

PREŽIVLJAVANJE BAKTERIJE *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* U DESTILIRANOJ VODI

dr. sc. Ana Kovačić, dipl. ing. biol.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Splitsko-dalmatinske županije
Vukovarska 46, 21000 Split
ana.kovacic19@gmail.com

Doris Tafra, mag. oecol. et prot. nat.

Prirodoslovno-matematički fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Rooseveltove trg 6, 10000 Zagreb

prof. dr. sc. Jasna Hrenović, dipl. ing. biol.

Prirodoslovno-matematički fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Rooseveltove trg 6, 10000 Zagreb

prof. dr. sc. Ivana Goić-Barišić, dr. med.

Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu,
Šoltanska ul. 2, 21000 Split

mr. sc. Tina Dumanić, dipl. ing.

Nastavni zavod za javno zdravstvo
Splitsko-dalmatinske županije
Vukovarska 46, 21000 Split

Pseudomonas aeruginosa je gram-negativna aerobna bakterija široko rasprostranjena u vodama okoliša. Oportunistički je patogen koji lako preživljava nepovoljne životne uvjete kao što su nedostatak hranjivih tvari. Prema važećim pravilnicima, ova bakterija ne smije biti prisutna u vodi za piće, gotovom proizvodu, kao niti u vodi za kupanje i rekreaciju. Cilj našeg istraživanja je bio utvrditi postoje li razlike u preživljenju ove bakterije obzirom na vrstu vode iz koje je izolirana. Odabrano je 10 izolata *P. aeruginosa* izoliranih iz raznovrsnih uzoraka voda te se ispitalo njihovo preživljavanje u destiliranoj vodi tijekom 28 dana. Svi izolati su preživjeli tijekom ispitivanog perioda, a najveći postotak preživljenja imao je izolat iz vode broskog tanka koja je višekratno dezinficirana klornim preparatom. Najmanji postotak preživljenja pokazao je izolat iz bočate vode rijeke Cetine. Prema profilu antibiotske rezistencije utvrđeno je da je upravo ovaj izolat zajedno s onim iz otpadne vode imao neobičan fenotip rezistencije koji ova dva izolata čini bližim kliničkim sojevima. Nove spoznaje o preživljavanju bakterija u nepovoljnim životnim uvjetima dragocjene su u otkrivanju učinkovitih metoda njihovog suzbijanja.

Ključne riječi: *Pseudomonas aeruginosa*, kvaliteta vode, bakterije, antibiotska rezistencija

1. UVOD

Bakterija *Pseudomonas aeruginosa* je glavni humani oportunistički patogen unutar roda *Pseudomonas* koji uzrokuje infekcije kože i opekline, blage infekcije zvukovoda u plivača i infekcije oka. Kod imunološki oslabljenih pacijenata može uzrokovati i teške infekcije te dovesti do sepse (Garrity et al., 2005., Mena i Gerba, 2009; Jawetz et al., 2015). Široko je rasprostranjena u okolišu i smatra se uobičajenim mikroorganizmom prirodnih voda (Garrity et al., 2005.). Jedna od važnijih osobina bakterije *P. aeruginosa* je da može rasti u nepovoljnim životnim uvjetima kao što su niske koncentracije nutrijenata, te može preživjeti veće temperaturne razlike u odnosu na druge gram negativne bakterije. Prema Legnani et al. (1999.) *P. aeruginosa* ima sposobnost preživjeti i rasti u mineralnoj vodi koja sadrži vrlo nisku razinu otopljenih tvari i organskih spojeva. Može preživjeti u vodi dezinficiranoj klorom, u

destiliranoj vodi, a pokazuje i veliku otpornost na procese mehaničkog čišćenja (Guida et al., 2016.). Upravo zbog ovih osobina, najčešći je uzročnik onečišćenja bazena i ostalih vodenih struktura u centrima za rekreaciju (Rice et al., 2012.; Roser et al., 2014.). Zahvaljujući sposobnosti stvaranja biofilma, često je prisutna u vodi iz slavine, što je osobito opasno u bolničkom okruženju gdje takvi sustavi vode za piće mogu predstavljati izvor različitih patogena (Felfoldi et al., 2010., Jawetz et al., 2015., Mena i Gerba, 2009.). Osobito zabrinjava sve veća rezistencija *P. aeruginosa* na različite skupine antibiotika, kao i njena sposobnost da širi gene rezistencije na ostale mikroorganizme, što se danas smatra gorućim problemom u svijetu. *P. aeruginosa* pokazuje najveću otpornost na fluorokinolone, a na ciprofloksacin i levofloksacin je otporno 20–35 % sojeva. (Lister et al., 2009.). U Republici Hrvatskoj, bakterija *P. aeruginosa* je pokazala najveću rezistenciju na antibiotike ciprofloksacin, gentamicin

i netilmicin (Tambić Andrašević et al., 2015.). Prema odredbama važećih pravilnika, *P. aeruginosa* ne smije biti prisutna u vodi za ljudsku potrošnju (NN 125/17), u gotovom (flaširanom) proizvodu, (NN 48/15) kao niti u vodi za kupanje i rekreaciju (NN 107/12, 88/14). Određivanje prisutnosti ove bakterije u uzorku vode temelji se na njenim biokemijskim osobinama: pozitivna citokrom oksidaza i katalaza, proizvodnja amonijaka iz arginina, rast na citratu kao jedinom izvoru ugljika te sinteza pigmenta piocijanina koji fluorescira pod UV svjetlom valne duljine 460 nm (ISO, 2008; WHO, 2017.). Sposobnost ove bakterije da dobro raste na 42 °C pomaže u njenom razlikovanju od drugih vrsta unutar fluorescentne skupine (Jawetz et al., 2015.).

Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi postoji li razlika u preživljavanju *P. aeruginosa* u oligotrofnoj sredini kao što je destilirana voda, obzirom na vrstu vode iz koje je izolirana.

2. MATERIJAL I METODE

2.1 Uzorci

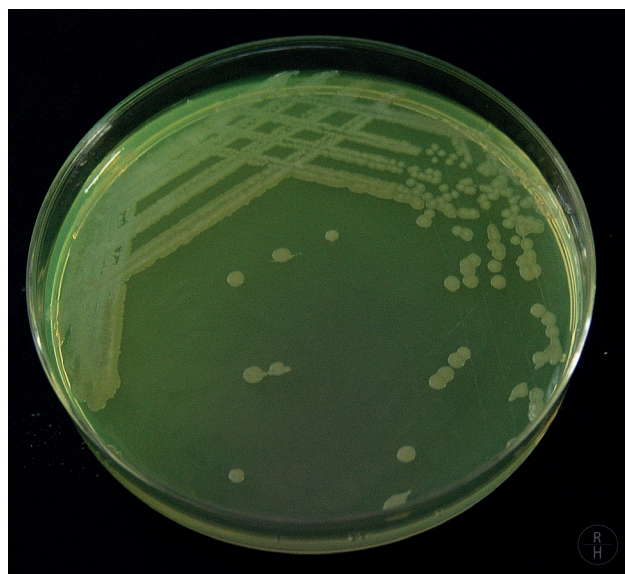
Istraživanje je provedeno u razdoblju od 8. 3. 2017. do 9. 4. 2017. godine. Prikupljeni su uzorci vode različitog porijekla (površinska voda, voda za piće, voda iz cisterni) u cilju izdvajanja bakterije *P. aeruginosa* (tablica 1). Uzorci voda u količini od 500 mL uzorkovani su u sterilne staklene boce i u roku od 6 h su analizirani na prisustvo *Pseudomonas aeruginosa*. Istraživanje je provedeno sa ukupno 10 sojeva *P. aeruginosa*, od kojih je izolat broj 1 klinički izolat bolesnika koji posjeduje otpornost na karbapeneme. Klinički izolat *P. aeruginosa* izoliran je iz bronhalnog sekreta bolesnika hospitaliziranog u KBC Split tijekom travnja 2017. godine. Antibiotička osjetljivost svih izolata ispitana je testom disk difuzije (Eucast, 2017.).

Tablica 1: Izolati *P. aeruginosa* izolirani iz uzoraka prirodnih voda i pacijenta

Uzorak br.	Lokacija uzorka	Datum uzorkovanja
1	Pacijent	03.04.2017.
2	Otpadna voda iz bolnice	21.03.2017.
3	Ušće rijeke Cetine (bočata voda)	08.03.2017.
4	Ušće rijeke Cetine (slatka voda)	12.03.2017.
5	Rijeka Cetina (Radmanove mlinice)	08.03.2017.
6	Bušotina (sirova voda)	22.03.2017.
7	Brodski tank (vodovodna voda)	28.03.2017.
8	Cisterna (kišnica+vodovodna voda)	10.03.2017.
9	Vodovodna voda	13.03.2017.
10	Vodovodna voda iz bazena	05.04.2017.

2.2 Bakteriološka analiza voda

Prisustvo bakterije *P. aeruginosa* u uzorcima voda dokazano je metodom membranske filtracije prema normi: Kakvoća vode, -detekcija i brojenje *Pseudomonas aeruginosa* (HRN EN ISO 16266:2008). Po 100 mL uzorka vode filtrirano je kroz membranski filter veličine pora 0,45 µm (Millipore, Molsheim, Francuska), a filter je nakon filtracije prenesen na podlogu za uzgoj *P. aeruginosa*, Pseudo CN agar (Oxoid, Velika Britanija). Ova mikrobiološka podloga sadrži cetrimid koji *P. aeruginosa* omogućuje proizvodnju piocijanina (slika 1). Uzorci su inkubirani na 36 °C kroz 48 h te su sve plavo-zelene kolonije koje su fluorescirale pod UV svjetlom valne duljine 460 nm (ISO, 2008; WHO, 2017) izolirane i biokemijski potvrđene komercijalnim biokemijskim testom (API 10S, bioMerieux, Francuska). Napravljen je, također, test na prisustvo citokrom oksidaze. Bakterijska kultura je mikrobiološkom ušicom nanesa na disk natopljen sa dimetil p-fenildiaminom, a pojava ljubičaste boje se smatrala pozitivnom reakcijom (Stilinović i Hrenović, 2009.). Za istraživanje je odabrano 10 sojeva (tablica 1) koji su potvrđeni API testom i imali su pozitivnu reakciju na test za citokrom oksidazu.



Slika 1: Kolonije bakterije *P. aeruginosa* porasle na Pseudo CN agaru

2.3 Preživljavanje *P. aeruginosa* u destiliranoj vodi

Početna suspenzija *P. aeruginosa* pripremljena je u fiziološkoj otopini prema McFarland 1, tako da gustoća stanica bude oko 3×10^8 CFU/mL. Po 1 mL tako pripremljene početne suspenzije naciepio se u boce sa po 100 mL sterilne destilirane vode. Kako bi se pratio broj vijabilnih kolonija tijekom pokusa, iz svakog uzorka su se tijekom 28 dana načinila decimalna razrjeđenja i po 1 mL se naciepljivao na hranjivi agar. Tako naciepljen agar se inkubirao na 36 °C/24 h te su se brojale izrasle

kolonije bakterija s dva susjedna razrjeđenja. Konačan broj kolonija se izračunao kao aritmetička sredina dobivenih vrijednosti. Prvo mjerenje je provedeno nakon 24 h inkubacije, a sljedeća mjerenja nakon 2, 7, 14, 21 i 28 dana inkubacije. Dobiveni broj kolonija izražen je kao logCFU/mL. Preživljavanje je izračunato prema formuli: $((\log\text{CFU/mL}_{\text{vrijeme}} : \log\text{CFU/mL}_{\text{start}}) * 100)$, gdje je log CFU/mL_{vrijeme} broj bakterija na dan mjerenja, a log CFU/mL_{start} početna koncentracija bakterija. Za svaki izolat napravljen je izračun srednje vrijednosti i standardne devijacije, programom Microsoft Excel 2010. Statistička obrada podataka provedena je korištenjem programa Statistica (verzija 13.3). Za svaki izolat izračunat je konačni log redukcije broja kao $(\log\text{CFU/mL}_{\text{start}} - \log\text{CFU/mL}_{\text{28dana}})$. Rezultati su uspoređeni Duncanovim testom.

2.4 Kemijska analiza vode

Svi uzorci voda iz kojih su dobiveni izolati *P. aeruginosa*, osim uzorka otpadne vode iz bolnice, kemijski su se analizirali, prema važećim ISO standardima, na sljedeće parametre: elektrovodljivost (HRN EN27888:2008); koncentracija pH iona (HRN EN ISO 10523:2012), permanganatni indeks (HRN EN ISO 8467:2001) i kloridi (HRN ISO 9297:1998). U otpadnoj vodi izmjerena je jedino pH vrijednost (tablica 2).

3. REZULTATI I RASPRAVA

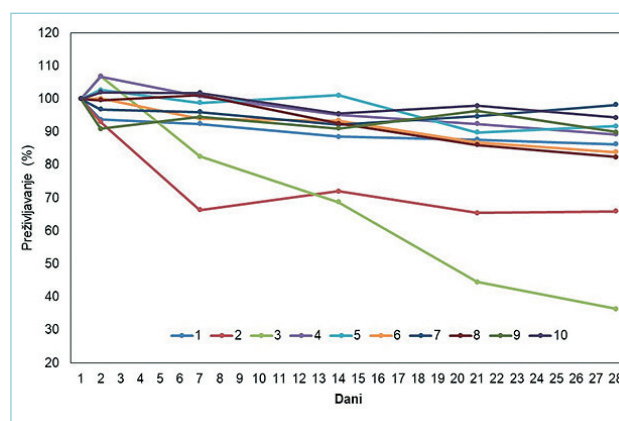
Kemijska analiza vode je očekivano pokazala da uzorak vode koji je uzet kraj ušća rijeke Cetine ima visoku elektrovodljivost te sadrži visoke koncentracije klorida, što ukazuje na blizinu mora. Upravo iz ovih razloga, permanganatni indeks u tom uzorku nije mogao biti precizno izmjeren. Rezultati svih ostalih kemijskih parametara nalazili su se u granicama maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) prema Pravilniku o vodi za ljudsku potrošnju (NN 125/07).

Tablica 2: Rezultati kemijske analize vode iz koje su izdvojeni sojevi *P. aeruginosa*

Uzorak br.	elektrovodljivost/ μS/cm	konc. H ⁺ iona/ pH jedinica	permanganatni indeks/ mg/l O ₂	kloridi/ mg/l Cl
2	-	6,0	-	-
3	3,600	7,9	-	933
4	386	8,1	0,86	12
5	392	8,0	0,88	13
6	736	7,4	0,83	26,3
7	430	7,4	0,91	5,6
8	461	7,6	0,83	10,35
9	392	7,6	<0,5	7,15
10	296	7,7	1,15	4,25

Svih 10 izolata *P. aeruginosa* su bili vijabilni nakon 28 dana istraživanja. Klinički izolat br. 1 iz pacijenta, koji je zbog svoje otpornosti na antibiotike, uzet kao kontrolni soj pokazao je preživljavanje od 86 % nakon 28 dana. Čak pet okolišnih izolata (4, 5, 7, 9 i 10) pokazalo je veći postotak preživljavanja od kliničkog izolata, što ukazuje na dobru prilagodbu izolata iz okoliša oligotrofnim uvjetima u vodi. Najveći postotak preživljenja pokazao je izolat 7 koji je pronađen u vodi iz broskog tanka. Taj soj je u više navrata izoliran iz tanka, čak i nakon postupka dezinfekcije vode kloriranjem, što ukazuje na njegovu otpornost prema kloriranju. Možemo pretpostaviti da je ovaj soj razvio različite mehanizme prilagodbe na nepovoljne uvjete okoliša koji bi mogli uključivati i oligotrofiju. Najmanji je postotak preživljavanja imao *P. aeruginosa* izolat br. 3, dobiven iz uzorka bočate vode na ušću rijeke Cetine. Već nakon prvog tjedna je uslijedilo značajnije smanjenje njegovog broja, sve do 36 % na 28. dan praćenja. Vjerojatno je upravo povećani salinitet imao utjecaj na njegovu slabiju otpornost prema uvjetima oligotrofije. Iz rezultata statističke analize vidljivo je da su izolat 2 s 2,1 logCFU redukcije i izolat 3 s 3,1 logCFU redukcije broja imali značajno lošije preživljavanje u odnosu na ostale izolate s prosječnom redukcijom broja od 0,7 logCFU (slika 2).

P. aeruginosa izoliran iz bronhalnog izolata pacijenta pokazao je rezistenciju na oba karbapenema (imipenem, meropenem) a osjetljiv je bio na cefalosporine 3. i 4. generacije, aminoglikozide i kinolone. Izolati *P. aeruginosa* br. 2 i 3 imali su neobičan fenotip rezistencije u odnosu na druge izolate iz okoliša, jer su prikazali rezistenciju na aminoglikozid (gentamicin) i karbapenem (imipenem), te su bliže kliničkim izolatima po fenotipu rezistencije. Ostali izolati (4, 5, 6, 7, 8, 9 i 10) su bili osjetljivi na sve testirane antibiotike (cefalosporine 3. i 4. generacije, karbapeneme, aminoglikozide i kinolone), što je bilo i za očekivati, obzirom da se radi o izolatima iz okoliša. Zanimljivo je da su upravo izolati iz otpadne vode i sa ušća rijeke Cetine (br. 2 i 3) pokazali nizak postotak preživljavanja, a istovremeno pokazuju



Slika 2: Postotak preživljavanja *P. aeruginosa* (izolati 1-10) u periodu od 28 dana praćenja. t_0 (log CFU/mL) = $6,2 \pm 0,2$.

antibiotsku rezistenciju, za razliku od drugih sojeva iz okoliša. Možemo pretpostaviti da je izolat br. 2 došao u vode ušća otpadnim vodama. Poznato je da voda Cetina kraj ušća prima triljske otpadne vode kao i pritoke koji je na tom mjestu znatno onečišćuju (Štambuk-Giljanović, 2002.).

Rezultati ovog istraživanja su pokazali da se postotak preživljenja *P. aeruginosa* u oligotrofnim uvjetima, kao što je destilirana voda, razlikuje ovisno o vrsti medija iz kojeg je ova bakterija izolirana. Izolat *P. aeruginosa* iz pacijenta koji je višestruko otporan na antibiotike nije pokazao značajnije razlike u preživljenju u odnosu na ispitivane okolišne izolate iz voda. Trebalo bi dodatno istražiti postoji li povezanost između preživljenja bakterija u vodi i njihove otpornosti na različite antibiotike. Nakon 28 dana u svim izolatima smo još uvijek imali žive

stanice *P. aeruginosa*. Ova bakterija je vrlo prilagodljiva raznovrsnim okolišnim uvjetima, posebice manjku nutrijenata. Aktiviranjem različitih metaboličkih putova postaje sposobna koristiti različite sastojke za svoj metabolizam. Prema brojnim istraživanjima često se uspijeva prilagoditi novim životnim uvjetima i preživljava duže nego neke druge bakterije, kao što je *K. pneumoniae* ili *E. coli* (Tamagnini i Gonzalez, 1997.; Štimac, 2009.; Mendis, 2014.). Nove spoznaje o načinima prilagodbe ovih bakterija na nepovoljne životne uvjete i njihovom preživljavanju u istima bile bi dragocjene u otkrivanju učinkovitih metoda njihove eliminacije iz bolnica, gdje su često uzročnici ozbiljnih infekcija, ali i vodama za kupanje i rekreaciju, gdje predstavljaju javno-zdravstveni rizik. ■

LITERATURA

- Brooks, G.; Carroll, K.; Butel, J.; Morse, S.; Mietzner, T. (urednici) (2015.): *Jawetz, Melnick, Adelberg Medicinska mikrobiologija*. Placebo, d.o.o., Split, 26. američko izdanje/1. hrvatsko izdanje (prijevod udžbenika).
- European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. 2016. Reading guide: EUCAST disk diffusion method for antimicrobialsusceptibility testing, version 6.0.
- Felföldi, T.; Heeger, Z.; Vargha, M.; Marialigheti, K. (2010.): Detection of potentially pathogenic bacteria in the drinking water distribution system of a hospital in Hungary. *Clinical Microbiology and Infection*, 16, 89–92.
- Garrity, G. M.; Brenner, D. J.; Krieg, N. R.; Staley, J. T. (2005.): *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2, Part B. Springer, New York, USA.
- Guida, M.; DiOnofrio, V.; Galle, F.; Gesuele, E.; Valeriani, F.; Liguori, R.; Spica, R. V. (2016): *Pseudomonas aeruginosa* in swimming pool water: Evidences and perspectives for new control strategy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13 (9), 919–921.
- HRN EN ISO 16266 (2008.): Kakvoća vode-detekcija i brojenje *Pseudomonas aeruginosa*.
- HRN EN 27888 (2008): Određivanje električne vodljivosti.
- HRN EN ISO 10523 (2012): Kvaliteta vode -- Određivanje pH vrijednosti.
- HRN EN ISO 8467 (2001): Kakvoća vode – Određivanje permanganatnog indeksa.
- HRN ISO 9297 (1998): Kakvoća vode – Određivanje klorida – Volumetrijska metoda sa srebrnim nitratom uz kromatni indikator (Mohrova metoda).
- Legnani, P.; Leoni, E.; Rapuano, S.; Turin, D.; Valenti, C. (1999.): Survival and growth of *Pseudomonas aeruginosa* in natural mineral water- a 5 year study. *International Journal of Food Microbiology*, 53, 153–158.
- Lister, P. D.; Wolter, D. J.; Hanson, N. D. (2009.): Antibacterial-Resistant *Pseudomonas aeruginosa*: Clinical Impact and Complex Regulation of Chromosomally Encoded Resistance Mechanisms. *Clinical Microbiology Reviews*. 22 (4), 582–610.
- Mena, K. D.; Gerba, C. P. (2009.): Risk assessment of *Pseudomonas aeruginosa* in water. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 201, 71–115.
- Mendis, N.; Ran Lin, Y.; Faucher, S. P. (2014.): Comparison of virulence properties of *Pseudomonas aeruginosa* exposed to water and growth in rich broth. *Canadian Journal of Microbiology*, 60, 777–781.
- Meyer, J. M.; Abdallah, M. A. (1978.): The Fluorescent Pigment of *Pseudomonas fluorescens*: Biosynthesis, Purification and Physicochemical Properties. *Society for General Microbiology*, 107, 319–328.
- NN (2012., 2014.): Pravilnik o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda. *Narodne novine*, 107/12, 88/14.
- NN (2015.): Pravilnik o prirodnim, mineralnim, prirodnim izvorskim i stolnim vodama. *Narodne novine*, 48/15.
- NN (2017.): Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe, *Narodne novine*, 125/17.
- Rice, S. A.; Van den Akker, B.; Pomati, F.; Roser, D. A. (2012.): Risk assessment of *Pseudomonas aeruginosa* in swimming pools: A review. *Journal of Water and Health*, 10, 181–196.
- Roser, D. J.; Van den Akker, B.; Boase, S.; Haas, C. N.; Ashbolt, N. J.; Rice, S. A. (2014.): *Pseudomonas aeruginosa* dose response and bathing water infection. *Epidemiology and Infection*, 142, 449–462.
- Stilinović, B.; Hrenović, J. (2009.): *Praktikum iz bakteriologije*. Kugler, Zagreb, Hrvatska.
- Štambuk-Giljanović, N. (2001.): Vode Cetine i njezina porječja. Zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije, Hrvatske vode.
- Štimac, I.; Marchesi, V.; Tomljenović, M.; Rukavina, T. (2009.): Preživljavanje vrste *Klebsiella pneumoniae* u različitim uzorcima voda. *Hrvatske vode*, 71, 13–18.
- Tamagnini, L. M.; Gonzalez, R. D. (1997.): Bacteriological stability and growth kinetics of *Pseudomonas aeruginosa* in bottled water. *Journal of Applied Microbiology*, 83, 91–94.
- Tambić Andrašević, A.; Tambić, T.; Katalinić-Janković, V.; Payerl Pal, M.; Bukovski, S.; Butić, I.; Šoprek, S. (2015.): *Osjetljivost i rezistencija bakterija na antibiotike u Republici Hrvatskoj u 2014. g.* Akademija medicinskih znanosti Hrvatske, Zagreb, Hrvatska.
- WHO (2017.): Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition in incorporating the first addendum. World Health Organization. 631.

Survival of bacteria *Pseudomonas aeruginosa* in distilled water

Abstract. *Pseudomonas aeruginosa* is a Gram-negative aerobic bacterium that is widespread in waters of the environment. It is an opportunistic pathogen easily surviving unfavourable living conditions, such as a lack of nutrients. According to the ordinances in force, this bacterium must not be present in drinking water, finished products or waters for bathing and recreation. The objective of our research was to determine whether there were differences in survival of this bacterium with regard to the water type from which it was isolated. 10 *P. aeruginosa* isolates were selected from different water samples to test their survival in distilled water during 28 days. All isolates survived during the testing period. The isolate from a ship tank that was multiply disinfected with a chlorine solution had the highest survival rate whereas the isolate from the Cetina River's brackish water had the lowest survival rate. According to the antibiotic resistance profile, it was determined that exactly this isolate, together with the one from wastewater, had an unusual resistance phenotype that makes these two isolates closer to clinical strains. The new insights into bacterial survival in unfavourable living conditions are invaluable in identifying efficient methods for their suppression.

Key words: *Pseudomonas aeruginosa*, water quality, antibiotic resistance

Überleben des Bakteriums *Pseudomonas aeruginosa* in destilliertem Wasser

Zusammenfassung. *Pseudomonas aeruginosa* ist ein gramnegatives, aerobes Stäbchenbakterium, das in Oberflächengewässern weit verbreitet ist. Es ist ein opportunistischer Erreger von Infektionen, das leicht unter ungünstigen Bedingungen, wie z.B. Nährstoffmangel, überlebt. Nach den gültigen Verordnungen darf dieses Bakterium im Trinkwasser, in Fertigerzeugnissen, Badegewässern und im Badebeckenwasser nicht enthalten sein. Das Ziel dieser Untersuchung war festzustellen, ob dieses Bakterium in unterschiedlichen Wassertypen unterschiedlich überlebt. Zehn Isolate des Bakteriums wurden aus unterschiedlichen Wasserproben isoliert, und ihr Überleben in destilliertem Wasser in Laufe von 28 Tagen wurde untersucht. Alle Isolate haben im Untersuchungszeitraum überlebt, und die höchste Überlebensrate ergab das Isolat aus dem Wasser aus einem Schiffstank, der mehrfach mit Chlorpräparat desinfiziert wurde. Die niedrigste Überlebensrate zeigte das Isolat aus dem Brackwasser des Flusses Cetina. Nach dem Antibiotikaresistenzprofil konnte festgestellt werden, dass gerade dieses Isolat und das Isolat aus dem Abwasser einen ungewöhnlichen Resistenzphänotyp zeigten, der diese zwei Isolate näher den klinischen Bakterienstämmen bringt. Die neuen Erkenntnisse über das Überleben von Bakterien in ungünstigen Lebensbedingungen sind wertvoll für die Entwicklung wirkungsvoller Methoden zum Kampf gegen Bakterien.

Schlüsselwörter: *Pseudomonas aeruginosa*, Wasserqualität, Bakterien, Antibiotikaresistenz