

АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ВОДЕ ИЗВОРА НА ПОДРУЧЈУ ПЛАНИНЕ МАЊАЧА

Свјетлана Лолић, Мирела Бороја, Радослав Декић, Зоран Ковачевић,
Маја Манојловић, Биљана Кукавица

Природно-математички факултет, Универзитет у Бањалуци,
Младена Стојановића 2, Бања Лука

Abstract

LOLIĆ, Svjetlana; Mirela BOROJA, R. DEKIĆ, Z. KOVAČEVIĆ, Maја MANOJLOVIĆ, Biljana KUKAVICA: ANALYSIS OF WATER QUALITY FROM THE SPRINGS ON THE MOUNTAIN MANJAČA. [Faculty of Science, University of Banja Luka, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka]

This paper presents the results of physicochemical and microbiological analysis of water from the springs on the mountain Manjača. Water samples were taken from five locations: Kadijina voda, Stričići lake, Ponor, Zelenkovac and Krupa in the period from March to September 2010. Based on the pH values, the oxygen content and ammonia concentration, water from all springs belong to the first class of surface water. Measurements showed that water from a spring Ponor contains significantly higher amount of sulfate compared to other locations. At all sites concentrations of lead in water was below the detection limit (<0.05 mg/l).

Microbiological analysis of water indicates that the spring Zelenkovac has the best water quality and belongs to the first class of quality according to the Kohl. Springs Kadijina Voda and the river Krupa belong to the I-II class, the river Ponor to the class II of water quality and the lake Stričići to the II-III class of quality according to the Kohl. Increased number of *Escherichia coli* indicates that the lake Stričići was contaminated with fecal material belonging to the very polluted water. Rivers Ponor and Krupa are moderately polluted, while at other localities the presence of fecal bacteria was not recorded.

Key words: water quality, physicochemical analysis, microbiological analysis, Manjača springs

Сажетак

У раду су представљени резултати физичко-хемијске и микробиолошке анализе воде са извора на планини Мањача. Узорци воде су узети са пет локалитета: Кадијина вода, Језеро Стричићи, Понор, Зеленковац и Крупа у периоду од марта до септембра 2010. На основу рН вриједности, садржаја кисеоника и амонијака вода са свих пет локалитета припада првој класи површинских вода. Повећан садржај сулфата је измјерен у води са локалитета Понор. На свим локалитетима концентрација олова у води је била испод границе детекције (<0.05 mg/l).

Микробиолошка анализа воде је показала да извориште Зеленковац има најбољу воду I класе квалитета по Kohl-у. Вода са локалитета Кадијина вода и Крупа имају воду I-II класе, Понор воду II класе, а језеро Стричићи воду II-III класе квалитета по Kohl-у. Повећана бројност *Escherichia coli* указује да је језеро Стричићи контаминирано фекалним материјама и спада у врло загађене воде, Понор и Крупа су умјерено загађени, док на осталим локалитетима није забиљежено присуство фекалних бактерија.

Кључне ријечи: квалитет воде, физичко-хемијске анализе, микробиолошке анализе, извори Мањаче

УВОД

Истраживања која су 2005. године спровели на Институту за агроекологију и земљиште су показала да пољопривредно земљиште на подручју планине Мањаче садржи повећану концентрацију олова (Марковић и сар., 2005). Спирањем помоћу

падавина токсичне супстанце се дренирају у површинске и подземне воде, угрожавајући на тај начин организме копнених и слатководних станишта. Посматрајући хидролошку и гидрографску слику подручја Мањаче, овај „феномен“ се може ставити у директну везу са хидроекосистемом Крупа који је повезан са Врбасом и у многе утиче на водоснабдијевање Града Бањалуке. Управо због тога је током 2010. године извршено испитивање физичко-хемијских и микробиолошких параметара квалитета воде на планини Мањачи и у сливном подручју ријеке Крупе.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Анализа квалитета воде извора на подручју планине Мањаче је извршена по једном у марту, јулу и септембру 2010. године. Узорци су сакупљени са пет локалитета: Кадијина вода, језеро Стричићи, Понор, Зеленковац и Крупа. Од физичко-хемијских параметара квалитета воде одређени су температура воде, рН вриједност, мутноћа, концентрација раствореног кисеоника, сатурација, концентрације раствореног амонијака, нитрата, нитрита, сулфата и ортофосфата. Температура воде је одређена помоћу живиног термометра, рН вриједност и мутноћа воде су одређени електрохемијски, концентрација раствореног кисеоника је одређена Winkler-овом методом (Далмација, 2000; Малетин и сар., 1996; Пујин и сар., 1982.), а сви остали параметри су одређени спектрофотометријски помоћу спектрофотометра НАСН DR2800. За одређивање концентрације амонијака у води је кориштена метода са Nessler-овим реагенсом. Нитрити су одређени методом са сулфанилном киселином, а нитрати редукцијом кадмијума. За утврђивање концентрације сулфата у води је кориштена метода са баријум-хлоридним реагенсом, а за одређивање ортофосфата је кориштена метода са аскорбинском киселином (DR 2800, user manual).

За микробиолошку анализу квалитета воде сакупљено је по 100 ml узорка у асептичним условима према прописаној процедури (Хрибар, 1978; Каракашевић, 1967). Узорци су затим транспортовани у фрижидеру на температури до +4°C и засијавање на одговарајуће подлоге је извршено у року од 12 сати. Одређена је бројност укупних аеробних хетеротрофа, факултативних олиготрофа, аеробних психрофила и мезофила, укупних колиформних бактерија и колиформних бактерија фекалног поријекла, као и бројност бактерија из родова *Salmonella*, *Shigella* и *Clostridium* (АРНА-АWWA-WPCF, 1995; Ђукић и сар., 2000; McKane et al, 1996; Петровић и сар., 1998, Sigee, 2004; Хрибар, 1978; Шкунца-Миловановић и сар., 1990).

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Вода извора Кадијина вода је била благо алкална, изузев у септембру када је измјерена рН вриједност 6.90 (Табела 1). Вриједност мутноће је расла у току године, али није прешла највишу дозвољену границу за воду која се користи за водоснабдијевање до 5000 становника (Службени гласник 40/03). У марту су у води забиљежене нешто више концентрације раствореног амонијака и нитрата. У септембру је измјерена виша концентрација ортофосфата него што је дозвољено за воду која се користи за пиће. Олово у води није регистровано нити у једном од узорака. На основу броја аеробних хетеротрофних бактерија вода извора Кадијина вода спада у I-II класу по Колу (Табела 2). Факултативни олиготрофи који се развијају у срединама сиромашним органским материјама су знатно бројнији од аеробних хетеротрофа и према индексу ФО/Х вода има задовољавајућу и добру способност аутопурификације. Број психрофилних органотрофа је у марту и септембру био знатно изнад дозвољене границе за воду која се користи за пиће. Потенцијално патогени аеробни мезофили су присутни у води у дозвољеним границама, али је међу њима регистровано присуство укупних колиформних бактерија. Врсте из родова *Clostridium*, *Salmonella*, *Shigella* и

Escherichia нису изоловане. Према Уредби о класификацији вода и категоризацији водотока, Кадијина вода би на основу микробиолошких параметара због повећаног броја укупних колиформа припадала II класи површинских вода (Службени гласник 42/01).

Табела 1. Физичко-хемијске карактеристике воде извора Кадијина вода и Зеленковац

Параметар	Кадијина вода			Зеленковац			
	март	јул	септембар	март	јул	септембар	
температура (°C)	9,1	13,2	11,3	8,5	10,9	9,4	
pH	8,03	7,60	6,90	8,02	8,10	8,30	
мутноћа (NTU)	2,67	3,24	4,46	0,37	1,81	2,01	
O ₂	mg/l	12,19	8,87	9,77	15,95	9,76	10,21
	%	110,0	84,2	96,2	136,0	96,1	102,1
нитрати (mg/l)	1,4	0,6	0,8	1,1	0,9	0,8	
нитрити (mg/l)	0,003	0,028	0,003	0,004	0,009	0,003	
амонијак (mg/l)	0,15	0,10	0,09	0,02	0,03	0,10	
сулфати (mg/l)	2	3	2	7	5	8	
оргофосфати (mg/l)	0,07	0,07	0,26	0,04	0,09	0,15	
олово (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Извориште Зеленковац је током читаве године имало благо алкалну воду богату раствореним кисеоником (Табела 1). Вриједности мутноће су такође расле током године, али нису прешле дозвољену границу за воду која се користи за водоснабдијевање до 5000 становника. Нити у једном од узорка није забиљежено присуство олова. На основу свих посматраних физичко-хемијских параметара вода изворишта Зеленковац одговара I класи површинских вода и задовољава карактеристике воде која се користи за пиће. На основу броја аеробних хетеротрофа Зеленковац има воду I класе по Колу (Табела 2). Факултативни олиготрофи су били бројнији од аеробних хетеротрофа у свим узорцима и указали су на задовољавајућу способност аутопурификације. Бројност психрофилних и мезофилних органотрофа се налазила унутар дозвољених граница за воду која се користи за пиће, а укупни и фекални колиформи, као ни бактерије из родова *Clostridium*, *Salmonella*, *Shigella* и *Escherichia* нису изоловане па се може закључити да је вода изворишта Зеленковац здравствено безбиједна (Службени гласник, 40/03) и припада I класи површинских вода (Службени гласник, 42/01).

Табела 2. Микробиолошке карактеристике воде извора Кадијина вода и Зеленковац

Параметар	Кадијина вода			Зеленковац		
	март	јул	септембар	март	јул	септембар
хетеротрофи (kol./ml)	1000	90	950	80	480	468
класа по Kohl-у	I-II	I	I-II	I	I	I
факултативни олиготрофи (kol./ ml)	7500	1200	8850	300	900	1055
индекс ФО/Х	7.50	13.33	9.31	3.75	1.88	2.25
психрофилни органотрофи (kol./ml)	1000	280	3150	150	274	290
мезофилни органотрофи (kol/ml)	30	5	15	70	46	31
укупни колиформи (kol./100ml)	0	400	400	0	0	0
фекални колиформи (kol./100ml)	0	0	0	0	0	0
<i>Clostridium sp.</i> (kol./ml)	0	0	0	0	0	0
<i>Salmonella</i> и <i>Shigella</i>	0	0	0	0	0	0

Језеро Стричићи је током читаве године имало благо алкалну воду (Табела 3). Вриједности мутноће су расле током године од 3,08 NTU колико је измјерено у марту до 16,6 NTU колико је измјерено у септембру. До повећања мутноће долази услед интензивног развоја планктона у топлијим мјесецима. Вода је изузетно богата раствореним кисеоником, а у септембру је забиљежено пресићење воде кисеоником од чак 170%. Висока концентрација раствореног кисеоника у септембру (19,68 mg/l) је највјероватније последица фотосинтетске активности фитопланктона који је у љето и јесен био изразито бројан. У јулу је регистрована повишена концентрација растворених нитрита у води (0,104 mg/l) што одговара IV класи површинских вода, док вриједности осталих праћених параметара одговарају водама I или II класе квалитета. На основу микробиолошке анализе језеро Стричићи има воду II-III класе по Колу (Табела 4). Однос факултативних олиготрофа и аеробних хетеротрофа указује на задовољавајућу способност аутопурификације. Бројност аеробних хетеротрофа, факултативних олиготрофа и психрофилних органотрофа расте током године што је и очекивано будући да се при вишој температури бактериопланктон брже умножава, а услед интензивног развоја фито и зоопланктона повећава се и количина доступне органске материје која условљава њихов развој. У јулу и септембру су у води биле присутне укупне и фекалне колиформне бактерије према чему се вода језера Стричићи може сврстати у врло загађене (Кавка, 1994). У септембру су изоловане и потенцијално патогене бактерије из рода *Clostridium*. Према Уредби о класификацији вода и

категоризацији водотока језеро Стричићи би на основу микробиолошких параметара припадало III класи.

Табела 3. Физичко-хемијске карактеристике воде језера Стричићи и ријеке Понор

Параметар	Стричићи			Понор			
	март	јул	септембар	март	јул	септембар	
температура (°C)	11,3	15,4	13,9	9,3	14,1	12,1	
pH	8,25	7,44	7,21	8,39	8,22	8,24	
мутноћа (NTU)	3,1	7,6	16,6	5,5	1,9	2,3	
O ₂	mg/l	9,45	10,92	19,68	9,88	10,12	10,21
	%	98,5	114,3	170,0	106,0	101,9	102,1
нитрати (mg/l)	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,6	
нитрити (mg/l)	0,017	0,104	0,007	0,006	0,105	0,004	
амонијак (mg/l)	0,09	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	
сулфати (mg/l)	0	0	0	53	54	72	
ортофосфати (mg/l)	0,04	0,34	0,16	0,20	0,22	0,15	
олово (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Ријека Понор је у свим мјерењима имала алкалну воду богату раствореним кисеоником. Највиша мутноћа (5,5 NTU) је измјерена у прољећном периоду када кише спирањем земљишта носе честице и муте воду. Вода је богата сулфатима и на основу њихове концентрације, се може сврстати у воде II класе. Амонијак није забиљежен нити у једном од мјерења, док је у јулу, као и на локалитету језеро Стричићи, забиљежена изразито висока концентрација нитрита (0,105 mg/l) која одговара водама IV класе. Присуство амонијака и олова није забиљежено нити у једном од мјерења.

Табела 4. Микробиолошке карактеристике воде језера Стричићи и ријеке Понор

Параметар	Стричићи			Понор		
	март	јул	септембар	март	јул	септембар
хетеротрофи (kol./ml)	4000	18500	40000	6000	710	1150
класа по Kohl-u	II	II-III	II-III	II	I-II	II
факултативни олиготрофи (kol./ml)	15000	28650	260000	8000	1250	1500
индекс ФО/Х	3,75	1,55	6,50	1,33	1,76	1,30
психрофилни органотрофи	4450	32500	167500	6150	315	625

(kol./ml)						
мезофилни органотрофи (kol/ml)	70	365	193	100	86	24
укупни колиформи (kol./100ml)	0	3400	25000	0	3200	2000
фекални колиформи (kol./100ml)	0	100	9000	0	400	700
<i>Clostridium sp.</i> (kol./ml)	0	0	3	0	0	0
<i>Salmonella</i> и <i>Shigella</i>	0	0	0	0	0	0

На основу укупног броја аеробних хетеротрофа (Табела 4) вода ријеке Понор припада II класи (Koh1, 1975). Однос факултативних олиготрофа и хетеротрофа указује на задовољавајућу способност самопречишћавања. Међу мезофилним органотрофима у јулу и септембру су изоловани укупни и фекални колиформи на основу чије бројности Понор спада у умјерено загађене воде по Кавки. Бактерије из родова *Clostridium*, *Salmonella* и *Shigella* нису изоловане. Према Уредби о класификацији вода и категоризацији водотока, ријека Понор би на основу микробиолошких параметара припадала II класи.

Ријека Крупа је имала благо алкалну воду богату раствореним кисеоником (Табела 5) која на основу свих посматраних физичко-хемијских параметара припада I класи квалитета.

Табела 5. Физичко-хемијске карактеристике воде ријеке Крупа

Параметар	Крупа			
	март	јул	септембар	
температура (°C)	10,5	14,0	11,1	
pH	7,63	7,54	7,67	
мутноћа (NTU)	0,00	2,66	3,96	
O ₂	mg/l	10,14	11,20	9,77
	%	102,2	104,3	96,2
нитрати (mg/l)	0,9	0,5	0,9	
нитрити (mg/l)	0,003	0,005	0,003	
амонијак (mg/l)	0,08	0,05	0,02	
сулфати (mg/l)	2	2	5	
фосфати (mg/l)	0,11	0,12	0,32	
олово(mg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	

Табела 6. Микробиолошке карактеристике воде ријеке Крупа

Параметар	Крупа		
	март	јул	септембар
хетеротрофи (kol./ml)	100	890	910
класа по Kohl-у	I	I-II	I-II
факултативни олиготрофи (kol./ml)	1000	1250	1400
индекс ФО/Х	10	1.40	1.54
психрофилни органотрофи (kol./ml)	90	1420	1600
мезофилни органотрофи (kol/ml)	30	78	9
укупни колиформи (kol./100ml)	0	1600	667
фекалнициколиформи (kol./100ml)	0	400	0
<i>Clostridium sp.</i> (kol./ml)	0	0	0
<i>Salmonella</i> и <i>Shigella</i>	0	0	0

Микробиолошка анализа показује да вода ријеке Крупа припада I-II класи по Колу и да има задовољавајућу способност аутопурификације (Табела 6). Међу потенцијално патогеним мезофилним бактеријама су у јулу и септембру изоловани укупни колиформи, а у јулу је регистровано и присуство бактерија из рода *Escherichia* што указује да се ријека Крупа налази у контакту са фекалним материјама и има умјерено загађену воду (К а в к а, 1994). Због присуства ове групе бактерија Крупа би се према Уредби о класификацији вода и категоризацији водотока сврставала у II класу површинских вода.

ЗАКЉУЧАК

Физичко-хемијска и микробиолошка анализа квалитета воде је показала да од посматраних локалитета једино извориште Зеленковац има здравствено безбједну воду која би припадала I класи површинских вода. Извор Кадијина вода је у појединим мјерењима имао нешто више вриједности концентрације раствореног амонијака, нитрата, нитрита и ортофосфата, а изоловане су и потенцијално патогене колиформне бактерије. Језеро Стричићи карактеришу изразито висока концентрација раствореног кисеоника у септембру и концентрација нитрита у јулу, а на основу микробиолошких параметара припада III класи вода. Ријека Понор има нешто вишу концентрацију сулфата у односу на воду са осталих локалитета, а према микробиолошким карактеристикама би спадала у воде II класе. Ријека Крупа би се на основу посматраних физичко-хемијских параметара могла сврстати у воде I класе квалитета, а због повећаног броја укупних колиформа припада водама II класе.

Нити у једном од узорака није изоловано олово па се може закључити да се оно у земљишту налази у води нерастворљивом облику.

ЛИТЕРАТУРА

1. APHA-AWWA-WPCF (1998): **Standard methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th Edition. Washington: American Public Health Association,.
2. Далмација, Б. (2000): **Контрола квалитета вода у оквиру управљања квалитетом**. Институт за хемију, Природно математички факултет Универзитета у Новом Саду,.
3. DR2800 user manual, HACH Lange GmbH, Düsseldorf, 2009.
4. Ђукић, Д., С. Гајин, М. Матавуљ, Л. Мандић (2000): **Микробиологија вода** (Монографија). Просвета, Београд,.
5. Каракашевић, Б. (1967): **Приручник стандардних метода за микробиолошки рутински рад**. Медицинска књига, Београд-Загреб.
6. Kavka, G. G. (1994): **Erfassung und Bewertung der bakteriologischen Beschaffenheit der Donau im Jahre 1993**. 30. Arbeitstagung der IAD, Wissenschaftliche Kurzreferate: 296.1-296.7. Vergleich der Grenzprofile Deutschland-Österreich und Österreich-Slowakei.
7. Kohl, W. (1975): **Über die Bedeutung Bakteriologischer Untersuchungen für die Beurteilung von Fleissgewässern, Dargestellt am Beispiel der Österrecih Donau**. *Arch. Hydrobiol.*, 44, 4, 392-461.
8. Малетин, С., Н. Ђукић, В. Пујин, Б. Миљановић, А. Иванц (1996): Примена физичко-хемијских и хидробиолошких метода у јединственој оцени квалитета површинских вода. *Зборник радова скупа "Заштита вода 96"*, стр.: 288-291, Улцињ.
9. Марковић, М. (2005): Основа заштите, коришћења и уређења пољопривредног земљишта града Бањалука. Пољопривредни факултет, Универзитет у Бањој Луци, Институт за агроекологију и земљиште. Бањалука.
10. McKane, L., J. Kandel (1996): **Microbiology, essentials and applications**. McGraw-Hill, New York.
11. Петровић, О., С. Гајин, М. Матавуљ, Д. Радновић, З. Свирчев (1998): **Микробиолошка испитивање квалитета површинских вода**. Институт за биологију, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду.
12. Правилник о хигијенској исправности воде за пиће. Службени гласник Републике Српске, бр. 40, 2003.
13. Пујин, В., Р. Ратајац, Н. Ђукић, С. Гајин, М. Гантар, О. Петровић, М. Матавуљ (1982): **Састав биоценоза у воденим екосистемима као индикатор и као активни чинилац у одржавању квалитета слатких вода**. Зборник скупа „Заштита, очување и унапређивање квалитета слатких вода“, књига II, стр: 1-9. Охрид.
14. Sigeo, D. (2004): **Freshwater microbiology: biodiversity and dynamic interactions of microorganisms in the aquatic enviroment**. John Wiley & sons, Chichester, England.
15. Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока. Службени гласник Републике Српске, бр. 42, 2001.
16. Хрибар, Ф. (1978): **Упутство за биолошко истраживање вода**. Савезни хидрометеоролошки завод, Београд.
17. Шкунца-Миловановић, С., Р. Феликс, Б. Ђуровић (1990): **Вода за пиће, стандардне методе за испитивање хигијенске исправности**. Савезни завод за здравствену заштиту, НИП „Привредни преглед“, Београд.

Примљено: 15. 02. 2011.

Одобрено: 12. 07. 2011.