

DOI 10.7251/VETJSR2301005G

UDK 663/664:613.26/29]:628.1.03

## Оригинални научни рад

### ВОДА У ИНДУСТРИЈИ ХРАНЕ – МИКРОБИОЛОШКИ ОСВРТ

Бојан ГОЛИЋ<sup>1\*</sup>, Драго Н. НЕДИЋ<sup>2</sup>, Биљана ПЕЋАНАЦ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Јавна установа Ветеринарски институт Републике Српске „Др Васо Бутозан“,  
Бања Лука, Босна и Херцеговина

<sup>2</sup>Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине, Београд, Србија

\*Коресподентни аутор: Бојан Голић, bojan.golic@virs-vb.com

#### Сажетак

Вода се користи на различите начине у производњи хране, чиме постаје дио хране. Вода за прање у прехранбеној индустрији може бити извор бактеријске контаминације и додатно угрозити квалитет и безбједност хране. Истраживањем су обухваћени узорци воде која се користи у прехранбеној индустрији. Испитивање обухвата 192 узорка, од којих је 75% из водовода, а 25% из бунара. Лабораторијско испитивање воде вршено је методама BAS EN ISO 6222, BAS EN ISO 9308 и BAS EN ISO 7899-2. Циљ истраживања је утврђивање микробиолошког статуса воде у прехранбеној индустрији. Истраживањем је утврђено 79,69% задовољавајућих узорака и 20,31% незадовољавајућих узорака воде. У односу на испитиване параметре, у 12,50% узорака утврђен је повећан број микроорганизама на 22°C, а у 10,42% узорака утврђен је повећан број микроорганизама на 37°C. Када су у питању индикатори хигијене, 8,85% незадовољавајућих узорака је било због присуства пријевних ентерокока, а 5,73% незадовољавајућих узорака због присуства *Escherichia coli* и колиформа. С обзиром на присуство колиформних бактерија, *Escherichia coli* и пријевних ентерокока у води која се користи у прехранбеној индустрији, постоји ризик од микробиолошке контаминације хране путем воде. Ово је посебно значајно с обзиром на удио бунарске воде у односу на укупну воду која се користи у индустрији хране.

**Кључне ријечи:** индустрија хране, вода, микробиологија.

## УВОД

Вода се користи на различите начине у производњи хране, чиме постаје дио хране (Terplan, 1980). Контаминација хране микроорганизмима који се преносе водом дешава се директно, међутим, много чешће индиректно након умножавања ових микроорганизама на очишћеним површинама опреме која се користи.

Микробиолошки квалитет воде се обично дефинише као максимално прихватљив број или концентрација бактерија које не представљају опасност по здравље (EU, 2020). Ниво нулте вјероватноће микробиолошке контаминације воде за пиће не постоји.

Системи за дистрибуцију и испоруку воде за пиће не могу бити потпуно стерилни, а активни раст микроорганизама се сматра показатељем кварова у јединицама за прераду воде или дистрибуцији (Gottschal, 1992).

Вода за праће у прехранбеној индустрији може бити извор бактеријске контаминације и додатно угрозити квалитет и безбједност хране (Kivaria и сар., 2006; Perkins и сар., 2009). Такође, вода која се користи током руковања и прераде хране може бити потенцијални извор микробне контаминације с могућим негативним посљедицама по безбједност хране.

Производња и дистрибуција биолошки стабилне воде за пиће може се постићи само адекватним праћењем и контролом микробиолошког статуса током третмана и дистрибуције воде (Prest и сар., 2016).

Снабдјевање водом у просторијама за производњу хране треба да буде предмет процјене ризика и опасности како би се обезбиједило одржавање одговарајућег квалитета воде током процеса производње (Dawson, 1998; Dawson, 2000).

Многе заразне болести животиња и људи преносе се водом контаминираним људским и животињским излучевинама, која постаје извор патогених бактерија, вируса и паразита (протозоа, јаја паразита) способних да преживе у различитим периодима и повећавају ризик по здравље многих људи (Fridrich и сар., 2014; Sasakova и сар., 2013).

Температура воде је суштински фактор који утиче на кинетику раста бактерија и процесе конкуренције. Температуре воде за пиће се обично крећу између 3 и 25°C у европским земљама и сезонски варирају унутар овог температурног распона чак и унутар једног система дистрибуције воде за пиће (Niquette и сар., 2001). Повишене температуре воде се често повезују с повећаном заступљеношћу бактерија у системима за дистрибуцију воде за пиће, и са већим бројем индикаторских организама као што су колиформе (Francisque и сар., 2009; Liu и сар., 2013).

Да би се елиминисао ризик од преношења болести, вода намијењена масовној потрошњи се прије употребе третира и дезинфикује (Edberg и сар., 2000). На основу резултата могу се предузети адекватне мјере које укључују превенцију контаминације и системску дезинфекцију. Многи патогени микроорганизми су присутни само под одређеним условима и, када су присутни, јављају се у малом броју у поређењу с другим микроорганизмима.

Индикаторски организми се користе за процјену микробиолошког квалитета воде. Употреба индикаторских бактерија, посебно *Escherichia coli* и колиформних бактерија, као средства за процјену потенцијалног присуства патогена који се преносе водом, је кључна за заштиту јавног здравља (Нјлпел и сар., 2000). *Escherichia coli* је колиформна бактерија и сматра се примарним индикатором фекалне контаминације воде. Ентерококе обухватају бројне врсте које се јављају у фецесу људи и топлокрвних животиња (WHO, 2008). Главни разлог за њихово утврђивање је процјена значаја присуства колиформних бактерија у одсуству *Escherichia coli* или давање додатних информација приликом процјене степена могуће фекалне контаминације. Као такви, они се сматрају секундарним индикаторима фекалног загађења.

Бактерија има у води за пиће, чак и у релативно великом броју ( $10^3$  до  $10^6$  CFU/ml), без посљедица по људско здравље. Присуство бактерија у води за пиће само по себи није проблем, све док нема присутних патогених микроорганизама (Hoefel и сар., 2005; Hammes и сар., 2008; Vital и сар., 2012).

Циљ истраживања је утврђивање микробиолошког статуса воде која се користи у прехранбеној индустрији на територији Републике Српске.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Истраживањем су обухваћени узорци воде која се користи у прехранбеној индустрији. Узорци су узети из објеката за прераду меса, млијека и рибе и из угоститељских објеката (храна готова) са територије Републике Српске (Босна и Херцеговина). Узорковање је вршено на начин да су уклоњени сви наставци са славине, вода је пуштена да тече 2-3 минута, након чега је затворена славина и извршена дезинфекција славине алкохолом и стерилизација пламеном, па је поново пуштена вода да тече 2-3 минута. Након тога је вода сипана у затамњене стерилне стаклене флаше запремине 1 литар, при чему је у исте сипана вода у количини од  $\frac{3}{4}$  запремине флаше. Узорци су транспортовани на температури  $5\pm 3^\circ\text{C}$ , а испитивање је обављено у року од 6 часова од узорковања.

Истраживање је обављено током 2022. године и обухватило је 192 узорка, од којих је 75% из водовода, а 25% из бунара.

Лабораторијско испитивање воде врши се следећим методама:

- број микроорганизама на 22°C и 37°C према BAS EN ISO 6222 (ИСБИХ, 2003а),
- број цријевних ентерокока према BAS EN ISO 7899-2 (ИСБИХ, 2003б),
- број колиформних бактерија и *Escherichia coli* према BAS EN ISO 9308 (ИСБИХ, 2018).

Правилником о здравственој исправности воде намијењене за људску употребу (Пропис, 2017) утврђени су параметри испитивања и микробиолошких критеријуми (Табела 1).

**Табела 1** Параметри испитивања и микробиолошки критеријуми

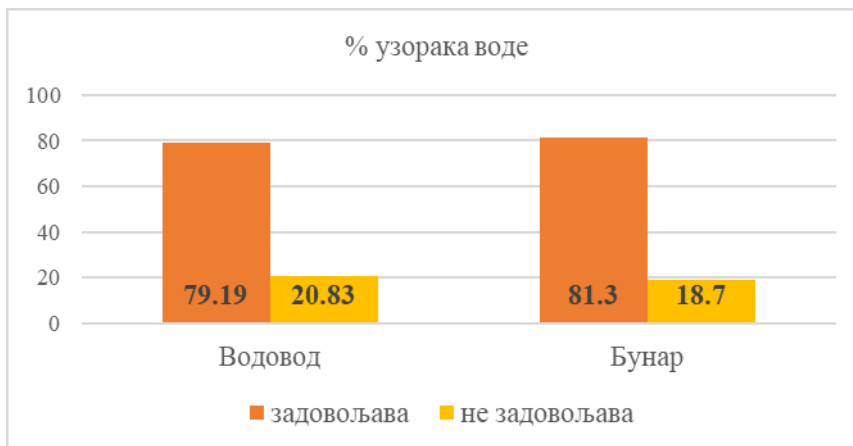
Параметар	Критеријум
Број микроорганизама на 22°C	100CFU/1 ml
Број микроорганизама на 37°C	20CFU/1 ml
Цријевне ентерококе	0CFU/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	0CFU/100 ml
Колиформи	0CFU/100 ml

У нашем истраживању и у статистичкој анализи добијених резултата користили смо, као основне статистичке методе, дескриптивне статистичке параметре (Excel, Microsoft Office 2019). Резултати истраживања приказани су табеларно и графички.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Оцјена усаглашености узорака извршена је у односу на Правилник о здравственој исправности воде намијењене за људску употребу (Пропис, 2017).

Испитивањем је утврђено 79,69% задовољавајућих и 20,31% незадовољавајућих узорака, а резултати испитивања по категоријама приказани су на Слици 1.



**Слика 1** Резултати испитивања по категоријама у %

Kalaba и сар. (2020) су у периоду 2015-2017 године, од 584 узорка воде, утврдили 26,20% незадовољавајућих узорка. Анализом воде са сабирних мјеста млијека, поријеклом из бунара, утврђено је 63,90% незадовољавајућих узорка (Јаки и сар., 2010). У студији Golić и сар. (2021) утврђено је 88,16% задовољавајућих и 11,84% незадовољавајућих узорка.

Посматрајући укупан број анализираних узорка, добијени резултати су значајно неповољнији у односу на резултате Golić и сар. (2021), као и за воду поријеклом из водовода, док је ситуација обрнута када су у питању узорци бунарске воде. Добијени резултати су у складу с резултатима Kalaba и сар. (2020). Добијени резултати су неочекивани односно указују на потенцијалну нелогичност, јер је за очекивати да ће бити више задовољавајућих резултата за воду из водовода у односу на бунарску воду, с обзиром да је водовод под редовним свакодневним надзором, а бунари периодично. Могуће објашњење за овакве резултате је то да када је у питању водовод, односно систем јавног снабдијевања водом, дистрибутер је одговоран за микробиолошку исправност воде до мјеста дистрибуције, а од њега до мјеста кориштења одговоран је корисник воде, што може да указује на могућ лош квалитет или неисправност инсталација од мјеста дистрибуције до мјеста кориштења и посљедичну контаминацију воде.

Табела 2 приказује незадовољавајуће резултате испитивања укупног броја узорка у односу на параметре испитивања, а Табела 3 приказује незадовољавајуће резултате испитивања узорка по категоријама у односу на параметре испитивања.

**Табела 2** Незадовољавајући узорци према параметрима испитивања

Параметар	Незадовољавајући узорци у %
Број микроорганизама на 22°C	12,50
Број микроорганизама на 37°C	10,42
Цријевне ентерококе	8,85
<i>Escherichia coli</i>	5,73
Колиформи	5,73

**Табела 3** Незадовољавајући узорци по категоријама према параметрима испитивања

Параметар	Незадовољавајући узорци у %	
	Водовод	Бунар
Број микроорганизама на 22°C	11,81	6,25
Број микроорганизама на 37°C	11,81	6,25
Цријевне ентерококе	6,94	14,58
<i>Escherichia coli</i>	5,56	6,25
Колиформи	5,56	6,25

Према WHO (2008), *Escherichia coli* је једини прави показатељ фекалне контаминације, искључиво је цријевног поријекла и налази се у фецесу. Њено присуство указује на углавном свјежу фекалну контаминацију и на тај начин указује на озбиљне недостатке у заштити конкретног извора воде, третману воде и њеној хигијенској исправности. Број микроорганизама на 22°C и на 37°C представља општу популацију хетеротрофних бактерија присутних у залихама воде. Оне могу представљати бактерије чије је природно станиште водена средина или оне које потичу из земљишта или вегетације. Број хетеротрофа укључује све микроорганизме који су способни да расту у или на чврстом агару богатом храњивим материјама. Две температуре и два времена инкубације се користе за анализе, на 37°C током 48 часова да би се подстакао раст бактерија сисарског порекла и на 22°C током 72 часа да би се подстакао раст бактерија које потичу углавном из извора животне средине. Резултати испитивања указују да узроци микробиолошког квара воде потичу

подједнако и од животиња и од животне средине. Када су у питању бунари, контаминација од животиња је врло могућа због неадекватног одводњавања отпадних и фекалних вода и посљедичне контаминације подземних вода. Добијени резултати су у складу са резултатима Kalaba и сар. (2020) и указују на значајну фекалну контаминацију воде, посебно цријевним ентерококама. У односу на резултате Golić и сар. (2021), утврђен је значајно већи проценат незадовољавајућих узорака. Посматрајући добијене резултате уочава се да је веће присуство индикаторских организама у бунарској води, док је број микроорганизама на 22°C и на 37°C већи у води из водовода. Иако присуство колиформних бактерија не указује увијек на пријетњу по јавно здравље, њихово откривање је корисна индикација да треба истражити операције третирања воде (Edberg, 2000).

### ЗАКЉУЧАК

С обзиром на присуство колиформних бактерија, *Escherichia coli* и цријевних ентерокока у води која се користи у прехранбеној индустрији, постоји ризик од микробиолошке контаминације хране путем воде. Ово је посебно значајно с обзиром на удио бунарске воде у односу на укупну воду која се користи у индустрији хране. Из овог разлога потребно је уложити све напоре да се постигне што бољи квалитет воде за пиће.

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

### ЛИТЕРАТУРА

- Dawson D. (1998): Water Quality for the Food Industry: An Introductory Manual CCRFA Guideline No. 21. Campden and Chorleywood Food Research Association.
- Dawson D. (2000): Water Quality for the Food Industry: Management and Microbiological Issues CCRFA Guideline No. 27. Campden and Chorleywood Food Research Association.
- 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*, 88:106-16.
- EU (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*, L435:1-62.
-

- 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.*, 43:1075-87.
- 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.
- Golic B., Kalaba V., Ilic T., Sladojevic Z. (2021): Review of microbiological analysis of water in meat, milk and fish production in the Republic of Srpska (Bosnia & Herzegovina) in the period 2018-2020. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 854(2021) 012031:1-5.
- 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*, 34:1659-65.
- 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.
- ИСБИХ (2003а): Квалитет воде – Бројање узгојених микроорганизама – Одређивање броја колонија цијепљењем агар храњиве подлоге за гајење. Институт за стандардизацију Босне и Херцеговине, BAS EN ISO 6222.
- ИСБИХ (2003б): Квалитет воде – Детекција и бројање пријевних ентерокока – Дио 2: Метода мембранске филтрације. Институт за стандардизацију Босне и Херцеговине, BAS EN ISO 7899-2.
- ИСБИХ (2018): Квалитет воде – Бројање *Escherichia coli* и колиформних бактерија – Дио 1: Метода мембранске филтрације за воде са ниским природним фоном бактеријске флоре. Институт за стандардизацију Босне и Херцеговине, BAS EN ISO 9308-1.
- Jaki V., Majnarić D., Lukačić M. (2010): The analysis of drinking water from the milk collection point in the Križevci area. In the 39<sup>th</sup> Croatian Symposium of Dairy Experts with International Participation, Book of Abstracts, 56-57.
- Kalaba V., Golic B., Ilic T. (2020): Microbiological safety of water in primary production of food. *Veterinary Journal of Republic of Srpska*, 20(1-2):66-80.
-



- Kivaria F. M., Noordhuizen J. P. T. M., Kapaga A. M. (2006): Evaluation of the hygienic quality and associated public health hazards of raw milk marketed by smallholder dairy producers in the Dar es Salaam region, Tanzania. *Trop Anim Health Prod.*, 38(3):185-94.
- Liu G., Verberk J. Q., Van Dijk J. C. (2013): Bacteriology of drinking water distribution systems: an integral and multidimensional review. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 97:9265-76.
- Niquette P., Servais P., Savoie R. (2001): Bacterial dynamics in the drinking water distribution system of Brussels. *Water Res.*, 35:675-82
- Perkins N. R., Kelton D. F., Hand K. J., MacNaughton G., Berke O., Leslie K. E. (2009): An analysis of the relationship between bulk tank milk quality and wash water quality on dairy farms in Ontario, Canada. *J Dairy Sci.*, 92:3714-22.
- 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 намијењене за људску потрошњу. Службени гласник Републике Српске, 88/17.
- 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*, 3:262-65.
- Terplan G. (1980): The role of water in the production and processing of milk. *Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg B.*, 172(1-3):96-104.
- Vital M., Dignum M., Magic-Knezev A., Ross P., Rietveld L., Hammes F. (2012): 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.
- WHO (2008): Guidelines for Drinking-water Quality, 3<sup>rd</sup> ed., Vol. 1. World Health Organisation.

Рад примљен: 02.06.2023.

Рад прихваћен: 28.07.2023.