

Ribarstvo, 65, 2007, (2), 75–83
M. Tomec: Preliminarna istraživanja planktona

ISSN 1330-061X
CODEN RIBAEG

UDK: 574.583(285.33)(497.5Velika Gorica)
Izvorni znanstveni članak

PRELIMINARNA ISTRAŽIVANJA PLANKTONA U ŠLJUNČARI I U ZIMNJACIMA KOD VELIKE GORICE

M. Tomec

Sažetak

Istraživanja planktonskih populacija provedena su na šljunčari i u dvama zimnjacima, smještenima kod mjesta Jagodnog (Novo Čiče) nedaleko od Velike Gorice. Svrha rada bila je istražiti sastav planktona šljunčare i zimnjaka, dvaju ekosustava sa specifičnim životnim uvjetima koji se mijenjaju u vremenu i prostoru. Istraživanje je provedeno tijekom lipnja godine 2007. Uzorci planktona sakupljeni su u površinskom sloju na četirima lokalitetima. Na šljunčari su odabrana dva lokaliteta, a u svakom zimnjaku po jedan. Uz sakupljanje planktonskih uzoraka, mjereni su neki fizikalno-kemijski pokazatelji (temperatura vode, pH-vrijednost, količina otopljenog kisika u vodi). Temperatura vode na dvama lokalitetima u šljunčari i u dvama zimnjacima ovisila je o temperaturi okolnoga zraka, a kretala se od 22,5 do 23,6 °C. pH-vrijednost imala je lužnatu ili alkaličnu reakciju od 8,23 do 9,02, a količina otopljenog kisika u šljunčari bila je oko 10 mg/O₂, a u zimnjacima se kretala od 7,6 do 9,7 mg/O₂ (Tablica 1). Na istraživanim lokalitetima šljunčare utvrđene su ukupno 32 fitoplanktonske vrste, a u zimnjacima je determinirano 37 mikrofiti, dok je zooplankton u sastavu planktonske zajednice na četirima lokalitetima sudjelovao s 5 vrsta. Utvrđene fitoplanktonske vrste u uzorcima s dvaju lokaliteta iz šljunčare pripadale su sistematskim skupinama: *Dinophyta*, *Chrysophyta* i *Chlorophyta*, dok su u zimnjacima, uz spomenute skupine, sudjelovali i predstavnici skupina *Cyanophyta/Cyanobacteria* i *Euglenophyta*. Zooplanktonske vrste pripadale su skupinama *Rotatoria*, *Cladocera* i *Copepoda* (Tablica 2). Na istraživanim lokalitetima u šljunčari prevladavale su dijatomeje ili *Bacillariophyceae*, dok su u zimnjacima glavnu fitomasu činili predstavnici skupina *Cyanophyta/Cyanobacteria* i *Euglenophyta*. Kvalitativnim analizama planktona utvrđene su planktonske vrste koje su karakteristične za ciprinidne ribnjake. P-B indeks saprobnosti na istraživanim lokalitetima šljunčare imao je vrijednost 1,7 (kakvoća vode I. vrste), a na lokalitetima 3 i 4, imao je vrijednosti

Dr. sc. Marija Tomec, Institut Ruđer Bošković, Zavod za istraživanje mora i okoliša, Laboratorij za istraživanje i razvoj akvakulture, 10000 Zagreb, Bijenička cesta 54, HR, e-mail: mtomec@rirb.hr

2,0, odnosno 1,9 (II. vrsta). Na osnovi dobivenih rezultata, istraživani su lokaliteti pogodni za uzgoj ciprinidnih vrsta riba.

Ključne riječi: plankton, šljunčara, zimnjaci, Jagodno, Novo Čiče

UVOD

Mnoge vodene akumulacije građene su i grade se radi različitih namjena, kao što su primjerice navodnjavanje ratarskih površina, uzgoj riba, sport, rekreacija i slično. Često na mjestima gdje se eksploatira šljunak nastaju jame ili šljunčare različite dubine u kojima se nalazi podzemna voda, s dnom od pretežno čistoga šljunka i pijeska. Šljunčare se često poribljavaju, a vrste i količina riba ovise o budućoj namjeni takvog ekosustava. Za razliku od šljunčara, postoje namjenski građeni objekti kao što su zimnjaci za zimovanje i skladištenje riba. Zimnjaci su mali ribnjaci površine 500 do 2 000 m² i oko 2 m dubine sa stalnim protokom vode. Zimovanje ribe katkad traje i nekoliko mjeseci i tijekom toga razdoblja riba se drži u relativno velikoj gustoći, koja je približno deset puta veća od gustoće u proizvodnim ribnjacima (Bogut i sur., 2006). Šljunčare i zimnjaci dva su ekosustava sa specifičnim životnim uvjetima koji se mijenjaju u vremenu i prostoru. Za produktivnost obaju biotopa važnu ulogu ima plankton, osobito fitoplankton ili biljni plankton kao pokazatelj stupnja trofije, odnosno intenziteta primarne produkcije.

Svrha istraživanja bila je utvrditi sličnosti i razlike u planktonskoj produkciji šljunčare i zimnjaka u mjestu Jagodnom, nedaleko od Velike Gorice, kao mali prilog poznavanju limnologije spomenutih akvatorija.

MATERIJAL I METODE

Istraživanja planktonskih zajednica, provedena su na šljunčari i u dvama zimnjacima, smještenima kod mjesta Jagodnog (Novo Čiče) nedaleko od Velike Gorice. U tu svrhu sakupljeni su uzorci planktona na četirima lokalitetima, u površinskome sloju šljunčare i u dvama zimnjacima. Na šljunčari su odabrana dva lokaliteta (1. i 2.). Prvi je lokalitet bio u središnjemu dijelu, a 2. lokalitet na sjeveroistočnoj strani šljunčare. Lokalitet 3. odnosio se na ograđeni zimnjak, a lokalitet 4. na neograđeni zimnjak. Uzorci planktona za kvalitativnu i kvantitativnu obradu dobiveni su filtriranjem 30 litara vode kroz planktonsku mrežicu veličine pora 36 m i spremljeni su u boce. Tako dobiveni uzorci mrežnoga planktona konzervirani su 4 %-tnim formaldehydomlinom. Mikroskopska obrada uzoraka obavljena je u laboratoriju s pomoću mikroskopa Opton povećanja 12,5 x 10; 12,5 x 25 i 12,5 x 40, a za determinaciju suplanktona, uporabljeni su standardni priručnici (Donner, 1973; Hindak i sur., 1978; Lazar, 1960; Zabelina i sur., 1951). Relativna zastupljenost vrsta mrežnoga fitoplanktona određena je po Knöppu, od 1 do 7 (1954), a

saprobne vrijednosti indikatorskih vrsta po Weglu (1983). Indeks saprobnosti na osnovi indikatorskih biljnih vrsta određen je prema Pantle–Bucku (1955), te na osnovi dobivenih vrijednosti pokazatelja. Istraživani lokaliteti svrstani su u određenu vrstu, prema Uredbi o klasifikaciji voda (1998). Uz sakupljanje planktona, mjerene su temperatura vode, pH–vrijednost i koncentracija otopljenog kisika u vodi s pomoću elektrosonde (Kagaku, Japan).

REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati istraživanja nekih osnovnih fizikalno–kemijskih pokazatelja vode na četirima lokalitetima prikazani su u Tablici 1.

Temperatura vode jedan je od najvažnijih čimbenika koji izravno utječe na životne procese i dinamiku razvoja planktonskih organizama. Osim toga, temperatura izravno utječe na ostale hidrokemijske pokazatelje, osobito na količinu otopljenog kisika. Tijekom istraživanja temperatura vode na dvama lokalitetima u šljunčari i u dvama zimnjacima, ovisila je o temperaturi okolnoga zraka, a kretala se od 22,5 do 23,6 °C. Koncentracija vodikovih iona, označena kao pH–vrijednost, imala je lužnatu ili alkaličnu reakciju od 8,23 do 9,02. Za optimalnu produktivnost vodnog ekosustava, odnosno za hidrobionte, najpovoljnije i što stalnije vrijednosti pH jesu od 7 do 8,5 (Debeljak, 1982; Treer i sur. 1995). Za vrijeme istraživanja koncentracija otopljenog kisika u šljunčari bila je oko 10 mg/O₂, a u zimnjacima se kretala od 7,6 do 9,7 mg/O₂. Količina kisika u vodi ovisi o temperaturi vode, o fizikalnim čimbenicima, a napose o biološkim procesima, fotosintezi i o respiraciji (Novoselić, 2006).

Rezultati kvalitativnih analiza uzoraka mrežnog planktona, relativna zastupljenost i sprobne vrijednosti indikatorskih biljnih vrsta prikazani su u Tablici 2. Na istraživanim lokalitetima 1 i 2 utvrđene su ukupno 32 fitoplanktonske vrste, a na lokalitetima 3 i 4 determinirano je 37 mikrofitita, dok je zooplankton u sastavu planktonske zajednice na četirima lokalitetima sud-

Tablica 1. Fizikalno–kemijska svojstva šljunčare i dvaju zimnjaka u Jagodnom tijekom lipnja 2007.

Table 1. Physico–chemical characteristics of the gravel pit and two winterponds, Jagodno, during June 2007

Mjesto uzorkovanja Sampling stations	Temp. vode water temp. °C	pH	mg/O ₂
1. šljunčara — sredina / gravel pit — middle	22,8	8,23	10,5
2. šljunčara — sjeveroistočno / gravel pit — north–eastern part	22,7	8,34	10,7
3. zimnjak — ograđeni / winterpond — fenced in	22,5	8,38	7,6
4. zimnjak / winterpond	23,6	9,02	9,7

Tablica 2. Kvalitativni sastav i relativna zastupljenost planktona (Knöpp) u šljunčari (lokaliteti 1 i 2) i u dvama zimnjacima (lokaliteti 3 i 4) u Jagodnom tijekom lipnja 2007.

Table 2. Qualitative composition and relative frequency of plankton (Knöpp) at the gravel pit (locations 1 and 2) and in two winterponds (locations 3 and 4), Jagodno, during June 2007

Taxon	Stup. sapr. Sap. degr.	Lokaliteti Locations			
		1	2	3	4
Phytoplankton					
CYANOPHYTA / CYANOBACTERIA					
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	b				1
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.	b				1
<i>Oscillatoria</i> sp.	b, a		1	1	3
<i>Oscillatoria irrigua</i> (Kütz.) Gom.					2
EUGLENOPHYTA					
<i>Euglena</i> sp.	a			5	7
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda	b, a			1	
<i>Euglena viridis</i> Ehr.	a, p			3	
<i>Phacus</i> sp.	b, a			1	
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.	b, a			1	
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein.	b				3
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.	b, a				3
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swir.	b				1
<i>Trachelomonas rotunda</i> Swir. Em. Defl.					3
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	b				2
DINOPHYTA					
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. M.) Schrank	o	3	3	5	4
<i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>austriaca</i> (Zed.) Bachm.					3
<i>Glenodinium</i> sp.	o, b	1	2		
<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemm.	o, b	6	4	6	6
<i>Peridinium inconspicuum</i> Lemm.	o	6	4	6	6
CHRYSOPHYTA					
Chrysophyceae					
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof.	b			6	2
Bacillariophyceae					
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Bréb.) Grun.	b			1	
<i>Achnanthes microcephala</i> (Kütz.) Grun.				1	

nastavak Tablice 2. — cont. Table 2.

<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.	b	1		
<i>Cyclotella</i> sp.	o, b	1		
<i>Cymbella parva</i> (W. Sm.) Cl.			1	
<i>Eunotia exigua</i> (Bréb.) Rabenh.	o	1		
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.	o, b	2	1	5
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehr.	b			1
<i>Gomphonema dichotomum</i> Kütz.	o		1	
<i>Gyrosigma Kuetzingii</i> (Grun.) Cl.			1	
<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs		2	1	1
<i>Navicula anglica</i> Ralfs		1	1	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	b, a	1	1	1
<i>Navicula exigua</i> (Greg.) O. Müll.	o, b	1	1	
<i>Navicula lanceolata</i> (Ag.) Kütz.		1		
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	b	1		
<i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm.	b, a	1		
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	b, a	1		
<i>Nitzschia paleacea</i> Grun.	b, a	3		
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kütz.) Grun.	b		1	
<i>Synedra ulna</i> var. <i>biceps</i> (Kütz.) Schönf.	b	1	1	
CHLOROPHYTA				
<i>Ankistrodesmus longissimus</i> (Lemm.) Wille	b			1
<i>Chlamidomonas</i> sp.	b, a			3
<i>Chodatella</i> sp.	b		1	
<i>Coenococcus</i> sp.				1
<i>Closterium aciculare</i> T. West	b	1		
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenh.	b			1
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	b	1		
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirch.) Moeb.	b			3
<i>Lagerheimia</i> sp.	b	1		
<i>Mougeotia</i> sp.	o, b			1
<i>Pediastrum clathratum</i> (Schroet.) Lemm.	o, b	2	1	
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	b		1	3
<i>Pediastrum simplex</i> Lemm.	o, b	1	1	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	b			3
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ralfs) Chod.	b			1
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Bréb.	b		1	5
			1	1

nastavak Tablice 2. — cont. Table 2.

<i>Scenedesmus spinosus</i> Chod.		1	1		
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs	o, b				3
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansg.	b				1
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	b				5
Zooplankton					
ROTATORIA					
<i>Euchlanis</i> sp.					+
<i>Keratella quadrata</i> (O. F. Müller)		+	+		+
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson		+	+	+	+
CLADOCERA					
<i>Bosmina longirostris</i> O. F. Müller				+	+
COPEPODA					
<i>Cyclops</i> sp.				+	
Nauplij — nauplia				+	

Stup. sapr. (stupnjevi saprobnosti) — Sap. degr. (*saprobic degrees*)

o — oligosaprobic; b — betamesosaprobic; a — alfamesosaprobic; p — polisaprobic

jelovao s 5 vrsta. Analizama uzoraka istraživanih lokaliteta uočena je razlika u sastavu fitoplanktonske zajednice šljunčare i zimmjaka. Utvrđene fitoplanktonske vrste u uzorcima s dvaju lokaliteta iz šljunčare pripadale su sistematskim skupinama: *Dinophyta* (svijetleći bičaći), *Chrysophyta* (zlatno smeđe alge) i *Chlorophyta* (zelene alge), dok su u zimmjacima, uz spomenute skupine, sudjelovali i predstavnici skupina *Cyanophyta/Cyanobacteria* (modrozelenne alge) i *Euglenophyta* (zeleni bičaći). Zooplanktonske su vrste pripadale skupinama *Rotatoria* (kolnjaci), *Cladocera* (rašljoticalci) i *Copepoda* (veslonošci), (Tablica 2).

Kvalitativnim analizama uzoraka, sakupljenima u šljunčari, utvrđena je dominantnost dijatomeja ili *Bacillariophyceae* (skupina *Chrysophyta*) koje su pripadale uglavnom penatnom tipu. Iako je ta skupina alga često najbrojnija i u fitoplanktonskoj i u fitobentosnoj zajednici vodnih ekosustava, u sastavu fitoplanktonske zajednice zimmjaka nije imala znatnijeg udjela. Analizama uzoraka sakupljenih u šljunčari utvrđeni su i predstavnici *Dinophyta*, čija je zastupljenost bila i masovna (6), s dominantnim rodом *Peridinium*. Nije rijedak slučaj da se vrste rodova *Ceratium* i *Peridinium* masovno razvijaju u jezerima i akumulacijama, u ljetnom razdoblju, s optimalnim temperaturnim i svjetlosnim uvjetima, kao i s većom količinom hranjivih tvari u ekosustavu (Makarewicz, 1993; Gönülol, 1998; Tomec i sur., 2002). Većim brojem vrsta bila je zastupljena skupina zelenih alga ili *Chlorophyta*, čiji su predstavnici bili nazočni na svim istraživanim lokalitetima. Vrste zelenih alga koje su utvrđene u fitoplanktonskoj zajednici šljunčare i zimmjaka, česti su stanovnici

plitkih i eutrofnih voda. U zimnjacima su glavnu fitološku komponentu činili predstavnici *Euglenophyta*, osobito rodovi *Euglena* i *Trachelomonas*, čija je nazočnost bila od pojedinačnih (1) do masovno (7) prisutnih jedinki u vodenome stupcu. Predstavnici zelenih bičaša (*Euglenophyta*), kao i modrozelenih alga (*Cyanophyta/Cyanobacteria*) obično se razvijaju u velikome broju pri povećanoj količini organske tvari u vodenom ekosustavu. Spomenute skupine alga često susrećemo kao glavnu komponentu u fitoplanktonskoj zajednici ribnjaka, a, ako se razvijaju u velikome broju, mogu izazvati »cvjetanje« ili »obojenje vode« (Debeljak, 1982).

Najbrojnija skupina u zooplanktonskoj zajednici istraživanih lokaliteta bili su kolnjaci ili *Rotatoria*. Na svim se istraživanim lokalitetima razvila algivorna vrsta *Polyarthra dolichoptera* Idelson, kozmopolitska i euritermna vrsta, često osnovna komponenta faune *Rotatoria* mnogih plitkih ekosustava. U većem broju, osobito u šljunčari, utvrđena je i mikrofiltratorska vrsta *Keratella quadrata* (O. F. Müller), koja je, po mnogim autorima, najrasprostranjenija slatkovodna vrsta iz ove zooplanktonske skupine. Iz skupina planktonskih račića *Cladocera* ili rašljoticalaca i *Copepoda* ili veslonožaca, utvrđen je po jedan predstavnik. U zimnjacima je utvrđena vrsta iz skupine *Cladocera*, *Bosmina longirostris* O. F. Müller, a u šljunčari predstavnik *Copepoda*, predatorska vrsta *Cyclops* sp. s ličinkama (nauplij).

Velik broj utvrđenih fitoplanktonskih vrsta pripadao je pokazateljima ili indikatorima određenoga stupnja saprobnosti. Indikatorske su biljne vrste pripadale uglavnom beta-mesosaprobnomu stupnju. Na osnovi indikatorskih vrijednosti utvrđenih vrsta mrežnog fitoplanktona, izračunani P-B indeks saprobnosti na lokalitetima 1 i 2, imao je vrijednost 1,7. Na lokalitetima 3 i 4 dobivene vrijednosti indeksa saprobnosti bile su 2,0 (lokalitet 3), odnosno 1,9 (lokalitet 4). Prema Uredbi o klasifikaciji voda, dobivene vrijednosti upućuju na pripadnost voda I. lokaliteta (1. i 2.), odnosno II. vrsti (lokaliteti 3 i 4). Istraživani su lokaliteti pogodni za uzgoj ciprinidnih vrsta riba.

ZAKLJUČCI

Rezultati analiza mrežnoga planktona pokazali su da je na istraživanim lokalitetima utvrđen veći broj biljnih vrsta u odnosu na manji broj zooplanktonske populacije. Kvalitativnim analizama planktona utvrđene su planktonske vrste koje su karakteristične za ciprinidne ribnjake. Na istraživanim lokalitetima u šljunčari, prevladavale su dijatomeje ili *Bacillariophyceae*, dok su u zimnjacima glavnu fitomasu činili predstavnici skupina *Cyanophyta/Cyanobacteria* i *Euglenophyta*.

P-B indeks saprobnosti na lokalitetima 1 i 2 imao je vrijednost 1,7 (kakvoća vode I. vrste), a na lokalitetima 3 i 4 imao je vrijednosti 2,0, odnosno 1,9 (II. vrsta).

Summary

PRELIMINARY PLANKTON INVESTIGATIONS IN THE GRAVEL PIT AND WINTERPONDS NEAR JAGODNO

M. Tomec

Investigations of plankton populations have been performed in the gravel pit and two winterponds near the place Jagodno, Novo Čiče, in the vicinity of Velika Gorica. Our goal was to examine plankton composition of the gravel pit and winterponds, two ecosystems characterized by specific life-conditions which change with time and space. Investigations were conducted during June 2007. Plankton samples were collected from water surface layer at four locations (two locations in the gravel pit and one location in each of two winterponds). Along with plankton sample collecting, measurements were made of some physico-chemical parameters (water temperature, pH-values and dissolved oxygen content in water). Water temperature at two sampling locations in the gravel pit and one location at each of the winterponds depended on the surrounding air temperature, and ranged from 22.5°C to 23.6°C. pH-reaction was alkaline, ranging from 8.23 to 9.02. Dissolved oxygen content in the gravel pit was around 10 mg/O₂; in winterponds it ranged from 7.6 to 9.7 mg/O₂ (Table 1). At the gravel pit locations total number of 32 phytoplankton species were determined; in winterponds were determined 37 (microphytic species)? while zooplankton was represented in the phytoplankton community composition at the four locations with 5 species. Phytoplankton species determined in the samples from two gravel pit locations belonged to the system groups Dinophyta, Chrysophyta and Chlorophyta while in the samples from winterpond locations, along with the mentioned system groups, were found as well the representatives from the groups Cyanophyta/Cyanobacteria and Euglenophyta. Zooplankton species belonged to the groups Rotatoria, Cladocera and Copepoda (Table 2). In gravel pit locations dominated diatoms or Bacillariophyceae while in winterponds the majority of phytoplankton mass consisted of the representatives of the species Cyanophyta/Cyanobacteria and Euglenophyta. Qualitative analyses of plankton showed the presence of plankton species characteristic for ciprinid fishponds. At gravel pit locations, the saprobity value of P-B (saprobity — saprobicity)? index was 1.7 (characteristic for the first class water quality). At the locations 3 and 4 (winterpond locations) the P-B (saprobity — saprobicity)? index was 2.0 and 1.9, respec-

Dr. sc. Marija Tomec, Ruđer Bošković Institute, Center for Marine and Environmental Research, Laboratory for Aquaculture, Bijenička cesta 54, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: mtomec@irb.hr

tively (characteristic for the second class water quality). Based on the obtained results, the investigated locations are suitable for ciprinid fish culture.

Key words: plankton, gravel pit, winterponds, Jagodno, Novo Čiče

LITERATURA

- Bogut, I., Horvath, L. (2006): Uzgoj toplovodnih vrsta riba. str. 6–217. U knjizi: Bogut, I., Horvath, L., Adamek, Z., Katavić, I. Ribogojstvo. Poljoprivredni fakultet Osijek, Hrvatska, 523 str.
- Debeljak, Lj. (1982): Životni uvjeti u vodi. Str. 55–97. U knjizi: Bojčić, C., Debeljak, Lj., Vuković, T., Jovanović–Kršljanin, B., Apostolski, K., Ržaničanin, B., Turk, M., Volk, S., Drecun, Đ., Habeković, Đ., Hristić, Đ., Fijan, N., Pažur, K., Bunjevac, I., Marošević, Đ.: Slatkovodno ribarstvo, Ribozajednica — Jumena, Zagreb, Hrvatska 594 str.
- Donner, J. (1973): Rädertiere (Rotatorien). Kosmos — Verlag, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 54 p.
- Gönülol, A. (1998): Seasonal variations of phytoplankton blooms in Suat Ugurlu (Samsun — Turkey). Tr. J. of Botany, 22, 93–97.
- Hindak, F., Marvan, P., Rosa, K., Popovsky, J., Lhotsky, O. (1978): Slatkovodne riasy. Slovenske Pedagogicke Nakladateljstvo, Bratislava, 724 p.
- Knöpp, H. (1954): Ein neuer Weg zur Darstellung biologischer vorfluteruntersuchungen, erläutert an einem Gütelängschnitt des Mains. Die Wasserwirtschaft 45, 9–15.
- Lazar, J. (1960): Alge Slovenije. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana, Slovenija, 297 str.
- Makarewicz, J. C. (1993): Phytoplankton biomass and species composition in Lake Erie, 1970 to 1987. J. Great Lakes Res. 19 (2), 258–274.
- Novoselić, D. (2006): Ekologija i zaštita voda. 406–600 str. U: Bogut, I. (Ured.) Biologija riba. Poljoprivredni fakultet Osijek, Hrvatska, 620 str.
- Pantle, R., Buck, H. (1955): Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Besondere Mitteilung in deutschen Gewässerkundlichen 12, 135–143.
- Tomec, M., Ternjej, I., Kerovec, M., Teskeredžić, E., Meštrov, M. (2002): Plankton in the oligotrophic Lake Vrana (Croatia). Biologia, Bratislava, 57, (5), 579–588.
- Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Lovrinov, M. (1995): Ribarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb, Hrvatska 463 str.
- Wegel, R. (1983): Indeks für die Limnosaprobität. Wasser und Abwasser, 26. Beiträge zur Gewässerforschung XIII, 1–175.
- Zabelina, M. M., Kiselev, I. A., Proškina–Lavrenko, A. I., Šešukova, V. S. (1951): Predelitelj presnovodnih vodorosli SSSR, Vipusk 4, Diatomovie vodorosli. Sovetskaja nauka, Moskva, 615.

Primljeno: 1. 9. 2007.
Prihvaćeno: 1. 10. 2007.