

ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКА И БИОЛОШКА ОЦЈЕНА КВАЛИТЕТА ВОДЕ ЗА ПИЋЕ У РУРАЛНОМ ПОДРУЧЈУ ЛИЈЕВЧА ПОЉА

Иванц Александар¹, Лолић Свјетлана², Ерић Живојин², Декић Радослав²,
Јањић Нина², Трбић Горан², Гњато Рајко²

¹Мегатренд универзитет Београд, Факултет за биофарминг, 24300 Бачка Топола

²Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет

Abstract

IVANC, A. ¹, Svjetlana² LOLIĆ, Ž. ² ERIĆ, R. ² DEKIĆ, Nina JANJIĆ, G. ² TRBIĆ, R. ² GNJATO: PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL EVALUATION OF DRINKING WATER QUALITY IN RURAL AREA OF THE LIJEVČE POLJE FIELD. (¹Megatrend University Belgrade, Faculty of biofarming Backa Topola, ²University of Banja Luka, Faculty of Science)

The population of rural areas of the Lijevo Polje field have been supplying with drinking water mostly from wells and using water pumps (dug or drilled wells). In April, June and September 2010, the evaluation of drinking water quality was done according to the biological and chemical parameters from the analysis of water from two wells in the village Berek and from water pump in the village Trošelj. In both of wells in the village Berek, physical-chemical as well as microbiological properties show that water is not safe to drink and that comes into contact with surface and waste water and with fecal waste water. In both cases the water was found to be slightly acidic, turbid, containing high concentrations of orthophosphate, and at the location of Berek II it contained a higher content of ammonia. Number of psychrophilic aerobic bacteria and number of total coliforms was found to be higher than recommended in water from two wells, and in the well at the site of Berek II the presence of (potentially) pathogenic bacteria was recorded: *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Proteus sp.* and *Pseudomonas sp.* Water from the pump (drilled well) in the village Trošelj was found to be of much better quality, and slightly lower pH value was recorded in April only, while other parameters were in accordance with the standard values.

Key words: quality of drinking water, rural area, the Lijevo polje field, Republic of Srpska

Сажетак

Становништво руралног подручја Лијевча се водом за пиће снабдијева углавном из бунара и помоћу пумпи за воду. У априлу, јуну и септембру 2010. године је извршена физичко-хемијска и биолошка оцјена квалитета воде за пиће из два бунара у селу Берек и са пумпе за воду у селу Трошељи. У оба бунара у селу Берек и физичко-хемијске и микробиолошке карактеристике показују да вода није здравствено безбједна за пиће и да долази у контакт са површинским и отпадним фекалним водама. У оба случаја вода је благо кисела, мутна, садржи повишену концентрацију ортофосфата, а на локалитету Берек II има и повећан садржај амонијака. Бројност психрофилних бактерија и укупних колиформа је повећана у води из оба бунара, а у бунару на локалитету Берек II је забиљежено присуство патогених бактерија: *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Proteus sp.* и *Pseudomonas sp.* Вода из пумпе у селу Трошељи је знатно бољег квалитета и само је у априлу забиљежена нешто нижа рН вриједност, док су остали параметри били у складу са прописаним вриједностима.

Кључне речи: квалитет воде за пиће, рурално подручје, Лијевче поље, Република Српска

УВОД

У руралним подручјима Лијевча поља није спроведена водоводна мрежа па се локално становништво водом за пиће снабдијева углавном из бунара и помоћу пумпи за воду. Будући да се ради о крају гдје је присутна интензивна пољопривредна

производња при чему се користе различита ђубрива и пестициди, као и због чињенице да не постоји развијен канализациони систем већ се уз куће налазе септичке јаме које се постепено излијевају у околну земљиште, постоји реална опасност да са површинским водама различите непожељне супстанце доспијевају и до подземних вода које локално становништво користи за водоснабдијевање. Управо зато би било неопходно вршити континуиран мониторинг квалитета бунарских вода. За анализу физичко-хемијских и биолошких карактеристика воде за пиће су изабрана три локалитета: два бунара у селу Берек и једна пумпа у селу Трошељи.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Узимање узорака за физичко-хемијску и биолошку анализу је извршено по једном у априлу, јуну и септембру 2010. године. На локалитету Берек I вода је узета из чесме у кући гдје је спроведена из бунара. На локалитету Берек II узорак је узет директно из бунара, а на локалитету Трошељи из пумпе за воду. Узорци су узети у стерилне посуде у асептичним условима према прописаној процедури (Каракашевић, 1967; Шкунца-Миловановић и сар., 1990). Одмах након прикупљања узорака извршено је одређивање температуре воде и ваздуха, рН вриједности, електропроводљивости, мутноће, концентрације раствореног кисеоника и сатурације воде кисеоником (Далмација, 2000; Далмација и сар., 2004). Кроз планктонску мрежицу пречника окаца од 20 μ m је филтрирано од 50 до 100 литара воде ради утврђивања евентуалног присуства алги. Узорци су затим транспортовани на леду и у року од 24 сата је извршена хемијска и микробиолошка анализа воде.

У лабораторији Природно-математичког факултета у Бањалуци је извршено спектрофотометријско одређивање концентрације амонијака, нитрата, нитрита, сулфата, ортофосфата, жељеза, мангана и укупних суспендованих материја у води, при чему је кориштен спектрофотометар НАСН DR2800. Присуство одређених група бактерија је утврђено индиректним одгајивачким методама (АРНА-AWWA-WPCF, 1995; Хрибар, 1978; МсКане и сар., 1996; Петровић и сар., 1998, Шкунца-Миловановић и сар., 1990). Одређени су основни микробиолошки параметри предвиђени Правилником о хигијенској исправности воде за пиће (Службени гласник Републике Српске, 40/03): бројност психрофилних и мезофилних аеробних органотрофа, укупних и фекалних колиформа, фекалних стрептокока и ентерокока, а утврђивано је и присуство потенцијално патогених бактерија: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium*, *Proteus*, *Salmonella* и *Shigella*. Поред Правилником прописаних параметара одређен је и укупан број бактерија као и број факултативно олиготрофних бактерија (Петровић и сар., 1998). Присуство алги у води је утврђивано помоћу микроскопа Leica DM1000.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Локалитет Берек I се налази на 45°02' 33" сјеверне географске ширине, 17°13' 76" географске дужине и на 114 метара надморске висине. Највиша температура воде је измјерена у јуну и износила је 17,20°C (Табела 1). У септембру је у води забиљежена ниска концентрација раствореног кисеоника од свега 5,15 mgO₂/l што одговара засићености воде кисеоником од свега 54% и близу је доње границе која је препоручена за воду која се користи за пиће (Службени гласник Републике Српске, 40/03). Вода је у свим узорцима била благо кисела и њена рН вриједност се налазила испод минималне препоручене вриједности која износи 6,80. Киселе воде су често корозивне и могу изазвати растварање бакра и олова из водоводних цијеви који затим доспијевају у воду за пиће и дају јој метални окус (Далмација и сар., 2004). Вриједности електропроводљивости су доста високе у свим испитиваним узорцима што указује на

повећану концентрацију јона у води која може бити последица њене ниске рН вриједности.

Табела 1. Физичко-хемијске карактеристике бунара Берек I

	21.04.2010	9.6.2010	28.9.10
температура ваздуха (°C)	18	25	18
температура воде (°C)	15,20	17,20	17,10
концентрација раствореног O ₂ (mg/l)	-	6,83	5,15
сатурација (%)	-	70,40	54,00
рН	6,45	6,53	6,75
електропроводљивост (µS/cm)	695	709	745
турбидитет (NTU)	13,61	1,01	0,56
амонијачни азот (mg/l)	0,01	0,07	0,02
нитратни азот (mg/l)	3,20	0,50	2,10
нитритни азот (mg/l)	0,003	0,002	0,005
сулфати (mg/l)	37	33	38
ортофосфати (mg/l)	0,17	0,27	0,12
суспендоване материје (mg/l)	6	0,50	0
жељезо (mg/l)	0,04	0,01	0,04
манган (mg/l)	0,010	0,026	0,011

У априлу су измјерене високе вриједности турбидитета (13,61 NTU) и концентрације суспендованих материја (6 mg/l), док су у јуну и септембру вриједности оба ова параметра биле у границама нормале. Суспендоване материје које узрокују мутноћу могу везивати тешке метале, токсичне органске компоненте и пестициде, а такође дају води непријатан изглед који оставља негативан утисак на потрошача (Далмација и сар., 2004). Измјерене концентрације амонијака, нитрата, нитрита, сулфата, жељеза и мангана у води су се кретале унутар Правилником прописаних граница. Међутим, ортофосфати су у два од три узорка били изнад дозвољене вриједности и у јуну их је забиљежено 0,27 mg/l што је скоро два пута више од прописане вриједности. Они се користе као ђубриво на пољопривредном земљишту и отицањем падавина доспијевају у површинске воде.

Резултати бактериолошке анализе воде на локалитету Берек I су представљени у Табели 2. Укупан број бактерија, број психрофилних хетеротрофа и факултативних олиготрофа се повећавао у току године, али је остао у оквиру граница нормале. Потенцијално патогене мезофилне бактерије у априлу уопште нису регистроване, а у јуну их је било 80 kol/ml што је у оквиру Правилником прописаних вриједности (Службени гласник Републике Српске, 40/03). Међутим и у јуну и у септембру су у води пронађене укупне колиформне и фекалне колиформне бактерије и то и помоћу методе највјероватнијег броја и на ендо агару. Међу фекалним колиформима су у оба узорка идентификоване *Escherichia coli* и фекалне стрептококе и ентерококе, које се одликују отпорношћу и могу дуже издржати неповољне услове па се њихово присуство у води користи као показатељ старијег фекалног загађења (Шкунца-Миловановић и сар., 1990). Алге и бактерије из група протеус, псеудомонас, салмонела и шигела нису пронађене нити у једном од узорака.

Табела 2. Микробиолошке карактеристике бунара Берек I

	21.04.2010	9.6.2010	28.9.10
укупан број бактерија (kol/ml)	100	285	347
аеробне хетеротрофне психрофилне бактерије (kol/ml)	40	66	170
факултативно олиготрофне бактерије (kol/ml)	61	195	330
аеробне мезофилне бактерије (kol/ml)	0	80	30
укупне колиформне бактерије на ендо агару (kol/ml)	0	10	23
фекалне колиформне бактерије на ендо агару (kol/ml)	0	4	5
<i>Escherichia coli</i> (kol/ml)	0	2	5
највјероватнији број укупних колиформних бактерија у 100 ml	0	16	25
протеус врсте (kol/ml)	0	0	0
<i>Salmonella</i> и <i>Shigella</i> (kol/ml)	0	0	0
сулфиторедукујуће клостридије у 100 ml	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (kol/ml)	0	0	0
фекалне стрептококе и ентерококе (kol/ml)	0	присутне	присутне
алге	0	0	0

На основу добијених резултата се може закључити да вода из бунара на локалитету Берек I поред тога што је благо кисела и садржи ортофосфате и суспендоване материје, долази у контакт са отпадним фекалним материјама и није здравствено безбједна.

Бунар у селу Берек који је означен као локалитет Берек II се налази на 45°02'16" сјеверне географске ширине, 17°08' 87" географске дужине и на 114 метра надморске висине. Температура воде се кретала од 14°C колико је измјерено у јуну, до 16,40°C измјерених у септембру (Табела 3). Концентрација раствореног кисеоника у води и сатурација су имале задовољавајуће вриједности. Као и на локалитету Берек I и овде је вода била благо кисела, а најнижа рН вриједност 6,34 колико је измјерено у априлу, може имати изразито корозивно дејство (Далмација и сар., 2004). Вриједности електропроводљивости, концентрације нитрата, нитрита, сулфата, жељеза и мангана су се налазиле у оквиру Правилником прописаних вриједности (Службени гласник Републике Српске, 40/03). Вриједности турбидитета су у сва три узорка биле знатно изнад дозвољене границе, а у априлу је турбидитет износио чак 26,60 нефелометријских јединица (максимално дозвољено је 5) и било је 13 mg/l суспендованих супстанци. Поред тога, у јуну и септембру је у води забиљежена

повишена концентрација амонијака, а у јуну и ортофосфата, који у воду најчешће доспијевају из ђубрива и из отпадних вода.

Табела 3. Физичко-хемијске карактеристике бунара Берек II

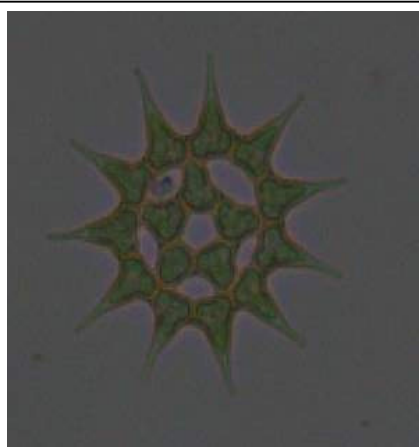
	21.04.2010	9.6.2010	28.9.10
температура ваздуха (°C)	17,00	26,50	19,00
температура воде (°C)	14,20	14,00	16,40
концентрација раствореног O ₂ (mg/l)	-	8,12	7,41
сатурација (%)	-	78,80	76,60
pH	6,34	6,61	6,81
електропроводљивост (µS/cm)	290	364	390
турбидитет (NTU)	26,60	7,20	8,24
амонијачни азот (mg/l)	0,02	0,14	0,11
нитратни азот (mg/l)	1,30	2,50	1,30
нитритни азот (mg/l)	0,009	0,011	0,005
сулфати (mg/l)	30	20	24
фосфати (mg/l)	0,14	0,16	0,13
суспендоване материје (mg/l)	13	2	4
жељезо (mg/l)	0,13	0,12	0,17
манган (mg/l)	0,014	0,026	0,027

Што се тиче бактериолошке анализе у води бунара на локалитету Берек II су у септембру регистроване чак 7033 бактеријске колоније по милилитру воде. При том је избројано 2815 kol/ml аеробних хетеротрофних психрофилних бактерија и 3155 kol/ml факултативно олиготрофних бактерија (Табела 4). Оволика бројност бактерија по 1ml воде не само да не одговара води за пиће, већ одговара II класи површинских вода према Kohl-у (Kohl, 1975) у коју спадају нпр. Врбас и Врбања на територији града Бањалука (Јанковић и сар., 2005). У свим узорцима су биле присутне потенцијално патогене мезофилне бактерије, међу којима су изоловане и укупне и фекалне колиформне бактерије у знатно већем броју него што је то прописано Правилником (Службени гласник Републике Српске, 40/03). Фекални колиформи и *Escherichia coli* нису изоловани само у узорку узетом у априлу. Посебно је забрињавајућа чињеница да су у води пронађене и друге потенцијално патогене бактерије. У сва три узорка је изолована бактерија *Clostridium perfringens* која је такође показатељ фекалног загађења, а чије се споре не могу уништити уобичајеним концентрацијама хлора. Такође је у сва три узорка била присутна бактерија *Pseudomonas aeruginosa* отпорна на хлор, као и фекалне стрептококе и ентерококе које су показатељи старијег фекалног загађења. У априлу је у води изолован протеус који се јавља у водама загађеним органским материјама у распадању, а у септембру је изолована салмонела која у води може опстати само кратак временски период, али може изазвати масовна обољења (Шкунца-Миловановић и сар., 1990).

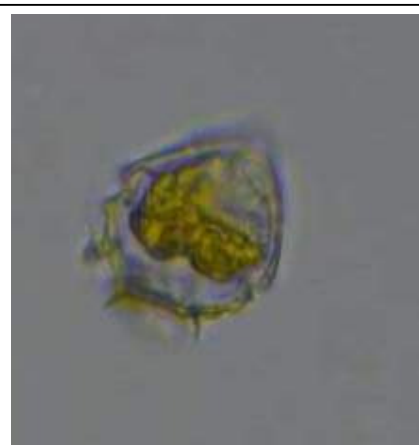
Алге су биле присутне у свим испитиваним узорцима. Пронађене су врсте из раздјела Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta и Pyrrophyta (Слике 1 и 2), а пронађени су и неки представници зоопланктона, као и цијанобактерије.

Табела 4. Микробиолошке карактеристике бунара Берек II

	21.04.2010	9.6.2010	28.9.10
укупан број бактерија (kol/ml)	106	255	7033
аеробне хетеротрофне психрофилне бактерије (kol/ml)	65	116	2815
факултативно олиготрофне бактерије (kol/ml)	220	75	3155
аеробне мезофилне бактерије (kol/ml)	172	193	740
укупне колиформне бактерије на ендо агару (kol/ml)	20	24	415
фекалне колиформне бактерије на ендо агару (kol/ml)	0	20	30
<i>Escherichia coli</i> (kol/ml)	0	16	30
највјероватнији број укупних колиформних бактерија у 100 ml	150	160	450
протеус врсте (kol/ml)	58	0	0
<i>Salmonella</i> и <i>Shigella</i> (kol/ml)	0	0	6
сулфиторедукујуће клостридије у 100 ml	2	2	10
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (kol/ml)	4	6	6
фекалне стрептококе и ентерококе (kol/ml)	присутне	присутне	присутне
алге	присутне	присутне	присутне



Слика 1. *Pediastrum simplex* у води бунара Берек II



Слика 2. *Peridinium sp.* у води бунара Берек II

Пумпа за воду у селу Трошељи се налази на 45°02'33" сјеверне географске ширине, 17°13'76" географске дужине и на 114 метара надморске висине. Резултати физичко-хемијске анализе воде су представљени у Табели 5.

Табела 5. Физичко-хемијске карактеристике пумпе за воду у селу Трошељи

	21.04.2010	9.6.2010	28.9.10
температура ваздуха (°C)	18	25	19
температура воде (°C)	12,70	12,00	17,80
концентрација раствореног O ₂ (mg/l)	-	14,62	8,17
сатурација (%)	-	135,40	86,90
pH	6,65	7,32	7,32
електропроводљивост (µS/cm)	623	612	717
турбидитет (NTU)	1,29	0,77	0,42
амонијачни азот (mg/l)	0,06	0,00	0,02
нитратни азот (mg/l)	1,00	4,90	4,20
нитритни азот (mg/l)	0,001	0,001	0,004
сулфати (mg/l)	14	13	15
фосфати (mg/l)	0,01	0,14	0,10
суспендоване материје (mg/l)	2	0	0
жељезо (mg/l)	0,00	0,00	0,03
манган (mg/l)	0,006	0,010	0,004

Највиша температура воде је измјерена у септембру и износила је 17,80°C. Вода је богата раствореним кисеоником и у јуну је забиљежено пресићење од 35,40%. У априлу је измјерена нешто нижа pH вриједност (6,65) него што је то предвиђено за воду која се користи за пиће, али је у наредна два мјерења pH вриједност износила 7,32 и налазила се у границама нормале. Највиша вриједност мутноће је измјерена у априлу када је износила 1,29 NTU што одговара води која се може користити за водоснабдијевање до 5000 становника. У истом узорку су суспендоване материје биле присутне са 2 mg/l, док у јуну и септембру уопште нису регистроване. Вриједности електропроводљивости, концентрације амонијака, нитрата, нитрита, сулфата, ортофосфата, жељеза и мангана су се налазиле у оквиру Правилником прописаних вриједности (Службени гласник Републике Српске, 40/03).

Укупан број бактерија на овом локалитету није прелазио 300 kol/ml колико је регистровано у септембру. Тада је изоловано и највише психрофилних хетеротрофа 150 kol/ml, што је у складу са препорученим вриједностима за воду која се користи за пиће. Аеробне мезофилне бактерије су изоловане у априлу и јуну, али је њихов број био у оквиру Правилником прописаних граница (Службени гласник Републике Српске, 40/03) и међу њима нису изоловани укупни ни фекални колиформни. Само је помоћу методе највјероватнијег броја утврђено присуство 10 колиформних бактерија на 100 ml воде и то у узорку из априла, што је максимална дозвољена вриједност за воду која се користи за пиће. Нити у једном од узорака није забиљежено присуство потенцијално патогених бактерија из група протеус, псеудомонас, салмонела, шигела и ешерихија, нити су изоловане кластридије, фекалне стрептококе и ентерококе. Такође, нити у једном од узорака нису пронађене алге.

Табела 6. Микробиолошке карактеристике Трошељи

	21.04.2010	9.6.2010	28.9.10
укупан број бактерија (kol/ml)	52	65	300
аеробне хетеротрофне психрофилне бактерије (kol/ml)	15	30	150
факултативно олиготрофне бактерије (kol/ml)	32	80	55
аеробне мезофилне бактерије (kol/ml)	13	10	0
укупне колиформне бактерије на ендо агару (kol/ml)	0	0	0
фекалне колиформне бактерије на ендо агару (kol/ml)	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> (kol/ml)	0	0	0
највјероватнији број укупних колиформних бактерија у 100 ml	10	0	0
протеус врсте (kol/ml)	0	0	0
<i>Salmonella</i> и <i>Shigella</i> (kol/ml)	0	0	0
сулфиторедукујуће клостридије у 100 ml	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (kol/ml)	0	0	0
фекалне стрептококе и ентерококе (kol/ml)	0	0	0
алге	0	0	0

Будући да сви одређени физичко-хемијски и микробиолошки параметри задовољавају Правилником прописане вриједности (Службени гласник Републике Српске, 40/03), вода из пумпе на локалитету Трошељи задовољава основне хигијенско-санитарне услове и може се користити за пиће.

ЗАКЉУЧАК

На основу физичко-хемијске и биолошке оцјене квалитета воде из два бунара у селу Берек и са пумпе за воду у селу Трошељи утврђено је да само на локалитету Трошељи вода задовољава основне критеријуме постављене за воду која се користи за пиће. На оба локалитета у селу Берек вода је благо кисела, мутна, садржи повишену концентрацију ортофосфата, а на локалитету Берек II има и повећан садржај амонијака. На локалитету Берек I је забиљежено присуство укупних и фекалних колиформа међу којима су изоловане *Escherichia coli* и фекалне стрептококе и ентерококе. Вода из бунара на локалитету Берек II садржи укупан број аеробних хетеротрофних бактерија који одговара II класи површинских вода по Kohl-у. Поред великог броја психрофилних и факултативно олиготрофних бактерија у свим узорцима на овом

локалитету су изоловане и потенцијално патогене бактерије: *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Proteus sp.* и *Pseudomonas sp.*, а пронађене су и цијанобактерије, зелене, ватрене и силикатне алге, као и представници еуглена. На основу извршене микробиолошке анализе се може закључити да је вода у бунарима у селу Берек у перманентном контакту са отпадним фекалним материјама и као таква није здравствено безбједна и не би се смјела користити за водоснабдијевање становништва.

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. Далмација Б., И. Иванчев-Тумбас (2004): Анализа воде - контрола квалитета, тумачење резултатата. Катедра за хемијску технологију и заштиту животне средине, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, Будућност, Нови Сад.
4. Хрибар, Ф. (1978): Упутство за биолошко истраживање вода. Савезни хидрометеоролошки завод, Београд.
5. Јанковић, Д., М. Радевић (2008): Иштиолошка истраживања, значајна компонента мултидисциплинарног приступа заштити вода и њиховом регионалном коришћењу. I Симпозијум биолога РС, 10-12.11.2005. Зборник радова.
6. Каракашевић, Б. (1967): Приручник стандардних метода за микробиолошки рутински рад. Медицинска књига, Београд-Загреб.
7. Kohl, W. (1975): Über die Bedeutung Bakteriologischer Untersuchungen für die Beurteilung von Fleissgewässern, Dargestellt am Beispiel der Österrech Donau. *Arch. Hydrobiol.*, 44, 4, 392-461.
8. McKane, L., J. Kandel (1996): Microbiology, essentials and applications. McGraw-Hill, New York.
9. 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.
10. Правилник о хигијенској исправности воде за пиће (2003). Службени гласник Републике Српске, бр. 40.
11. 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: 07. 12. 2010.

Одобрено: 21. 07. 2011.