena constricta</i> (Szafer) Lauterb.				•
<i>Rhabdoderma lineare</i> Schm. & Lauterb.			•	
<i>Schizothrix</i> sp.				•
<i>Stigonema minutum</i> (Agardh) Hassal				•
<i>Synechococcus cedrorum</i> Sauvageau	•			
EUKARYOTA				
HETEROKONTOPHYTA				
BACILLARIOPHYCEAE				
<i>Achnanthes minutissima</i> Kuetz.				•
<i>Achnanthes</i> sp.		•		
<i>Amphora montana</i> Krass.				•
<i>Cocconeis placentula</i> Ehren.			•	
<i>Cymbella affinis</i> Kuetz.		•		
≠ <i>Cymbella gaeumannii</i> Meister				•
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.			•	
<i>Cymbella minuta</i> Hilse				•
<i>Cymbella rupicola</i> Grun.				•
<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler				•
<i>Fragilaria fasciculata</i> (Agardh) Lan.-Bert.				•
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwait.) De Toni	•			
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh				•
<i>Gyrosigma attenuatum</i> Kuetz. (Raben.)				•
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehren.) W.Smith	•			•
≠ <i>Navicula aerophila</i> Krasske				•
<i>Navicula contenta</i> Grun.		•		•

takson / taxon	vzorčno mesto / sampling post			
	betonski zid / concrete wall	kamniti zid / stony wall	deblo / tree trunk	apnenčasta skala / limestone rock
<i>Navicula mutica</i> var. <i>mutica</i> Kuetz.				•
✘ <i>Navicula nivalis</i> Ehren.		•		•
<i>Navicula</i> sp.	•	•		
✘ <i>Navicula suecorum</i> var. <i>dismutica</i> (Hust.) Lan.-Bert.		•		
<i>Navicula veneta</i> Kuetz.				•
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.				•
<i>Orthoseira roeseana</i> (Raben.) OMeara		•		•
<i>Pinnularia borealis</i> Ehren.		•		
CHLOROPHYTA				
CHLOROPHYCEAE				
<i>Chlorella</i> sp.			•	
<i>Gloeocystis vesiculosa</i> Naegeli				•
<i>Keratococcus caudatus</i> (Hansg.) Pascher				•
<i>Klebsormidium flaccidum</i> (Kuetz) Silva, Mattox & Black.	•			•
<i>Pleurococcus vulgaris</i> Naegeli	•	•	•	•
<i>Trentepohlia aurea</i> (L.) Martius		•		•

✘ novi taksoni za Slovenijo

✘ taxons new to Slovenia



Slika 1: Sestava alg po razredih na betonskem zidu, kamnitem zidu, deblu in apnenčasti skali v letih 1999 in 2000.
Figure 1: Algal structure by classes from concrete wall, stony wall, tree trunk and limestone rock in the years 1999 and 2000.

Povzetek

V nalogi sem raziskovala kopenske alge na štirih različnih vzorčnih mestih: betonskem zidu, kamnitem zidu, apnenčasti skali in deblu lipe (*Tilia platyphyllos*). Namen raziskave je bil ugotoviti kvalitativno vrstno sestavo združb na zgoraj naštetih vzorčnih mestih v letih 1999 in 2000. Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu sem opravila štiri vzorčenja, na apnenčasti skali pa pet. V laboratoriju sem vzorce alge pregledala pod svetlobnim mikroskopom. Pri pregledovanju vzorcev sem ocenila pogostost posameznih vrst in podvrst s števili od 1 do 5: 1 - posamična, 2 - redka, 3 - običajna, 4 - pogosta, 5 - prevladujoča.

Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 58 različnih vrst in podvrst alg iz treh razredov alg, od tega na betonskem zidu 14, na kamnitem zidu 12, na deblu 9 in na apnenčasti skali 37. Na betonskem zidu in deblu so po številu vrst prevladovali Cyanophyceae, na kamnitem zidu in apnenčasti skali pa Bacillariophyceae. Na betonskem zidu, kamnitem zidu in deblu se je v vseh vzorcih pojavljala vrsta *Pleurococcus vulgaris*, ki je bila tudi prevladujoča. Na kamnitem zidu sta bili v vseh vzorcih ugotovljeni še *Navicula contenta* in *Navicula suecorum* var. *dismutica*. Na apnenčasti skali pa sta se v vseh vzorcih pojavljali vrsti *Navicula contenta* in *Trentepohlia aurea*.

Na vseh štirih vzorčnih mestih sem določila skupaj 8 novih vrst in podvrst alg za Slovenijo, od tega na betonskem zidu in deblu lipe po 1, na kamnitem zidu 3 in na apnenčasti skali 6 novih vrst in podvrst.

Zahvala

Zahvaljujem se prof. dr. Danijelu Vrhovšku, dr. Gorazdu Kosiju in dr. Nataši Smolar za strokovno pomoč pri izvedbi raziskave, soprogu Gorazdu pa za pomoč pri terenskem delu in moralno podporo.

Abstract

Aerial algae study was carried out at four different aerial sampling posts: concrete wall, stony wall, limestone rock and trunk of the lime tree (*Tilia platyphyllos*). The purpose of the investigation was to establish qualitative species structure at the enumerated sampling posts in the years 1999 and 2000. Four samples of aerial algae were taken from the concrete wall, stony wall and trunk of the lime tree and five samples from the limestone rock. Algal species were determined with light microscope. Abundance was estimated with numbers from 1 to 5 (1-single, 2-rare, 3-customary, 4-frequent, 5-dominant).

Altogether, 58 species and subspecies of algae (of three classes) were determined, 14 of which were from the concrete wall, 12 from the stony wall, 9 from the trunk of the tree and 37 from the limestone rock. The majority of those on the concrete wall and the trunk of the lime tree belonged to Cyanophyceae, while most of those on the stony wall and the limestone rock belonged to Bacillariophyceae. In all samples from the concrete wall, stony wall and trunk of the tree, *Pleurococcus vulgaris* was determined, which was also the most frequent species. In all stony wall samples, *Navicula*

contenta and *Navicula suecorum* var. *dismutica* were also determined. *Navicula contenta* and *Trentepohlia aurea* were determined in all five limestone rock samples.

At all four aerial sampling sites, 8 species and subspecies new to Slovenia were determined, i.e. 1 from the concrete wall, 1 from the tree trunk, 3 from the stony wall and 6 from the limestone rock.

Literatura

- Cvijan M., Blaženčić J. (1996): Flora algi Srbije, Cyanophyta. Naučna knjiga, Beograd, 290 pp.
- Hindak F., Marvan P., Komarek J., Rosa K., Popovsky J., Lhotsky O. (1978): Sladkovodne riasy. Slovenske pedagogicke nakladatelstvo, Bratislava, 724 pp.
- Hindak F. (1996): Kluč na určovanie nerozkonarených vlaknitých zelených rias (Ulotrichineae, Ulotrichales, Chlorophyceae). Slovenska botanická spoločnosť pri SAV, Bratislava, 73 pp.
- Johansen J.R., Rushforth S.R., Orbendorfer R., Fungladda N., Grimes J.A. (1983): The algal flora of selected wet walls in Zion National park, Utah, USA. In: Nova Hedwigia, Band XXXVIII, J. Cramer, Braunschweig, pp.765-808.
- Johansen J.R. (1999): Diatoms of aerial habitats. In: The diatoms: applications for the environmental and earth sciences, Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 213-264.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. (1986): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 1 Teil: Naviculaceae, Band 2/1. Fischer, Stuttgart, 876 pp.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. (1988): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, Band 2/2. Fischer, Stuttgart, 596 pp.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. (1991a): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, Band 2/3. Fischer, Stuttgart, 576 pp.
- Kramer K., Lange-Bertalot H. (1991b): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 4 Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolate) und Gomphonema, Band 2/4. Fischer, Stuttgart, 436 pp.
- Krivograd Klemenčič A. (2001): Alge posebnih okolij v Sloveniji, Magistrska naloga. BF, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 160 pp.
- Lazar J. (1960): Alge Slovenije, Seznam sladkovodnih vrst in ključ za določanje. SAZU, Ljubljana, 279 pp.
- Lazar J. (1975): Razširjenost sladkovodnih alg v Sloveniji. SAZU, Ljubljana, 81 pp.
- Round F.E. (1973): The biology of the algae, 2. edition. Edward Arnold, London, 278 pp.
- Starmach K. (1966): Flora sladkovodna polski, Cyanophyta-Sinice, Glauciphyta - Glaukofity, Tom 2. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 808 pp.
- Starmach K. (1972): Flora sladkovodna polski, Chlorophyta III, Zielonice Nitkovate: Ulotrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeropleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales,

Siphonales, Dichotomosiphonales, Tom 2. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 750 pp.

Vrhovšek D. (1985): Sladkovodne alge, ali jih poznamo. Ljubljana, 117 pp.