Bakteriologija izvorske vode Papuka

Iličić, Doris

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:215583

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Doris Iličić

Bakteriologija izvorske vode Papuka

Završni rad

Mentor: Doc. dr. sc. Goran Palijan

Osijek, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

Bakteriologija izvorske vode Papuka

Doris Iličić

Rad je izrađen na: Zavod za kvantitativnu ekologiju

Mentor: doc. dr. sc. Goran Palijan

Kratak sažetak završnog rada:

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti prisustvo koliformnih bakterija na nekoliko odabranih izvora te shodno tomu procijeniti da li je voda prikladna za piće. Također ispitano je preživljavanje namjerno dodanih koliformnih bakterija u mikrokozmičkim laboratorijskim uvjetima. Rezultati istraživanja su pokazali da je voda iz izvora Kokočak sadržavala povećan ukupan broj mikroorganizama te koliformne bakterije, te kao takva nije prikladna za piće. Ostala ispitana izvorišta su prema ispitivanim parametrima prikladna za ljudsku upotrebu. S druge strane, inokulirani koliformi su uspješno preživjeli u svim uzorcima izvorske vode osim u vodi s izvora Muška voda. Stoga se može zaključiti da Muška voda ima najveću kvalitetu vode s obzirom na ispitivane parametre te najmanju mogućnost perzistencije koliforma u slučaju zagađenja izvora. Također, s obzirom da ovi rezultati pružaju samo dio uvida u kakvoću izvorske vode potrebno je provesti dodatne analize kako bismo sa sigurnošću mogli utvrditi zdravstvenu ispravnost iste.

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: izvorska voda, bakterije, Papuk

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Department of Biology
Undergraduate university study programme in Biology
Scientific area: Natural sciences
Scientific field: Biology

Bacteriology of Papuk spring water

Doris Iličić

Thesis performed at: Department of Quantitative Ecology

Supervisor: Goran Palijan, Assistant Professor

Short abstract:

The purpose of this study was to determine the presence of coliform bacteria in several selected springs and therefore to assess whether water is suitable for drinking. Survival of intentionally added coliform bacteria in microcosmic laboratory conditions was also investigated. The results of the research have shown that the water from the Kokočak has increased total number of microorganisms and coliform bacteria, and as such is not suitable for drinking. Other tested springs are, according to the examined parameters, suitable for human use. On the other hand, inoculated coliforms have successfully survived in all samples of spring water except in water from the Men's Water. Therefore, it can be concluded that Men's Water has the highest water quality with respect to the examined parameters and the smallest possibility of coliform persistance in case of spring pollution. Also, given that these results provide only a part of the insight into the quality of spring water, it is necessary to carry out additional analyzes.

Original in: Croatian

Key words: spring water, bacteria, Papuk

Thesis deposited: on the Department of Biology website and the Croatian Digital Theses Repository oft he National and University Library in Zagreb.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. MATERIJALI I METODE 4

2.1. Područje uzorkovanja 4

2.2. Analiza mikrobioloških parametara 4

2.2.1. Preživljavanje koliforma u mikrokozmosima 8

2.3. Analiza fizikalno-kemijskih parametara vode 9

3. REZULTATI 10

3.1. Preživljavanje koliforma u mikrokozmosima 11

3.2. Fizikalno – kemijski parametri vode 14

4. RASPRAVA 14

5. ZAKLJUČAK 18

6. LITERATURA 19

1. UVOD

Planina Papuk, kao dio slavonskog gorja, nalazi se u samom središtu nizinskog dijela Slavonije (slika 1.). Ovo područje, kao geološki najraznolikije područje u ovom dijelu Republike Hrvatske, obiluje mnoštvom prirodnih izvorskih voda. Zbog pristupačne lokacije uz same planinarske staze, izvori su često mjesto okrijepe planinara, a kako kontaminiranost vode nije isključena može doći do narušavanja zdravlja ljudi.



Slika 1: Karta Hrvatske sa naznačenom planinom Papuk

Koliformne bakterije predstavljaju jedan od glavnih indikatora zagađenja vode. To su aerobne ili fakultativno anaerobne, Gram-negativne, nesporogene, štapićaste bakterije koje fermentiraju laktozu uz oslobađanje plina (Dekić i Hrenović, 2017; Bitton, 2005; Ashbolt i sur. 2001). One u okoliš najčešće dospijevaju putem ljudskih ili životinjskih

fekalija. Možemo ih podijeliti na ukupne koliforme i fekalne koliforme (Bitton, 2005). Ukupne koliformne bakterije laktozu razgrađuju pri 37±0,5°C unutar 48h dok fekalne koliformne bakterije razgrađuju laktozu pri 44,5±0,2°C unutar 24h te tako predstavljaju termotolerantni soj koliforma. Ukupne koliformne bakterije ne moraju biti isključivo fekalnog podrijetla, a ukoliko jesu, znak su starijih fekalnih zagađenja jer su, boraveći u vanjskoj sredini, izgubile sposobnost termotolerancije. S druge strane, prisutnost fekalnih koliformnih bakterija u uzorku vode upozorava na recentna fekalna zagađenja koja su s epidemiološkog aspekta opasnija jer uz njih još mogu biti prisutne različite patogene bakterije koje uzrokuju crijevna i druga oboljenja (Stilinović i Hrenović, 2009). Također je potrebno naglasiti kako, budući da su neki koliformi prisutni u prirodi izvan izmeta toplokrvnih životinja, uzorci koji sadrže te nefekalne organizme također će se smatrati nesigurnima. Zbog toga je općenito prihvaćeno da odsutnost koliforma ukazuje na to da je voda sigurna za ljudsku potrošnju i upotrebu (Schuettpelz, 1969). Točnije, prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13) zdravstveno ispravnom vodom za piće smatra se voda koja ne sadrži mikroorganizme, parazite niti njihove razvojne oblike.

Mikrokozmosi su umjetni sustavi koji služe ispitivanju ponašanja prirodnih ekosustava ali sa smanjenom heterogenošću i biološkom kompleksnošću (Ellis, 2004). Takvi mikrokozmosi poslužili su u ovom istraživanju kako bi se ispitala sposobnost preživljavanja koliforma čime se željelo simulirati situaciju kontaminacije samog izvora. Rezultati istraživanja Kiefera i sur. (2012) kao i Andersona i sur. (2005) pokazali su brže odumiranje dodanih kultura *E. coli* u odnosu na kulture koje su bile prisutne u sedimentu. To je objašnjeno činjenicom da se kulture *E. coli* koje su prisutne u sedimentu nalaze unutar formiranog biofilma i kao takve imaju bolju okolinu za preživljavanje. Također, nije pronađena značajna povezanost između koncentracije ukupnih koliforma i *E.coli* u stupcu vode iznad sedimenta u slučaju zagađenja istog. Nadalje, niska korelacija između ukupnih koliforma i *E.coli* kao i ukupnih koliforma i fekalnih koliforma karakteristična je za izvorske vode, posebice potoke, gdje je mikrobiološka kvaliteta pod velikim utjecajem divljine. Jedan od mogućih razloga za to mogu biti razlike u preživljavanju koliformnih organizama iz različitih rodova (Kiefer i sur. 2012).

Nadalje, ispitivani su još neki parametri koji mogu utjecati na rast i preživljavanje bakterija u mikrokozmosima, a to su pH i električni konduktivitet vode. Konduktivitet je indirektna mjera za ukupnu količinu otopljenih tvari u vodi. Određivanjem konduktiviteta u uzorku vode mjerimo sposobnost provođenja struje u našem uzorku. pH je mjera

kiselosti neke otopine. Bakterije na staničnoj membrani posjeduju protonske pumpe koje izbacuju protone iz citoplazme kako bi proizvele transmembranski električni potencijal, točnije, proton-motornu silu. Pasivan ulazak protona kao posljedica proton motorne sile stanicama može predstavljati problem prilikom njihovog reguliranja citoplazmatskog pH. Zbog toga, velika kolebanja pH vrijednosti vode mogu dovesti do smanjenja broja bakterija. Istraživanja su pokazala da postupno povećanje kiselosti povećava šanse za preživljavanje stanica. To sugerira da bakterije sadrže mehanizme koje im omogućuju da se prilagode malim promjenama pH okoliša. Međutim, postoje stanični procesi koji se ne prilagođavaju fluktuacijama pH tako lako. Optimalni pH za većinu bakterija je 7 (Garrett i sur. 2008).

Cilj ovog istraživanja bio je, na temelju bakterioloških parametara, odrediti da li je uzorkovana izvorska voda prikladna za piće.

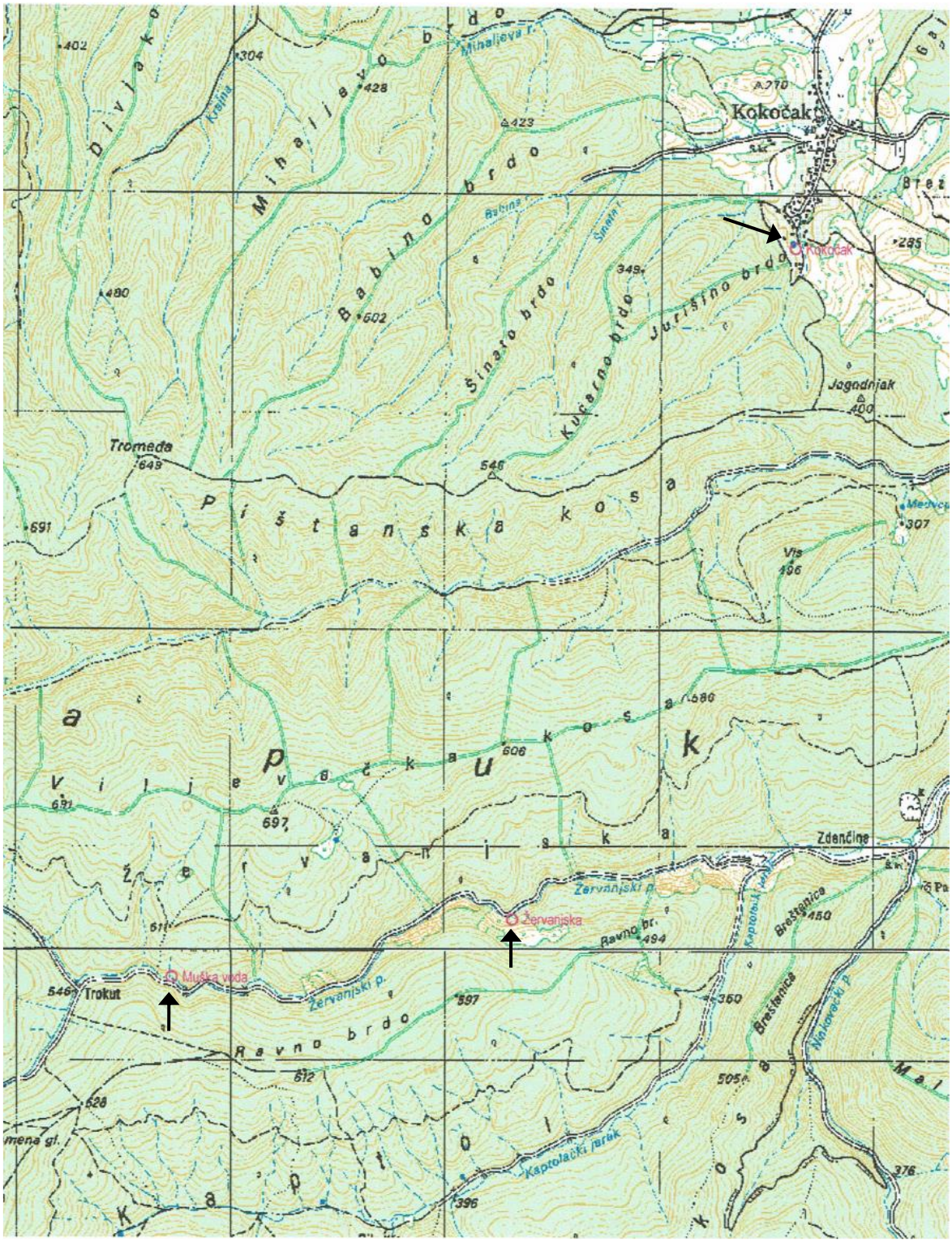
2. MATERIJALI I METODE

2.1. Područje uzorkovanja

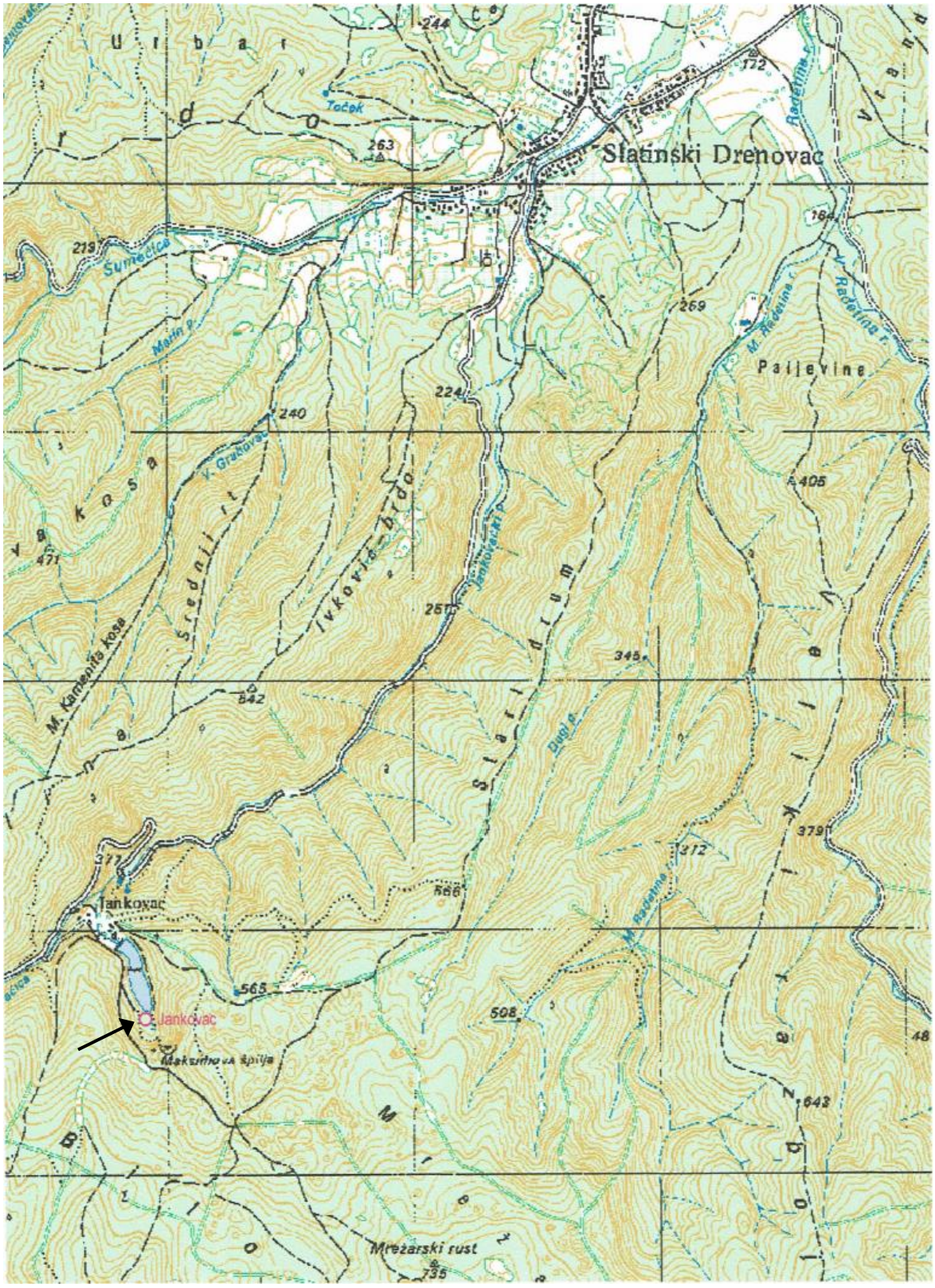
Uzorci izvorske vode sakupljeni su 18.02.2018. na području planine Papuk, a unutar Virovitičko-podravske i Požeško-slavonske županije (slika 2. i slika 3.). Analizirana je voda sa četiri izvora: izvor Jankovac - 432 m n.v. (slika 4.) koji se nalazi na istoimenom izletištu unutar Parka prirode Papuk, izvor Kokočak (Vučenović) - 215 m n.v. (slika 5.) koji se nalazi u samom naselju Kokočak, izvor Muška voda - 549 m n.v. (slika 6.) te izvor Žervanjska - 428 m n.v. (slika 7.).

2.2. Analiza mikrobioloških parametara

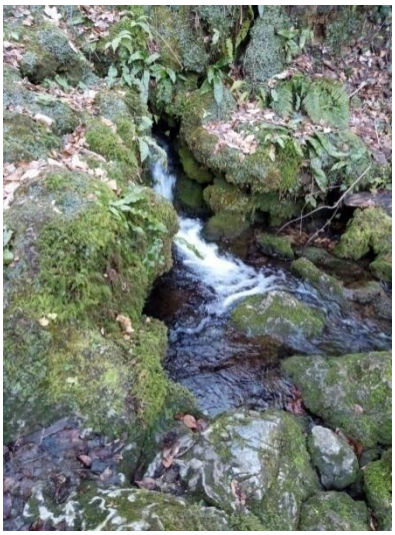
Ukupan broj bakterija određen je iz 1ml uzorka izvorske vode na neselektivnom Nutrient agaru (Biolife) tehnikom izlijevanja (pour plate). Inkubacija je bila 72h na 21˚C. Broj ukupnih koliforma određen je iz 100ml uzorka izvorske vode koja je profiltrirana kroz membranske filtre promjera pora 0,2 μm (Dekić i Hrenović, 2017.). Oni su zatim stavljeni na endoagar, selektivnu i diferencijalnu podlogu za uzgoj koliforma. Slijedila je inkubacija od 48h na 36°C (slika 8.).



Slika 2: Topografska karta s označenim izvorima Kokočak (Vučenović), Muška voda i Žervanjska



Slika 3: Topografska karta s označenim izvorom Jankovac



Slika 4. Izvor Jankovac



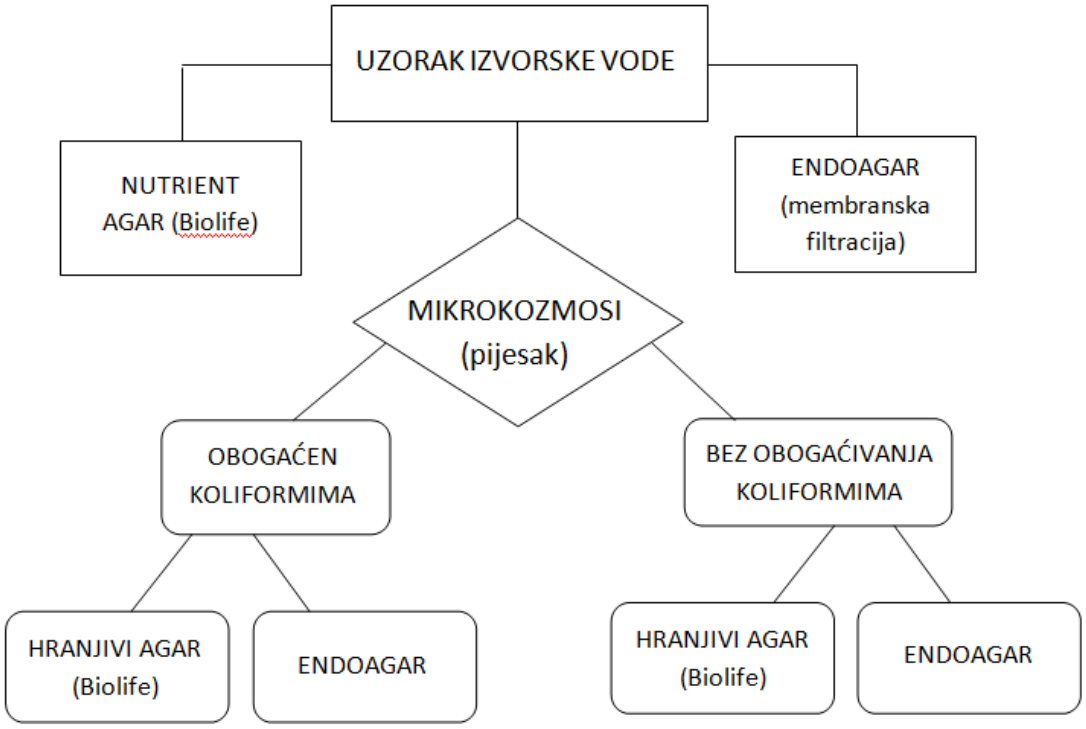
Slika 5. Izvor Kokočak (Vučenović)



Slika 6. Izvor Muška voda



Slika 7. Izvor Žervanjska



Slika 8. Dijagram tijeka nasađivanja uzorka izvorske vode

2.2.1. Preživljavanje koliforma u mikrokozmosima

Za ispitivanje preživljavanja koliforma u slučaju zagađenja izvora pripremljeni su mikrokozmosi. Staklene bočice sa plastičnim čepom napunjene su sa 15ml pijeska. U svrhu uklanjanja nečistoća, pijesak je natopljen sa 5ml HCl-a te nakon 24h ispiran je destiliranom vodom u pet ponavljanja. Nakon toga, pijesak je steriliziran autoklaviranjem.

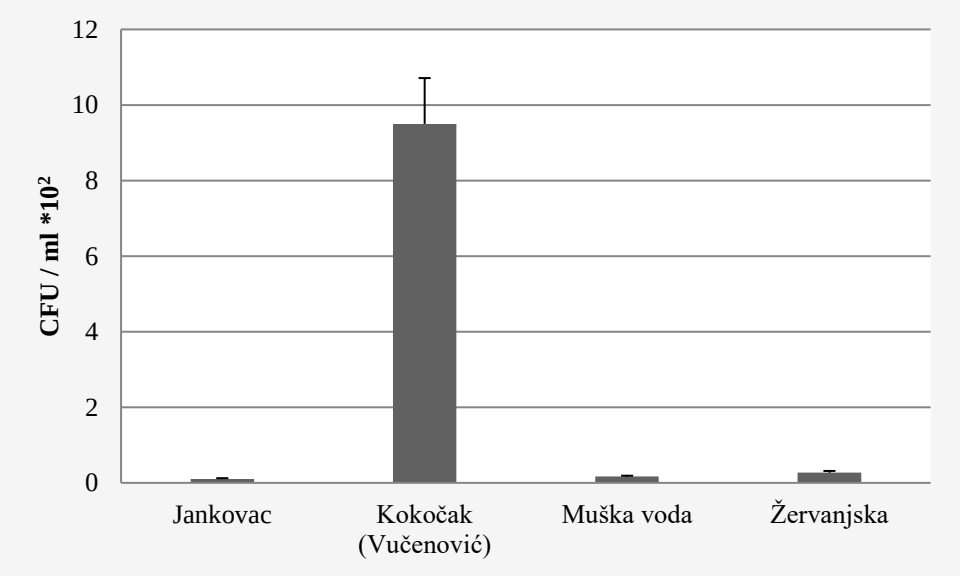
Suspenzija koliforma optičke gustoće pri 600 nm od 0,1, u izvorskoj vodi, nasađena je na pijesak. Također, na pijesak je nasađen originalni uzorak izvorske vode te sterilna destilirana voda kao kontrola. Nakon devetodnevne inkubacije na 22°C pripremljene su suspenzije 0,5g pijeska i 4,5ml destilirane vode. Ukupan broj bakterija određen je iz 1ml suspenzije na neselektivnom Nutrient agaru (Biolife) tehnikom izlijevanja, a nakon inkubacije od 96h na 21°C. S druge strane, broj ukupnih koliforma određen je iz 0,1ml suspenzije na endoagaru tehnikom razmazivanja (spread plate), a nakon inkubacije od 96h na 36°C (slika 8.).

2.3. Analiza fizikalno-kemijskih parametara vode

Fizikalno-kemijski paramteri određeni su u laboratoriju. pH vrijednost vode određena je pH-metrom dok je konduktivitet određen konduktometrom.

3. REZULTATI

Analiza dobivenih podataka nakon nasađivanja uzoraka izvorske vode na hranjivi agar, a nakon inkubacije od 72h na 21°C, pokazala je određeni porast kolonija ukupnih bakterija u svim uzorcima izvorske vode. (slika 9.) .Broj ukupnih bakterija bio je najveći u uzorku sa izvora Kokočak (Vučenović) te za razliku od ostalih uzoraka taj je broj premašio maksimalno dopuštene koncentracije bakterija prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13). Nadalje, nakon inkubacije od 48h na 36°C, rezultati membranske filtracije pokazali su kako je na endoagaru došlo do porasta kolonija metalnog sjaja samo u uzorku vode sa izvora Kokočak (Vučenović). Porast je bio pregust da bi se brojao. Ovi podatci pokazuju kako voda sa tog izvora nije prikladna za piće.

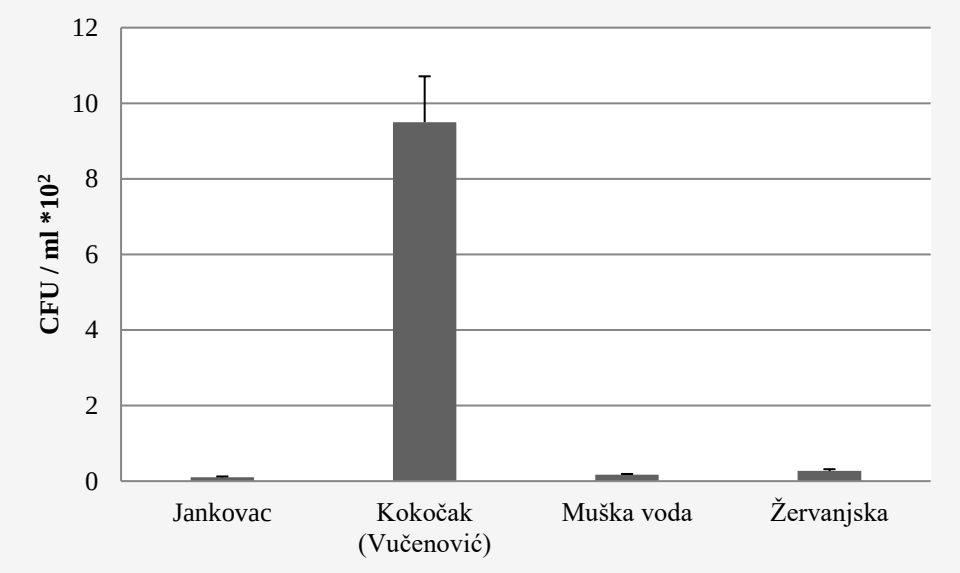


Slika 9: Broj kolonija ukupnih bakterija (CFU/ml * 10^2) nakon nasađivanja uzorka vode na hranjivi agar

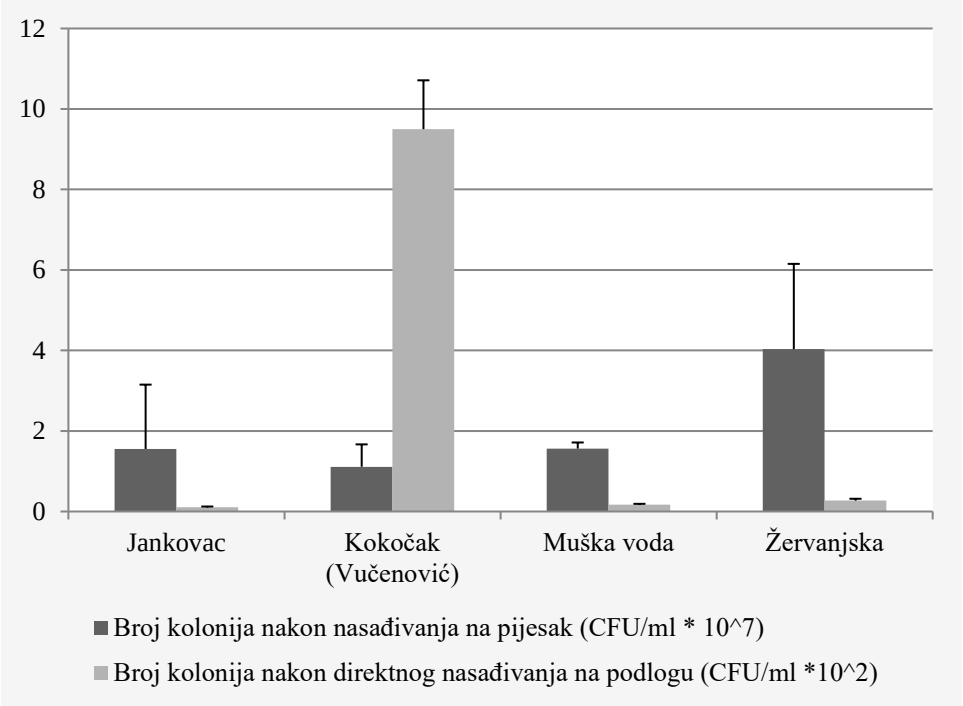
3.1. Preživljavanje koliforma u mikrokozmosima

Podatci dobiveni nasađivanjem originalnih uzoraka na pijesak, a nakon inkubacije od 96h na 21°C, pokazali su porast broja kolonija ukupnih bakterija na hranjivom agaru (slika 10.). Taj porast bio je nešto veći u odnosu na nasađivanje uzoraka izvorske vode direktno na podlogu (slika 11.). S druge strane, porast broja bakterija na endoagaru, a nakon inkubacije od 96h na 36°C, također je zabilježen. Određen je i broj kolonija metalnog sjaja u odnosu na ukupan broj na endoagaru te je porast zabilježen na izvorima Jankovac i Kokočak (Vučenović) (slika 12.).

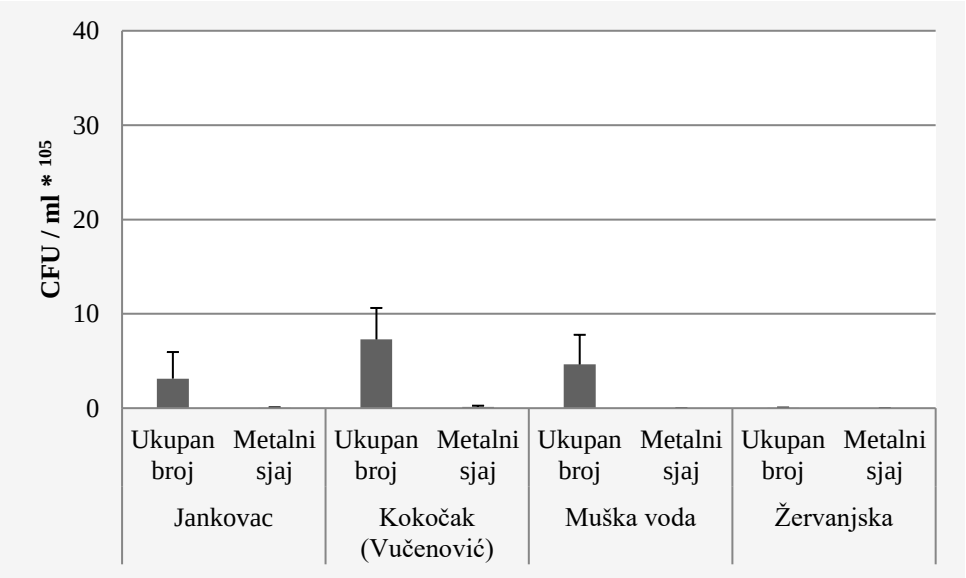
Nakon obogaćivanja izvorske vode koliformima i nasađivanja na pijesak, dobiveni rezultati na hranjivom agaru pokazali su određeni porast broja kolonija ukupnih bakterija što je i bilo u skladu sa očekivanjima (slika 13.). Dobiveni podatci o porastu kolonija na endoagaru nakon nasađivanja uzoraka izvorske vode na pijesak prethodno obogaćen koliformima pokazuju manji porast kolonija u odnosu na broj kolonija originalnog uzorka. Kolonije metalnog sjaja zabilježene su na svim izvorima osim na izvoru Muška voda (slika 14.).



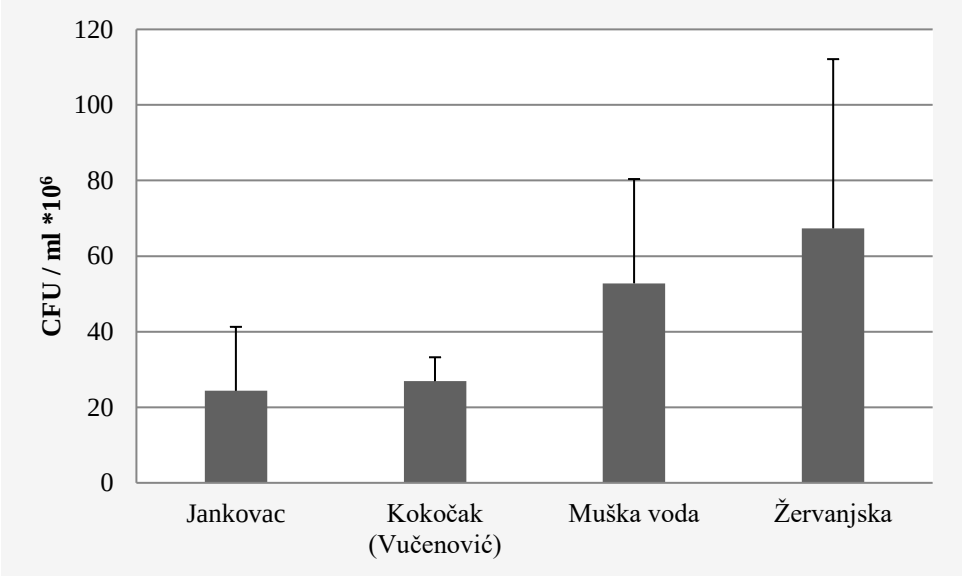
Slika 10: Broj kolonija ukupnih bakterija (CFU/ml * 10^6) na hranjivom agaru nakon nasađivanja uzorka vode na pijesak



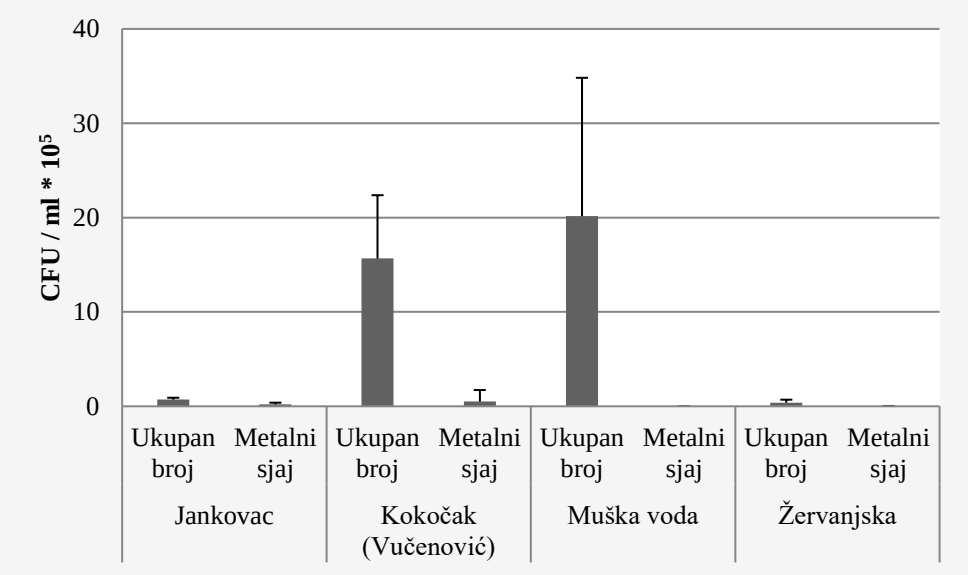
Slika 11: Odnos porasta broja kolonija ukupnih bakterija nakon nasađivanja uzorka vode na pijesak i po tome na hranjivi agar (tamni stupac) u odnosu na nasađivanje direktno na hranjivi agar (svijetli stupac)



Slika 12: Ukupan broj kolonija na endoagaru i broj koliforma (CFU/ml * 10^5) na endoagaru nakon nasađivanja uzorka vode na pijesak



Slika 13: Broj kolonija ukupnih bakterija (CFU/ml * 10^6) na hranjivom agaru nakon nasađivanja uzorka vode obogaćenog koliformima na pijesak



Slika 14: Ukupan broj kolonija na endoagaru i broj koliforma (CFU/ml * 10^5) na endoagaru nakon nasađivanja uzorka vode obogaćenog koliformima na pijesak.

3.2. Fizikalno – kemijski parametri vode

pH vrijednost vode u svim uzorcima bila je približno neutralne vrijednosti dok je vrijednost konduktiviteta varirala (tablica 1). Tako je najveća pH vrijednost zabilježena na izvoru Žervanjska, a najmanja na izvoru Kokočak (Vučenović). Nadalje, voda sa izvora Muška voda ima najmanji konduktivitet dok je na izvoru Jankovac zabilježen najviši konduktivitet.

Tablica 1: Vrijednosti pH i konduktiviteta vode na pojedinim izvorima.

	Jankovac	**Kokočak (Vučenović)**	**Muška voda**	**Žervanjska**
pH	7,29	6,76	7,49	7,74
KONDUKTIVITET	528 µS/cm	457 µS/cm	70 µS/cm	171 µS/cm

4. RASPRAVA

Koliformne bakterije koriste se kao glavni indikatori zagađenja vode koja se koristi za piće. Ako su kao takve prisutne, ukazuju na fekalnu kontaminaciju i, za potrošača, mogućnost povećanog rizika od infekcije s patogenim enteričkim mikroorganizmima (*E. coli*, *Salmonella*, enterički virusi, *Giardia* itd.) (Fass i sur., 1996). U ovom istraživanju određivala se prisutnost ukupnih bakterija kao i prisutnost koliforma u pojedinim izvorskim vodama kako bi se utvrdilo da li je, prema mikrobiološkim parametrima, prigodna za ljudsku upotrebu. Također, ispitivala se mogućnost perzistencije koliforma u mikrokozmosima s izvorskom vodom. Analizom dobivenih podataka, nakon nasađivanja vode na hranjivu podlogu, zabilježen je porast broja ukupnih bakterija na svim izvorima dok je porast koliformnih bakterija zabilježen samo na izvoru Kokočak (Vučenović). Porast broja kolonija na hranjivom agaru, koji prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju prelazi minimalni dopušteni broj kolonija po 1ml uzorka vode, kao i porast koliforma na endoagaru čini vodu sa ovoga izvora neprihvatljivom za piće. Nasađivanjem uzorka vode na pijesak u mikrokozmosima zabilježen je nešto veći porast ukupnih bakterija u odnosu na porast nakon direktnog nasađivanja uzorka vode na podlogu. Tako je broj kolonija ukupnih bakterija na izvoru Jankovac veći za $1.5x10^6$, na izvoru Kokočak (Vučenović) za 1.17×10^4, na izvoru Muška voda za $9.196x10^5$, a na izvoru Žervanjska za 1.49×10^6. Usporedimo li pijesak u mikrokozmosima sa sedimentom, to možemo objasniti činjenicom da su stope preživljavanja bakterija u sedimentu veće nego u stupcu vode. Sedimenti osiguravaju bakterijama povoljne hranjive uvjete kao i zaštitu od inaktivacije sunčevom svjetlošću te ispaše protozoa (Alm i sur., 2003). Zhang i sur. (2015) također navode veće mogućnosti preživljavanja bakterija u sedimentu, a kao posljedica odsustva varijacija temperature, fluktuacija pH i iscrpljivanja hranjivih tvari u istom. Takvi uvjeti su mogli stimulirati razvoj bakterija u mikrokozmosima. Dakle, dodavanjem koliformnih bakterija u mikrokozmose pretpostavljen je porast ukupnog broja bakterija na hranjivom agaru kao i određen porast kolonija metalnoga sjaja na endoagaru, a u odnosu na broj kolonija nakon tretiranja mikrokozmosa originalnom izvorskom vodom. Analiza dobivenih podataka potvrdila je predviđanja o porastu broja kolonija ukupnih bakterija na hranjivom agaru. Nadalje, na svim izvorima zabilježen je određeni porast broja kolonija ukupnih bakterija na endoagaru dok porast broja kolonija metalnog sjaja nije zabilježen samo u uzorku sa izvora

Muška voda, unatoč velikom porastu ukupnog broja bakterija. Ovaj podatak sugerira kako koliformne bakterije ne mogu preživjeti na ovom izvoru. LeChevallier i McFeters (1985) istraživali su interakcije između heterotrofnih bakterija i koliforma te navode smanjenje broja ili potpuno odumiranje koliforma ovisno o broju heterotrofnih bakterija. U skladu s idejom prehrambenih interakcija navode kompeticiju između heterotrofnih bakterija i koliformnih organizama za ograničene esencijalne hranjive tvari. Rezultatima su prikazali kako heterotrofne bakterije mogu rasti i pri nižim vrijednostima dostupne hranjive tvari, za razliku od koliforma, što im daje prednost u kompeticiji. Također navode kako neke vrste heterotrofnih bakterija stvaraju letalne interakcije s koliformima dok druge pak stvaraju subletalne interakcije koje će dovesti samo do redukcije u njihovom broju. Kako je u istraživanju također mjerena vrijednost električnog konduktiviteta vode, može se primjetiti kako upravo ovaj izvor ima značajno nižu vrijednost od ostalih. Električni konduktivitet odražava ukupni stupanj mineralizacije i daje informacije o slanosti. Slanost je faktor koji uzrokuje stres kod fekalnih bakterija jer one moraju uspostavljati osmotski balans između vanjske sredine i citoplazme (Salama i sur., 2013). Niske vrijednosti električnog konduktiviteta znače i nizak salinitet, što za posljedicu ima smanjenje osmotskog šoka koji nepovoljno utječe na koliformne bakterije. S druge pak strane, sedimenti unesenim koliformima predstavljaju sekundarno stanište s vlastitim jedinstvenim fizikalnim i kemijskim svojstvima i mikrobiološkim lancima hrane. Oni nude povoljnije okruženje koje koliforme opskrbljuje osmoprotektivnim tvarima, omogućujući im tako da izdrže povišenu slanost vode (Pachepsky i Shelton, 2011). No, nemogućnost preživljavanja koliformnih bakterija na izvoru Muška voda kao i određeni porast na ostalim izvorima nije bilo moguće objasniti vrijednostima električnog konduktiviteta vode. Armah (2014) također navodi utjecaje pH vrijednosti kao i prisutnost teških metala u vodi na bakteriološki rast i razvoj. U tom istraživanju povećanjem pH vode za 10% povećana je detekcija broja ukupnih koliformnih bakterija. No, potrebna su daljna istraživanja kako bi mogli utvrditi povezanost preživljavanja koliforma sa fizikalno – kemijskim parametrima vode.

Ukupni koliformi koriste se za određivanje mikrobiološke kakvoće pitke vode, iako njihova prisutnost ne mora nužno implicirati onečišćenje iz otpadnih voda niti prisutnost drugih zdravstvenih rizika. Koncept koliformnih bakterija kao bakterijskih pokazatelja mikrobiološke kakvoće vode temelji se na pretpostavci da, budući da su koliformi prisutni u velikom broju u izmetu ljudi i drugih toplokrvnih životinja, ukoliko je došlo do fekalnog onečišćenja vode, prisutnost ovih bakterija će vjerojatno biti zabilježena, čak i nakon

značajnog razrjeđivanja uzorka. Prisutnost ukupnih koliforma sama po sebi ne podrazumijeva neposredan zdravstveni rizik, ali ukazuje na potrebu za dodatnom analizom vode i vodoopskrbnih sustava (Armah, 2014).

5. ZAKLJUČAK

Prema provedenim mikrobiološkim analizama, a prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13), voda je pitka na izvorima Jankovac, Muška voda i Žervanjska. Na izvoru Kokočak (Vučenović) ustanovljena je prisutnost koliformnih bakterija kao i prekomjeran ukupan broj mikroorganizama što ovaj izvor čini neprihvatljivim za piće. Uzgoj u mikrokozmosima rezultirao je povećanjem broja bakterija od više redova veličine u svim testiranim izvorskim vodama. Koliformne bakterije su zabilježene u mikrokozmosima u vodi izvora Jankovac i Kokočak (Vučenović). Nadalje, dodani koliformi su u mikrokozmosima povećali ukupan broj bakterija na hranjivom agaru kao i ukupan broj na endoagaru, a perzistirali su u mikrokozmosima sa vodom iz izvora Jankovac, Kokočak (Vučenović) i Žervanjska.

6. LITERATURA

Alm, E. W., Burke, J., Spain, A. (2003) Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. Water Research 37: 3978–3982.

Anderson, K. L., Whitlock, J. E., Harwood, V.J. (2005) Persistence and Differential Survival of Fecal Indicator Bacteria in Subtropical Waters and Sediments. Applied and Environmental Microbiology 71: 3041-3048.

Armah, F. A., (2014) Relationship Between Coliform Bacteria andWater Chemistry in Groundwater Within Gold Mining Environments in Ghana. Water Qual Expo Health 5(4): 183-195.

Ashbolt, N. J., Grabow, W. O. K, Snozzi, M. (2001) Indicators of microbial water quality. Water quality: Guidelines, standards and health – Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease (ur. L. Fewtrell, J. Bartram), 289– 315, WHO Water Series, IWA Publishing, London.

Bitton, G. (2005) Wastewater Microbiology. John Wiley&Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA.

Dekić, S., Hrenović, J. (2017) Bakteriološka analiza izvorske vode uz najpoznatija izletišta Parka prirode Medvednica. Hrvatske vode 25 (99): 13-16.

Ellis, R., (2004) Artificial soil microcosms: a tool for studying microbial autecology under controlled conditions. Journal of Microbiological Methods 56, 287–290

Fass, S., Dincher, M. L., Reasoner, D. J., Gatel, D., Block, J. C. (1996) Fate of *Escherichia coli* experimentally injected in a drinking water distribution pilot system. Water Res. 30: 2215–2221.

Garrett, T. R., Bhakoo, M., Zhang, Z. (2008) Bacterial adhesion and biofilms on surfaces. Progress in Natural Science 18 (2008): 1049–1056.

LeChevallier, M. W., McFeters, G.A. (1985) Interactions between heterotrophic plate Count Bacteria and Coliform Organisms. Applied and Environmental Microbiology. 49(5): 1338-1341.

Kiefer, L.A., Shelton, D.R., Pachepsky, Y., Blaustein, R., Santin-Duran, M. (2012) Persistence of Escherichia coli introduced into streambed. Letters in Applied Microbiology 55: 345-353.

Pachepsky, Y. A., Shelton, D. R. (2011) Escherichia Coli and Fecal Coliforms in Freshwater and Estuarine Sediments. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 41: 12, 1067-1110.

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13).

Salama, Y., Chennaoui, M., Mountadar, M., Rihani, M. and Assobhei, O. (2013) Evaluation of faecal coliform levels in the discharges from the city of El Jadida, Morocco. African Journal od Microbiology Research 8(2): 178-183.

Schuettpelz, H. D. (1969) Fecal and total coliform tests in water quality evaluation. Department of Natural Resources, Madison, Wisconsin.

Stilinović, B., Hrenović, J. (2009) Praktikum iz bakteriologije. Kugler, Zagreb, Hrvatska.

Zhang, Q., He, X. and Yan, T. (2015) Differential Decay of Wastewater Bacteria and Change of Microbial Communities in Beach Sand and Seawater Microcosms. Environmental Science & Technology 49: 8531-8540.