

КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ВОДЕ РИЈЕКЕ МАТУРЕ И БАЗЕНА ПРЕВЛАКА НА БАРДАЧИ

Свјетлана Лолић, Милан Матавуљ, Тања Максимовић

Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет,
Студијски програм за биологију (svj@blic.net)

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет,
Департман за биологију и екологију

Abstract

LOLIĆ Svjetlana, Milan, MATAVULJ, Tanja MAKSIMOVIC: Comparative analysis of water quality of the river Matura and the basin Prevlaka at the area of Bardacha. (¹University of Banya Luka, Faculty of Science; ²University of Novi Sad, Faculty of Science)

Since 2007. the area of Bardacha has been in the world's list of protected wetland areas (known as "Ramsar Site"). There is a very intensive anthropogenic impact on this extremely sensitive protected area because of all eleven accumulations are used for fish farming. The analysis of the water quality were performed during the year 2010 in the basin Prevlaka that contains the greatest amount of fish and in the river Matura from which this pool is supplied by water. The results point that the water basin Prevlaka has significantly lower quality compared to the river Matura in almost all tested characteristics. While the basin Prevlaka had a water quality class III-IV according to the Kohl, water of the river Matura belonged to the II and II-III-class of water quality. The increase of the number of bacteria in the water of basin Prevlaka can be explained with larger amounts of available organic matter in standing water in which the processes of photosynthesis are more intensive, as well as with the additional input of organic matter by a man in the process of fish farming.

Key words: water quality, The basin Prevlaka, The river Matura, Bardacha

Сажетак

Од 2007. године Бардача је уврштена у свјетску листу заштићених мочварних подручја (тзв. „Рамсарско подручје“). Будући да се свих једанаест акумулационих базена користи за узгој рибе, присутан је веома интензиван антропогени утицај на ово изразито осјетљиво заштићено подручје. Током 2010. године вршена је анализа квалитета воде базена Превлака у ком се налази највећа количина рибе и ријеке Матуре из које се овај базен напаја водом. Резултати микробиолошке анализе указују да базен Превлака има воду знатно лошијег квалитета у односу на Матуру по готово свим испитиваним карактеристикама. Док Превлака има воду III-IV класе по Kohl-у, вода Матуре би припадала II, односно II-III класи квалитета. До повећања бројности бактерија у води Превлаке долази због веће количине доступних органских материја у стајаћој води у којој су интензивнији процеси фотосинтезе, као и због додатног уношења органских материја од стране човјека у процесу узгоја рибе.

Кључне речи: квалитет воде, базен Превлака, ријека Матура, Бардача

УВОД

Бардача се налази под заштитом државе још од 1969. године, а 2007. године је уврштена у свјетску листу заштићених мочварних подручја (тзв. „Рамсарско подручје“). Комплекс се састоји од једанаест акумулационих базена који се водом напајају из три мање ријеке: Матуре, Стублаје и Брзаје. Будући да се свих једанаест акумулационих базена користи за узгој рибе, присутан је веома интензиван антропогени утицај на ово изразито осјетљиво заштићено подручје. Циљ овог рада је био да се изврши физичко-хемијска и микробиолошка анализа квалитета воде базена

Превлака, у ком се налази највећа количина рибе, и ријеке Матуре из које се овај базен напаја водом. Поређењем квалитета воде на ова два локалитета смо покушали показати до каквих промјена долази приликом забаривања воде, будући да се Превлака пуни водом искључиво из Матуре, као и на које параметре квалитета воде утичу активности које се спроводе приликом узгоја рибе. Током године се поред житарица којима се риба прихрањује у воду убацује ђубар који подстиче раст пожељних врста алги, али и креч, хлор и модра галица који треба да униште пренамножене штетне модрозелене алге, бактерије и разне паразите који изазивају различита обољења код риба. Све ово у знатној мјери утиче на ионако осјетљиву равнотежу барских екосистема..

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Узорци воде су сакупљени у периоду од марта до септембра 2010. године на мјесечном нивоу. Вода је узета најмање десет метара од обале при чему је сакупљано по 250 ml узорка под асептичним условима из површинског слоја, 10 до 15 cm испод површине (Петровић и сар. 1998). Поред узорака за бактериолошку анализу узето је и по 1,5 литара узорка за одређивање концентрације хлорофила „а“ и 1,5 литара за одређивање физичко-хемијских параметара. Паралелно са узимањем узорака извршено је мјерење температуре воде и ваздуха, рН вриједности, електропроводљивости, турбидитета, концентрације раствореног кисеоника и сатурације (Далмација, 2000; Далмација и сар., 2004), а затим су помоћу секи диска одређени провидност и дубина воде. Узорци су транспортовани на леду и у року од 24 сата је извршена хемијска и микробиолошка анализа воде.

У лабораторији Природно-математичког факултета у Бањалуци су помоћу спектрофотометра НАСН DR2800 одређене концентрације нитрата и фосфата у води. Помоћу истог спектрофотометра су одређене и укупне суспендоване материје у води, концентрација хлорофила „а“ (АРНА-АВВА-WPCF, 1995) и индекс фосфатазне активности (Матавуљ, 1986; Матавуљ и сар., 1982, 1984, 1997, 1998, 1999, 2001).

Бројност појединих група бактерија је одређена индиректним одгајивачким методама (Венсон, 1998; Хрибар, 1978; Каракашевић, 1967; Петровић и сар., 1998; Шкунца-Миловановић и сар., 1990). Одређена је бројност аеробних психрофилних и мезофилних хетеротрофа, факултативних олиготрофа, укупних колиформних бактерија и колиформних бактерија фекалног поријекла, као и бројност протеолитских, липолитских, сахаролитских и нафта-оксидујућих бактерија.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

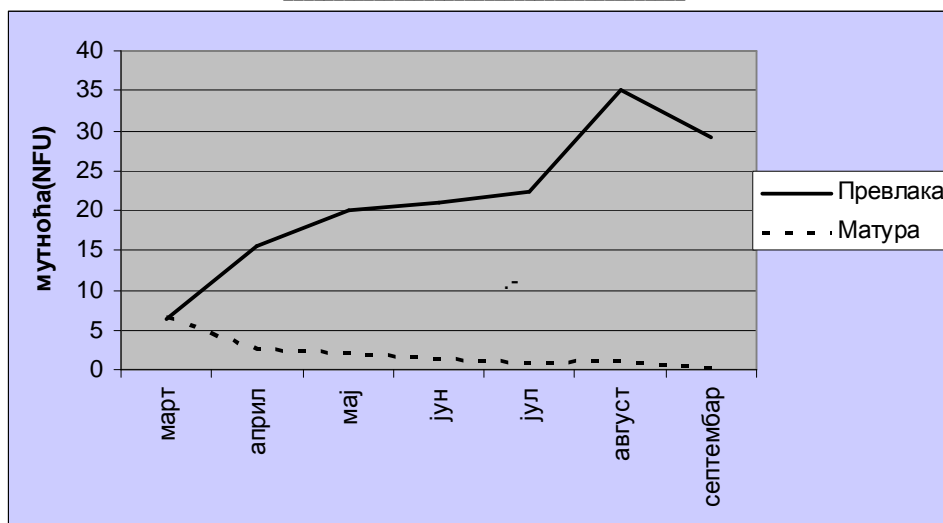
Температура воде ријеке Матуре се кретала од 10.1°C, колико је измјерено у марту, до 26.9°C измјерених у септембру (Табела 1). рН вриједност није знатно варијала у току године. Вода је била благо алкална са просјечном рН вриједношћу 7.71. Вриједност електропроводљивости се кретала од 575 до 657 $\mu\text{S}/\text{cm}$. У периоду од марта до јуна вода Матуре је била релативно богата кисеоником и у мају је забиљежено пресићење воде кисеоником од 137.4%. Међутим, крајем љета су забиљежене ниске вриједности раствореног кисеоника па је у августу сатурација износила свега 54.3%. У марту је након периода обилних падавина у води забиљежена највиша концентрација нитрата од 7.7 mg/l, док су у осталим узорцима вриједности нитрата биле знатно ниже. Концентрација ортофосфата у води од којих зависи органска продукција је у марту износила свега 0.07 mg/l. Међутим, већ у априлу је њихова вриједност износила 0.63 mg/l, а будући да се користе као ђубриво на пољопривредном земљишту највјероватније су у воду Матуре доспјели отицањем падавина.

Табела 1. Физичко-хемијски показатељи квалитета воде ријеке Матуре и базена Превлака

параметар	Матура		Превлака	
	минимум	максимум	минимум	максимум
температура воде (°C)	10.1	26.9	8.8	31.7
pH вриједност	7.57	7.80	6.60	8.04
електропроводљивост ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	575	657	383	740
растворени кисеоник (mg/l)	4.75	12.23	3.99	12.50
сатурација (%)	54.3	137.4	49.4	152.4
нитратни азот (mg/l)	0.3	7.7	0.0	2.9
ортофосфати (mg/l)	0.07	0.63	0.01	0.85

Базен Превлака је имао нешто нижу минималну измјерену температуру воде у односу на Матуру (8.8°C у марту), а лети се и брже загријавао будући да се ради о стајаћој води, па је у августу у површинском слоју измјерена температура воде од чак 31.7°C. За разлику од Матуре која је током године имала релативно стабилну pH вриједност, вода Превлаке је у јулу била благо алкална (pH 8.04), а већ у августу благо кисела (pH 6.60). Оваква варирања pH вриједности су последица убацивања креча у воду како би се сузбио прекомјеран раст модрозелених алги у љетном периоду, што доводи до повећања садржаја угљене киселине у води, а тиме и до обарања pH вриједности. Вриједности електропроводљивости такође варирају током године. У априлу је измјерена највиша вриједност од 740 $\mu\text{S}/\text{cm}$, а у јулу најнижа од 383 $\mu\text{S}/\text{cm}$. У прољеће и почетком љета, када су интензивни процеси фотосинтезе, вода Превлаке је била богата раствореним кисеоником и у јуну је измјерено пресићење од 152.4%. Међутим, са интензивним развојем фитопланктона троше се доступни нутријенти па су у јулу у води забиљежене веома мале концентрације доступних ортофосфата, док нитрата уопште није ни било. Недостатак основних нутријената има за последицу масовно одумирање алги чијом се разградњом троши кисеоник из воде па је у августу забиљежена сатурација од свега 49.4%.

Највише вриједности мутноће воде и суспендованих материја у ријечи Матуре су измјерене у марту након периода обилних киша које су спирањем околног земљишта нанијеле различите честице у воду што је довело до њеног замућења. Током године концентрација суспендованих честица у води опада и мутноћа воде са 6.60 NFU колико је измјерено у марту опада до 0.33 NFU измјерених у септембру (Слика 1). У базену Превлака је ситуација обрнута. У марту је измјерена најнижа вриједност мутноће (6.31 NFU) која затим током године расте услед интензивног развоја фитопланктона и у августу достиже максимално измјерених 35 NFU.



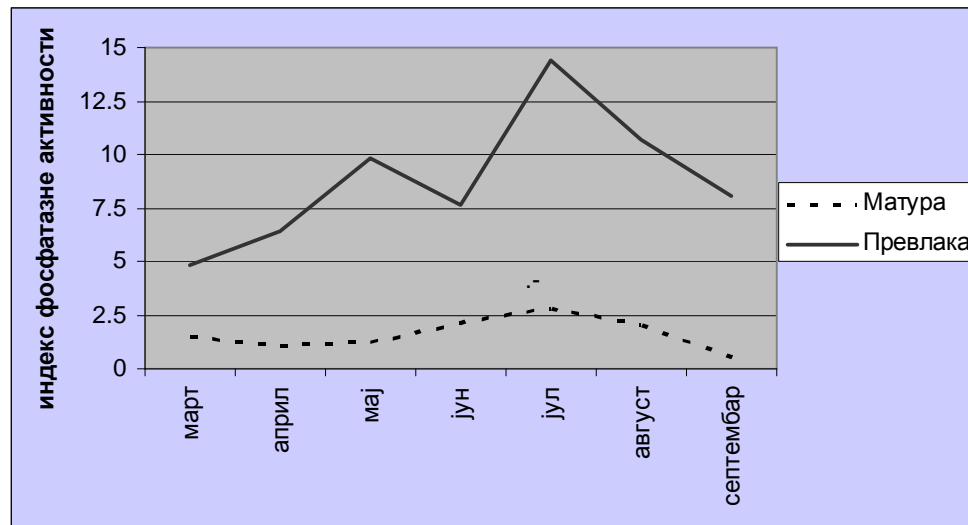
Слика 1. Мутноћа воде ријеке Матуре и базена Превлака

Концентрација хлорофила „а“ је на оба локалитета расла током године и максималну вриједност је имала у јулу, након чега је постепено опадала (Табела 2). На основу највише измјерене вриједности вода Матуре је била мезотрофична (5.61 mg/m^3), а вода Превлаке је са измјерених 87.21 mg/m^3 била еутрофична (Felföldy, 1980).

Табела 2. Концентрација хлорофила „а“ у води ријеке Матуре и базена Превлака

мјесец		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Матура	хлорофил а (mg/m^3)	2.14	2.89	3.25	3.87	5.61	4.84	2.82
	степен трофичности	олиго-мезотрофичан	олиго-мезотрофичан	мезотрофичан	мезотрофичан	мезотрофичан	мезотрофичан	олиго-мезотрофичан
Превлака	хлорофил а (mg/m^3)	11.24	21.16	23.61	56.09	87.21	62.18	27.34
	степен трофичности	мезотрофична	мезоеутрофична	мезоеутрофична	еутрофична	еутрофична	еутрофична	мезоеутрофична

Поред концентрације хлорофила „а“ у јулу су на оба локалитета измјерене и највише вриједности индекса фосфатазне активности (Слика 2). Ријека Матура је у већини извршених мјерења имала умјерено загађену воду II-III класе квалитета по Матавуљу, а у јулу је одговарала загађеној води IIIА класе квалитета. У води базена Превлака индекс фосфатазне активности је растао од марта до маја, а затим је у јуну нагло опао, након чега опет расте и у јулу достиже максималну измјерену вриједност од $14.42 \text{ } \mu\text{mol/s/dm}^3$, што одговара веома прљавој води IVA класе квалитета по Матавуљу. Пад вриједности ИФА у јуну је вјероватно посљедица масовног развића модрозелених алги чији токсини инхибирају активност фосфатаза.



Слика 2. Индекс фосфатне активности воде ријеке Матуре и базена Превлака

Што се тиче микробиолошке анализе воде ријеке Матуре, број хетеротрофних бактерија у јуну и јулу је одговарао води II-III класе (Kohl, 1975), а у свим осталим мјерењима је одговарао II класи (Табела 3). Бројност факултативних олиготрофа је била знатно изнад бројности аеробних хетеротрофа што указује на добру, односно задовољавајућу способност аутопурификације (Гајин и сар, 1990).

Табела 3. Микробиолошки показатељи квалитета воде ријеке Матуре

мјесец	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
хетеротрофи (kol/ml)	2000	2650	8150	12.333	16.400	3000	9048
класа по Kohl-у	II	II	II	II-III	II-III	II	II
факултативни олиготрофи (kol/ml)	22.600	27.200	36.220	54.667	87.300	11.000	61.528
индекс ФО/Х	11.3	10.26	4.44	4.43	5.32	3.67	6.80
способност аутопурификације	добра	добра	задовољавајућа	задовољавајућа	задовољавајућа	задовољавајућа	задовољавајућа
протеолитске бактерије (kol/ml)	300	900	1250	4933	5165	2800	2800
амилолитске бактерије (kol/ml)	255	633	864	2250	1500	320	1285
нафта-оксидујуће бактерије (kol/ml)	1000	260	280	365	300	333	300
липолитске бактерије (kol/ml)	185	333	275	1800	2040	667	3119
укупни колиформи (kol/100ml)	900	1867	3550	4120	9000	2450	4267
фекални колиформи (kol/100ml)	300	<1	2100	455	467	<1	<1

санитарни статус (Кавка, 1994)	умјерено загађена	врло слабо загађена	загађена	умјерено загађена	умјерено загађена	врло слабо загађена	врло слабо загађена
-----------------------------------	----------------------	---------------------------	----------	----------------------	----------------------	---------------------------	---------------------------

Бројност испитиваних физиолошких група бактерија указује на комплексност загађења воде ријеке Матуре. Присутна су загађења протеинске, угљенохидратне, липидне и угљоводоничне природе, с тим да су у марту доминирале нафта-оксидујуће, у септембру липолитске, а у свим осталим мјесецима протеолитске бактерије. Што се тиче бактерија које су показатељи санитарног статуса укупни колиформи су били присутни у води у знатном броју. Највише их је забиљежено у јулу (9000 kol/100ml), а најмање у марту (900 kol/100ml). У априлу, августу и септембру у води нису изоловани фекални колиформи. Међутим, у марту, јуну и јулу је њихов број указивао на умјерено загађену, а у мају чак и на загађену воду по Кавки (К а в к а , 1994).

На основу броја хетеротрофних бактерија базен Превлака је имао воду III-IV класе по Kohl-у (Табела 4). Највише их је забиљежено у мају (340.216 kol/ml), а најмање у априлу (20.000 kol/ml). У свим мјерењима број факултативних олиготрофа је био већи од броја аеробних хетеротрофа. Индекс ФО/Х се кретао од 4.38 у јуну до 9.74 у јулу што указује на задовољавајућу способност аутопурификације воде.

Табела 4. Микробиолошки показатељи квалитета воде базена Превлака

мјесец	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
хетеротрофи (kol/ml)	47.350	20.000	340.216	185.667	25.667	119.000	54.833
класа по Kohl-у	II-III	II-III	III-IV	III-IV	II-III	III-IV	III
факултативни олиготрофи (kol/ml)	290.500	185.000	2.680.000	813.333	250.000	532.500	366.667
индекс ФО/Х	6.13	9.25	7.88	4.38	9.74	4.47	6.69
способност аутопурификације	задовољавајућа	задовољавајућа	задовољавајућа	задовољавајућа	задовољавајућа	задовољавајућа	задовољавајућа
протеолитске бактерије (kol/ml)	11.250	7100	92.667	34.445	6.000	20.000	29.355
амилолитске бактерије (kol/ml)	7.333	4200	72.000	12.500	1.600	8.250	5.500
нафта-оксидујуће бактерије (kol/ml)	1700	6500	54.500	34.650	8.800	9.750	6.000
липолитске бактерије (kol/ml)	9.500	6.455	42.333	18.250	1.800	9.645	30.509
укупни колиформи (kol/100ml)	650	1950	4.000	2333	3000	5500	8000
фекални колиформи (kol/100ml)	300	<1	150	287	400	250	333
санитарни статус (Кавка, 1994)	умјерено загађена	врло слабо загађена	умјерено загађена	умјерено загађена	умјерено загађена	умјерено загађена	умјерено загађена

Бројност присутних физиолошких група бактерија указује на комплексност органског загађења воде. Од испитиваних физиолошких група протеолитске бактерије

су доминирале у марту, априлу, мају и августу. Највише нафта-оксидујућих бактерија је изоловано у јуну и јулу, док је у септембру било највише бактерија са липолитским дејством. Најмање бактерија које су индикатори фекалног загађења воде је изоловано у марту (650 kol/100ml), а највише у септембру (8000 kol/100ml). Међу укупним колиформима су у свим узорцима, осим у узорку из априла, изоловани фекални колиформи чија је бројност указала на умјерено загађену воду по Кавки.

ЗАКЉУЧАК

Резултати анализе квалитета воде указују да базен Превлака има воду знатно лошијег квалитета у односу на Матуру по готово свим испитиваним карактеристикама. Док вода базена Превлака има изражена варирања рН вриједности и електропроводљивости усљед израженог антропогеног утицаја, вриједности ових параметара у ријечи Матури су релативно стабилне. На оба локалитета је у августу забиљежена ниска концентрација раствореног кисеоника. Вриједност мутноће у ријечи Матури током године опада, док у базену Превлака усљед интензивне органске продукције и развоја фитопланктона у топлијим мјесецима расте. Матура је имала мезотрофичну воду по Felföldy-ју и загађену по Матавуљу, а Превлака еутрофичну воду по Felföldy-ју и веома прљаву по Матавуљу. На основу броја аеробних хетеротрофа Превлака има воду III-IV класе по Kohl-у, а Матура би припадала II, односно II-III класи квалитета. Само је санитарни статус лошији у ријечи Матури него у Превлаци. У води Матуре је забиљежен већи број укупних и фекалних колиформа и она спада у загађене воде, док је вода Превлаке умјерено загађена. Повећан број бактерија које су индикатори фекалног загађења воде се може објаснити чињеницом да Матура од свог извора пролази крај бројних сеоских домаћинстава, фарми свиња и перади које немају изграђену канализациону мрежу и чије отпадне воде завршавају у овој ријечи.

ЛИТЕРАТУРА

1. APHA-AWWA-WPCF (1995): **Standard methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19th Edition. Washington: American Public Health Association,.
2. Benson, H. J. (1998): **Microbiological applications**. McGraw-Hill, New York.
3. Далмација, Б. (2000): **Контрола квалитета вода у оквиру управљања квалитетом**. Институт за хемију, Природно математички факултет Универзитета у Новом Саду.
4. Далмација Б., И. Иванчев-Тумбас (2004): **Анализа воде - контрола квалитета, тумачење резултата**. Катедра за хемијску технологију и заштиту животне средине, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, Будућност, Нови Сад.
5. Felföldy, L. (1980): A biológiai vízminőség. 3. javított és bővített kiadás. Vizugyi *Hidrobiologia*, 9. Budapest.
6. Гајин, С., М. Гантар, М. Бокоров, М. Матавуљ, О. Петровић, З. Обрехт, Д. Радновић (1990): Олиготрофна микрофлора површинских вода. *Зборник радова II Југословенског симпозија микробне екологије*: 3-12. Загреб.
7. Хрибар, Ф. (1978): **Упутство за биолошко истраживање вода**. Савезни хидрометеоролошки завод, Београд.
8. Kavka, G. G. (1994): Erfassung und Bewertung der bakteriologischen Beschaffenheit der Donau im Jahre 1993. Vergleich der Grenzprofile Deutschland-Österreich und Österreich-Slowakei. 30. *Arbeitstagung der IAD, Wissenschaftliche Kurzreferate*: 296.1-296.7.

9. Каракашевић, Б. (1967): **Приручник стандардних метода за микробиолошки рутински рад**. Медицинска књига, Београд-Загреб.
10. Kohl, W. (1975): Über die Bedeutung Bakteriologischer Untersuchungen für die Beurteilung von Fleissgewässern, Dargestellt am Beispiel der Österreicj Donau. *Arch. Hydrobiol.*, 44, 4: 392-461.
11. Матавуљ, М. (1986): **Неспецифичне фосфомоноестар хидролазе микроорганизама и њихов значај у кружењу фосфора у акватичним стаништима**. Докторска дисертација. Загреб.
12. Матавуљ, М., С. Гајин, М. Гантар, О. Петровић (1982): Ензимска активност као параметар процене стања вода. *Водопривреда*, 14: 225-235. Београд.
13. Matavulj, M., S. Gajin, M. Gantar, O. Petrović, M. Erbežnik, M. Bokorov, S. Stojilković (1984): Phosphatase activity as an additional parameter of water condition estimate in some lakes of Vojvodina Province. *Acta biologica Jugoslavica. Mikrobiologija, Vol.21, No.1*. Beograd.
14. Матавуљ, М., С. Гајин, О. Петровић, Д. Радновић, З. Свирчев (2001): Ензимолошке методе у биомониторингу квалитета вода. *Тематски зборник (монографија) семинара "Контрола квалитета вода"*: 408-413. Нови Сад.
15. Матавуљ М., С. Гајин, О. Петровић, Д. Радновић, И. Тамаш, М. Бокоров, Ј. Зеремски, М. Караман, В. Продановић (1999): Ензимска (фосфатазна) активност као параметар процене органског оптерећења рибњачарских вода. **Заштита животне средине при интензивном гајењу риба**: 22-24. Нови Сад .
16. Matavulj, M., S. Gajin, O. Petrović, D. Radnović, I. Tamaš., J. Zeremski, M. Bokorov (1998): Water phosphatase activity as a reliable indicator of organic bidegradable nontoxic load of the aquatic ecosystems of Banat region. *3rd International Symposium Interdisciplinary regional research: 785-792*. Novi Sad.
17. Matavulj, M., S. Gajin, O. Petrović, D. Radnović, I. Tamaš, J. Zereminski, M. Karaman, M. Bokorov (1997): Determination of phosphatase activity of water – new approach for organic biodegradable contaminants of surface water monitoring. *32. Konferenz der IAD der SIL, Limnologische berichte: 137-146*. Wien.
18. Петровић, О., С. Гајин, М. Матавуљ, Д. Радновић, З. Свирчев (1998): **Микробиолошка испитивање квалитета површинских вода**. Институт за биологију, Нови Сад.