

## КВАЛИТАТИВНИ И КВАНТИТАТИВНИ САСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА У ВОДИ БАЗЕНА СИЊАК (РИБЊАК БАРДАЧА)

Лолић Свјетлана<sup>1</sup>, Матавуљ Милан<sup>2</sup>, Декић Радослав<sup>1</sup>, Максимовић Тања<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет

<sup>2</sup>Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет

### Abstract

**LOLIĆ<sup>1</sup>, Svjetlana, MATAVULJ<sup>2</sup>, M., DEKIĆ<sup>1</sup>, R., MAKSIMOVIĆ<sup>1</sup>, Tanja: QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF PHYTOPLANKTON IN THE WATER OF THE SINJAK BASIN** ( <sup>1</sup>University of Banja Luka, Faculty of Science and Mathematics, <sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Science and Mathematics )

Qualitative and quantitative composition of phytoplankton was analyzed in the basin Sinjak (fishpond Bardača) during the 2011. It is a semi-intensive fishpond in which several agricultural measures were implemented in order to increase fish production. These measures had significant impact to the biocenosis of the pond. In the water of the basin Sinjak 95 different taxa of algae, including cyanobacteria, were identified, but the number of present taxa is certainly higher. Within 7 present divisions of algae green and siliceous algae were dominant. During the summer dominant group was cyanobacteria. For the first time in the area of Bardača was identified potentially toxic cyanobacteria *Cylindrospermopsis raciborskii*

**Key words:** phytoplankton, Sinjak, Bardača

### Сажетак

Током 2011. године анализиран је квалитативни и квантитативни састав фитопланктона у базену Сињак (рибњак Бардача). То је полуинтензивни шарански рибњак у ком се проводе агротехничке мјере како би се повећао принос рибе, а које у знатној мјери утичу на биоценозу рибњака. У води базена Сињак је идентификовано укупно 95 различитих таксона алги заједно са цијанобактеријама, али је број присутних таксона сигурно и већи. У оквиру 7 присутних раздјела доминирале су зелене и силикатне алге, док су у љетном периоду доминирале цијанобактерије. По први пут је на подручју Бардаче идентификована потенцијално токсична цијанобактерија *Cylindrospermopsis raciborskii*.

**Кључне речи:** фитопланктон, Сињак, Бардача

### УВОД

Планктонске прокариотске и еукариотске, аутотрофне и миксотрофне микроорганизме, по новијим схватањима, не би требало називати биљним планктоном, односно фитопланктоном, али је овај назив и данас у употреби из практичних разлога (Виличић, 2002). Фитопланктон чине аутотрофни једноћелијски, колонијски или вишећелијски организми који лебде у слободној води, пасивно ношени воденим струјама. Ако и имају органе за кретање, они су углавном слабо развијени и служе за кретање напред или одржавање у воденом стубу (Бојчић и сар., 1982). Планктонске алге најчешће припадају раздјелима *Euglenophyta*, *Pyrrophyta* и *Chrysophyta*, док се представници *Cyanobacteria*, *Chlorophyta* и *Bacillariophyta* могу подједнако наћи и у планктону и у бентосу.

Највећи број планктонских алги су тзв. холопланктонске врсте, које су највећи дио годишњег циклуса присутне у воденом стубу. Са друге стране, меропланктонске алге су у воденом стубу присутне само у одређеном дијелу године, док највећи дио годишњег циклуса проводе у фази мировања у језерском седименту (Sigg, 2004). У акумулацијама умјерених климатских подручја састав фитопланктона показује правилан годишњи циклус. Свака врста има своје посебно кретање у току године, посебан животни циклус, темпо размножавања и специфичне реакције на спољашње утицаје. Рибњачки базени углавном представљају еутрофне средине са густом популацијом микроалги међу којима доминирају зелене алге из редова *Chlorococcales* и *Volvocales*, дијатомеје и цијанобактерије које често изазивају „цвјетање воде“ (Kvet и сар., 2002). Током читаве године човјек утиче на биоценозу рибњака потенцирајући различитим техничким мјерама развој врста које су неопходне у исхрани риба (Sigg, 2004). Природна сукцесија биоценоза у рибњацима се нарушава крајем узгојне сезоне када се врши испуштање воде.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Узорци за квалитативну и квантитативну анализу фитопланктона су прикупљани на мјесечном нивоу током 2011. године. Кроз планктонску мрежицу пречника окаца од 20  $\mu\text{m}$  је профилирано од 5 до 20 литара воде, у зависности од периода године и мутноће саме воде. Профилирани узорци су затим фиксирани киселим луголовим раствором. Степен сапробности је одређен на основу релативне бројности индикаторских организама, при чему је кориштена мађарска модификација Pante-Buck методе. Позната запремина узорка је центрифугирана 10 минута при брзини од 1500 обртаја у минути. Након центрифугирања супернатант је декантован и запремина узорка је сведена на 2 ml. Овако концентрисан узорак се промућка и на предметно стакалце се аутоматском микропипетом нанесе 50  $\mu\text{l}$  узорка у ком се затим одреди квалитативни и квантитативни састав фитопланктона. При томе се у свакој капљици изброји најмање 100 јединки. Да би се добили тачнији подаци за сваки узорак је прегледано најмање 5 капљица од 50  $\mu\text{l}$  при чему је кориштен микроскоп Leica DM 1000 са припадајућом камером Leica DSF245. Идентификација алги је извршена помоћу следећих кључева: Блаженчић и Цвијан (1996), Hindak (1978, 2005 и 2008), John и сар., (2005), Krammer и Lange-Bertalot, (1988a и 1988b), Lazar (1960) и [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org).

Алге се броје према ћелијама, колонијама или концима при чему се угинули остаци љуштурица или скелета не узимају у обзир. По мађарској методи индекс сапробности се израчунава помоћу формуле:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (h_i \times s_i \times G_i)}{\sum_{i=1}^n (h_i \times G_i)}$$

где је:

S – индекс сапробности; n - број врста које су пронађене у узорку;  $h_i$ - релативна бројност i-те врсте;  $s_i$ - сапробна вриједност i-те врсте;  $G_i$  - индикаторска тежина i-те врсте. Релативна бројност i-те врсте ( $h_i$ ) се добије на основу Табеле 1.

Оцјена сапробног статуса и степена сапробности у односу на индекс сапробности је изведена према одговарајућим стандардима квалитета за површинске воде Републике Мађарске (MSZ-12749, 1993) (Tabela 2).

**Табела 1.** Одређивање релативне бројности врсте

скала искуства	процентуална заступљеност таксона	релативна бројност (h)
јако ријетко	1	1
ријетко	1-3,0	2
не често	3,1-10,0	3
учестало	10,1-20,0	5
јако учестало	20,1-40,0	7
густо	40,1-100	9

**Табела 2.** Оцјена сапробног статуса и степена сапробности на основу индекса сапробности.

индекс сапробности	<1,8	1,8 – 2,3	2,3 – 2,8	2,8 – 3,3	>3,3
сапробни статус	висок	добар	осредњи	лош	веома лош
степен сапробности	олиго-сапробан	β-мезо-сапробан	β-α-мезо-сапробан	α-мезо-сапробан	поли-сапробан

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У базену Сињак је током 2011. године идентификовано 95 различитих таксона алги заједно са цијанобактеријама, у оквиру 7 раздјела (Табела 3). Квалитативно је било највише зелених алги које су биле присутне са 40 различитих таксона. Силикатне алге су биле заступљене са 22, цијанобактерије са 17, еуглене са 12, ватрене алге са 2 и златне и жуто-зелене алге са по једним таксоном. Највише различитих таксона је било у априлу (51) и августу (50), а најмање у јануару (17). У јануару је и у квантитативном погледу забиљежена најмања бројност фитопланктона будући да је тада избројано 295.337 јединки/литри. Бројност фитопланктона у води је затим постепено расла и у јулу је достигла рекордну вриједност од  $27,04 \times 10^6$  јединки/литри. Већ у августу је, услед недостатка азотних једињења у води, тај број опао на  $7,81 \times 10^6$  јединки/литри, али се у септембру број алги у воденом стубу опет повећао и достигао бројност од  $14,01 \times 10^6$  јединки/литри. Овако висока бројност алги у јулу је била посљедица интензивног развоја цијанобактерија из родова *Microcystis* и *Aphanizomenon*, које су доминирале и у августу. У септембру су се поред њих намножиле још три различите групе алги: зелене алге из родова *Pediastrum* и *Mougeotia* и силикатна алга *Nitzschia acicularis*. У октобру је дошло до цвјетања осцилаторије која је чинила 53% од укупно избројаног фитопланктона, а њена квантитативна доминација се наставила и у новембру. Мјесеце са најнижом температуром воде у години: јануар, фебруар, март и децембар, карактерисала је доминација силикатних алги из родова *Cyclotella* и *Nitzschia*. У прољетном периоду, тј. од априла до јуна, у води су били најбројнији представници родова *Pediastrum* и *Scenedesmus*. У мају се у већем броју јавила и зелена алга *Crucigenia tetrapedia*, а у јуну је започео интензивнији развој *Microcystis*-а.

**Табела 3.** Састав фитопланктона у базену Сињак (Бардача) у 2011. години

таксон	s	G	h											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Cyanobacteria</i>														
<i>Anabaena flos-aquae</i> Brébisson	2,00	4		2							3		2	
<i>Anabaena solitaria</i> Klebahn	1,60	3								3	5	1		
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn	1,35	2									2			
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> L. (Ralfs)	1,70	4							5	3	7	2		
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.	1,40	3					3	2	1					
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> Seen.S.R.											2			
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	2,45	2						3	1	1				
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Trev.	1,75	3	2	2		3	1	3	3	3	5	3	2	2
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirch.	2,00	4	2	2		2	1		7	3	5	1		2
<i>Microcrocis geminata</i> (Lag.) Geitler						2	2							
<i>Microcystis incerta</i> (Lemm.) Starm.	1,85	3				1		3	1	3	2			
<i>Microcystis marginata</i> (Men.) Kütz.				2	1	2		3	3	3				
<i>Oscillatoria limosa</i> Ag.	2,35	2			2		1	1	3	3	1			
<i>Oscillatoria minima</i> Gicklhorn	3,90	5			1	2				5	3			3
<i>Oscillatoria rubescens</i> De Candolle	2,00	5								2	1			
<i>Oscillatoria sp.</i>											1			
<i>Oscillatoria tenuis</i> C. Ag.	2,85	3						1			2	9	7	
<i>Chrysophyta</i>														
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	1,85	3		3	1	2								3
<i>Bacillariophyta</i>														
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	1,40	3								1				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	2,60	3	7	5	3	3	2	2	3	2		2		3
<i>Cymatopleura solea</i> Brébisson	2,35	2									1	1		
<i>Cymbella ehrenbergii</i> Kütz.	1,50	2				2								
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	1,85	2		2	1	1								
<i>Fragillaria crotonensis</i> Kitton	1,40	3								1				
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehr.	2,20	4			1									
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz) Rabehn.	1,80	4			3	1				1	2	1		
<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs	1,80	4	2						2	2	3	1		2
<i>Melosira varians</i> Ag.	1,85	2	2	2	1		2	1	2	2	2	1		2
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	2,70	4				1								

<i>Navicula cuspidata</i> Kütz.	2,60	3	2	3	3	1								
<i>Navicula gracilis</i> Ehr.	1,65	2			5	2	1	1	1	1	2			
<i>Navicula sp.</i>			2	2	2	1	1							
<i>Navicula viridula</i> Kütz	2,80	4	3	3	2	2		1				1		
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz) Smith	2,70	4	3	5	3	3			3	1	7	2	2	5
<i>Nitzschia linearis</i> (C.Ag.) Smith	1,50	3	3	5	3					2	1	3	2	3
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz) Smith	2,75	3	2	3	5	2								
<i>Stauroneis phoenicentron</i> Pf. Wellheim	1,70	4			2			1	1	1	2			
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> (Ehr.) Grun.	2,70	4						1		1		1		2
<i>Synedra acus</i> Kütz.	1,85	3	2	2	2	3		2		2	2	1	3	
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	1,95	1		3	1	2			1	1				1
<i>Pyrrophyta</i>														
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Duj.	1,50	3							1	1	2			
<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemm.	1,60	3		3	2	3		2		5	2		1	
<i>Euglenophyta</i>														
<i>Euglena acus</i> Ehr.	2,00	3												
<i>Euglena oblonga</i> F.Schmitz	2,00	4	2			1			1					
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarada	2,50	3				1	1	1	1		1	2	3	2
<i>Euglena proxima</i> Dang	3,45	2		1		1								
<i>Euglena spirogyra</i> Ehr.	1,95	2							1					
<i>Euglena viridis</i> Ehr.	4,50	2		1	1		1	1	1				3	
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehr.) Lemm.	2,70	4						1	1	1	1			
<i>Phacus helicoides</i>											1			
<i>Phacus longicauda</i> Ehr. Duj.	2,60	3			1		2	1	1	1	2	1		
<i>Phacus orbicularis</i> Hübner	2,00	5				1	1	1	2		1			
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein	2,00	3									1			1
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	2,00	2				1		1	1	1				1
<i>Chlorophyta</i>														
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.	2,00	4								1	3	2		
<i>Ankistrodesmus acicularis</i> Korsch.	2,00	5			1	2				1	2	1	1	
<i>Carteria sp.</i>					1	2		2		1				
<i>Characium gracile</i> Schiller														2
<i>Chlorella sp.</i>					1	1	3	2	1					
<i>Chlorococcus humicola</i> Rabenh.			2	3	3		3	2				1	1	

<i>Chlamidomonas sp.</i>			2	1										
<i>Closterium acerosum</i> Ehr.	2,80	4								1		1		
<i>Coelastrum microporum</i> Naeg.	2,00	4				3	3	3	2	1	1	1		
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn								2	2	3	3	1		
<i>Cosmarium botrytis</i> Menegh.					1			1	1	1				
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) West	1,75	2			1	3	3		1		1			
<i>Desmidium swartzii</i> C.Ag.	1,00							1	1		1	1		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C.Wood	2,15	3			1		3		3	3				2
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	1,85	3	3	3	3	2	7	3	2			1		
<i>Golenkinia sp.</i>					1							1		
<i>Gonium pectoralle</i> O. F. M.	3,25	2			1		1							
<i>Gonium sociale</i> (Duj.) Warming	2,60	3			3		3							
<i>Langerheimia sp.</i>										1	1			
<i>Micrasterias sp.</i>										1				
<i>Mougeotia sp.</i>							2			7	3	5	5	
<i>Oocystis solitaria</i> Wittr.						1	1		1					
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.	1,85	3		2	2	3	5	1	1	1	3		2	2
<i>Pediastrum clathratum</i> (Schr.) Lemm.				2	1	2		3	1	1	3	1	2	2
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	1,70	3		2	3	3	5	2		2	2		2	2
<i>Pediastrum duplex</i> f. <i>gracile</i> Raciborski						1	2		1	2				
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen				2	3	2	3	3	5	3	5	1	3	2
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs	1,75	3		2	1	3	3	2	3	1			2	2
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Ch.	2,20	4		2		2	2	2	3	1	2	1	3	3
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.	1,80	4			1	2					1			
<i>Scenedesmus bijugatus</i> Kütz.	2,20	4			1	1	1		1	1			2	2
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kütz.	1,80	4		2	1	1				1	1		2	
<i>Scenedesmus opoliensis</i> Richt.	2,00	5								1		1		
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	2,00	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
<i>Selenastrum bibraianum</i> Reinsch	2,25	3			2			1		2	1			
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs	1,50	1			2	1	1		1		1			
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs								1	1			3		
<i>Tetraedron caudatum</i> Hans.	2,00	5			2			3						

<i>Ulothrix sp.</i>						1								
<i>Volvox aureus</i> Ehr.	1,50	3				1	2	1						
<i>Xanthophyta</i>														
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle												2		
<b>ИНДЕКС САПРОБНОСТИ</b>			2,62	2,10	2,17	2,17	1,92	2,07	2,00	2,15	2,20	2,18	2,16	2,33

На основу квалитативног и квантитативног састава фитопланктона израчунат је индекс сапробности чија је медијана свих добијених мјесечних вриједности износила 2,17. Добијене вриједности сапробног индекса указују на  $\beta$ -мезосапробну воду (Pantle-Buck, 1955; MSZ-12749, 1993). Вриједности индекса сапробности добијене у јануару и децембру су биле изнад 2,30 што је индикатор умјерено еутрофне, односно  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробне воде.

Типична сезонска динамика фитопланктона која се очекује у плитким акумулацијама и рибњацима подразумијева изражен прољетни и љетно/јесењи максимум (Sige e, 2004). Међутим, у води базена Сињак фитопланктон је достигао максималну бројност тек у јулу, што је вјероватно посљедица кречења воде које је провођено током прољећа у циљу спречавања прекомијерног раста алги и водених биљака. Квет и сарадници истичу да агротехничке мјере, као што су убацивање креча или ђубрива у воду, могу довести до помијерања развоја фитопланктона. У случају прекомијерног ђубрења може доћи и до ранијег цвјетања алги (Kvet и сар., 2002). У базенима Копачког Рита који нису третирани агротехничким мјерама до максималне бројности фитопланктона долазило је у септембру (Стевић, 2011). У третираним рибњацима, као што су Ечка, Футог и Зобнатица, максималне концентрације хлорофила „а“, који је показатељ бројности фитопланктона, забиљежене су у августу (Матавуљ и сар., 2000, 2007; Немеш и сар., 2006). Такође, уочава се висока бројност силикатних алги у планктону током читаве године. Ријеч је о углавном бентоским алгама које се обично развијају у већем броју током зимских мјесеци (Sige e, 2004). Међутим, плитка вода и дебео слој муља имали су за посљедицу константно присуство силикатних алги у воденом стубу.

У септембру је у води идентификована врста *Cylindrospermopsis raciborskii*, која раније није изолована на подручју Бардаче. Ради се о инвазивној врсти која синтетише токсине цилиндроспермопсин и сакситоксин. Сакситоксин спада у групу неуротоксина и опасан је по здравље људи, док цилиндроспермопсин углавном изазива иритацију коже, али може озбиљно оштетити и јетру (Симеуновић, 2009). Стевић је 2011. године пронашао ову врсту у Дунаву на подручју Копачког рита и могуће је да су је на подручје Бардаче донијеле птице.

## ЗАКЉУЧАК

У базену Сињак је током 2011. године идентификовано 95 различитих таксона алги заједно са цијанобактеријама. У оквиру 7 идентификованих раздјела квалитативно су доминирале зелене и силикатне алге, док су квантитативно најбројније биле цијанобактерије из родова *Microcystis* и *Aphanizomenon*. Кречење воде које је континуирано вршено током прољећа је имало за посљедицу помијерање прољетног максимума развоја фитопланктона. У планктону је константовано присуство алги које су карактеристичне за перифитон и бентос, што је посљедица дизања муља и мале дубине

базена. Забиљежено је и присуство цијанобактерије *Cylindrospermopsis raciborskii*, која раније није изолована на подручју Бардаче.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Војчић, С., Debeljak, Lj., Vuković, T., Jovanović-Kršljanin, B., Apostolski, K., Ržaničanin, B., Turk, M., Volk, S., Drecun, Đ., Habeković, D., Hristić, Đ., Fijan, N., Pažur, K., Bunjevac, I., Marošević, Đ. (1982): Slatkovodno ribarstvo. Jugoslavenska medicinska naklada, Zagreb.
2. Viličić D. (2002): Fitoplankton Jadranskoga mora. Biologija i taksonomija. Sveučilište u Zagrebu. Školska knjiga. Zagreb.
3. John, D.M., Whitton, B.A., Brook, A.J. (2002): The Freshwater Algal Flora of the British Isles – An identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Natural History Museum, Cambridge, London.
4. Kvet, J., Jenik, J., Soukupova, L. (2002): Freshwater Wetlands and their Sustainable Use. The Parthenon Publishing Group, New York, USA.
5. Krammer, K., Lange Bertalot, H. (1988a): Süßwasserflora von Mitteleuropa set 19/1: Cyanoprokaryota. Chroococcales.
6. Krammer, K., Lange Bertalot, H. (1988b): Süßwasserflora von Mitteleuropa set 19/2: Cyanoprokaryota. Oscillatoriales.
7. Lazar, J. (1960): **Alge Slovenije**. Seznam sladkovodnih vrst in ključ za določanje. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana.
8. Матавуљ, М., Гајин, С., Радновић, Д., Симеуновић, Ј., Немеш, К. (2007): Квалитет воде акумулације Зобнатица према неким физико-хемијским, микробиолошким, хидробиолошким и биохемијским параметрима. Монографија о Зобнатици, Издавач: Завод за заштиту природе Србије, Одељење у Новом Саду.
9. Матавуљ, Радевић М., Гајин, С., Бокоров, М. (2000): Сезонска динамика фосфоминерализатора у води рибака и њихов однос са другим члановима микробиоценозе. Рибак Футог I. Рад у монографији “Савремено рибарство Југославије”, Савез пољопривредних инжењера и техничара, Београд, стр.: 89
10. MZS 12749 (1993): Hungarian water quality standards.
11. Немеш К., Матавуљ М., Миљановић Б. (2006): Еколошки статус рибака Ечка по појединим микробиолошким параметрима. Зборник IV Међународне Еко-конференције, Нови Сад, 20-23. 09. 2006. стр: 127-132.
12. Pantle, R., Buck, H. (1955): Biologische Ueberwachung der Gewaesser und die Darstellung der Ergebnisse. Gas Wasserfach 98/18; 604, у Хидробиологија, Еколошки покрет града Новог Сада, Нови Сад, 1988.
13. Sigeo, D. (2004): Freshwater microbiology: biodiversity and dynamic interactions of microorganisms in the aquatic environment. John Wiley & sons, Chichester, England.
14. Симеуновић, Ј. (2009): Екофизиолошке карактеристике потенцијално токсичних и токсичних водених сојева цијанобактерија на подручју Војводине. Докторска дисертација. Природно-математички факултет, Нови Сад.



15. Stević, F. (2011): Složenost utjecaja poplava na strukturu i dinamiku fitoplanktona poplavnog područja. Doktorska disertacija, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek.
16. Hindák, F. (1978): Sladkovodné riasy. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava.
17. Hindák, F. (2005): Zelene kokalne riasy (Chlorococcales, Chlorophyta). Botanický ústav SAV, Bratislava.
18. Hindák, F. (2008): Colour atlas of Cyanophytes. VEDA, Publishing House of Slovak Academy of Science, Bratislava.
19. Цвијан, М., Блаженчић, Ј. (1996): Цианопхита. Научна књига, Београд.

Примљено: 15. 09. 2014.

Одобрено: 29.09. 2014.