

DOI 10.7251/VETJSR2101050G

UDK 543.95:628.1.03(497.6)"2018/2020"

Оригинални научни рад**ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА МИКРОБИОЛОШКЕ АНАЛИЗЕ ВОДЕ ЗА
НАПАЈАЊЕ ЖИВОТИЊА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ (БОСНА И
ХЕРЦЕГОВИНА) У ПЕРИОДУ 2018-2020****Бојан ГОЛИЋ^{*1}, Весна КАЛАБА¹, Драго НЕДИЋ^{1,2}**¹Јавна установа Ветеринарски институт Републике Српске "Др Васо Бутозан" Бања Лука, Босна и Херцеговина²Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине, Београд, Република Србија
Коресподентни аутор: Бојан Голић, bojan.golic@virs-vb.com**Сажетак**

Један од највећих изазова 21. века је снабдевање безбедном водом за пиће, при чему микробиолошка контрола воде за пиће треба да буде стална пракса. Многе заразне болести животиња и људи преносе се водом контаминираним људским и животињским фецесом. Производња и дистрибуција микробиолошки исправне воде за пиће треба да буде циљ који се не доводи у питање и који треба да омогући обезбеђивање истог квалитета воде свим потрошачима од стране водоводних предузећа. Овај циљ се може постићи једино адекватним праћењем и контролом микробиолошких процеса током третмана и дистрибуције воде.

Материјал за испитивање у овом раду су представљали узорци воде за напајање животиња прикупљени са фарми на територији Републике Српске (Босна и Херцеговина) у периоду од 2018. до 2020. године. Испитано је укупно 645 узорака.

Циљ овог рада био је утврђивање микробиолошког статуса воде за напајање животиња укључених у ланац исхране људи у Републици Српској (Босна и Херцеговина), а у циљу анализе ризика по здравље животиња.

За микробиолошке анализе узорака воде за пиће коришћене су методе BAS EN ISO 6222, BAS EN ISO 7899-2 и BAS EN ISO 9308-1/A1.

Добијени резултати су показали да је једна четвртина испитиваних узорака воде за напајање животиња микробиолошки неисправна. Анализом је утврђен значајно већи број незадовољавајућих узорака воде узетих из бунара у односу на узорке из водовода. Добијени резултати указују на контаминацију воде фецесом, посебно цревним ентерококама и колиформима, а мање са *E. coli*.

Кључне речи: животиње, вода за пиће, микробиологија.

УВОД

Производња и дистрибуција микробиолошки исправне воде за пиће треба да буде циљ који се не доводи у питање и који треба да омогући обезбеђивање истог квалитета воде свим потрошачима од стране водоводних предузећа. Ово се може постићи једино адекватним праћењем и контролом микробиолошких процеса током третмана и дистрибуције воде (Prest и сар., 2016).

Вода је неопходна за живот, а задовољавајуће (адекватно, безбедно и доступно) снабдевање водом мора бити обезбеђено свима. Побољшање приступа безбедној води за пиће може довести до уочљивих бенифита за здравље. Због тога је потребно уложити све капацитете да се побољша квалитет воде за пиће (WHO, 2008).

Присуство бактерија у води за пиће само по себи није проблем, све док нема присутних патогених организама: бактерија има у води за пиће, чак и у релативно великом броју (10^3 до 10^6 ћелија/mL), без негативних последица по људско здравље (Vital и сар., 2012a; Hoefel и сар., 2005; Hammes и сар., 2008).

Температура воде је важан фактор који утиче на раст и компетицију бактерија. Температуре воде за пиће се обично крећу између 3 и 25°C у европским земљама (Uhl и Schaule, 2004; Niquette и сар., 2001), и сезонски варирају унутар овог температурног распона чак и унутар једног система дистрибуције воде за пиће. Повишене температуре воде се често повезују са повећаним бројем бактерија у системима за дистрибуцију воде за пиће (Liu и сар., 2013; Francisque и сар., 2009), и са већим бројем индикаторских организама као што су колиформе или *Aeromonas*. Поред тога, температура воде такође може утицати на састав бактеријске заједнице, омогућавајући предност специфичним врстама бактерија у дефинисаним температурним распонима, укључујући патогене врсте (Vital и сар., 2012; Vital и сар., 2007). Vital и сар. (2012) су показали да се максимална стопа раста и компетитивна способност *E. coli* узгајане у аутохтоној заједници воде за пиће повећавају са температуром у распону од 12-30°C. Дакле, у летњим периодима (са вишим температурама воде) повећавају се шансе за проблеме у вези са растом бактерија, као што су хигијенски ризици, погоршање визуелних карактеристика воде, неисправност водоводних инсталација и прекорачење законских одредница.

Микробиолошки квалитет воде се обично дефинише као максимално прихватљив број или концентрација бактерија који не представља опасност по здравље (Пропис, 2020). *E. coli*, цревне ентерококе, колиформне бактерије и укупан број колонија на 22°C треба посматрати у односу на учесталост праћења. *E. coli* и цревни ентерококе се сматрају „основним параметрима“. Минимални захтеви за параметарске вредности који се користе за процену квалитета воде намењене за људску употребу су 0/100 mL за *E. coli* и цревне ентерококе. У Републици Српској (Босна и Херцеговина) гранична вредност за укупан број колонија на 22°C (енг: total colony count скр: TC 22°C) је 100 CFU/ mL, а за укупан број колонија на 37°C (енг: total colony count скр: TC 37°C) граница је 20 CFU/mL. Такође, колиформне бактерије (енг: coliform bacteria, скр: CB), *Escherichia coli* (*E. coli*) и цревни ентерококи (енг:

intestinal enterococci, скр: ЕС) не смеју да се детектују у 100 mL узорка воде (Пропис, 2017).

Многе заразне болести животиња и људи преносе се водом контаминираном излучевинама људи и животиња. Тиме вода постаје извор патогених бактерија, вируса и паразита (протозоа, јаја паразита) способних да преживе у различитим периодима, доводећи до повећавања ризика за здравље људи широм света. Како би се елиминисао ризик од преношења болести, вода намењена масовној потрошњи се пре употребе третира и дезинфикује. Мониторинг извора воде подразумева одређивање важних микробиолошких и физичко-хемијских параметара који указују пре свега на потенцијално органско загађење, посебно на загађење које потиче од животињског фецеса, ускладиштеног отпада, природних и вештачких ђубрива и др. (Fridrich и сар., 2014; Sasakova и сар., 2013). На основу добијених резултата могу се предузети адекватне мере које укључују превенцију контаминације и системску дезинфекцију.

Употреба индикаторских организама, посебно колиформне групе, у циљу процене потенцијалног присуства патогена који се преносе водом, је изразито значајна у заштити јавног здравља (Ніјпен и сар., 2000). Употреба се заснива на принципу детекције одабраних бактерија, утврђених једноставним бактериолошким тестовима, а које указују на контаминацију или погоршање квалитета воде. Индикаторски организми се користе за процену микробиолошког квалитета воде. Многи патогени су присутни само под одређеним условима и, када су присутни, јављају се у малом броју у поређењу са другим микроорганизмима. Иако присуство колиформних бактерија не указује увек на опасност по здравље људи, њихово откривање је корисна индикација да треба размотрити опције третирања (Edberg, 2000).

Кључни критеријуми успостављени за проналажење идеалних бактеријских индикатора фекалне контаминације треба универзално да се примењују за фецес људи и других топлокрвних животиња. Ови индикатори такође треба да буду одређени у отпадним водама, да се могу лако открити једноставним методама и не би требало да расту у природним водама. У идеалном случају, они такође треба да буду искључиво фекалног порекла и да буду присутни у већем броју од фекално преносивих патогена. Ниједан појединачни индикаторски организам не испуњава све ове критеријуме, али члан групе колиформа који задовољава већину критеријума за идеални индикаторски организам у умереној клими је *E. coli*. Присуство *E. coli* у узорку воде за пиће може указивати на присуство цревних патогена. Међутим, одсуство *E. coli* не може се узети као апсолутна индикација да су цревни патогени одсутни. *E. coli* бактерије су једини биотип породице *Enterobacteriaceae* за који се може сматрати да је искључиво фекалног порекла (WHO, 2008; Edberg, 2000) и може представљати до 95% *Enterobacteriaceae* пронађених у фецесу. Колиформне бактерије припадају породици *Enterobacteriaceae* и деле сличне карактеристике везане за њихову култивацију. Типични родови који се налазе у снабдевалиштима воде су *Citrobacter*,

Enterobacter, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Serratia* и *Yersinia*. Често је корисно утврдити које врсте колиформних бактерија су присутне када се колиформне бактерије изолују из снабдевалишта воде за пиће како би се утврдио извор и значај колиформних бактерија које се проналазе. *E. coli* је колиформна бактерија и историјски се сматрала примарним индикатором фекалне контаминације и третиране и нетретиране воде. *E. coli* се јавља у фецесу свих сисара, често у великом броју (до 10^9 по граму фецеса). Ова широко распрострањена фекална појава, заједно са чињеницом да су методе за потврђивање и бројање *E. coli* релативно једноставне за спровођење допринела је идентификацији ове бактерије као основне у микробиолошкој процени квалитета воде већ више од 100 година.

Ентерококе укључују бројне врсте које се јављају у фецесу људи и топлокрвних животиња. Основни разлог за њихово бројање је процена значаја присуства колиформних бактерија у одсуству *E. coli*, или давање додатних информација приликом процене степена могуће фекалне контаминације. Ентерококи се сматрају секундарним индикаторима фекалног загађења. Ентерококи фекалног порекла се ретко размножавају у води и отпорнији су на стрес из околине и хлорисање од *E. coli* и колиформних бактерија (WHO, 2008). Врсте ентерокока које се јављају у фецесу чешће се налазе у загађеним водама и могу се поделити у две главне групе. У прву групу спадају *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* и *Enterococcus durans*. Ови организми су нормално присутни у фецесу људи и разних животиња. У другу групу спадају *Streptococcus bovis*, *Streptococcus equinus* и *Enterococcus avium*. Ови организми се обично не налазе у људским фекалијама. Према томе, идентификација врста може дати индикацију извора контаминације. Дивље животиње и птице такође могу бити природни извори зооноотских патогена.

Један од највећих изазова 21. века је снабдевање безбедним водом за пиће, при чему микробиолошка контрола воде за пиће треба да буде стална пракса (Cabral, 2010). Рутинску основну микробиолошку анализу воде за пиће треба спровести испитивањем присуства *E. coli* методама култивације. Кад год су на располагању додатна финансијска средства, одређивање фекалних колиформа треба допунити квантификацијом ентерокока.

Територијална и привредна организација Републике Српске условно је успостављена кроз шест регија: Бањалука, Приједор, Добој, Бијељина, Источно Сарајево и Требиње. Расподела воде је таква да није довољна тамо где је најпотребнија (у северном, најразвијенијем делу Републике Српске), а снабдевање је најоскудније у периодима године када су потребе највеће и када су проблеми заштите квалитета воде најприсутнији.

У студији (Kalaba и сар., 2015) микробиолошке анализе воде на фармама у Републици Српској, утврђено је да је 62,66% узорака воде добијених са фарми животиња било незадовољавајуће и да су најчешћи узроци неправилности били везани за ентерококе, *E. coli* и укупан број колонија на 22°C и 37°C. Калаба и сар. (2020) су утврдили да је 26,20% узорака воде добијених са фарми животиња било незадовољавајуће у Републици Српској за период од 2015. до 2017. године. Такође,

установили су да је 63,40% незадовољавајућих узорака последица повећаног укупног броја колонија на 22°C, 54,90% је последица повећаног укупног броја колонија на 37°C, 58,80% последица присуства цревних ентерокока, 31,40% последица присуства колиформа и 19% последица присуства *E. coli*. Најмањи ризик, када је у питању присуство колиформа и *E. coli* утврђен је у систему водовода, а значајно већи је био у систему бунара.

У Хрватској су спроведене две студије вазане за анализу воде за пиће са различитих фарми (фарме пилића и кока носиља, фарме говеда и свиња), где су Denžić Lugomer и сар. (2019) утврдили 40% незадовољавајућих узорака, док су Kiš и сар. (2017) утврдили 20%.

Циљ овог рада био је утврђивање микробиолошког статуса воде за напајање животиња укључених у ланац исхране људи у Републици Српској, а у циљу анализе ризика по здравље животиња.

МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Материјал у овом раду су били узорци воде пореклом са фарми животиња лоцираних на територији Републике Српске, узорковани у периоду од 2018 до 2020 године. Прегледано је укупно 645 узорака (384 у 2018. години, 160 у 2019. години и 101 у 2020. години).

Лабораторијско испитивање узорака обављено је у Јавном институту за ветеринарство Републике Српске „Др Васо Бутозан“, Бања Лука.

Микробиолошко испитивање је спроведено према Правилнику о здравственој исправности воде намењене за људску употребу (Пропис, 2017). Ово је укључивало бројање колонија квантитативним (енг: colony forming units, скр: CFU) тестом изражених као укупан број бактерија култивисаних на 22°C (TC 22°C) и 37°C (TC 37°C) према BAS EN ISO 6222 (ISBIH, 2003a), колиформних бактерија (енг: coliform bacteria, скр: CB) и *E. coli* према BAS EN ISO 9308-1/A1 (ISBIH, 2018) и цревних ентерокока (енг: intestinal enterococci, скр: EC) према BAS EN ISO 7899-2 (ISBIH, 2003b).

У статистичкој анализи добијених резултата користили смо се основним статистичким параметрима, односно дескриптивном статистиком.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Ниједан извор воде који је намењен за људску употребу се не може сматрати незагађеним. Различити извори се одликују различитим микробиолошким квалитетом и могу бити подложни природним или вештачким изворима загађења који могу погоршати квалитет воде до тачке при којој третман више није ефикасан за уклањање контаминације. Нулти ниво вероватноће микробиолошке контаминације воде за пиће не постоји (Пропис, 2020). Није тачна тврдња да системи за дистрибуцију и испоруку воде за пиће треба да буду стерилни. Активни раст микроорганизама се сматра показатељем кварова у јединицама за прераду или

дистрибуцију воде. Адаптиране бактерије могу да расту чак и у олиготрофним системима, као што је дестилована вода (Gottschal, 1992).

Резултати студије LeJeune и сар. (2001) показују да је вода која се користи за напајање стоке често лошег микробиолошког квалитета. Корита за воду су главни извор изложености говеда цревним бактеријама, укључујући бројне патогене који се преносе храном. Степен бактеријске контаминације примећен у води за напајање стоке показује да дневна изложеност животиња *E. coli* само из овог извора може бити значајна. Повезаност између параметара квалитета воде и измерених еколошких фактора сугерише да многи фактори који утичу на опстанак и размножавање бактерија у природним воденим екосистемима су исти они који утичу на опстанак и размножавање бактерија у коритима у којима се налази вода за напајање стоке.

У Табели 1 приказани су резултати у односу на укупан број узорака у % за период 2018-2020 година.

Табела 1 Резултати испитивања у односу на укупан број узорака у % за период 2018-2020.

Година	Задовољавајуће	Незадовољавајуће
2018.	75,78	24,22
2019.	78,75	21,25
2020.	75,25	24,75

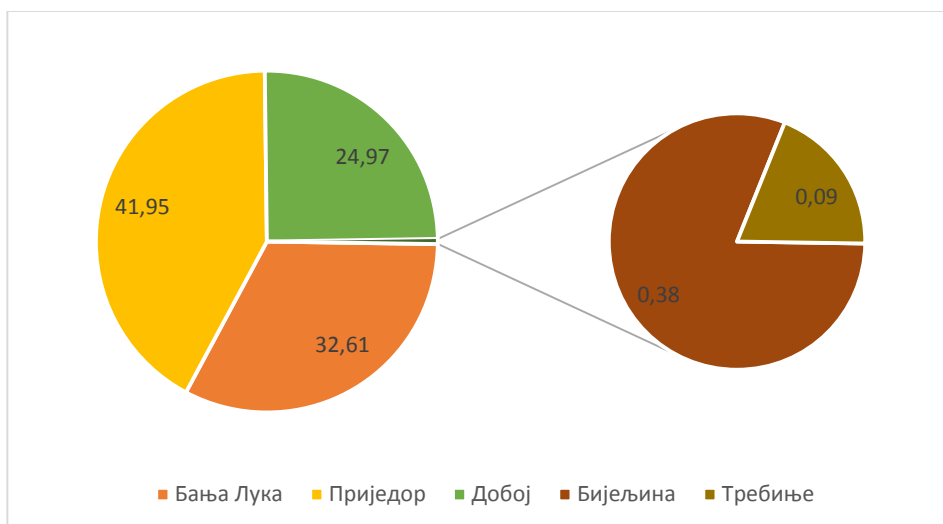
Присуство патогених бактерија у водоводу посебно забрињава због чињенице да вода мора бити микробиолошки исправна, што значи да не сме да садржи патогене (Пропис, 2017). Могуће објашњење за ово је дотрајалост и оштећење водоводних инсталација на фармама што доводи до контаминације воде. Ово је у складу са запажањима Interact (2006), која показују да се микробиолошки квалитет воде за напајање стоке смањује од момента када вода доспе на фарму. Истраживање на терену у Холандији показало је да је на улазној тачки (130 фарми млека; 285 узорака) 98% воде било одговарајућег микробиолошког квалитета, али је на крајњој тачки (199 узорака) овај проценат пао на 60%, као и да је 40% узорака воде било неодговарајуће за напајање стоке. За овај трогодишњи период у просеку је било $76,59 \pm 1,89\%$ задовољавајућих и $23,41 \pm 1,89\%$ незадовољавајућих узорака. Добијени резултати, за разлику од резултата Калаба и сар. (2015), указују на знатно бољи микробиолошки статус воде за напајање стоке на фармама животиња и у складу су са резултатима Калаба и сар. (2020).

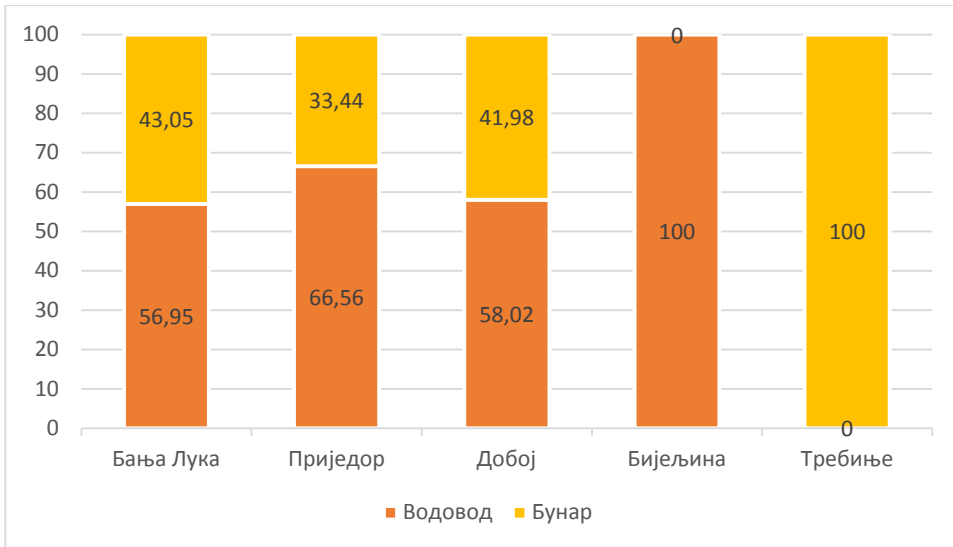
Када је у питању заступљеност узорака у односу на категорију, 61,90% узорака је било из водовода, а 38,10% из бунара. У Табели 2 приказани су резултати испитивања воде по категоријама у односу на укупан број узорака у % за период 2018-2020.

Табела 2 Резултати испитивања воде по категоријама у односу на укупан број узорака у % за период 2018-2020.

Година	Вода из водовода		Вода из бунара	
	Задовољавајуће	Незадовољавајуће	Задовољавајуће	Незадовољавајуће
2018.	79,85	20,15	66,38	33,62
2019.	88,29	11,71	57,14	42,86
2020.	91,49	8,51	61,11	38,89
$\bar{x} \pm \delta$	86,54 \pm 6,01	13,46 \pm 6,01	61,54 \pm 4,64	38,46 \pm 4,64

Упоредјујући резултате испитивања воде у односу на категорију, може се приметити да је значајно већи број незадовољавајућих узорака воде из бунара у односу на систем водовода, што је и очекивано с обзиром да је јавни водовод под свакодневном контролом уз редовно хлорисање. Насупрот томе, вода из бунара снабдева једну или више фарми, није под сталном контролом или је веома ретко под контролом, односно најчешће једном годишње као званична контрола, или када се појави здравствени инцидент. Такође, бунарске воде нису текуће већ стајаће, па на микробиолошки статус ове воде у великој мери утиче и број животиња које пију из бунара, односно брзина и количина утрошене воде из бунара. Добијени резултати се разликују од резултата Калаба и сар. (2015) који наводе да је 30,50% узорака који потичу из водовода и 76,72% узорака из бунара незадовољавајуће. На Слици 1 приказана је просечна заступљеност узорака у односу на регион у % за период 2018-2020. године, а на Слици 2 приказана је просечна заступљеност узорака по регионима у % у односу на категорију за период 2018-2020 године.

**Слика 1** Заступљеност узорака у односу на регион у % за период 2018-2020.



Слика 2 Заступљеност узорка по регионима у % у односу на категорију за период 2018-2020.

Анализа узорка за испитивање, узимајући у обзир регион и категорију, показује да највише узорка долази из три регије (Приједор, Бања Лука, Добој), као и да је две трећине узорка пореклом из водовода, а једна трећина из бунара.

У Табели 3 приказани су резултати испитивања по регионима у односу на укупан број узорка у % за период 2018-2020. године, а у Табели 4 резултати по регионима у % у односу на категорије за период 2018-2020 године.

Табела 3 Резултати испитивања по регионима у односу на укупан број узорка у % за период 2018-2020.

Регион	Задовољавајуће	Незадовољавајуће
Бања Лука	68,14±5,83	31,86±5,83
Приједор	77,13±7,19	22,87±7,19
Добој	85,73±5,00	14,27±5,00
Бијељина	25	75
Требиње	0	100

Добијени резултати су у складу са резултатима Калаба и сар. (2015), који су утврдили да је највећи број незадовољавајућих узорка са подручја Приједора и Бањалуке, те да је значајно повољнији микробиолошки статус воде за пиће у регији Добој.

Табела 4 Резултати испитивања по регијана у % у односу на категорије за период 2018-2020.

Регион	$\bar{x} \pm \delta$			
	Вода из водовода		Вода из бунара	
	Задовољавајуће	Незадовољавајуће	Задовољавајуће	Незадовољавајуће
Бања Лука	83,97±6,55	16,03±6,54	49,69±2,48	50,31±2,48
Приједор	84,41±4,25	15,59±4,25	62,98±3,39	37,02±3,39
Добој	92,22±9,10	11,68±8,64	77,16±19,18	22,84±19,18
Бијељина	25±3,22	75±4,83	0	0
Требиње	0	0	100	0

Добијени резултати су у складу са резултатима сличних студија (Denžić Lugomer и сар., 2019; Kiš и сар., 2017; Kalaba и сар., 2015). Већина анализираних узорака долази из региона са највећом концентрацијом фарми домаћих животиња (Бања Лука, Приједор и Добој). Анализирани број узорака пореклом са подручја Бијељине и Требиња је занемарљиво мали, па није укључен у дискусију, док ниједан од анализираних узорака није био са подручја Источног Сарајева. Све категорије изворишта воде могу бити подвргнуте контаминацији пољопривредним активностима. Животиње из слободног узгоја могу излучивати измет у воду, а животиње попут говеда имају навику да газе по води и подижу седименте. Падавине могу довести до отицања фекалних материја са пољопривредних и других сеоских земљишта у реке, језера, резервоаре и изворе. Испуштање отпадних вода из постројења за пречишћавање отпадних вода и различитих врста септичких јама може драматично повећати садржај микроорганизама у површинским водама. Потенцијални извор колиформних бактерија у водоснабдевању је резултат неоптималног функционисања процеса пречишћавања воде или продирања контаминације услед нарушавања интегритета дистрибутивног система. То укључује, на пример, отворе за цурење на сервисним резервоарима, контаминацију преко ваздушних вентила и вентила за затварање, инфилтрацију у главне и сервисне резервоаре, унакрсне везе и ефекте повратног тока. Колиформне бактерије могу бити присутне у водоводним системима унутар домаћинства, а кухињске славине и лавабои су препознати као извори ових организама. Постоје велике разлике између вода и система контроле квалитета за воду намењену за пиће људи и за напајање животиња (Eenige и сар., 2013). На пример, тестирање на присуство микроорганизама се ређе врши у системима из којих се напајају говеда; супстрати за бактерије су често присутни у системима из којих се напајају говеда; мали број системима из којих се напаја стока се контролише на фекалну контаминацију, иако је ово главни извор контаминената; у многим системима из којих се напаја стока вода може да тече у више смерова, што није случај са системима из којих се добија вода за пиће за људе; постојање и имплементација протокола чишћења и дезинфекције су лоши у системима из којих се напаја стока и биофилмови су чешће присутни у цевоводима система из којих се напајају говеда. Овај други феномен

често доводи до присуства различитих бактерија у системима из којих се напајају говеда.

У Табели 5 приказани су просечни резултати испитивања у % према тестном параметру за период 2018-2020.

Табела 5 Резултати испитивања у % према тестном параметру за период 2018-2020

Година	Тестни параметар				
	ТС 22°C	ТС 37°C	ЕС	<i>E. coli</i>	СВ
2018.	13,02	15,89	10,94	6,25	6,77
2019.	13,12	16,25	8,75	8,13	12,50
2020.	16,83	20,79	10,89	4,95	8,91
$\bar{x} \pm \delta$	14,33 \pm 2,17	17,64 \pm 2,73	10,19 \pm 1,25	6,44 \pm 1,60	9,39 \pm 2,90

Легенда: ТС 22°C – укупни број колонија на 22°C; ТС 37°C – укупни број колонија на 37°C; СВ – колиформне бактерије; *E. coli* – *Escherichia coli*; ЕС – интестинални ентерококи;

Према WHO (2008), *E. coli* је једини прави показатељ фекалне контаминације; она је искључиво цревног порекла и налази се у фецесу. Њено присуство указује углавном на свежу фекалну контаминацију и на тај начин указује на озбиљне недостатке у заштити специфичног извора воде, третману воде и њеној хигијенској исправности. Фекални стрептококи представљају доказ фекалне контаминације и имају тенденцију да опстану дуже у окружењу него термотолерантни или укупни колиформи. Број колонија се добија бројањем опште популације хетеротрофних бактерија присутних у системима за снабдевање воде. Број може укључити бактерије чије је природно станиште водена средина или оне које потичу из земљишта или вегетације. Број хетеротрофа на плочи укључује све микроорганизме који су способни да расту у или на чврстом агару богатом хранљивим материјама. Две температуре и времена инкубације се користе за укупан број колонија, 37°C током 48 сата да би се подстакло раст бактерија пореклом од сисара и 22°C током 72 сата да би се избројале бактерије које потичу углавном из животне средине. Резултати испитивања указују да узроци микробиолошког квара воде потичу од животиња, имајући у виду да је највећи број незадовољавајућих узорака последица повећања укупног броја колонија на 37°C, али не треба занемарити чињеницу да постоји могућност контаминације из околине због повећаног укупног броја колонија на 22°C. Контаминација од стране животиња је врло могућа због неадекватног одводњавања отпадних и фекалних вода и последичне контаминације подземних вода, јер бунари обично нису планирани и углавном се налазе у близини фарми. Добијени резултати су у складу са резултатима Калаба и сар. (2015) и Калаба и сар. (2020) и указују на значајну фекалну контаминацију воде, посебно цревним ентерококама и колиформима, а мање са *E. coli*, са највећим бројем незадовољавајућих узорака због повећаног укупног броја колонија на 37°C и 22°C. Међутим, постоји разлика у односу на наведене резултате јер је смањен број

патогених бактерија у води за пиће, посебно цревних ентерокока и колиформа, као и укупан број колонија на 22°C и 37°C.

ЗАКЉУЧАК

Добијени резултати су показали да је једна четвртина анализираних узорака воде за напајање животиња микробиолошки неисправна. Иако је микробиолошки статус воде за животиње у Републици Српској (Босна и Херцеговина) у периоду од 2018. до 2020. године значајно побољшан у односу на претходне године, остаје забринутост с обзиром да значајан број незадовољавајућих узорака долази из система водовода, као и да се једна трећина фарми снабдева водом из бунара која није под сталним надзором. Ово је посебно важно с обзиром на фекалну контаминацију воде која потиче од животиња. Оправдано би било да се најмање једном, а оптимално два пута годишње, у свим регионима, сразмерно распореду фарми, врши микробиолошка анализа воде која се користи за напајање животиња.

Изјава о сукобу интереса: Аутори изјављују да не постоји сукоб интереса.

ЛИТЕРАТУРА

- Cabral J. P. S. (2010): Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 7(10):3657-3703.
- Denžić Lugomer M., Pavliček D., Kiš M., Jaki Tkalec V., Furmeg S., Sokolović J., Majnarić D. (2019): Water quality on farms in northwest Croatia. *Veterinarska stanica*, 2:115-124.
- Edberg S. C., Rice E. W., Karlin R. J., Allen M. J. (2000): *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88:106-116.
- Francisque A., Rodriguez M. J., Miranda-Moreno L. F., Sadiq R., Proulx F. (2009): Modeling of heterotrophic bacteria counts in a water distribution system. *Water Res.*, 43:1075-1087.
- Fridrich B., Krcmar D., Dalmacija B., Molnar J., Pesic V., Kragulj M., Varga N. (2014): Impact of wastewater from pig farm lagoons on the quality of local groundwater. *Agricultural Water and Management*, 135:40-53
- Gottschal J. C. (1992): Substrate capturing and growth in various ecosystems. *J. Applied Bacteriol. Symp. Suppl.*, 73:39-48.
- Hammes F., Berney M., Wang Y., Vital M., Koster O., Egli T. (2008): Flow-cytometric total bacterial cell counts as a descriptive microbiological parameter for drinking water treatment processes. *Water Res.*, 42:269-277.

- Hijnen W. A. M., van Veenendaal D. A., van der Speld W. H. M., Visser A., Hoogenboezem W., van der Kooij D. (2000): Enumeration of faecal indicator bacteria in large volumes using in site membrane filtration to assess water treatment efficiency. *Water Research*, 34:1659-1665.
- Hoefel D., Monis P. T., Grooby W. L., Andrews S., Saint C. P. (2005): Profiling bacterial survival through a water treatment process and subsequent distribution system. *J. Appl. Microbiol.*, 99:175-186.
- Interact. (2006): Quality of drinking water for dairy cattle during the housing and the pasture periods. Reports on a series of field surveys in Northern Netherlands. Interact Agri-management BV, Elahuizen, The Netherlands.
- ISBIH. (2003a): Water quality - Enumeration of culturable micro - organisms - Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium. Institute for standardization of Bosnia and Herzegovina, BAS EN ISO 6222.
- ISBIH. (2003b): Water quality - Detection and enumeration of intestinal enterococci - Part 2: Membrane filtration method. Institute for standardization of Bosnia and Herzegovina, BAS EN ISO 7899-2.
- ISBIH. (2018): Water quality - Enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria - Part 1: Membrane filtration method for waters with low bacterial background flora. Institute for standardization of Bosnia and Herzegovina, BAS EN ISO 9308-1/A1.
- Kalaba V., Golić B., Ilić T. (2020): Microbiological safety of water in primary production of food. *Veterinary Journal of Republic of Srpska (Banja Luka)*, 20(1-2):66-80.
- Kalaba V., Golić B., Kasagić D., Dojčinović S., Nedić D. (2015): Determining the microbiological safety of water on farms in the Republic of Srpska. *Veterinary Journal of Republic of Srpska (Banja Luka)*, 15(2):191-299.
- Kiš M., Furmeg S., Jaki Tkalec V., Denžić Lugomer M., Pavliček D., Majnarić D., Sokolović J. (2017): Water quality on poultry farms in the northwest Croatia. In the XII Simpozij Peradarski dani, Book of proceedings, 116-121.
- LeJeune J. T., Besser T. E., Merrill N. L., Rice D. H., Hancock D. D. (2011): Livestock Drinking Water Microbiology and the Factors Influencing the Quality of Drinking Water Offered to Cattle. *J. Dairy Sci.*, 84:1856-1862.
- Liu G., Verberk J. Q., Van Dijk J. C. (2013): Bacteriology of drinking water distribution systems: an integral and multidimensional review. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 97:9265-9276.
-

-
- Niquette P., Servais P., Savoie R. (2001): Bacterial dynamics in the drinking water distribution system of Brussels. *Water Res.*, 35:675-682.
- Prest E. I., Hammes F., van Loosdrecht M. C. M., Vrouwenvelder J. S. (2016): Biological Stability of Drinking Water: Controlling Factors, Methods, and Challenges. *Front. Microbiol.*, 7:45.
- Пропис, (2017): Правилник о здравственој исправности воде за пиће намијењене за људску потрошњу. Службени гласник Републике Српске, 88/17.
- Пропис, (2020): Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council on the quality of water intended for human consumption (recast). Official Journal of European Union, L435.
- Sasakova N., Veselitz-Lakticova K., Hromada R., Chvojka D., Koscco J., Ondrasovic M. (2013): Contamination of individual sources of drinking water located in environmentally polluted Central Spis Region (Slovakia). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 3:262-265.
- Uhl W., Schaule G. (2004): Establishment of HPC(R2A) for regrowth control in non-chlorinated distribution systems. *Int. J. Food Microbiol.*, 92:317-325.
- Van Eenige M. J. E. M., Counotte G. H. M., Noordhuizen J. P. T. M. (2013): Drinking water for dairy cattle: always a benefit or a microbiological risk? *Tijdschrift Voor Diergeneeskunde*, 138(2):86-99.
- Vital M., Dignum M., Magic-Knezev A., Ross P., Rietveld L., Hammes F. (2012a): Flow cytometry and adenosine tri-phosphate analysis: alternative possibilities to evaluate major bacteriological changes in drinking water treatment and distribution systems. *Water Res.*, 46:4665-4676.
- Vital M., Fuchslin H. P., Hammes F., Egli T. (2007): Growth of *Vibrio cholerae* O1 ogawa eltor in freshwater. *Microbiology*, 153(7):1993-2001.
- Vital M., Hammes F., Egli T. (2012b): Competition of *Escherichia coli* O157 with a drinking water bacterial community at low nutrient concentrations. *Water Res.*, 46:6279-6290.
- WHO. (2008): Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd ed., Vol. 1. World Health Organisation.

Рад примљен: 10.05.2021.

Рад прихваћен: 08.10.2021.
