

PREGLEDNI RAD – REVIEW PAPER

DOI: 10.2298/VETGL1306429L

UDK 619:639.2.087.8

PROBIOTICI U ISHRANI ŠARANSKIH RIBA*
PROBIOTICS IN CARP FISH NUTRITION

Ljubojević Dragana, Ćirković M., Mišćević Mirjana**

Nekontrolisana primena antibiotika u akvakulturi izazvala je pojavu i širenje rezistencije kod patogena, što je dovelo do potrebe da se pronađu nove tehnologije koje bi štatile vodene organizme od patogenih mikroorganizama. Probiotici imaju za cilj da smanje upotrebu antibiotika i imaju važnu ulogu, ne samo u preveniranju bolesti u akvakulturi, već i u povećanju efikasnosti iskorišćavanja hrane i unapređenju proizvodnih parametara. Šaranske vrste riba su ekonomski najznačajnije u Republici Srbiji, pa su u ovom radu sumirani rezultati dosadašnjih istraživanja o upotrebi probiotika kod ovih vrsta riba. Ukazano je na mnogobrojne nuspojave prilikom korišćenja antibiotika u akvakulturi. Opisani su dosadašnji rezultati istraživanja o mehanizmu dejstva probiotika, kao i o specifičnostima njihove upotrebe u akvakulturi. Pored toga, sumirani su rezultati koji ukazuju na pozitivan uticaj probiotika u ishrani ciprinida na proizvodne performance, hematološke parametre, tok eksperimentalne infekcije, aktivnost digestivnih enzima. Posebna pažnja je posvećena kriterijumima za pravilan izbor probiotika u proizvodnji ciprinida.

Ključne reči: antibiotici, probiotici, šaranske ribe, proizvodni parametri

Uvod / Introduction

Funkcionalni dodaci, u koje spadaju i probiotici, imaju važnu ulogu u preventivi bolesti u akvakulturi i imaju za cilj da smanje korišćenje antibiotika (Verschuere i sar., 2000). Uloga mikroorganizama u ribarskoj proizvodnji je značajna, pošto je kvalitet vode i pojava bolesti pod direktnim uticajem mikrobiološke aktivnosti. U ribarskoj proizvodnji kao probiotici se najčešće primenjuju sledeći mikroorganizmi: *Lactobacillus sp.*, *Bacillus sp.*, *Bifidobacterium sp.*, *Vibrio sp.*, *Saccharomyces sp.*, *Enterococcus sp.* (Kumar i sar., 2006). Probiotici se sve više upotrebljavaju kao dodaci u ishrani riba, ne samo u cilju preveniranja bolesti, već i za

* Rad primljen za štampu 26. 10. 2012. godine

** Dragana Ljubojević, DVM, M. Ćirković, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivreni fakultet, Novi Sad, R. Srbija; Mirjana Mišćević, Privredna komora Srbije, Beograd, R. Srbija

povećanje efikasnosti iskorišćavanja hrane i unapređenja proizvodnih parametara (Ćirković i sar., 2008).

Šaranske vrste predstavljaju ekonomski veoma važnu riblju vrstu u Republici Srbiji, Mađarskoj, Hrvatskoj, Poljskoj, Izraelu, Češkoj i mnogim drugim zemljama (Ćirković i sar., 2012a). Linjak (*Tinca tinca*) je vrsta koja se gaji u nekoliko evropskih zemalja, uglavnom poluintenzivno u polikulturi sa drugim ciprinidnim vrstama. Kineski kompleks šarana (beli tolstolobik, sivi tolstolobik i beli amur) je uveden kako u otvorene vode, tako i u ribnjake u Republici Srbiji 1960ih i povećao je ukupnu ihtioprodukciju i doveo do boljeg iskorišćavanja hrane dostupne u vidu planktona (Lenhardt i sar., 2011). Zbog činjenice da su ciprinidne vrste riba ekonomski najvažnije u našoj zemlji u ovom radu su sumirani rezultati dosadašnjih istraživanja o upotrebi probiotika kod ovih vrsta.

Primena antibiotika u akvakulturi / *Antibiotics use in aquaculture*

Povećanje gustine nasadenosti u ribarskoj proizvodnji dovodi do češćeg izbijanja bakterijskih bolesti, koje zahtevaju upotrebu antibakterijskih supstanci. Veliki problemi nastaju kada se antibiotici primenjuju rutinski, čak i u situacijama kada zdravstveni problemi kod životinja nisu prisutni (Cabello, 2006). Širenje rezistencije zbog izloženosti antibioticima je opisano, kako u humanoj, tako i u veterinarskoj medicini. Takođe je utvrđeno i da patogeni riba mogu razviti rezistenciju kao rezultat izloženosti antibioticima. Primeri uključuju *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Yersinia ruckeri*, *Photobacterium damsela* i *Vibrio anguillarum* (Tamminen i sar., 2011). Samo neke razvijene države vrše monitoring upotrebe antibiotika u proizvodnji riba, te su podaci o količini antibiotika koji se upotrebljavaju u akvakulturi oskudni, pa nije lako utvrditi trenutni nivo upotrebe antibakterijskih supstanci u akvakulturi u svetu. BurrIDGE i sar. (2010) su utvrdili da se količina antibiotika i drugih supstanci koje se upotrebljavaju u akvakulturi značajno razlikuju među zemljama, pa je upotreba antibiotika u opsegu od 1 g po toni proizvodnje u Norveškoj do 700 g po toni proizvodnje u Vijetnamu. Poslednjih godina upotreba antibiotika je zabranjena u profilaktičke svrhe, kao i u svrhe promotera rasta u nekim zemljama zbog ozbiljnih štetnih delovanja na životnu sredinu i kancerogenih efekata kod mnogih teleosta (Gatesoupe, 2007). Korišćenje antibiotika u akvakulturi izaziva i druge štetne pojave, kao što su akumuliranje rezidua antibiotika u tkivima, nefrotoksičnost kod riba (Hentschel i sar., 2005), imunosupresija i imunomodulacija (Nayak i sar., 2007). Najčešći način davanja antibiotika ribama je putem mešanja istih sa hranom. Ribe, međutim, ne metabolišu antibiotike efikasno, i oni prolaze kroz njih u velikoj meri neiskorišćeni i izlučuju se fecesom u vodu, tako je utvrđeno da se 70 do 80% antibiotika datih ribama kroz medikamentoznu kompletnu hranu oslobodi u vodenu sredinu putem urinarne i fekalne ekskrecije i/ili kao neiskorišćena medikamentozna hrana (BurrIDGE i sar., 2010), stoga nije teško zamisliti koliko štetno antibiotici mogu uticati na životnu sredinu. Pored toga, ako se antibiotici koriste u

supterapijskim dozama zbog ekonomskih razloga, mogućnost rezistencije patogena na dejstvo antibiotika raste (Suzer i sar., 2008) i takvi patogeni su često odgovorni za dalje širenje bolesti, pogotovo u stresnim uslovima tokom gajenja.

Porast svesti o potrebi da se antibiotici koriste sa mnogo više pažnje dovodi do nastanka mnogo strožijih regulativa o upotrebi antibiotika u sektoru akvakulture, a naročito o prisustvu rezidua antibiotika u proizvodima iz akvakulture. U razvijenim državama (članice Evropske Unije, zemlje Severne Amerike, Japan), regulative o upotrebi antibiotika su veoma striktne i samo nekoliko antibiotika je odobreno za upotrebu u akvakulturi, i to u terapijske svrhe (Smith, 2008). Kada su u pitanju ribnjaci na teritoriji Republike Srbije, oni podležu nacionalnom programu za kontrolu rezidua koji je godišnji službeni program sistemskog praćenja (monitoring) na teritoriji Republike Srbije, a poznata su i ispitivanja koja su sprovedli Đorđević i sar. (2009), gde nije ustanovljeno prisustvo rezidua antibiotika u mesu šarana iz ribnjaka. Međutim, veliki procenat svetske proizvodnje se odigrava u zemljama koje nemaju ili imaju nedovoljno efikasnih regulativa.

Trenutno se razvijaju i testiraju mere koje bi štatile vodene organizme od patogenih agensa bez upotrebe antibiotika. Ćirković i sar. (2012b) ukazuju na neophodnost pravilne pripreme objekata za gajenje ciprinida kao jednog od najbitnijih faktora u prevenciji potencijalnih infekcija i kao preduslova za najoptimalnije delovanje probiotika u ishrani. Međutim, bilo bi nerealno očekivati da će preventivne mere sprečiti svaku infekciju i da do bolesti neće dolaziti. Stoga su potrebne nove tehnologije u prevenciji bolesti koje patogene bakterije izazivaju, koje zajedno sa racionalnom upotrebom probiotika doprinose održivom razvoju akvakulture.

Definicija probiotika / *Definition of probiotics*

Prema definiciji Svetske zdravstvene organizacije probiotici su živi mikroorganizmi koji, kada se unesu u adekvatnoj količini doprinose zdravlju domaćina. Zbog važnog uticaja vodenog ekosistema na zdravlje vodenih organizama, probiotici se uglavnom definišu kao „živi mikrobni dodaci koji imaju povoljne efekte na domaćina putem modifikacije mikrobioloških zajednica, kako onih koje su vezane za domaćina, tako i onih koji su iz neposrednog okruženja. Bolju iskoristljivost hrane osiguravaju na taj način ili povećavaju njenu nutritivnu vrednost, a pored toga povećavaju otpornost domaćina na bolesti i unapređuju kvalitet ambijentalnih uslova“ (Verschuere i sar., 2000).

Početak upotrebe probiotika u akvakulturi / *The beginning of probiotics use in aquaculture*

Prva zabeležena upotreba probiotika u akvakulturi dogodila se relativno nedavno (Kozasa, 1986) i od tada je njihovo korišćenje u stalnom porastu. Spore *Bacillus toyoi*, izolovane iz zemljišta, redukovale su mortalitet japanske

jegulje koja je bila inficirana *Edwardsiella* sp., a isti dodatak povećao je prirast kod drugih vrsta riba (Kozasa, 1986). Prvi probiotici koji su ispitivani kod riba bili su komercijalni preparati namenjeni toplokrvnim životinjama. Iako su neki efekti zapaženi tokom upotrebe ovih preparata, preživaljavanje ovih bakterija je bilo neizvesno u vodenoj sredini (Gatesoupe, 1999). Kasnija istraživanja su favorizovala izolaciju i karakterizaciju autohtonih mikroorganizama. Kod mladunaca riba, autohtoni mikroorganizmi mogu biti izolovani iz digestivnog trakta nakon disekcije, izdvajanjem iz želuca i regiona creva.

Mehanizmi delovanja probiotika / *Mechanisms of probiotics action*

Primena enzima, probiotika i prebiotika dovode do povećanja otpornosti organizma šaranskih riba i jačanja njihovog imunološkog sistema (Ćirković i sar., 1997). Neki od mogućih mehanizama delovanja probiotika, koji omogućavaju zaštitu od patogena, povećanje rezistentnosti na bolesti, modifikaciju imunološkog odgovora, uključujući i proizvodnju inhibitornih jedinjenja. Kompetitivni su za osnovne hranjive materije, hemijska jedinjenja ili dostupnu energiju i adheziona mesta, i, unapređenje kvaliteta vode, interakciju sa fitoplanktonom, izvor makro i mikronutrienata, doprinose pojačanoj aktivnosti enzima varenja (Verschuere i sar., 2000; Balcázar i sar., 2006). Ovi različiti mehanizmi delovanja probiotika mogu smanjivati pojavu rezistentnih sojeva pri tretmanu sa antibioticima, što je dobro poznati rizik.

Specifičnost upotrebe probiotika u akvakulturi / *Specificity of probiotics use in aquaculture*

Tokom embrionalnog razvoja sisari su zaštićeni amnionom, dok su larve većine riba slobodne u spoljnoj sredini u ranim ontogenetskim stadijumima. Pored toga, larve su veoma podložne poremećajima povezanim sa gastrointestinalnim mikrobima, pošto počinju da se hrane iako im digestivni trakt nije u potpunosti razvijen, kao ni imuni sistem (Timmermans, 1987). Stoga je tretman probioticima posebno poželjan tokom larvalnih stadijuma.

Oportunistički mikroorganizmi kod sisara su u prilično konstantnoj sredini u gastrointestinalnom traktu, dok je mikroflora akvatičnih organizama stalno u interakciji sa okolinom, što ima veoma veliki uticaj, kako na zdravlje riba, tako i na opterećenje životne sredine bakterijama koje su uobičajeno prisutne u digestivnom traktu riba (Romero i Navarrete, 2006). Osim toga, ove životinje su polikiloterme i mikrobiološka flora može varirati i sa temperaturnim promenama. Mnogi istraživači su vršili ispitivanje veza crevne mikroflora sa akvatičnom sredinom i/ili hranom. Cahill (1990) je sumirajući rezultate istraživanja na ribama došao do dokaza da bakterije prisutne u vodenoj sredini utiču na sastav crevne mikroflora i obrnuto. Sve navedene činjenice ukazuju na to da je zdravstveni status vodenih organizama pod jakim uticajem okoline, a takođe znači i da probiotici

moгу biti aktivni u životnoj sredini kao i u domaćinu. Posledica specifičnosti akvatičnih mikrobiota je da probiotici koji su efikasni u akvakulturi mogu biti različiti od onih koji se koriste kod sisara.

Uticaj probiotika u ishrani ciprinida na proizvodne performanse /
The influence of probiotics in ciprinides nutrition on production results

U istraživanju koje su sproveli Jovanović i sar. (2011) utvrđeno je delovanje i efikasnost probiotika koji predstavlja mešavinu saprofitskih bakterija i enzima na proizvodnju mladunaca jednomesečnog šarana, pri čemu je ustanovljen povoljan učinak probiotika na pojedinačnu masu jedinki, procenat preživljavanja i konverziju. Upotrebom probiotika postignuti su i značajni ekonomski efekti. Rezultati upotrebe probiotika u klasičnim šaranskim ribnjacima mogu doći do izražaja samo u objektima u kojima je izvršena adekvatna priprema da bi ambijentalni uslovi bili uravnoteženi tokom celog vegetativnog ciklusa. Korišćenje probiotika u proizvodnji jednogodišnjih mladunaca šarana je imala značajan pozitivan uticaj na završnu prosečnu masu, procenat preživljavanja i konverziju Mišćević i sar. (2011). Mišćević i sar. (2012) vršili su istraživanje u cilju ispitivanja efekata i efikasnosti probiotika na proizvodne performanse jednogodišnjih šarana i linjaka, gajenih u polikulturi. U kompletnu krmnu smešu je dodato 3% probiotika koji je sadržao kulture bakterija: *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus bifidus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Ruminococcus albus* i enzime. Rezultati navedenog istraživanja potvrdili su korisnost upotrebe probiotika u hrani za mladunce linjaka i šarana pošto je upotreba probiotika vidno redukovala gubitke, povećala rast i smanjila konverziju po jedinici mase. U eksperimentu Kumar i sar. (2006), zapažen je bolji prirast, kao i veći procenat preživljavanja kod velikog indijskog šarana (*Labeo rohita*) koji je hranjen smešom koja je sadržala *B. subtilis* u poređenju sa kontrolnom grupom, bez dodatka probiotika. Wang (2011) je ustanovio povećanje proizvodnih performansi kod mladunaca belog amura (*Ctenopharyngodon idella*) koji su hranjeni hranom sa dodatkom *Bacillus coagulans*, *Rhodopseudomonas palustris* i *Lactobacillus acidophilus* u koncentraciji 10^6 CFU g⁻¹. Sve tri smeše obogaćene probioticima dovele su do veće prosečne završne mase, dnevnog prirasta i relativnog koeficijenta prirasta nego kontrolna hrana, pri čemu nisu zapažene značajne statističke razlike među tretmanima. Wang i Xu (2006) su takođe utvrdili pozitivno delovanje probiotika na proizvodne performanse u ispitivanju na šaranu. Bogut i sar. (1998) su ispitivali efekat suplementacije na šarana, hranjenog hranom sa različitim dodacima, uključujući antibiotike, kvasac (*Saccharomyces cerevisiae*) i bakterije (*Streptococcus faecium*) i primetili su bolji odgovor na rast prilikom dodavanja probiotika u hrani, ali su takođe zapazili da je rast brži sa dodatkom bakterija nego sa dodatkom kvasca. Nayak i sar., (2007) su izveli ogled o suplementaciji sa probiotskim bakterijama, *Bacillus subtilis*, i ustanovili njihove povoljne uticaje na procenat preživljavanja riba. Istraživanje Ramakrishnan i sar.

(2008) pokazalo je da ubacivanje probiotika u hranu za šarana dovodi do povećanja porasta.

Uticaj probiotika u ishrani ciprinida na hematološke parametre /
The influence of probiotics in ciprinides nutrition on hematological parameters

Kumar i sar. (2006) su u ogledu izvedenom sa različitim koncentracijama probiotika u ishrani velikog indijskog šarana pratili hematološke i serumske parametre. Povećanje nivoa ukupnih proteina u serumu i nivoa globulina je verovatno povezano sa jačim imunološkim odgovorom kod riba. Opadanje odnosa albumin/globulin je indikacija boljeg imuniteta kod životinja, što je posredica povećanja nivoa globulina u poređenju sa albuminom. Značajan porast ukupnog broja eritrocita i nivoa hemoglobina u grupama koje su hranjene sa dodatkom *B. subtilis* predstavljaju indikaciju poboljšanja zdravstvenog statusa riba. Ukupan broj leukocita povećavao se kod riba hranjenih hranom koja je sadržala *B. subtilis* u poređenju sa ribama koje su hranjene hranom bez *B. subtilis*, što takođe ukazuje na imunostimulativne efekte *B. subtilis*. Smanjenja aktivnosti alkalne fosfataze u eksperimentalnim grupama u poređenju sa kontrolnom može biti posledica efekta *B. subtilis* na imunološki sistem i posledične zaštite vitalnih organa kod riba. Ukupan broj leukocita kod velikog indijskog šarana u istraživanju Nayak i sar. (2007) je bio najmanji u kontrolnoj grupi, dok je njihov broj bio značajno veći u grupama koje su dobijale *B. subtilis*. Među parametrima seruma, sadržaj ukupnih serum proteina bio je značajno viši u grupi koja je tretirana sa *B. subtilis*, dok je bio najniži u kontrolnoj grupi. Prosečan sadržaj globulina u serumu bio je najviši u grupi koja je dobijala *B. subtilis*.

Eksperimentalna infekcija ciprinida hranjenih smešama sa dodatkom probiotika /
Experimental infection of ciprinides fed by mixtures with addition of probiotics

Kumar i sar. (2006) su intraperitonealno uneli virulentni soj *Aeromonas hydrophila*. Nakon dve nedelje od početka ishrane sa probioticima velikog indijskog šarana, ustanovljeno smanjenje broja crvenih krvnih ćelija. Najmanje smanjenje crvenih krvnih zrnaca bilo je u grupi koja je hranjena najvišom koncentracijom probiotika, a najveće u kontrolnoj grupi. Ovo ukazuje da su negativni efekti infekcije sa *A. hydrophila* bili najmanje izraženi u eksperimentalnim grupama. Dakle, bilo je očigledno da je rast *A. hydrophila* do određenog obima bio inhibiran kod riba čija je hrana sadržala *B. subtilis*. Visok nivo ustanovljenih bakterija u gastrointestinalnom traktu kod velikog indijskog šarana tretiranog sa *B. subtilis* je doveo do supresije infekcije sa *A. hydrophila*, što je rezultiralo u većem procentu preživljavanja. Tokom esperimentalne infekcije zlatnih ribica *Carassius auratus* sa *A. hydrophila*, dokazano je povoljno dejstvo probiotika na tok infekcije (Brenden i Huizinga, 1986). Dodavanje kvasca u hranu povećavalo je procenat preživljavanja šarana inficiranog sa *A. hydrophila* (Selvaraj i sar., 2005). Značajan

porast procenta preživljavanja, ukupnih proteina u serumu, globulina i pojačanje imunološkog odgovora na infekciju sa *E. tarda* potvrdili su učešće *B. subtilis* u aktiviranju imunog sistema nakon ubacivanja u hranu (Nayak i sar., 2007).

Uticaj probiotika u ishrani ciprinida na aktivnost digestivnih enzima / *The influence of probiotics in ciprinides nutrition on digestive enzymes activity*

U istraživanju koje je sproveo Wang (2011) najviša aktivnost proteaza, celulaza i amilaza u crevima zapažena je kod belog amura koji je hranjen sa dodatkom *Bacillus coagulans*. Međutim, među grupama u čijoj su hrani bili *Rhodopseudomonas palustris* i *Lactobacillus acidophilus* nije bilo razlike u aktivnostima proteaze i celulaze u poređenju sa kontrolom. Slične rezultate su dobili i Ahilan i sar. (2004) kod zlatne ribice, kao i Wang i Xu (2006) kod šarana. Bolji rezultati kada su u pitanju digestivni enzimi, uključujući proteazu, amilazu i celulazu, koji su dobijeni sa suplementacijom ukazuju na to da dodatak probiotika poboljšava svarljivost hrane, što može takođe biti objašnjenje za brži rast koji je primećen prilikom ishrane suplementacijom. Crevna mikroflora kod riba ima uticaja na zdravlje domaćina i uspostavljanje normalne crevne flore može se smatrati komplementarnim sa aktivnošću digestivnih enzima (Ringø i Gatesoupe, 1998).

Pravilan izbor probiotika / Proper selection of probiotics

Esencijalno je da se utvrdi najbolji način dodavanja i optimalne doze probiotika, a posebno najefikasniji način da se probiotici održe živi u kompletnim krmnim smešama. Spore *Bacillus* spp. se posebno lako inkorporiraju u suhu hranu i to je dodatna prednost ovog obećavajućeg probiotskog preparata (Moriarty, 1998). Laktobacili su takođe dobri kandidati, a dalja istraživanja su neophodna i da bi se utvrdio značaj kvasaca kao probiotika. Bakterije koje su normalno dominantne kod zdravih životinja mogu biti izvori probiotika, ali problem predstavlja prisustvo mnogih potencijalnih patogena među kojima su *Vibrionaceae* i *Pseudomonads*. Većina podataka iz literature o probioticima sadrži opise ogleđa u kojima je vršena aplikacija pojedinačnih sojeva bakterija. Međutim, uslovi u kojima se gaje akvatični organizmi se stalno menjaju i imaju jak uticaj na zdravlje domaćina. Dokazano je da probiotici koji sadrže nekoliko bakterijskih vrsta mogu biti mnogo efikasniji u kontroli bakterijskih patogena (Chapman i sar., 2011). Ovo je bazirano na pretpostavci da bi bilo teško da pojedinačna bakterijska vrsta bude sposobna da ostane dominantna u stalno promenljivoj sredini. Međutim, različiti sojevi mogu interreagovati u različitim uslovima i održati svoju dominaciju u dinamičnim promenama (Verschuere i sar., 2000).

Zaključna razmatranja / Concluding remarks

Probiotici značajno povećavaju performanse rasta, aktivnost digestivnih enzima, smanjuju konverziju i poboljšavaju hematološke parametre. Nadalje,

različite forme probiotika dovode do razlika u performansama. Mešavina više formi dovodi do najboljih rezultata. Rezultati istraživanja na klasičnim šaranskim ribnjacima u Republici Srbiji potvrđuju korisnost upotrebe probiotika u hrani za šaranske vrste, pošto je očigledno da je korišćenje probiotika redukovalo gubitke, povećalo rast i smanjilo konzumaciju po jedinici mase. Korišćenje probiotika smanjuje troškove ribarske proizvodnje. Primena probiotika u hrani za ribe u akvakulturi obećava, ali su potrebna dalja istraživanja kako bi se pronašli odgovori na mnoga pitanja, a jedno od njih na koje nije pronađen odgovor je sudbima probiotika u gastrointestinalnom traktu riba i u životnoj sredini.

NAPOMENA / ACKNOWLEDGEMENT:

Ovaj rad je nastao kao deo istraživanja na projektu "Uticaj kvaliteta komponenata u ishrani ciprinida na kvalitet mesa, gubitke i ekonomičnost proizvodnje", koji je finansiran od strane Ministarstva prosvete i nauke, Republike Srbije, TP 31011. /

This work is a part of the investigation on the project "The Influence of the quality of components in nutrition of ciprinids on meat quality, economic loss and cost of production" funded by The Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, TP 31011.

Literatura / References

1. Ahilan B, Shine G, Santhanam, R. Influence of probiotics on the growth and gut microbial load of juvenile goldfish (*Carassius auratus*). Asian Fish Sci 2004; 17: 271-8.
2. Balcázar JL, de Blas I, Ruiz-Zarzuela I, Cunningham D, Vendrell D, Múzquiz JL. The role of probiotics in aquaculture. Vet Microbiol 2006; 114: 173-86.
3. Bogut I, Milakovic Z, Bukvic Z, Brkic S, Zimmer R. Influence of probiotic (*Streptococcus faecium* M74) on growth and content of intestinal microflora in carp (*Cyprinus carpio*). Czech J Anim Sci 1998; 439: 231-5.
4. Brenden RA, Huizinga H.W. Pathophysiology of experimental *Aeromonas hydrophila* infections in gold-fish, *Carassius auratus* (L). J Fish Dis 1986; 9: 163-7.
5. Burrige L, Weis JS, Cabello F, Pizarro J, and Bostick K. Chemical use in salmon aquaculture: A review of current practices and possible environmental effects. Aquaculture 2010; 306(1-4): 7-23.
6. Cabello FC. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. Environ Microbiol 2006; 8: 1137-44.
7. Cahill M. Bacterial flora of fishes: A review. Microbial Ecology 1990; 19(1): 21-41.
8. Chapman CMC, Gibson GR, Rowland I. Health benefits of probiotics: are mixtures more effective than single strains? Eur J Nutr 2011; 50(1): 1-17.
9. Ćirković M., Ćirković D, Jovanović B. Proizvodnja, patologija i terapija šaranskih riba. Zbornik radova 10-og Savetovanja veterinarara Srbije sa međunarodnim učešćem. Zlatibor, Srbija, 16-20 Septembar, 1997: 281-92.
10. Ćirković M, Radosavac A, Milošević N, Ćirković D, Toholj B., Jurakić Ž. Probiotici u ishrani šaranskih mladunaca. Akro-knowledge Journal 2008; 9(2): 5-10.
11. Ćirković M, Ljubojević D, Orđević V, Novakov N, Petronijević R. Chemical composition of body including fatty acids of four cyprinids fish species cultured at the same conditions. Archiva Zootechnica 2012a; 15(2): 37-50.

12. Ćirković M, Ljubojević D, Đorđević V, Novakov N, Petronijević R, Matekalo-Sverak V, Trbović D. The Breed Effect on Productivity and Meat Nutrient Composition of Fish. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 2012b; 18(5): 775-80.
13. Ćirković M, Trbović D, Ljubojević D. Meat quality of fish farmed in polyculture in carp ponds in Republic of Serbia. *Meat technology* 2011; 52(1): 106-21.
14. Defoirdt T, Sorgeloos P, Bossier P. Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture. *Curr Opin Microbiol* 2011; 14:251-8.
15. Đorđević V, Baltić M, Ćirković M, Kilibarda N, Glamočlija N, Stefanović S, Mišćević M. Quantitative and qualitative determination of enrofloxacin residues in fish tissues. *Acta Vet Belgrade* 2009; 59(5-6): 579-89.
16. Gatesoupe FJ. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture* 1999;180: 147-65.
17. Gatesoupe FJ. Live yeasts in the gut: natural occurrence, dietary introduction, and their effects on fish health and development. *Aquaculture* 2007; 267: 20-30.
18. Hentschel DM, Park KM, Cilenti L, Zervos AS, Drummond I. Acute renal failure in zebrafish: a novel system to study a complex disease. *Am J Physiol Renal Physiol* 2005; 288: 923-9.
19. Jovanović R, Mišćević M, Ćirković M, Milošević N, Ljubojević D. Effect of probiotic to the production of one month old carp. *Zbornik radova 7-og Međunarodnog gospodarsko- znanstvenog skupa o ribarstvu; Hrvatsko ribarstvo na pragu EU, Riba kao funkcionalna hrana. Vukovar, Hrvatska, 7-9 April 2011: 7-11.*
20. Kozasa M. Toyocerin (*Bacillus toyoi*) as growth promoter for animal feeding. *Microbial Alimentary Nutrition* 1986; 4: 121-35.
21. Kumar R, Mukherjee SC, Prasad KP, Pal AK. Evaluation of *Bacillus subtilis* as a probiotic to Indian major carp *Labeo rohita* (Ham.) *Aquac Res* 2006; 37: 1215-21.
22. Lenhardt M, Marković G, Hegediš A, Maletin S, Ćirković M, Marković Z. Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna. *Rev Fish Biol Fisheries* 2011; 21(3): 407-21.
23. Mišćević M, Ćirković M, Jovanović R, Ljubojević D, Mašić Z, Novakov N, Marković M. Effect of probiotics to the production of one-year old carp. *Proceedings of 22nd International Symposium Food safety production Trebinje, Bosnia and Hercegovina, 19-25 Jun 2011: 50-2.*
24. Mišćević M, Ćirković M, Jovanović R, Ljubojević D, Novakov N, Mašić Z, Marković M. Effect of probiotics to the production of one-year old tench and common carp. *Archiva Zootechnica* 2012; 15(2): 29-36.
25. Moriarty DJW. Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. *Aquaculture* 1998; 164: 351-8.
26. Nayak SK, Swain P, Mukherjee SC. Effect of dietary supplementation of probiotic and vitamin C on the immune response of Indian major carp, *Labeo rohita* (Ham.). *Fish Shellfish Immunol* 2007; 23: 892-6.
27. Ramakrishnan CM, Haniffa MA, Manohar M, Dhanaraj M, Arockiaraj AJ, Seetharaman S. Effects of probiotics and spirulina on survival and growth of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). *Isr J Aquac Bamidgeh* 2008; 60: 128-33.
28. Ringø E, Gatesoupe FJ. Lactic acid bacteria in fish: a review. *Aquaculture* 1998; 160: 177-203.
29. Romero J, Navarrete P. 16S rDNA-based analysis of dominant bacterial populations associated with early life stages of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Microbial ecology* 2006; 51(4):422-30.

30. Selvaraj V, Sampath K, Sekar V. Administration of yeast glucan enhances survival and some non-specific and specific immune parameters in carp (*Cyprinus carpio*) infected with *Aeromonas hydrophila*. Fish and Shellfish Immun 2005; 19: 293-306.
31. Smith P. Antimicrobial resistance in aquaculture. Rev Sci Tech Off Int Epiz 2008; 27: 243-64.
32. Suzer C, Çoban D, Kamaci HO, Saka B, Firat K, Otgucuoğlu Ö, Küçüksarı H. *Lactobacillus* spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) larvae: Effects on growth performance and digestive enzyme activities. Aquaculture 2008; 280: 140-5.
33. Tamminen M, Karkman A, Corander J. Tetracycline resistance genes persist at aquaculture farms in the absence of selection pressure. Environ. Sci. Technol 2011; 45(2): 386-91.
34. Timmermans LPM. Early development and differentiation in fish. Sarsia 1987; 72: 331-9.
35. Verschuere L, Rombaut G, Sorgeloos P, Verstraete W. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiol Mol Biol R 2000; 64: 655-71.
36. Wang Y, Xu Z. Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. Anim Feed Sci Technol 2006; 127: 283-92.
37. Wang J. Use of probiotics *Bacillus coagulans*, *Rhodopseudomonas palustris* and *Lactobacillus acidophilus* as growth promoters in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Aquacult Nutr 2011; 17(2): e372-8.

ENGLISH

PROBIOTICS IN CARP FISH NUTRITION

Ljubojević Dragana, Ćirković M., Mišćević Mirjana

Uncontrolled use of antibiotics in aquaculture caused the appearance and spreading of pathogens resistance to antibiotics, what consequently drove up to the necessity of finding new technologies for protecting aquatic organisms from pathogens. Probiotics are aimed to reduce antibiotics application, and furthermore they have an important role not only in disease prevention but also in efficiency of food utilization and improvement of production parameters. Carp fish species are economically most significant in Republic of Serbia, therefore this work summarizes the results of previous studies of antibiotics application in this kind in particular. There is also pointed out to numerous harmful side effects of antibiotics use in aquaculture, and described the previous results of investigations on mechanism of probiotics effects and specificity of their use in this field as well. Beside this, there are summarized the results that show positive influence of probiotics in cyprinides nutrition on production performance, haematological parameters, course of experimental infection, activity of digestive enzymes. Special attention is paid to criteria for proper selection of probiotics in cyprinides production.

Key words: antibiotics, probiotics, carp fish, production parameters

ПРОБИОТИКИ В ПИТАНИИ КАРПОВЫХ РЫБ

Любоевич Драгана, Чиркович М. Мишчевич Мирьяна

Бесконтрольное применение антибиотиков в аквакультуре вызвало появление и распространение резистентности патогенов к антибиотикам. Это привело к необходимости поиска новых технологий, чтобы защитить водные организмы от патогенных микроорганизмов. Применение пробиотиков позволяет значительно сократить использование антибиотиков и имеет важную роль, не только в профилактике заболеваний в аквакультуре, но и в повышении эффективности использования продуктов питания и в улучшении производственных параметров. Карповые рыбы самые значительные в Республике Сербии, поэтому мы в этой статье собрали результаты предыдущих исследований по применению пробиотиков для лечения этих рыб. Неблагоприятных последствиях применения антибиотиков в аквакультуре много. В этой статье описаны результаты исследований механизма действия пробиотиков и специфика их использования в аквакультуре. Кроме того, мы собрали результаты, указывающие на положительное действие пробиотиков в питании карпов на производственные параметры, гематологические параметры, течение экспериментальной инфекции, активность пищеварительных ферментов. Особое внимание уделяется критериям правильного выбора пробиотиков в питании карпов.

Ключевые слова: антибиотики, пробиотики, карповые рыбы, производственные параметры

