

# INTERNATIONAL DAYS OF PUBLIC AND ENVIRONMENTAL HEALTH PROFESSION 2019

*Microorganisms  
always win,  
but the question is  
how fast?!*

## MEDNARODNI DNEVI SANITARNEGA INŽENIRSTVA 2019

Book of Articles / Zbornik prispevkov

Sarajevo  
Zagreb  
Ljubljana  
Niš

2019



**INTERNATIONAL DAYS**  
OF PUBLIC AND ENVIRONMENTAL  
HEALTH PROFESSION 2019

**MEDNARODNI DNEVI**  
SANITARNEGA INŽENIRSTVA 2019

**Book of Articles / Zbornik prispevkov**

Sarajevo, Zagreb, Ljubljana, Niš

2019

# INTERNATIONAL DAYS OF PUBLIC AND ENVIRONMENTAL HEALTH PROFESSION 2019 / MEDNARODNI DNEVI SANITARNEGA INŽENIRSTVA 2019

Book of Articles / Zbornik prispevkov

## Scientific and Editorial Board / Znanstveni in uredniški odbor:

**Editor-in-Chief / Glavni in odgovorni urednik:** Aleš Krulec

**Managing Editor / Izvršna urednica:** asist. Sara Tajnikar, mag., dipl. san. inž. (UN)

### Members / Člani:

prof. dr. Aleksandar Bulog, dipl. san. inž.  
prof. dr. Jasna Bošnjir, dipl. san. inž.  
asist. razisk. dr. Majda Biasizzo, dr. vet. med.  
viš. asist. mag. Mateja Čebular, dipl. san. inž.  
doc. dr. Mateja Dovjak, dipl. san. inž.  
doc. dr. Rok Fink, dipl. san. inž.  
prof. dr. Ivana Gobin, dipl. san. inž.  
asist. razisk. dr. Urška Henigman, dr. vet. med.  
viš. pred. dr. Gregor Jereb, dipl. san. inž.  
doc. dr. Mojca Jevšnik, dipl. san. inž.  
doc. dr. Andreja Kukec, dipl. san. inž.  
doc. dr. Martina Oder, dipl. san. inž.  
doc. dr. Andrej Ovca, dipl. san. inž.  
prof. dr. Arzija Pašalić, dipl. san. inž.  
prof. dr. Borut Poljšak, dipl. san. inž.  
prof. dr. Marina Šantić, dipl. san. inž.  
doc. dr. Stanka Vadnjal, dr. vet. med.

### Organizing Board / Organizacijski odbor:

Danijel Brkić, dipl. san. inž.  
Bruno Cvetković, dipl. san. inž.  
doc. dr. Rok Fink, dipl. san. inž.  
viš. pred. dr. Katarina Kacjan Žgajnar, dipl. san. inž.  
mag. Daniel Maestro, dipl. san. inž.  
mag. Nerma Maestro, dipl. san. inž.  
doc. dr. Andrej Ovca, dipl. san. inž.  
Aleksandar Stojanović, dipl. san. inž.  
Jasna Stojanović, dipl. san. inž.  
asist. Sara Tajnikar, mag., dipl. san. inž. (UN)  
mag. Amar Žilić, dipl. san. inž.

## Organizers / Organizatorji:

Inštitut za sanitarno inženirstvo, Udruženje za sanitarno inženjerstvo u Bosni i Hercegovini,  
Hrvatska komora zdravstvenih radnika Republike Hrvatske, Udruženje sanitarnih inženjera Srbije (SETIS)

## Publisher and copyright holder / Založnik in nosilec avtorskih pravic:

Inštitut za sanitarno inženirstvo / Institute of Public and Environmental Health  
Zaloška cesta 155, SI-1000 Ljubljana

**For publisher / za založbo:** Aleš KRULEC

**Year of issue / leto izdaje:** 2019

**Number of copies / število izvodov:** 600

**Language / jezik:** angleški – slovenski – hrvaški – bosanski – srbski

**Date and Place / Kraj in datum:** Sarajevo, 3.-5. oktober 2019; Zagreb, 10.-12. oktober 2019;  
Ljubljana, 16.-18. oktober 2019; Niš, 24.-26. oktober 2019

Articles are peer reviewed. / Prispevki so recenzirani. The sole responsibility for the content of each article lies with the author. /  
Za vsebino posameznega prispevka so odgovorni njegovi avtorji.

Copyright © by Inštitut za sanitarno inženirstvo. All rights reserved. Reproduction and propagation under the law of copyright is  
not allowed! / Copyright © Inštitut za sanitarno inženirstvo. Vse pravice pridržane. Reproduciranje in razmnoževanje po Zakonu o  
avtorskih pravicah ni dovoljeno.

CIP – Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana  
628(082)

MEDNARODNI dnevi sanitarnega inženirstva (2019 ; Sarajevo, Zagreb, Ljubljana, Niš)

Book of articles / International Days of Public and Environmental Health Profession 2019 = Zbornik prispevkov /  
Mednarodni dnevi sanitarnega inženirstva 2019, [Sarajevo, 3.-5. oktober 2019, Zagreb, 10.-12. oktober 2019,  
Ljubljana, 16.-18. oktober 2019, Niš, 24.-26. oktober 2019] ; [editor-in-chief Aleš Krulec]. - Ljubljana : Inštitut za sanitarno  
inženirstvo = Institute of Public and Environmental Health, 2019

ISBN 978-961-94556-4-7

1. Krulec, Aleš

COBISS.SI-ID 304014336

ISBN 978-961-94556-4-7



Book of Articles

Zbornik prispevkov





## UVODNIK

Spoštovane kolegice in kolegi,

pred vami je zbornik Mednarodnih dnevov sanitarnega inženirstva z vsebinami, ki so bile predstavljene na dogodkih v oktobru 2019 v štirih različnih mestih: v Sarajevu med 3. in 5. oktobrom, v Zagrebu med 10. in 12. oktobrom, v Ljubljani med 16. in 18. oktobrom ter v Nišu med 24. in 26. oktobrom.

Mednarodni dnevi sanitarnega inženirstva 2019 so drugi tovrstni dogodek. Prvega je leta 2018 v Ljubljani pripravil in izvedel Inštitut za sanitarno inženirstvo. Tokrat so se vabilu odzvali Udruženje za sanitarno inženjerstvo u Bosni i Hercegovini, Hrvatska komora zdravstvenih radnika Republike Hrvatske in Udruženje sanitarnih inženjera Srbije (SETIS), ki so se priključili organizacijskemu odboru. Ker smo aktivni člani združenja International Federation of Environmental Health (IFEH), je le-to sprejelo in podprlo našo pobudo ter pri izvedbi dogodka sodelovalo kot soorganizator. Soorganizator dogodka je bil tudi Center za vseživljenjsko učenje Zdravstvene fakultete Univerze v Ljubljani.

Za uspešno dolgoletno sodelovanje, nesebično pomoč in podporo pri razvoju sanitarnega inženirstva smo leta 2018 podelili zahvalo in plaketo prim. prof. dr. Ivanu Erženu, dr. med., spec. ter ga imenovali za ambasadorja sanitarnega inženirstva. Leta 2019 je ambasadorka sanitarnega inženirstva postala doc. dr. Mojca Jevšnik, dipl. san. inž.

Ker se je dogodka udeležilo veliko število predavateljev in drugih udeležencev, ocenjujemo, da dnevi sanitarnega inženirstva postajajo del kakovostnega izobraževanja in usposabljanja posameznikov na področju javnega in okoljskega zdravja.

V naslednjih letih bi v to izobraževanje lahko vključili še več interdisciplinarnih raziskovalcev in strokovnjakov iz različnih ustanov in držav.

V tem zborniku so objavljene vsebine s področja sanitarnega inženirstva in vsebine, ki se s tem področjem povezujejo na interdisciplinaren način. Objavljenih je 13 razširjenih vsebin – prispevkov, katerih namen je omogočiti dostop do najnovejših izsledkov znanstvenih in aplikativnih raziskav ter primerov dobrih praks s področja sanitarnega inženirstva oz. javnega in okoljskega zdravja. Cilj dnevov sanitarnega inženirstva je spodbuditi strokovne ustanove in posameznike, ki se poklicno, tj. na strokovni ravni, ukvarjajo z posameznim področjem, da preverjena dejstva, ki jih predstavijo predavatelji uporabijo v praksi in tako izboljšajo dosedanje prakse v korist nadaljnjih znanstvenih raziskav in empiričnih opazovanj.

Za ves čas, trud in vsestransko kreativnost se zahvaljujem predavateljem, avtorjem povzetkov, ter znanstvenemu in organizacijskemu odboru Mednarodnih dnevov sanitarnega inženirstva 2019. Najlepša hvala vsem udeležencem in tistim, ki s svojim ustvarjanjem pomembno prispevate k napredku sanitarnega inženirstva. Še posebej iskrena hvala prijateljem ter kolegom Danielu, Brunu, Danijelu, Jasni, Sari in Aleksandru.

Ponosen sem, da sem sanitar'c in del vas!

Aleš **KRULEC**, glavni in odgovorni urednik

# TABLE OF CONTENTS / KAZALO VSEBINE

UVODNIK .....	5
Mojca <b>JEVŠNIK</b> , Matic <b>KAVČIČ</b> , Stanka <b>VADNJAL</b> , Urška <b>JAMNIKAR CIGLENEČKI</b> , Andrej <b>KIRBIŠ</b> PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH OBJEKTIH SLOVENIJE .....	9
Rok <b>FINK</b> TRENDI HIGIENSKEGA OBVLADOVANJA BIOFILMOV .....	21
Mateja <b>DOVJAK</b> TRENDI REŠEVANJA PROBLEMATIKE NEUSTREZNEGA PREZRAČEVANJA .....	26
Aleksandra <b>VERGLES RATAJ</b> NOTRANJI IN ZUNANJI ZAJEDAVCI – VLOGA IN POMEN .....	33
Andrej <b>OVCA</b> HIGIENSKI UKREPI ZA PREPREČEVANJE IN OBVLADOVANJE ZAJEDAVCEV .....	45
Stanka <b>VADNJAL</b> , Majda <b>BIASIZZO</b> , Štefan <b>PINTARIČ</b> , Urška <b>HENIGMAN</b> NAPAKE PRI VZORČENJU ŽIVIL .....	51
Sara <b>TAJNIKAR</b> , Aleš <b>KRULEC</b> , Tomaž <b>LANGERHOLC</b> , Sonja <b>ŠOSTAR TURK</b> INVENTIVEN NAČIN IZBIRE UKREPOV OBVLADOVANJA LEGIONELOZ V BOLNIŠNICI X OB UPORABI DIALEKTIČNE TEORIJE SISTEMOV .....	58
Štefan <b>PINTARIČ</b> , Stanka <b>VADNJAL</b> , Ljiljana <b>JANKOVIC</b> , Aida <b>KUSTURA</b> , Robert <b>PINTARIČ</b> BIODEZINFEKCIJA IN BOLNIŠNIČNE OKUŽBE .....	64
Borut <b>POLJŠAK</b> , Uroš <b>GLAVAN</b> , Blaž <b>GOLIČNIK</b> , Gregor <b>JEREB</b> REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM .....	71
Andrija <b>LESAR</b> , Gabrijela <b>BEGIĆ</b> , Nela <b>MALATESTI</b> , Ivana <b>GOBIN</b> POTENCIJALNA ANTI- <i>LEGIONELLA</i> PRIMJENA KATIONSKEG PORFIRINA .....	80





Ivan <b>ŽAGAR</b> , Valentina <b>MAREČIĆ</b> , Mateja <b>OŽANIČ</b> , Maša <b>KNEŽEVIĆ</b> , Ivan <b>VIDINIĆ</b> , Ina <b>KELAVA</b> , Mirna <b>MIHELČIĆ</b> , Marina <b>ŠANTIĆ</b> SURVIVAL OF <i>FRANCISELLA NOVICIDA</i> IN DIFFERENT RIVER WATERS .....	86
Lado <b>KRANJČEVIĆ</b> , Luka <b>GRBČIĆ</b> , Ante <b>SIKIRICA</b> , Ivana <b>LUČIN</b> NUMERICAL MODELING AND PREDICTION OF POLLUTION PROPAGATION IN WATER SUPPLY SYSTEMS .....	92
Daniel <b>MAESTRO</b> , Arzija <b>PAŠALIĆ</b> , Sabina <b>ŠEGALO</b> , Amar <b>ŽILIĆ</b> JAVNO-ZDRAVSTVENI ZNAČAJ SIGURNOSTI HRANE U DOMAĆINSTVIMA .....	100

# PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH OBJEKTIH SLOVENIJE

Mojca **JEVŠNIK**<sup>1</sup>, Matic **KAVČIČ**<sup>1</sup>, Stanka **VADNJAL**<sup>2</sup>,  
Urška **JAMNIKAR CIGLENEČKI**<sup>2</sup>, Andrej **KIRBIŠ**<sup>2</sup>

## UVOD

Okužbe in/ali zastrupitve z živili vključujejo širok spekter bolezni in so pomemben, rastoč javno zdravstveni problem. V zadnjem poročilu Evropske agencije za varno hrano (EFSA) za leto 2017 je bila bakterija iz rodu *Salmonella* najpogostejši povzročitelj izbruhov, sledijo bakterijski toksini in histamin. Najpogostejši vzroki, ki so pripeljali do kontaminacije živil so kontaminirana surovina, neustrezna higiena rok zaposlenih in navzkrižna kontaminacija. V izbruhih je bilo skupno prizadetih kar za 29,7 % več oseb kot v letu 2016 (EFSA, 2018).

## Znanje zaposlenih pri delu z živili

Zaposleni v živilski dejavnosti imajo veliko moralno in zakonsko dolžnost, da stalno vzdržujejo ustrezen nivo osebne higiene. To je eden od dejavnikov za zagotavljanje varnih živil in preprečevanje zdravstvenih posledic zaradi nehigienskega ravnanja z živili (NIJZ, 2014). Trije glavni dejavniki za okužbe in/ali zastrupitve z živili so neustrezno znanje, odnos do dela in nezadostne delovne izkušnje zaposlenih pri delu z živili (Kumar Gupta idr. 2017). Pichler in sodelavci (2014) so na Dunaju izvedli raziskavo, s katero so ocenili znanje zaposlenih v gostinstvu glede poznavanja zahtev za varnost živil. Študija je pokazala, da zaposleni preko izobraževanj na svojem trenutnem delovnem mestu dosegajo občutno boljše rezultate kot osebe brez usposabljanja na delovnem mestu (Pichler idr. 2014).

Posebno pozornost je treba nameniti zaposlenim, ki so vključeni v pripravo živil, ki so namenjena končnemu potrošniku brez

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani,  
Zdravstvena fakulteta,  
Zdravstvena pot 5,  
1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani,  
Veterinarska fakulteta,  
Gerbičeva 60,  
1000 Ljubljana, Slovenija

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
 PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
 HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
 OBJEKTIH SLOVENIJE

predhodne toplotne obdelave oziroma rokujejo z gotovimi živili – saj lahko mikroorganizmi, prisotni na njihovih rokah služijo kot vektor za prenos mikrobov v živilo. V Kanadi so McIntyre in sodelavci (2013) opravili raziskavo ocenjevanja znanja o varnosti hrane in odnosa do varnosti hrane. Izdelali so oceno opazovanja umivanja rok zaposlenih, ki so usposobljeni, in tistih, ki niso. Ugotovili so, da je znanje zaposlenih, ki so imeli usposabljanja pred več leti, slabše. Znanje je bilo pri usposobljenih zaposlenih veliko večje kot pri tistih, ki niso bili deležni usposabljanja. Pri zaposlenih, ki so bili deležni usposabljanja, so opazili boljšo tehniko umivanja rok. V študiji so na podlagi rezultatov prišli do zaključka, da je treba vse zaposlene ponovno usposabljati in izobraževati na temo varnosti hrane (McIntyre in sod., 2013). Jevšnik in sodelavci (2008) so preko različnih kazalcev kritičnih razmer med proučevanjem različnih skupin zaposlenih pri delu z živili in med potrošniki ugotovili, da je žarišče problema zagotavljanja varnosti živil premalo izobražen, usposobljen, motiviran in/ali zadovoljen človek. Izpostavili so, da je treba človeka, ki vstopa v procese dela z živili, obravnavati enakovredno kot ostale dejavnike tveganj (Jevšnik in sod., 2008).

Pri preverjanju znanja o higieni živil in pravih postopkih obdelave živil je bilo ugotovljeno pomanjkljivo znanje na področju shranjevanja živil, toplotne obdelave ter toplega in hladnega vzdrževanja (Samapundo in sod., 2015). Vzrok za neznanje izhaja iz dejstva, da ima velika večina zaposlenih poleg nizke stopnje izobrazbe tudi premalo delovnih izkušenj (Kotzekidou, 2016; Kumar Gupta in sod., 2017). Usposabljanje je pomemben način za zagotavljanje učinkovitega prenosa znanja v prakso. V živilski dejavnosti lahko delajo le osebe, ki v praksi izkazujejo znanja o higieni živil. Priporočljivo je, da so usposabljanja redna oz. dovolj pogosta ter prilagojena delu, ki ga zaposleni opravljajo. Zaposleni, ki delajo z živili morajo biti motivirani, ustrezno izobraženi in praktično usposobljeni na področjih higijene in varnosti živil. Program mora biti prilagojen glede na specifična tveganja, s katerimi se soočajo posamezni profili zaposlenih v živilski dejavnosti. Zakonska podlaga glede usposabljanja v EU je podana v Uredbi Evropskega parlamenta in sveta (ES) št. 852/2004 o higieni živil in sprememba št. 1019/2008, kjer je določeno, da morajo nosilci živilske dejavnosti (NŽD) zagotoviti, da nadzorujejo osebe, ki delajo z živili, jim dajejo navodila in/ali jih usposobijo v zadevah higijene, skladno z zahtevnostjo njihovega dela. Uredba Evropskega parlamenta in sveta (ES) št. 852/2004 in št. 1019/2008 o higieni živil dopušča možnost,

da lahko države članice EU kot pomoč pri izpolnjevanju zakonodajnih zahtev uporabljajo smernice. NŽD lahko te smernice uporabljajo prostovoljno (Uredba, 2002). Za področje gostinske dejavnosti so bile leta 2010 dopolnjene Smernice dobre higienske prakse in uporabe načel HACCP v gostinstvu (Pollak in sod., 2010), ki navajajo, da lahko poteka usposabljanje zaposlenih na več načinov glede na zahtevnost ponudbe in tip gostinskega obrata (interno usposabljanje, organizacija programov usposabljanja ipd.). Smernice kot dokument predstavljajo harmonizirano izhodišče za poenoteno razumevanje zahtev zakonodaje tako med posameznimi NŽD znotraj sektorja kot tudi na relaciji med posameznim sektorjem in pristojnimi nadzornimi organi. Na podlagi praktičnih nasvetov, zbranih v panožnih smernicah, lahko posredno vplivamo na dvig ravni znanja in zavedanja tveganj za zdravje, ki izhajajo iz procesov dela. Prav tako je Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ) v aprilu 2014 pripravil vsebine zadnjih sprememb in popravkov dokumenta osnovnih higienskih stališč. Podlaga za izdelavo priporočil je Uredba Evropskega Parlamenta in Sveta (ES) št. 852/2004 z dne 29. aprila 2004 o higieni živil (Uredba, 2004). Osnovna stališča so kot učno gradivo namenjena vsem zaposlenim v živilski dejavnosti, ki pri svojem delu prihajajo v stik z živili (NIJZ, 2014).

Namen raziskave je bil ugotoviti znanje zaposlenih v gostinstvu o higieni in varnosti živil.

## METODE DELA

Uporabili smo validiran anketni vprašalnik avtorjev Pichler in sodelavci (2014). V raziskavi so avtorji od maja 2011 do januarja 2012 na Dunaju v Avstriji preverjali znanje o varnosti živil pri zaposlenih, ki prihajajo v stik z živili v restavracijah in cateringu. Vprašalnik je sestavljen iz štirih sklopov in vsebuje 56 vprašanj z naslednjimi temami: čas in temperatura pri obvladovanju varnosti živil, navzkrižna kontaminacija, higiena rok, čiščenje in razkuževanje ter zdravstveno stanje in osebna higiena zaposlenih (Pichler idr. 2014). Anketni vprašalnik smo prevedli v slovenski jezik in ga testirali med šestimi strokovnjaki na področju varnosti živil in med desetimi zaposlenimi v gostinskih obratih.

Agencija Ipsos ga je prilagodila za potrebe telefonskega anketiranja. Anketiranje je bilo izvedeno s pomočjo računalniško

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR  
CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
OBJEKTIH SLOVENIJE

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
 PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
 HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
 OBJEKTIH SLOVENIJE

podprtega telefonskega anketiranja (CATI) in je potekalo od 7.5.2018 do 27.7.2018. Posamezni gostinski obrat je bil v povprečju kontaktiran 5,9 krat. Po koncu anketiranja je bila vsem anketirancem ponujena možnost, da po elektronski pošti prejmejo zloženko o varnem ravnanju s hrano.

V vzorec so bili vključeni gostinski obrati, ki imajo kot primarno dejavnost registrirano: 55.100 Dejavnost hotelov in podobnih nastanitvenih obratov; 56.101 Restavracije in gostilne; 56.102 Okrepčevalnice in podobni obrati; 56.103 Slaščičarne in kavarne.

Od 4.905 gostinskih obratov za katere je bila na voljo telefonska številka, jih je bilo v raziskavo vključenih 4.300. Znotraj gostinskega lokala je bila ciljna oseba izbrana naključno. Od skupno 4.300 gostinskih obratov, ki so bili vključeni v anketiranje, je bil anketiran 601 gostinski obrat (14 % stopnja odzivnosti).

Podatke smo statistično obdelali z opisno statistiko in bivariatnimi analizami.

## REZULTATI

V raziskavi je sodelovalo 51,25 % moških in 48,75 % žensk, med katerimi je bilo 82 % anketiranih rojenih v Sloveniji. 41,3 % anketiranih ima končano srednjo strokovno šolo: kuhar/natakar. Sledijo anketirani (28,3 %) s končano srednjo strokovno šolo ter anketirani 19,3 % s končano višjo ali visoko šolo. 46,6 % anketiranih je zasedalo mesto vodje gostinskega obrata ali vodje kuhinje in 41,1 % mesto glavnega kuharja. Ostali sodelujoči so bili po funkciji pomožni kuharji, pomočniki ali drugo. Skoraj polovica anketiranih (48,1 %) je zaposlena v srednje velikih gostinskih obratih (10-30 miz ali 40-120 sedežev), slaba tretjina (30,3 %) dela v velikih gostinskih obratih (več kot 30 miz ali več kot 120 sedežev), ostali so zaposleni v manjših obratih. V povprečju je v izbranih gostinskih obratih status zaposlenih: 8,6 redno zaposlenih in 4,3 zunanjih sodelavcev (npr. študentov). Od vseh zaposlenih (redno ali priložnostno) jih v povprečju 2,8 ravna z živili.

### Znanje o varnosti živil

Znanje na področju zagotavljanja varnosti živil je v povprečju med anketiranimi relativno dobro, vendar so nekatera področja,

kjer imajo anketirani slabše znanje. Med anketiranimi je 5,8 % takšnih, ki se še nikoli niso udeležili izobraževanja s področja varnosti živil. Pri približno polovici anketiranih lahko sklepamo, da so se v preteklosti udeležili nekdanjega izobraževanja »Higienski minimum«. Med njimi je kar 29,8 % anketiranih, ki so menili, da so v primerjavi s sedanjimi usposabljanji o higieni in varnosti živil nekdanj na izobraževanju »Higienski minimum« pridobili več znanja. 37,3 % anketiranih pa navaja, da so pridobili približno enako znanja.

Anketirani večinoma vedo, da lahko surova perutnina in surova jajca povzročijo resna obolenja, če niso dovolj toplotno obdelana, kar ne velja za surovo govedino, saj kar 29,9 % anketiranih meni, da to ni nevarno. Pri določenih trditvah, kjer so bila izpostavljena tveganja za varnost živil so anketirani izbrali tudi napačne trditve, kar nakazuje na slabše poznavanje mikrobioloških tveganj. Na primer 11,3 % anketiranih meni, da je zamrznjene piščančje prsi varno položiti na pult, da se odtalijo; 77,9 % meni, da lahko z visoko verjetnostjo trdimo, da so živila varna za uživanje, če sta njihov vonj in okus značilna; 72 % anketiranih je mnenja, da morajo biti gotove jedi, ki jih lahko uživamo hladne, shranjene na hladnem (pri temperaturi do največ 13 °C); 8 % meni, da lahko surova jajca shranjujemo v hladilniku polico višje, kot hranimo solato, ki je nepokrita in pripravljena za uživanje; 73 % meni, da lahko surovo meso shranjujemo, kjer koli v hladilniku, dokler je dobro zavito v plastični foliji; 7 % anketiranih meni, da lahko zamrznjeno goveje meso odtajamo direktno na delovni površini.

Temperaturni režimi tople oziroma hladne verige so anketiranim slabše poznani, saj so bili odgovori zelo razpršeni in zelo malo je bilo točnih odgovorov. Na vprašanje: "Pri katerih temperaturah se povzročitelji okužb oziroma zastrupitev z živili najbolj razvijajo?" so bili odgovori zelo razpršeni na številčni osi od 4 – 120 °C, medtem ko je 18 % anketiranih odgovorilo »Ne vem«. 21,8 % anketiranih je poznalo pravilno središčno temperaturo za toplotno obdelavo hamburgerja in drugih jedi iz mletega mesa (npr. mesna štruca), kar 21,5 % anketiranih je odgovorilo »Ne vem«. Pravilno središčno temperaturo pri toplotni obdelavi celega piščanca je poznalo samo 5,2 % anketiranih, ostali so navedli nižjo ali višjo vrednost, kar 18,6 % anketiranih pravilnega odgovora ni poznalo. Izpostaviti je potrebno, da je večina anketiranih (74 %) navedla, da pogosto pripravljajo surovo meso in ga tudi toplotno obdelajo. Pravilno temperaturo shranjevanja

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR  
CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
OBJEKTIH SLOVENIJE

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
 PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
 HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
 OBJEKTIH SLOVENIJE

hladnih jedi (npr. narezek, kuhan riž) je poznalo dve tretjini vprašanih.

Anketirane smo prosili, da imenujejo dve vrsti mikrobov, ki lahko ob nepravilni pripravi perutninskega mesa pogosto povzročajo prebavna obolenja ljudi. Večina anketiranih je navedla stafilokoke (71 %), samo 4 % anketiranih so navedli bakterijo vrste *Salmonella* in 0,17 % bakterije vrste *Campylobacter*.

Samo dobra polovica anketiranih pri svojem delu toplotno obdeluje rdeče meso in / ali perutnino. Glede na odgovore anketiranih je znanje o meritvah središčne temperature mesa delno ustrezno. Skoraj vsi anketirani (96,8 %) vedo katera vrsta termometra je najbolj primerna za merjenje središčne temperature piščančjih prsi in kam je potrebno vstaviti vbodni termometer, če želimo natančno preveriti središčno temperaturo mesa. Na vprašanje: "Ali redno merite središčno temperaturo mesa – perutnine?", jih je 56,9 % odgovorilo »Da«. Zaskrbljujoč podatek je, da več kot tretjina (36,3 %) anketiranih ni vedela ali redno opravljajo meritve središčne temperature mesa (perutnine). Odgovori zakaj anketirani ne merijo temperature pa nakazujejo na neznanje o pomenu zagotavljanja ustrezne toplotne obdelave živil. Več kot dve tretjini anketiranih (70,9 %) pozna pravilen postopek, ki je potreben, če je bilo pečeno goveje meso več kot 4 ure shranjeno pri temperaturi manj kot 57 °C v pečici. 16,6 % anketiranih meni, da je potrebno po predpisih meso ohladiti in ponovno segreti; 5,7 % vprašanih pa je mnenja, da je potrebno meso 15 s pogrevati na več kot 74 °C.

### Osebna higiena

Večina anketiranih (94,5 %) je odgovorila pravilno, da si je potrebno temeljito umiti roke, če pri rokovanju z živili uporabljajo papir za zavijanje; nekoliko manj anketiranih pa se te zahteve zaveda glede rokovanja z obračalko ali prijemalko (86,7 %) in rokavic za enkratno uporabo (92,0 %). 97,8 % anketiranih je odgovorilo pravilno, da je bolje za umivanje rok pri delu v kuhinji uporabiti toplo kot pa hladno vodo. Odgovori anketiranih so bili dokaj razpršeni pri vprašanju: „Koliko sekund naj bi si drgnili roke z milom?“ in sicer od 2 do 300 sekund. Nekoliko manj kot tretjina (29,8 %) anketiranih meni, da si je potrebno roke drgniti z milom 30 sekund, 11 % anketiranih meni 15 sekund, 9,5 % 20 sekund, 17,8 % vpra-

šanih pa je navedlo, da je potrebno drgniti roke z milom 60 sekund. Večina vprašanih (98,3 %) tudi pozna pravilen način sušenja rok. 10 % anketiranih priznava, da si kdaj nimajo časa umiti roke, čeprav vedo, da bi bilo potrebno. Po uporabi sanitarij in po kajenju si večina anketiranih umije roke.

## Zadovoljstvo z delom

Anketirani so s pomočjo ocenjevalne lestvice od 1 (sploh ne) do 5 (zelo) ocenili v kolikšni meri so zadovoljni z različnimi vidiki njihovega dela. Najmanj so zadovoljni z možnostjo napredovanja in z izobraževanji in usposabljanji, ki jim jih organizirajo v podjetju ter z ugodnostmi, ki jim jih nudi podjetje ter z osebnim dohodkom.

## Povzetek statističnih analiz

Bivariatne preliminarne analize smo pripravili s ključnimi spremenljivkami (vprašanji), kjer je bil večji delež nepravilnih odgovorov v primerjavi z ostalimi vprašanji. Odgovore smo predhodno ustrezno rekodirali.

### Spol

Ugotovili smo nekoliko manjši, statistično značilen delež (%) nepravilnih odgovorov žensk pri dveh vprašanjih - o možnosti resnih obolenj, če surova govedina ni dovolj toplotno obdelana ( $\phi = 0,112$ ,  $p = 0,006$ ) ter o ustreznem hranjenju čistilnih sredstev ( $\phi = 0,96$ ,  $p = 0,019$ ). Obratno pa pri vprašanju, ali je pravilno, da led zajamemo s kozarcem, kjer je bil delež pravilnih odgovorov večji pri moških ( $\phi = 0,086$ ,  $p = 0,036$ ). Pri ostalih vprašanjih z večjim deležem nepravilnih odgovorov razlike po spolu niso statistično značilne. Glede na ugotovljene šibke povezanosti ni videti, da bi spol igral pomembno vlogo.

### Izobrazba

Glede stopnje izobrazbe analiza ne da jasne slike, kot zanimivost lahko ugotovimo, da se ravno tisti s srednješolsko izobrazbo (torej tudi kuharji in natakarji) pri vprašanjih o pravilnem ravnanju z obračalko/prijemalko ter zajemanju ledu s kozarcem odrežejo najslabše. Med vsemi anketiranci ( $n = 601$ ) najdemo tudi 35 takih, ki ravna s hrano, pa se niso udeležili nikakršnega izobraževanja s področja varnosti živil. Le ti so statistično značilno v večjem deležu podali napačne

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR  
CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
OBJEKTIH SLOVENIJE



Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
 PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
 HIGIENKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
 OBJEKTIH SLOVENIJE

odgovore pri vprašanjih o pravilnem hranjenju surovih jajc v hladilniku ( $\phi = 0,142$ ,  $p = 0,001$ ), ohlajevanju toplih jedi ( $\phi = 0,085$ ,  $p = 0,037$ ) ter na meji statistične značilnosti ( $\phi = 0,078$ ,  $p = 0,056$ ) pri zajemanju ledu s kozarcem. Starost v 15 letnih razredih ni povezana znanjem pri analiziranih ključnih odgovorih.

### Materni jezik / država rojstva

Za razliko od gostiln in restavracij, kjer dela večji delež oseb, ki ravnajo s hrano, katerih materni jezik je slovenščina, je v kategoriji barov, kavarn ter slaščičarn ter v kategoriji okrepčevalnic, večji delež takih, katerih materni jezik ni slovenščina (Cramerjev  $V = 0,189$ ,  $p < 0,001$ ). Glede znanja pa se, za razliko od nekaterih raziskav iz tujine (Pichler idr. 2014), razlike glede na materni jezik v teh analizah pri nas ne pokažejo kot statistično značilne. Podobne rezultate vidimo tudi pri državi rojstva (porazdelitev v vrstah obratov Cramerjev  $V = 0,140$ ,  $p = 0,006$ ) z izjemo vprašanja o ustreznem hranjenju gotovih jedi na hladnem (do  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), kjer je nekoliko manjši delež anketiranih rojenih v Sloveniji odgovoril napačno, kot rojenih drugod ( $\Phi = 0,094$ ,  $p = 0,022$ ).

### Higienski minimum

Odgovori na postavljeno vprašanje v anketi niso zanesljivi. Previsok je delež tistih, ki so se opredelili, da so v preteklosti tako izobraževanje opravili. Bodisi je prišlo do nerazumevanja vprašanja, bodisi do efekta podajanja družbeno bolj zaželenega odgovora. S tem razlogom smo priredili novo spremenljivko pri kateri smo upoštevali izvajanje izobraževanja »Higienski minimum« do vključno leta 2004 ter z upoštevanjem spremenljivke o številu let dela na področju prehrane vse odgovore oseb z manj kot 14 let dela na tem področju rekodirali z odgovorom, da tega izobraževanja niso opravili. Tako lahko pokažemo, da se pri dveh izmed analiziranih spremenljivk, tisti, ki so opravili izobraževanje »Higienski minimum« izkažejo nekoliko bolje. Statistično značilno več je takih, ki so odgovorili pravilno pri vprašanju o hranjenju surovih jajc v hladilniku ( $\phi = 0,101$ ,  $p = 0,013$ ) ter o zajemanju ledu s kozarcem ( $\phi = 0,120$ ,  $p = 0,003$ ).

## Vrsta obrata

Kategorije v izvornem vprašanju smo rekodirali tako, da smo združili restavracije in gostilne, nato bare, kavarne in slaščičarne, v posebno kategorijo pa smo uvrstili okrepevalnice. Analize s ključnimi spremenljivkami pokažejo, da je vrsta obrata statistično značilno povezana s znanjem o ohlajevanju toplih jedi (Cramerjev  $V = 0,137$ ,  $p = 0,007$ ), pričakovano je večji delež pravilnih odgovorov med anketiranimi v restavracijah in gostilnah. Podobno ugotovimo glede hranjenja surovih jajc v hladilniku (Cramerjev  $V = 0,149$ ,  $p = 0,003$ ) ter taljenju zmrznjenih piščančjih prsi na pultu (Cramerjev  $V = 0,136$ ,  $p = 0,008$ ).

## Velikost obrata

Velikost gostinskega obrata je statistično značilno povezana z največ spremenljivkami, čeprav je moč povezanosti, tako kot drugod, tudi tu šibka. Z velikostjo obrata pada delež nepravilnih odgovorov pri vprašanju o neustrezno shranjenem rižu kot viru potencialnih zastrupitev pri ljudeh (Cramerjev  $V = 0,144$ ,  $p = 0,006$ ), pri vprašanju glede ustreznega hranjenja surovih jajc v hladilniku (Cramerjev  $V = 0,155$ ,  $p = 0,002$ ) ter taljenja piščančjih prsi na pultu (Cramerjev  $V = 0,159$ ,  $p = 0,002$ ). Zanimivo, obratno velja za odgovore na vprašanje o ustreznem hranjenju čistilnih sredstev v prostorih za pripravo hrane (Cramerjev  $V = 0,143$ ,  $p = 0,006$ ). Najmanjši delež nepravilnih odgovorov glede hranjenja na hladnem (do  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) so podali srednje veliki obrati (Cramerjev  $V = 0,145$ ,  $p = 0,006$ ). Na meji statistične značilnosti (Cramerjev  $V = 0,113$ ,  $p = 0,052$ ) je povezanost z vprašanjem o varnosti živil za uživanje, če sta njihov vonj in okus značilna, kjer izstopajo z največjim deležem napačnih odgovorov (90 %) obrati brez miz. V kolikor bi sprejeli še nekoliko večje tveganje, bi lahko ugotovili tudi naslednjo šibko povezanost, saj z velikostjo obrata pada delež nepravilnih odgovorov glede zajemanja ledu s kozarcem (Cramerjev  $V = 0,110$ ,  $p = 0,063$ ).

## ZAKLJUČEK

Rezultati telefonske ankete so pokazali pomanjkljivo znanje anketiranih zaposlenih pri delu z živili na področjih poznavanja odtajevanja živil, temperatur hladne in vroče verige, časa miljenja rok, poznavanja mikroorganizmov. Izpostavili so tudi

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR  
CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
OBJEKTIH SLOVENIJE

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
OBJEKTIH SLOVENIJE

potrebo po reorganizaciji sedanjega načina usposabljanja o higieni živil. Poudarili so učinkovitost preteklega načina usposabljanja zaposlenih, t.i. »Higienski minimum«, ki je temeljil na rednih periodičnih usposabljanjih vseh pri delu z živilom in je dosegel trdnejše znanje o higieni živil ter višjo higiensko zavest zaposlenih.

Evropski pravni red na področju varnosti živil poudari uvajanje in izvajanje dobre higienske prakse in uporabo načel sistema HACCP v vseh fazah proizvodnje in prometa živil. Slaba stran evropske zakonodaje na področju varnosti živil je, da ne predpisuje pogojev glede izobraževanja, usposabljanja in zahtevanega znanja nadrejenih in oseb pri delu z živilom. Slednje nimamo opredeljeno niti v nacionalni zakonodaji. Opredeljen je zgolj cilj, da so zaposleni pri delu z živilom usposobljeni na področju higiene, skladno z zahtevnostjo njihovega dela, oz. da so odgovorne osebe primerno usposobljene za uporabo načel sistema HACCP. To je zelo visoko zastavljen cilj, ki zahteva veliko znanja, odgovornosti in visoko higiensko zavest NŽD, tako imenovano kulturo zagotavljanja varnosti živil. V večjih prehranskih objektih (npr. vrtci, šole, domovi za starejše, itd.), kjer je za varnost in kakovost živil zaposlena ustrezno usposobljena oseba ni težav s pripravo ustreznih usposabljanj za zaposlene pri delu z živilom. Problem nastopi v manjših gostinskih obratih, kjer so nadrejeni v večini primerov ne dovolj izobraženi na področju higiene živil in prezaposleni ali pa nimajo ustrezne higienske zavesti. Zaradi navedenega NŽD v gostinskih obratih jemljejo usposabljanje zaposlenih večinoma kot dodatno, nepotrebno obveznost. In če problem še stopnjujemo, lahko še zaposlujejo kader, ki nima ustrezne izobrazbe živilske smeri. Tako se problem ustrezne usposobljenosti zaposlenih pri delu z živilom v gostinstvu samo še pogloblja.

Posameznik pri delu z živilom, tako na ravni načrtovalca, kot na ravni izvajalca je eden od osrednjih dejavnikov tveganja v procesu zagotavljanja varnosti živil. Sistemi zagotavljanja varnosti živil predvidevajo, da v sistem vstopa ustrezno usposobljen posameznik. Če so v procesu proizvodnje in prometa z živilom zaposlene osebe, ki niso dobile ustrezne formalne izobrazbe in nato niso deležne tudi usposabljanj o higieni živil, ne moremo pričakovati, da bo v delovni proces na področju živilstva vstopal zaposleni s potrebnim znanjem, veščinami, zavedanjem in odnosom do zagotavljanja varnosti živil. Želeni cilj lahko dosežemo le z učinkovitim sodelovanjem

vseh deležnikov, ki so v zagotavljanje varnosti živil vključeni na različnih ravneh.

## Zahvala

Avtorji se zahvaljujejo Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, ki je financirala izvedbo raziskave.

## LITERATURA

- [1] EFSA (2018). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. Scientific report of EFSA and ECDC. EFSA Journal 16(12): 262.
- [2] Grilc E. in sod. (2016). Smernice za obravnavo klicenoscev pri delu z živilom [Elektronski vir], urednici Eva Grilc, Nataša Šimac (El. knjiga). Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje.
- [3] Jevšnik M, Hlebec V, Raspor P (2008). Food safety knowledge and practices among food handlers in Slovenia. Food Control 19: 1107–1118.
- [4] Kotzekidou P (2016). Food Hygiene and Toxicology in Ready-to-Eat Foods. In: Al - Mamun M, Chowdhury Turin T, eds. Safety of street foods. 125 London Wall, London EC2Y 5AS, UK: Academic Press/Elsevier, 1–29.
- [5] Kumar Gupta R, Dudeja P, Singh Minhas A (2017). Food safety in the 21<sup>st</sup> century: public health perspective. In: Dudeja P, Singh Minhas A eds. Food Handlers. 125 London Wall, London EC2Y 5AS, UK: Academic Press/Elsevier, 269–280.
- [6] McIntyre L, Vallasterb L, Wilcotta LB, Henderson S, Kosatsky T (2013). Evaluation of food safety knowledge, attitudes and self-reported hand washing practices in foodsafe trained and untrained food handlers in British Columbia, Canada. Food Control. 30(1): 150–6.
- [7] NIJZ (2014). Osnovna higienska stališča za higieno in varnost živil za zaposlene v živilski dejavnosti. Dostopno na: [http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/osnovna\\_higienska\\_stalisca\\_nov\\_2014.pdf](http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/osnovna_higienska_stalisca_nov_2014.pdf) <22. 12. 2017>.
- [8] NIJZ (2015). Higienska stališča za higieno živil za zaposlene namenjena delavcem v živilski dejavnosti 2. stopnja. Dostopno na: [http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/higienska\\_stalisca\\_za\\_higieno\\_zivil\\_namenjena\\_delavcem\\_v\\_zivilski\\_dejavnosti\\_2\\_stopnja\\_2014\\_verzija\\_2.pdf](http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/higienska_stalisca_za_higieno_zivil_namenjena_delavcem_v_zivilski_dejavnosti_2_stopnja_2014_verzija_2.pdf) <20. 12. 2017>.
- [9] Obrtni zakon. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 40: 4621–4628.
- [10] Pichler J, Ziegler J, Aldrian U, Allerberger (2014). Evaluating levels of knowledge on food safety among handlers from restaurants and various catering businesses in Vienna, Austria 2011/2012. Food Control 35(1): 33–40.

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR  
CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
OBJEKTIH SLOVENIJE

Mojca JEVŠNIK, Matic KAVČIČ, Stanka VADNJAL, Urška JAMNIKAR CIGLENEČKI, Andrej KIRBIŠ:  
PREDSTAVITEV IZSLEDKOV RAZISKAVE  
HIGIENSKEGA STANJA V GOSTINSKIH  
OBJEKTIH SLOVENIJE

- [11] Pollak P, Mehikić D, Klun N, Dekleva N (2010). Smernice dobre higienske prakse in uporabe načel HACCP v gostinstvu. Ljubljana: Turistično gostinska zbornica pri GZS: Sekcija za gostinstvo in turizem pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije, 75 str.
- [12] Resolucija (2015). Resolucija o nacionalnem programu o prehrani in telesni dejavnosti za zdravje 2015–2025. Dostopno na: [http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/javna\\_razprava\\_2015/Resolucija\\_o\\_nac\\_programu\\_prehrane\\_in\\_in\\_tel\\_dejavnosti\\_jan\\_2015.pdf](http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/javna_razprava_2015/Resolucija_o_nac_programu_prehrane_in_in_tel_dejavnosti_jan_2015.pdf) <22. 12. 2017>.
- [13] Samapundo S, Climat R, Xhaferi R, Devlieghere F (2015). Food safety knowledge, attitudes and practices of street food vendors and consumers in Port-au-Prince, Haiti. *Food Control* 50: 457–466.
- [14] Seaman P (2010). Food Hygiene training: introducing the Food Hygiene Training Model. *Food Control*, 21: 381–387.
- [15] Uredba (ES) Evropskega parlamenta in Sveta o določitvi splošnih načel in zahtevah živilske zakonodaje, ustanovitvi Evropske agencije za varnost hrane in postopkih, ki zadevajo varnost hrane (2002). *Ur. list EU L 031 (178)*: 1-24, sprememba (2006). *Ur. list EU L 100 (575)*: 3-3, sprememba (2008). *Ur. list EU L 060 (202)*: 17–17.
- [16] Uredba (ES) Evropskega parlamenta in Sveta o higieni živil. (2004). *Ur. list EU L 139 (852)*: 1-54, sprememba (2008) *Ur. List EU L 277 (1019)*: 7–7.
- [17] ZZUZIS – Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živilo, *Ur L RS 52/00, 42/02-ZZUZIS-A*.

# TRENDI HIGIENSKEGA OBVLADOVANJA BIOFILMOV

Rok **FINK**

## UVOD

Interakcije med mikroorganizmi in kontaktnimi površinami igrajo pomembno vlogo v medicini, farmaciji, živilski tehnologiji in v vsakdanjem delovnem ter bivalnem okolju, kjer skušamo obvladovati mikrobno populacijo na primerno nizki ravni. Z uvajanjem novih materialov in načinov čiščenja površin se pojavljajo novi izzivi na področju higiene površin. Bakterijske okužbe predstavljajo enega izmed najpomembnejših javno-zdravstvenih izzivov, saj raziskave kažejo, da je več kot 80 % vseh okužb povezanih z izpostavljenostjo biofilmom. Proces nastanka biofilma se prične z adhezijo bakterij na površino materiala in je odvisen predvsem od fizikalno kemijskih interakcij med površino in bakterijo. Bakterije se na površini prično razmnoževati in izločati eksopolisaharidne snovi, ki jih ščitijo pred neugodnimi okoljskimi pogoji, mehanskimi silami, vplivu čistil in razkužil. Takšne združbe mikroorganizmov so tudi do tisočkrat bolj odporne na čiščenje in dezinfekcijo kot planktonske celice. Tako za obvladovanje mikrobne populacije na površini uporabljamo različne pristope, med katerimi prevladujejo kemijski načini, ki poškodujejo celično steno in/ali dedni material ter posledično povzročajo njihov propad in odcepljanje s površine.

## JAVNO ZDRAVSTVENI VIDIK HIGIENE POVRŠIN

Uporaba številnih protimikrobnih snovi v vsakdanjem življenju sicer omogoča nadzor mikrobne populacije, vendar ima takšen pristop negativne vplive na globalno zdravje. Pojav bakterijske in navzkrižne odpornosti na antibiotike je posledica nekritične

Univerza v Ljubljani,  
Zdravstvena fakulteta,  
Zdravstvena pot 5,  
1000 Ljubljana, Slovenija

uporabe protimikrobnih snovi, ki lahko vplivajo na izide zdravljenja, na mikrobno ekologijo in na prenos večkratno odpornih patogenov (Fink, 2015). Hkrati pa število učinkovitih antibiotikov v klinični medicini upada, kar predstavlja veliko tveganje za obvladovanje mikrobne populacije in zahteva od znanosti iskanje rešitev za protimikrobno krizo. Že nekaj časa velja, da problem protimikrobne odpornosti ni omejen zgolj na klinično okolje, ampak se s široko uporabo čistil in sredstev za osebno higieno seli v domače okolje (Hartmann et al., 2016). Številni proizvodi za čiščenje in osebno higieno vsebujejo protimikrobne snovi, kot so triklosan, klorheksidin, kvartarne amonijeve spojine in druge snovi, ki imajo protimikrobne lastnosti (Coulborn et al., 2010; Maillard et al., 2013). Rezultati študij pa zaskrbljujoče nakazujejo, da uporaba prav teh protimikrobnih snovi v gospodinjstvu povzroča odpornost mikroorganizmov celo na nove antibiotike (Bloomfield, 2002; Coulborn et al., 2010; Giuliano & Rybak, 2015; Maillard et al., 2013; Sonbol et al., 2018). Tako je Svetovna zdravstvena organizacija leta 2017 opozorila na problem povečane odpornosti na protimikrobna sredstva, ki se ne uporabljajo za klinične namene (WHO, 2017). Obvladovanje bakterijske odpornosti na protimikrobna sredstva v prvi vrsti zahteva od nas, da omejimo uporabo protimikrobnih snovi v ne-kliničnem okolju, kjer lahko vzdržujemo primerno raven mikrobne populacije brez uporabe protimikrobnih snovi ali s snovmi, ki imajo nespecifično delovanje in tako ne povzročajo odpornosti.

## TRENDI OBVLADOVANJA MIKROBNE POPULACIJE NA POVRŠINAH

Razvoj znanosti in aplikacije dognanj v industriji omogočajo razvoj novih pristopov in načinov obvladovanja biofilmov. Hkrati pa informirani potrošniki in strokovna javnost zahteva od odgovornih oseb uporabo učinkovitih, a vendar varnih sredstev tako za okolje, kot zdravje (Fink, 2019). Fizikalni pristop vključuje spreminjanje lastnosti površine materiala do takšne mere, da se bakterije ne morejo oprijeti na površino. Pri tem se nemalokrat fizikalni pristopi zgledujejo po vzorcih v naravi. Ugotovljeno je bilo, da mikrostruktura materiala, ki posnema topografijo kože morskega psa »shark skin effect« onemogoča pripenjanje bakterij na površino. Mikrostruktura površine v obliki diamanta ima med posameznimi deli vdolbine, ki so globine 0,3  $\mu\text{m}$  in naključno razporejene po površini, kar

predstavlja neugodno površino za adhezijo bakterij (Dundar Arisoy et al., 2018). Spreminjanje mikrostrukture z dodajanjem t.i. nanostebričkov s konično obliko omogoča uničevanje bakterij brez uporabe kemičnih snovi. Bakterija, ki se v adhezijskem procesu približa površini z nanostebrički zaradi neenakomerne deformacije celične stene počni, celični matriks se sprost in celica propade. Takšen način obvladovanja bakterijske adhezije je učinkovit predvsem pri Gram negativnih bakterijah, med tem ko je pri Gram pozitivnih bakterijah ta pristop manj učinkovit (Ye et al., 2019).

V procesu zagotavljanja higiene površin pa velik potencial predstavljajo naravna čistilna in protimikrobna sredstva na osnovi biopolimerov, ekstraktov rastlin, naravnih površinsko aktivnih snovi in kislin naravnega izvora, ki imajo širok spekter delovanja, veliko učinkovitost, nizko stopnjo odpornosti, obenem pa so tudi okoljsko in zdravstveno sprejemljivejši (Fink, 2019). Znano je, da terpentini, naravne kisline, tanini, flavonoidi in fenolne spojine prehajajo skozi celično steno in povzročajo denaturacijo celičnih proteinov. Eterična olja rastlin znižujejo pH, kar ima za posledico motnje v delovanju celične membrane, vpliv na DNA transkripcijo, sintezo proteinov in aktivnost encimov (Galié et al., 2018). Avtorji Raffaella et al (2017) navajajo, da mikroemulzija 5 % eteričnega olja cimetovca zmanjša za 3 Log količino biofilma na nerjavni pločevini. Raziskava avtorjev Fink et al (2018) je pokazala, da ekstrakti mediteranskih rastlin kot so lovor, pečke grozdja in lupina granatnega jabolka bolj učinkovito delujejo proti biofilmu *E. coli*, kot standardno čistilno sredstvo natrijev dodecilsulfat. Poleg eteričnih olj, številne rastline vsebujejo površinsko aktivne snovi kot so saponini. Najdemo jih v vseh stročnicah, križnicah, divjem kostanju, pralnih oreščkih in drugih. Naravni saponini imajo veliko sposobnost zmanjševanja površinske aktivnosti vode in emulzificirajo maščobe. Sočasno delujejo na celično steno, poškodujejo DNA in povzročajo odcepljanje bakterij s površine (Fleck et al., 2019). Uporaba različnih encimov kot so peptidaze, lipaze in amilaze predstavljajo enega izmed bolj učinkovitih načinov obvladovanja biofilmov. Encimi lahko prehajajo skozi eksopolisaharidno plast biofilmov in delujejo nespecifično na povzročitelja. Tako se encimi uporabljajo za obvladovanje biofilov bakterij *Salmonella*, *Campylobacter* in *L. monocytogenes*. Prednost takšnega pristopa v proizvodnem procesu je zmanjšanje uporabe čistil na osnovi klora in enostavna uporaba, hkrati encimi ne



povzročajo korozije kovinskih materialov. Slabost čiščenja z encimi pa je, da so stabilni samo pri temperaturah nižjih od 60 °C (Fink, 2019). Bakterije v zrelih biofilmih komunicirajo med seboj preko sposobnosti zaznavanja celične gostote (ang. *Quorum sensing*). Komunikacija poteka preko signalnih molekul oz. avtoinduktorjev ali »bakterijskih fermonov«. V zadnjem času vse več raziskav proučuje kako z različnimi motilci to komunikacijo med bakterijami prekini in tako povzročiti propad biofilma. To lahko dosežemo z inaktivacijo signalnih molekul ali z vnosom molekul, ki posnemajo signalne molekule, jih spreminjajo ali uničujejo. Tako se danes že v praksi uporabljajo motilci signalnih molekul kot so na primer closantel, AHL-laktonaze, AHL-amidaze, paraoksonaze, L-Kanavanin in podobni (Galié et al., 2018).

V okviru zadnjega projekta »Naravni ekstrakti za obvladovanje bakterijskih biofilmov v živilski industriji« raziskujemo vpliv ekstraktov in hidrolatov timjana, žajblja in mete. Preliminarni rezultati kažejo na veliko antibakterijsko delovanje ekstraktov in hidrolatov proti *E.coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *B. cereus*, *B. subtilis* in *S. typhimurium*. Dokazali smo, da imajo ekstrakti značilno večji antibakterijski potencial kot hidrolati. Hkrati naši rezultati nakazujejo, da lahko z ekstraktom žajblja in timjana dosežemo večje inhibicije pri vseh analiziranih bakterijskih sevih v primerjavi z standardnim antibiotikom bacitracinom.

## ZAKLJUČKI

Obvladovanje higiene površin predstavlja enega izmed osnovnih pogojev za zagotavljanje varnosti in kakovosti v zdravstvu, farmaciji, živilski proizvodnji in v vseh tistih okoljih, kjer je higiena pomembna. Danes poznamo pristope s katerimi lahko zmanjšamo tveganje na sprejemljivo raven, vendar je potrebno pri tem upoštevati tudi vplive na zdravje in okolje. Razumevanje zakonitosti življenjskega cikla biofilmov in prepoznavanje dobrobiti narave, nam omogoča, da obvladujemo mikrobiološka tveganja na sonaraven in varen način ter tako zagotovimo rešitev globale protimikrobne krize.

## LITERATURA

- [1] Dundar Arisoy, F., K. W. Kolewe, B. Homyak, I. S. Kurtz, J. D. Schiffman, and J. J. Watkins (2018). Bioinspired Photocatalytic Shark-Skin Surfaces with Antibacterial and Antifouling Activity via Nanoimprint Lithography: *ACS applied materials & interfaces*, v. 10, p. 20055-20063.
- [2] Fink, R. (2015). *Hygienically Relevant Biofilms*: New York, Nova Science Publishers.
- [3] Fink, R. (2019). *Good Hygiene Practices and Their Prevention of Biofilms in the Food Industry*, Cambridge Scholars Publishing.
- [4] Fink, R., S. Kulaš, and M. Oder (2018) Efficacy of sodium dodecyl sulphate and natural extracts against *E. coli* biofilm: *International journal of environmental health research*, p. 1–9.
- [5] Fleck, J., A. Betti, F. da Silva, E. Troian, C. Olivaro, F. Ferreira, and S. Verza (2019). Saponins from *Quillaja saponaria* and *Quillaja brasiliensis*: Particular Chemical Characteristics and Biological Activities: *Molecules*, v. 24, p. 171.
- [6] Galié, S., C. García-Gutiérrez, E. M. Miguélez, C. J. Villar, and F. Lombó (2018). Biofilms in the Food Industry: Health Aspects and Control Methods: *Frontiers in Microbiology*, v. 9.
- [7] Hartmann, E. M., R. Hickey, T. Hsu, C. M. Betancourt Román, J. Chen, R. Schwager, J. Kline, G. Z. Brown, R. U. Halden, C. Huttenhower, and J. L. Green (2016). Antimicrobial Chemicals Are Associated with Elevated Antibiotic Resistance Genes in the Indoor Dust Microbiome: *Environmental Science and Technology*, v. 50, p. 9807–9815.
- [8] Raffaella, C., L. Casettari, L. Fagioli, M. Cespi, G. Bonacucina, and W. Baffone (2017). Activity of essential oil-based microemulsions against *Staphylococcus aureus* biofilms developed on stainless steel surface in different culture media and growth conditions: *International Journal of Food Microbiology*, v. 241, p. 132–140.
- [9] Ye, J., J. Deng, Y. Chen, T. Yang, Y. Zhu, C. Wu, T. Wu, J. Jia, X. Cheng, and X. Wang (2019). Cicada and catkin inspired dual biomimetic antibacterial structure for the surface modification of implant material: *Biomaterials science*.
- [10] WHO (2017). Critically important antimicrobials for human medicine: ranking of antimicrobial agents for risk management of antimicrobial resistance due to non-human use.

# TRENDI REŠEVANJA PROBLEMATIKE NEUSTREZNEGA PREZRAČEVANJA

Mateja **DOVJAK**

Univerza v Ljubljani,  
Fakulteta za gradbeništvo  
in geodezijo, Katedra za  
stavbe in konstrukcijske  
elemente, Jamova cesta  
2, 1000 Ljubljana,  
Slovenija

## UVOD

Raba energije v stavbah predstavlja okoli 40 % celotne končne energije v Evropski uniji (EU), sledi transport s 33 % (European Parliament, 2016). Stavbe so odgovorne za 36 % vseh CO<sub>2</sub> emisij in porabijo 55 % električne energije v EU (European Commission, 2018). Stanovanjske stavbe predstavljajo največji segment stavbnega fonda s 75 % celotne površine stavb v EU. Nestanovanjske stavbe so v primerjavi s stanovanjskimi bolj zapletene in raznolike in predstavljajo 25 % stavbnega fonda (BPIE, 2011).

Obstoječ stavbni fond je star. Več kot 40 % stavb je bilo zgrajenih pred letom 1960 in 90 % pred letom 1990. 75 % stavb v EU je energijsko neučinkovitih in jih tako prištevamo med velike porabnike energije (European Parliament, 2016). Povprečna končna raba energije za enodružinsko hišo, ki je bila zgrajena v letu 1960, znaša 150-350 kWh/(m<sup>2</sup>) in za hišo, ki je bila zgrajena leta 1990 znaša 108-268 kWh/(m<sup>2</sup>) (odvisno od države članice) (BPIE, 2011). Povprečna specifična raba energije za nestanovanjske stavbe znaša 280 kWh/m<sup>2</sup>. Evropska komisija navaja, da imajo stavbe največji potencial k energijskim prihrankom. Ocenjeni energijski prihranki v stanovanjskih in nestanovanjskih stavbah znašajo 27 % in 30 %.

Po Uredbi o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18) stavbe za izobraževanje (predšolsko, osnovnošolsko, srednješolsko izobraževanje, visokošolsko, univerzitetno), klasificiramo kot Stavbe splošnega družbenega pomena (126) in nadalje kot Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo (1263) ter Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno

delo (12630). Po navedba SURS (2008), 40 % celotne površine stavb v javnem sektorju (3.657.862 m<sup>2</sup> od 9.970.060 m<sup>2</sup>) prispevajo stavbe za izobraževanje (3 % vrtci, 22 % OŠ, 8 % srednje šole, 7 % ostalo šolstvo). Po deležu v rabi končne energije brez javne razsvetljave, bolnicam sledijo osnovne šole s 15 %, stavbe javne uprave z 11 % ter stavbe za kulturo in razvedrilo z 10 %. Deleži ostalih vrst stavb so nižji od 10 %. Raba končne energije v javnem sektorju v stavbah za izobraževanje znaša 34 % od celotne rabe končne energije v javnem sektorju (2231 TJ od 6.730 TJ). Specifična raba končne energije je 241 kWh/m<sup>2</sup> v vrtcih, 142 kWh/m<sup>2</sup> v OŠ, 150 kWh/m<sup>2</sup> v srednjih šolah, 243 kWh/m<sup>2</sup> v ostalem šolstvu. Podobna je situacija tudi na EU ravni. Po podatkih BPIE (2011) imajo izobraževalne ustanove v EU značilen vzorec uporabe. Obsegajo 17 % celotne površine javnih stavb. Uporabne površina glavnine izobraževalnih ustanov v EU presega vrednost 1000 m<sup>2</sup>. V EU 12 % končne rabe energije v javnem sektorju odpade na izobraževalne ustanove. Specifična raba energije za izobraževalne ustanove v EU je 150-250 kWh/(m<sup>2</sup>a) in je primerljiva situaciji v Sloveniji.

Evropa se s problematiko velike rabe energije v stavbnem sektorju spopada z uvedbo številnih regulativ, politik in strategij za spodbujanje energijske učinkovitosti in samozadostnosti držav članic. Glavni del aktivnosti je vezan na zmanjševanje rabe energije v stavbah, zmanjševanje CO<sub>2</sub> in uvedbo obnovljivih virov energije. Krovni mednarodni pravni akt na področju rabe energije v stavbah je Energy Performance of Buildings Directive (EPBD 2010/31/EU), ki zahteva doseg t.im. cilja 20-20-20 do leta 2020, predvsem s pomočjo energijsko učinkovitih ukrepov. Člen 5 Directive 2012/27/EU navaja: "from 1 January 2014, 3 % of the total floor area of heated and /or cooled buildings owned and occupied by its central government is renovated each year." Še več, EPBD 2010/31/EU zahteva "all new buildings to be nearly zero-energy by the end of 2020. All new public buildings must be nearly zero-energy by 2018". Nova Direktiva o energetske učinkovitosti stavb (Directive (EU) 2018/844, p 3) navaja: "Member States should support energy performance upgrades of existing buildings that contribute to achieving a healthy indoor environment,...".

Kljub strogim zakonskim zahtevam, pa je letna stopnja prenove v EU še vedno manj intenzivna in znaša le 0.4-1.2 % (odvisno od države članice) (EPBD Proposal 2016). Ocenjuje

se, da prenova predstavlja 57 % vseh gradbenih dejavnosti (EP, 2016). Evropski parlament (European Parliament, 2016) je definiral zahtevane in priporočene politike in strategije za zvečanje stopnje prenove, ki so: regulativne (npr. obvezni gradbeni predpisi, minimalni standardi energijske učinkovitosti); finančne in davčne (npr. davčne olajšave), informativne kampanje in označevanje (npr. ozaveščanje, certifikati o energetske učinkovitosti EU) in drugo.

Če povzamemo, današnje prenove in novogradnje potekajo v smeri dosega večje energijske učinkovitosti, kar dosežemo z izboljšavami na ravni stavbnega ovoja in mehanskih sistemov. Na primer: U faktor zunanje stene stavbe, ki je bila zgrajena v 1960tih letih je znašal 1.5-2.5 W/(m<sup>2</sup>K), za leto 1990: 0.8-1.2 W/(m<sup>2</sup>K) in za leto 2010: 0.2 W/(m<sup>2</sup>K) (BPIE, 2011). Zrakotesnost stavbnega ovoja (n50 v h<sup>-1</sup>) enodružinske hiše zgrajene v 1990tih letih znaša 0.7 h<sup>-1</sup> (Danska) in 0.8 h<sup>-1</sup> (Nemčija), ter 2010 0.6 (Danska) in 0.27 h<sup>-1</sup> (Nemčija). Kot rezultat energijsko učinkovitih ukrepov se je končna raba energije v gospodinjstvih EU znižala za 11 %, v obdobju 2005–2015 (EEA, 2017).

Takšen celovit pristop se odraža ne le v zmanjšani porabi energije stavbe, ampak tudi v neudobnih in nezdravih razmerah ter drugih zdravstvenih izidih. Številne epidemiološke raziskave (Dovjak and Kukec, 2019) opozarjajo na problematiko slabe kakovosti notranjega okolja, ki je še posebej izrazita v novogradnjah in prenovah.

Članek obravnava kakovost notranjega okolja v nestanovanjski stavbi, ki je bila deležna prenove. Uporabniki so opozorili na problematiko poslabšanja kakovosti zraka. S pomočjo numeričnih simulacij smo analizirali stanje in na osnovi rezultatov izdelali priporočila, ki so uporabna tako za graditev kot za pripravo nacionalnih politik in strategijah v smeri kakovostnega notranjega okolja.

## ŠTUDIJA PRIMERA

Namen prezračevanja v stavbah po Awbi (2003) je zagotoviti optimalno količino čistega zraka za dihanje, redčenje onesnaževal, ki izvirajo iz same stavbe, in dejavnosti, ki se izvajajo v njej, ter odstranitev onesnaževal iz nje. Da bi dosegli visoko energijsko učinkovitost stavbe, je stavbni ovoj zatesnjen in vgrajeni so učinkoviti mehanski sistemi, podprti s

toplotnimi rekuperatorji. Zlasti v nestanovanjskih stavbah se prezračevalne izgube pogosto zmanjšajo z zmanjšanjem količine svežega zraka na uporabnika. Na žalost je takšen načrtovalski pristop v podprt tudi s strani nacionalne zakonodaje v Sloveniji (Tabela 1) (Dovjak et al., 2018).

Mateja DOVJAK: TRENDI REŠEVANJA  
PROBLEMATIKE NEUSTREZNEGA  
PREZRAČEVANJA

**Tabela 1.** Zakonske zahteve in priporočila za načrtovane stopnje prezračevanja v Sloveniji (Rules on the ventilation and air-conditioning of Building, OJ RS, No 42/02 with amend.; PURES 2010; TSG-1-004: 2010).

Načrtovana stopnja prezračevanja (referenca)		
Required value (Rules on the ventilation)	Minimal air changes per hour (ACH)	0.5/h
Required value (Rules on the ventilation)	Minimal volume of air per person	8.7 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Required value (Rules on the ventilation)	Minimal outdoor air intake	15 m <sup>3</sup> /h per person
Required value (Rules on the ventilation)	Minimal volume of air per floor surface area	1.5 m <sup>3</sup> /h per m <sup>2</sup>
Required value (Rules on the ventilation)	Minimal air volume	10.1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
Recommended value (Rules on the ventilation)	Air volume	55 m <sup>3</sup> /h per person
Required value (PURES 2010)	ACH	Not lower than 0.7/h during occupation
Required value (TSG-1-004: 2010)	Min (ACH) for residential buildings	0.5/h

Z namenom raziskave smo izvedli primerjalno analizo izbranih parametrov kakovosti notranjega zraka in rabe energije za pet scenarijev, kjer se je načrtovana stopnja prezračevanja spreminjala glede na nacionalne zakonske zahteve. Za simulacijo smo uporabili model realnega vrtca, prenovljenega v letu 2016 (4345,4 m<sup>3</sup>; 1289,6 m<sup>2</sup>). Koncentracije CO<sub>2</sub> so bile izračunane v dveh modelnih igralnicah (starostna skupina 1: 14 otrok, 2 vzgojitelja in starostna skupna 2: 24 otrok, 2 vzgojitelja) s programom CONTAM 3.2 (Tabela 2) (Dovjak et al., 2018).

**Tabela 2.** Izračunane koncentracije CO<sub>2</sub> [mg/m<sup>3</sup>] v obravnavanih modelnih igralnicah za 5 scenarijev (Dovjak et al., 2018).

Required and recommended ventilation rates	Calculated CO <sub>2</sub> concentration [mg/m <sup>3</sup> ] igralnica 1 in 2	Required and recommended CO <sub>2</sub> levels
1. Scenario: 0.5/h	8891 7408	3000 mg/m <sup>3</sup> (maximum permissible level, national rules); 1350 mg/m <sup>3</sup> (recommended level for Category I, EN 15251:2007); 1800 mg/m <sup>3</sup> (recommended level, ANSI/ASHRAE Standard 62.1:2004)
2. Scenario: 8.7 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	2138 1888	
3. Scenario: 15 m <sup>3</sup> /h per person	2049 2096	
4. Scenario: 10.1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1942 1726	
5. Scenario: 55 m <sup>3</sup> /h per person	1082 1095	

Rezultati simulacij CO<sub>2</sub> so pokazali, da je posledica minimalne dovoljene vrednosti izmenjave zraka (air change ~ ACH) 0.5 najvišja koncentracija CO<sub>2</sub> v obeh modelnih igralnicah (igralnica 1: 8891 mg/m<sup>3</sup>, igralnica 2: 7408 mg/m<sup>3</sup>) in presega maksimalno dovoljeno vrednost CO<sub>2</sub> za kakovost notranjega zraka za 2,5 krat (igralnica 2) in 3,0 krat (igralnica 1) in priporočeno vrednost za 5,5 (igralnica 2) in 6,6 (igralnica 1). Posledica vseh zahtevanih in priporočenih načrtovanih stopenj prezračevanja je prekoračitev priporočenih vrednostih za CO<sub>2</sub> koncentracije za kategorijo 1 kakovosti notranjega zraka (Category I of IAQ), razen načrtovane stopnje prezračevanja 55 m<sup>3</sup>/h na osebo (Dovjak et al., 2018).

## ZAKLJUČKI

Definicija načrtovanih optimalnih stopenj prezračevanja naj izhaja iz raziskav, ki ugotavljajo, da višje vrednosti prezračevanja rezultirajo v boljši kakovosti zraka, zdravih in udobnih razmerah. Kot osnovni kriterij načrtovanja je dejansko število uporabnikov in ostali možni viri emisij. Za doseg visoke kakovosti notranjega zraka so potrebni celoviti ukrepi (od izbora zdravju prijaznih materialov do zasnove sistema glede na lokacijsko kakovost z zraka) in vključujejo tudi izbor optimalnih vrednosti prezračevanja. To mora podpirati nacionalna zakonodaja (Dovjak et al., 2018).

Ugotovitve raziskave se prenese v ostala notranja okolja s podobno problematiko in se uporabi kot vodila pri določitvi politik in strategij v smeri zdravih notranjih okolij z osveščanjem in dvigom zavedanja vseh deležnikov v procesa graditve.

Sprejemanje odločitev v procesu graditve stavb mora potekati v smeri doseganja zdravih, udobnih in stimulirajočih razmer, varovanju okolja, ob minimalni možni rabi energije (Krainer, 2008; Dovjak, 2012).

Mateja **DOVJAK**: TRENDI REŠEVANJA  
PROBLEMATIKE NEUSTREZNEGA  
PREZRAČEVANJA

## LITERATURA

- [1] ANSI/ASHRAE Standard 62.1:2004. Ventilation for acceptable indoor air quality. ASHARE. Atlanta, GA.
- [2] Awbi, H.B. (2003). Ventilation of buildings. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Taylor & Francis.
- [3] BPIE (2011). Buildings Performance Institute Europe. Europe's Buildings under the Microscope. A country-by-country review of the energy performance of buildings. [http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR\\_EU\\_B\\_under\\_microscope\\_study.pdf](http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR_EU_B_under_microscope_study.pdf) (10 October 2019).
- [4] Česen, M, Urbančič, A, Lah, P. (2008). Raba energije v javnem sektorju, stroški zanjo in vplivi na okolje. Statistični dnevi, SURS: 1–11.
- [5] Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.
- [6] Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency.
- [7] Dovjak, M. (2012). Individualization of personal space in hospital environment : dissertation. Nova Gorica: 184.
- [8] Dovjak, M, Slobodnik, J, Krainer, A. Deteriorated indoor environmental quality as a collateral damage of present day extensive renovations. Strojniški vestnik, 2019, 65, 1: 31–40.
- [9] Dovjak, M, Kuček, A. (2019). Creating healthy and sustainable buildings : an assessment of health risk factors. Cham: Springer Open.
- [10] European Commission (2018). Buildings. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings> (10 October 2019)
- [11] EEA (2017) European Environmental Agency. Household energy consumption. <https://www.eea.europa.eu/airs/2017/resource-efficiency-and-low-carbon-economy/household-energy-consumption> (10 October 2019).
- [12] EN 15251:2007. Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings- addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. International Organization for Standardization. Geneva.
- [13] European Parliament (2016). Directorate-General for Internal Policies, Boosting Building Renovation: What Potential and Value



- for Europe? [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/587326/IPOL\\_STU %282016 %29587326\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/587326/IPOL_STU %282016 %29587326_EN.pdf) (10 October 2019).
- [14] EPBD Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings.
- [15] EPBD proposal (2016). Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council Amending Directive 2010/31/EU on the Energy Performance of Buildings.
- [16] EC (2018). European Commission - Energy. [https://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings\\_en.htm](https://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm) (10 October 2019).
- [17] Krainer, A. (2008). Passivhaus contra bioclimatic design. *Bau-physik* 30, 6: 393–404.
- [18] PURES 2010. Rules on efficient use of energy in buildings with a technical guideline. O.J. RS, No. 52/10, 61/17.
- [19] Rules on the ventilation and air-conditioning of building. O.J. RS, No 42/02 with amend.
- [20] TSG-1-004: 2010. Tehnična Smernica Učinkovita Raba Energije.
- [21] Uredba o razvrščanju objektov (O.J. RS, No. 37/18).

# NOTRANJI IN ZUNANJI ZAJEDAVCI – VLOGA IN POMEN

Aleksandra **VERGLES RATAJ**

## UVOD

Veliko je notranjih in zunanjih zajedavcev živali, ki se prenašajo na ljudi. Prenos je možen z onesnaženo hrano, vodo in umazanimi rokami. V naše telo vnesemo jajčeca, oociste ali ciste notranjih zajedavcev. Prenos je možen tudi z drugimi razvojnimi oblikami zajedavcev v slabo termično obdelanih živilih.

Med trakuljami sta pomembni dve človeški trakulji, *Taenia solium* in *T. saginata*. Del njihovega življenjskega ciklusa poteka v prašiču oz. govedu. Človek se invadira s slabo pečenim ali kuhanim mesom, v katerem so prisotne razvojne oblike (*Cysticercus cellulosae* ali *C. bovis*) omenjenih trakulj. Invadiramo se lahko tudi z ličinkami gliste *Trichinella* spp., ki so inkapsulirane v mišičnini. Zanimiva je trakulja *Vampirolepis (Hymenolepis) nana*, ki je skupna človeku in glodavcem, prenaša pa se z vmesnim gostiteljem kot oblika cisticerkoid. Vmesni gostitelji so različni insekti, ali njihove razvojne oblike, prav tako se z vmesnim gostiteljem (bolho) prenaša trakulja *Dipylidium caninum*. Ta je pogosta pri psih in mačkah, a redka pri človeku. *Per oralno* se prenašajo jajčeca pasje trakulje *Echinococcus granulosus*, ciste protozoja *Giardia*, oociste *Cryptosporidium* ter *Toxoplasma gondii*, jajčeca na invazijski stopnji gliste iz rodu *Toxocara*, *Ascaris* ter razvojna oblika ježerilca *Macracanthorhynchus hirudinaceus*. S slabo pečenimi ali kuhanimi ribami, se prenašajo na človeka ličinke tretje razvojne stopnje gliste rodu *Anisakis*. Človek se lahko invadira tudi z metacerkarijami sesačev. Različni zunanji zajedavci živali se prenašajo na ljudi ob stiku z živalmi in povzročajo dermatitise, alergične reakcije, lahko tudi hujše kožne spremembe.

Univerza v Ljubljani,  
Veterinarska fakulteta,  
Gerbičeva 60,  
1000 Ljubljana, Slovenija

## TRAKULJE

Trakulje imajo glavo ali scolex, priseske, rostelum, vsaj večina, in so hermafroditi ali dvospolniki. Telo je zgrajeno iz proglotid ali odrivkov. Spolno zrele proglotide vsebujejo moške in ženske spolne organe. V gravidnih, zrelih proglotidah, se izoblikujejo jajčeca in se skupaj s proglotido izločijo v okolje.

### *Taenia solium*

Človeško trakuljo najdemo povsod po svetu. Njena dolžina je 4-6 metrov in lahko preživi v človeku tudi 20 let. Značilnost trakulje je njena glavica, scolex, ki ima 4 priseske in rostelum, na katerem najdemo 26-32 trnov v dveh vrsticah. Z iztrebki se izloči 6-7 proglotid, v katerih so skrita jajčeca teniidnega tipa velikosti 30-45  $\mu\text{m}$ . Človek se lahko invadira, če zaužije sveže ikre iz mišičnine prašiča. Ikra se imenuje *Cysticercus cellulosae* in je cista velikosti 0,6-2cmx0,5-1cm in postane invazivna po 2-4 mesecih, potem ko prašič zaužije jajčeca trakulje *Taenia solium*, ki jih človek izloča z iztrebki. Če človek zaužije ikro, po 8-12 tednih spolno dozori trakulja in začne izločati proglotide z jajčeci. Redko se zgodi, da proglotida razpade že v črevesu in se jajčeca izločajo samostojno. Pri tej trakulji zasledimo avtoheterokseni razvojni krog, kar pomeni, da so vse razvojne oblike trakulje ugotovljene pri istem gostitelju – človeku, ki je nosilec adultne oblike trakulje in iker v mišičnini, očesu ali možganih. Človek se invadira per oralno z jajčeci na slabo oprani zelenjavi, ali jajčeci zaradi pomanjkljive higiene rok po uporabi stranišča. Muhe lahko prenašajo jajčeca iz iztrebkov na živila. Odrasla trakulja odvzre zrele proglotide, ki se lahko najdejo na iztrebkih, na spodnjem perilu, ali posteljnini. Zaradi mišičnih vlaken, ki jih vsebujejo pod povrhnjico, so v začetku proglotide še gibljive. Če se človek invadira z jajčeci, traja 8 tednov, da se izoblikujejo nova jajčeca odrasle trakulje. Če človek zaužije sveže cisticerke v mišičnini, na primer z mletim mesom ali suhomesnate izdelke, ki so neustrezno pripravljene, v 4-10 tednih se izoblikuje odrasla trakulja. V prašičji mišičnini lahko cisticerki preživijo 1-2 leti. Temperatura -18 °C v nekaj urah uniči ikre.

Preprečevanje: ustrezna priprava svinjine in higiena rok.

***Taenia saginata***

Trakuljo imenujemo dolga človeška trakulja, ker je dolga 10 in več metrov. Na glavi trakulje ali scolexu se ne nahaja rostelum. Proglotide so dolge okoli 2 cm, široke 7 mm. Ikre, ki tudi tukaj predstavljajo mehurček s tekočino in bodočo glavico trakulje, najdemo v govejem mesu. Govedo, tako kot prašič pri prejšnji trakulji, predstavlja vmesnega gostitelja. Govedo mora zaužiti jajčeca iz iztrebkov človeka. To se zgodi navadno na pašnikih, ki so ob planinskih poteh, ob postajališčih avtobusov, ob cestah ali divjih parkiriščih. Trakulja pri človeku lahko preživi tudi do 25 let. Onkosfera prehaja skozi črevesno steno goveda, preide v krvni obtok in v mišičnino, večinoma v trebušno prepono, srce, žvekalne mišice ali jezik. Invazija človeka poteka z neustrezno pripravljenim govejim mesom, ki vsebuje sveže še ne kalcificirane ikre.

Preprečevanje: ustrezna priprava govejega mesa. Ikre uniči 56 °C, zamrzovanje -13 °C vsaj 10 dni, v 12 urah so ikre uničene pri -20 °C.

***Vampirolepis (Hymenolepis) nana***

Trakulja je le 5 cm dolga in parazitira pri človeku, miših in podganah v tankem črevesu. Ima na glavici rostelum, ki ima le 1 vrstico trnov (20-24). Razvoj trakulje poteka preko vmesnega gostitelja, v katerem se razvije cisticerkoid. Ta je nekaj mm velik, ima uvihano glavico bodoče trakulje in repek. Vmesni gostitelji so hrošči, njihove larve, še posebej hrošči mokarji, ščurki ali larve oz. odrasle bolhe. Človek mora zaužiti vmesnega gostitelja in cisticerkoid, ki je skrit v njem. Lahko pa se invadira tudi z jajčeci iz lastnega ali drugega človeškega fecesa preko umazanih rok, onesnažene vode, živil ali z jajčeci iz fecesa glodavcev. Če človek zaužije jajčeca, se sprostijo onkosfere oz. embriji v črevesu in se izoblikuje cisticerkoid, ki se nato preoblikuje v odraslo trakuljo v manj kot 3 tednih. Težke invazije so navadno pri otrocih, kjer zasledimo veliko število odraslih trakulj. Jajčeca *V. nana* so posebne oblike in imajo na polih filamente. Dva do štirje tedni so potrebni, da po invaziji in razvoju odrasli začnejo izločati jajčeca (prepatentna doba) in jih izločajo 2 meseca.

Preprečevanje: higiena okolja v bližini živil.

Aleksandra VERGLES RATAJ: NOTRANJI  
IN ZUNANJI ZAJEDAVCI – VLOGA IN  
POMEN

***Dipylidium caninum***

Trakulja je pogosta pri naših psih in mačkah. Prenaša jo bolha ali tekuti. Človek se lahko invadira, če zaužije bolho, ali njeno razvojno obliko, ki vsebuje cisticerkoid. Po 3 tednih se razvije odrasla oblika trakulje. Lastniki psov ali mačk poročajo o riževim zrnom podobnih oblikah, ki jih najdejo na živali, okoli zadnjika ali na ležišču. Pojavlja se analno srbenje in draženje zaradi premikanja svežih proglotid.

Preprečevanje: higiena okolja, redno dajanje antiparazitikov s poudarkom na odstranjevanje bolh.

***Echinococcus granulosus***

Razvojna oblika pasje trakulje *Echinococcus granulosus*, ki živi v tankem črevesu psa, povzroča pri človeku nastanek ehinokokoze, nastajanje mehurjev v telesu, v katerih so prisotne bodoče glavice trakulje, ki se imenujejo protoscolexi. Ciste ali mehurji lahko nastanejo na jetrih, pljučih, ob kosteh ali v možganih človeka. Vnos jajčec je preko ust, z umazanimi rokami ob uživanju hrane, lahko s pitjem onesnažene vode, ki vsebuje jajčeca trakulje. Jajčeca lahko prenašajo tudi muhe na svojih odlakanih okončinah, ko sedajo na nezavarovana živila.

**GLISTE**

Pri glistah govorimo o spolnem dimorfizmu, kar pomeni, da sta spola ločena. Samci so navadno manjši, samice pa večje in daljše zaradi proizvodnje velikega števila jajčec. Po oploditvi, samice začnejo izločati jajčeca v okolje in pri večini se jajčeca znajdejo v iztrebkih.

***Trichinella* spp.**

V Sloveniji je bil ugotovljen manjši izbruh trihineloze v Vrtojbi leta 1983. Vir invazije je bilo meso domačega prašiča, ki je bil kupljen v Srbiji. Večji izbruh je bil povezan z obratom kmečkega turizma v Žirovskem Vrhu leta 1989. Sveže, 10 dni stare prekajene klobase je jedlo okrog 200 ljudi, med njimi tudi 3 tujci iz Francije. Lastnik gostinskega obrata je kupil prašiča v Srbiji, iz istega območja s trihinelozo, iz katerega je tudi izhajal kupljeni prašič iz Vrtojbe. Na Inštitutu za mikrobiologijo in parazitologijo so v klobasah potrdili žive ličinke

lasnice, 2-60 na gram mišičnine. Klobase smo hranili v hladilniku na 4 °C 18 mesecev ter ugotovili, da so ličinke lasnice preživele in po digestiji jih je bilo več kot 60 % gibljivih.

Vsako leto je kakšen vzorec divjega prašiča ali medveda v Sloveniji pozitiven na trihinele. Vendar vsi pozitivni primeri v zadnjih letih ne izhajajo iz slovenskih živali, ampak iz uvoženih. Zadnji primer je bil leta 2019, ko je odstreljeni starejši medved bil pozitiven na *T. britovi*.

Ob zaužitju neustrezno pripravljenega mesa z ličinkami trihinele, se v želodcu pod vplivom HCl in pepsina, iz kapsul sprostijo ličinke, potujejo v tanko črevo, kjer dozori, se razmnožujejo in samica, ki je velika 2,5-3 mm, izloča žive ličinke, je viviparna. Samica živi 4-6 tednov in izloči okoli 2.000 larv. Novorojene ličinke so okoli 70  $\mu$ m velike, potujejo s krvnim obtokom po telesu in prehajajo v prečno progaste mišice že 6-11. dan, kjer se inkapsulirajo in jih vzdrževalna celica oskrbuje s hrano, izločajo metabolne produkte na pole kapsule in lahko preživijo tudi 20-30 let, če le ni prisotna kalcifikacija. Ta se lahko pojavi po 6 mesecih. Dvajset dni potrebuje ličinka da se ustali in dokončno izoblikuje kapsulo 45-50.dan.

Preprečevanje: obvezni pregled mesa klavnih in odstreljenih živali, ki so namenjene za prehrano, na prisotnost ličink lasnice (konji, domači prašiči, divji prašiči, medvedi, jazbeci).

### ***Toxocara canis***

Glista je razširjena povsod po svetu. Pojavlja se pri psih. Pri samici v 42. tednu brejosti skrite ličinke, zaradi prisotnosti hormonov, začnejo migrirati po telesu. Ličinke, ki so velike od 1 - 5 mm migrirajo v različne organe, tudi v uterus breje samice in mlečno žlezo. Na ta način se lahko mladiči že v uterusu invadirajo, po rojstvu pa tudi z materinim mlekom. Ko so stari 3 tedne, lahko že samica *Toxocara* izloča jajčeca, ki so opazna v iztrebku mladiča. Jajčece potrebuje nekaj dni ali tednov, da se v njem izoblikuje ličinka L2 in šele takrat je sposobno invadirati novega ali istega gostitelja. Če se zgodi, da človek z umazanimi rokami vnese v usta jajčeca na invazijski stopnji, v telesu človeka ne dozori *Toxocara* do spolne zrelosti, ampak ličinke potujejo po telesu v različne organe. Lahko zaidejo v pljuča, možgane ali oko.

Aleksandra VERGLES RATAJ: NOTRANJI  
IN ZUNANJI ZAJEDAVCI – VLOGA IN  
POMEN

Preprečevanje: redna dehelmintizacija psov in mačk (*T. cati*) in higiena rok pred uživanjem hrane.

### ***Anisakis simplex***

Ta glista je razširjena po svetu, pogostejša na obalah Evrope, Japonske in Kanade. Samice so velike tudi do 30 cm, samci 16 cm. Glista živi kot odrasla oblika v črevesu morskih sesalcev (delfini, kiti, tjulnji, ...), ki z iztrebki izločajo jajčeca v morje, kjer se izoblikuje L1 ličinka, v rakcih tudi L2. Te zaužijejo ribe, kjer se razvije L3 ličinka. Ko končni gostitelj zaužije takšno ribo z L3 ličinko, v črevesu dozori odrasli. V ribah, ko jih čistimo in pripravljamo za konzum, se lahko vidijo ličinke v trebušni votlini. So lahko zavite v klobčič in so na gonadah, jetrih ali odvite v trebušni votlini in gibljive ter velike okoli 2 cm. Imajo tendenco migracije v mišičnino ob hrbtenici. Če človek zaužije tako surovo ribo z živimi ličinkami (na primer rusle), se lahko ličinke pritrdijo na požiralnik, steno želodca ali črevesja.

Preprečevanje: ustrezna priprava mesa rib (60 °C) ali zamrzovanje na -20 °C uniči ličinko v 24 urah.

### ***Macracanthorhynchus hirudinaceus***

*Macracanthorhynchus hirudinaceus* je ježerilec, zajedavec živali z najdaljšim imenom. Najdemo ga v tankem črevesu pri prašičih. Samci so veliki 15 cm, samice tudi do 60 cm. Jajčeca so odporna, ker imajo več ovojnic. V jajčecu je izoblikovan embrio acanthor. Če jajčece zaužije vmesni gostitelj – različne oblike hroščev, se v njem razvije invazijska oblika acanthella. Njo ali cystacanth, encistirano acanthello, pa mora zaužiti končni gostitelj. Če prašič zaužije invazijsko ličinko, v 8-12 tednih se razvijejo adulti. Človek lahko s solato poje dele hrošča z invazijsko obliko in se v tankem črevesu razvije odrasla oblika, vendar spolno ne dozori.

### ***Ascaris suum***

*Ascaris suum* je glista iz tankega črevesa pri prašičih. Podobno kot *Toxocara*, odrasle oblike ne ugotavljamo pri človeku, lahko pa ličinka prašičje gliste migrira po telesu človeka, potem ko človek zaužije jajčeca na invazijski stopnji.

## SESAČI

### ***Fasciola hepatica* – veliki metljaj**

Invazija pri ljudeh se zgodi, ko človek zaužije metacerkarije, invazivno obliko velikega metljaja, z zelenjavo ali umazano vodo. Vodne rastline so najpogostejši vir fascioleze (vodna kreša).

### ***Dicrocoelium dendriticum* syn. *lanceatum* – mali metljaj**

Človek se invadira, če zaužije mravljo, ki vsebuje invazivno obliko – metacerkarijo. To se lahko zgodi na piknikih, ko pomotoma zaužijemo mravljo z živili ali s slabo oprano zelenjavo.

### ***Alaria alata***

*Alaria alata* je sesač, ki je prisoten v črevesju mesojedov. Prašiči ki se pasejo in divji prašiči, se lahko invadirajo z vmesnim gostiteljem, s polži ali dvoživkami, in v njihovi mišičnini dozori mezocerkarija, ki ima že obliko majhnega sesača. Mezocerkarija predstavlja vmesno obliko med cerkarijo in metacerkarijo in se imenuje *Distomum muscularis suis* syn. *Agamodistomum suis*. Če bi človek zaužil slabo pečeno ali kuhano meso prašiča z mezocerkarijo, bi lahko prišlo do alergičnih reakcij.

## PROTOZOA

*Giardia duodenalis*, *intestinalis*, živi v duodenumu pri živalih in ljudeh. Protozoi, trofozoiti, ima 8 bičkov, velik je 12-17  $\mu\text{m}$ , druga oblika brez bičkov je cista, ki je okroglo ovalne oblike in velikosti 9 -13  $\mu\text{m}$ . Trofozoiti se že v notranjosti gostitelja spremenijo v ciste. Te so močno odporne in preživijo v vodi. Posamezni sevi so skupni človeku in živali. Mlajše živali stare 4-6 mesecev invadirane z *Giardia* protozajem imajo ponavljajoče se driske. Poznamo več različnih sevov. Sev A se pojavlja pri človeku, psu, mački in govedu. Sev B pri človeku, primatih, govedu, psu, konju in podgani. Na 8 °C preživijo ciste 77 dni, 21 °C 5-24 dni, 37 °C ne preživijo več kot 4 dni. Vrela voda ciste takoj uniči, v klorirani vodi pa je preživitvena sposobnost cist velika.

Aleksandra VERGLES RATAJ: NOTRANJI  
IN ZUNANJI ZAJEDAVCI – VLOGA IN  
POMEN



***Cryptosporidium* spp.**

*Cryptosporidium* je ptozoj, ki se prenaša najpogosteje z vodo. V njej so prisotne oociste, ki sporulirajo že v gostitelju in kot invazijska oblika prihajajo z iztrebki v okolje. V oocisti so le 4 sporozoiti. *C. parvum* povzroča obolenje pri prežvekovalcih, največ pri teletih starih 1 teden do 15 dni in tudi pri ljudeh. *C. hominis* invadira le človeka in je možen prenos človek-človek. So intracelularni paraziti, vendar extracitoplazmatski. Pri 4 °C oociste preživijo več mesecev. T nad 65 °C uniči oociste v 30 min, zamrzovanje na -20 °C prav tako. Kloriranje vode oocist ne uniči. Filtriranje vode oociste zadrži (velikost por – manjše od 1µm), uniči pa prekuhanje vode najmanj 1 minuto.

***Toxoplasma gondii***

Povzročitelj je razširjen povsod po svetu. Felidae, mačke, so končni gostitelji in izločajo nesporulirane oociste, velike 12x10 µm (11-14x9-11 µm). Vir invazije za mačke so glodavci s cistami. Razvoj bolezni v mački traja 20-24 dni, če se mačka invadira z oocistami in samo 3-5 dni po zaužitju cist.

Oociste v nekaj dneh sporulirajo (1-5) v naravi ob ustrezni temperaturi in vlagi, in postanejo invazivne. Izločanje oocist v iztrebkih mačke lahko traja 7-20 dni. V vodi ostanejo infektivne 9 mesecev in več, v zemlji sporulirane oociste preživijo 1-2 leti. Sporulirana oocista vsebuje 2 sporocisti (2 trosi ali 2 spori), v vsaki so 4 sporozoiti. V tkivih se formirajo ciste. Več tipov, genotipov, je prisotnih pri *T. gondii*: tip I, tip II, tip III in t.i. atipični genotipi. Za miš je najbolj patogen tip I, tip II pa povzroči pri miših kronično infekcijo s tkivnimi cistami. Človek se lahko invadira z mišičnimi tkivnimi cistami, v katerih so bradizoiti ali cistozoiti, ali z oocistami na invazijski stopnji iz okolja. Ciste v mesu uniči kuhanje, pečenje, soljenje, dimljenje... Zamrzovanje 3 dni na temperaturi -15 °C uniči ciste v mesu, na -20 °C pa v 2 dneh. Na temperaturi 4-6 °C preživijo v mesu več tednov, tudi do 2 meseca. Oociste iz mačjih iztrebkov so lahko v okolju v zemlji, vodi ali prahu. V zemlji oociste preživijo več mesecev ali let. Sušenje in T 55 °C jih hitro uniči. Zamrzovanje - 21 °C preživijo oociste okoli 28 dni. Vnos oocist je možen p/o ali z vdihavanjem. Najpogostejši prenašalci toksoplazmoze za človeka so vmesni gostitelji - prašič, ovca, kunci, govedo pa redkeje. *Toxoplasma gondii* se izloča pri obolelih z urinom, iztrebki, mlekom, je v konjunktivalnih tekočinah in v slini. V letih 2015, 2016 in v začetku leta 2017,

smo opravili na Inštitutu za mikrobiologijo in parazitologijo VF serološke preiskave na *Toxoplasma gondii* z encimskoimunskim testom – ELISA na naključno izbranih vzorcih odvzetih živalim po Sloveniji. Največ je bilo pozitivnih ovc (80 %).

## ZUNANJI ZAJEDAVCI

### Bolhe

Veliko različnih vrst bolh obstaja v srednji Evropi. Najpogosteje se srečujemo z mačjo bolho *Ctenocephalides felis*, pasjo *Ctenocephalides canis* in perutninsko *Ceratophyllus gallinae*. Ptičje bolhe lahko skočijo 25 cm daleč, pomaga jim pri tem 3. par okončin, ki je najdaljši. Bolhe so insekti brez kril, latero-lateralno sploščeni. Telo je razdeljeno na caput, thorax in abdomen, kar je značilnost vseh insektov. Na področju glave imajo ustni aparat prirejen za vbadanje in sesanje krvi. Na obraznem delu imajo nekatere bolhe obrazne ali genalne ktenidije, posebne močne ščetine, *Ceratophyllus* teh nima, ima pa pronotalne, ki ležijo na prvem segmentu thoraxa, na pronotumu. Na hrbtu so hitinske ploščice tergiti, na področju trebuha sterniti, vmes so prožni pleuriti, ki povezujejo ploščice med seboj ter omogočajo premikanje bolhe. Dihajo trahealno s spirakli. Na 9. segmentu je pygidium ali senzilijum, organ, ki ima čutne dlake trihobotrije. S pomočjo njega se orientira v prostoru, zaznava zračni tok in bližanje gostitelja. Samica leže jajčeca in jih ne lepi na dlako kot je to pri ušeh, ampak se skotalijo na tla, kjer se iz jajčec razvije črvičasta ličinka, ki ni podobna odrasli bolhi. Ta se zabubi, tako da se obda z umazanijo, drobnimi kamenčki in organskim materialom. Bolha je izrazit krvoses in ne more prebaviti vso zaužito kri, zato so njeni iztrebki temni. *C. felis* na dan izloči 25 jajčec, v svojem življenju samica do 1000. Podganje bolhe prenašajo mišjo mrzlico, tifus, erisipeloid in različne bakterije. Bolhe rade prehajajo iz živali na človeka in obratno. Pri golobih je *Ceratophyllus columbae*, ki se lahko prehranjuje tudi na človeku. Mišja bolha je *Leptopsylla*, ki jo najdemo na mački in človeku. Podganja bolha *Xenopsylla cheopis* je pa znana iz zgodovine kot najpomembnejša prenašalka bubonske kuge.

Živalske uši se ne prenašajo na ljudi, lahko pa jih ljudje prenašajo iz hleva v hlev. Temperatura 50 °C v pol ure uniči odrasle uši in jajčeca, 90-100 °C pa v 1 minuti. Živali lahko prenašajo človeške uši (naglavne *Pediculus humanus capitis* ali sramne *Phthirus pubis*) na svojem kožuščku.

Aleksandra VERGLES RATAJ: NOTRANJI  
IN ZUNANJI ZAJEDAVCI – VLOGA IN  
POMEN

*Cimex lectularius* – posteljna stenica živi v gnezdih ptic, tudi v stanovanjih ljudi in povzroča lahko dermatitise.

### Pršice – *Cheyletiella*, *Dermanyssus gallinae*

*Cheyletiella parasitivorax* je pri kuncih in zajcih, *C. blakei* pri mačkah in *C. yasguri* pri psih. Odrasli imajo 4 pare okončin, kot tudi nimfa. Tri pare nog imajo ličinke. Posebnost je ta, da sta palpusa preoblikovana v močna kavljaja. Tudi ličinka v jajčecu ima že vidno to posebnost. Mačji tip se prenaša lahko tudi na psa in obratno. Samica leže jajčeca na bazo dlake. Mlajše živali imajo več težav, kot starejše in kažejo lahko znake avtotravmatizacije. Možen je prenos na lastnika živali. Na temni dlaki živali se vidijo te pršice kot bele premikajoče se luskinke, zato so jo poimenovali walking dandruff. Živali se močno praskajo in dlaka izpada.

Rdeča pršica, *Dermanyssus gallinae*, predstavlja pomembnega zunanjega zajedavca perutnine na farmah. Zajeda pri različnih vrstah ptic (golobi, vrabci, grlice, škorci) in sesalcih (mačke, psi, glodavci, zajci, konji in človek). Zadržuje se na opremi, pod gnezdi, v različnih špranjah, na lesenih ali kovinskih delih in v nastilju. Napadena perutnina je v nenehnem stresu. Živali se kljuvajo, čistijo perje, so nemirne, anemične, zmanjša se nesnost, kvaliteta jajc se poslabša. Invadirane ptice ali perutnina imajo zaradi prehranjevanja pršic predvsem na prsni ali nogah opazne lezije.

Pršice lahko prenašajo različne bolezni: salmonelozo, *Salmonella enteritidis*, ptičje spirohete, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *E. coli*, *Shigella* sp., *Staphylococcus*, rikecije, bartonele, pasterele, borelijo, babesijo, virus encefalitisa pri perutnini, perutninski pox virus, Newcastle virus in povzročitelja ptičje kolere. Prenša pa tudi zoonotično *Chlamydia psittaci*.

Celoten življenjski cikel od jajčeca do adulta traja okoli 2 tedna, lahko pa tudi samo 1 teden. Samica po krvnem obroku začne po oploditvi izločati jajčeca. V 2-3 dneh se izvalijo ličinke, ki imajo 3 pare okončin, se leno premikajo, se ne prehranjujejo, se levijo v protonympho, ki ima že 4 pare okončin, se prehranjuje in levi v deutonympho, ki odraste v adulta. Samci se prehranjujejo samo občasno.

V zadnjih letih pojavnost gamasoidoze pri ljudeh narašča. Delavci, ki so v tesnem stiku s perutnino na farmah, lahko kažejo znake močnega pruritusa, dermatitisa, rdečih lezij,

papul, srbeč maculopapulosni izpuščaj, tako kot veterinarji, lastniki ptic ali perutnine, tudi stanovalci starejših hiš, kjer se zadržujejo golobi na okenskih policah ali podstrešju, uradniki v pisarnah. Pri nas je opisan prvi primer bolnišnične okužbe s pršico *D. gallinae*. Infestacija s pršico je bila ugotovljena pri zdravnikih v Splošni bolnišnici Jesenice. Pršica je prišla iz golobjih gnezdišč, ki so bila ob oknu bolnice. Osebje je ugotovilo prisotnost drobnih pršic na okenski polici, delovni mizi in tipkovnici. Odtis s selotejpom na površinah je bil poslan v mikrobiološki laboratorij Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano (NLZOH) Kranj, kjer je bila pršica determinirana kot *Dermanyssus gallinae*. Neobjavljen podatek je tudi izkušnja iz Laboratorija za parazitologijo Veterinarske fakultete, kjer smo se srečali pred leti z vzorci pršice *Dermanyssus gallinae*. Prvi vzorec je bil pobran z okenske police pisarne v Ljubljani, kjer je prišlo do neugodnega srbenja pri pisarniških delavcih. Drugi primer je bil tudi vzorec z okenske police stanovanjske hiše, ki je bila precej stara in so se na podstrešju zadrževali golobi. Tudi tukaj je bila potrjena rdeča pršica. Tretji primer je bil iz zahodnega dela Slovenije, kjer je starejša gospa imela nekaj kokoši. Pritoževala se je, da jo nenehno srbi glava, da ima nekaj na lasišču. Tudi vzorec iz njenega lasišča je bil pozitiven na rdečo pršico. Zadnji primer je bil pred mesecem dni, ko je stranka prinesla v parazitološki laboratorij v determinacijo pršico, ki je pogrizla stanovalce, prišla pa je v kopalnico iz okenske police, na katero je padel mladi golob. Ker so golobi največkrat vir pršice, ki nadleguje človeka, se odsvetuje hranjenje golobov, nujno je izvajanje nadzora populacije golobov v mestih in preprečevanje gnezdenja golobov na stavbah, šolah ali bolnišnicah.

Garjavci – *Sarcoptes scabiei*, se ugotavljajo pri velikem številu različnih živalskih vrst: *S. scabiei* var. *vulpis*, *felis*, *equi*, *bovis*...*canis*. Prenašajo se lahko na človeka, vendar so samo začasni obiskovalci, ki sicer lahko naredijo škodo v koži, povzročajo močno srbenje, vendar se na človeku živalski tip garjavcev ne razmnožuje in bolezen počasi izzveni. Tuneli, če jih samica vrta niso tako globoki in dolgi kot pri originalnem gostitelju.

Druge pršice: *Ophionyssus natricis* – pršica kač, ki lahko povzroča pruritus pri lastnikih, *Otodectes cynotis* – garjavec iz ušesa psov in mačk, opisan je primer pri človeku, kjer je prišlo do vnetja ušesa, *Notoedres cati* – garjavec mačke lahko povzroča spremembe na rokah in telesu človeka, *Trixacarus*

*caviae* garjavec pri morskih prašičkih, lahko poškoduje kožo tudi pri človeku.

## LITERATURA

- [1] Nordenfors H, Höglund J, Uggla A. Effects of temperature and humidity on oviposition, molting, and longevity of *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*). *J Med Entomol* 1999; 36(1): 68–72.
- [2] Sparagano O, George D, Harrington D, Giangaspero A. Significance and control of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Annual Review of Entomology* 2014; 59: 447–466.
- [3] Mehlhorn H, Eichenlaub D, Löscher T, Peters W. Diagnostik und Therapie der Parasitosen des Menschen. 2. Auflage. Stuttgart; Gustav Fischer Jena 1995; 452 strani.
- [4] Pavrilović P, Kecman V, Jovanović M. Diagnosis of skin lesions caused by *Dermanyssus gallinae* in five patients. *Int J Dermatol* 2015; 54(2):207–10.
- [5] Regan AM, Metersky ML, Craven DE. Nosocomial Dermatitis and Pruritus Caused by Pigeon Mite Infestation. *Arch Intern Med* 1987;147(12):2185–7.
- [6] Bellanger AP, Bories C, Foulet F, Bretagne S, Botterel F. Nosocomial dermatitis caused by *Dermanyssus gallinae*. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008; 29(3):282–3.
- [7] Ramsay GW, Mason PC, Hunter AC. Chicken mite (*Dermanyssus gallinae*) infesting a dog. *New Zeal Vet J* 1975; 23(7):155–6.
- [8] Mignon B, Losson B. Dermatitis in a horse associated with the poultry mite (*Dermanyssus gallinae*). *Vet Dermatol* 2008;19(1): 38–43.
- [9] Logar J. Parazitologija človeka. Didakta 2010; 261 strani.
- [10] Grmek Košnik I, Eberl Gregorič E, Ribič H, Dermota U, Dolenc M, Lavtižar J, Jurekovič V. Nosocomialni dermatitis z *Dermanyssus gallinae* v splošni bolnišnici Jesenice. *eNBOZ*, štev. 6, 2017; 4–7.
- [11] Brglez J. Trihinelozna. Zbornik veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani, Supplement 7, Ljubljana, 1995.
- [12] Möhl K, Große K, Hamedy A, Wüste T, Kabelitz P, Lücker E. Biology of *Alaria* spp. and human exposition risk to *Alaria mesocercariae*—a review. *Parasitol Res* 2009; 105:1–15.

# HIGIENSKI UKREPI ZA PREPREČEVANJE IN OBVLADOVANJE ZAJEDAVCEV

Andrej **OVCA**

## UVOD

Kitajski filozof Čuang Ce je zapisal: »Vsi si prizadevajo, da bi osvojili to, česar ne vedo. Nihče pa si ne prizadeva, da bi osvojil to, kar že ve.« To modrost navajam, ker se splošno zdi, da smo na zajedavce kar pozabili, oz. ker je napredek v epidemiologiji in metodah za odkrivanje zajedavcev povzročil, da se nekatere bolezni, katerih povzročitelji so npr. praživali, ki se razmnožujejo v črevesju in izločajo z iztrebki, kategorizirane kot porajajoče se bolezni. Primeri okužb z zajedavci, ki se prenašajo s hrano ali vodo, so redko odkriti, saj povzročajo zgolj blage gastroenteritise, ki prizadenejo manjše število ljudi in jih zato epidemiološke službe ne zaznajo oz. raziščejo nepopolno.

Bolezni, ki jih povzročajo zajedavci, ni mogoče popolnoma zatreti zaradi v zadnjih desetletjih vse večje mobilnosti ljudi, spreminjajočih se ekoloških razmer in razvoja oblik bolezni odpornih proti zdravljenju. Pomen preventivnih higienskih ukrepov za preprečevanje in obvladovanje zajedavcev je utemeljen tudi v ponekod dolgotrajnem zdravljenju, ki ni vedno učinkovito. Pogosti so stranski učinki zdravljenja okužb (npr. glavobol, vrtoglavica in bruhanje). Mehanizem delovanja večine tovrstnih zdravil ni popolnoma pojasnjen; nekatera dobro delujejo *in vitro*, a tega ne ponovijo *in vivo*, ter obratno.

Okužbe z zajedavci praviloma preprečimo, če preprečimo pot njihovega prenosa. Zato se bomo v nadaljevanju omejili na preventivne ukrepe, s katerimi preprečimo prenos večine tistih zajedavcev, ki so dejavnik tveganja za zdravje človeka.

Univerza v Ljubljani,  
Zdravstvena fakulteta,  
Zdravstvena pot 5,  
1000 Ljubljana, Slovenija

## IZZIVI PREPREČEVANJA IN OBVLADOVANJA ZAJEDAVCEV

Za nekatere zajedavce je značilno, da imajo poleg človeka še nekatere druge živalske gostitelje. V primerjavi z bakterijami so tudi odpornejši proti vplivom iz okolja in tradicionalnim ukrepom, s katerimi obvladujemo bakterije. Poleg tega je pri načrtovanju ukrepov preprečevanja in obvladovanja več izzivov, ki jih v grobem lahko razdelimo v pet kategorij.

- **Različne vrste**  
Praživali, črvi, členonožci.
- **Različni razvojni cikli**  
Nekateri živijo samo v določeni vrsti gostitelja, drugi za razvoj potrebujejo več gostiteljev.
- **Različne poti prenosa**  
Ljudje, vode (pitna, kopalna), hrana, živali, vektorji, kri.
- **Različni simptomi**  
Na eni strani redkejši akutni simptomi, lahko tudi s smrtnim izidom, na drugi strani pogostejši kronični simptomi z dolgotrajnimi posledicami, katerih breme pogosto ostane neodkrito.
- **Različne diagnostične metode.**

## UKREPI

Na področju ukrepov proti zajedavcem lahko zasledimo različne soodvisne strategije. Da lahko merimo učinek sprejetih ukrepov ter vpliv na zmanjševanje prisotnosti zajedavcev oz. števila obolelih, so nujno potrebni epidemiološki podatki o incidenci oz. prevalenci. Ukrepi, ki jih zasledimo ob pregledu strokovne literature, naj bi prekinili pot njihovega prenosa. Različni avtorji pri opisovanju posameznega zajedavca navajajo različne ukrepe, ki jih lahko razvrstimo v tri kategorije:

- higiena človekovega okolja,
- higiena objektov in procesov,
- osebna higiena.

## HIGIENA ČLOVEKOVEGA OKOLJA

Ukrepi na področju higiene človekovega okolja se nanašajo na širše zunanje okolje, in sicer na obvladovanje oz. higiensko

odstranjevanje človeškega blata, preprečevanje poplav, zaščito vodnih virov in skrb za otroška igrišča.

Zajedavce v naravi najdemo v površinskih vodah in zemlji, ki so potencialni vir onesnaženja s človeškim in živalskim blatom. Z neurejenim kanalizacijskim sistemom in nehigienskimi praksami pridelave živil se lahko zajedavci iz blata ljudi in/ali živali poleg v zemljo in površinske vode zanesejo tudi v pitno vodo in živila. Ključen preventivni ukrep ob učinkovitem kanalizacijskem sistemu na tem področju je, da površin, ki so namenjene pridelavi hrane, ne gnojimo s človeškim blatom.

Ob vse intenzivnejših vremenskih pojavih so pomembni ukrepi za preprečevanje poplav. Intenzivne padavine poleg izpiranja zajedavcev oz. njihovih razvojnih oblik iz tal zaradi poplav onemogočajo učinkovito delovanje komunalnih čistilnih naprav. Ukrepi za obvladovanje človeškega blata in preprečevanje poplav pa pomembno pripomorejo k zaščiti vodnih virov, pri čemer je ključno upoštevanje ukrepov, ki veljajo za posamezni vodovarstveni pas. Še posebej so izpostavljeni tisti vodni viri z majhno samočistilno sposobnostjo vodonosnika. S programi vzdrževanja in zaščite otroških igrišč pa zmanjšamo prenos zajedavcev z živali, ki se iztrebljajo na mestih, kjer se otroci igrajo, na otroke.

## HIGIENA OBJEKTOV IN PROCESOV

V tem sklopu navajamo ukrepe, ki jih izvajamo v domačem bivalnem okolju, in ukrepe, ki jih izvajamo v okviru sistemov notranjega nadzora v higiensko občutljivih objektih oz. delovnih procesih, kot so zdravstvo, živilska dejavnost, dejavnost vzgoje in izobraževanja ter dejavnost institucionalnega varstva (npr. domovi starejših občanov) in podobno.

V domačem okolju velja omeniti hišne ljubljence, ki so idealni gostitelji, zato se zatiranje začne že pri njih. Redno morajo prejemati sredstva za zatiranje zajedavcev. Nezanemarljiva pa je tudi njihova prehrana. Hišnih ljubljencev ne hranimo s surovim ali toplotno nezadostno obdelanim mesom.

Tudi redno menjavanje in pranje perila pri temperaturah nad 60 °C prispeva k zmanjšanju prisotnosti zajedavcev v notranjem okolju. Če se predmetov iz blaga ne sme prati pri visokih temperaturah, jih zapremo v plastično vrečko za 10–14 dni ali odložimo v zamrzovalnik.

Andrej OVCA: HIGIENSKI UKREPI ZA  
PREPREČEVANJE IN OBVLADOVANJE  
ZAJEDAVCEV



Tako v domačem okolju kot drugje je eden od ukrepov redno in učinkovito prezračevanje, saj se poleg bakterij in gliv po zraku lahko širijo tudi nekateri zajedavci oz. njihove razvojne oblike.

V primeru, da zaščita vodnih virov ni zadostna oz. sam vir že v osnovi zaradi lastnosti površinske vode predstavlja tveganje za onesnaženje z zajedavci, je nujna ustrezna priprava pitne vode. Hidrične epidemije, pri katerih je povzročitelj zajedavec, se praviloma zgodijo takrat, kadar se kot vir uporablja površinska voda, ki je nezadostno predelana, oz. ko odpovedo postopki priprave vode. V tem pogledu se kot najučinkovitejša izkaže ultrafiltracija, medtem ko uporaba klora praviloma nima učinka na prisotne zajedavce. V skrajnem primeru še vedno ostane prekuhavanje, pri katerem izkoriščamo visoko temperaturo. Pri tem velja poudariti, da zgolj zavretje ne zadostuje. Ko voda zavre, mora vreti še vsaj tri minute.

Tako v vodi kot tudi v živilih zajedavce oz. njihove razvojne stopnje uniči že dobra toplotna obdelava. Zato so tudi na področju živil ustrezne temperature pri obvladovanju delovnega procesa s sistemom HACCP ključen preventivni ukrep za preprečevanje oz. uničevanje v živilih prisotnih zajedavcev. Pri tem velja opozoriti, da segrevanje živil v mikrovalovni pečici ne uniči vseh zajedavcev, ker se živila ne segrevajo enakomerno. Sicer pa temperature, ki jih dosegamo zaradi uničevanja bakterij, zadostujejo tudi za uničevanje zajedavcev. Drugi tehnološki ukrep, povezan s temperaturo, je postopek zamrzovanja živil, s katerim uničimo zajedavce v surovem mesu in ribah. Vendar so v nekaterih primerih (npr. trihinela) dokazali odpornost na zamrzovanje mesa divjadi. V primeru surovih živil, ko postopki, ki vključujejo visoke temperature, ne pridejo v poštev, je ključno temeljito pranje s pitno vodo, lupljenje in odrez poškodovanih delov. Kot alternativa toplotni obdelavi se ponuja ionizirajoče sevanje. Poleg postopkov sistema HACCP omenimo tudi dobro higiensko prakso, ki s programi preprečevanja navzkrižnega onesnaženja, čiščenja in preprečevanja dostopa oz. zatiranja škodljivcev pomembno pripomore k preprečevanju pojava zajedavcev v okolju, v katerem poteka delo z živili. Na področju čiščenja opozarjamo na dejstvo, da postopki razkuževanja z običajnimi razkužili proti večini zajedavcev niso učinkoviti.

## OSEBNA HIGIENA

Ukrepi za doseganje osebne higiene so v nekaterih primerih zadnja možna raven ukrepanja, ki lahko prepreči prenos. Pri

tem se je treba zavedati, da so tovrstni ukrepi povezani s človeškim vedenjem in/ali vedênjem in da so spremembe na tem področju zagotovo med težjimi izzivi na področju javnega zdravja.

Temeljito umivanje rok po nečistih opravilih oz. pred higiensko občutljivimi opravili je omenjano kot ključen preventivni ukrep pri prekinitvi poti prenosa zajedavcev – predvsem po t. i. fekalno-oralni poti. Poleg umivanja je pomembna tudi splošna skrb za roke: nohti morajo biti kratko pristrizeni, saj so nohti in zanohtje ob neprimerni negi potencialno mesto zadrževanja jajčec zajedavcev. Zaposlenim v higiensko občutljivih delovnih procesih moramo zagotoviti higiensko-tehnične pogoje za umivanje rok in osebno higieno v širšem pomenu. Tudi sicer je treba skrbeti za visoko raven osebne higiene: dnevno tuširanje, individualna raba toaletnih predmetov in ukrepi na področju spolne higiene.

Ob uporabi kontaktnih leč je treba upoštevati tudi navodila za ustrezno rokovanje z njimi, s čimer preprečimo prenos zajedavca v oko. Poleg že omenjenega umivanja rok pred rokovanjem z lečami je ključno redno menjavanje posodic za shranjevanje oz. njihovo čiščenje. Poleg čiščenja s čistilom za leče je treba posodice občasno oprati z vročo vodo (70 °C vsaj eno minuto) in osušiti.

## ZAKLJUČEK

Poznavanje razvojnih faz zajedavcev je nujen predpogoj za preprečevanje njihovega širjenja oz. za preprečevanje stika s človekom. Podobno kot bakterije so tudi zajedavci precej nevarnejši v zdravstvenih ustanovah kot zunaj njih. Delno k temu prispeva tudi imunska oslabiljenost ljudi zaradi različnih dejavnikov, kot so virusne bolezni, imunosupresivna zdravila itd.

Tudi na področju obvladovanja zajedavcev so pred nami novi izzivi, ki so posledica podnebnih sprememb, saj dvig temperature in posledično spremembe habitata vplivajo tudi na selitev zajedavcev skupaj z njihovimi gostitelji. V nekaterih primerih se zajedavci uspešno preselijo v nove gostitelje. Tako so lahko živali in ljudje, izpostavljeni zajedavcem, ki jih v preteklosti ni bilo v njihovem okolju.

Zdravje ljudi je povezano z zdravjem živali in stanjem okolja. Pri tem je ključno, da reševanje problematike, povezane z zajedavci, povežemo s konceptom »Eno zdravje«, ki temelji na

Andrej OVCA: HIGIENSKI UKREPI ZA  
PREPREČEVANJE IN OBVLADOVANJE  
ZAJEDAVCEV

sodelovanju med posameznimi sektorji (na področju oblikovanja in izvajanja programov, politik, zakonodaje, raziskav), ki imajo neposreden ali posreden vpliv na zdravje ljudi in ohranitev okolja.

Vse pogosteje najdemo zajedavce pri ljudeh, ki potujejo v tropske in subtropske kraje, zato se je pri načrtovanju ukrepov tudi na področju preprečevanja in obvladovanja zajedavcev treba zavedati, da bolezni in vzroki zanje ne poznajo nacionalnih meja in da zdravstvenih vprašanj v svetu ne moremo reševati samo na nacionalni ali evropski ravni. Učinkoviti smo lahko le z boljšim mednarodnim sodelovanjem v okviru koncepta »Globalno zdravje«.

## LITERATURA

- [1] Franssena F, Gerard C, Cozma-Petruț A, et al. 2019. Inactivation of parasite transmission stages: Efficacy of treatments on food of animal origin. *Trends in Food Science & Technology* 83,114–128.
- [2] Logar J. 2010. *Parazitologija človeka*. 1. izd. Radovljica: Didakta, 261 str.
- [3] Likar M. 1999. *Porajajoče se nalezljive bolezni*. Ljubljana: Zbornica sanitarnih tehnikov in inženirjev Slovenije, 279 str.
- [4] NIJZ. 2014. Priporočila za ravnanje ob utemeljenem sumu, da so lahko v pitni vodi prisotni paraziti. [https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/priporocila\\_za\\_ravnanje\\_ob\\_utemeljenem\\_sumu\\_da\\_so\\_lahko\\_v\\_pitni\\_vodi\\_prisotni\\_paraziti.pdf](https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/priporocila_za_ravnanje_ob_utemeljenem_sumu_da_so_lahko_v_pitni_vodi_prisotni_paraziti.pdf) (avgust, 2019).
- [5] NIJZ. 2017. *Paraziti v živilih*. <https://www.nijz.si/sl/paraziti-v-zivilih> (avgust, 2019).
- [6] Pisarski K. 2019. The Global Burden of Disease of Zoonotic Parasitic Diseases: Top 5 Contenders for Priority Consideration. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 4, E44.
- [7] Rogelj Petrič S. 2015. Globalno segrevanje sproža tudi selitev parazitov. <https://www.delo.si/znanje/znanost/globalno-segrevanje-sproza-tudi-selitev-parazitov.html> (september, 2019).
- [8] Short E, Caminade C, Bolaji T. 2017. Climate Change Contribution to the Emergence or Re-Emergence of Parasitic Diseases. *Infectious Diseases: Research and Treatment*. 10: 1–7.
- [9] WHO. 1987. Prevention and control of intestinal parasitic infections: WHO Technical Report Series N° 749 Report of a WHO Expert Committee. [https://www.who.int/neglected\\_diseases/resources/who\\_trs\\_749/en/](https://www.who.int/neglected_diseases/resources/who_trs_749/en/) (julij, 2019).

# NAPAKE PRI VZORČENJU ŽIVIL

Stanka **VADNJAL**, Majda **BIASIZZO**, Štefan **PINTARIČ**,  
Urška **HENIGMAN**

## UVOD

Za zagotavljanje varnih in kakovostnih živil je potrebno spremljati vse faze proizvodnega procesa – od uporabljenih osnovnih surovin, dodatkov in končnega izdelka, ki ga nosilec živilske dejavnosti (NŽD) ponudi potrošniku. Z vzorčenjem posameznih komponent pridobimo vpogled v želene mikrobiološke, kemijske, fizikalne in senzorične parametre. V sheme obvladovanja kritičnih točk so vedno vključeni tudi neposredni dejavniki, ki imajo lahko velik vpliv na ustreznost živil. Sem uvrščamo higiensko stanje opreme, površin in rok zaposlenih, ter seveda tudi pitno vodo in mikroklimo. Vse naštetu predstavlja pomemben delček mozaika v živilsko predelovalni industriji. V primeru, ko so živila že v prodaji oziroma dostopna potrošniku, uradne službe in tudi službe za kakovost trgovskih verig izvajajo aktivnosti, s katerimi spremljamo njihovo kakovost, senzorične lastnosti in pojavnost povzročiteljev obolenj.

## DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KVALITETO VZORCEV

### Vzorčevalec

Vzorčenje morajo izvajati osebe, ki so primerno usposobljene. S tem se izognemo številnim napakam - vse od izbire vzorca, načina odvzema, transporta in izpolnjevanja ustrezne dokumentacije.

Vzorčenje mora biti izvedeno vestno in dosledno, saj je stanje vzorca primarnega pomena pri ugotavljanju dejanskega stanja živila ali opreme. Naročnik lahko z rezultati vzorca, ki ni

Univerza v Ljubljani,  
Veterinarska fakulteta,  
Gerbičeva 60, 1000  
Ljubljana, Slovenija

Stanka VADNJAL, Majda BIASIZZO,  
Štefan PINTARIČ, Urška HENIGMAN:  
NAPAKE PRI VZORČENJU ŽIVIL

ustrezno odvzet, dobi napačno informacijo o stanju v proizvodnem procesu in temu lahko sledi napačno ukrepanje. Vzorcevalec mora poznati zaščitno opremo, opremo, ki se uporablja za vzorčenje določenega tipa živil ter opremo za ustrezen transport vzorcev do laboratorija.

### **Tehnika vzorčenja**

Vsi postopki vzorčenja morajo biti standardizirani, saj to zagotavlja zadostno ponovljivost postopka in primerljivost rezultatov ter tudi pravno veljavnost. Vzorci morajo biti odvzeti na primeren način, v zadostni količini in primerni obliki, ki omogoča pravilno izvedbo preiskave in tudi morebitna dodatna testiranja.

### **Oprema za vzorčenje**

Oprema za vzorčenje mora biti iz materialov, ki onemogočajo spremembe vzorca. To pomeni, da mora biti čista in suha, pri odvzemu vzorcev za mikrobiološke preiskave praviloma sterilna.

### **Embalaža za vzorce**

Embalaža, v katero odvezamemo vzorec mora biti iz inertnih materialov, ki ščitijo vzorec in ob tem tudi preprečujejo morebitno onesnaženje okolice. Odvzeti vzorci morajo biti shranjeni v čisto in suho plastično ali stekleno embalažo s tesnimi pokrovi. V primeru uporabe PVC vrečk morajo biti le-te kakovostno izdelane, če je potrebno, uporabimo sterilne.

### **Označevanje vzorcev**

Vzorce je potrebno označiti tako, da je zagotovljena njihova pravna in analitska veljavnost. Vzorci morajo biti dosledno označeni, zato je zelo pomembno, da so oznake nameščene na embalažo tako, da se med hranjenjem ali transportom ne morejo izbrisati, odlepiti oziroma drugače poškodovati.

### **Pečatenje vzorcev**

Postopek pečatenja vzorcev zagotovi, da vsebine od vzorčenja do sprejema v laboratorij ni možno zamenjati (rezultate preiskav pravilno zapečatenih vzorcev lahko uporabimo tudi v primeru sodnih sporov). Uporabimo lahko:

- posebne vrečke za pošiljanje vzorcev, ki se zaprejo tako, da se jih brez poškodbe embalaže ne da odpreti,
- pečatenje vzorca s samolepilnimi etiketami – na etiketi morata biti podpisa: lastnika vzorca in vzorčevalca, datum ter žig; prilepljena pa mora biti tako, da se je ne da odlepiti, ter da jo pri odpiranju embalaže poškodujemo,
- vrečka, v kateri so vzorci je zaprta s pečatnim trakom, na katerem je pečatni vosek, plomba ali vezica; pečat je pritrjen na embalažo tako, da ga je potrebno pred pridobitvijo vzorca zdrobiti oz. poškodovati.

Stanka VADNJAL, Majda BIASIZZO,  
Štefan PINTARIČ, Urška HENIGMAN:  
NAPAKE PRI VZORČENJU ŽIVIL

## Shranjevanje in transport vzorcev

Shranjevanje vzorcev in transport ne smeta bistveno vplivati na stanje vzorca, kakršno je bilo v času vzorčenja. Pri vzorčenju na mikrobiološke parametre je potrebno uporabiti sterilno embalažo in vzorce hraniti in prevažati v nadzorovanih temperaturnih pogojih, da zagotovimo, da se mikroorganizmi v času do oddaje v laboratorij niso razmnožili oziroma propadli. Upoštevati je potrebno primeren čas in temperaturne pogoje hranjenja.

Po zaključenem vzorčenju v čim krajšem času, znotraj 24 ur ali najkasneje v 36 urah, vzorec posredujemo v laboratorij. Vzorce, ki so občutljivi na svetlobo, shranimo v neprozorno embalažo, tiste, ki so občutljivi glede prisotnost kisika pa v ustrezno atmosfero. V določenih primerih, ko so parametri, ki jih želimo ugotavljati nestabilni, je vzorce potrebno zamrzniti.

Zahteve za temperaturne pogoje so določene glede na vrsto vzorca in trajanje prevoza. Temperaturo spremljamo s kalibriranim merilnikom in dokumentiramo ves čas trajanja prevoza.

Predpisana temperatura shranjevanja za vzorce, ki zahtevajo hlajenje, je  $< 8\text{ °C}$ , za zamrznjene vzorce  $< -15\text{ °C}$  (oz.  $< -18\text{ °C}$ ). V primeru drugačnih zahtev se za le-te dogovorimo z naročnikom.

Vzorce, ki jih hranimo pri sobni temperaturi, prevažamo pri  $18\text{--}27\text{ °C}$ .

Za zagotavljanje hladne verige uporabljamo običajne ali prenosne izolirne torbe s kompresorjem za transport vzorcev v avtomobilu. Za merjenje temperature lahko uporabljamo data-loggerje, ki imajo tudi možnost izpisa.

Stanka VADNJAL, Majda BIASIZZO,  
Štefan PINTARIČ, Urška HENIGMAN:  
NAPAKE PRI VZORČENJU ŽIVIL

## Dokumentacija, ki spremlja vzorec

Poročilo o vzorčenju mora vsebovati praviloma naslednje informacije:

- naslov (npr. »Poročilo o vzorčenju«, »Zapisnik o odvzemu vzorca«)
- ime in naslov organizacije, ki izvaja vzorčenje,
- ime vzorčevalca in prisotnih pri vzorčenju,
- datum in, če je potrebno, tudi čas vzorčenja,
- ime in kontaktni podatki naročnika, če je potrebno tudi lastnika,
- lokacija vzorčenja,
- identifikacija metode vzorčenja, če je pomembno,
- podatki o vzorcu: opis (oznaka serije), stanje vzorca, število enot, morebitna odstopanja,
- podatki o lotu od katerega je vzorec odvzet (npr. velikost),
- če je potrebno, kam se vzorec pošlje v testiranje,
- nabor preiskav za testiranje posameznih vzorcev,
- datum izdaje poročila oz. zapisnika,
- sklicevanje na plan vzorčenja
- komu posredovati Poročilo o opravljenih preiskavah
- ime plačnika.

## NAJPOGOSTEJŠE NAPAKE

### Vzorčevalec

- V primeru, da vzorčevalec nima primerne izobrazbe (pogosto pri manjših NŽD) ali nima možnosti dodatnega izobraževanja na tem področju, pogosteje prihaja do napak vzdolž celotnega procesa vzorčenja.
- Pomanjkljiv plan vzorčenja.
- Vzorčevalec izvede vzorčenje tudi, če niso izpolnjeni poglobilni pogoji (npr. če ni prisotne odgovorne osebe, če ni predvidenih vzorcev, oz. le ti niso prisotni v zadostni količini ...).
- Neprimerna ali pomanjkljiva zaščitna oprema (halja, rokavice, pokrivalo, obuvalo).

## Tehnika vzorčenja

- Napaka zaradi vzorčenja lahko nastane v primeru, ko se vzorčenje izvede brez statističnega pristopa in se odvzame vzorce po načelu dostopnosti.
- V primeru vzorčenja za mikrobiološke preiskave je potrebno živila, ki ob vzorčenju niso v predpakirani obliki in so bodisi tekočine ali pripravljene jedi, pred odvzemom dobro premešati. Le tako pridobimo reprezentativen in homogen vzorec.

## Vzorec

- Količina vzorca je premajhna.
- Neustrezna oblika vzorca.
- Pod-vzorci/enote vzorca niso iz istega lota.
- Rok uporabnosti.
- Vzorec je obdelan in ni primeren za preiskavo (npr. surovo mleko).
- Vzorec je senzorično spremenjen (pokvarjen).
- Dostavljena je samo ena enota vzorca; naročnik želi, da jo laboratorij razdeli na podenote.
- Vzorec ni ustrezno zapečaten.

## Oprema za vzorčenje

Uporaba neočiščene ali ne sterilizirane opreme (pipete, zajemalke, žlice ipd.)

## Embalaža za vzorce

Najpogostejše napake so uporaba ne sterilne embalaže za vzorce, kjer to poglavitno vpliva na analitski rezultat in nato presojo ustreznosti; uporaba lončkov, epruвет in vrečk, ki omogočajo razlitje vzorca ali prepuščanje.

## Označevanje vzorcev

- Vzorci so brez oznak.
- Oznake so izbrisane ali slabo čitljive.
- Številke vzorcev se podvajajo.

Stanka VADNJAL, Majda BIASIZZO,  
Štefan PINTARIČ, Urška HENIGMAN:  
NAPAKE PRI VZORČENJU ŽIVIL



Stanka VADNJAL, Majda BIASIZZO,  
Štefan PINTARIČ, Urška HENIGMAN:  
NAPAKE PRI VZORČENJU ŽIVIL

## Pečatenje vzorcev

- Vzorci niso ustrezno zapečateni, poraja se dvom v pravilnost izvedbe.

## Shranjevanje in transport vzorcev

- Prevoz občutljivih vzorcev brez izolirne torbe ali brez hladilnih teles.
- Vzorci ne smejo biti v neposrednim stiku s hladilnimi telesi ali zamrznjenimi vzorci (plastične pregrade oz. plastificirane mreže).
- Vzorci niso zamrznjeni; narava preiskovanih parametrov v določenih okoliščinah to zahteva.
- Vzorci, ki zahtevajo različne temperaturne režime, se transportirajo v skupni hladilni torbi.
- Embalaža vzorcev se med prevozom odpre, vzorci so politi.

## Dokumentacija, ki spremlja vzorec

- Vzorci brez spremnega dopisa.
- Pomanjkljivi podatki, ki identificirajo naročnika.
- Ni zagotovljena anonimnost vzorca, kljub temu, da je to potrebno.
- Navedba vzorca je pomanjkljiva ali se ne sklada s samim vzorcem.
- Iz Zapisnika o odvzemu vzorca ni natančne povezave z oznakami na vzorcih (npr. ob vzorcih, ki jih je potrebno analizirati v različnih časovnih zaporedjih).
- V primeru večjega števila enot istega vzorca ni navedeno, kaj predstavlja laboratorijski vzorec (npr.  $n = 4$ ;  $n = 5$ ).
- Ni navedena vrsta preiskave ali sklicevanja na skladnost z zakonodajo.
- Niso navedene okoliščine, ki so botrovale vzorčenju, če je to pomembno.
- Ni čitljivega podpisa vzorčevalca in odgovorne osebe, ki je bila prisotna pri vzorčenju.
- Ni navedeno, komu poslati Poročilo.
- Ni navedeno, kdo je plačnik.

## ZAKLJUČEK

Napakam pri vzorčenju živil se lahko v veliki meri izognemo, če se na postopek dobro pripravimo. V primerih nejasnosti, ki so povezana z odvzemom vzorcev ali zahtevami laboratorija (npr. nabor analiz/preiskav, količina vzorca, tehnika in mesto odvzema vzorcev ipd.) se lahko predhodno posvetujemo tako z naročnikom, za katerega izvajamo vzorčenje, kot z zaposlenimi v analitskih laboratorijih. Dobro sodelovanje med vpletenimi v celotnem sklopu te dejavnosti je tisto, kar lahko marsikdaj pripomore k odpravljanju težav in k čim bolj kakovostnemu in tekočemu delu brez neprijetnih težav.

## LITERATURA

- [1] EURL Lm (2012). Guidelines on sampling the food processing area and equipment for the detection of *Listeria monocytogenes*. Dostopno na: [https://ec.europa.eu/food/sites/food/.../biosafety\\_fh\\_mc\\_guidelines\\_on\\_sampling.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/.../biosafety_fh_mc_guidelines_on_sampling.pdf). <15. 8. 2018>. V besedilu navajamo kot (EURL Lm, 2012).
- [2] ISO/TS 17728:2015 (E): Microbiology of food chain: sampling techniques for microbiological analysis of food and feed samples.
- [3] ISO 7218:2007/A1:2013: Microbiology of food and animal feeding stuffs – General requirements and guidance for microbiological examinations.
- [4] ISO 707/IDF 50: Milk and milk products – Guidance on sampling.
- [5] Uredba komisije (ES) št. 2073/2005 z dne 15. novembra 2005 o mikrobioloških merilih za živila.
- [6] Uredba Evropskega parlamenta in Sveta (ES) št. 852/2004 z dne 29. aprila 2004 o higieni živil.

Stanka VADNJAL, Majda BIASIZZO,  
Štefan PINTARIČ, Urška HENIGMAN:  
NAPAKE PRI VZORČENJU ŽIVIL

# INVENTIVEN NAČIN IZBIRE UKREPOV OBVLADOVANJA LEGIONELOZ V BOLNIŠNICI X OB UPORABI DIALEKTIČNE TEORIJE SISTEMOV

Sara **TAJNIKAR**<sup>1</sup>, Aleš **KRULEC**<sup>1</sup>, Tomaž **LANGERHOLC**<sup>2</sup>, Sonja **ŠOSTAR TURK**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Inštitut za sanitarno inženirstvo, Zaloška cesta 155, 1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenija

<sup>3</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede, Žitna ulica 15, 2000 Maribor, Slovenija

## UVOD

Bolnišnice so neposredno bivalno okolje, ki pacientom predstavlja največji vir tveganja okužbe z bakterijami rodu *Legionella*. Po podatkih Svetovne zdravstvene organizacije se, v času bivanja v bolnišnici, 15 % pacientov okuži z bakterijami rodu *Legionella* (WHO 2007). Poleg tega so rezultati anket pokazali, da bakterije *Legionella spp.* kolonizirajo vodovodne sisteme tople vode v 12–70 % bolnišnic (Cuncha in sod. 2016). Omenjeni rezultati potrjujejo trditev, da so bolnišnice neposredno bivalno okolje, v katerem se pacienti najpogosteje okužijo s tovrstnimi bakterijami (WHO 2007). Ob okužbi z bakterijami rodu *Legionella* preko alveolarne faze vnosa le-te dosežejo človeška pljuča, kjer se razmnožujejo v alveolarnih makrofagih in lahko povzročijo potencialno smrtno pljučnico, t. i. legionarsko bolezen (Finsel in Hilbi 2015). Za legionelozo pogosteje zbolijo osebe moškega spola, osebe, ki so starejše od 40 let, osebe, ki kadijo ali čezmerno uživajo alkohol, osebe z oslabilnim imunskim sistemom, osebe z določeno kronično boleznijo, kot so sladkorna bolezen, kronične srčne ali pljučne bolezni, osebe s kronično ledvično odpovedjo, osebe, ki so imunsko ogrožene zaradi uporabe kortikosteroidov, zdravljenja s kemoterapijo ali presaditve organov, osebe s hematološko maligno boleznijo in osebe s povečano koncentracijo železa v telesu (ANS /ASHRAE Standard 2015, Burillo in sod. 2017).

## Prijavljeni primeri legioneloz v Sloveniji

Na nacionalni ravni, epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni izvaja Center za nalezljive bolezni, ki deluje pri Nacio-

nalnem inštitutu za javno zdravje. Leta 2015 so v Sloveniji zabeležili 106 primerov legioneloz. Prijavljenih je bilo 81 moških (76 %) in 25 žensk (24 %). Njihova povprečna starost je bila 58,1 leta. Šest bolnikov (5,7 %) je umrlo (NIJZ 2016), Leta 2016 je bilo prijavljenih primerov sicer manj – 93 bolnikov, 62 moških (67 %) in 31 žensk (33 %), vendar število umrlih zaradi legioneloz ni bilo manjše; umrlo je pet bolnikov (5,4 %). Povprečna starost vseh bolnikov je bila 61,0 leta (NIJZ 2017). Zadnji dostopni podatki kažejo, da je bilo v letu 2017 zabeleženih največ primerov legioneloz v primerjavi s prejšnjimi leti. Prijavljenih je bilo 117 bolnikov, od tega 78 moških (67 %) in 39 žensk (33 %). Njihova povprečna starost je bila 58,6 leta. Umrli so trije bolniki (2,6 %) (NIJZ 2018).

Na podlagi anketiranja bolnikov s potrjeno legionelozo v letu 2017 je bilo ugotovljeno, da je 12 % bolnikov, s potrjeno legionelozo, del inkubacije ali celotno inkubacijo bivalo v domovih za starejše ali v bolnišnicah (NIJZ 2018).

## Dialektična teorija sistemov in postopek NOVOST

Dialektična teorija sistemov je ena izmed sodobnih teorij sistemov, katere namen je spodbuditi ljudi, da opustijo nesistemski, tradicionalni način razmišljanja, ki povzroča neuspehe in nesporazume, ter uporabijo pot do zelene, nujno potrebne in zadostne celovitosti skozi sistemski način razmišljanja (Mulej 2008).

Postopek NOVOST je aplikativna metoda, ki izvira iz dialektične teorije sistemov in je metodologija za doseganje holističnosti pri ustvarjanju. Koraki zagotavljajo urejen postopek dela, ki si sledi po sistemu zaporedja črk NOVOST (Košmrlj in sod. 2015). NOVOST je kratica, ki izhaja iz besed izbor, opis, vrednotenje, razvijanje, izvajanje in vzdrževanje. Sistem za analizo te metode se lahko uporabi za analizo katerega koli postopka za določitev delov procesa, ki so neučinkoviti oz. jih je mogoče izboljšati (Wikipedia 2019). Metoda se lahko uporabi za identifikacijo problema ali za ustvarjanje idej (Košmrlj in sod. 2015).

## METODE DELA

Obravnavali smo primer iz prakse, in sicer preprečevanje oz. obvladovanje pojava biofilma in izbruha bakterij rodu *Legionella* v pitni vodi internega vodovodnega sistema bolnišnice X.

Sara **TAJNIKAR**, Aleš **KRULEC**, Tomaž **LANGERHOLC**, Sonja **ŠOSTAR TURK**:  
INVENTIVEN NAČIN IZBIRE UKREPOV  
OBVLADOVANJA LEGIONELOZ V  
BOLNIŠNICI X OB UPORABI  
DIALEKTIČNE TEORIJE SISTEMOV

Sara **TAJNIKAR**, Aleš **KRULEC**, Tomaž **LANGERHOLC**, Sonja **ŠOSTAR TURK**:  
 INVENTIVEN NAČIN IZBIRE UKREPOV  
 OBVLADOVANJA LEGIONELOZ V  
 BOLNIŠNICI X OB UPORABI  
 DIALEKTIČNE TEORIJE SISTEMOV

Vzpostavili smo algoritem procesov – določeno zaporedje ukrepov, ki bodo odločevalcem, odgovornim osebam za varnost pitne vode v bolnišnicah, v pomoč pri obvladovanju omenjene problematike. Korake algoritma smo preizkusili v bolnišnici X, kjer smo z vzorčenjem laboratorijsko dokazali, da so v pitni vodi internega vodovodnega sistema presežene koncentracije bakterij rodu *Legionella* (Tajnikar 2019).

Ugotavlja se, da se odločevalci (predvsem v večjih zdravstvenih ustanovah) kljub vnaprej pripravljenim izvedbenim načrtom ob izrednih stanjih, kot so izbruhi legioneloz, soočajo s pomanjkanjem znanja, kriterijev in izkušenj pri izbiri najboljše možne rešitve. Prav tako med deležniki prihaja do stresa in nepotrebne panike, kar sebi v prid izkoristijo različni mediji in trgovci – ponudniki fizikalnih ukrepov (Tajnikar 2019).

S ciljem, da zagotovimo varnost pacientov in zaposlenih pred okužbo z bakterijami rodu *Legionella* v bolnišnici X, smo pripravili orodje, ki bo odločevalcem v pomoč pri izbiri optimalnih fizikalnih ukrepov za trajno obvladovanje legioneloz v bolnišnici X (Tajnikar 2019).

Uporabili smo aplikativno metodo NOVOST, izvirno SREDIM po metodologiji USOMID, ki pomeni »ustvarjalno sodelovanje mnogih za inovativnost pri delu« in izvira iz dialektične teorije sistemov. Običajno se metode dialektične teorije sistemov rabijo predvsem v podjetjih, kjer se s pomočjo orodja zaposlene spodbuja k uvajanju novosti. Prav tako uporaba metode v delovnem procesu spodbuja večjo produktivnost in sodelovanje med zaposlenimi ter se uporablja za reševanje določenih problemov (Tajnikar 2019).

Metodo smo prilagodili za potrebe reševanja in obvladovanja legioneloz – kot pripomoček pri izbiri fizikalnih ukrepov za preprečevanje in obvladovanje bakterij rodu *Legionella spp.* v internem vodovodnem sistemu bolnišnice X. Vsak potencialni ponudnik določenega fizikalnega ukrepa je svoj izdelek ocenil in opisal skladno s točkami oz. koraki metode NOVOST (Tajnikar 2019):

- N – nabor in izbor ukrepov (kakšen je predlagan fizikalni ukrep)
- O – opis ukrepa (opis ukrepa – kakšna je rešitev)
- V – vrednotenje ukrepa (na kakšen način se vrednoti ukrep)
- O – odločitev za ukrep (kakšne so prednosti in slabosti ukrepa)
- S – sprememba starega stanja lastnosti (kakšna je sprememba novega stanja glede na prejšnje stanje)

T – trajnost izbranega ukrepa (kako dolgo lahko pričakujemo učinkovito delovanje ukrepa)

Od vsakega potencialnega ponudnika izdelkov smo prejeli izpolnjene vprašalnike. Sledila je analiza vprašalnikov in strokovna presoja ustreznosti opisanih fizikalnih ukrepov. Izbrane fizikalne ukrepe smo nato implemetirali v interni vodovodni sistem bolnišnice X. V nadaljevanju smo spremljali indikatorske parametre pitne vode na določenih kontrolnih izlivnih mestih. Učinkovitost ukrepov smo potrdili z laboratorijsko analizo vzorca pitne vode na parameter *L. pneumophila*, v vnaprej določenih časovnih presledkih (Tajnikar 2019).

## REZULTATI

Algoritem procesnih ukrepov (Tajnikar 2019):

- I. Takojšnje ukrepanje v primeru prisotnosti bakterij rodu *Legionella* v internem vodovodnem sistemu – sistemska dezinfekcija internega vodovodnega sistema.
- II. Ocena in analiza dejavnikov tveganja v internem vodovodnem sistemu.
- III. Izbira fizikalnih ukrepov za trajno obvladovanje razmnoževanja bakterij *Legionella spp.* v internem vodovodnem omrežju: postopek izbire proizvajalca oz. distributerja fizikalnih ukrepov z uporabo orodja po postopku NOVOST in odločitev za fizikalni ukrep.
- IV. Implementacija fizikalnih ukrepov v interni vodovodni sistem objekta.
- V. Spremljanje in nadzor indikatorskih parametrov pitne vode na izlivnih mestih internega vodovodnega sistema.
- VI. Vzorčenje in preverjanje učinkovitosti fizikalnih ukrepov z laboratorijskim izvidom.

## ZAKLJUČEK

Fizikalni ukrepi so eni izmed temeljnih začetnih pristopov in stroškovno najučinkovitejših ukrepov preprečevanja rasti in razmnoževanja bakterij rodu *Legionella* v vodovodnih sistemih (Tajnikar 2019).

Prednosti predstavljenega orodja izbire fizikalnih ukrepov za trajno obvladovanje legioneloz v bolnišnici X po metodi NOVOST, sta hitrejša in učinkovitejša izbira fizikalnih ukrepov, ki so na

Sara **TAJNIKAR**, Aleš **KRULEC**, Tomaž **LANGERHOLC**, Sonja **ŠOSTAR TURK**:  
INVENTIVEN NAČIN IZBIRE UKREPOV  
OBVLADOVANJA LEGIONELOZ V  
BOLNIŠNICI X OB UPORABI  
DIALEKTIČNE TEORIJE SISTEMOV

Sara **TAJNIKAR**, Aleš **KRULEC**, Tomaž **LANGERHOLC**, Sonja **ŠOSTAR TURK**:  
 INVENTIVEN NAČIN IZBIRE UKREPOV  
 OBVLADOVANJA LEGIONELOZ V  
 BOLNIŠNICI X OB UPORABI  
 DIALEKTIČNE TEORIJE SISTEMOV

trgu. Poleg tega z uporabo orodja preprečimo, da se odločevalec, kot strokovna in odgovorna oseba, izogne odločevanju »na pamet«. Z napačnim sprejemanjem odločitev lahko povzročimo neustrezno ravnanje in posledično neuspešno razrešitev problema. Probleme je vedno treba reševati na interdisciplinaren način. Le holistična obravnava problema lahko privede do ustreznih celovitih in trajnih rešitev. Dialektična teorija sistemov velja za eno od sodobnih teorij sistemov, ki temelji na karseda celovitem razmišljanju (Tajnikar 2019).

Algoritem procesnih ukrepov ob uporabi metode NOVOST bi bilo smiselno standardizirati in uporabiti kot del Načrtov za preprečevanje legioneloz, še posebej v zdravstvenih ustanovah. Cilj je zagotoviti varnost pacientov in zaposlenih pred okužbo z bakterijami rodu *Legionella* (Tajnikar 2019).

## LITERATURA

- [1] ANSI/ASHRAE Standard 188-2015. (2015). Legionellosis: Risk Management for Building Water Systems.
- [2] Božičnik S in Mulej M. 2009. Od determinizma k primerni celovitosti z univerzalno dialektično teorijo sistemov = From determinism to requisite holism by the universal dialectical systems theory. Naše gospod., 55 (3-4): 52–61.
- [3] Burillo A, Pedro-Botet M L, Bouza E. (2017). Microbiology and Epidemiology of Legionnaire's Disease. Infect. Dis. Clin. North. Am. 3: 7–27.
- [4] Cuncha B A, Burillo A, Bouza E. (2016). Legionnaires' disease. The lancet, 387: 376–385.
- [5] Finsel I, Hilbi H. (2015). Formation of a pathogen vacuole according to *Legionella pneumophila*: how to kill one bird with many stones. Cell Microbiol., 17(7): 935–950.
- [6] Košmrlj K, Širok K, Likar B. (2015). Veščina obvladovanja inovacijskih problemov in priložnosti. Univerza na Primorskem. Fakulteta za management. 84 str. (elektronski vir) <http://www.fm-kp.si/zalozba/ISBN/978-961-266-178-6.pdf> (1. 9. 2017).
- [7] Mulej M, Štrukelj T. (2017). Strategija podjetja in družbena odgovornost. Revija za univerzalno odličnost. 6 (3): 292–307. (elektronski vir) [http://www.fos-unm.si/media/pdf/ruo/2017-6-3/ruo\\_090\\_mulej\\_strukelj.pdf](http://www.fos-unm.si/media/pdf/ruo/2017-6-3/ruo_090_mulej_strukelj.pdf) (19. 9. 2017).
- [8] Mulej M. (2008). Invencijsko-inovacijski management z uporabo dialektične teorije sistemov (podlaga za uresničitev ciljev Evropske unije glede inoviranja). Ljubljana: Korona plus d. o. o., Inštitut za inovativnost in tehnologijo: 285 str. (elektronski vir) <http://www.inovativnost.net/materiali/clanki/08-dtsim-vsebina.pdf>, (15. 6. 2018).

- [9] Nacionalni inštitut za javno zdravje. (2018). Priporočila za izdelavo načrta preprečevanja legioneloz. (elektronski vir) [https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/navodila\\_nacrt\\_legionele\\_190\\_918.pdf](https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/navodila_nacrt_legionele_190_918.pdf) (25. 9. 2018).
- [10] Nacionalni inštitut za javno zdravje. (2016). Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezní v Sloveniji v letu 2015. (elektronski vir) [http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/epidemiolosko\\_spremljanje\\_nb\\_v\\_letu\\_2015.pdf](http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/epidemiolosko_spremljanje_nb_v_letu_2015.pdf), (25. 7. 2018).
- [11] Nacionalni inštitut za javno zdravje. (2018). Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezní v Sloveniji v letu 2017. (elektronski vir) [http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/epidemiolosko\\_spremljanje\\_nb\\_v\\_sloveniji\\_2017\\_november2018\\_1.pdf](http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/epidemiolosko_spremljanje_nb_v_sloveniji_2017_november2018_1.pdf) (12. 1. 2019).
- [12] Šarotar Žižek S, Treven S, Mulej M. (2015). Osebna celovitost človeka [CD-ROM]. Maribor, IRDO: 119 str.
- [13] Tajnikar S. (2019). Holistični pristop k obvladovanju pojava bakterije Legionella pneumophila v pitni vodi v izbrani bolnišnici skozi prizmo dialektične teorije sistemov. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede.
- [14] Wikipedia. The Free Encyclopedia. (2019). SREDIM. (elektronski vir) <https://en.wikipedia.org/wiki/SREDIM> (11. 5. 2019).
- [15] World Health Organization. (2007). Legionella and the prevention of legionellosis. 252 str.

Sara **TAJNIKAR**, Aleš **KRULEC**, Tomaž **LANGERHOLC**, Sonja **ŠOSTAR TURK**:  
INVENTIVEN NAČIN IZBIRE UKREPOV  
OBVLADOVANJA LEGIONELOZ V  
BOLNIŠNICI X OB UPORABI  
DIALEKTIČNE TEORIJE SISTEMOV



# BIODEZINFEKCIJA IN BOLNIŠNIČNE OKUŽBE

Štefan **PINTARIČ**<sup>1</sup>, Stanka **VADNJAL**<sup>1</sup>, Ljiljana **JANKOVIĆ**<sup>2</sup>, Aida **KUSTURA**<sup>3</sup>,  
Robert **PINTARIČ**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani,  
Veterinarska fakulteta,  
Gerbičeva 60,  
1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup> Fakultet veterinarske  
medicine, Bulevar  
oslobodjenja 18, Beograd,  
Srbija

<sup>3</sup> Veterinarski fakultet,  
Zmaja od Bosne 90,  
Sarajevo, BiH

<sup>4</sup> UKC Maribor, Oddelek  
za radiologijo, Ljubljanska  
4, Maribor, Slovenija

## UVOD

Kakovost zraka pomembno vpliva na zdravje in počutje ljudi, ki obišejo zdravstvene prostore, kot tudi na zdravstveno osebje, ki v takšnih okoljih dela. Infekcije se v zdravstvenih ustanovah lahko prenašajo z dotikom, kapljično ali z zračnim prenosom. Na prenos mikroorganizmov vpliva tudi kakovost zraka, predvsem zračna vlaga. Ob nizki zračni vlagi se lahko povzročitelji zadržujejo v zraku bistveno dlje. Tudi delci, s katerimi se prenašajo povzročitelji bolezni so lahko v razponu velikosti med 0,05-500  $\mu\text{m}$  [1]. Pomembno vlogo pri zadrževanju povzročiteljev bolezni v bolniških prostorih ima prezračevanje. Avtorji ugotavljajo, da bioaerosol v bolniških prostorih, ki jih prezračujejo na naraven način, lahko vsebuje številne mikrobe – med 135 in 300 CFU/m<sup>3</sup> ali v povprečju 200 CFU/m<sup>3</sup> zraka. Mehanični način prezračevanja zniža mikrobno obremenjenost bioaerosola na 16-24 CFU/m<sup>3</sup> ali v povprečju 20 CFU/m<sup>3</sup> zraka. Ob učinkovitem delovanju filtrirnega sistema se lahko vrednosti mikroorganizmov znižajo na 7-13 CFU/m<sup>3</sup> (povprečje 9 CFU/m<sup>3</sup>) zraka. Zaskrbljujoče je dejstvo, da je prisotnost patogenih bakterij pri mehničnem načinu prezračevanja s filtriranjem zraka lahko višja tudi za 100%. Prav tako so ugotovili do trikratno višjo prisotnost mikroorganizmov iz rodu plesni. Avtorji tudi izpostavljajo dejstvo, da je bilo v občutljivih prostorih, kot so operacijske dvorane (n=93) in oddelki za intenzivno nego (n=67) število mikroorganizmov v povprečju 18 CFU/m<sup>3</sup> zraka (11-26 CFU/m<sup>3</sup>) [2].

Sodobna radiološka preiskava mora biti hitra in zanesljiva. Zato se v diagnostično opremo vgrajuje vse več elektronskih

tipal, da bi se ob pregledu pridobilo čim več diagnostičnih podatkov v čim krajšem času. Tovrstni pristopi pomenijo manjšo telesno in psihično obremenitev za pacienta. Študije ameriških avtorjev navajajo, da se je število radioloških preiskav v zadnjih desetletjih povečalo za več kot deset krat, pri čemer se je izpostavljenost pacientov ioniziranemu sevanju povišala za vsaj šest krat [3,4]. Ker je obseg diagnostičnih preiskav v nenehnem porastu se moramo zavedati, da se z večanjem frekvence preiskav večja možnost kontaminacije delovnih površin z mikroorganizmi okuženih pacientov. In takšne spremenjene površine lahko predstavljajo možen vir okužbe drugih preiskovancev in tudi strokovnega osebja [5-10].

Za uspešne postopke razkuževanja je med najpomembnejšimi dejavniki čas delovanja razkužila. Težava je že v sami izbiri dezinfekcijskega sredstva, ki mora delovati hitro in brez zaostankov na površinah. Danes je poznanih 250 spojin, ki imajo biocidni učinek. Po evidenci OIE (Office International des Epizooties) se jih 154 uporablja samostojno ali v kombinaciji z drugimi biocidi. Zanesljivost in varnost uporabe biocidov ima večji pomen, če upoštevamo porast razširjenosti bolnišničnih okužb (npr. MRSA) in povečevanje števila pacientov, ki so okuženi s kužnimi povzročitelji bolezni [11-20].

Z več vgrajene elektronske opreme se povečuje možnost korozivnega delovanja in povzročitve okvar vitalnih delov diagnostičnih naprav. Po uporabi biocidov je potrebno njihove morebitne zaostanke odstraniti s površin, omeniti je potrebno tudi njihov korozivni učinek. Krmilni zasloni na dotik kot del sodobne angiološke diagnostike so zelo občutljivi na čistila in razkužila, ki vsebujejo alkohol in druge snovi z jedkim in korozivnim delovanjem. Težava se dodatno kaže tudi v dostopnosti, saj so tunelne preiskovalne mize (Gantry) računalniške tomografije (RT) in magnetno resonančne tomografije (MR) težko dostopne običajnim oblikam čiščenja in razkuževanja [15,21,22].

Prav zaradi tega se v postopkih dezinfekcije proučujejo novi pristopi zagotavljanja biovarnosti. Glede na mehanizem delovanja se kaže kot primerna možnost izbire tudi nevtralna elektrolizirana oksidirajoča voda – kot biocid nove generacije [23-25].

Štefan PINTARIČ, Stanka VADNJAL,  
Ljiljana JANKOVIĆ, Aida KUSTURA,  
Robert PINTARIČ: BIODEZINFEKCIJA IN  
BOLNIŠNIČNE OKUŽBE

Štefan PINTARIČ, Stanka VADNJAL,  
Ljiljana JANKOVIČ, Aida KUSTURA,  
Robert PINTARIČ: BIODEZINFEKCIJA IN  
BOLNIŠNIČNE OKUŽBE

## MATERIAL IN METODE

Preskus smo opravili v treh stopnjah. Najprej se je v izbranih diagnostičnih prostorih izvedlo vzorčenje zraka. Sledila je uporaba biocida, ki smo ga v prostor aplicirali s hladno aerosolizacijo. Po zaključenem postopku je sledilo ponovno vzorčenje. Namen raziskave je bil ugotoviti učinkovitost biocidnega delovanja na prisoten bioaerosol. V raziskavo smo vključili štiri prostore za diagnostične preiskave in dva diagnostična prostora z radiološko tomografijo in magnetno resonanco.

Za aerosolizacijo zraka smo uporabili nevtralno elektrolizirajočo oksidirajočo vodo (NEOV; Steriplant® N; OBISAN – Inštitut za biotehnoške raziskave in razvoj, Murska Sobota). Razpoložljiva komercialna oblika NEOV vsebuje Na-hipoklorit, klorat, klor-dioksid in ozon (pH vrednost 6-8, redoks potencial  $+800 \pm 100\text{mV}$ ).

Odvzem vzorcev zraka je potekal na ciklonski način s pomočjo aparature Coriolis Delta Air Sampler (Coriolis, Francija). S pomočjo vrtinčenja medija in centrifugalne sile smo bioaerosol zajeli v vzorčevalno posodico, napolnjeno s sterilno fiziološko raztopino. Ob pretoku zraka 300 litrov v minuti in času vzorčenja 4 minute, smo preko tekočega medija prečrpali 1.200 litrov zraka. Vzorčenje zraka je potekalo ob izključenem prezračevalnem sistemu prostorov. Zbrani vzorci so bili prepepljeni v laboratorij v termostatanem okolju na  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Postopek določevanja skupnega števila mikroorganizmov je bil pri vzorcih zraka, zbranih v suspenziji fiziološke raztopine, izveden skladno z ISO standardom SIST EN ISO 4833-1:2013.

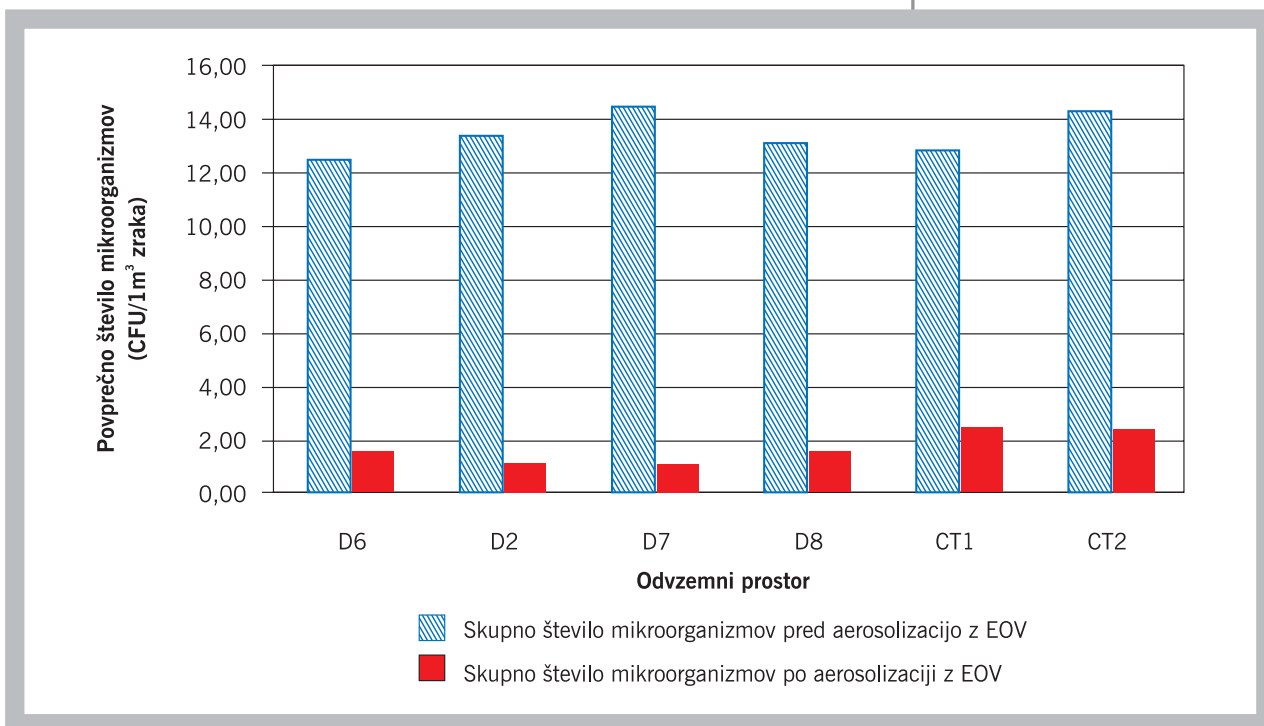
## REZULTATI

V raziskavo je bilo vključenih šest diagnostičnih prostorov, v katerih smo v tekoči medij na petih odvzemnih mestih odvzeli 300 vzorcev zraka. Zaradi boljše preglednosti so podatki združeni v grafičnih prikazih.

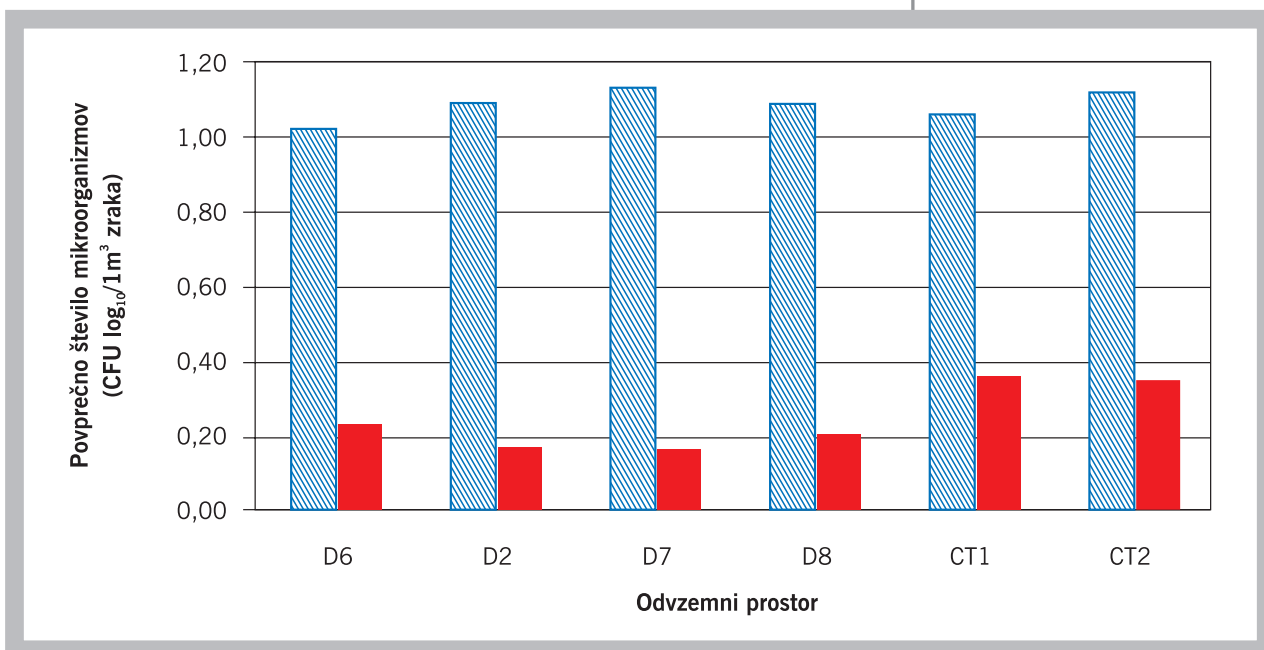
V povprečju smo v vzorcih zraka ugotovili v vseh prostorih vrednosti skupnega števila mikroorganizmov med 11,43 – 14,87 CFU/m<sup>3</sup>, oziroma izraženo v logaritmskih vrednostih, 1,01 – 1,13 CFU log<sub>10</sub>/m<sup>3</sup>. V času odvzema vzorcev sta se pokazala z mikroorganizmi najbolj obremenjena diagnostična

prostora D7 (v povprečju 14,50 CFU/m<sup>3</sup>) in CT2 (v povprečju 14,32 CFU/m<sup>3</sup>) (graf 1) oz. izraženo v logaritmskih vrednostih, diagnostični prostor D7 1,11 log<sub>10</sub>, in diagnostični prostor CT2 1,12 CFU log<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> (graf 2).

Štefan PINTARIČ, Stanka VADNJAL,  
Ljiljana JANKOVIČ, Aida KUSTURA,  
Robert PINTARIČ: BIODEZINFEKCIJA IN  
BOLNIŠNIČNE OKUŽBE



**Graf 1:** Prikaz skupnega števila mikroorganizmov v diagnostičnih prostorih (absolutne vrednosti)



**Graf 2:** Prikaz skupnega števila mikroorganizmov v diagnostičnih prostorih (rezultati podani v log<sub>10</sub>)

Štefan PINTARIČ, Stanka VADNJAL,  
Ljiljana JANKOVIĆ, Aida KUSTURA,  
Robert PINTARIČ: BIODEZINFEKCIJA IN  
BOLNIŠNIČNE OKUŽBE

Ob primerjanju rezultatov v vseh prostorih skupaj pred in po aerosolizaciji z NEOV ugotavljamo od 78,99 do 92,50 % znižanje skupnega števila mikroorganizmov. Logaritemske primerjave kažejo na znižanje med 50,50 – 70,60 %. Ob primerjanju podatkov v posameznih prostorih pred in po aerosolizaciji z NEOV ugotavljamo od 80,19 – 92,14 % znižanje skupnega števila mikroorganizmov (graf 1). Logaritemske primerjave kažejo na znižanje med 67,98 – 85,46 % (graf 2).

## RAZPRAVA

V različnih obdobjih vzorčenja smo opazili praviloma relativno nizko skupno število mikroorganizmov, ki se je gibalo med 12-14 CFU/m<sup>3</sup> zraka. Menimo, da je razlog v načinu nadzoranega načina prezračevanja diagnostičnih prostorov preko klimatskih naprav.

Prisotno število mikroorganizmov v bioaerosolu zraka diagnostičnih prostorov je bilo pričakovano nizko. S stališča ugotavljanja učinkovitosti biocidnega delovanja aerosola je potrebno zagotoviti čim višje začetno število mikroorganizmov v prostoru. S tem se zanesljiveje lahko potrdi znižanje števila mikroorganizmov. Vendar smo v raziskovalni nalogi ugotovili zanesljivost delovanja v dejanskih razmerah diagnostičnih prostorov. Tako je stopnja znižanja mikrobnega aerosola manjša kot bi lahko bila ob večjih obremenitvah prostorov. Glede na navedbe drugih avtorjev [2] so bile razmere v diagnostičnih prostorih primerljive.

Uporaba NEOV je bila učinkovita in varna v vseh diagnostičnih prostorih, morebitne vplive na izpostavljenih aparaturah ali osebju nismo zabeležili. Rezultati so pokazali, da je po aerosolizaciji diagnostičnih prostorov prišlo do skupnega znižanja bakterij za 80,19 – 92,14%. Menimo, da omenjeni rezultati kažejo na pomembno uporabnost NEOV v prostorih, kjer je zaradi narave aktivnosti (operacijske dvorane, prostori za intenzivno nego, bolniki z oslabljenim imunskim sistemom) potrebno vzpostaviti čim manjši vpliv mikrobnega okolja.

Glavna prednost NEOV pred drugimi biocidi se odraža v: širokem spektru delovanja na mikroorganizme; zaradi načina delovanja ni pričakovati mikrobne rezistence; uporaba NEOV ne pušča reziduirov na površinah in po nanosu ni potrebno spiranje le-teh; ni ekotoksičen. Pri delu z biocidom ni potrebna nobena posebna zaščitna oprema. Pri aplikaciji na površine je

zadostna količina raztopine 0,1 l/m<sup>2</sup>. Vse naštetu predstavlja pomembno prednost pred ostalimi skupinami biocidov.

Štefan PINTARIČ, Stanka VADNJAL,  
Ljiljana JANKOVIĆ, Aida KUSTURA,  
Robert PINTARIČ: BIODEZINFEKCIJA IN  
BOLNIŠNIČNE OKUŽBE

## LITERATURA

- [1] AHRAE. 7.1 Air Conditioning in Disease Prevention and Treatment. ASHRAE handbook - heating, ventilating, and air-conditioning applications (I-P edition). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc; 2007
- [2] Stockwell R.E. et al. Indoor hospital air and the impact of ventilation on bioaerosols. *J of Hospit Inf* 103 (2019), 175–84.
- [3] Skowronek P. et al. Can diagnostic ultrasound scanners be a potential vector of opportunistic bacterial infection? *Med Ultrason* 18 (3) (2016), 326–31.
- [4] Mettler FA et al. Radiologic and Nuclear Medicine Studies in the United States and Worldwide: Frequency, Radiation Dose, and Comparison with Other Radiation Sources-1950-2007. *Radiol* 253 (2), 2009, 520–31.
- [5] Aubert B: Practical Aspects of Personal Exposure Monitoring in Hospitals and Research Laboratories. *Radioprotec* 1991;26: 481–91.
- [6] Baffoy-Fayard N et al. Potential exposure to hepatitis C virus through accidental blood contact in interventional radiology. *J of Vascular and Interventional Radiology* 2003;14:173–9.
- [7] Balonov MI, Krisyuk EM, Ramel C: Environmental radioactivity, population exposure and related health risks in the east Baltic region. *Scan J of Work Environ & Health* 1999;25:17–32.
- [8] Buerke B, Mellmann A, Kipp F, Heindel W, Wessling J: Hygienic Aspects in Radiology: What the Radiologist Should Know. *Rofo-Fortschritte Auf dem Gebiet der Rontgenstrahlen und der Bildgebenden Verfahren* 2012;184:1099–109.
- [9] Chaoui AS, Dahran S, Terrier F, Ducel G: Microbiologic Contamination in Interventional Radiology Rooms. *Radiol* 1995;197:137.
- [10] Grabsch EA et al. Risk of environmental and healthcare worker contamination with vancomycin-resistant enterococci during outpatient procedures and hemodialysis. *Inf Cont and Hosp Epidem* 2006;27:287–93.
- [11] Chan D et al. Joint Practice Guideline for Sterile Technique during Vascular and Interventional Radiology Procedures. *Jour of Vascul and Intervent Radiol* 2012;23:1603–12.
- [12] Guerini H et al. Infiltration under ultrasound pathology osteo arthritis: general principles and precautions. *Jour de Radiol Diag et Intervent* 2012;93:715–20.
- [13] Kim JS et al. Contamination of X-ray Cassettes with Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and Methicillin-resistant *Staphylococcus haemolyticus* in a Radiology Department. *Annals of Lab Med* 2012;32:206-9.

Štefan **PINTARIČ**, Stanka **VADNJAL**,  
Ljiljana **JANKOVIĆ**, Aida **KUSTURA**,  
Robert **PINTARIČ**: BIODEZINFEKCIJA IN  
BOLNIŠNIČNE OKUŽBE

- [14] Zhang E, Burbridge B: Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus: Implications for the Radiology Department. *Am J of Roentgen* 2011;197:1155–9.
- [15] Cabanis EA, Chouard CH: Good practices for disinfection of endo-vaginal and endo-rectal ultrasonic probes. *Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine* 2009;193:2121–6.
- [16] Ramli MF, Hussin AS, Yusoff A: Microbial Contamination of Dental Radiology Equipment. *Int Med J* 2009;16:169–73.
- [17] Bibbolino C, Pittalis S, Schinina V, Rizzi EB, Puro V: Hygiene precautions and the transmission of infections in radiology. *Rad Med* 2009;114:111–20.
- [18] Astagneau P: Prevention of hepatitis C in clinical practice. *Med et Malad Inf* 1999;29:345–7.
- [19] Garcin F, Bergeaud Y, Joly B: Study of the antimicrobial efficacy of ultraviolet rays for the disinfection of radiology cassettes. *Patholo Biol* 1998;46:325–9.
- [20] Cowan RE et al.: Aldehyde Disinfectants and Health in Endoscopy Units - the Report of A Working Party of the British Society of Gastroenterology Endoscopy Committee. *Gut* 1993;34: 1641–5.
- [21] Kim JS et al. Contamination of X-ray Cassettes with Methicillin-resistant Staphylococcus aureus and Methicillin-resistant Staphylococcus haemolyticus in a Radiology Department. *Annals of Laboratory Medicine* 2012;32:206–9.
- [22] Ramli MF, Hussin AS, Yusoff A: Microbial Contamination of Dental Radiology Equipment. *Int Med J* 2009;16:169–73.
- [23] Meakin NS, Bowman C, Lewis MR, Dancer SJ: Comparison of cleaning efficacy between in-use disinfectant and electrolysed water in an English residential care home. *J of Hosp Inf* 2012; 80:122–7.
- [24] Rahman SME, Park JH, Oh DH: The bactericidal and fungicidal effects of salicid on pathogenic organisms involved in hospital infections. *Afr J of Microbio Res* 2011;5:2773–8.
- [25] Wu G, Yu X, Gu Z: Ultrasonically nebulised electrolysed oxidising water: a promising new infection control programme for impressions, metals and gypsum casts used in dental hospitals. *J of Hosp Inf* 2008;68:348–54.

# REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM

Borut **POLJŠAK**, Uroš **GLAVAN**, Blaž **GOLIČNIK**, Gregor **JEREB**

## UVOD

Pojavnost številnih bolezni in hidričnih epidemij se je bistveno zmanjšala, odkar se izvaja dezinfekcija pitne vode. Dezinfekcija pitne vode s sredstvi na osnovi klora ostaja zaradi učinkovitosti, varnosti, enostavnosti in nizke cene ter rezidualnega učinka še vedno najbolj razširjen način priprave pitne in kopalne vode (Goličnik 2019). Trihalometani (THM), vključno s triklorometanom (kloroformom), pa ostajajo glavni stranski produkt dezinfekcije (SPD). Z izpostavljenostjo SPD se je pojavil nov javno-zdravstveni problem, ki predstavlja povečano tveganje za zbolevanje za rakom ter reproduktivne, razvojne in druge učinke na zdravje izpostavljenih (USEPA, 2019a; USEPA, 2001; WHO, 2011, WHO, 2004; NIJZ, 2009; Villanueva et al., 2015; Richardson, et al., 2007).

Ob reakciji klora z vodo s prisotnimi naravnimi organskimi snovi (NOM) se tvorijo SPD, ki škodljivo vplivajo na zdravje (Villanueva et al., 2015; Zainudin et al., 2017). NOM nastajajo med biološko razgradnjo organskih snovi in jih lahko razdelimo med huminske (fulvinske in huminske kisline) in nehuminske snovi (ogljikovi hidrati, maščobe, aminokisline) (Karnik et al., 2005). Nehuminske snovi so na splošno bolj biorazgradljive (Mogren et al., 1990, cit. po Zainudin et al., 2017), huminske snovi pa so opredeljene kot primarni prekursorji THM (Ichihashi, 1999, cit. po Zainudin, 2017). Večina NOM (odgovorne za tvorbo THM) lahko reagira s klorom, ki se uporablja za oksidacijo ali dezinfekcijo, pri čemer nastajajo halogenirane organske spojine. Visoke koncentracije NOM pomenijo višje koncentracije THM (Zainudin et al., 2017;

Univerza v Ljubljani,  
Zdravstvena fakulteta,  
Zdravstvena pot 5,  
1000 Ljubljana, Slovenija



Borut POLJŠAK, Uroš GLAVAN, Blaž GOLIČNIK, Gregor JEREB:  
REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA  
ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE  
PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM

Chowdhury et al., 2009). Haloocetne kisline (HAA) in THM sta glavni skupini SPD (Xue et al., 2017), vseh do sedaj odkritih SPD pa je 600–700 različnih vrst (Villanueva et al., 2015; Zainudin et al., 2017; Richardson et al., 2007). THM in HAA so skupine stranskih produktov, ki se pojavljajo v najvišjih koncentracijah (Richardson et al., 2007; WHO, 2006).

Najobičajnejši stranski produkti dezinfekcije so THM, ki so halogen substituirane monoogljikove spojine s splošno formulo  $\text{CHX}_3$ , kjer je X = (halogeni element) fluor, klor, jod, brom (ali kombinacija le-teh). Z vidika onesnaženja vode so zlasti pomembni tribromometan ( $\text{CHBr}_3$ ), dibromoklorometan ( $\text{CHBr}_2\text{Cl}$ ), bromodiklorometan ( $\text{CHBrCl}_2$ ) in triklorometan (kloroform:  $\text{CHCl}_3$ ). Kloroform v vodi tudi najpogosteje najdemo oziroma ga najdemo v najvišjih koncentracijah (NIJZ, 2009; Richardson et al., 2007), razen v primeru visokih koncentracij bromida v vodi (ECHA – European Chemicals Agency, 2017).

V Sloveniji se spremljajo tisti SPD, ki jih določa Evropska zakonodaja, torej predvsem SPD iz skupine THM. HAA redno spremljajo (in imajo zanje postavljeno tudi mejno vrednost) v ZDA, v Sloveniji pa niso vključene v redne analize. Eden od razlogov za nespremljanje je verjetno v zahtevnosti izvedbe takšnih analiz in visoka cena analize (WHO, 2004). V osnutku nove EU direktive o pitni vodi je predvideno tudi spremljanje HAA, če bo direktiva sprejeta v predlagani obliki, se bodo tudi v Sloveniji te analize začele izvajati.

Pravilnik o pitni vodi (2004) določa kloroform in preostale tri THM kot parametre, ki jih je treba spremljati v pitni vodi, ne določa pa frekvence spremljanja oziroma minimalnega števila teh vzorcev. So pa ti parametri vključeni tudi v program letnega monitoringa pitne vode Ministrstva za zdravje (MPV MZ), vendar vsako leto le za določena izbrana oskrbovalna območja. V Sloveniji in širše po svetu je za konvencionalne bazene (v nadaljevanju bazen) predpisana uporaba dezinfekcije z rezidualnim učinkom in korekcija pH vrednosti (Pravilnik, 2015; WHO, 2006, 2011). Minimalne higienske zahteve, način njihovega ugotavljanja in spremljanja, ki jih morajo izpolnjevati dvoranski bazeni in bazenska voda zaradi varovanja zdravja uporabnikov dvoranskih bazenov predpisuje Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, ki jih morajo izpolnjevati kopališča in kopalna voda v bazenih (Pravilnik, 2015). Med obveznimi kemijskimi parametri najdemo tudi

trihalometane oz. parameter TTHM. Mejna vrednost za parameter TTHM je v Sloveniji za bazensko vodo določena pri 50 µg TTHM/L (Pravilnik, 2015).

V prispevku se bomo pri izdelavi ocene tveganja osredotočili predvsem na kloroform kot THM, ki se pojavlja v najvišjih koncentracijah in katerega toksikološke in druge značilnosti so zelo dobro raziskane.

## METODE

Izdelali smo oceno tveganja za izpostavljenost kloroformu na primeru dvoranskih kopališč s sladko vodo in vodovodov v celjski zdravstveni regiji. Ovrednotili smo sledeče faze ocene tveganja (Poljšak, Jereb, 2012): identifikacijo škodljivega dejavnika, oceno odziva na dozo in oceno izpostavljenosti ter določili tveganje ob različnih scenarijih izpostavljenosti po mednarodno uveljavljeni metodologiji.

Tveganje je definirano kot verjetnost, da bo populacija, ki je izpostavljena nekemu dejavniku tveganja z določeno koncentracijo v določenem časovnem obdobju, občutila škodljiv vpliv na zdravje. Opredelitev tveganja je, da življenjska izpostavljenost določeni kancerogeni snovi lahko poveča verjetnost za nastanek kancerogenih učinkov. Svetovna zdravstvena organizacija navaja, da je še sprejemljivo tveganje pri izpostavljenosti rakotvornim snovem ocenjeno kot verjetnost pri ena na 100.000 ali manj za nastanek kancerogenih učinkov (WHO, 2001). USEPA običajno uporablja ciljno referenčno območje tveganja od  $10^{-4}$  do  $10^{-6}$  za rakotvorne snovi v pitni vodi, kar je v skladu s smernicami Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) za kakovost pitne vode, ki za zgornjo mejo tveganja za nastanek kancerogenih učinkov navajajo verjetnost  $10^{-5}$  (WHO, 2001). Pri izračunu tveganja kvantitativno opredelimo velikost tveganja za zdravje izpostavljenih oseb glede na nevarnosti izbrane kemikalije, varne koncentracije, dozo in čas izpostavljenosti (Poljšak, Jereb, 2012). Tveganja smo izračunali za različne scenarije: populacije (odrasli, otroci), za vse tri poti vnosa (oralno, inhalacijsko, dermalno), po različnih metodologijah.

Borut POLJŠAK, Uroš GLAVAN, Blaž GOLIČNIK, Gregor JEREB:  
REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM

Borut POLJŠAK, Uroš GLAVAN, Blaž GOLIČNIK, Gregor JEREB:  
REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA  
ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE  
PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM

## REZULTATI

Rezultati ocene tveganja na pitni in bazenski vodi bodo predstavljeni ločeno.

### 1. Ocena tveganja na primeru dezinfekcije pitne vode s klorom v Celjski regiji

Kot način priprave pitne vode v Celjski regiji prevladuje enostopenjska priprava, in sicer dezinfekcija z natrijevim hipokloritom ali plinskim klorom. Le nekateri večji upravljavci javnih vodovodov (npr. Vodovod Kanalizacija Celje, d. o. o., Komunalno podjetje Velenje, d. o. o.) na nekaterih svojih oskrbovalnih območjih uporabljajo večstopenjski način priprave pitne vode (npr. filtracijo, ultrafiltracijo, ozoniranje, UV-dezinfekcijo, kloriranje, ...). Pri veliki večini uporabnikov (> 90 %) pitne vode iz javnih sistemov oskrbe s pitno vodo v Celjski regiji je bilo skupno tveganje ob izpostavljenih koncentracijah kloroformu sprejemljivo, ne glede na izpostavljeno populacijo oz. različne scenarije izpostavljenosti (sprejemljivo tveganje po WHO ( $10^{-5}$ ) ni bilo preseženo). Pri oskrbovalnem območju z največjo povprečno koncentracijo kloroforma v pitni vodi pa skupno tveganje (ne glede na scenarij izpostavljenosti) presega sprejemljivo tveganje po WHO ( $1 : 10^5$ ). Najmanjši doprinos k skupnemu tveganju predstavlja peroralni vnos vode. Največja skupna tveganja smo izračunali za populacijo otrok od 1,5 do 5 let. Skupno tveganje za to populacijo pri oskrbovalnem območju z najvišjo povprečno koncentracijo kloroforma za 2,2-krat (upoštevajoč IUR) oziroma 9,9-krat (upoštevajoč FV) presega še sprejemljivo tveganje (Goličnik 2019).

### 2. Ocena tveganja za zdravje zaradi izpostavljenosti kloroformu kot stranskemu produktu dezinfekcije kopalne vode v dvoranskih bazenih s sladko vodo

Izračunana tveganja zaradi izpostavljenosti kloroformu kot stranskemu produktu dezinfekcije kopalne vode v dvoranskih konvencionalnih bazenih s sladko vodo so bila pri vseh upoštevanih scenarijih izpostavljenosti večja od sprejemljivega tveganja, kot to dopušča SZO (tveganje  $1 : 10^5$ ). Izračunano tveganje je bilo najvišje pri tekmovalnih plavalcih (Glavan, 2018) in je močno preseglo še sprejemljivo tveganje, ne glede na starost izpostavljenih. Ocena tveganja je bila izvedena za tri različne scenarije izpostavljenosti za dve različni starostni skupini za aktivne in rekreativne plavalce. Ko smo za izračun ocene tveganja za primer izpostavljenosti tekmovalnih plavalcev

uporabili podatke realnih meritev koncentracij kloroforma v bazenski vodi in v zraku dvoranskega bazena tik nad vodno gladino, rezultati kažejo na znatno presežanje (za skoraj 2.000 krat) še sprejemljivo tveganje po SZO ( $10^{-5}$ ) (Glavan, 2018). Rezultati kažejo, da je tveganje največje zaradi inhalacijske izpostavljenosti kloroformu v dvoranskih bazenih. Tudi druge študije so potrdile, da je inhalacija glavna pot izpostavljenosti in predstavlja največje tveganje za nastanek kancerogenih učinkov zaradi vnosa kloroforma oz. THM v telo med plavanjem v dvoranskih bazenih (Lourencetti et al., 2012; Chen et al., 2011; Gale in Petrovič, 2010; Lee et al., 2009; WHO, 2006; Erdinger et al., 2004).

## ZAKLJUČKI

Namen prispevka je predstaviti oceno tveganja za zdravje zaradi dolgodobne izpostavljenosti kloroformu kot posledica izpostavljenosti klorirane pitne vode ali klorirane kopalne vode v dvoranskih bazenih s sladko vodo. Na podlagi razpoložljivih podatkov smo ovrednotili vse 4 faze ocene tveganja: (1) identifikacija dejavnika tveganja, (2) analiza nevarnosti kemikalije (ocena odziva na odmere), (3) ocena izpostavljenosti ter (4) izračun tveganja za različne scenarije izpostavljenosti.

Ugotovili smo, da je tveganje pri vseh scenarijih inhalacijske izpostavljenosti kloroformu bistveno večje kot tveganje zaradi ingestije vode ali absorpcije kloroforma preko kože.

**Zaključki 1:** Na osnovi pregleda rezultatov analiz pitne vode na vsebnost THM (oziroma TTHM) v celjski zdravstveni regiji v obdobju 2015–2017 ocenjujemo, da so koncentracije THM v pitni vodi nizke. Noben vzorec ni presegal mejne vrednosti ( $100 \mu\text{g/L}$ ) iz Pravilnika (2004), le pri 3 % odvzetih vzorcev so koncentracije THM presegale  $10 \mu\text{g/L}$ , kar je 10-krat nižja vrednost od mejne vrednosti. Pri 90 % odvzetih vzorcev so bile koncentracije THM nižje od  $5 \mu\text{g/L}$ . Iz podatkov monitoringa pitne vode Ministrstva za zdravje (NLZOH, 2018a; NLZOH, 2017a; NLZOH, 2016a) je razvidno, da mejna vrednost TTHM ni bila presežena nikjer v Sloveniji.

Na osnovi rezultatov ocene tveganja lahko sklepamo, da je tveganje za uporabnike pitne vode v celjski regiji iz oskrbovalnih območij z najvišjo izmerjeno povprečno koncentracijo kloroforma višje od sprejemljivega in da je mejna vrednost postavljena previsoko. Varno mejo za koncentracijo kloroforma

Borut POLJŠAK, Uroš GLAVAN, Blaž GOLIČNIK, Gregor JEREB:  
REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM

Borut POLJŠAK, Uroš GLAVAN, Blaž GOLIČNIK, Gregor JEREB:  
REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA  
ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE  
PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM

oziroma koncentracijo, pri kateri ne pričakujemo škodljivih učinkov na zdravje uporabnikov v hladni pitni vodi bi lahko opredelili pri  $5 \mu\text{g TTHM/L}$ . Pri višjih vrednostih (upoštevajoč višje koncentracije kloroforma v vodi za tuširanje) lahko pričakujemo znaten prenos kloroforma iz vode v zrak, kar vpliva na višjo inhalacijsko izpostavljenost. Menimo, da bi bilo treba mejno vrednost za vsoto TMH po zgledu Nemčije in Nizozemske tudi v Sloveniji znižati. Nižje mejne vrednosti lahko podkrepimo tako z tveganjem za zdravje ob veljavnih vrednostih kot tudi z dejstvom, da nižje vrednosti v pitni vodi že sedaj dosegamo. V opazovanem obdobju je velika večina vodovodov v celjski zdravstveni regiji dosegala takšne koncentracije kloroforma, da tveganje ni bilo preseženo. Zniževanje mejne vrednosti pa bi dodatno stimulirano upravljavce vodovodov k spremljanju in nižanju koncentracij tudi na tistih oskrbovalnih območjih, kjer pa so koncentracije TTHM višje in predstavljajo tveganje, kljub temu, da danes ne presegajo mejne vrednosti, predpisane s pravilnikom (Pravilnik, 2004).

**Zaključki 2:** V Pravilniku o minimalnih higienskih zahtevah, ki jih morajo izpolnjevati kopališča in kopalna voda v bazenih (2015) mejna vrednost za kloroform ni posebej določena, določena je mejna vrednost za skupne trihalometane kot TTHM. V bazenski vodi je lahko skupno do  $50 \mu\text{g/L TTHM}$ , vrednost kloroforma ali TTHM v zraku dvoranskega kopališča pa ni definirana in se jo posledično ne spremlja. Na osnovi rezultatov analiz 16.677 vzorcev bazenske vode na parameter TTHM v Sloveniji smo ugotovili, da je bilo skupaj 6 % neskladnih vzorcev v obdobju 2007–2016 (Glavan, 2018).

Rezultati izračunov tveganja za plavalce v bazenih s klorirano vodo zaradi izpostavljenosti kloroformu ob različnih scenarijih izpostavljenosti kažejo, da je tveganje zaradi inhalacije kloroforma izredno visoko. Glavni razlog za visoko tveganje je visoka koncentracija kloroforma (in TTHM) tik nad vodno gladino, kar so Šrgat s sodelavci (2018) dokazali v študiji, kjer so merili koncentracije TTHM in kloroforma na višini 5 cm nad vodno gladino od roba bazena proti notranjosti.

Eden od najučinkovitejših pristopov za zmanjšanje tveganja zaradi izpostavljenosti kloroformu v dvoranskih kopališčih je ustrezna higiena uporabnikov. V bodoče bo potrebno bolje preučiti in nadzorovati kemična tveganja v dvoranskih bazenih s poudarkom na zmanjševanju tveganj, povzročenih s kloroformom, trihalometani ali ostalimi stranskimi produkti kloriranja.

To ne pomeni, da se lahko zanemari nadzor nad mikrobiološkimi in ostalimi tveganji v dvoranskih bazenih. Predlagamo, da se problematika kloroforma ne rešuje zgolj z nadzorom nad koncentracijo celokupnih trihalometanov v bazenski vodi, temveč naj se v bodoče opravlja tudi nadzor nad koncentracijami trihalometanov v zraku dvoranskih bazenov tik nad vodno gladino, kjer prihaja do izpostavljenosti, koncentracije pa so največje.

## LITERATURA

- [1] Chen MJ, Lin CH, Duh JM, Chou WS, Hsu HT (2011). Development of a multi-pathway probabilistic health risk assessment model for swimmers exposed to chloroform in indoor swimming pools. *J Hazard Mater* 185:1037–44.
- [2] Chowdhury S, Champagne P, McLellan J (2009). Models for predicting disinfection byproduct (DBP) formation in drinking waters: A chronological review. *Sci Total Environ* 407 (14): 4189–206.
- [3] ECHA: European Chemicals Agency (2017). Guidance on the Biocidal Products Regulation. Volume V, Guidance on Disinfection By-Products. Version 1.0. Dostopno na: [https://echa.europa.eu/documents/10162/15623299/bpr\\_guidance\\_vol\\_v\\_dbp\\_en.pdf/a57a2905-923a-5aa3-ead8-45f5c5503daf](https://echa.europa.eu/documents/10162/15623299/bpr_guidance_vol_v_dbp_en.pdf/a57a2905-923a-5aa3-ead8-45f5c5503daf) <15.2.2019>.
- [4] Erdinger L, Kühn KP, Kirsch F et al. (2004). Pathways of trihalomethane uptake in swimming pools. *Int J Hyg Environ Health* 207:571–5.
- [5] Gale I, Petrovič A (2010). Trihalometani v bazenskih kopalnih vodah. Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije. Sekcija za preventivno medicino, Portorož 3-4-dec. 2010. Dostopno na: [www.spm.si/wp-content/uploads/2013/10/trihalometani-v-bazenskih-vodah.ppt](http://www.spm.si/wp-content/uploads/2013/10/trihalometani-v-bazenskih-vodah.ppt) <23.1.2018>.
- [6] Glavan U (2018). Reevalvacija ocene tveganja za zdravje zaradi izpostavljenosti kloroformu kot stranskemu produktu dezinfekcije dvoranskih konvencionalnih bazenov s sladko vodo: magistrsko delo. Zdravstvena fakulteta UL.
- [7] Goličnik B (2019). Reevalvacija ocene tveganja za zdravje na primeru dezinfekcije pitne vode s klorom: magistrsko delo, Zdravstvena fakulteta UL.
- [8] Karnik BS, Davies SH, Baumann MJ, Masten SJ (2005). The effects of combined ozonation and filtration on disinfection by-product formation. *Water Res* 39 (13): 2839–50.
- [9] Lee J, Ha KT, Zoh KD (2009). Characteristics of trihalomethane (THM) production and associated health risk assessment in swimming pool waters treated with different disinfection methods. *Sci Total Environ* 407:1990–7.

Borut POLJŠAK, Uroš GLAVAN, Blaž GOLIČNIK, Gregor JEREB:  
REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA  
ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE  
PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM

Borut **POLJŠAK**, Uroš **GLAVAN**, Blaž **GOLIČNIK**, Gregor **JEREB**:  
REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA  
ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE  
PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM

- [10] Lourencetti C, Grimalt JO, Marco E et al. (2012). Trihalomethanes in chlorine and bromine disinfected swimming pools: Air-water distributions and human exposure. *EnvironInt*45:59–67.
- [11] NIJZ: Nacionalni inštitut za javno zdravje (2009). Trihalometani v bazenski kopalni vodi. Dostopno na: [http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/trihalometani\\_v\\_bazenski\\_kopalni\\_vodi.pdf](http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/trihalometani_v_bazenski_kopalni_vodi.pdf) <1. 12. 2017>.
- [12] NLZOH: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (2016). Monitoring pitne vode 2015. Letno poročilo o kakovosti pitne vode v letu 2015. Dostopno na: <http://www.mpv.si/porocila> <20. 7. 2018>.
- [13] NLZOH: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (2017). Monitoring pitne vode 2016. Letno poročilo o kakovosti pitne vode v letu 2016. Dostopno na: <http://www.mpv.si/porocila> <20. 7. 2018>.
- [14] NLZOH: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (2018). Monitoring pitne vode 2017. Letno poročilo o kakovosti pitne vode v letu 2017. Dostopno na: <http://www.mpv.si/porocila> <20. 7. 2018>.
- [15] Poljšak B, Jereb G (2012). Ocenjevanje tveganj. Univerzitetni učbenik za študente sanitarnega inženirstva. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta, 25–125.
- [16] Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, ki jih morajo izpolnjevati kopališča in kopalna voda v bazenih (2015). *Ur. list RS* 25: 6931-42 in spremembe.
- [17] Pravilnik o pitni vodi (2004). *Ur. list RS* 19: 2155–66 in spremembe.
- [18] Richardson SD, Plewa MJ, Wagner ED, Schoeny R, DeMarini DM (2007). Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water: A review and roadmap for research. *Mutat Res* 636: 178–242.
- [19] Škr gat S, Marčun R, Kern I, Šilar M, Šelb J, Fležar M, Korošec P. Systemic and airway oxidative stress in competitive swimmers. *Respir Med* 2018;137:129–133. doi: 10.1016/j.rmed.2018.03.005.
- [20] USEPA: U. S. Environmental Protection Agency (2001). Integrated Risk information system (IRIS) chemical assessment summary. Chloroform. Dostopno na: [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/subst/0025\\_summary.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0025_summary.pdf) <1.12. 2018>.
- [21] USEPA: U. S. Environmental Protection Agency (2019). Public notification – total trihalomethanes (TTHM) and haloacetic acids (HAA5) MCL template. Dostopno na: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/pn\\_tthm\\_haa5\\_mcl.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/pn_tthm_haa5_mcl.pdf). <3. 5. 2019>.
- [22] Villanueva CM, Cordier S, Font-Ribera L, Salas LA, Levallois P (2015). Overview of Disinfection By-products and Associated Health Effects. *Curr Envir Health Rpt* 2: 107–15.

- [23] WHO –World Health Organization (2006). Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2, Swimming pools and similar environments.
- [24] WHO: World Health Organization (2001). Acceptable risk. Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Dostopno na: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/iwachap10.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/iwachap10.pdf) <24. 7. 2018>.
- [25] WHO: World Health Organization (2004). Concise International Chemical Assessment Document 58. Dostopno na: <https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad58.pdf> <1. 12. 2017>.
- [26] WHO: World Health Organization (2011). Guidelines for Drinking Water Quality. Forth Edition. Dostopno na: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/dwq-guidelines-4/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwq-guidelines-4/en/) <1. 12. 2017>.
- [27] WHO: World Health Organization (2011). Guidelines for Drinking Water Quality. Forth Edition. Dostopno na: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/dwq-guidelines-4/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwq-guidelines-4/en/) <1. 12. 2017>.
- [28] Zainudin FM, Hasan HA, Sheik Abdullah SR (2017). An overview of the technology used to remove trihalomethane (THM), trihalomethane precursors, and trihalomethane formation potential (THMFP) from water and wastewater. J Ind Eng Chem 57:1–14.

Borut **POLJŠAK**, Uroš **GLAVAN**, Blaž **GOLIČNIK**, Gregor **JEREB**:  
 REEVALVACIJA OCENE TVEGANJA ZA  
 ZDRAVJE NA PRIMERU DEZINFEKCIJE  
 PITNE IN BAZENSKE VODE S KLOROM



# POTENCIJALNA ANTI-*LEGIONELLA* PRIMJENA KATIONSKOG PORFIRINA

Andrija **LESAR**<sup>1</sup>, Gabrijela **BEGIĆ**<sup>2</sup>, Nela **MALATESTI**<sup>3</sup>, Ivana **GOBIN**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bioinstitut d.o.o. R. Steinerja 7, Čakovec, Hrvatska

<sup>2</sup> Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci Braće Branchetta 20/1, Rijeka, Hrvatska

<sup>3</sup> Odjel za biotehnologiju, Radmile Matejčić 2, 51000 Rijeka, Hrvatska

## UVOD

Oportunistički patogeni vodovodnih sustava (OPPP skraćeno od *engl.* Opportunistic Premise Plumbing Pathogens) su grupa mikroorganizama koji se prenose vodom i pripadnici su mikrobiote vodovodnih sustava. U ovu skupinu mikroorganizama ubrajamo sljedeće bakterije: *Legionella pneumophila*, *Mycobacterium avium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, kao i vrste iz rodova *Stenotrophomonas*, *Burkholderia*, *Aeromonas* i drugi [1]. Za razliku od klasičnih patogena koji se prenose vodom, kao što su npr. *Salmonella*, *Shigella* i *Escherichia*, OPPP su okolišni mikroorganizmi, idealno prilagođeni za opstanak, rast i razvoj u vodoopskrbnim sustavima [2]. Budući da je pojavnost infekcija uzrokovanih ovim vrstama u porastu, sve se više govori o nedovoljnoj učinkovitosti standardnih metoda dezinfekcije, kao i o sve većoj potrebi za razvoj novih, alternativnih metoda. Jedna od potencijalnih metoda je protumikrobna fotodinamička terapija (aPDT skraćeno od *engl.* – antimicrobial photodynamic therapy). Ova metoda uključuje zajedničko djelovanje fotosenzibilizatora (PS skraćeno od *engl.* – photosensitizer), molekularnog kisika i vidljivog svjetla određene valne duljine radi stvaranja singletnog kisika ( $^1\text{O}_2$ ) i kisikovih reaktivnih vrsta (ROS skraćeno od *engl.* – reactive oxygen species). Navedeni reaktivni spojevi dovode do oksidacije brojnih staničnih komponenti i brze stanične inaktivacije [3]. PS su planarne, nezasićene organske molekule, elektronski delokalizirane što doprinosi njihovoj obojenosti. Kao mogući protumikrobni PS-najčešće se spominju porfirini, i drugi tetrapiroli kao klorini, bakterioklorini i ftalocijanini i [3]. Porfirini su razred aromatskih heterocikličkih spojeva koji su prisutni u

prirodi. Sudjeluju u biokemijskim procesima kao što su transport kisika (hem) i fotosinteza (klorofil). Zbog svojih fizikalno-kemijskih svojstava trenutno se koriste u više područja uključujući i fotodinamičku inaktivaciju [4]. Idealni PS treba biti nisko toksičan kada nije aktiviran svjetlom, čistog sastava, topljiv u vodi ili smjesi nekog otapala s vodom te proizvoditi visoku količinu  $^1\text{O}_2$  i ROS u kratkom vremenu osvjetljavanja [5]. Cilj ovoga istraživanja je ispitivanje antimikrobnog učinka amfifilnog porfirina TMPyP3-C<sub>17</sub>H<sub>33</sub> na *Legionella pneumophila*, kao i njegov potencijalni anti-biofilm učinak.

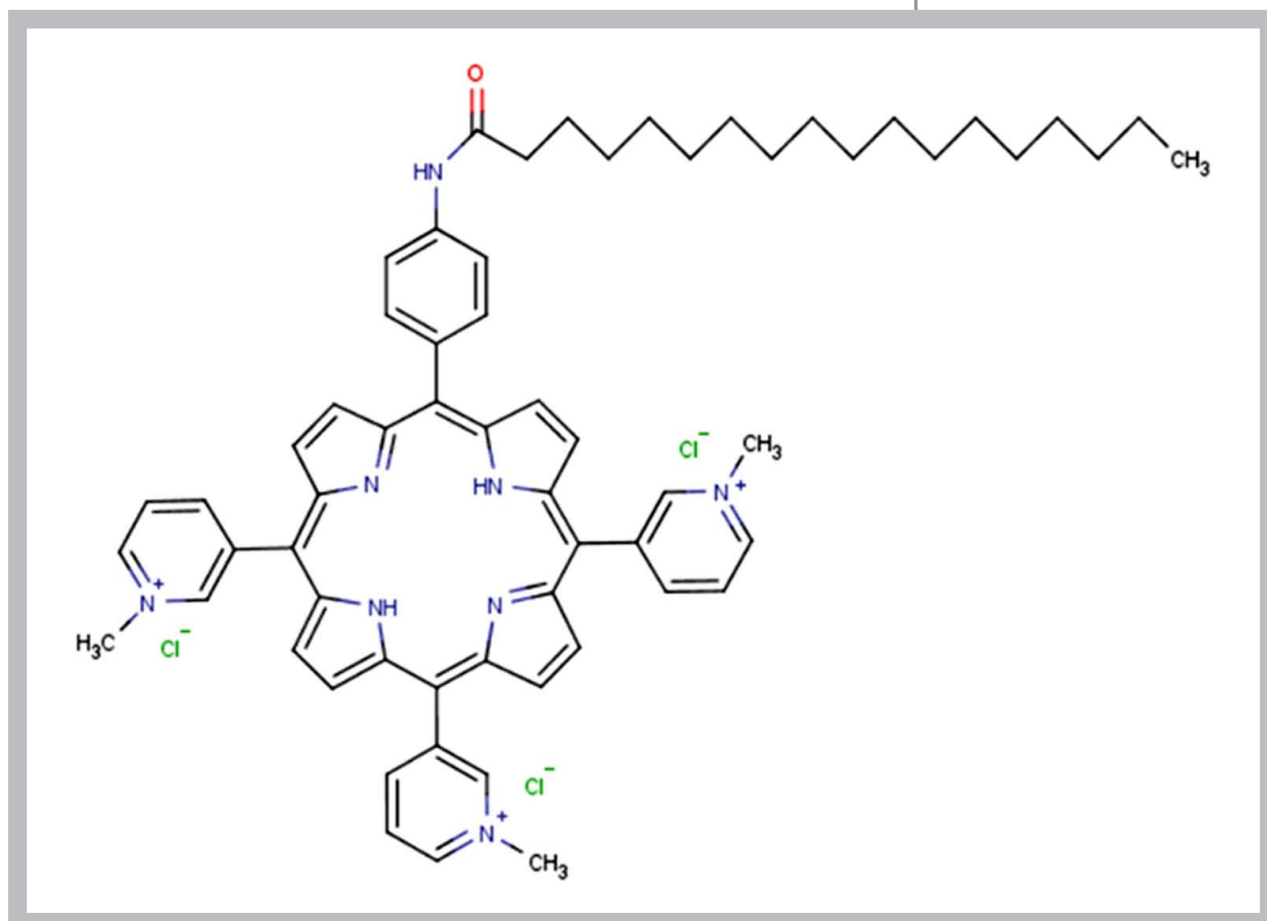
Andrija LESAR, Gabrijela BEGIĆ, Nela MALATESTI, Ivana GOBIN:  
POTENCIJALNA ANTI-*LEGIONELLA*  
PRIMJENA KATIONSKOG PORFIRINA

## MATERIJALI I METODE

### Kationski porfirin

Za izvedbu ovoga istraživanja koristio se amfifilni porfirin 5-(4-oktadec-9-enamidofenil)-10,15,20-tris(3-piridil) porfirin čija je kratica TMPyP3-C17H33. Molarna masa spoja iznosi 1048,64 g/mol. Sintetiziran je u Laboratoriju za organsku kemiju i kemiju čvrstog stanja na Odjelu za biotehnologiju, a opisan je u radu [6]. Pripremljena stock otopina koncentracije 200  $\mu\text{M}$ , koja je u mraku čuvana na temperaturi od +4 °C.

**Slika 1.**  
Kemijska struktura amfifilnog porfirina TMPyP3-C17H33



Andrija LESAR, Gabrijela BEGIĆ, Nela MALATESTI, Ivana GOBIN:  
POTENCIJALNA ANTI-*LEGIONELLA*  
PRIMJENA KATIONSKEG PORFIRINA

## Vodovodna voda iz slavine

Primjena porfirina u fotodinamičkoj inaktivaciji na legionele ispitivana je u vodovodnoj vodi iz slavine. Vodovodna voda je autoklavirana pri 121 °C (15 min.) kako bi se otklonila prisutnost ostalih mikroorganizama iz vode i istovremeno inaktivirao rezidualni klor.

## Bakterija

U istraživanju je korišten soj bakterije *Legionella pneumophila*, Wadsworth ili AA100, koji je klinički izolat. Čuvana je na -80 °C u 10 %-tnom glicerol-bujonu, a za potrebe istraživanja je nasađena na BCYE agar te inkubirana na 35±2 °C tijekom 3 – 5 dana.

## Izvor svjetlosti

Izvor svjetlosti korišten za sve eksperimente bila je LED svjetiljka, koja ima 20 mWcm<sup>-2</sup> ljubičaste svjetlosti ( $\lambda_{\max} = 394$  nm,  $\lambda_{\text{FWHM}} = 14$  nm).

## Određivanje minimalne efektivne koncentracije (MEK)

U mikrotitarske pločice nanosen je niz dvostrukih, serijskih razrjeđenja ispitivanog spoja u vodovodnoj vodi te bakterijska suspenzija (10<sup>5</sup> CFU/mL). Kao negativna kontrola korištena je bakterijska suspenzija u vodi, bez spoja. Mikrotitarska pločica je inkubirana u mraku pri 27 °C, 30 minuta. Zatim je uslijedilo osvjetljavanje u trajanju od 10 minuta. Nakon osvjetljavanja ( $\lambda=394$  nm i intenziteta 40 mW/cm<sup>2</sup>) pločice su inkubirane 24h na temperaturi 35±2 °C. Zatim su uzroci nasađeni na BCYE hranjivu podlogu, koja se inkubirala na 35±2 °C tijekom 3-5 dana. Zatim su se očitavale MEK vrijednost, odnosno najmanja koncentracija spoja kod koje nema vidljivog porasta bakterija.

## Razaranje biofilma *Legionella pneumophila*

Nakon pripreme bakterijskog biofilma starog 3 dana u jažicama, uklonjena je bakterijska suspenzija te su jažice dva puta isprane sterilnom vodovodnom vodom. Zatim su dodane MEK i 2xMEK koncentracije ispitivanog spoja. Pločice su držane u mraku u trajanju od 30 minuta. Nakon inkubacije pločica je izložena svjetlosti u trajanju od 10 minuta ( $\lambda=394$  nm i intenziteta 40 mW/cm<sup>2</sup>). Nakon osvjetljavanja slijedila je

inkubacija pri temperaturi od  $35 \pm 2$  °C kroz 24 sata u mraku. Zatim je bakterijski biofilm ispran dva puta sterilnom vodom, kako bi se isprale neadherentne bakterije. Nakon ispiranja mikrotitarska pločica je uronjena u ultrazvučnu kupelj (Bandelin-BactoSonic, Njemačka) kroz 1 minutu pri snazi 200 W i frekvenciji 40 kHz kako bi se bakterije u biofilmu odlijepile od površine pločice. Zatim se odredio broj bakterija u uzorku. Rezultati su očitavani nakon inkubacije pri  $35 \pm 2$  °C kroz 3-5 dana brojanjem poraslih kolonija.

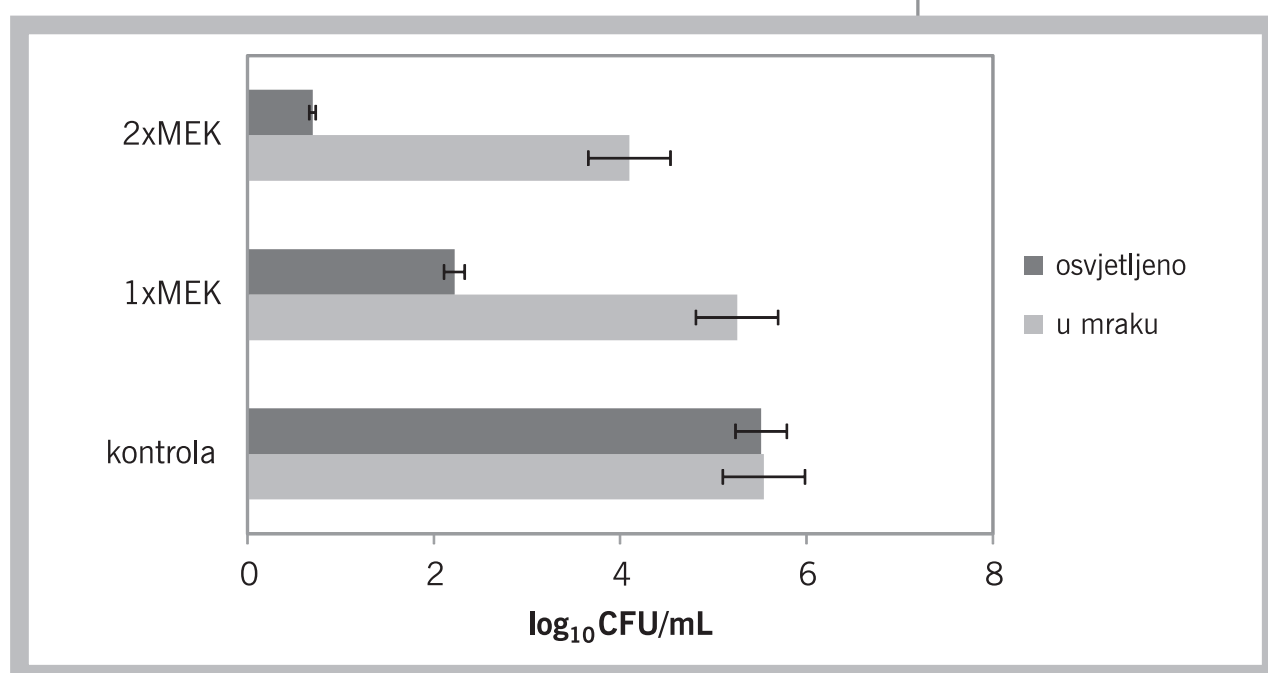
## REZULTATI I DISKUSIJA

U prethodno provedenim eksperimentima s istim spojem određivana je MEK vrijednost koja je iznosila  $0,024 \mu\text{M}$ . MEK vrijednosti spoja nakon djelovanja u mraku iznosila je  $1,56 \mu\text{M}$ . Ispitivani spoj je kationski porfirin i smatra se da upravo oni dolaze u interakcije s negativno nabijenom vanjskom membranom Gram-negativnih bakterija i tako ispoljavaju svoj učinak. Naime, ovakvi spojevi manje agregiraju, lakše prolaze kroz fosfolipidni sloj membrane i stoga uzrokuju višu citotoksičnost [7]. Eksperimentalni rezultati u dosadašnjim istraživanjima potvrđuju da ukoliko se koristi isti mikroorganizam i isti PS, PDI ovisi o vrsti svjetla koja je korištena [4, 8]. Prethodni rezultati pokazuju na snažan antibakterijski učinak protiv bakterije, *L. pneumophila* imao amfipatski porfirin  $\text{TMPyP3-C}_{17}\text{H}_{35}$  pri crvenom svjetlu ukupne doze  $24 \text{ J cm}^{-2}$  i MBK je iznosio  $3,125 \mu\text{M}$  [9].

Andrija LESAR, Gabrijela BEGIĆ, Nela MALATESTI, Ivana GOBIN:  
POTENCIJALNA ANTI-*LEGIONELLA*  
PRIMJENA KATIONSKE PORFIRINA

### Grafikon 1.

Broj bakterija u biofilmu *L. pneumophila* nakon tretmana sa amfipatskim porfirinom  $\text{TMPyP3-C}_{17}\text{H}_{35}$ . Rezultati su dobiveni inkubacijom od 30 min. i 10-minutnim osvjetljavanjem tretiranog biofilma LED lampom valne duljine  $\lambda=394 \text{ nm}$  i intenziteta  $40 \text{ mW/cm}^2$ . Pokus je ponovljen tri puta i prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  SD rezultata.



Andrija LESAR, Gabrijela BEGIĆ, Nela MALATESTI, Ivana GOBIN:  
POTENCIJALNA ANTI-*LEGIONELLA*  
PRIMJENA KATIONSKEG PORFIRINA

U Grafikonu 1 su prikazani rezultati razaranja biofilma starog tri dana nakon tretmana sa amfipatskim porfirinom. Kako bi ispitali da li svjetlost valne duljine  $\lambda=394$  nm utječe na antibiofilm učinak ovog spoja pokuse smo radili uz osvjetljavanje plavom lampom intenziteta  $40 \text{ mW/cm}^2$  te u mraku. Koncentracija 2xMEK je dovela do razaranja biofilma za 99,99 % nakon osvjetljavanja, odnosno 96,04 % u mraku. Isto tako do bolje inhibicije dolazi nakon osvjetljavanja doze 1xMEK gdje je nakon osvjetljavanja zabilježena inhibicija od 99,95 %, odnosno 48,58 % u mraku. Možemo zaključiti da amfipatski porfirin TMPyP3-C<sub>17</sub>H<sub>35</sub> pokazuje jak potencijal razaranja biofilma nakon osvjetljavanja plavom lampom. Isto tako, iz navedenih rezultata proizlazi da je spoj aktivan i bez izlaganja svjetlu.

Zbog sve većeg broja bakterija rezistentnih na postojeće protumikrobne lijekove i prisutnosti bakterija u biofilmu, danas se sve više provode istraživanja u području fotodinamičke inaktivacije. Najčešći porfirinski fotosenzibilizatori koji se najčešće ispituju su tri- i tetrakationski pošto su se pokazali najučinkovitijima zahvaljujući većem broju pozitivnih naboja. U literaturi nismo naišli na istraživanja koja su ispitivala utjecaj porfirina na biofilm *L. pneumophila*. U slučaju *P. aeruginosa* potpuna eradikacija zabilježena je nakon 180-minutnog izlaganja bijeloj svjetlosti pri koncentracijama spoja Tetra-Py±Me od 10 i 20  $\mu\text{M}$ , spoja na biofilm nije zabilježena eradikacija, već samo redukcija bakterija za 30-50 % [10].

Budući da je pričvršćivanje za površinu prvi korak u stvaranju biofilma, važnu ulogu ima materijal na koji se bakterije pričvršćuju u inicijalnim fazama stvaranja biofilma. U umjetno stvorenim vodenim sustavima *L. pneumophila* uspješno se može pričvrstiti na više vrsta plastike koja je čest izbor materijala za izradu cijevi [11]. Osim toga stagnacija vode u distribucijskim sustavima potpomaže kolonizaciju biofilma legionelom i povezana je s pojavom legionarske bolesti u različitim ustanovama. Konstantan protok vode kroz sustav smanjuje prisutnost bakterije i onemogućuje vezanje za površinu, ali već stvoreni biofilmovi u sustavu cijevi otporni su i na turbulentan protok vode vjerojatno jer se bakterije mogu lokalizirati u sedimentu koji ih štiti od turbulencije [12]. Stoga, radi inhibicije stvaranja, ali i eradikacije već stvorenog biofilma je važno istražiti nove pristupe u dezinfekciji vode u različitim vodoopskrbnim sustavima i fotodinamička inaktivacija pokazuje veliki potencijal.

## Zahvale

Rad je financiran sredstvima potpore Sveučilišta u Rijeci (17.12.2.1.01, uniri-prirod-18-173 i uniri-biomed-18-171).

Andrija **LESAR**, Gabrijela **BEGIĆ**, Nela **MALATESTI**, Ivana **GOBIN**:  
POTENCIJALNA ANTI-*LEGIONELLA*  
PRIMJENA KATIONSKOG PORFIRINA

## LITERATURA

- [1] Falkinham JO. Common Features of Opportunistic Premise Plumbing Pathogens Int J Environ Res Public Health. 2015; 12(5):4533–45.
- [2] Falkinham JO, Pruden A, Edwards M. Opportunistic Premise Plumbing Pathogens: Increasingly Important Pathogens in Drinking Water. Pathogens. 2015; 4(2):373–86.
- [3] de Melo W, Nobrega de Oliveira PAM, Gupta A, Vecchio D, i drugi. Photodynamic inactivation of biofilm: taking a lightly colored approach to stubborn infection. Expert Review of Anti-infective Therapy. 2013;11(7), 669–93.
- [4] Almeida A, Cunha A, Faustino MAF, Tome AC, Neves M. Porphyrins as Antimicrobial Photosensitizing Agents, Chapter 5, iz knjige: Photodynamic Inactivation of Microbial Pathogens: Medical and Environmental Applications. 2011; 11, 83–160.
- [5] Rosa LP, da Silva FC. Antimicrobial Photodynamic Therapy: A New Therapeutic Option to Combat Infections. Medical Microbiology & Diagnosis. 2014;3(4), 1–7.
- [6] Malatesti N, Harej A, Kraljević Pavelić S. i drugi. Synthesis, characterisation and *in vitro* investigation of photodynamic activity of 5-(4-octadecanamidophenyl)-10,15,20-tris(Nmethylpyridinium-3-yl)porphyrin trichloride on HeLa cells using low light fluence rate. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. 2016;15:1–12.
- [7] Pisarek S, Maximova K, Gryko D. Strategies toward the synthesis of amphiphilic porphyrins, Tetrahedron.2014; 70(38), 6685–715.
- [8] Wilson BC, Patterson MS. The physics, biophysics and technology of photodynamic therapy. Phys. Med. Biol. 2008;53(9), 61–109.
- [9] Viduka I, Begić G, Malatesti N, Gobin I. Fotodinamički učinak porfirina na legionele. Hrvatske vode. 2019;107:21–8.
- [10] Alves E, Costa L, Carvalho CM i drugi Charge effect on the photoinactivation of gram-negative and gram-positive bacteria by cationic meso-substituted porphyrins. BMC Microbiol 2009; 9:1–13.
- [11] Oder M, Kompare B, Bohinc K, Godič Torkar K. The impact of material surface roughness and temperature on the adhesion of *Legionella pneumophila* to contact surfaces. International journal of environmental health research, 2015; 25, 5, 469–79.
- [12] Oder M, Fink R, Bohinc K, Godič Torkar K. Adhesion of bacteria *Legionella pneumophila* to the surfaces of plumbing materials. Advances in materials science research. 2017;28, 203–29.

# SURVIVAL OF *FRANCISELLA NOVICIDA* IN DIFFERENT RIVER WATERS

Ivan **ŽAGAR**, Valentina **MAREČIĆ**, Mateja **OŽANIČ**, Maša **KNEŽEVIĆ**,  
Ivan **VIDINIĆ**, Ina **KELAVA**, Mirna **MIHELČIĆ**, Marina **ŠANTIĆ**

University of Rijeka,  
Faculty of Medicine,  
Department of  
Microbiology and  
Parasitology, Braće  
Branchetta 20, Rijeka,  
Croatia

## INTRODUCTION

*Francisella tularensis* is a gram-negative bacterium that causes the zoonotic disease tularemia in animals and humans. Due to low infectivity and mode of transmission, it is considered as a tier 1 select agent or biological weapon according to the U.S. Centers for Disease Control. The species *Francisella tularensis* include four subspecies (*tularensis*, *holarctica*, *mediasiatica* and *novicida*) of which *Francisella tularensis* subsp. *tularensis* (type A) and *Francisella tularensis* subsp. *holarctica* (type B) are the most virulent (Kingry and Petersen, 2014). *Francisella* can be transmitted to humans by vector bites (ticks, flies and mosquitoes), direct contact with an infected animal or consumption of contaminated water and food. Some studies have showed that *F. tularensis* in the aquatic environment can survive for up to several months and that protozoa could play a role in their existence (Friis-Moller et al., 2004; Pollack et al., 2007; Berrada and Telford Iii, 2011). Several cases of human tularemia outbreaks have been associated with the consumption of contaminated ice or water in Kosovo, Turkey, Bulgaria, Macedonia, Georgia, Italy, Germany, Norway and Sweden (Aurelie Hennebique, 2019).

Ecological results have shown that some waters are more prone to contamination with *Francisella* while in others *Francisella* has never been isolated. Biochemical characteristics and microbiota of water probably play a role in this phenomenon.

The clean and unpolluted waters of Gorski Kotar in Croatia flow in marvelous landscapes and are abound in various species of fish such as brown trout, juveniles, grayling,

California trout, etc. The rivers of Gorski Kotar are known not only as an integral part of natural attractions, but also for fishing, recreation and water supply (Tomac Kapelan, 1981).

The Čabranka river is a tributary of the Kupa river and springs in two jets. The town of Čabar uses the Čabranka spring for water supply. The spring water is not safe for drinking and it acquires chlorination due to frequent fecal contamination. One of the reasons for frequent fecal pollution is the location near the sewage system (Ćuzela-Bilać D, 2007). The Kupica River, a tributary of the Kupa River, springs near Mala Lešnica beneath “Kupjački vrh” in the form of a mountain lake. Kupica is the first river in Croatia to introduce the „Catch and Release“ fishing. The Kupica spring water is used for supplying the town of Delnice and Mrkopalj with drinking water. The filtration, coagulation and chlorination processes of water are used in the purification process.

In this work the survival of *F. novicida* (*Fn*) in the river waters of Čabranka and Kupica was studied. In addition, the influence of *F. novicida* on the growth of natural microbiota in these rivers water was monitored.

## MATERIALS AND METHODS

Water samples from rivers of Čabranka and Kupica, located in Gorski Kotar, were taken in the lower reaches, therefore, these rivers were considered as recreational waters according to international sampling standards (EN) ISO 5667.

For each river water sample, *F. novicida* was inoculated in unsterilized (control water) and sterilized water in the concentration of  $1 \times 10^5$  CFU/ml. The number of bacteria were determined at day 1, 2, 3, 4 and 5, after inoculation of *F. novicida*, on BCYE agar plate by cfu method.

In addition, unsterilized water (control water) samples were analyzed by membrane filtration for the presence of total count of the bacteria, total count of coliform's and total count of bacteria from genus *Enterococcus* in the volume of 100 ml according to the international standards (EN ISO 6222, EN ISO 9308-1, ENISO 7899-2). The total count of bacteria was determined on a nutrient agar, total count of coliforms on Les Endo agar, and bacteria from genus *Enterococcus* on the Slanetz-Bartley agar, following further determination on KEA agar. In parallel, waters were inoculated with *F. novicida*

Ivan ŽAGAR, Valentina MAREČIĆ,  
Mateja OŽANIĆ, Maša KNEŽEVIĆ,  
Ivan VIDINIĆ, Ina KELAVA, Mirna  
MIHELČIĆ, Marina ŠANTIĆ: SURVIVAL  
OF *FRANCISELLA NOVICIDA* IN  
DIFFERENT RIVER WATERS



Ivan ŽAGAR, Valentina MAREČIĆ,  
 Mateja OŽANIČ, Maša KNEŽEVIĆ,  
 Ivan VIDINIĆ, Ina KELAVA, Mirna  
 MIHELČIĆ, Marina ŠANTIĆ: SURVIVAL  
 OF *FRANCISELLA NOVICIDA* IN  
 DIFFERENT RIVER WATERS

( $1 \times 10^5$  CFU/ml), and the total number of above-mentioned group of bacteria were determined 3 day after inoculation (water with *Fn*).

## RESULTS AND DISCUSSION

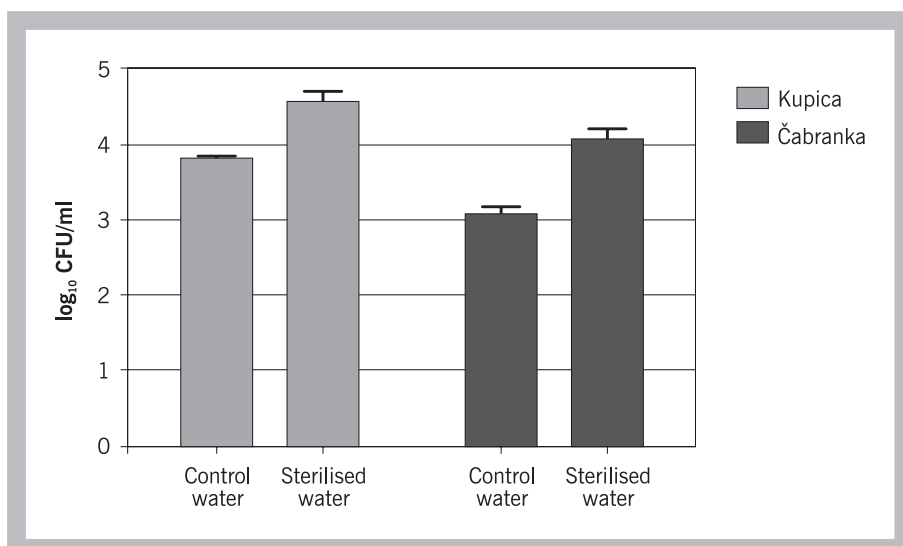
In the natural environment *F. novicida* is associated with aquatic ecosystems, including brackish and salt water, ice and moist soil. In 2001, a group of US researchers isolated species of the genus *Francisella* from two naturally occurring hot springs in Utah (USA). A total of 39 *Francisella* species were isolated from two sources, Wasatch Hot Spring and Hobo Warm Spring, north of Salt Lake City, Utah. It was shown that in the water samples, out of a total of 39 isolates of *Francisella* spp., 79 % of the isolates belonged to *F. philomiragia* and 21 % to *F. novicida* (Whitehouse et al., 2012).

In addition, in another 2009 US study, species of the genus *Francisella* were isolated from water sediment in the area of the active natural focus of tularemia in Massachusetts (USA) during a long-standing outbreak of pulmonary tularemia. Samples were collected from ponds and various brackish waters, and *F. tularensis* and *F. novicida* species were confirmed (Berrada and Telford lii, 2011).

In this study the survival of *Francisella* in unsterilized (control water) and sterilized water was followed during 5 days (the day number 3 is presented in this paper) (Figure 1). In both river waters, Čabranka and Kupica, the number of bacteria slowly decreased over the five-day period. However, the bacterium survived in waters with a high number. At day 5 the number of bacterium was still around  $10^2$  and  $10^3$  cfu/ml in the water river from Čabranka and Kupica, respectively. Surprisingly, the bacteria survived in a much higher rate in the waters that were previously sterilized (Figure 1.)

The  $10^5$  cfu/ml of *F. novicida* was inoculated in river water of Čabranka and/or Kupica (control water), as well as the same water samples previously sterilized. The number of bacteria were expressed as log cfu/ml. The experiment was done in triplicate, with three repeats. The errors bars represents STDEV.

We can assume that *F. novicida* survives poorly in unsterilized water samples because other bacteria that are part of the natural microbiota “dominate” over *F. novicida*.

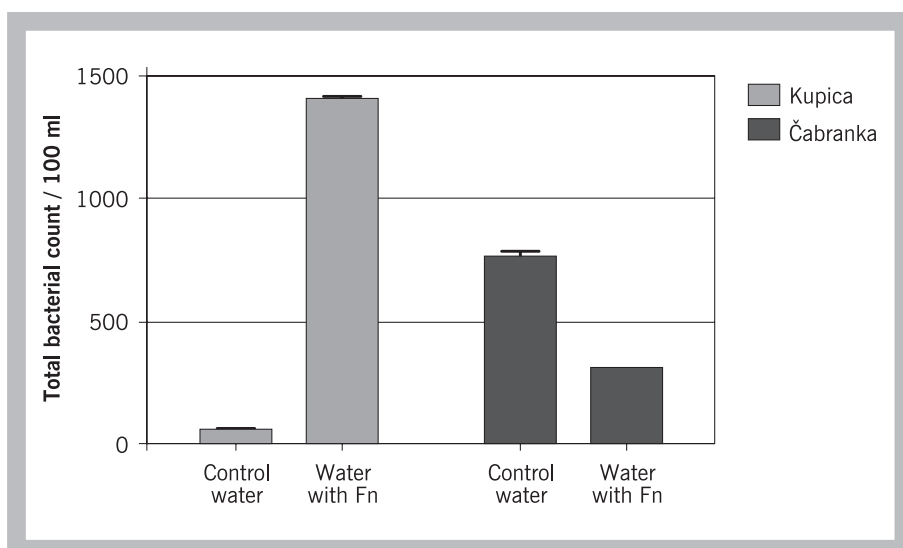


Ivan ŽAGAR, Valentina MAREČIĆ, Mateja OŽANIČ, Maša KNEŽEVIĆ, Ivan VIDINIČ, Ina KELAVA, Mirna MIHELČIĆ, Marina ŠANTIĆ: SURVIVAL OF *FRANCISELLA NOVICIDA* IN DIFFERENT RIVER WATERS

**Figure 1.**

The number of *F. novicida* in the river waters Čabranka and Kupica after 3 days of inoculation of bacteria.

In order to follow the influence of *F. novicida* on the normal microbiota within these rivers, the total count of bacteria were measured before (control water) and after inoculation of *F. novicida* (water with *Fn*). Interestingly, in the river water of Kupica, the number of bacteria increased after the addition of *F. novicida*. It is assumed, that other bacteria were feeding on francisela. However, in the river water of Čabranka, where the initial concentration of normal microbiota was higher, after addition of *Francisella* the number of bacteria declined. Probably, the bacteria were competing for food and did not need *Francisella* for the growth (Figure 2.).



**Figure 2.**

The total count of bacteria in the river water of Čabranka and Kupica.

Ivan ŽAGAR, Valentina MAREČIĆ,  
Mateja OŽANIČ, Maša KNEŽEVIĆ,  
Ivan VIDINIĆ, Ina KELAVA, Mirna  
MIHELČIĆ, Marina ŠANTIĆ: SURVIVAL  
OF *FRANCISELLA NOVICIDA* IN  
DIFFERENT RIVER WATERS

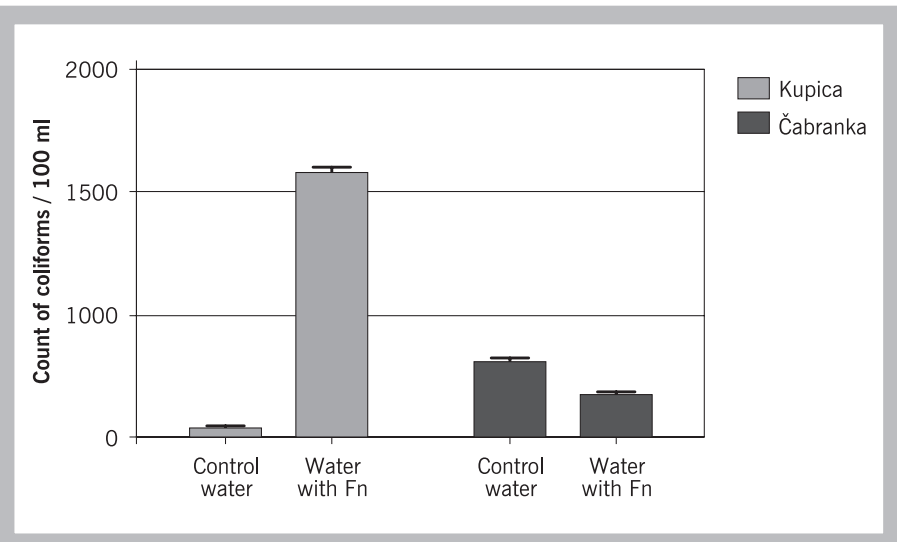
The total count of bacteria before (control water) and after the inoculation of bacteria (water with *Fn*) ( $10^5$  cfu/ml) at day 3. The cfu of bacteria was determined in 100 ml of water. The experiment was done in triplicate, with three repeats. The errors bars represents STDEV.

The total count of bacteria before (control water) and after inoculation of bacteria (water with *Fn*) ( $10^5$  cfu/ml) at the day 3. The cfu of bacteria was determined in 100 ml of water. The experiment was done in triplicate, with three repeats. The errors bars represents STDEV.

Most of the bacteria that were present in the total count were coliforms and bacteria from genus *Enterococcus* (Figure 3 and 4).

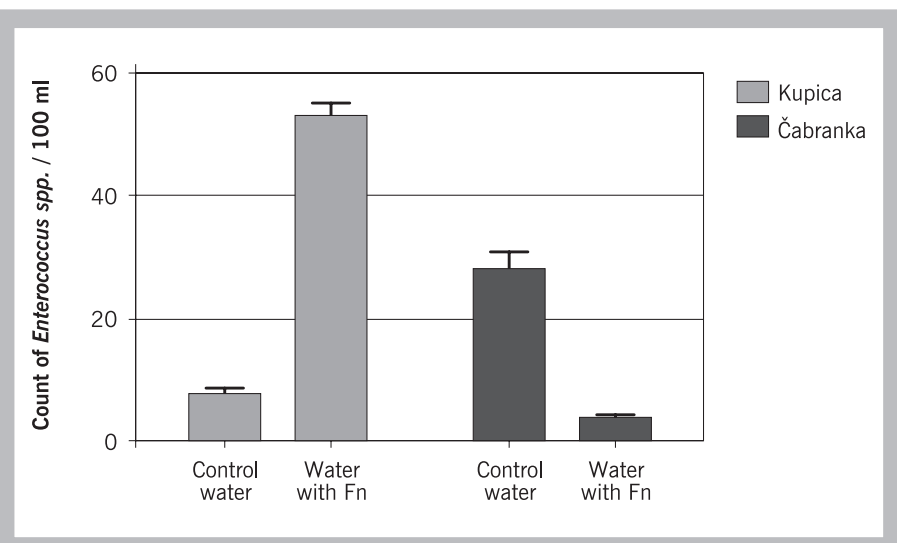
**Figure 3.**

The total count of coliform bacteria in the river water of "Čabranka" and "Kupica".



**Figure 4.**

The total count of genus *Enterococcus* in the river water of Čabranka and Kupica.



The total count of coliforms and bacteria from genus enterococi was higher after the inoculation of *F. novicida* in the water river "Kupica". The opposite situation was in the river water Čabranka where the total count of coliforms and enterococci decreased after inoculation of *F. novicida*. We can assume that some other factors in this water coordinate the whole microbiota and their Quorum sensing. From all above we can conclude that the microbiology of the rivers sample changed after the addition of *F. novicida*.

The total count of bacteria before (control water) and after inoculation of bacteria (water with *Fn*) ( $10^5$  cfu/ml) at the day 3. The cfu of bacteria was determined in 100 ml of water. The experiment was done in triplicate, with three repeats. The errors bars represents STDEV.

The results of this paper show that in the rivers of Gorski Kotar, Čabranka and Kupica, *F. novicida* survives, but the number decreases over time. It is interesting that *Francisella* survives better in sterilized water, suggesting that other microbiota in these waters uses *Francisella* for their growth, especially in the river water of Kupica. Finally, we can conclude that each water is specific and unique and in case of pollution, the emergence of water borne infections or zoonotic diseases should be studied as individual niche.

## REFERENCES

- [1] Aurelie Hennebique, S.B., Max Maurin (2019). Tularemia as a waterborne disease: a review. *Emerging Microbes & Infection* 8.
- [2] Berrada, Z.L., and Telford Iii, S.R. (2011). Survival of *Francisella tularensis* Type A in brackish-water. *Arch Microbiol* 193, 223–6.
- [3] Friis-Moller, A., Lemming, L.E., Valerius, N.H., and Bruun, B. (2004). Problems in identification of *Francisella philomiragia* associated with fatal bacteremia in a patient with chronic granulomatous disease. *J Clin Microbiol* 42, 1840–2.
- [4] Pollack, M.H., Lepola, U., Koponen, H., Simon, N.M., Worthington, J.J., Emilien, G., Tzanis, E., Salinas, E., Whitaker, T., and Gao, B. (2007). A double-blind study of the efficacy of venlafaxine extended-release, paroxetine, and placebo in the treatment of panic disorder. *Depress Anxiety* 24, 1–14.
- [5] Whitehouse, C.A., Kesterson, K.E., Duncan, D.D., Eshoo, M.W., and Wolcott, M. (2012). Identification and characterization of *Francisella* species from natural warm springs in Utah, USA. *Lett Appl Microbiol* 54, 313–24.

Ivan ŽAGAR, Valentina MAREČIĆ,  
Mateja OŽANIČ, Maša KNEŽEVIĆ,  
Ivan VIDINIČ, Ina KELAVA, Mirna  
MIHELČIĆ, Marina ŠANTIĆ: SURVIVAL  
OF *FRANCISELLA NOVICIDA* IN  
DIFFERENT RIVER WATERS

# NUMERICAL MODELING AND PREDICTION OF POLLUTION PROPAGATION IN WATER SUPPLY SYSTEMS

Lado **KRANJČEVIĆ**, Luka **GRBČIĆ**, Ante **SIKIRICA**, Ivana **LUČIN**

University of Rijeka, Trg  
braće Mažuranića 10,  
51000 Rijeka, Croatia

## INTRODUCTION

There are many causes of water supply system pollution. Sources include effluent outfalls from industrial facilities, waste treatment plants, sewage outlets etc. that emit contaminated fluids that can come in contact with the urban water supply system. Contaminants can also enter the water supply from soils and groundwater systems and from the atmosphere via rain. Soils and groundwaters contain the residue of human agricultural practices (fertilizers, pesticides) and improperly disposed industrial wastes while the atmospheric contaminants are also derived from anthropogenic practices. Even though the urban water system is protected and waste treatment procedures are highly regulated, this doesn't mean that pollutants can't be found in these waters in various concentrations. Contaminants can be broadly classified into organic, inorganic, radioactive and microbiological. Therefore, the contaminated water can enter the water supply system for various reasons while the most probable contaminants are chlorine, pesticides, nitrates, lead, bird feces and fecal bacteria. One can not exclude also the intentional water supply system contamination which poses a very serious security problem. Besides the intrusion from outside into the system there is also a problem that comes from within - chemical contamination from faulty plumbing or inner pipe lining, pipe corrosion and especially the constant threat of biofilm formation on the inner pipelining with the opportunistic pathogens that grow in biofilms. These include *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Mycobacteria*, *Campylobacter*, *Klebsiella*, *Aeromonas*, *Helicobacter pylori*, *Salmonella* and especially *Legionella*.

Biofilm formation depends on *water age* which defines the time water spends in pipes from treatment until consumption.

Besides the global municipal water supply systems, practice shows that there are many local water supply systems with a higher risk of contamination: hospital and retirement home water supply systems, camping villages, ships, etc. Camping villages water supply system are rather vulnerable because, with the rapid growth of mobile homes on yearly basis, *ad hoc* water supply pipes are often exposed to direct sunlight and high temperatures, and also high variations in water use per site (or per area of the camp) is present, leading to the zones with high water age factor and risk of pathogenic biofilm formation. Hospitals and retirement homes home a high-risk population especially vulnerable to Legionella exposure, while complex ship fresh water systems with seawater desalination (evaporators, reverse osmosis) also prove to be quite vulnerable to microbiological contamination by legionella.

Also, large systems for the preparation of domestic warm water in hospitals and retirement homes are particularly vulnerable, as hot water is exposed to major physical and chemical changes and improper installation of the domestic hot/warm water system can lead to human health hazards, sometimes deadly (Vincenti et al. [1], De Filippis et al. [2], Gavaldà et al. [3]). At sites of thicker biofilm, a higher concentration of bacteria is present with Legionella being the primary pathogen. The Legionella pneumophila is a gram-negative bacteria that colonize water supply systems, taking into account the fact that it is not quite sensitive to the usual concentrations of chlorine in tap water. The bacteria come into the air via a showerhead dispenser, faucets, tub whirlpools, respiratory therapy equipment, decorative fountains and other sources. When the bacterium is inhaled, it enters the deepest part of the lungs where an infection begins leading to pneumonia, ie Legionnaires' disease (Group of authors, 2003).

## PIPE MIXING PROBLEM

When modeling water network distribution contamination events it is necessary to have an adequately accurate model for mixing in two sequential tee junctions. The distance between the double-Tee junctions is the most important factor for determining the model which needs to be used for accurate mixing distribution and whole water distribution network

Lado KRANJČEVIĆ, Luka GRBČIĆ, Ante SIKIRICA, Ivana LUČIN: NUMERICAL MODELING AND PREDICTION OF POLLUTION PROPAGATION IN WATER SUPPLY SYSTEMS

Lado KRANJČEVIĆ, Luka GRBČIĆ, Ante SIKIRICA, Ivana LUČIN: NUMERICAL MODELING AND PREDICTION OF POLLUTION PROPAGATION IN WATER SUPPLY SYSTEMS

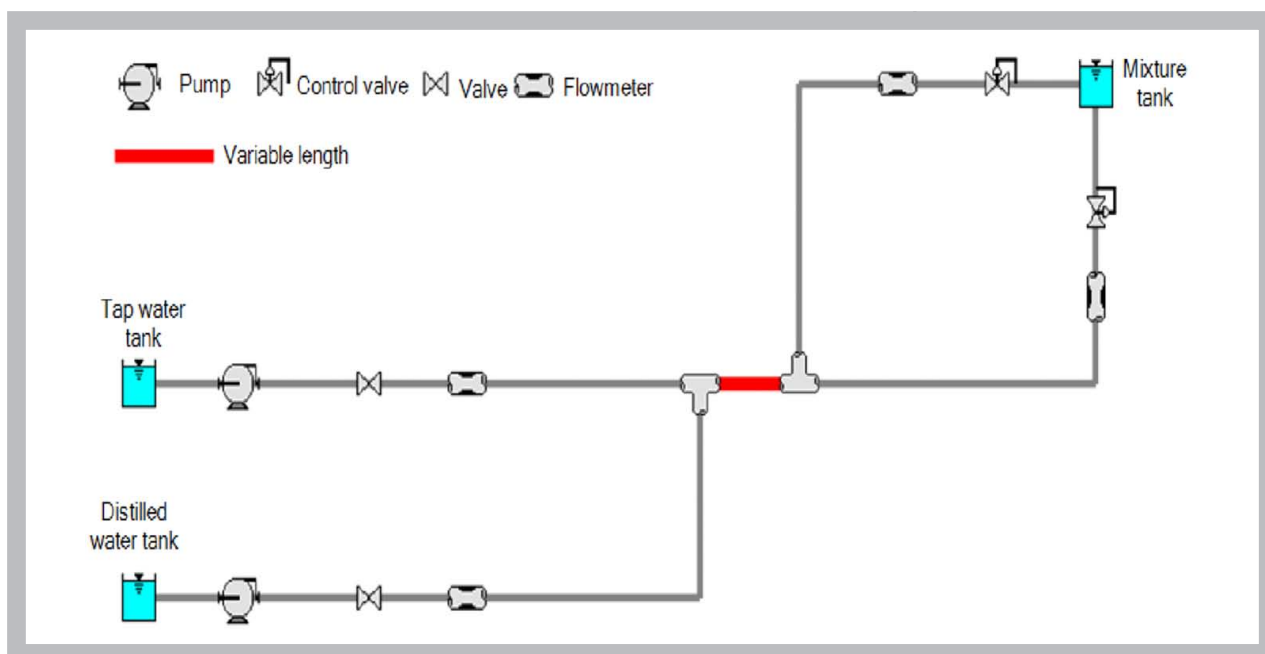
contamination event assessment. The most popular solver for water distribution contamination modeling is EPANET2[5] but it uses a complete mixing model which can cause errors for certain double-Tee distances since it assumes an even split of contaminant at double-Tee junctions. For this reason, the incomplete mixing solver EPANET-BAM[6] was developed where the user can define a mixing parameter that can correct the mixing model for certain double-Tee distances and inlet pipe flow values. The mixing parameter is obtained with either experimental or numerical modeling.

## Experiment

The distance between double-Tee junctions is usually expressed as the number of times it is larger than the diameter of the pipe that is connecting the two tee junctions i.e. 5D would represent a distance of 5 pipe diameters. Shao et al. [7] researched the distances of 3D, 5D, and 10D, and varied the inflows at pipes to assess the mixing behavior. In Yu et al. [8] the distances of 2.5D, 5D, 7.5D, and 10D were examined while in Song et al. [9] the pipe inflows and outflows were varied for 2.5D, 5D, and 10D along with different double-Tee pipe system configurations.

More recently, in the work by Grbčić et al. [10] the turbulent mixing in double-Tee distances of 5.6D, 10D and 15D were investigated along with larger distances up to 150D for certain inflow values. The experimental setup consisted of two double-Tee junctions that were connected by a pipe with an 18 mm internal diameter. In Figure 1. the whole experimental setup can be seen. Distilled and tap water were used to assess the mixing distribution at the double-Tee junction.

The electrical conductivity of distilled and tap water was measured at each tank before the experimental procedure and the electrical conductivity of the mixture was also measured at the pipe outlets to assess the dynamics of mixing at the double-Tee junctions since it exhibits complex flow behavior which includes secondary currents and turbulent vortices. Mixing at double-Tee junctions was observed for different flow values (Reynolds number range was 6000-30000) at each inlet pipe and this was expressed through an inlet flow ratio parameter where the ratios of 0.333, 0.5, 1, 2 and 3 were tested. An inlet flow ratio of 2 would imply that the flow at one inlet pipe is twice as large as the flow at the other inlet

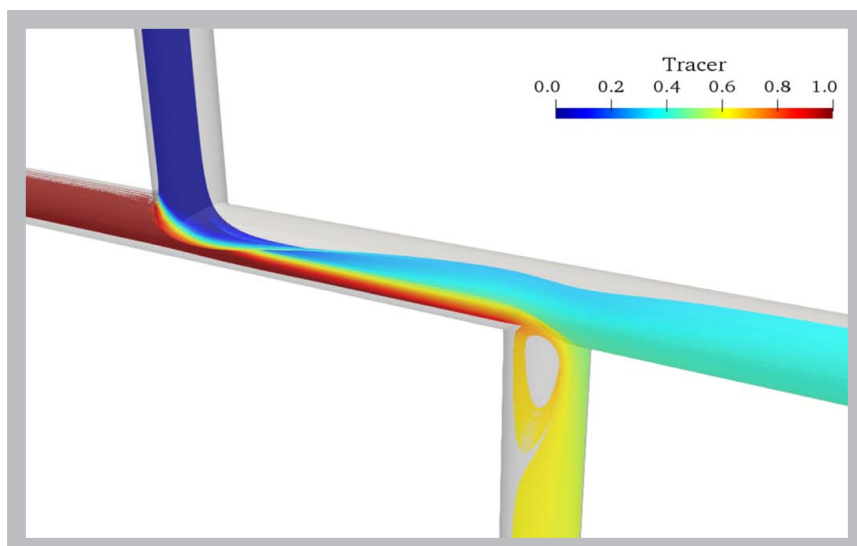


**Figure 1.**  
Experimental setup by  
Grbčić et al. [10]

pipe. Along with new insights into the dynamics of turbulent mixing at double-Tee junctions, the outputs of the whole experimental model were an array of recommended mixing parameter values (which are defined by the pipe distance between and the inlet flow ratio) that could be used in simpler numerical mixing models such as EPANET-BAM.

## Modeling

Determining the dynamics of mixing at double-Tee junctions is also possible by using numerical modeling. Shao et al. [3], Grbčić et al. [10], Webb and van Bloemen-Waanders [11] and Ung et al. [12] used computational fluid dynamics (CFD) to model mixing at double-Tee junctions.



**Figure 2.**  
CFD tracer of mixing at  
double-Tee junction by  
Grbčić et al. [10]

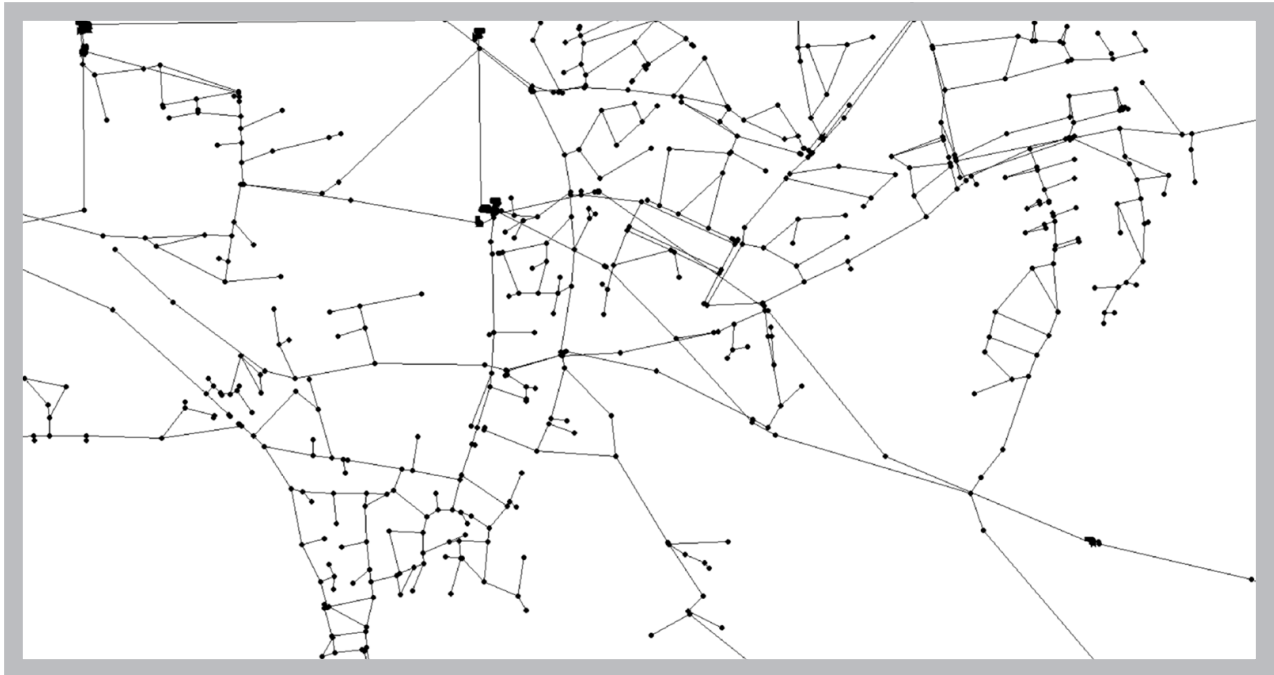


Lado KRANJČEVIĆ, Luka GRBČIĆ, Ante SIKIRICA, Ivana LUČIN: NUMERICAL MODELING AND PREDICTION OF POLLUTION PROPAGATION IN WATER SUPPLY SYSTEMS

The most recent work by Grbčić et al. [10] used the passive scalar transport model along with the k-Epsilon RANS turbulence model within the open-source CFD toolbox OpenFOAM to model the double-Tee mixing behavior. The passive scalar model incorporates the turbulent diffusion term which itself incorporates the turbulent Schmidt number. When numerical results were compared with the experimentally obtained results it was found that an accurately calibrated turbulent Schmidt number is the most important factor in accurate mixing dynamics assessment. The turbulent Schmidt number value recommended by Grbčić et al. [10] was 0.5. In the study by Webb and van Bloemen-Waanders [11] the Large Eddy Simulation (LES) turbulence model was used and the recommended turbulent Schmidt number was 0.7 and it was concluded that different turbulence models require a different turbulent Schmidt number value to accurately model the mixing phenomenon in double-Tee junctions. In Fig. 2. the complex eddying of flow in double-Tee junctions can be observed (Grbčić et al. [10]). All the simulations are performed employing the supercomputing facility BURA at the CNRM University of Rijeka.

## CONTAMINATION DISTRIBUTION MODELING IN REAL SYSTEMS

Contaminant dispersion in municipal water-distribution systems is a growing concern because of the potential for accidental or intentional contamination events. Understanding how solutes move and mix through a network of pipes and junctions is critical for developing urgent procedures in case of contamination. The flow pattern and geometric configuration of these junctions govern the mixing behavior of solutes that enter them. Prolonged exposure to an unknown contaminant can often influence the wellness of certain groups of the population that are in contact with polluted water. Therefore, it is crucial to estimate the location of the pollution source on time for natural preservation and human health whether; exposure is long-term to a low toxic level or short-term to a highly toxic level. Environmental protection agencies and water distribution network control centers should undertake security measures and include risk management for different scenarios by developing and applying the methodology for pollution measurement, detection and early warning public



**Figure 3.**  
The Richmond water supply network layout [14].

notification. One important part of risk management is a procedure for the identification of the potential source of water pollution in combination with continuous water quality measurements.

The growth of high-performance computers has enabled the application of demanding computer algorithms for pollution source detection. The inverse numerical procedure is one of the algorithms for the identification of pollution sources and their contamination levels. The inverse numerical procedures can either contain an optimization algorithm detection system or it can be based on newly adopted artificial intelligence meta-models [13]. Inverse source detection procedures are tested on the experimental benchmark model Richmond network – Figure 3 [14]. The Richmond network consists of 865 nodes and it was obtained from The Centre for Water Systems at the University of Exeter. Machine learning-based algorithms for water supply pollution source identification are used in HPC environment. Various machine learning models are tested, compared and combined for the pollution source classification and significant variables regression analysis: Artificial Neural Network, Support Vector Regression, Decision Tree, Random Forest, and Logistic Regression. By the use of machine learning and optimization methods besides the contamination source location the significant variables of a contamination event such as start time, end time, duration and contaminant concentration can also be determined [15].

Lado KRANJČEVIĆ, Luka GRBČIĆ, Ante SIKIRICA, Ivana LUČIN: NUMERICAL MODELING AND PREDICTION OF POLLUTION PROPAGATION IN WATER SUPPLY SYSTEMS

## CONCLUSION

In this paper, a water supply network management as the interdisciplinary scientific field of sanitary and mechanical engineering is presented showing current trends, complexity, and importance of the theme. Water distribution networks are complex systems that are rather vulnerable due to the possibility of accidental or deliberate contamination events that can affect large communities. When modeling mixing in a complex system, a correct mixing model must be applied to accurately describe the contaminant transport through the network. Contaminants can intrude water supply networks through different scenarios. The contaminants can be organic, inorganic, radioactive but special attention has to be focused on the microbiological threat which proves to be an ever more present challenge of humankind. In managing the complex water supply networks, machine learning methods in conjunction with the optimization algorithms show to be greatly useful in predicting the location of the pollution intrusion, its start time, end time, duration and contaminant concentration. The use of supercomputing and novel GPGPU SIMD architectures makes the machine learning models rather appealing. In scientific research, novel hardware architecture makes the switch from the physical model and numerical simulations to AI and metamodeling possible. With a number of preparatory runs, the machine algorithms are taught and tested on the remaining data. In the sudden need for an operational simulation, quick computationally non-demanding runs based on machine learning can be performed producing fast and accurate solutions.

## REFERENCES

- [1] Vincenti, S., de Waure, C., Raponi, M., Teleman, AA, Laurenti, P., Environmental surveillance of Legionella spp. colonization in the water system of a large academic hospital: Analysis of the four-year results on the effectiveness of the chlorine dioxide disinfection method, *Science of The Total Environment*, Volume 65720, March 2019, pp. 248–253.
- [2] Patrizia De Filippis, P., Mozzetti, C., Messina, A., D'Alò, G.L., Prevalence of Legionella in retirement homes and group homes water distribution systems, *Science of The Total Environment*, Volume 6431 December 2018, pp. 715–724.
- [3] Laura Gavaldà, L., Garcia-Nuñez, M., Quero, S., Gutierrez-Milla, C., Sabrià, M., Role of hot water temperature and water sy-

- stem use on Legionella control in a tertiary hospital: An 8-year longitudinal study, *Water Research* Volume 1491 February 2019, pp. 460–466.
- [4] Group of authors, 2003. *Controlling Legionella in Domestic Hot Water Systems*, Armstrong International, Inc., London.
- [5] Rossman, L. *EPANET – User’s manual*, United States Environmental Protection (USEPA), 2000.
- [6] Ho, C.K. and O’Rear Jr, L., 2009. Evaluation of solute mixing in water distribution pipe junctions. *Journal-American Water Works Association*, 101(9), pp. 116–127.
- [7] Shao, Y., Yang, Y.J., Jiang, L., Yu, T. and Shen, C., 2014. Experimental testing and modeling analysis of solute mixing at water distribution pipe junctions. *Water research*, 56, pp. 133–147.
- [8] Yu, T., Tao, L., Shao, Y. and Zhang, T., 2015. Experimental study of solute mixing at double-Tee junctions in water distribution systems. *Water Science and Technology: Water Supply*, 15(3), pp. 474–482.
- [9] Song, I., Romero-Gomez, P., Andrade, M.A., Mondaca, M. and Choi, C.Y., 2018. Mixing at junctions in water distribution systems: an experimental study. *Urban Water Journal*, 15(1), pp. 32–38.
- [10] Grbčić, L., Kranjčević, L., Lučin, I. and Čarija, Z., Experimental and Numerical Investigation of Mixing Phenomena in Double-Tee Junctions. *Water*, 11(6), 2019, p. 1198.
- [11] Webb, S.W. and van Bloemen Waanders, B.G., 2008. High fidelity computational fluid dynamics for mixing in water distribution systems. In *Water Distribution Systems Analysis Symposium 2006* (pp. 1–15).
- [12] Ung, H., Gilbert, D., Piller, O., Mortazavi, I. and Iollo, A., 2014. LES and DNS simulations of imperfect mixing for Double-Tee junctions. *Procedia Engineering*, 89, pp. 1268–1275.
- [13] Adedoja, O., Hamam, Y., Khalaf, B., & Sadiku, R., 2018. Towards development of an optimization model to identify contamination source in a water distribution network, *Water*, 10, 579.
- [14] Van Zyl, J. E., 2001. A methodology for improved operational optimization of water distribution systems, Ph.D. thesis University of Exeter UK.
- [15] Yan, X., Zhu, Z., & Li, T., 2019. Pollution source localization in an urban water supply network based on dynamic water demand, *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 17901–17910.

Lado KRANJČEVIĆ, Luka GRBČIĆ, Ante SIKIRICA, Ivana LUČIN: NUMERICAL MODELING AND PREDICTION OF POLLUTION PROPAGATION IN WATER SUPPLY SYSTEMS

# JAVNO-ZDRAVSTVENI ZNAČAJ SIGURNOSTI HRANE U DOMAĆINSTVIMA

Daniel **MAESTRO**<sup>1,2,3</sup>, Arzija **PAŠALIĆ**<sup>2,3</sup>, Sabina **ŠEGALO**<sup>4</sup>, Amar **ŽILIĆ**<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup> Zavod za javno zdravstvo Federacije Bosne i Hercegovine

<sup>2</sup> Fakultet zdravstvenih studija Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina

<sup>3</sup> Udruženje za sanitarno inženjerstvo u Bosni i Hercegovini

<sup>4</sup> Medicinski fakultet Univerziteta u Sarajevu

<sup>5</sup> Federalna uprava za inspekcijske poslove, Bosna i Hercegovina

## UVOD

Trenutno se smatra da je većina kupljenih namirnica sigurna za konzumiranje, međutim, postoji potreba da potrošači ispravno rukuju, pripremaju i čuvaju iste u svojim domaćinstvima [1]. Neadekvatna higijena ruku, rukovanje i priprema hrane, posebno kratko vrijeme kuhanja i dugo čuvanje u neodgovarajućim uslovima u domaćinstvima, mogu dovesti do proliferacije mikroorganizama. Smatra se da su upravo to, uzroci značajnog broja bolesti koje se HPB u domaćinstvima [2]. Restorani se najčešće navode kao mjesta gdje je konzumirana hrana koja je dovela do razvoja HPB. Međutim, prema brojnim izvještajima, trovanja hranom i HPB tri puta češće dešavaju u kućnim kuhinjama u odnosu na restoranske [3]. Brojni su razlozi zašto je domaćinstvo, kao mjesto, povezano sa značajnim rizikom za nastanak HPB. Najveći dio hrane koju konzumiramo priprema se u domaćinstvima, čime se povećava mogućnosti da dođe do grešaka u rukovanju [4]. Još jedna značajnost zbog koje domaćinstvo i pripremljena hrana predstavlja rizik za nastanak trovanja hranom je što postoje grupe ljudi za koje se zna da su pod povećanim rizikom, a koje obuhvataju djecu, trudnice, starije osobe, bolesne i imunokompromitirane osobe [5]. Faktori koji pridonose nastanku HPB u domaćinstvu uključuju: pripremu i konzumiranje različitih vrsta hrane, aktivnosti koje se odvijaju u kuhinji, a koje nisu u direktnoj vezi za pripremom hrane, higijenske prakse, stavovi, uvjerenja, iskustva i znanja svakog člana domaćinstva [6]. Za razliku od restoranskih, kućne kuhinje su višenamjenska područja i koriste se za više aktivnosti od same pripreme i skladištenja hrane. Kućni

Ljubimci, razni predmeti, prljavo rublje, kućne biljke i slično, se obično nalaze u kućnim kuhinjama. Kuhinjski sudoperi koriste se za pranje ruku, raznih predmeta, posuđa, odjeće, djece i kućnih ljubimaca, te vlaženje i namakanje krpa. Prljavo posuđe se često odlaže zajedno sa čistim na kuhinjskim pultovima [7]. U kućnim frižiderima uobičajeno se nalaze sirovo neoprano voće i povrće, meso i kuhana gotova hrana. Višestruka upotreba kućne kuhinje predstavlja rizik i veliki potencijal za niz patogena koji se mogu prenjeti i proširiti na hranu, razmnožavati i na kraju rezultirati bolešću. Mogućnosti za djecu da nauče sigurno rukovanje hranom u školama su vrlo male, a porodični ili potrošački kursevi su vrlo rijetki [8]. Kao rezultat toga, mnogi tinejdžeri i odrasli imaju ograničeno iskustvo u pripremi hrane, nisu naučili osnovne principe o sigurnosti hrane i nemaju znanja koja su potrebna da bi sebe i svoje porodice zaštitili od HPB [9]. Upravo ova nedosljedna praksa i neznanje kod osoba koje rukuju hranom u domaćinstvu, može poništiti veliki dio napora uloženi u poboljšanje i održavanje sigurnosti hrane ranije postignute u prehrambenom lancu [10].

Istraživanja znanja, stavova i prakse osoba koje rukuju hranom, mogu pružiti osnovu za formulisanje i dizajniranje programa za promovisanje i edukaciju o sigurnosti hrane u domaćinstvima [11]. Foster i Kaferstein navode da tek kad postoje stavovi i prakse u pogledu sigurnosti hrane, moguće je planirati učinkovite strategije za poticanje i jačanje poželjnih ponašanja u rukovanju sa hranom, te obeshrabriti one neprikladne [12].

Iako je nemoguće procijeniti tačan postotak bolesti koje se prenose putem hrane u kućnim kuhinjama, zna se da se taj postotak ne može zanemariti. Upravo zbog toga postoji potreba za proučavanjem izvora infekcije i mogućih uzroka nastanka HPB u domaćinstvima [13].

## MATERIJAL I METODE

Kao instrument istraživanja znanja, stava i prakse stanovništva o sigurnosti hrane u domaćinstvima korišten je namjenski kreiran i validiran upitnik na osnovu detaljnog pregleda literature, uz ekspertske konsultacije. Odgovori na pitanja su formirani po principu Likertove skale, koja su sastoji od niza tvrdnji posvećenih različitim aspektima znanja, stava i prakse.

Daniel MAESTRO, Arzija PAŠALIĆ,  
Sabina ŠEGALO, Amar ŽILIĆ:  
JAVNO-ZDRAVSTVENI ZNAČAJ  
SIGURNOSTI HRANE U  
DOMAĆINSTVIMA

Daniel MAESTRO, Arzija PAŠALIĆ,  
Sabina ŠEGALO, Amar ŽILIĆ:  
JAVNO-ZDRAVSTVENI ZNAČAJ  
SIGURNOSTI HRANE U  
DOMAĆINSTVIMA

Ispitanici su za svaku tvrdnju izražavali stepen slaganja u okviru četverostepene skale (potpuno se slažem, slažem se, ne znam, ne slažem se). Osim Likertove skale, u nekim česticama su korištena pitanja sa ponuđenim tačnim odgovorom, gdje su ispitanici, u zavisnosti od svoga znanja, stava i prakse trebali da izaberu jedan od ponuđenih odgovora.

Konačni upitnik se sastoji od 12 opštih/demografskih pitanja, 11 pitanja o znanju, 9 o stavu i 10 pitanja o praksi u pogledu sigurnosti hrane u domaćinstvu. Validacijom upitnika je utvrđeno da „Upitnik o sigurnosti hrane u domaćinstvima“ (USHD) zadovoljava psihometrijske kriterije za test pouzdanosti i valjanosti, sa ukupnom vrijednošću Cronbach's alpha=0,842.

Istraživanje je provedeno u 100 domaćinstva na području Kantona Sarajevo. Distribucija upitnika je izvršena po principu „snježne kugle“, metode uzorkovanja koja se preporučuje u istraživanjima opšte populacije.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Među ispitanicima, 31 (31 %) su osobe muškog, a 69 (69 %) ženskog spola. Prema rezultatima starosne distribucije, 40 % ispitanika pripada starosnoj grupi 36 do 50 godina, 39 % grupi 26 do 35 godina. U dobi od 18 do 25 godina je 4 % ispitanika, a 17 % ispitanika je starijih od 50 godina.

Analizom socio-ekonomskih prilika utvrđeno je da su ukupna mjesečna primanja kod 47 % ispitanika iznosila između 1000 i 2000 KM, kod 40 % iznad 2000 KM, a primanja ispod 1000 KM registrovana su kod 13 % ispitanika.

Završenu fakultetsku naobrazbu je imalo 75 % ispitanika, a 25 % ispitanika srednju školu.

Od 100 ispitanika njih 49, živi u braku/zajednici sa djecom, 14 % u zajednici bez djece, dok su 20 % samci. Domaćinstvo je u 59 % slučajeva imalo tri ili četiri člana, a u 7 % slučajeva 5 ili više članova.

Analizirajući koliko često ispitanici pripremaju obroke u domaćinstvu, njih 81 % je izjavilo da redovno kuha, 18 % da ponekad kuha, a 1 % nikada ne priprema obroke u domaćinstvu.

Tabela 1. Analiza znanja ispitanika

RB.	Pitanja o znanju ispitanika	Opis	N	%	p
1.	Štetni mikrobi koji nisu vidljivi golim okom mogu dovesti do trovanja hranom?	Netačno	8	8,0	<0,001
		Tačno	92	92,0	
2.	Ukoliko jedemo meso koje je sirovo ili polukuhano u velikom smo riziku da se otrujemo hranom?	Netačno	18	18,0	<0,001
		Tačno	82	82,0	
3.	Nehigijenske prakse su izvor mikroorganizama koje mogu dovesti do zagađenja hrane?	Netačno	1	1,0	<0,001
		Tačno	99	99,0	
4.	Ukoliko jedemo kuhanu hranu koju smo čuvali na sobnoj temperaturi duže od 4 sata, u velikom smo riziku da se otrujemo?	Netačno	61	61,0	0,003
		Tačno	39	39,0	
5.	Direktan kontakt neopranih ruku i hrane koja je spremna za jelo dovodi do bakterijske kontaminacije hrane?	Netačno	13	13,0	<0,001
		Tačno	87	87,0	
6.	Odmrzavanje smrznutog mesa na donjoj polici frižidera je ispravan način odmrzavanja?	Netačno	47	47,0	0,479
		Tačno	53	53,0	
7.	Konzumiranje nedovoljno kuhanih jaja (tečni žumanjak) može izazvati trovanje hranom koja često završava hospitalizacijom?	Netačno	54	54,0	0,322
		Tačno	46	46,0	
8.	Kukci, kao što su žohari i muhe, mogu prenositi bakterije koje dovode do trovanja hranom?	Netačno	10	10,0	<0,001
		Tačno	90	90,0	
9.	Ostatke kuhane hrane treba ponovno, temeljito zagrijati/prokuhati prije konzumiranja?	Netačno	51	51,0	0,8875
		Tačno	49	49,0	
10.	Osim bakterija, gljivice i virusi mogu također uzrokovati bolesti koje se prenose hranom?	Netačno	18	18,0	<0,001
		Tačno	82	82,0	
11.	Smatrate li da je odmrznuto meso ispravno ponovo zamrznuti?	Netačno	6	6,0	<0,001
		Tačno	94	94,0	

Analizom segmenta o stavu ispitanika, utvrđeno je da su značajno učestaliji tačni odgovori na 7 pitanja,  $p < 0,05$ . Kod dva pitanja nije utvrđena značajna razlika u frekvenci odgovora. Rezultati o stavu ispitanika predstavljeni su u Tabeli 2.



Tabela 2. Analiza stava ispitanika

RB.	Pitanja o stavu ispitanika	Opis	N	%	p
1.	Osobe koje u svom domu pripremaju hranu, sebe i svoje ukućane mogu zaraziti bakterijama koje se prenose hranom	Netačno	27	27,0	<0,001
		Tačno	73	73,0	
2.	Važno je provjeriti temperaturu frižidera kako bi se spriječilo kvarenje i trovanje hranom	Netačno	6	6,0	<0,001
		Tačno	94	94,0	
3.	Sirovu hranu treba držati odvojeno od kuhane hrane	Netačno	22	22,0	<0,001
		Tačno	78	78,0	
4.	Kosa, nakit i dugi nokti mogu kontaminirati hranu bakterijama	Netačno	10	10,0	<0,001
		Tačno	90	90,0	
5.	Sirovo povrće i meso ne treba rezati koristeći isti nož ako nije prethodno opran	Netačno	13	13,0	<0,001
		Tačno	87	87,0	
6.	Sirovo voće i povrće je sigurnije za jelo ako se opere hladnom tekućom vodom	Netačno	26	26,0	<0,001
		Tačno	74	74,0	
7.	Ako prije rukovanja hranom, operete ruke sa tečnim sapunom i toplom vodom u trajanju od 45 sekundi, biće dovoljno da se riješite bakterija na rukama	Netačno	41	41,0	0,0162
		Tačno	59	59,0	
8.	Prema Vašem mišljenju, kolika je učestalost trovanja hranom zbog nepravilnog načina pripreme u domaćinstvima?	Netačno	53	53,0	0,4795
		Tačno	47	47,0	
9.	Koja je izjava Vama bliža: Svi ljudi imaju isti rizik od trovanja hranom	Netačno	52	52,0	0,6714

Analizom odgovora na 8 pitanja o praksi, utvrđeno je da su ispitanici na 7 pitanja značajno učestalije davali tačne odgovore, što ide u prilog dobroj praksi ( $p < 0,05$ ). Samo za jedno pitanje je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika u odgovorima ( $p = 0,322$ ). Ukupni rezultati su predstavljeni u Tabeli 3.

Tabela 3. Analiza prakse ispitanika

RB.	Pitanja o praksi ispitanika	Opis	N	%	p
1.	Da li izbjegavate kuhanje i pripremanje hrane ukoliko imate otvorene rane na rukama?	Loša praksa	29	29,0	<0,001
		Dobra praksa	71	71,0	
2.	Čistite li površine koje dolaze u dodir sa hranom prije i poslije pripreme hrane?	Loša praksa	3	3,0	<0,001
		Dobra praksa	97	97,0	
3.	Koristite li različite daske za rezanje sirovog mesa i povrća?	Loša praksa	34	34,0	<0,001
		Dobra praksa	66	66,0	
4.	Da li perete ruke sapunom i toplom vodom prije početka pripreme hrane?	Loša praksa	0	0,0	<0,001
		Dobra praksa	100	100,0	
5.	Odmrzavate li meso na donjoj polici frižidera?	Loša praksa	46	46,0	0,322
		Dobra praksa	54	54,0	
6.	Odvajate li sirovu i kuhanu hranu u svome frižideru?	Loša praksa	15	15,0	<0,001
		Dobra praksa	85	85,0	
7.	Koristite li termometar za hranu kako bi provjerili da li je hrana dovoljno kuhana?	Loša praksa	97	97,0	<0,001
		Dobra praksa	3	3,0	
8.	Koliko često dezinfikujete kuhinjski sudoper?	Loša praksa	10	10,0	<0,001
		Dobra praksa	90	90,0	

Od maksimalnih 11 bodova u segmentu znanje, ostvaren je prosječan broj od  $8,13 \pm 1,84$ . U segmentu stav (maksimalno 9 bodova), prosjek iznosi  $6,5 \pm 1,77$ . Za segment praksa je kreiran raspon do 8 bodova, pri čemu je ostvareni prosječni broj  $5,66 \pm 1,4$ .

Na osnovu kvartilne podjele skale ocjenjivani su znanje, stav i praksa, pri čemu se za dobro znanje, stav i praksu uzeo ukupan broj bodova iznad 75 percentila. S obzirom na to dobro znanje je gradirano ukoliko je ispitanik imao 9 i više bodova na odgovorima iz znanja, odnosno 7 i više bodova iz stava i prakse. Loše znanje pokazalo je 52 % ispitanika, bez utvrđene statistički značajne razlika ( $p=0,6714$ ). Dobar stav, odnosno ukupno minimalno 7 bodova na osnovu odgovora na pitanjima o stavu, utvrđen je kod 53 % ispitanika. Nije utvrđena statistički značajna razlika u učestalosti ( $p=0,4795$ ). Dobra praksa, odnosno minimalno 7 bodova, utvrđena je kod 34 % ispitanika. Utvrđeno je da su loše navike u praksi statistički značajno učestalije,  $p<0,001$ . U istraživanju prove-

Daniel MAESTRO, Arzija PAŠALIĆ,  
Sabina ŠEGALO, Amar ŽILIĆ:  
JAVNO-ZDRAVSTVENI ZNAČAJ  
SIGURNOSTI HRANE U  
DOMAĆINSTVIMA

denom u Pakistanu, utvrđeno je da loše znanje ima 91,1 %, pogrešan stav 85 % i lošu higijensku praksu 99,7 % ispitanika, retrospektivno [14]. Istraživanje provedeno u Irskoj ukazalo je da 67 % ispitanika ima dobro znanje u pogledu sigurnosti hrane u domaćinstvima [15].

Korelacijom između zbira bodova o znanju, stavu i praksi, utvrđeno je postojanje pozitivne srednje jake korelacije između vrijednosti ocjena znanja i stava,  $r=0,539$  uz  $p<0,001$ . Također, utvrđena je i statistički značajna povezanost znanja i prakse na nivou srednje jake korelacije  $r=0,402$ ,  $p<0,001$ . Istraživanjem je utvrđena i značajna povezanost stava i prakse na nivou srednje jake korelacije,  $r=0,502$ ,  $p<0,001$ .

Regresionom analizom, dokazana je srednje jaka pozitivna povezanost prakse sa stavom i znanjem,  $r=0,525$ . ANOVA testom je utvrđeno da znanje i stav direktno utiču na praksu zaista i odgovara datim podacima,  $p<0,001$ .

## ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja ukazuju da su novoformiranim instrumentom prikupljeni značajni rezultati koji ukazuju da više od polovine ispitanika ima loše znanje i praksu u pogledu sigurnosti hrane u domaćinstvima, što ukazuje da je kod istih povećan rizik od nastanka hranom prenosivih bolesti.

Navedeno, ukazuje da je neophodna edukacija opšte populacije, kao i dizajniranje dugoročne strategije kojom bi se korigovala nepoželjna ponašanja prilikom rukovanja, pripreme i skladištenja hrane u domaćinstvima.

## LITERATURA

- [1] Tomaszewska M, Trafialek J, Suebpongsang P, Food hygiene knowledge and practice of consumers in Poland and in Thailand – A survey, Food Control Vol. 85, 2018.
- [2] Fischer, A.; Frewer, L.; Nauta, M. Toward improving food safety in the domestic environment: A multi-item Rasch scale for the measurement of the safety efficacy of domestic food-handling practices. Risk Anal. 2006.
- [3] Borneff, J., R. Hassinger, J. Wittig, and R. Edenharder. Effective hygienic measurements in households today. Zentralbl. Bacteriol. 2008.
- [4] Carlson, A.; Kinsey, J.; Nadav, C. Consumers' retail source of food: A cluster analysis. Fam. Econ. Nutr. Rev. 2002.

- [5] United States Department of Health and Human Services. Healthy People 2020: Food Safety; United States Department of Health and Human Service, Office of Disease Prevention and Health Promotion: Washington, DC, USA, 2010.
- [6] J. M. Dharod, S. Paciello, A. Bermúdez-Millán, K. Venkitanarayanan, G. Damio, and R. Pérez-Escamilla, "Bacterial contamination of hands increases risk of cross-contamination among low-income Puerto Rican meal preparers," *Journal of Nutrition Education and Behavior*, vol. 41, no. 6, 2009.
- [7] Byrd-Bredbenner, C.; Maurer, J.; Wheatley, V.; Cottone, E.; Clancy, M. Food safety hazards lurk in the kitchens of young adults. *J. Food Prot.* 2007.
- [8] Beard, T. HACCP and the home: The need for consumer education. *Food Tech.* 2011.
- [9] Haapala, I.; Probart, C. Food safety knowledge, perceptions, and behaviors among middle school students. *J. Nutr. Educ. Behav.* 2004.
- [10] Kennedy, J.; Jackson, V.; Blair, I.; McDowell, D.; Cowan, C.; Bolton, D. Food safety knowledge of consumers and the microbiological and temperature status of their refrigerators. *J. Food Prot.* 2005.
- [11] Westaway, M. S., and E. Vijoen. Health and hygiene knowledge, attitudes and behaviour. *Health Place*, 2000.
- [12] Foster, G. M., and F. K. Kaferstein. Food safety and the behavioural sciences. *Soc. Sci. Med* 1995.
- [13] Iranjia-Hurdoyal S, Latouche C,. Factors Affecting Microbial Load and Profile of Potential Pathogens and Food Spoilage Bacteria from Household Kitchen Tables, Hindawi Publishing Corporation *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 2016.
- [14] Naureen Naeem, Shahid Raza, Hira Mubeen, Shoaib Ahmad Siddiqui, Raana Khokhar, Food safety knowledge, attitude, and food handling practices of household women in Lahore, *Journal of Food Safety*, 2018.
- [15] Nora A. Moreb, Anushree Priyadarshini, Amit K. Jaiswal, Knowledge of food safety and food handling practices amongst food handlers in the Republic of Ireland, *Food Control*. May 2017.

Daniel MAESTRO, Arzija PAŠALIĆ,  
Sabina ŠEGALO, Amar ŽILIĆ:  
JAVNO-ZDRAVSTVENI ZNAČAJ  
SIGURNOSTI HRANE U  
DOMAĆINSTVIMA

Organised by:



Endorsed by:



Member of:



SARAJEVO (BIH)  
ZAGREB (CRO)  
LJUBLJANA (SLO)  
NIŠ (SRB)

3. - 5. OCT  
10. - 12. OCT  
16. - 18. OCT  
24. - 26. OCT

*Microorganisms  
always win,  
but the question is  
how fast?!*



