



One health

Eno
zdravje

2025

Zbornik izvlečkov

Zbornik izvlečkov

Eno zdravje 2025

Organizator

UL Biotehniška fakulteta, UL Veterinarska fakulteta, Nacionalni inštitut za javno zdravje

Uredniški in Organizacijski odbor

Irena Zdovc, Eva Grilc in Jerneja Ambrožič-Avguštin

Izdajatelj

Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Gerbičeva ulica 60, Ljubljana
Ljubljana, december 2025



One health

Eno
zdravje

Zbornik izvlečkov

Kazalo

Zoonotične influence pri ljudeh	7
Aviarna influenza: novi veterinarski pogledi na stare izzive	8
Monitoring virusa aviarne influence v okoljskih vodah	9
Preudarno do varne reje perutnine: kako prehiteti ptičjo gripo?	10
Mikrobiološka kakovost slovenskega mleka in pojavnost večkratno odpornih bakterij	11
Odpornost bakterij <i>Escherichia coli</i> , osamljenih iz različnih naravnih okolij	12
Trendi odpornosti najpogostejših bakterijskih vrst pri ljudeh v Sloveniji, 2018-2025	13
Obravnava bolnika, nosilca večkratno odporne bakterije	14
Dermatofitoze pri ljudeh	15
Dermatofitoze pri živalih	16
Z zdravjem povezane glive slovenskih morskih peščenih plaž	17
<i>Staphylococcus pseudintermedius</i> pri živalih in ljudeh	18
Nove protimikrobne učinkovine	19
Prenos onesnaženja izlite gnojevke v porečju reke Pivke do ponora in skozi postojnsko-planinski jamski sistem	20
Cianobakterije v okolju	21
Predstavitev primera: zastrupitev psičke z anatoksinom-a in metaldehidom	22
Cianobakterije in zdravje ljudi	23

Program

8.00 - 9.00	Registracija udeležencev
9.00 - 9.15	UVODNI NAGOVOR Valentina Kubale Dvojmoč , prodekanja Veterinarske fakultete Maja Sočan , predstojnica CNB NIJZ Marina Pintar , dekanja Biotehniške fakultete
9.15 - 9.30	Ustanovitev središča Eno zdravje-okolje na BF Ines Mandič-Mulec, Damjana Drobne (BF)
	Novi vidiki na stare izzive - ptičja gripa Moderatorica: Katarina Prosenc-Trilar
9.30 - 9.50	Zoonotične influence pri ljudeh Maja Sočan, Katarina Prosenc-Trilar
9.50 - 10.20	Aviarna influenza: novi veterinarski pogledi na stare izzive Brigita Slavec
10.20 - 10.30	Monitoring virusa aviarne influence v okoljskih vodah Neža Praček
10.30 - 10.40	Preudarno do varne reje perutnine: kako prehiteti ptičjo gripo? Dušan Terčič
10.40 - 10.50	RAZPRAVA
10.50 - 11.20	ODMOR
	Trendi in zanimivosti na področju odpornosti proti protimikrobnim učinkovinam Moderatorica: Helena Ribič
11.20 - 11.40	Mikrobiološka kakovost slovenskega mleka in pojavnost večkratno odpornih bakterij Majda Golob, Primož Treven
11.40 - 12.00	Odpornost bakterij <i>Escherichia coli</i>, osamljenih iz različnih naravnih okolij Jerneja Čremožnik Zupančič
12.00 - 12.20	Trendi odpornosti najpogostejših bakterijskih vrst pri ljudeh v Sloveniji, 2018-2025 Mateja Pirš
12.20 - 12.40	Obravnava bolnika, nosilca večkratno odporne bakterije Nina Gorišek Miksić
12.40 - 12.50	RAZPRAVA
12.50 - 14.00	KOSILO
	Vedno aktualne - glive Moderatorica: Polona Zalar
14.00 - 14.20	Dermatofitoze pri ljudeh Tadeja Matos
14.20 - 14.40	Dermatofitoze pri živalih Oskar Gazvoda
14.40 - 15.00	Z zdravjem povezane glive slovenskih morskih peščenih plaž Monika Novak Babič
15.00 - 15.10	RAZPRAVA
	Novi izzivi - zoonoze in iskanje protimikrobnih učinkovin Moderatorica: Jana Avberšek
15.10 - 15.40	<i>Staphylococcus pseudintermedius</i> pri živalih in ljudeh Irena Zdovc, Katja Seme
15.40 - 16.00	Nove protimikrobne učinkovine Martina Hrast-Rambaher
16.00 - 16.30	ODMOR
	Zabeleženo v medijih Moderatorica: Eva Grilc
16.30 - 16.50	Prenos onesnaženja izlite gnojevke v porečju reke Pivke do ponora in skozi Postojnsko-planinski jamski sistem Janez Mulec
16.50 - 17.10	Cianobakterije v okolju Tina Eleršek
17.10 - 17.30	Predstavitve primera: zastrupitev psičke z anatoksinom-a in metaldehidomh Kristina Tekavec, Mitja Gombač
17.30 - 17.50	Cianobakterije in zdravje ljudi Bonia Miljavac
17.50 - 18.00	RAZPRAVA ZADNJIH DVEH SEKCIJ IN ZAKLJUČNI POZDRAV



Spoštovani udeleženci srečanja in prijatelji ideje Eno zdravje

Pred vami je zbornik 10. simpozija *Eno zdravje*, ki ga že deset let skupaj organizirata Veterinarska fakulteta Univerze v Ljubljani in Nacionalni inštitut za javno zdravje, **letos pa se nam je kot organizatorka in gostiteljica pridružila Biotehniška fakulteta**. Ta jubilejni dogodek predstavlja pomemben mejnik v razvoju interdisciplinarnega sodelovanja med strokami, ki si prizadevajo za skupni cilj – varovanje zdravja ljudi, živali in okolja.

Koncept Eno zdravje (One Health) je v zadnjem desetletju povsod po svetu postal ena ključnih usmeritev sodobne znanosti in javnega zdravja. Z njim poudarjamo, da so zdravje ljudi, zdravje živali in stanje okolja neločljivo povezani, ter da lahko dolgoročne rešitve za izzive, kot so zoonoze, odpornost bakterij, vpliv podnebnih sprememb in varnost hrane, dosežemo le s celostnim pristopom in sodelovanjem med različnimi strokami.

V desetih letih so simpoziji *Eno zdravje* postali prepoznaven prostor srečevanja raziskovalcev, strokovnjakov in odločevalcev z različnih področij naravoslovnih znanosti. Skozi predavanja, razprave in izmenjavo izkušenj smo krepili razumevanje, da odgovornost za skupno zdravje presega meje posameznih institucij in disciplin.

Zbornik, ki je pred vami, združuje prispevke avtorjev, ki vsak na svoj način prispevajo k razumevanju kompleksnih povezav med človekom, živalmi in okoljem. Njihove raziskave in izkušnje so dragocen prispevek k razvoju znanja in praksi, ki temelji na sodelovanju, spoštovanju naravnih sistemov in odgovornem ravnanju.

Ob desetletnici se zahvaljujemo vsem, ki ste prispevali k razvoju in uspehu simpozijev *Eno zdravje* – predavateljem, udeležencem, organizatorjem in drugim partnerjem. Vaša strokovnost, odprtost in zavezanost skupnemu cilju so temelj, na katerem bomo gradili tudi v prihodnje.

Naj bo ta zbornik dokaz, da je *Eno zdravje* več kot strokovni, metodološki in znanstveni koncept – je način sodelovanja in razmišljanja za bolj zdravo prihodnost vseh nas.

Za organizacijski odbor

Irena Zdovc (UL VF), Eva Grilc (NIJZ) in Jerneja Ambrožič Avguštin (UL BF)

Zoonotične influence pri ljudeh

Zoonotic influenza in humans

Maja Sočan¹, Katarina Prosenc-Trilar²

¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Trubarjeva cesta 2, Ljubljana

²Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, laboratorij za javnozdravstveno virologijo, Grablovičeva 44, Ljubljana

Izvleček

Okužbe ljudi z zoonotičnimi virusi influence so zelo redke. Nekateri podtipi virusov kot npr. H5 izkazujejo večjo patogenost za perutnino in ljudi. Po navedbah skupnega poročila EFSA-ECDC je bilo od leta 1997 do junija 2025 potrjenih 997 primerov okužb z AI(H5N1) pri ljudeh. O primerih je poročalo 25 držav, večina zbolelih je bila iz jugovzhodne Azije. Izhod bolezni je bil v visokem deležu neugoden, zaradi okužbe je umrlo 471 oseb (47,2 %). Od leta 2024 se AI (H5N1) pojavlja pri perutnini in govedu v ZDA. Prenosov na ljudi je malo – po podatkih CDC je bilo do oktobra 2025 70 obolelih; 41 oseb je bilo izpostavljenih okuženemu govedu, 24 oseb je bilo v tesnem stiku z obolelo perutnino, dve osebi z drugimi živalmi in samo pri treh vir okužbe ni bil poznan. Smrtnost zbolelih z AI(H5) v ZDA je v nasprotju z ekonomsko manj razvitimi državami nizka (samo 1,4 %). Velika večina virusov H5 se uvršča v gensko skupino 2.3.4.4b, v Kambodži pa so pri skupini obolelih potrdili gensko skupino 2.3.2.1e. Septembra 2025 so v Nemčiji zaznali okužbo delavca v mesno predelovalnem obratu s prašičjim, aviarnemu virusu influence podobnim virusom influence A(H1N1), ki spada v gensko skupino 1C.2.2.

Globalno so od leta 1998 zaznali posamezne primere okužb ljudi z AI(H9N2) (168 primerov, 2 smrti), od leta 2014 z AI(H5N6) (93 primerov, 36 smrti) in od leta 2021 z AI(H10N3) (5 primerov).

V Evropski uniji aviarna influenza A(H5N1) pri ljudeh še ni bila dokazana, pač pa so pri nekaterih osebah, zaposlenih v perutninski industriji potrdili prisotnost virusa v vzorcih zgornjih dihal, kar je bilo opredeljeno kot kontaminacija in ne kot okužba.

Pojav različice virusa influence A(H5N1) 2.3.4.4b in adaptacija na obsežen nabor gostiteljev in zmožnost, da okuži celice spodnjih dihal pri sesalcih, zbuja precejšnjo skrb, ker se povečuje možnost širjenja na ljudi in prilagajanje humani populaciji. S tem se ustvarjajo pogoji za razvoj nove pandemije. Za Evropo zaenkrat velja ocena ECDC, da je tveganje povezano z zoonotičnimi influencami za splošno populacijo zelo nizko in tudi nizko za zaposlene, ki ob delu prihajajo v stik z okuženo/obolelo perutnino. Ne glede na nizko tveganje je potrebno izvajati preventivne ukrepe ob stiku z okuženimi živalmi, posebno ob tveganem stiku s perutnino, ki zmanjšajo možnost prenosa na ljudi.

Ključne besede: influenza, zoonoze, epidemiologija

Aviarna influenza: novi veterinarski pogledi na stare izzive

Avian influenza: new insights into old challenges – a veterinary perspective

Brigita Slavec¹, Uroš Krapež¹, Aleksandra Hari², Tomi Paller¹, Špela Vidrih¹, Vasilij Cociancich¹, Jana Ačko¹, Mojca Nushol¹, Urška Skerbiš¹, Danijela Vočanec¹, Joško Račnik¹, Zoran Žlabravec¹, Jedrt Maurer Wernig¹, Ion Gutierrez Aguirre³, Marina Štukelj¹, Irena Golinar Oven¹

¹Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Gerbičeva 60, Ljubljana, Slovenija.

²Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Dunajska cesta 22, Ljubljana, Slovenija.

³Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 121, Ljubljana, Slovenija.

Izvleček

Virusi influence A (IAV) iz družine *Orthomyxoviridae* okužujejo širok spekter ptičjih in sesalskih vrst, vključno s človekom, ter predstavljajo pomembno grožnjo zdravju živali in ljudi. Zaradi segmentiranega genoma RNK, ki pogosto mutira in rekombinira, lahko nastajajo nove različice z večjim zoonotskim potencialom. Pojav visoko patogenega virusa aviarne influence (HPAI) podtipa H5 linije *goose/Guangdong* (Gs/GD/96 H5N1) leta 1996 je pomenil prelomnico v epidemiologiji influence A, saj se je po tem obdobju število izbruhov pri perutnini in prostoživečih pticah močno povečalo, pojavile so se tudi pogostejše okužbe pri sesalcih. Po sezoni 2016/2017 so se razširili virusi H5Nx gruče 2.3.4.4b, ki so povzročili eno najobsežnejših epidemij doslej; v sezoni 2021/2022 je bilo v Evropi zabeleženih več kot 6.700 izbruhov, istočasno pa se je povečalo tudi število okužb pri sesalcih.

V Sloveniji smo HPAI prvič potrdili leta 2006 pri prostoživečih pticah. Od leta 2016 se, podobno kot v večini evropskih držav, HPAI pojavlja skoraj vsako sezono, najpogosteje pri prostoživečih pticah, občasno pa tudi v manjših rejah perutnine. Leta 2020 je bil v Sloveniji tudi prvič potrjen HPAI H5N1 pri hišnem ljubljencu, belem dihurju. V zadnjih letih dodatno skrb vzbujajo poročila o okužbah goveda v ZDA, kjer so ugotovili izločanje virusa H5N1 z mlekom, kar odpira nove epidemiološke vidike prenosa med sesalci.

Ti primeri poudarjajo potrebo po celostnem pristopu k nadzoru in raziskovanju IAV. V Sloveniji od leta 2024 izvajamo projekt IAVSur-BME, ki poteka v okviru evropskega razpisa za vzpostavitev usklajenega sistema nadzora patogenov v okviru pristopa *Eno zdravje*. Glavni cilj projekta je razširjen nadzor virusov influence A pri sesalcih in v okolju. Projekt bo pomembno prispeval k boljšemu razumevanju ekologije in prenosa virusov influence A ter s tem krepil pripravljenost in varnost živali in ljudi v Sloveniji ter širši evropski regiji.

Opomba: Podatki za Slovenijo so bili pridobljeni v okviru programa spremljanja pri pticah, ki se izvaja na podlagi Odredbe o izvajanju sistematičnega spremljanja stanja bolezni in cepljenj živali in projekta 101132734 – IAVSur-BME: Influenza A Viruses Surveillance in Birds, Mammals, and Environment, ki sta financirana s strani Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin ter ju sofinancira Evropska unija.

Ključne besede: aviarna influenza, zoonotski potencial, prenos med vrstami, monitoring, Eno zdravje, projekt IAVSur-BME

Monitoring virusa aviarnе influenza v okoljskih vodah

Monitoring of avian influenza virus in environmental waters

Neža Praček^{1,2}, Anja Pecman¹, Nina Prezelj¹, Maja Ferle¹, Živa Lengar¹, Brigita Slavec³, Uroš Krapež³, Denis Kutnjak¹, Ion Gutierrez-Aguirre¹

¹ Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo, Večna pot 121, Ljubljana

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana, Slovenija

³ Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Gerbičeva 60, Ljubljana, Slovenija

Izvleček

Virus aviarnе influenza (AIV) je virus influenza A, ki sodi v družino *Orthomyxoviridae* in primarno okužuje in ogroža ptice, tako divje kot domače vrste. Lahko pa se tudi prilagodi na sesalske gostitelje, kar se je zgodilo pri podtipu 2.3.4.4.b. Ta okužuje kopenske in morske sesalce ter je povzročil velike probleme na kravjih farmah v ZDA. Zaradi zmožnosti spremembe gostitelja in s tem vedno večje grožnje, ki jo ta virus predstavlja za zdravje ljudi, potrebujemo nove strategije za njegov monitoring. Monitoring odpadne vode se je izkazal za odlično orodje za spremljanje različnih virusov (na primer SARS-CoV-2) v populaciji. Podobno bi lahko uporabili monitoring okoljskih vod na območjih z visoko gostoto ptičje populacije za spremljanje AIV, kot zgodnji opozorilni sistem ter za napovedovanje in preprečevanje pandemij.

Prav s tem namenom trenutno poteka pilotni monitoring na dveh slovenskih jezerih (Zbilje in Sestrže) enkrat mesečno. Zaradi nizke koncentracije virusa v vodi, potrebujemo učinkovite postopke koncentriranja in občutljive metode detekcije. Za detekcijo virusa smo izbrali dva testa RT-qPCR, enega splošnega za Influenzo A ter drugega specifičnega za podtip H5. Testirali smo tri koncentracijske metode: kombinacijo kolone CIM-QA s koncentracijsko pipeto (CP), kombinacijo LVC (large volume concentrator) s koncentracijsko pipeto (CP) ter filtracijo skozi elektropozitivne membrane EZ-PAK. Zaradi težav s prisotnostjo inhibitorjev v vzorcih smo testirali različne komplete za izolacijo nukleinskih kislin in odstranjevanje inhibitorjev ter polimer XAD7HP.

Kombinacija koncentriranja z LVC in CP ter nato detekcija z RT-qPCR se je izkazala za dobro metodo za detekcijo AIV iz okoljskih vod. Z odstranitvijo inhibitorjev s pomočjo kompleta Zymo OneStep Inhibitor Removal pa smo zanesljivost RT-qPCR reakcije še povečali.

Rezultati prvega leta monitoringa okoljskih vod kažejo, da le-ta predstavlja obetavno orodje za spremljanje virusa aviarnе influenza v okolju na ravni celotne populacije ptic, ter bi lahko bil uporaben kot opozorilno orodje za epidemije.

Ključne besede: aviarna influenza, monitoring, okoljske vode, koncentriranje, inhibicija

Preudarno do varne reje perutnine: kako prehiteti ptičjo gripo?

Prudent approaches to safe poultry production: anticipating avian influenza risks

Dušan Terčič¹

¹Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

Izveček

Prispevek izpostavlja zootehniške ukrepe za zmanjšanje tveganja vnosa in širjenja virusa ptičje gripe – od mikroklimе v hlevu do krajinskih dejavnikov. Ključna sta uravnavanje relativne vlažnosti zraka in stabilno, večstopenjsko prezračevanje; s tem se zmanjšuje obstojnost virusa v aerosolu in ohranja suh nastil. Evaporativno hlajenje hlevov (hladilne blazine/meglenje) zvišuje relativno vlažnost ter ustvarja drobne kapljice in žarišča stoječe vode, zato je nujna mikrobiološko varna voda, redna sanacija in učinkovito odvodnjavanje. Prezračevanje mora biti zasnovano brez mrtvih kotov; po potrebi se doda filtracija dovodnega zraka ter selektivno ultravijolično obsevanje oziroma ionizacija za znižanje bioaerosolov in prahu. Ohranjati je treba suh nastil (vlaga $\leq 30\%$), sproti odstranjevati mokra žarišča, prah pa odstranjevati z industrijskim sesanjem. Napajanje živali mora biti urejeno z zaprtimi sistemi, napajalne linije je treba redno sanirati ter odpravljati kondenz in stoječo vodo. Na prehodih se uveljavi jasno označena meja med zunanjim (»umazaním«) in notranjim (»čistím«) delom farme ter »danski vstop« z obveznimi higieniskimi točkami; logistika se organizira z ločenimi čistimi in nečistimi potmi. Krajinsko tveganje, ki narašča z bližino in količino odprte vode, se zmanjša s prekritimi ali zamreženimi izpusti (verandami), odvrtači za prostoživeče živali ter zelenimi vetrozaščitnimi pasovi. Gnoj se skladišči pod nadstreški in na neprepustnih površinah, z zaježitvijo izcednih vod in toplotno sanacijo (kompost $\geq 55\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$). Izcedne vode se ločijo, predobdelajo in razkužijo. Na farmi se izvaja sistem »vse noter/vse ven«; jate se naseljujejo in izseljujejo hkrati, ekipe zaposlenih pa so stalne in dodeljene točno določenim hlevom. Uvajajo se orodja pametne živinoreje za zgodnje zaznavanje odstopanj (kamere z računalniškim vidom, mikrofoni, tehtnice, števci vode/krme, senzorji za temperaturo, vlažnost, škodljive pline in prašne delce). Izbirajo se odpornejši genotipi živali (genomska selekcija), zagotavlja se prehranska podpora (antioksidanti, β -glukani/fitobiotiki) ter varno in zakonsko predpisano procesiranje trupel poginulih živali (hitro odstranjevanje, hlajenje, sežig ali sosežig, predelava v kafilerijah).

Ključne besede: perutnina, ptičja gripa, biovarnost, prezračevanje, filtracija zraka; odpornejši genotipi, živalski stranski proizvodi.

Mikrobiološka kakovost slovenskega mleka in pojavnost večkratno odpornih bakterij

Microbiological quality of slovenian milk and the occurrence of multidrug-resistant bacteria

Majda Golob¹, Darja Kušar¹, Irena Zdovc¹, Jana Avberšek¹, Bojan Papič¹, Petra Mohar Lorbeg² in Primož Treven²

¹ Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Inštitut za mikrobiologijo in parazitologijo, Gerbičeva 60, Ljubljana

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Inštitut za mlekarstvo in probiotike, Groblje 3, Domžale

Izvleček

Proizvodnja kravjega mleka in mlečna predelovalna industrija sta v Sloveniji gospodarsko pomembni dejavnosti. Surovo mleko je hranilno bogato živilo, ki vsebuje številne biološko aktivne snovi, vendar je hkrati občutljivo za mikrobiološko kontaminacijo. Mikrobiološka kakovost mleka je ključna za zagotavljanje varnosti potrošnikov, zato je nujno redno spremljanje kakovosti surovega mleka.

Zaradi specializacije mlečne proizvodnje so se spremenili pogoji reje, kar povečuje dovzetnost krav za bolezni, zlasti mastitis. Ta je najpogostejši razlog za uporabo antibiotikov, katerih nepravilna raba lahko vodi v večjo odpornost bakterij in predstavlja tveganje za širjenje mikrobne odpornosti na ljudi in okolje.

Tveganje za zdravje potrošnika predstavljajo odporne ali celo večkratno odporne bakterije (VOB), ki so lahko prisotne v surovem mleku, prav tako pa tudi sama prisotnost njihovih genov za različne oblike odpornosti. Prisotnost VOB v surovem mleku smo analizirali v dveh raziskavah. V prvi raziskavi (2022) smo analizirali 50 vzorcev mleka iz mlekomatov širom po Sloveniji. Ugotovili smo, da so bile komenzalne mlečnokislinske bakterije iz mleka najpogostejše odporne proti kanamicinu, kloramfenikolu, tetraciklinu in streptomycinu. V drugi raziskavi (2024-2025) pa smo analizirali 106 vzorcev bazenskega mleka. V surovem mleku smo potrdili prisotnost proti meticilinu odporne bakterije *Staphylococcus aureus* (MRSA) ter *Escherichia coli* in *Klebsiella pneumoniae*, ki izločajo encime betalaktamaze z razširjenim spektrom delovanja (ESBL). V nobenem vzorcu mleka nismo ugotovili enterobakterij, ki izločajo karbapenemaze, proti vankomicinu odpornih enterokokov (VRE) ter *E. coli*, odporne proti kolistinu.

Prisotnost VOB v mleku poudarja tveganje za javno zdravje, zlasti pri uživanju surovega ali nepasteriziranega mleka in mlečnih izdelkov, kar postaja vse bolj razširjen trend v razvitem svetu.

Ključne besede: surovo mleko, varna hrana, večkratno odporne bakterije, mlekomat

Odpornost bakterij *Escherichia coli*, osamljenih iz različnih naravnih okolij

Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from different natural environments

Jerneja Čremožnik Zupančič¹, Katja Hrovat¹, Janez Mulec², Ajda Jaklič¹, Nuša Košmrlj¹, Manca Gavez¹, Kalina Mihelič¹, Barbara Halas¹, Veronika Ana Kralj¹, Jerneja Ambrožič Avguštin¹

¹ Biotehniška fakulteta UL, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana

² Inštitut za raziskovanje krasi, ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna

Izvleček

Prisotnost bakterije *Escherichia coli* (*E. coli*) v okolju se je običajno povezovalo s fekalnim onesnaženjem, saj je dolga leta prevladovalo prepričanje, da se v okoljskih razmerah aktivno ne razmnožuje in ni sposobna dolgotrajnega preživetja. V nasprotju s tem so raziskovalci v preteklem desetletju prepoznali skupino t.i. naturaliziranih sevov *E. coli*, prilagojenih na življenje in razmnoževanje izven prebavnega trakta živali in ljudi. Ker pa ima *E. coli* pogosto tudi gene za dejavnike virulence in odpornost proti protimikrobnim učinkovinam, prispeva k povečanju naravnega viruloma in rezistoma, kar posledično predstavlja tveganje za zdravje ljudi in živali. Iz različnih virov smo pridobili podatke o genih za odpornost izolatov *E. coli*, osamljenih iz slovenskih naravnih vod: Blejskega jezera s pritoki, ribnikov, mofete, gramoznice, kraških vodotokov, rek po iztokih čistilnih naprav ter morja. Z metodo PCR smo preverili prisotnost genov bla_{TEM} , bla_{SHV} , bla_{OXA} , $bla_{CTX-M-1}$, $bla_{CTX-M-2}$, $bla_{CTX-M-8}$, $bla_{CTX-M-9}$ in $bla_{CTX-M-25}$, povezanih z različnimi skupinami β -laktamaz ter treh plazmidno posredovanih genov z zapisom za odpornost proti kinolonu (PMQR) in sicer *qnrA*, *qnrB* in *qnrS*.

V vzorcih morske vode smo tekom kopalne sezone potrdili gen bla_{TEM} pri 11 % ter *qnrB* pri 3 % izolatov *E. coli* in vsi so bili uvrščeni v filogenetsko skupino A, značilno za komezalne seve. Pri 9 % izolatov iz vode mofete, uvrščenih v filogenetski skupini B1 ali E, smo potrdili zapise za encime skupine CTX-M, po 4 % izolatov pa je imelo gena bla_{TEM} (filogenetska skupina B1) in *qnrB* (filogenetska skupina A). Med izolati iz Opekarniških ribnikov je bilo 3 % iz filogenetske skupine B1 pozitivnih za bla_{CTX} , pri katerih pa nismo dokazali fenotipsko povezane odpornosti. Enoletni monitoring Blejskega jezera s pritoki je pokazal stalno obremenjenost pritokov z *E. coli*, pri katerih smo potrdili gene $bla_{CTX-M-1}$, bla_{TEM} in bla_{OXA} ter v manjšem deležu bla_{SHV} . Največji delež odpornih *E. coli*, kar 63 % izolatov, je bil potrjen v vzorcih vode dolvodno od iztoka čistilne naprave.

Rezultati raziskave kažejo, da so analizirani slovenski naravni vodni ekosistemi le zmerno obremenjeni z geni za odpornost. Izjema so okolja pod izrazitim vplivom antropogenih dejavnikov, predvsem kmetijstva in čistilnih naprav. Nadaljnje raziskave in reden monitoring vodnih teles na prisotnosti odpornih bakterij in genov za odpornost so ključni za razumevanje vpliva človeka na okoljski rezistom.

Ključne besede: naravna vodna okolja, *E. coli*, β -laktamaze, PMQR, okoljski rezistom

Trendi odpornosti najpogostejših bakterijskih vrst pri ljudeh v Sloveniji, 2018-2025

Trends in antimicrobial resistance of the most relevant bacterial species in humans in slovenia, 2018-2025

Iztok Štrumbelj¹, Mateja Pirš², Helena Ribič¹

¹Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Center za medicinsko mikrobiologijo, Prvomajska 1, 2000 Maribor

²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za mikrobiologijo in imunologijo, Zaloška 4, 1000 Ljubljana

Izveček

Pri obvladovanju naraščajoče odpornost bakterij proti antibiotikom ima mikrobiološko spremljanje odpornosti izhodiščno obveščevalno vlogo. V prispevku navajamo izbrane podatke iz zbornika strokovnega srečanja »Skupaj za prihodnost« (<https://imi.si/meetings/13-likarjev-simpozij-in-30-in-fektoloski-simpozij-2025-jubilejni-skupaj-za-prihodnost>) in iz spletne strani »Slovenski anonimni CPE-sledilnik« (<https://imi.si/cpe-sledilnik>).

Kot pokazatelj trendov za leta 2018 – 2024 prikazujemo število izbranih izolatov večkratno odpornih bakterij (VOB) iz kliničnih kužnin (en izolat bakterijske vrste na bolnika). Gre za rezultate priložnostnih raziskav za leta 2018, 2021 in 2024 (pred, med in po pandemiji COVID-19). Podatki so zajeti iz vseh 11 slovenskih medicinskih mikrobioloških laboratorijev. Trendi so različni. Pretežno stabilno stanje je pri večini VOB, to so: proti meticilinu odporni *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Escherichia coli*, ki izloča betalaktamaze z razširjenim spektrom delovanja (ESBL), *Klebsiella pneumoniae* ESBL in *Pseudomonas aeruginosa*, ki izloča karbapenemaze. Pojavnost proti karbapenemom odpornih izolatov *Acinetobacter baumannii* se je od leta 2018 (126 izolatov) do leta 2021 (389 izolatov) trikratno povečala, nato je do leta 2024 padla na tretjino izhodiščne ravni (35 izolatov). Zaskrbljuje porast izolatov *Enterococcus faecium* z odpornostjo proti vankomicinu (VRE): 2018 – 15 izolatov, 2021 – 102 izolata, 2024 – 67 izolatov. Izjemno zaskrbljuje hitro naraščanje različnih enterobakterij, ki izločajo karbapenemaze (CPE). Tu navajamo le število izolatov najpogostejše vrste enterobakterij, *K. pneumoniae* CPE, po letih: 2018 – 13 izolatov, 2021 – 45 izolatov, 2024 – 134 izolatov. Od leta 2018 do 2024 se je letno število izolatov CPE podeseterilo.

Trende novih izolatov CPE za različne vrste enterobakterij v letu 2025 objavlja Slovenski anonimni CPE-sledilnik. Šteje en izolat bakterijske vrste na bolnika, podatki so objavljeni s približno enomesečnim zamikom, gre za seštevek izolatov CPE iz kliničnih in nadzornih kužnin. V letu 2025 je bilo do 30. avgusta 241 novih izolatov *K. pneumoniae* CPE.

Za učinkovito obvladovanje širjenja odpornih bakterij so nujni takojšnji sistemski ukrepi na področju spremljanja in ukrepanja, saj je povečevanje odpornosti pri bakterijah praviloma nepovratno.

Ključne besede: večkratno odporne bakterije, spremljanje odpornosti, karbapenemaze, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecium*

Obravnava bolnika, nosilca večkratno odporne bakterije

Treatment of a patient carrying multidrug resistant bacteria

Nina Gorišek Miksić¹

¹Oddelek za infekcijske bolezni in vročinska stanja, UKC Maribor, Ljubljanska ulica 5, 2000 Maribor

Izvleček

V zadnjih letih se z naraščanjem mikrobne odpornosti tudi v bolnišnicah vse pogostejše srečujemo z bolniki, ki so nosilci večkratno odpornih bakterij (VOB) ali pa imajo okužbe, ki jih te povzročajo. Delo z bolniki, ki imajo okužbe z VOB, je zahtevno. Okužbe, povzročene z VOB so povezane s slabšim izidom zdravljenja, večjo smrtnostjo, pa tudi daljšo hospitalizacijo in višjimi stroški zdravljenja. V sedanjem času predstavljajo v našem okolju, pa tudi v svetu, največji izziv okužbe, ki jih povzročajo odporne po Gramu negativne bakterije, zlasti tiste, ki izločajo encime karbapenemaze. Pri zdravljenju teh okužb smo zelo omejeni pri izbiri učinkovitega zdravljenja, saj je voljo le peščica novih antibiotikov, ki učinkujejo na te bakterije. Izkušvena izbira ustreznega antibiotika za zdravljenje okužb pri bolnikih, nosilcih VOB, je tako velik izziv. Na eni strani želimo omejiti prekomerno rabo antibiotikov najširšega spektra, hkrati pa je pri bolniku s hudo okužbo, ki je nosilec VOB, potrebno upoštevati pri izbiri tudi možnost okužbe z VOB in, glede na klinično stanje, lokacijo okužbe in druge dejavnike, izbrati najustreznejši antibiotik ali celo kombinacijo antibiotikov. Pri preudarni rabi protimikrobnih zdravil nam je tako lahko v pomoč v teh primerih hitra mikrobiološka diagnostika, ki olajša in omogoči hitro prilagoditev protimikrobnega zdravljenja pri kritično bolnih in včasih skrajša nepotrebno zdravljenje z antibiotiki širokega spektra. Poleg izzivov samega zdravljenja pa je delo z bolniki, ki so nosilci VOB, zahtevno tudi zaradi doslednega upoštevanja ukrepov za preprečevanje širjenja odpornih bakterij, ki jih morajo upoštevati vsi zdravstveni delavci. Ob pomanjkanju enoposteljnih bolniških sob, preza-sedenosti akutnih oddelkov ter pomanjkanju zdravstvenega kadra je oskrba bolnika z VOB izjemno zahtevna.

Ključne besede: večkratno odporne bakterije, karbapenemaze, protimikrobno zdravljenje

Dermatofitoze pri ljudeh

Human dermatophytoses

Tadeja Matos¹

¹Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za mikrobiologijo in imunologijo, Zaloška 4, Ljubljana, Slovenija

Izvleček

Dermatofiti imajo visoko afiniteto do keratiniziranih tkiv, kar se kaže v različnih kliničnih slikah dermatofitoz. Gre za izjemno pogoste okužbe pri ljudeh – ocenjujejo, da prizadenejo od 20 do 25 % svetovne populacije (1, 2).

V zadnjih letih smo pričali pojavu nove vrste dermatofita, *Trichophyton indotineae*, ki vzbuja skrb med medicinskimi mikologi in dermatologi, saj kaže visoko stopnjo odpornosti proti najpogostejše uporabljenemu antimikotiku – terbinafinu. Vrsta je izvorno prisotna v Indiji, vendar se je zaradi migracij razširila tudi na evropsko geografsko območje.

Večino dermatofitoz lahko diagnosticirajo že zdravniki družinske medicine ali dermatologi v specialističnih ambulantah. Še posebej je v pomoč uporaba svetlobnega mikroskopa, s katerim lahko s preprosto mikroskopsko analizo nativnega preparata v značilnih primerih opazijo glivne strukture. Tako se potrdi klinični sum in lahko pravočasno začne zdravljenje.

V praksi je včasih klinično težko razlikovati dermatofitozo od drugih nemikotičnih dermatoz. Pred začetkom protiglivičnega zdravljenja je zato pomembno postaviti natančno diagnozo, saj je zdravljenje lahko dolgotrajno, antimikotiki pa imajo tudi potencialne neželene učinke. Dodatno je pomembno tudi poznavanje morebitnega zoofilnega izvora okužbe, kar omogoča uvedbo preventivnih ukrepov za preprečevanje nadaljnjih okužb, zato je pomembna tudi pravilna identifikacija povzročitelja.

Ta se tradicionalno izvaja s povezovanjem kliničnih manifestacij in morfološkega opisa kulture. Kljub pomembnosti konvencionalnih metod pa se na tem področju uveljavljajo tudi nove diagnostične tehnike. Poleg masne spektrometrije, ki je postala zlati standard v bakteriologiji in se uveljavlja tudi v mikologiji, razvoj molekularne diagnostike obeta hitro in natančno identifikacijo povzročiteljev tudi neposredno iz kliničnih vzorcev in premošča glavno pomanjkljivost klasičnih metod, to je časovno zamudnost.

Poleg že omenjene vrste *T. indotineae* se vedno večja pozornost namenja tudi spremljanju odpornosti pri drugih pogostih povzročiteljih, kot je *Trichophyton rubrum*. Zaradi počasne rasti in sporulacije dermatofitov je treba metode za testiranje občutljivosti prilagoditi. V prispevku bodo predstavljene nekatere razvijajoče se metode testiranja občutljivosti dermatofitov za antimikotike ter izzivi, povezani z odčitavanjem in interpretacijo rezultatov.

Ključne besede: epidemiologija, odpornost proti antimikotikom, terbinafin, *Trichophyton indotineae*

1. Urban K, Chu S, Scheufele C, Giesey RL, Mehrmal S, Uppal P, Delost GR. 2021. The global, regional, and national burden of fungal skin diseases in 195 countries and territories: a cross-sectional analysis from the global burden of disease study 2017. *JAAD Int* 2:22-27.
2. Havlickova B, Czaika VA, Friedrich M. Epidemiological trends in skin mycoses worldwide. *Mycoses*. 2008 Sep;51 Suppl 4:2-15.

Dermatofitoze pri živalih

Dermatophytoses in animals

Oskar Gazvoda¹, Irena Zdovc¹, Darja Kušar¹, Barbara Hočevár², Majda Golob¹

¹Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Inštitut za mikrobiologijo in parazitologijo, Gerbičeva 60, Ljubljana

²Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Inštitut za patologijo, divjad, ribe in čebele, Gerbičeva 60, Ljubljana

Izvleček

Dermatofitoze so površinske glivične okužbe kože, dlake in krempljev, ki jih pri živalih povzročajo keratinofilne glive iz rodov *Microsporum* in *Trichophyton*. Te glive razgrajujejo keratin in povzročajo kožne spremembe z izpadanjem dlake. Dermatofitoze so najpogostejše glivne bolezni pri živalih in imajo tudi velik zoonotski pomen. Najpogostejše prizadenejo mačke, pse, glodavce in govedo. Pri mačkah je najpogostejši povzročitelj *Microsporum canis*, vendar se v zadnjem času pojavljajo tudi druge, manj običajne vrste dermatofitov. Pri psih se pojavljajo okužbe z glivama *Trichophyton mentagrophytes* in *M. canis*, redkeje pa z *Microsporum gypseum* (sinonim *Nannizzia gypsea*). Govedo prizadene *Trichophyton verrucosum*, medtem ko je pri budrah pogost *Trichophyton benhamiae*. Okužba se običajno prenaša z neposrednim stikom z okuženo živaljo ali posredno preko kontaminiranih predmetov, kot so krtače, posteljnina ali okolje, kjer se nahajajo spore. Spore dermatofitov so zelo odporne in lahko v okolju preživijo več let, kar omogoča dolgotrajno ohranjanje virov okužbe.

Klinični znaki so odvisni od vrste živali in povzročitelja. Značilna so okrogla, brezdlačna mesta z luskami, predvsem na glavi, okončinah in trupu. Pri mačkah so lezije lahko minimalne ali jih sploh ni, zato pogosto delujejo kot asimptomatski prenašalci.

Diagnoza temelji na kliničnih znakih, pregledu z Woodovo svetilko, mikroskopskem pregledu dlak in izolaciji povzročitelja na selektivnih gojiščih. Identifikacija se izvaja na podlagi morfoloških lastnosti kolonij, v zadnjem obdobju pa se uveljavlja masna spektrometrija z uporabo sistema MALDI-TOF. Molekularne metode omogočajo identifikacijo in tipizacijo povzročiteljev, kar nam omogoča epidemiološko sledenje.

Zdravljenje vključuje lokalno uporabo antimikotikov (mazila, šamponi, raztopine), pri hujših okužbah pa tudi sistemske antimikotike, pri čemer je potrebno upoštevati tudi pojav morebitne odpornosti. Preprečevanje temelji na higienskih ukrepih, izolaciji obolelih živali in rednem čiščenju okolja. Ker so dermatofitoze zoonoze, imajo pomemben javnozdravstveni vidik, zato je ob potrjeni okužbi pri domači živali potrebno tudi osveščanje lastnikov.

Ključne besede: *Microsporum*, *Trichophyton*, zoonoza, odpornost proti antimikotikom, domače živali

Z zdravjem povezane glive slovenskih morskih peščenih plaž

Health-related fungi isolated from Slovenian beach sand

Monika Novak Babič¹, Jerneja Čremožnik Zupančič¹

¹Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

Izvleček

Med priljubljenimi naravnimi lokacijami za počitek in rekreacijo so peščene plaže, kjer smo izpostavljeni tudi najrazličnejšim mikroorganizmom, med njimi oportuno patogenim glivam. Čeprav obstajajo smernice in monitoringi kopalne vode, ki temeljijo v glavnem na preverjanju prisotnosti fekalnih indikatorjev, pa le-te ne veljajo za obalo in pesek, kjer ljudje v povprečju preživijo več časa kot v vodi.

V sklopu evropske iniciative »Mycosands« smo v Sloveniji mesečno spremljali prisotnost in število gliv v pesku na Centralni plaži v Portorožu. Hkrati smo spremljali okoljske parametre kot so temperatura zraka, tal in morja, zračna vlažnost, količina padavin, osvetljenost, zračni pritisk, hitrost vetra, vreme na dan vzorčenja, vlažnost peska, pH ter čiščenje plaže.

Vzorke peska smo spirali v destilirani vodi, izpirke pa v triplikatih nanесли na gojišča Mycosel, Sabouraudov dekstrozni agar (SDA) in agar s sladnim ekstraktom (MEA) z dodanim kloramfenikolom ter jih inkubirali pri 30 in 37 °C, do 21 dni. Porasle kolonije smo prešteli, makromorfološko različne pa cepili do čistih kultur in jih identificirali z uporabo uveljavljenih molekularno-genetskih taksonomskih markerjev.

V pesku smo identificirali 46 rodov, od tega jih 10 spada v drugo stopnjo biološke varnosti. Najštevilčnejše glive, prisotne skozi vse leto, spadajo v rodove *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* in *Rhizopus*. Poleg teh so v pesku pogosto prisotne dermatofitne glive iz rodov *Aphanoascus*, *Arachniotus*, *Arthrographis* in *Keratinophyton*. V času kopalne sezone se poveča število kvasovk iz rodov *Candida*, *Geotrichum*, *Meyerozyma* in *Trichosporon*, v toplejšem obdobju pa smo pogostejše osamili tudi melanizirane glive iz rodov *Cladophialophora*, *Exophiala* in *Phialophora*. Vrste iz navedenih rodov lahko preko vdihavanja glivnih delcev, vnosa v ušesa ali oči ter preko drobnih poškodb povzročajo alergije in raznolike oportunistične okužbe pri živalih in ljudeh z oslabljenim imunskim sistemom.

Dobljeni rezultati so primerljivi z rezultati udeležениh držav iniciative »Mycosands« in nakazujejo pomen sledenja pojava oportuno patogenih gliv v spregledanih naravnih nišah.

Ključne besede: glive, oportunistični patogeni, pesek plaž, vpliv na zdravje

***Staphylococcus pseudintermedius* pri živalih in ljudeh**

Staphylococcus pseudintermedius in animals and humans

Irena Zdovc¹, Majda Golob¹, Darja Kušar¹, Jana Avberšek¹, Oskar Gazvoda¹, Katja Seme²

¹Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Inštitut za mikrobiologijo in parazitologijo, Gerbičeva 60, Ljubljana;

²Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za mikrobiologijo in imunologijo, Zaloška 4, Ljubljana, Slovenija

Izvleček

Staphylococcus pseudintermedius je del normalne mikrobiote kože, sluznic in zunanjega sluhovoda pri psih, redkeje pa pri mačkah in drugih živalih. Pogosto se pojavlja kot povzročitelj oportunističnih okužb pri živalih z oslabljenim imunskim sistemom. Klinično se okužbe najpogosteje izražajo kot različno hude oblike piodermij, vnetja zunanjega sluhovoda, okužb ran in sečil, redkeje pa kot sistemske okužbe. Poleg svojega pomena v veterinarski medicini *S. pseudintermedius* pridobiva pozornost tudi kot potencialni zoonotski patogen. Okužbe pri ljudeh so sicer redke, vendar se njihova pojavnost povečuje, predvsem pri lastnikih psov, veterinarjih in drugih osebah, ki so v tesnem stiku z živalmi. Pri ljudeh povzroča predvsem okužbe kože in mehkih tkiv (npr. ran po ugrizih), redkeje pa okužbe vsadkov ali sistemske okužbe.

Posebno tveganje predstavljajo proti meticilinu odporni sevi *S. pseudintermedius* (MRSP), ki so odporni proti vsem β -laktamskim antibiotikom, pogosto pa tudi proti drugim skupinam protimikrobnih zdravil (npr. makrolidom, fluorokinolonom in tetraciklinom). Zaradi tega MRSP sodi med najpomembnejše večkratno odporne bakterije v veterinarski medicini. V Evropi so najpogostejši sevi sekvenčnega tipa ST71, v Severni Ameriki ST68, v Aziji pa poročajo o širjenju klonov ST45 in ST496.

Ker je *S. pseudintermedius* morfološko in biokemijsko zelo podoben bakterijam vrste *Staphylococcus aureus*, je v diagnostiki ključna uporaba sodobnih metod, kot sta masna spektrometrija MALDI-TOF za natančno določanje vrste ter različne molekularne tipizacijske metode, ki omogočajo epidemiološko spremljanje in ugotavljanje širjenja posameznih klonov.

Okužbe ljudi z bakterijo *S. pseudintermedius* so sicer redke, vendar njihova pojavnost narašča, kar kaže na potrebo po dodatnih raziskavah patogeneze, virulence in dejavnikov prenosa. Z večjo ozaveščenostjo ter ustreznim laboratorijskim pristopom lahko izboljšamo diagnostiko in bolje razumemo epidemiološki pomen te bakterije tako pri živalih kot pri ljudeh. Preventivni ukrepi vključujejo racionalno rabo antibiotikov v veterinarski medicini, dosledno izvajanje higienskih protokolov v veterinarskih ustanovah ter ozaveščanje lastnikov živali, veterinarjev in zdravstvenih delavcev o zoonotskem potencialu MRSP.

Ključne besede: *Staphylococcus pseudintermedius*, MRSP, zoonoza, odpornost proti antibiotikom, domače živali

Nove protimikrobne učinkovine

New antimicrobial drugs

Martina Hrast Rambaher¹, Irena Zdovc², Majda Golob²

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo, Katedra za farmacevtsko kemijo, Aškerčeva 7, Ljubljana

² Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Inštitut za mikrobiologijo in parazitologijo, Gerbičeva 60, Ljubljana

Izvleček

Antibiotiki so eno največjih odkritij 20. stoletja, vendar njihova učinkovitost hitro upada zaradi naraščajoče bakterijske odpornosti. Danes z bakterijsko rezistenco povezujemo več milijonov smrti letno, kar predstavlja enega največjih globalnih zdravstvenih izzivov. Kljub temu je razvoj novih antibiotikov izredno zahteven, drag in pogosto finančno neperspektiven proces, zato se z njim ukvarja le peščica velikih farmacevtskih podjetij. To vrzel pa zadnjem obdobju uspešno zapolnjujejo manjša podjetja in akademska sfera.

Razvoj novih učinkovin poteka po več poteh: z raziskovanjem naravnih spojin, sintezo novih spojin, izboljšavo obstoječih antibiotikov ter drugimi pristopi. V zadnjih desetih letih je bilo odobrenih le dobrih dvajset novih antibiotikov, večinoma iz že znanih razredov, v kliničnih fazah pa je trenutno okoli 100 učinkovin. Pomemben del raziskav poteka tudi v Sloveniji. Na Fakulteti za farmacijo v sodelovanju z Veterinarsko fakulteto že vrsto let odkrivamo in razvijamo nove protibakterijske učinkovine z delovanjem na biosintezo bakterijske celične stene oziroma peptidoglikana ter raziskujemo nove zaviralce bakterijskih topoizomeraz. Najbolj perspektivne spojine izkazujejo zelo močno protibakterijsko delovanje na po Gramu pozitivne bakterije, poleg tega pa zavirajo rast tudi po Gramu negativnih bakterij, kot so *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* in vrste iz rodu *Enterobacter*. Izjemno učinkovito zavirajo rast proti metilicinu odpornih *Staphylococcus aureus* (MRSA), ki so glavni povzročitelj bolnišničnih okužb, ter proti metilicinu odpornih *Staphylococcus pseudintermedius*. Najboljše spojine so se izkazale kot varne in učinkovite tudi v *in vivo* modelih ribe cebrice in v nevtropeničnem modelu okužbe stegen pri miših. Inovativne spojine bi lahko pripomogle k uspešnejšemu zdravljenju bakterijskih okužb ter omogočile tudi zdravljenje okužb z bakterijami, ki so proti večini znanih učinkovin že odporne. Boj proti odpornosti proti antibiotikom je mogoče dobiti le z interdisciplinarnim sodelovanjem, dolgoročnim vlaganjem v raziskave ter razvojem inovativnih protimikrobnih učinkovin in strategij. Slovenija s svojimi raziskavami pomembno prispeva k globalnim prizadevanjem na tem področju.

Ključne besede: bakterijska odpornost, protibakterijske spojine, razvoj novih učinkovin, novi zaviralci bakterijskih topoizomeraz (NBTI)

Prenos onesnaženja izlite gnojevke v porečju reke Pivke do ponora in skozi postojnsko-planinski jamski sistem

Transfer of pollution from spilled slurry in Pivka river basin to the ponor and through postojnsko-planina cave system

Janez Mulec¹, Metka Petrič¹, Blaž Kogovšek¹, Miša Frumen², Jerneja Čremožnik Zupančič², Katja Hrovat², Jerneja Ambrožič Avguštin²

¹ ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa, Titov trg 2, 6230 Postojna

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana

Izvleček

Potok Korotan je skupaj z Nanoščico del porečja reke Pivke, ki ponikne v Postojnski jami. Reka Pivka po sotočju s podzemnim Rakom in krajšem skupnem toku v kraškem podzemlju izvira iz Planinske jame kot reka Unica. V bližini je tudi kraški izvir Malenščice, pomemben regionalni vodni vir. Februarja 2024 se je približno 1800 m³ gnojevke iz kmetijskega obrata izlilo v okolje in hitro doseglo potok Korotan ter se po 24 urah že razširilo v Nanoščico. Širjenje onesnaženja smo spremljali na šestih vzorčnih mestih deset dni po izlitju gnojevke. Nizek strmec Nanoščice je sprva povzročil počasno širjenje onesnaženja, ki pa se je hitro razširilo dolvodno, zlasti po padavinah (31 mm), ki so padle štiri dni po izlitju. Spremljanje madeža gnojevke z neprijetnim vonjem na terenu ter meritve raztopljenega kisika, električne prevodnosti, pH ter amonija, kalija, fosfata, TOC (celotni organski ogljik) in koncentracije bakterije *Escherichia coli*, fekalnega indikatorja, so pokazale, da je onesnaženje doseglo Postojnsko jamo po približno 120 urah ter izvir Unice po približno 139 urah. V Malenščici v tem obdobju ni bilo zaznanih bistvenih sprememb v spremljanih parametrih. Čeprav je samočistilna sposobnost podzemne vode v krasu nizka, so padavine z učinkom redčenja ključno vplivale, da ni prišlo do evtrofikacije, ki jo pogosto sprožijo hranila, kot so dušik, kalij in fosfor, pomembne sestavine gnojevke. Od spremljanih parametrov je bila za spremljanje onesnaženja koncentracija *E. coli* bolj indikativna kot kemijski parametri. Tako je znašala koncentracija *E. coli* v že deloma razredčenem madežu gnojevke v Nanoščici 67 ur po izlitju 1100 CFU/ml, istočasno pa je bila koncentracija amonija 6,68 mg/l, kalija 22,8 mg/l, fosfata 6,02 mg/l ter TOC 18,5 mg/l. Tekom spremljanja stanja vodotokov je bilo iz vodnih vzorcev osamljenih 1022 izolatov *E. coli*, ki so bili pregledani na fenotipsko odpornost proti 14 protimikrobnim učinkovinam. Največ izolatov je bilo odpornih proti tetraciklinu (8,9%), ampicilinu (7,2%) streptomycinu (6%) ter kombinaciji učinkovin trimetoprim/sulfametoksazol, 5,2 % izolatov pa je bilo večkratno odpornih. Zanimiv in obenem zaskrbljujoč je delež izolatov, odpornih proti nitrofurantoinu (3 %). Genotipska karakterizacija sevov po Clermontu je pokazala največji delež sevov v filogenetski skupini B1 (49,5 %), ki so značilni za naravna okolja ter iz skupine A, kjer so običajno komenzalni sevi (27,8 %). Nižji je bil delež patogenih sevov, ki so značilni za skupini B2 (6,9 %) in D (4,3 %). Z izlitjem gnojevke je rečni ekosistem Korotana, Nanoščice in Pivke doživel močan stres, začasno anoksičnost, pogin nekaterih organizmov ter spremembo v sestavi in lastnostih mikrobiote.

Ključne besede: kras, voda, fekalno onesnaženje, *E. coli*, odpornost proti antibiotikom

Cianobakterije v okolju

Cyanobacteria in the environment

Tina Eleršek¹, Nika Tivadar¹, Maruša Kerenčič¹, Cene Čibej¹, Maša Jablonska¹

¹Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 121, Ljubljana, Slovenija

Izvleček

Cianobakterije so prokariotski, fototrofni mikroorganizmi, ki imajo ključno vlogo v evolucijski zgodovini Zemlje. Njihova fotosintetska aktivnost je v preteklosti bistveno prispevala k obogatitvi ozračja s kisikom in s tem omogočila razvoj aerobnega življenja. Danes so stalni sestavni del celinskih vodnih ekosistemov, kjer jih najdemo tako v fitoplanktonu kot tudi v fitobentosu. Ob ugodnih okoljskih razmerah se lahko zelo namnožijo in tvorijo gošče, ki pomembno vplivajo na delovanje celotnega ekosistema. Fitoplanktonske gošče (t. i. cvet) se pojavljajo na vodni gladini predvsem pri povišanih temperaturah, presežku hranil in zmanjšanem pretoku vode. Fitobentoške gošče se lahko odlepijo od podlage in tako pogosteje prihajajo v stik z obiskovalci voda. Medtem ko so planktonske združbe razmeroma dobro raziskane, ostaja poznavanje bentoških združb precej omejeno, čeprav lahko tudi te predstavljajo nevarnost za druge organizme. Nekatere vrste cianobakterij proizvajajo cianotoksine, ki ob akutni izpostavljenosti lahko vodijo v zastrupitve. Pogosti so pogini rib, ptic in drugih živali. Med domačimi živalmi je opisanih največ zastrupitev in poginov psov. Kronična izpostavljenost cianotoksinom pa lahko povečuje tveganje za onkološka in nevrodegenerativna obolenja, kar predstavlja dodatno breme za javno zdravje. V Sloveniji smo od leta 1994 do leta 2024 potrdili prisotnost cianotoksinov v več kot polovici analiziranih vzorcev cvetov in gošč. Na NIB razvijamo napredne molekularne pristope za zaznavanje toksičnega potenciala cianobakterij ter vzpostavljamo sistem zgodnjega opozarjanja na tveganje. Zaznali smo potencial za proizvodnjo vseh štirih glavnih skupin cianotoksinov; večinoma za mikrocistine in anatoksine, bolj redko pa tudi za cilindrospermopsine ter saksitoksine. Pomemben del dejavnosti predstavlja tudi osveščanje javnosti prek spletne platforme www.ciano.si, ki omogoča vključevanje občanov v spremljanje stanja voda. Takšne raziskave so ključne za učinkovito upravljanje z vodnimi viri, saj omogočajo pravočasno ukrepanje, zmanjšujejo negotovost pri oceni tveganj ter prispevajo k varovanju naravnih ekosistemov in zdravja ljudi.

Ključne besede: celinske vode, cianobakterije, cianotoksini, zdravje, zgodnje opozarjanje

Predstavitev primera: zastrupitev psičke z anatoksinom-a in metaldehidom

Case presentation: anatoxin-a and metaldehyde intoxication in a dog

Kristina Tekavec¹, Tina Eleršek², David Konkol³, Tanja Švara¹, Tamara Dolenšek¹, Marko Cvetko¹, Mitja Gombač¹

¹Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Inštitut za patologijo, divjad, ribe in čebele, Gerbičeva ulica 60, Ljubljana, Slovenija

²Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 121, Ljubljana, Slovenija

³Umweltbundesamt, FG II 3.1 Trinkwasserressourcen und Grundsatzfragen der Trinkwasserhygiene, Schichauweg 58, Berlin, Nemčija

Izvleček

Anatoksin-a je nevrotoksični alkaloid iz skupine cianotoksinov, ki ga proizvajajo številne cianobakterije. Zaužitje gošče z visoko koncentracijo anatoksina-a lahko povzroči akutno zastrupitev živali, saj se anatoksin-a trajno veže na nikotinske receptorje in izzove dolgotrajno stimulacijo živčno-mišičnih stikov.

Metaldehid je ciklični tetramer acetaldehida, ki se najpogosteje uporablja kot sredstvo za zatiranje polžev (limacid) in v trdnih gorilnih tabletah, ki se uporabljajo pri kampiranju. Ker limacidom dodajo otrobe ali melaso, so privlačni za pse, zato so zastrupitve dokaj pogoste. Že majhna količina metaldehida povzroči izrazito vzdraženje centralnega živčnega sistema ter motnje elektrolitskega in kislinsko-bazičnega ravnovesja.

Junija 2025 smo v obdukcijo prejeli truplo 13-mesečne psičke s klinično postavljenim sumom zastrupitve s cianotoksini. Psička je po plavanju v Bohinjskem jezeru in žvečenju jezerskega rastlinja začela hripavo lajati, pojavili so se tresavica in krči, kolaps, neodzivnost, močno penjenje iz gobca, abdominalno dihanje, nekontrolirano uriniranje in driska. Uro in pol po začetku kliničnih znakov je psička poginila.

Z raztelesbo in s histopatološko preiskavo smo ugotovili močno polnokrvnost podkožnih žil, nestrjeno kri, močno polnokrvnost in edem pljuč, močno polnokrvnost ledvic, krvavitve v pljučih in pankreasu, edem in krvavitve v možganih ter posamezne jetrne nekroze. V želodčni vsebini smo s toksikološko preiskavo potrdili anatoksin-a v koncentraciji 27,99 µg/l in metaldehid, v cianobakterijski gošči iz jezera pa anatoksin-a v koncentraciji 1,62 µg/g suhe teže gošče.

Klinični znaki in patomorfološke spremembe, ugotovljeni pri psički, so nespecifični in lahko nastanejo tako pri zastrupitvi z anatoksinom-a kot z metaldehidom, izjema so nekroze v jetrih, ki so značilne le za zastrupitev z metaldehidom.

Ugotovljena koncentracija anatoksina-a v želodčni vsebini psičke je lahko letalna, prav tako je lahko letalna tudi prisotnost metaldehida, ne glede na koncentracijo, zato menimo, da bi psička lahko poginila zaradi zastrupitve z anatoksinom-a ali metaldehidom, najverjetneje pa sta pogin povzročili hkratna zastrupitev z anatoksinom-a in metaldehidom.

Ključne besede: zastrupitev, anatoksin-a, metaldehid, pes

Cianobakterije in zdravje ljudi

Cyanobacteria and human health

Bonia Miljavac¹

¹Nacionalni inštitut za javno zdravje, Enota Novo mesto, Muzejska ulica 5, 8000 Novo mesto

Izvleček

Cianobakterije so naravno prisotne v sladkih in morskih vodah, kjer ob ugodnih razmerah pogosto povzročijo škodljivo cvetenje (harmful algal blooms-HAB). Ta pojav je pomemben javnozdravstveni izziv, saj lahko sproščeni cianotoksini ogrozijo zdravje ljudi.

Izpostavljenost je možna z zaužitjem kontaminirane vode, vdihavanjem aerosolov, neposrednim stikom kože ali sluznic z vodo ter tudi preko hrane. Ribe, školjke in drugi vodni organizmi lahko akumulirajo toksine, kontaminirana pa so bila tudi živila, kot so zelenjava, riž in prehranska dopolnila iz modro-zelenih alg.

Zdravstveni učinki so odvisni od vrste in koncentracije toksinov. Najpogostejše se pojavijo prebavne motnje (slabost, bruhanje, driska), draženje kože, oči in sluznic ter respiratorni simptomi, kot so kašelj, rinitis in bronhospazem. V nekaterih primerih so opisali tudi pojav atipične pljučnice po vdihavanju aerosolov.

Kožni stik lahko povzroči izpuščaje in kopalsko srbečico. Ob hujši ali dolgotrajni izpostavljenosti so možne poškodbe jeter, ledvic ali nevrološki učinki.

Simptomi so pogosto blagi in prehodni, a lahko ob večjih odmerkih zahtevajo zdravniško oskrbo. Smrtnih primerov zaradi rekreacijske izpostavljenosti ni potrjenih, znani pa so številni pogini živali.

Preventivni ukrepi vključujejo spremljanje pojavov cvetenja, hitro obveščanje javnosti, zaprtje ali označevanje nevarnih območij, izogibanje kopanju v motnih ali zeleno obarvanih vodah ter odstranjevanje naplavin. Dolgoročno je ključno zmanjšanje vnosa hranil v vodna telesa, saj ti spodbujajo razrast cianobakterij.

Cianobakterije tako zahtevajo stalno pozornost strokovnih služb in ozaveščanje prebivalstva, saj lahko ob neustreznem ravnanju predstavljajo resno grožnjo zdravju.

Ključne besede: cianobakterije, toksini, cvetenje, HAB



Glavni pokrovitelj pogostitve
na srečanju Eno zdravje so
Dobre pogostitve

E – mail: dobrepogostitve@etri.si

Telefonska številka: +386 01 280 99 01

**ETRI
SKUPINA**

allium

Eno zdravje 2025

Ljubljana
20. november 2025