

SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO



ZBORNİK RADOVA I KRATKIH SADRŽAJA

32. SAVETOVANJE VETERINARA SRBIJE



Zlatibor, 9–12. septembar 2021.

32. SAVETOVANJE VETERINARA SRBIJE
Zlatibor, 09–12. septembar, 2021.

Organizator:

Srpsko veterinarsko društvo

Suorganizatori:

Fakultet veterinarske medicine Univerzitet u Beogradu
Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Departman za veterinarsku medicinu

Pokrovitelji:

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Uprava za veterinu
Veterinarska komora Srbije

Predsednik SVD: Prof. dr Milorad Mirilović, dekan FVM

Organizacioni odbor:

Predsednik: Milorad Mirilović

Potpredsednici: Stamen Radulović i Miodrag Rajković

Sekretar: Jasna Stevanović

Tehnički sekretar: Katarina Vulović

Marketing menadžer: Nebojša Aleksić

Programski odbor:

Nedeljko Karabasil (predsednik), Danijela Kirovski, Sonja Radojičić, Sanja Aleksić Kovačević, Bojan Toholj,
Slobodanka Vakanjac, Ivan Vujanac, Vitomir Čupić, Dragan Šefer, Milan Maletić, Vladimir Dimitrijević

Počasni odbor:

Branislav Nedimović, Emina Milakara, Nedeljko Tica, Ivan Bošnjak, Ivan Stančić, Mišo Kolarević,
Saša Bošković, Nenad Budimović, Ratko Ralević

Sekretarijat:

Slobodan Stanojević, Sava Lazić, Ivan Miloš, Miodrag Bošković, Radislava Teodorović, Milutin Simović,
Zoran Rašić, Milan Đorđević, Predrag Maslovarić, Zoran Jevtić, Zoran Knežević, Vojislav Arsenijević,
Ljubinko Šterić, Dragutin Smoljanović, Miloš Petrović, Bojan Blond, Vesna Đorđević, Dobrila Jakić-Dimić,
Branislava Belić, Slavica Kuša Jelesijević, Milica Lazić, Laslo Matković, Darko Bošnjak, Petar Milović,
Rade Došenović, Nikola Milutinović, Gordana Žugić, Jasna Stevanović, Željko Sladojević

Izdavač:

Srpsko veterinarsko društvo, Beograd

Za izdavača:

Prof. dr Milorad Mirilović, predsednik SVD

Urednici:

Prof. dr Miodrag Lazarević i prof. dr Nedeljko Karabasil

Lektura i korektura: Prof. dr Lazarević Miodrag

Tehnički urednik: Lazarević Gordana

Tehnička izrada korica: Branislav Vejnović

Štampa: Naučna KMD, Beograd, 2021

Tiraž: 400 primeraka

ISBN 978-86-83115-43-3

SADRŽAJ

- ◆ **Milanko Šekler, Dejan Vidanović, Bojana Tešović, Kazimir Matović, Nikola Vasković, Aleksandar Žarković, Zoran Debeljak, Marko Dmitrić, Tamaš Petrović, Sava Lazić:**
Uloga i značaj veterinarske službe u uslovima aktuelne pandemije 1
- ◆ **Zoran Rašić, Milorad Mirilović, Dragiša Trailović, Radmila Marković:**
Akademija veterinarske medicine Srpskog veterinarskog društva – čast
i ponos veterinarske profesije 31

TEMATSKO ZASEDANJE I

AKTUELNA EPIZOOTIOLOŠKA SITUACIJA

- ◆ **Boban Đurić, Tatjana Labus, Jelica Uzelac, Saša Ostojić, Aleksandra Nikolić, Jelena Ćuk:**
Epizootiološka situacija u Srbiji 2020. godine 35
- ◆ **Mišo Kolarević, Miodrag Rajković, Miloš Petrović, Zoran Raičević, Siniša Grubač, Slobodan Stanojević, Radomir Došenović, Boban Đurić, Saša Ostojić, Irena Milosavljević, Zoran Sporić:**
Saniranje žarišta AKS na farmi svinja i značaj biosigurnosnih mera u kontroli bolesti 36
- ◆ **Milijana Nešković, Bojan Ristić, Rade Došenović, Branislav Aleksić, Zoran Debeljak, Jasna Prodanov Radulović:**
Epizootiološka situacija afričke kuge svinja u Zaječarskom i Borskom okrugu 44
- ◆ **Zoran Debeljak, Aleksandar Tomić, Nikola Vasković, Dejan Vidanović, Kazimir Matović, Aleksandar Žarković, Milanko Šekler, Marko Dmitrić, Slavica Jovanović, Danijela Šaponjić:**
Epizootiološka situacija, karakteristike i mere kontrole afričke kuge svinja u Rasinskom okrugu 46
- ◆ **Milena Živojinović, Slavonka Stokić Nikolić, Ivan Dobrosavljević, Milica Lazić, Oliver Savić, Jovan Popović, Sonja Paunović:**
AKS u populaciji divljih svinja u Braničevskom okrugu 61
- ◆ **Miroljub Dačić, Igor Đorđević, Zoran Rašić, Katarina Anđelković, Dušan Simonović, Jelena Petković:**
Epizootiološka situacija, pojava i suzbijanje AKS u Pomoravskom okrugu 62
- ◆ **Saša Ostojić:**
Aktivnosti nacionalnog kriznog štaba u suzbijanju AKS 63
- ◆ **Spomenka Đurić, Branislav Vejnović, Jelena Janjić, Radislava Teodorović, Aleksandra Nikolić, Drago Nedić, Milorad Mirilović:**
“Cost-benefit” analiza pri pojavi bolesti plavog jezika kod domaćih preživara u Republici Srbiji 64
- ◆ **Dragana Dimitrijević, Verica Jovanović, Dejan Ivanović, Marija Milić:**
Epidemiološka situacija zoonoza u Srbiji tokom pandemije COVID 19 i granični prelazi 73
- ◆ **Mihajlo Erdeljan, Tijana Kukurić, Ivana Davidov, Miodrag Radinović:**
Aktuelna epidemiološka situacija virusa Zapadnog Nila u Evropi 74

TEMATSKO ZASEDANJE II

REPRODUKCIJA I ZDRAVSTVENA ZAŠTITA FARMSKIH ŽIVOTINJA

- ◆ **Milan Maletić, Miloš Pavlović, Vladimir Magaš, Miloje Đurić, Ljubodrag Stanišić, Slobodanka Vakanjac, Jovan Blagojević:**
Reproduktivni poremećaji kod krava prouzrokovani promenama na jajnicima – da li je baš uvek kao što izgleda? 83
- ◆ **Jelena Apić, Ivan Galić, Ivan Stančić, Tomislav Barna, Slobodanka Vakanjac, Aleksandar Milovanović:**
Proteini spermalne plazme nerastova kao genetski markeri kvaliteta semena 92

◆ Ivan Vujanac, Radiša Prodanović, Jovan Bojkovski, Sreten Nedić, Sveta Arsić, Slavica Dražić, Milica Stojić, Danijela Kirovski: Proteini toplotnog stresa kao potencijalni biomarkeri tolerancije na toplotni stres kod visokomlečnih krava	104
◆ Božidar Savić, Nemanja Zdravković, Oliver Radanović, Nemanja Jezdimirović, Branislav Kureljušić, Bojan Milovanović, Ognjen Stevančević: Klinička slika, patomorfološke promene i mikrobiološke karakteristike izolata <i>Salmonella enterica</i> subspecies <i>Enterica</i> serovar choleraesuis infekcije kod zalučene prasadi	111
◆ Saša Ivanović, Vitomir Čupić, Sunčica Borozan, Silva Dobrić, Dejana Čupić-Miladinović, Mila Savić, Žolt Bečkei, Nevena Borozan: Primena doksiciklina kod farmskih životinja	113
◆ Zorana Kovačević, Miodrag Radinović, Dragana Tomanić, Jovan Stanojević, Nebojša Kladar, Biljana Božin: Antibiotska rezistencija najčešćih uzročnika mastitisa krava	125
◆ Nemanja Zdravković, Milan Ninković, Oliver Radanović, Božidar Savić, Đorđe S. Marjanović, Radoslava Savić Radovanović: Nalaz <i>Pseudomonas aeruginosa</i> kod zapaljenja pluća prasadi	133
◆ Marko Pajić, Slobodan Knežević, Dalibor Todorović, Biljana Đurđević, Milena Samojlović, Miloš Pelić, Suzana Vidaković Knežević, Dušan Lazić, Zdravko Tomić: Pojava infektivnog laringotraheitisa u jatima koka nosilja na području Vojvodine	138
◆ Teodora Vasiljević, Oliver Stanković, Milka Đermanov, Bojan Vujić, Ivan Marković, Žarko Avramov: Ponašanje i dobrobit svinja u farmskim uslovima držanja	139
◆ Nenad Popov, Željko Mihaljev, Milica Živkov Baloš, Sandra Jakšić, Sava Lazić, Dubravka Milanov, Gospava Lazić, Marko Pajić: Kvalitet vode kao faktor biosigurnosti na farmama svinja	145
◆ Jovan Stanojević, Miodrag Radinović, Marko R. Cincović, Branislava Belić, Zorana Kovačević, Tijana Kukurić: Uticaj mastitisa na hemijski sastav mleka kod krava	146
◆ Srđan Todorović, Marko R. Cincović, Zoran Ružić, Zdenko Kanački, Ivan Galić, Ivica Jožef, Mirko Dražić: Konzentracija progesterona u krvi i pojava endometritisa kod krava sa zaostalom posteljicom	152

TEMATSKO ZASEDANJE III

NUTRITIVNA PREVENCIJA I TERAPIJA METABOLIČKIH POREMEĆAJA ŽIVOTINJA U INTENZIVNOJ STOČARSKOJ PROIZVODNJI

◆ Dragan Šefer, Dejan Perić, Stamen Radulović, Svetlana Grdović, Lazar Makivić, Dragoljub Jovanović, Radmila Marković: Zasušenje – nutritivni izazov u prevenciji metaboličkih bolesti kod preživara	159
◆ Radmila Marković, Stamen Radulović, Dejan Perić, Dragan Šefer: Značaj optimalnog obezbeđivanja kalcijuma i fosfora u hrani za životinje	167
◆ Radulović Stamen, Jokić Živan, Šefer Dragan, Marković Radmila, Perić Dejan, Rašić Zoran, Kojičić-Stefanović Jasmina: Značaj i uloga ishrane u nastanku i prevenciji sindroma iznenadne smrti brojlera	177
◆ Dejan Perić, Radmila Marković, Stamen Radulović, Svetlana Grdović, Dragoljub Jovanović, Dragan Šefer: Nutritivne strategije u prevenciji i terapiji anemije usled deficita gvožđa kod prasadi	192

- ◆ **Marcela Šperanda, Veronika Halas, Melinda Kovacs, Zdenko Lončarić, Jakov Jurčević, Tomislav Šperanda, Mislav Đidara, Dalibor Đud:**
Biofortifikacija i drugi tehnološki postupci obogaćivanja hrane za životinje 204
- ◆ **Jelena Janjić, Branislav Baltić, Milorad Mirilović, Drago Nedić, Spomenka Đurić, Branislav Vejnović, Radmila Marković:**
Uticaj dodavanja srednjelančanih masnih kiselina na ekonomsku efikasnost ishrane brojlera 213
- ◆ **Zoran Ružić, Zdenko Kanački, Srđan Todorović, Dušan Lazić, Slobodan Knežević, Suzana Vidaković Knežević:**
Rano termalno kondicioniranje dovodi do kompezatornog rasta i bolje konverzije hrane kod tovnih pilića u uslovima toplotnog stresa 222

TEMATSKO ZASEDANJE IV

GAJENJE, PATOLOGIJA I ZDRAVSTVENA ZAŠTITA RIBA

- ◆ **Zoran Marković, Marko Stanković, Božidar Rašković, Ivana Živić, Vladimir Radosavljević:**
Diverzifikacija na ribnjacima – kao alternativa intenziviranju proizvodnje u težnji ostvarivanja većeg prihoda uz manji rizik od bolesti riba 227
- ◆ **Vladimir Radosavljević, Dimitrije Glišić, Vesna Milićević, Tatjana Labus, Oliver Radanović, Nemanja Zdravković, Zoran Marković:**
Sistem zdravstvene kontrole riba i najznačajnije bolesti u akvakulturi Srbije 228
- ◆ **Ksenija Aksentijević, Maja Marković:**
Održavanje zdravlja riba u akvakulturi: epidemiološki pristup prevenciji i kontroli infektivnih bolesti 234
- ◆ **Vitimir Čupić, Saša Ivanović, Sunčica Borozan, Andreja Prevendar Crnić, Indira Mujezinović, Gordana Žugić, Romel Vele, Dejana Čupić Miladinović:**
Primena antimikrobnih lekova kod riba 245
- ◆ **Ksenija Aksentijević:**
Pojava antimikrobne rezistencije u akvakulturi – šta do sada znamo i koji su sledeći koraci? 258
- ◆ **Vitimir Čupić, Saša Ivanović, Sunčica Borozan, Andreja Prevendar Crni, Indira Mujezinović, Gordana Žugić, Romel Vele, Dejana Čupić Miladinović:**
Pesticidi toksični za ribe 264
- ◆ **Nikolina Novakov, Brankica Kartalović, Željko Mihaljev, Dušan Lazić, Branislava Belić, Dragan Rogan:**
Koncentracije teških metala i policikličnih aromatičnih ugljovodonika u dagnjama sa tržišta Srbije 275
- ◆ **Sandra Nikolić, Nikolina Novakov, Aleksandar Potkonjak:**
Određivanje pola kod jesetarskih riba primenom ultrazvuka 276
- ◆ **Dušan Lazić, Miloš Pelić, Slobodan Knežević, Marko Pajić, Zoran Ružić, Tijana Kukurić, Nikolina Novakov:**
Upotreba aparata za elektroribolov u svrhe uzorkovanja riba 277

TEMATSKO ZASEDANJE V

ZDRAVSTVENA ZAŠTITA I REPRODUKCIJA KUĆNIH LJUBIMACA

- ◆ **Plamen Trojačanec, Blagica Sekovska:**
Komunikacija sa klijentima u maloj praksi: strategije rešavanja problema u zahtevnim situacijama 281
- ◆ **Kreszinger Mario, Pačin Marko:**
Vijci i ploče kao implantanti za osteosintezu 292

◆ Natalija Milčić Matić: Kušingov sindrom: onkološko ili endokrino oboljenje?	303
◆ Ivan Stančić i Ivan Galić: Poremećaji reprodukcije mužjaka pasa – problemi veterinara i odgajivača.....	309
◆ Ozren Smolec, Ivo Kokalj, Tomislav Bosanac, Bojan Toholj: Abdominalni kompartment sindrom u pasa	314
◆ Marko Pečin: Nova osteoinduktivna metoda liječenja defekta humerusa u pasa nakon nastrijela upotrebom RHBMP6 u autolognom koagulumu sa keramikom	315

TEMATSKO ZASEDANJE VI

ODRŽIVI UZGOJ, OČUVANJE I PROIZVODI SA DODATOM VREDNOŠĆU AUTOHTONIH RASA DOMAĆIH ŽIVOTINJA I SLOBODNE TEME

◆ Elmin Tarić, Besckei Zsolt, Ružica Trailović, Mila Savić, Vladimir Dimitrijević: Značaj animalnih proizvoda sa dodatom vrednošću za opstanak i promociju ugroženih animalnih genetičkih resursa – sjenička ovca	319
◆ Ružica Trailović, Mila Savić, Vladimir Dimitrijević: Očuvanje autohtonih rasa domaćih životinja kroz održivu proizvodnju i zaštitu ambijenta	320
◆ Katarina Nenadović, Ljiljana Janković, Vladimir Dimitrijević, Marijana Vučinić: Dobrobit životinja u ekstenzivnim uslovima proizvodnje	321
◆ Radoslava Savić Radovanović, Mladen Mihajlović, Saša Bošković, Drago Nedić, Dragan Vasilev: Stanje i perspektive u organskoj proizvodnji Republike Srpske	332
◆ Antonija Rajčić, Milan Ž. Baltić, Ivana Branković Lazić, Branislav Baltić, Marija Starčević, Slađan Nešić: Patohistološke karakteristike drvenastih grudi i kvalitet mesa brojlera	333
◆ Milan Ž. Baltić, Saša Bošković, Ivana Branković Lazić, Branislav Baltić, Antonija Rajčić, Jelena Janjić, Marija Starčević: Kulinarski i industrijski postupci omeškavanja mesa	339
◆ Svetlana Grdović, Stamen Radulović, Dejan Perić, Radmila Marković Dragan Šefer: Prilog sagledavanju potencijala livada i pašnjaka Stare planine za uzgoj autohtonih rasa životinja	347
◆ Vitomir Čupić, Saša Ivanović, Sunčica Borozan, Dobrić Silva, Andreja Prevendar Crnić, Indira Mujezinović, Gordana Žugić, Romel Vele, Dejana Čupić Miladinović: Neracionalna primena antimikrobnih lekova u veterinarskoj medicini kao mogući uzrok štetnih efekata na životnu sredinu	348
◆ Tijana Kukurić, Mihajlo Erdeljan, Dušan Lazić, Ivan Galić, Jovan Stanojević: Detekcija srčanih šumova kod konja	359
◆ Slobodan Knežević, Marko Pajić, Suzana Vidaković Knežević, Dušan Lazić, Biljana Đurđević, Zoran Ružić, Zdenko Kanački, Vladimir Polaček, Milutin Đorđević: Uticaj različitih vrsta prostirke na emisiju štetnih gasova u brojlerskoj proizvodnji	363
◆ Suzana Vidaković Knežević, Sunčica Kocić-Tanackov, Snežana Kravić, Slobodan Knežević, Jelena Vranešević, Marko Pajić, Zoran Ružić, Jasna Kureljušić, Neđeljko Karabasil: Antimikrobna aktivnost <i>Lamiaceae</i> etarskih ulja protiv <i>Salmonella enteritidis</i> izolovanih iz mesa živine	364

POJAVA ANTIMIKROBNE REZISTENCIJE U AKVAKULTURI – ŠTA DO SADA ZNAMO I KOJI SU SLEDEĆI KORACI?

Ksenija Aksentijević

Dr Ksenija Aksentijević, docent, Fakultet veterinarske medicine,
Univerzitet u Beogradu, R. Srbija

Kratak sadržaj

Akvakultura je grana poljoprivrede koja ubrzano raste i koja trenutno obezbeđuje više od polovine ukupne količine riba koje se širom sveta koriste za ishranu ljudi. Kako proizvodnja raste, tako raste i količina antibiotika koji se koriste za sprečavanje i lečenje bakterijskih infekcija riba. Prekomerna i pogrešna upotreba ili zloupotreba antibiotika i dezinfekcionih sredstava u akvakulturi može dovesti do pojave otpornosti bakterija sa najvažnijom medicinskom posledicom gubitka efikasnosti antibiotika. Takođe postoji i mogućnost, da povećan broj bakterija otpornih na antibiotike ili gena koji kodiraju rezistenciju, ima negativan uticaj na upotrebu antimikrobnih sredstava za kontrolu bolesti ljudi i drugih kopnenih životinja. Koraci koje treba preduzeti za sprečavanje i smanjenje upotrebe antibiotika u akvakulturi su: upotreba vakcina kad god je to moguće; uvođenje specifičnih mera biološke sigurnosti; razvoj posebnih programa praćenja radi sprečavanja ili smanjenja mogućih izbijanja bolesti; razvoj proizvodnih sistema koji su optimalni u pogledu kvaliteta vode i nivoa kiseonika i koji mogu garantovati dobrobit uzgajanih životinja. Duga bitka protiv antimikrobne rezistencije mogla bi se prevazići iskrenom primenom pristupa „Jedno zdravlje“.

Ključne reči: akvakultura, AMR, bakterije, geni, „Jedno zdravlje“

UVOD

1. Antibiotici i otpornost bakterija na antibiotike

Antibiotici su kao najvažnije otkriće 20-og veka u terapiji infektivnih bolesti u početku kliničke upotrebe, značajno smanjivali mortalitet ljudi i životinja. Uvođenje različitih klasa antibiotika u terapiju infektivnih bolesti je praćeno razvojem otpornosti bakterija na antibiotike. To predstavlja globalni zdravstveni problem i jedan je od najvećih izazova u 21. veku. Sada se suočavamo sa post-antibiotskom erom usled pojave otpornosti bakterija na sve klase antibiotika i nedostatka novih sintetičkih antibiotika. Napori u sprečavanju širenja rezistentnih bakterija i gena rezistencije su uglavnom fokusirani na zdravlje ljudi, posebno u kontroli bolničkih infekcija i ograničavanju upotrebe antibiotika (Taylor i sar. 2011). Ipak, veliki broj izveštaja govori o tome da rezistentne bakterije i geni rezistencije više nisu ograničeni samo na bolnička okruženja i da je neophodno ispitati prisustvo gena rezistencije kod nepatogenih bakterija iz različitih okruženja (Martinez 2009; Wright 2010). Globalno širenje bakterija otpornih

na antibiotike i širenje bakterijskih gena rezistencije među klinički značajnim bakterijama povećava stope morbiditeta i mortaliteta, kako kod ljudi, tako i kod životinja inficiranih takvim bakterijama. Geni rezistencije na antibiotike se prenose horizontalnim genskim transferom na prijemčive bakterije i njihovo prisustvo u životnoj sredini predstavlja ozbiljan zdravstveni rizik za ljude i životinje. Razvoj otpornosti bakterija na antibiotike je uglavnom posledica njihove pogrešne ili prevelike upotrebe (Marshall i Levy 2011). Pojava ovog fenomena je prvo primećena u bolnicama a kasnije i kod životinja. Razmena genetskih informacija među različitim vrstama i rodovima bakterija se uglavnom odvija horizontalnim genskim transferom. Ovim mehanizmom se prenose različiti mobilni genetički elementi kao što su plazmidi, transpozoni i integroni. Posledično, geni rezistencije na antibiotike, nošeni mobilnim genetičkim elementima, mogu se nesmetano širiti životnom sredinom.

2. Akvakultura

Akvakultura ubrzano raste još od 1970. godine, a posebno brzo u poslednjoj deceniji i postaje izuzetno važan izvor hrane za ljude (FAO, 2014).

2.1. Upotreba antibiotika u akvakulturi

Količina upotrebljenih antibiotika u akvakulturi varira među različitim zemljama. Jedan proizvođač iz Čilea je koristio 279 g antibiotika za tonu lososa, a u Norveškoj je, za istu količinu, korišćeno samo 4,8 g (Cabello i sar., 2016). Norveški proizvođači proizvode preko milion tona ribe iz uzgoja koristeći samo 649 kg antibiotika (Cantas i sar., 2013). Uprkos svim zabranama, u nekim delovima sveta se antibiotici koji su neophodni u humanoj medicini i dalje rutinski dodaju hrani za ribe u cilju povećanja zarade i sprečavanja mogućih bakterijskih infekcija izazvanih stresom usled prenaseljenosti (Cabello, 2006; Ndi i Barton, 2012). Ovakva upotreba oslobađa antibiotike u vodeni ekosistem što onda utiče na populacije bakterija u tom okruženju. Aktivnosti ljudi imaju veliki uticaj na vodene ekosisteme zbog toga što oni primaju bakterije iz različitih izvora, a vodena sredina olakšava razmenu različitih gena. Stoga bi se pojava i širenje novih bakterija otpornih na antibiotike i mehanizama rezistencije na antibiotike vrlo lako mogla dogoditi i u vodenom okruženju. Bakterijski patogeni riba često izazivaju izuzetno ozbiljne infekcije na ribnjacima sa gustim nasadom. Iako se moderna akvakultura mnogo više oslanja na vakcinaciju i poboljšanje proizvodnih procesa u cilju izbegavanja infekcija i dalje se mnoge bakterijske infekcije riba tretiraju antibiotičima u hrani ili lekovitim kupkama. Antibiotici koji se najviše koriste su: fluorohinoloni, florfenikol, oksitetraciklin i sulfonamidi (Cabello 2006; Gräslund i sar., 2003; Primavera, 2006). Do sada je većina bakterijskih patogena riba, na ribnjacima sa istorijom ponavljanja infekcija, razvila otpornost na antibiotike (Sørum, 2008; Shah i sar., 2012a). U nekim delovima sveta, integrisana proizvodnja predstavlja uobičajenu praksu gde se organski otpad sa živinarskih i drugih farmi koristi za đubrenje ribnjaka. Poznato je se da rezidue antibiotika iz otpada, poreklom od

živine i drugih farmskih životinja, vrše jak selektivni pritisak na gene odgovorne za otpornost bakterija na antibiotike.

2.2. Bakterije i geni rezistencije na antibiotike u vodenoj sredini

Postojanje ubikvitarnih bakterija u vodenoj sredini koje imaju sposobnost da se prenesu na ljude je posebno važno u širenju gena rezistencije. Ubikvitarne bakterije su dobro poznati oportunistički patogeni naročito kod bolničkih infekcija. Klinički značajne bakterije otporne na antibiotike pronađene u različitim vodenim ekosistemima pripadaju rodovima: *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Stenotrophomonas*, *Vibrio*, *Acinetobacter*, *Escherichia* i *Klebsiella*.

2.3. *Aeromonas* spp.

Aeromonas vrste prirodno nastanjuju slatkovodne i morske ekosisteme, ali se mogu naći i u kanalizaciji i drugim otpadnim vodama. Različite *Aeromonas* vrste su izolovane iz različite hrane za ljude pa i iz riba. *Aeromonadae* su uzročnici bolesti riba: *A. salmonicida* izaziva furunkulozu uglavnom kod *Salmonida*. *A. hydrophila* i *A. veronii* izazivaju hemoragičnu septikemiju šarana, tilapija, smuđeva i somova. *Aeromonas* vrste, naročito *A. hydrophila*, *A. caviae* i *A. veronii* *bv. sobria*, mogu da izazovu različite simptome i sindrome kod ljudi kao što su: akutni gastroenteritis, infekcije rana i mekih tkiva i septikemije (Janda i Abbott, 1996; Janda i Abbott, 2010; Piotrowska i Popowska, 2015).

Aeromonas spp. su urođeno otporni na aminopeniciline (osim *Aeromonas trota*), cefalosporine prve i druge generacije (osim *Aeromonas veronii*) i ertrape-nem (EUCAST i *Comité de l'antibiogramme de la Societe Francaise de Microbiologie* 2015). Kod *Aeromonas* spp. su dokazane tri glavne klase β -laktamaza: klasa C cefalosporinaza, klasa D penicilinaza i klasa B metalo- β -laktamaza. Prijavljeno je da su IncU plazmidi, koji sadrže determinante rezistencije na tetraciklin, kodirani sa Tn1721 preneti među patogenima riba *A. salmonicida* kao i među ribljim i humanim patogenima *A. hydrophila* i *A. caviae* i *E. coli* izolovanim u različitim oblastima Evrope (Rhodes i sar. 2000). Rezistencija na florfenikol (*floR* gene) i hloramfenikol (*catB* gene) je primećena među *Aeromonas* sojevima izolovanim iz ribnjaka (McIntosh i sar. 2008; Schmidt i sar. 2001; Verner-Jeffreys i sar. 2009).

2.4. *Pseudomonas* spp.

Pripadnici roda *Pseudomonas* su ubikvitarne bakterije životne sredine i najvažnija vrsta je *Pseudomonas aeruginosa* koja je dobro poznati humani oportunistički patogen. U akvakulturi, osim *P. aeruginosa*, važnu ulogu kao oportunistički patogeni imaju *P. fluorescens* i *P. putida* (Altinok i sar., 2006; Shiose i sar., 1974). *P. aeruginosa* ispoljava urođenu otpornost prema različitim antibioticima (ampicilin, amoksicilin-klavulanska kiselina, ampicilin-sulbaktam, cefazolin, cefalotin, cefalexin, cefadroxil, cefotaxim, ceftriaxon, ertapenem, hloramfenikol, kanamicin, neomicin, trimetoprim, trimetoprim-sulfametoksazol, tetraciklin i ti-

geciklin – EUCAST), ali ima i sposobnost da stiže širok spektar gena otpornih na antibiotike plazmidima i integronima (Holmes i sar., 2003; Unaldi i sar., 2003).

2.5. *Stenotrophomonas spp.*

Stenotrophomonas maltophilia je široko rasprostranjena bakterija iz okruženja i važan humani oportunistički patogen koji je urođeno otporan na veliki broj dostupnih antibiotika (ampicilin, amoksicilin-klavulansku kiselinu, ampicilin-sulbaktam, tikarcilin, piperacilin, piperacilin-tazobaktam, cefazolin, cefalotin, cefalexin, cefadroxil, cefotaxim, ceftriaxon, aztreonam, ertapenem, imipenem, meropenem, sve aminoglikozide, trimetoprim, fosfomicin i tetraciklin, ali ne i na doksiciklin, minociklin i tigeciklin – EUCAST). *Stenotrophomonas maltophilia* sojevi su ubikvitarni i izolovani su iz riba i vodenih okruženja. Kod soja *S. maltophilia* poreklom iz školjki sa pijace i morskoj vodi u Hrvatskoj nađeni su bla CTX-M-15, bla TEM-116 i bla TEM-127 lokalizovani na velikim plazmidima. Iako *S. maltophilia* ima hromozomski kodiran mehanizam rezistencije prema β -laktamskim antibioticima, ovakav nalaz je važan zbog toga što ukazuje na moguću ulogu *S. maltophilia* kao rezervoara za determinante antibiotske rezistencije (Maravić i sar., 2014).

2.6. *Vibrio spp.*

Vibrio vrste prirodno nastanjuju morske ekosisteme. Različite *Vibrio spp.* kao što su *V. harveyi*, *V. parahaemolyticus*, *V. anguillarum*, *V. alginolyticus*, *V. vulnificus* i *V. splendidus*, mogu da izazovu ozbiljne infekcije u akvakulturi, naročito u proizvodnji škampa. Najvažnije vrste koje izazivaju infekcije ljudi, pored dobro poznatog humanog patogena *V. cholerae*, su *V. parahaemolyticus* i *V. vulnificus*. Oni su glavni uzročnici bolesti povezanih sa morskim plodovima u SAD (Han i sar. 2007). Visoka stopa antibiotske rezistencije kod *Vibrio spp.* je zabeležena širom sveta u uzorcima otvorenih voda, ali i voda iz sistema za proizvodnju riba i škampa. Nalaz rezistencije na tetracikline kod *Vibrio spp.* je razlog za veliku zabrinutost zbog toga što je to lek izbora u terapiji kolere.

ZAKLJUČAK

Širenje bakterija otpornih na antibiotike i gena odgovornih za rezistenciju, kao i pojava novih gena antibiotske rezistencije u akvakulturi, je gorući problem koji može imati veliki uticaj na zdravlje ljudi kako potrošnja proizvoda iz akvakulture raste. Upotreba antibiotika u akvakulturi je veoma važna i baš zato je neophodna stroga kontrola upotrebe antibiotika. Geni odgovorni za rezistenciju na antibiotike, kao i rezistentne bakterije, lako prelaze granice i ovo nije lokalni već globalni problem. Veliki ali i mali proizvođači i izvoznici proizvoda koji potiču iz akvakulture, koriste značajne količine antibiotika. Neophodno je mnogo više govoriti o ovom problemu i edukovati proizvođače o važnosti antibiotske rezistencije i o tome kakve bi razorne efekte takva praksa mogla imati na globalnom

nivou. Mora se postići značajno poboljšanje zdravstvenog stanja riba, rakova i školjki kako bi se izbegla prekomerna upotreba i zloupotreba antibiotika i posledice koje proizilaze iz takve prakse. Štaviše, prekomerna upotreba antibiotika bi mogla imati veći uticaj zbog činjenice, da širenje bakterija otpornih na antibiotike i njihovih gena, nije ograničeno na ljudsku ishranu već utiče na sve ekosisteme. Koncept „Jedno zdravlje“ se zasniva na zdravlju i dobrobiti ljudi, životinja i njihovog okruženja. Suživot ljudi i životinja u istom okruženju je moguć i ne treba ga izbegavati, a odgovornost za globalno zdravlje je u ljudskim rukama koje menjaju prirodu. Pristup „Jedno zdravlje“ bi trebalo javno promovisati kako bi svaki akter znao da posledice njegovog delovanja imaju veliki uticaj na sva živa bića.

Zahvalnica:

Ovu studiju je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u skladu sa odredbama Ugovora o finansiranju istraživanja 2021. godine (br. 451-03-9/2021-14/200050 od 05.02.2021).

E mail autora za korespondenciju: ksenija@vet.bg.ac.rs

LITERATURA

1. Altinok I, Kayis S, Capkin E, 2006, *Pseudomonas putida* infection in rainbow trout, *Aquaculture* 261, 3, 850; 2. Cabello FC, 2006, Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment, *Environ Microbiol*, 8, 1137; 3. Cabello FC, Godfrey HP, Buschmann AH, Dölz HJ, 2016, Aquaculture as yet another environmental gateway to the development and globalisation of antimicrobial resistance, *Lancet Infect Dis*, 16, 7, 127; 4. Cantas L, Shah SQA, Cavaco LM, Manaia CM, Walsh F, Popowska M, Garelick H, Bürgmann H, Sørum H, 2013 A brief multi-disciplinary review on antimicrobial resistance in medicine and its linkage to the global environmental microbiota, *Front Microbiol*, 4, 9; 5. EUCAST - European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, 2013, Guidelines for detection of resistance mechanisms and specific resistances of clinical and/or epidemiological importance Version 1.0.; 6. EUCAST and Comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie, 2015, Recommendations; 7. FAO -Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014, The state of world fisheries and aquaculture FAO, Rome; 8. Gräslund S, Holmström K, Wahlström A, 2003, A field survey of chemicals and biological products used in shrimp farming, *Mar Pollut Bull*, 46, 81; 9. Han F, Walker RD, Janes ME, Prinyawiwatkul W, Ge B, 2007, Antimicrobial susceptibilities of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* isolates from Louisiana Gulf and retail raw oysters, *Appl Environ Microbiol*, 73, 7096; 10. Holmes AJ, Holley MP, Mahon A, Nield B, Gillings M, Stokes HW, 2003, Recombination activity of a distinctive integron-gene cassette system associated with *Pseudomonas stutzeri* populations in soil, *J Bacteriol*, 185, 918; 11. Janda JM, Abbott SL, 1996, Human pathogens The genus: *Aeromonas*, eds B Austin, M Altwegg, PJ Gosling, S Joseph, West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd. 151-7; 12. Janda JM, Abbott SL, 2010, The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity, and infection, *Clin Microbiol Rev*, 23, 35; 13. Maravić A, Skočibušić M, Fredotović Ž, Cvjetan S, Šamanić I, Puizina J, 2014,

Characterization of environmental CTX-M-15-producing *Stenotrophomonas maltophilia*, *Antimicrob Agents Chemother*, 58, 6333; **14.** Marshall BM, Levy SB, 2011, Food animals and antimicrobials: impacts on human health, *Clin Microbiol Rev*, 24, 718; **15.** Martinez JL, 2009, The role of natural environments in the evolution of resistance traits in pathogenic bacteria, *Proc Biol Sci*, 276, 2521; **16.** McIntosh D, Cunningham M, Ji B, Fekete FA, Parry EM, Clark SE et al., 2008, Transferable, multiple antibiotic and mercury resistance in Atlantic Canadian isolates of *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* is associated with carriage of an IncA/C plasmid similar to the *Salmonella enterica* plasmid pSN254, *J Antimicrob Chemother*, 61, 1221; **17.** Ndi OL, Barton MD, 2012, Resistance determinants of *Pseudomonas* species from aquaculture in Australia, *J Aquac Res Develop*, 3, 119. **18.** Piotrowska M, Popowska M, 2015, Insight into the mobilome of *Aeromonas* strains, *Front Microbiol*, 6, 494; **19.** Primavera J, 2006, Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone, *Ocean Coast Manage*, 49, 531; **20.** Rhodes G, Huys G, Swings J, McGann P, Hiney M, Smith P, Pickup RW, 2000, Distribution of oxytetracycline resistance plasmids between aeromonads in hospital and aquaculture environments: implication of Tn1721 in dissemination of the tetracycline resistance determinant Tet A, *Appl Environ Microbiol*, 66, 3883. **21.** Schmidt AS, Bruun MS, Dalsgaard I, Larsen JL, 2001, Incidence, distribution, and spread of tetracycline resistance determinants and integron-associated antibiotic resistance genes among motile aeromonads from a fish farming environment, *Appl Environ Microbiol*, 67, 5675; **22.** Shah SA, Karatas S, Nilsen H, Steinum M, Colquhoun J, Sørum H, 2012, Characterization and expression of the *gyrA* gene from quinolone resistant *Yersinia ruckeri* strains isolated from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Norway, (*Aquaculture*. 350–353, 37; **23.** Shiose J, Wakabayashi H, Tominaga M, Egusa S, 1974, A report on a disease of cultured carp due to a capsulated *Pseudomonas*, *Fish Pathol*, 9, 79; **24.** Sørum H, 2008, Antibiotic resistance associated with veterinary drug use in fish farms, In: Lie Øed Improving Farmed Fish Quality and Safety (Cambridge UK Woodhead Publishing) 157; **25.** Taylor NG, Verner-Jeffreys DW, Baker-Austin C, 2011, Aquatic systems: maintaining, mixing and mobilising antimicrobial resistance? *Trends Ecol Evol*, 26, 278; **26.** Unaldi MN, Korkmaz H, Arıkan B, Coral G, 2003, Plasmid-encoded heavy metal resistance in *Pseudomonas* sp. *Bull Environ Contam Toxicol*, 71, 1145; **27.** Verner-Jeffreys DW, Welch TJ, Schwarz T, Pond MJ, Woodward M J et al., 2009, High prevalence of multidrug-tolerant bacteria and associated antimicrobial resistance genes isolated from ornamental fish and their carriage water, *PLoS One*, 4, e 8388; **28.** Wright GD, 2010, Antibiotic resistance in the environment: a link to the clinic? *Curr Opin Microbiol*, 13, 589.