Utjecaj imunostimulansa Natramune TM na performanse rasta klena (Squalius cephalus L.)

Mrvičić, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:734761

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Luka Mrvičić

UTJECAJ IMUNOSTIMULANSA NATRAMUNE™ NA PERFORMANSE RASTA KLENA (*Squalius cephalus* L.)

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Ribarstvo i lovstvo

Luka Mrvičić

UTJECAJ IMUNOSTIMULANSA NATRAMUNE™ NA PERFORMANSE RASTA KLENA (*Squalius cephalus* L.)

DIPLOMSKI RAD

Mentor: doc. dr. sc. Daniel Matulić

Zagreb, 2016.

Ovaj diplomski rad ocijenjen je i obranjen dana _____ s ocjenom _____ pred povjerenstvom u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Daniel Matulić _____

2. Doc. dr. sc. Tea Tomljanović _____

3. Prof. dr. sc. Roman Safner _____

ZAHVALA

Zahvaljujem se, prvo i osnovno, zaposlenicima “Bijele vile” (Zavod za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju, Agronomski fakultet) na akademskom znanju koje mi je omogućeno tijekom studiranja te suradnjama koje su nastale ili će tek nastati, ukazanom strpljenju, povjerenju, podršci i mnogim kvalitetnim savjetima. Zatim, mentoru doc.dr.sc. Danielu Matuliću koji mi je pomogao pri provedbi istraživanja te u oblikovanju diplomskog rada; veliko hvala.

Zahvaljujem se svim prijateljima koji su mi vrijeme studiranja uljepšali te mi omogućili shvatiti, kako naši stari kažu: "Najljepše doba života je studiranje". Zato, posebnu zahvalu posvećujem prijatelju i kolegi, Matiji Pofuku, koji je vješto trpio sve moje trenutke ludosti, bio prava podrška te u pravim trenucima bio glas razuma. Isto tako, želim zahvaliti Mateji Horvat koja je uvijek vjerovala u mene i kojoj nikada nije bilo teško pomoći prijatelju u nevolji.

U konačnici, zahvaljujem roditeljima na velikoj podršci tijekom studiranja i drugim aktivnosti. Također, na neizmjernoj slobodi u odrastanju, posebno u vrijeme najvažnijih odluka u životu. Najkorisniji savjet koji sam naslijedio, da je čovjek sretan kada radi ono što ga inspirira i što voli te da jedino u tome može biti najbolji.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

Diplomski rad

UTJECAJ IMUNOSTIMULANSA NATRAMUNE™ NA PERFORMANSE RASTA KLENA (*Squalius cephalus* L.)

LUKA MRVIČIĆ

SAŽETAK

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj imunostimulansa na performanse rasta klena (*Squalius cephalus* Linnaeus, 1758). Riba je hranjena granuliranom hranidbenom smjesom (28,7% SP) kojoj je prethodno suplementiran imunostimulans Natramune u koncentracijama od 1% (D1), 3% (D3) i 5% (D5). Hranidbeni pokus je izvršen u recirkulacijskom sustavu kretanja vode u trajanju od 43 dana Najviši prirast mase (WG) i specifičnog prirasta mase (SGR) utvrđen je kod skupine riba hranjene smjesom D5. Također, hranidba D5 rezultirala je najboljom konverzijom hrane te najvišim faktorom kondicije (CF) kod riba. Unatoč niskim vrijednostima proizvodnih parametara indicirane su razlike između koncentracija imunostimulansa tretiranih riba.

Ključne riječi: recirkulacijski akvakulturni sustav, klen, imunostimulans, performanse rasta.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Master thesis

THE EFFECT OF IMMUNOSTIMULANS NATRAMUNE^{TM} ON GROWTH PERFORMANSE IN CHUB (*Squalius cephalus* L.)

LUKA MRVIČIĆ

ABSTRACT

The aim the present study was to determine of the effect of immunostimulans on chub (*Squalius cephalus* Linnaeus, 1758) growth performance. Fish was fed with a mixture of the granulated food that was supplemented with Natramune immunostimulans at concentrations of 1% (D1), 3% (D3) and 5% (D5). Feeding experiment was conducted in a recirculation system for a period of 43 days. The results of the research indicated the highest weight gain (WG) and the specific weight gain (SGR) in the feeding group D5. Also, feeding group D5 resulted in the best feed conversion and highest condition factor (CF) in fish. Despite the low values of production parameters difference between the concentrations of immune stimulant-treated fish are indicated.

Keywords: recirculation aquaculture system, chub, immunostimulans, performance growth

SADRŽAJ

1. Uvod _____ 8

1.1. Biologija i ekologija klena _____ 8

1.2. Recirkulacijski akvakulturni sustav (RAS) _____ 10

1.3. Imunostimulansi _____ 11

2. Hipoteza, opći i specifični ciljevi rada _____ 12

3. Materijali i metode _____ 12

3.1. Riba i pokusni uvjeti _____ 12

3.2. Hranidbeni pokus _____ 15

3.2.1. Pokazatelji performansa rasta _____ 16

3.3. Statistička analiza podataka _____ 16

4. Rezultati _____ 17

4.1. Fizikalno-kemijski parametri vode i mortaliteti _____ 17

4.2. Proizvodni pokazatelji _____ 17

5. Rasprava _____ 24

6. Zaključak _____ 26

7. Literatura _____ 27

1. Uvod

Kako uzgojiti ribu, simulirajući prirodne uvjete okoliša te održati njeno zdravstveno stanje i povećati kvalitetu mesa bez štetnih utjecaja na okolinu i samog konzumenta jedno je od istraživačkih prioriteta u akvakulturi.

Uvjeti u komercijalnoj akvakulturi često uključuju stanja visokoga stresa, primjerice visoke gustoće nasada, manipulativne radnje (sortiranje), poremećaje u životnoj sredini (akumulacija otpada, proliferacija flore i faune, razine kisika, temperatura), izloženost suncu itd. Takva stanja često pomažu ulazak raznim patogenima u uzgajani organizam. Najčešći oblik prevencije i zaštite u komercijalnoj akvakulturi je uporaba antibiotika. Međutim, antibiotici mogu izazvati bioakumulaciju u ribljem tkivu, opadanje imunosnog sustava, stvaranje otpornijih sojeva bakterija i uništavanje ambijentalne mikroflore (Özlüer-Hunt i sur., 2011). Iz tog razloga istraživanja se usmjeravaju prema pronalasku alternativnih načina obrane imunološkog sustava uzgajanih organizama (poput probiotika), koji u konačnici imaju utjecaj na pravilan rast.

Biologija riba svake pojedine vrste specificno utječe na konačni rezultat istraživanja uvjetovan kvalitetnom i uravnoteženom prehranom/hranidbom.

1.1. Biologija i ekologija klena

Naziv roda Squalius dolazi od latinske riječi *squaleo, squalidus*, što bi u prijevodu značilo „s grubom kožom“. Klen, *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), koštunjava je riba smještena u razred zrakoperki (*Actinopterygii*), red šaranki (*Cypriniformes*), pvarijaborodicu šaranki (*Cyprinidae*), te rod Squalius. Sistematika rodova Squalius i Leuciscus nije u potpunosti riješena (Slika 1).

Zbog vrlo slične morfologije kod nekoliko vrsta klena južne Europe autori su ih proteklih godina identificirali svojstvom široke rasprostranjenosti (Kottelat i Freyhof, 2007). Mnoge vrste koje su prvotno bile uvrštene u rod Leuciscus, sada taksonomski pripadaju rodovima Squalius, Telestes i Petroleuciscus (Kottelat i Freyhof, 2007). Naseljava slivove Sjevernog, Baltičkog, sjevernog Crnog, Bijelog, Barentsovog i Kaspijskog mora, atlantski slijev do rijeke Adour (Francuska), Veliku Britaniju do 56 °N, južnu Finsku, Švedsku do Stockholma, mediteranski slijev između rijeka Var i Herauld (Kottelat i Freyhof, 2007).



Slika 1. Klen (*Squalius cephalus*) (Foto: Mrvičić 2015)

Za razliku od ostalih pripadnika roda Squalius kao što su; ilirski klen (*sq. Illyricus*), makal (*sq. Microlepis*), svalić (*sq. Svallize*), sitnoljuskavi klen (*sq. Tenellus*) i zrmanjski klen (*sq. Zrmanjae*) koji pripadaju vrstama jadranskog slijeva, klen *Squalius cephalus*, prirodno je odsutan iz Italije i rijeka jadranskog slijeva. Zabilježen je i u Irskoj, gdje se smatra alohtonom vrstom (Caffrey i sur., 2008). Najčešće ga se može pronaći u riječicama te velikim potocima u zoni mrene gdje se voda odlikuje s brzacima i sporo tekućim dubljim bazenima. Naseljava i umjereno brzo tekuće do sporo tekuće dijelove velikih nizinskih rijeka gdje često doseže svoj maksimum u pogledu veličine. Zabilježen je i u planinskim potocima i velikim jezerima iz kojih za vrijeme mrijesta migrira u obližnje pritoke (Kottelat i Freyhof, 2007), te u bočatoj vodi (Muus i Dahlstrom, 1999).

Tijelo je prekriveno krupnim ljuskama na kojima, osim reda tamnih rubova, nema ili ima vrlo malo pigmenta (Kottelat i Freyhof, 2007). Zbog vretenastog oblika tijela izuzetno je dobar plivač. Ovisno o boji dna i tipu vode u kojoj se nalazi, boja na leđima se proteže od tamno smeđe do tamnozelene sa srebrnastim bokovima i bijelim trbuhom. Prsne peraje su svijetlo do tamno narančaste boje, a trbušne i podrepna peraja crvenkasti. Može postići dužinu preko 60 cm (Kottelat i Freyhof, 2007), dok je maksimalna zabilježena masa 8 kg (Spillman, 1961).

Spolna zrelost kod mužjaka nastupa ranije, za razliku od ženki, tako da se mužjaci prvi puta mrijeste s 2-4 godine, dok ženke kasnije s 4-6 godina. Ikra je ljepljiva pošto ženke odlažu ikru na kamenje u brzo tekućoj vodi. Ovisno o temperaturi vode, koja kod klena mora biti nešto malo iznad 14 °C (Kottelat i Freyhof, 2007), mrijesti se u nekoliko serija (do 3 puta), od svibnja do kolovoza (Nunn i sur., 2002).

Ishrana klena vrlo je raznolika te ovisno o dobnoj kategoriji, godišnjem dobu, te biotopu koji naseljava, može se sastojati od različitih razvojnih stadija akvatičnih i terestričnih kukaca, rakova, mekušaca, riba, biljnog materijala i detritusa (Kottelat i Freyhof, 2007). Klen je, zbog svojih oportunističkih hranidbenih navika, velike adaptivne moći u pogledu promjene životne sredine te borbenosti, vrlo popularna riblja vrsta među sportskim ribolovcima, no zasada nema osobitu ekonomsku vrijednost u akvakulturi.

1.2. Recirkulacijski akvakulturni sustav (RAS)

Evolucijom moderne akvakulture intenzivnog uzgoja riba potaknuta su razmišljanja kako optimizirati potrošnju vode ili, još važnije, kako je oplemeniti te iskoristiti. Navedena pitanja povlače i nova, primjerice: kako smanjiti uzgojnu površinu, a da se ne smanjuje količina proizvoda. Zbog ograničenja u kvantiteti i kvaliteti vode, ograničenih površina za uzgoj te pitanja onečišćenja okoliša, početkom 80-ih godina 20. stoljeća razvija se ideja recirkulacijske tehnologije za uzgoj akvatičnih organizama. Svrha recirkulacijskih akvakulturnih sustava je uspostava kontrole nad svim važnim ekološkim čimbenicima uzgajanih vrsta, primarno uz smanjenje potrošnje vode, uzgojne površine te stresa (Özlüer-Hunt, 2011). Stres je jedan od važnijih kategorija u komercijalnom uzgoju, pa tako i recirkulacijskom sustavu uzgoja ribe. Njegov utjecaj na organizam se ne može izbjeći, već samo smanjiti, tj. kontrolirati (Martins i sur., 2010).

Suvremena tehnologija zahtijeva standardizaciju i nezaobilazna je u uzgoju ličinačkih stadija i mlađih kategorija morskih riba u mrijestilištima. Danas se recirkulacijskom tehnologijom uzgaja nekoliko vrsta slatkovodnih i morskih riba, primjerice afrički som, jegulja, pastrva, losos, romb, lubin, list (Martins i sur., 2010). RAS tehnologija podrazumijeva sustav protoka u kojem se voda iznova koristi nakon niza predtretmana i filtracijskih postupaka, sterilizacije, zagrijavanja, te oksigenacije. Tipičan scenarij postupaka obrade vode u RAS-u uključuje: dekantaciju, tj. taloženje i odstranjivanje krutog otpada (čestice >200

μm); mehanička filtracija, kojom se odstranjuju fine frakcije suspendirajućih čestica (<100 μm); biološka filtracija, kojom se pomoću bakterijskih sojeva (Nitrosomonas, Nitrobacter) toksični spojevi (amonijak NH_3) nastali oksidacijom produkata metabolizma i nepojedene hrane prevode u manje toksične (nitriti) do potpuno neškodljive spojeve (nitrati); sterilizacija uz pomoć UV svjetla ili ozona; termoregulacija; nadomještanje izgubljenog kisika aeracijom (Timmons i Ebeling, 2010).

1.3. Imunostimulansi

Danas se u akvakulturi koriste antibiotici u svrhu liječenja raznih bolesti riba. Služe za jačanje imunološkog sustava i povećanje prirasta. No, upotreba antibiotika je ograničena u mnogim zemljama zbog otpornosti koje stvaraju kod bakterija i rezidua koji mogu biti koncentrirani/prisutni u vodenim organizmima te na taj način njima onečišćuju vodenu sredinu (Citarasu, 2010). Iz tog razloga istraživači pokušavaju pronaći alternativma rješenja, kao zamjenu upotrebe antibiotika u akvakulturi kako bi se njihovi negativni utjecaji na cjelokupni organizam smanjili ili po mogućnosti potpuno uklonili.

Bricknell i Dalmo (2005) definirali su imunostimulans kao: "… prirodan spoj koji modulira imunosni sustav domaćina tako što mu povećava otpornost protiv bolesti koje su u većini slučajeva uzrokovani patogenima". Neki od učinkovitih imunostimulansa testiranih na ribama uključuju: sintetičke kemijske agense, bakterijske komponente, polisaharidne ekstrakte iz bakterija, gljiva (ili kvasaca), biljaka i životinja, vitamine, laktoferin, citokine, prebiotike i probiotike (Chen i Ainsworth, 1992; Sakai i sur., 1993; Siwicki i sur., 1994; Sakai 1999; Wu i sur., 2007; Zhou i sur., 2010; Özlüer-Hunt i sur., 2011; Cui i sur., 2012; Zahran i sur., 2014). Navedene komponente pokazale su se učinkovite u poboljšanju zdravlja, performansama rasta i imunološkom stanju riba. Pozitivni imunomodulirajući efekti zabilježeni su na molekularnoj i staničnoj razini, uključujući aktivaciju makrofaga, povećanu fagocitozu od strane neutrofila i monocita, stimulaciju citotoksičnih T limfocita, lizosoma i protutijela (Sakai, 1999). Uporaba imunostimulansa u hranidbi riba može poboljšati njenu otpornost prema patogenima tijekom perioda visokog stresa, kao na primjer klasiranje (sortiranje), prebacivanje u more i vakcinacije (Bricknell i Dalmo, 2005).

2. Hipoteza, opći i specifični ciljevi rada

Hipoteza istraživanja je da će se dodavanjem viših koncentracija imunostimulansa putem hrane dobiti bolji rezultati kod performansa rasta klena. Dobiveni podaci istraživanja imali bi značaj u daljnjem napretku akvakulture primjenom imunomodulirajućih komponenti u hranidbi riba istraživanjem sličnih prirodnih izvora. Cilj rada je utvrditi utjecaj različitih koncentracija imunostimulansa na performanse rasta klena.

3. Materijali i metode

3.1. Riba i pokusni uvjeti

Tijekom siječnja 2014. obavljeno je uzorkovanje klena na potoku Kustošak kod Zagrebačke avenije u Zagrebu. Kako bi se utvrdila lokacija ribe na poziciji, korišten je ribolovni štap (direktaš 3 m, najlon 0,12 mm, plovak – „kruška“ 3 g, udica Gamakatsu Specialist A1 vel. 4, olovna sačma i mamac crv - „škot“), a izlov je obavljen kružakom/podizaćem (četverokutna mreža 1x1 m), radi smanjenja stresa i ozljede riba nastale udicom. Nakon izlova, 120 riba je prebačena u plastičnu bačvu (150 L) koja je služila za transport do laboratorija. Opskrbu riba s kisikom u bačvi osiguravao je Tetra APS aerator i tablete “Oxitab“. (Slika 2.)



Slika 2. Materijali za provedbu pokusnog izlova (Foto: Mrvičić 2014)

Zbog uvjeta pokusne sredine koji nisu omogućavali dovoljno dnevne svjetlosti, korištena je umjetna rasvjeta u omjeru 11:13 (svjetlo:mrak). Vodovodna voda se kondicionirala s preparatom Tetra Pond AquaSafe.

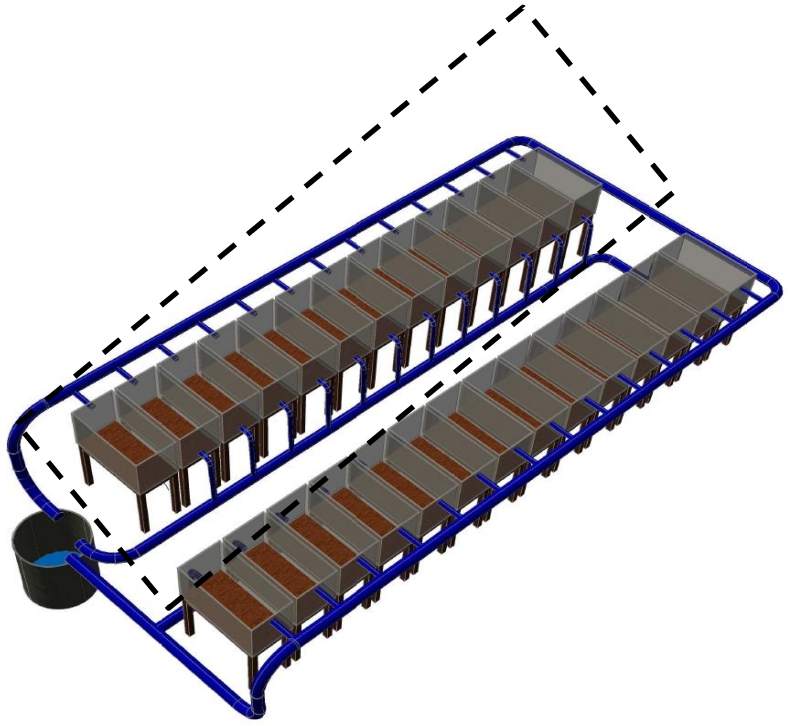
Adaptacija ribe u laboratorijskim uvjetima trajala je 32 dana, pri čemu je provedena prilagodba na granuliranu hranidbenu smjesu koja se u pokusu koristila kao kontrola (K) i temperaturu (prosjek 21.6 °C) vode. Sto dvadeset klenova, inicijalne prosječne težine od 7.4 g, izmjereni su prema kategoriji veličine i nasumično raspoređeni u dvanaest odvojenih 115 L kvadratičnih staklenih akvarija (Slika 4) (deset riba po akvariju) priključenih u djelomični recirkulacijski sustav (10% dnevne zamjene vode)



Slika 3. Akvarij korišten u istraživanju (Autor ilustracije: Marin Kraljev) (AutoDesk, Inc., 2009)

Razinu otopljenog kisika održavali su aeratori (zračne pumpe) Tetra APS 400 (230 V) i Eheim Typ 3704 010. Zatim, stalni protok vode (2.5 L min -1) u akvarijima osiguravale su pumpe za vodu New-Jet 400 (220-240 V-50 Hz 7W). Biološka filtracija unutar sustava vršila se u posebnoj pregradi unutar akvarija veličine 10 x 18 cm koja je imitirala unutarnji biofilter. Na vrhu pregade nalazila su se sintetička vlakna i pamučna vata koje su služile za mehaničku

filtraciju i odstranjivanje krupnijih čestica. Za biološku filtraciju služila su tri sloja akvarijskih biospužvi, između kojih se nalazio sloj poroznih keramičkih cilindara velike dodirne površine. (Slika 3). Nadalje, za aktivaciju biofiltera, odnosno nastanak dušičnih bakterija upotrebljena je hrana u fazi pipreme pokusa. Kvaliteta vode (O_2, pH, oksidoredukcijski potencijal, provodljivost, temperatura) se provjeravala svakih tri dana pomoću uređaja Hanna Instruments EDGE. Jednom tjedno izvršena je analitička kemija vode uz pomoć spektrofotometra HI 83200 kako bi se dobio uvid u alkalinitet, količinu amonijaka, nitrita, nitrata, ugljičnog dioksida i fosfata.



Slika 4. Dio eksperimentalnog recirkulacijskog sustava korištenog u istraživanju (Autor ilustracije: Marin Kraljev) (AutoDesk, Inc., 2009)

3.2. Hranidbeni pokus

Za hranidbeni pokuskorišten je imunostimulans Natramune^{TM}; praškasta mješavina hemiceluloze (kompleks polisaharida arabinoksilana i arabinogalaktana) i masnih kiselina dobivenih od biljaka iz porodica *Poaceae* i *Dioscoreaceae*, te nekih gljiva. Također sadrži aminokiseline, oligosaharide, glikoproteine i polifenole (Natramune^{TM}).

Hranidbena smjesa (K) korištena u istraživanju prilagođena je uzgoju somovskih vrsta s kemijskim sastavom (g/kg): (SP 282,5; SM 45,0; SV 36; Pepeo 77; Vlaga 157; NET 402,5; BE 19,0 MJ kg-1). Veličina granule pokusne hrane iznosio je 2,5 mm.

U usporedbi sa nekim standardiziranim veličinama za određenu dobnu kategoriju, tj. duljinu ribe, pelete su odgovarale najvećim skupinama riba. Pokušaj prilagodbe peleta ribama mlađih kategorija i manjih duljina obavljen je mrvljenjem i specifičnim načinom hranidbe.

Zatim, fiksacija praška imunostimulansa na hranu obavljena je špricanjem suncokretovog ulja te posipavanjem praha u koncentracijama od 1% (D1), 3% (D3) i 5% (D5) i sušenju na sobnoj temperaturi jedan dan (Slika 5). Kontrolna grupa (K) nije tretirana imunostimulansom.

Hranidba je vršena u 12 akvarija s tri replikacije kroz 43 dana. Obavljala se ručno, a riba je hranjena jednom dnevno (oko 14:00 h) u količini od 2.5% ukupne tjelesne mase. Svaki drugi dan pipetirala se nakupljena nepojedena hrana, dok se vaganje ribe vršilo na vagi Kern 440 bez uporabe anestetika.



Slika 5. Pokusne hranidbene smjese (Foto: Pofuk & Mrvičić, 2014)

3.2.1. Pokazatelji performansi rasta

Pojedinačnoj ribi je izmjerena masa na početku, sredini, te na kraju istraživanja kako bi se izračunali proizvodni pokazatelji WG, SGR, FCR –i CF. Izračuni su provedeni sljedećim formulama:

- Pojedinačni prirast mase (WG) = Završna masa (g) – početna masa (g);

Specifična stopa rasta (SGR) - proizvodna mjera postotnog prirasta mase riba po danu.

- SGRw (%) = [ln W1 - ln W2 x t1 – t0 -1] x 100

Gdje su:

ln W1 – prirodni logaritam mase u vremenskom razdoblju t1,

ln W2 – prirodni logaritam početne mase u vremenu t0

FCR ili indeks konverzije hrane je mjera životinjske učinkovitosti pri konverziji hrane u povećanju tjelesne mase. Konkretno, FCR je mjera koja proizlazi iz količine pojedene hrane, podijeljena s dobivenom masom u određenoj jedinici vremena.

- FCR = Ukupni unos suhe hrane (g) x prirast u masi žive ribe (g) -1

FCR je nedimenzijska mjera tj. uz nju se ne povezuju mjerne jedinice.

Fultonov kondicijski faktor ribe (CF) izražava masu ribe u kubiku njezine dužine,

- CF = W x L -3 x 100

W – prosječna masa ribe

L – prosječna totalna dužina ribe

3.3. Statistička analiza podataka

Pri statističkoj obradi morfometrijskih pokazatelja korištena je dvosmjerna analiza varijance (ANOVA) ponavljajućih mjerenja. Za otkrivanje značajnih razlika između grupa korišten je Fisher's LSD post-hoc test. Rezultati su testirani na razinu značajnosti od 5%.

4. Rezultati

4.1. Fizikalno-kemijski parametri vode i mortalitet

Prosječni parametri kvalitete vode bili su: temperatura 21.13±0.23 °C, otopljeni O_2 9.41±0.97 mg/L, pH 8.17±0.19, NO_3- 23.13±10.32 mg/L, NO_2- 0.043±0.02 mg/L, NH_4+ 0.267±0.13 mg/L. U inicijalnoj fazi istraživanja uočena je pojava ektoparazita *Ichthyophthirius multifiliis* s tipičnim simptomima (trljanje ribe po akvariju, te jedna o drugu, bijele nakupine u obliku zrna soli na tijelu i perajama). Nakon neuspješnog pokušaja liječenja povišenjem temperature vode, riba je tretirana sredstvom protiv parazitarnih (*white spot*) i gljivičnih infekcija riba (JBL MedoPond). Tijekom istraživanja uginulo je 53 ribe.

4.2. Proizvodni pokazatelji

Rezultati prosječnih vrijednosti proizvodnih pokazatelja prikazani su u Tablici 1. Rezultati dvosmjerne analize varijance ponavljajućih mjerenja prikazani su u Tablicama 2, 3, 4 i 5.

Vizualni prikaz rezultata prosječnih vrijednosti proizvodnih pokazatelja prikazani su na Slikama 6, 7, 8 i 9.

Post hoc analiza značajnosti razlike srednjih vrijednosti proizvodnih pokazatelja između hranidbenih skupina kroz cjelokupno istraživanje prikazano je u prilogu na tablicama 8, 9, 10, 11 i 12.

Tablica 1. Prosječne vrijednosti proizvodnih pokazatelja riba hranidbenih skupina

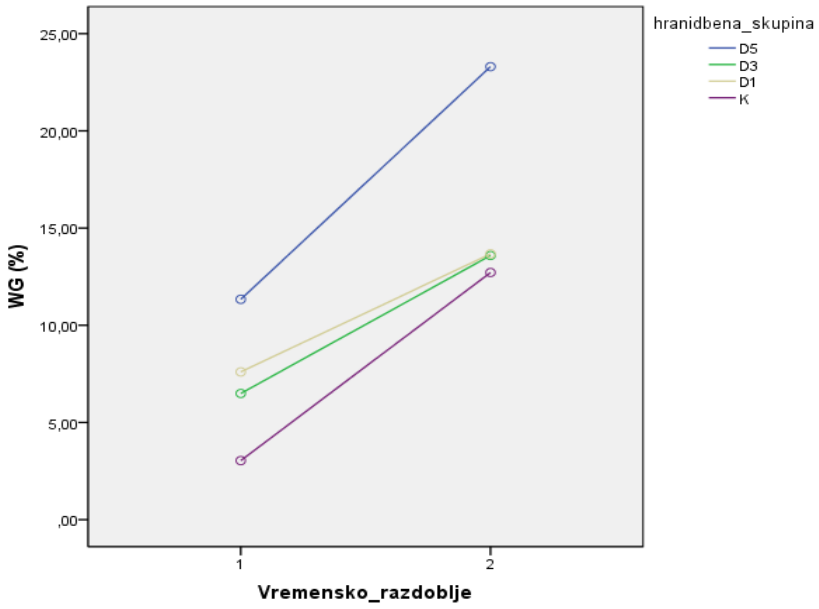
Proizvodni pokazatelji	**Hranidbena skupina**		
	K	**D1**	**D3**
WG (%)	7,875 ± 1,392	10,636 ± 3,723	10,040 ± 0,838
SGR (%)	0,303 ± 0,048	0,410 ± 0,140	0,391 ± 0,033
FCR	11,571 ± 1,081	11,538 ± 1,774	10,502 ± 1,268
CF	0,831 ± 0,031	0,838 ± 0,040	0,848 ± 0,008

Prosječne vrijednosti pojedinačnog prirasta mase riba (WG) za cjelokupno razdoblje kretale su se od najviše vrijednosti (17,318 ± 5,813) skupine D5 do najniže (7,875 ± 1,392) skupine K. ANOVA dvosmjernim ponavljajućim mjerenjima ustanovilo se da srednje vrijednosti ukupne pojedinačnog prirasta mase riba na razini značajnosti od 5% statistički nisu značajno odstupale između hranidbenih skupina F(3,6)= 1,032, p=0,433. Unutar hranidbenih (vremenskih) razdoblja vrijednost WG je imala (očekivano) značajan rast (F(3,6)= 32,552, p=0.029). Statistički značajna interakcija hranidbenih skupina i vremenskih razdoblja za vrijednosti pojedinačnog prirasta mase riba nije dokazana (F(3,6)= 0,888 p=0,499).

Tablica 2. Dvosmjerna analiza varijance po principu ponavljajućih mjerenja za varijablu: Prirast mase – WG (%) F(3,6)= 1,032, p=0,433

Izvor varijabilnosti	**Suma kvadrata odstupanja (tip III)**	**Stupnjevi slobode**	**Srednji kvadrat odstupanja**	**F**	**Sig.**
HranidbenaSkupina	299,199	3	99,739	1,032	0,433
Pogreška (HranidbenaSkupina)	579,769	6	96,628		
Vrijeme	454,473	1	454,473	32,552	0,029*
Pogreška (Vrijeme)	27,923	2	13,961		
HranidbenaSkupina * Vrijeme	31,650	3	10,550	0,888	0,499
Pogreška (HranidbenaSkupina*Vrijeme)	71,299	6	11,883		

α<0,05



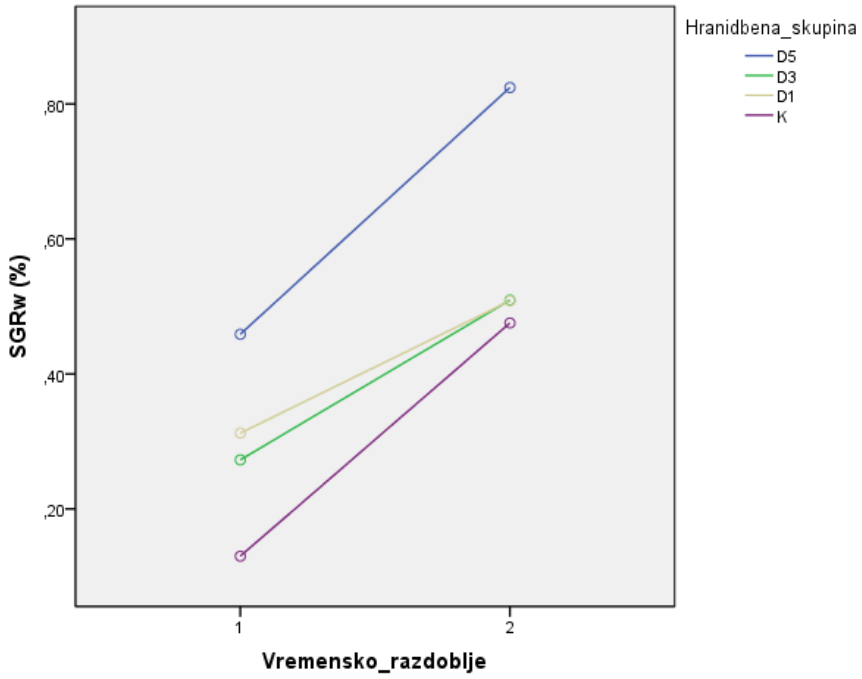
Slika 6. Grafički prikaz rezultata dvosmjerne analize varijance po principu ponavljajućih mjerenja za varijablu pojedinačnog prirasta mase (WG) svih hranidbenih skupina kroz cjelokupno istraživanje izraženo prema vremenskim razdobljima.

Prosječne vrijednosti specifične stope rasta mase (SGRw) za cjelokupno razdoblje kretale su se od najviše vrijednosti (0,641 ± 0,207) skupine D5) do najniže (0,303 ± 0,048) skupine K. Navedenom statističkom obradom ustanovilo se da ukupne prosječne vrijednosti specifične stope rasta mase po jedinici vremena na razini značajnosti od 5% nisu statistički značajno odstupale između hranidbenih skupina $F(3,6)= 0,984$, $p=0,461$. Unutar hranidbenih (vremenskih) razdoblja vrijednost SGRw je imala (očekivano) signifikantan rast ($F(3,6)= 29,767$, $p=0.032$). Statistički značajna interakcija hranidbenih skupina i vremenskih razdoblja za vrijednosti specifične stope rasta mase riba nije dokazana ($F(3,6)= 0,682$ $p=0,595$).

Tablica 3. Dvosmjerna analiza varijance po principu ponavljajućih mjerenja za varijablu: Prirast mase – SGRw (%)

Izvor varijabilnosti	**Suma kvadrata odstupanja (tip III)**	**Stupnjevi slobode**	**Srednji kvadrat odstupanja**	**F**	**Sig.**
HranidbenaSkupina	0,376	3	0,125	0,984	0,461
Pogreška (HranidbenaSkupina)	0,764	6	0,127		
Vrijeme	0,49	1	0,49	29,767	0,032
Pogreška (Vrijeme)	0,033	2	0,016		
HranidbenaSkupina * Vrijeme	0,031	3	0,01	0,682	0,595
Pogreška (HranidbenaSkupina*Vrijeme)	0,09	6	0,015		

$\alpha<0,05$



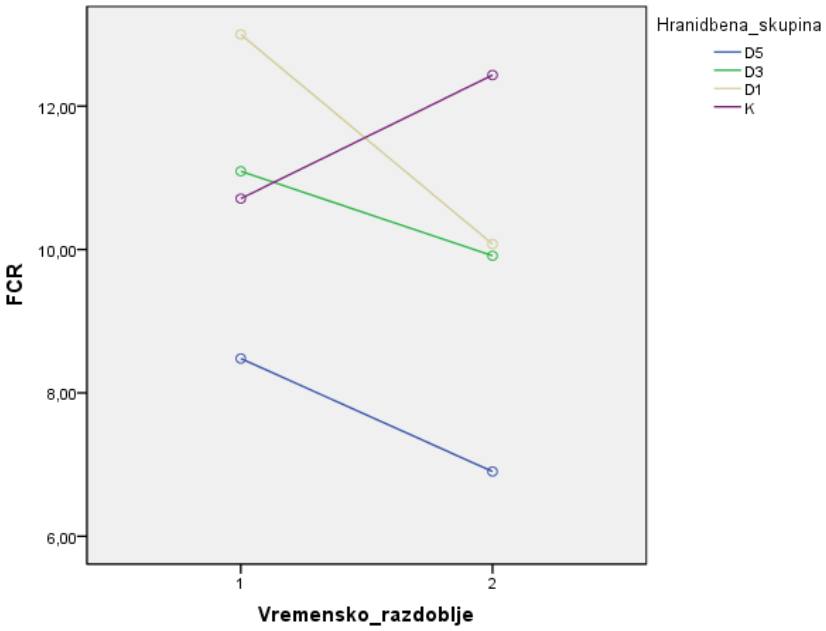
Slika 7. Grafički prikaz rezultata dvosmjerne analize varijance po principu ponavljajućih mjerenja za varijablu specifična stopa rasta (SGRw) svih hranidbenih skupina kroz cjelokupno istraživanje izraženo prema vremenskim razdobljima.

Prosječne vrijednosti indeksa konverzije hrane (FCR) za cjelokupno razdoblje kretale su se od najniže (najbolja konverzija (11,571 ± 1,081) skupine D5 do najviše vrijednosti (najlošija konverzija) (7,691 ± 3,131) skupine K. ANOVA dvosmjernim ponavljajućim mjerenjima ustanovilo se da ukupne prosječne vrijednosti indeksa konverzije hrane na razini značajnosti od 5% nisu statistički značajno odstupale između hranidbenih skupina ($F(3,6)=0,677$, $p=0,597$). Također, unutar hranidbenih (vremenskih) razdoblja vrijednost FCR nije značajno odstupala ($F(3,6)= 0,07$, $p=0,816$). Treba naglasiti da se konverzija hrane poboljšala kod skupina D1, D3 i D5 između dva razdoblja dok je kod kontrolne skupine (K) indeks konverzije hrane narastao, tj. konverzija je bila lošija. Statistički značajna interakcija hranidbenih skupina i vremenskih razdoblja za vrijednosti indeksa konverzije hrane riba nije dokazana ($F(3,6)= 0,280$ $p=0,838$).

Tablica 4. Dvosmjerna analiza varijance po principu ponavljajućih mjerenja za varijablu: konverzija hrane – FCR

Izvor varijabilnosti	Suma kvadrata odstupanja (tip III)	Stupnjevi slobode	Srednji kvadrat odstupanja	F	Sig.
HranidbenaSkupina	59,956	3	19,985	0,677	0,597
Pogreška (HranidbenaSkupina)	177,196	6	29,533		
Vrijeme	5,867	1	5,867	0,07	0,816
Pogreška (Vrijeme)	168,211	2	84,105		
HranidbenaSkupina * Vrijeme	17,217	3	5,739	0,280	0,838
Pogreška (HranidbenaSkupina*Vrijeme)	123,106	6	20,518		

$\alpha<0,05$



Slika 8. Grafički prikaz rezultata dvosmjerne analize varijance po principu pon. mjer. za varijablu konverzija hrane (FCR) svih hranidbenih skupina kroz istraživanje izraženo prema vremenskim razdobljima.

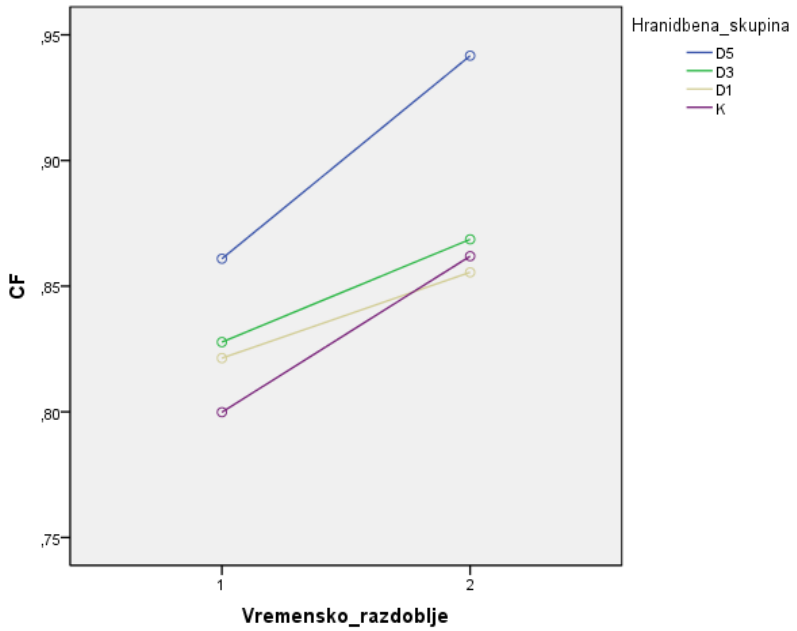
Prosječne vrijednosti faktora kondicije (CF) za cjelokupno razdoblje kretale su se od najviše (0,901 ± 0,032) skupine K do najniže vrijednosti (0,831 ± 0,031) skupine D5. ANOVA dvosmjernim ponavljajućim mjerenjima ustanovilo se da ukupne prosječne

vrijednosti faktora kondicije na razini značajnosti od 5% nisu statistički značajno odstupale između hranidbenih skupina $F(3,6)= 0,858$, $p=0,512$. Također, unutar hranidbenih (vremenskih) razdoblja vrijednost CF nije značajno odstupala ($F(3,6)= 3,610$, $p=0,198$). Statistički značajna interakcija hranidbenih skupina i vremenskih razdoblja za vrijednosti indeksa konverzije hrane riba nije dokazana ($F(3,6)= 0,189$ $p=0,900$).

Tablica 5. Dvosmjerna analiza varijance po principu ponavljajućih mjerenja za varijablu: Kondicijski faktor – CF

Izvor varijabilnosti	Suma kvadrata odstupanja (tip III)	Stupnjevi slobode	Srednji kvadrat odstupanja	F	Sig.
HranidbenaSkupina	0,018	3	0,006	0,858	0,512
Pogreška (HranidbenaSkupina)	0,043	6	0,007		
Vrijeme	0,018	1	0,018	3,610	0,198
Pogreška (Vrijeme)	0,01	2	0,005		
HranidbenaSkupina * Vrijeme	0,002	3	0,001	0,189	0,900
Pogreška (HranidbenaSkupina*Vrijeme)	0,021	6	0,004		

$\alpha<0,05$



Slika 9. Grafički prikaz rezultata dvosmjerne ANOVA po principu pon. mjer. za varijablu CF svih hranidbenih skupina kroz cjelokupno istraživanje izraženo prema vremenskim razdobljima

5. Rasprava

Proizvod Natramune™ koristi se kao dodatak ribljoj prehrani, a u nekoliko pilot studija (Chavoustie i sur., 2003; Weeks i Perez, 2009) dokazani su pozitivni učinci na imunosni sustav ljudi. Uočena je povećana sinteza proteinskih hormona citokina i veća aktivnost citotoksičnih T limfocita u uništavanju tumorskih stanica, povećanu aktivnost fagocitoze i cirkulaciju limfocita u krvi (Chavoustie i sur., 2003; Weeks i Perez, 2009). Na temelju tih rezultata, provedena su inicijalna istraživanja na nekoliko vrsta morskih sisavaca (Rodriguez i sur., 2007; Doescher i sur., 2011) s ograničenim informacijama o rezultatima uspjeha. Stoga su potrebna detaljnija i dugotrajnija istraživanja na drugim vrstama životinja kako bi se kvalitetnije i učinkovitije primjenjivala u akvakulturi.

Rezultati provedenog istraživanja ukazuju da je uključenje imunostimulansa (1%, 3%, 5%) u hranidbu pozitivno utjecalo na prirast mase, specifičnu stopu rasta, stopu konverzije hrane i kondicijski faktor riba, iako ta razlika nije bila statistički značajna u odnosu na kontrolnu skupinu ($P>0.05$). Dobiveni rezultati se djelomično slažu s istraživanjima raznih autora o utjecaju prirodnih imonumodulirajućih komponenata na ribama.

U osmotjednom istraživanju, Zhou i suradnici (2010) hranili su juvenile sjenke (Sciaenidae, *Sciaenops ocellatus*) (Linnaeus, 1766) početne mase 7 g, različitim prebioticima (FOS, GOS, Bio-MOS®, Previda™) u razini od 1% suhe tvari hrane kao zamjenu za celulozu. Sve hranidbene grupe osim kontrolne i Bio-MOS imale su statistički značajno višu završnu masu ($P<0.05$). Međutim, hranidbena učinkovitost (FE) nije se statistički značajno razlikovala ($P>0.05$) među grupama, iako je kontrolna imala najmanje numeričke vrijednosti. Kondicijski faktor se također nije statistički značajno razlikovao među grupama ($P>0.05$). Dodavanje prebiotika u hranu značajno ($P<0.05$) je utjecalo na aktivnost serumskih lizosoma u krvi u odnosu na kontrolnu skupinu (Zhou i sur., 2010). Dakle, rezultati se djelomično podudaraju s rezultatima provedenog istraživanja.

S druge strane, Özlüer-Hunt i suradnici (2011) istraživali su utjecaj MOS[1] (2.5, 3.5, 4.5 g MOS/kg hrane) na rast i aktivnost antioksidans enzima kod nilskih tilapija (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) (12 g) kroz 60 dana. Utvrdili su statistički značajnu razliku za parametre SGR i završnu masu kod grupe hranjene s 2.5 g MOS/kg u odnosu na kontrolnu, dok je konverzija hrane bila viša u svim tretiranim skupinama u odnosu na

[1] MOS: mannanoligosaccharides

kontrolnu. Grupa riba hranjenih s koncentracijom od 4.5 g imala je manji rast od kontrolne skupine. Navedeni rezultati djelomično se podudaraju s provedenim istraživanjem. Dodavanjem COS-REE[2] hranidbenim grupama u koncentracijama od 300-1200 mg kg-1 hrane značajno povećava SGR ($P<0.05$) kod juvenila romba (*Scophthalmus maximus*, Linnaeus, 1758) (12.1 ± 0.1 g) u odnosu na hrane ispod 300 mg kg-1 (Cui i sur., 2012). Međutim, statistički značajna razlika nije pronađena kod riba hranjenih s koncentracijama iznad 600 mg kg-1. Autori zaključuju da je koncentracija od 300 i 600 mg kg-1 optimalna za rast romba. Povećavajući razine COS-REE u hrani, FCR je značajno pala ($P<0.05$). Rezultati navedenog istraživanja djelomično se preklapaju s provedenim istraživanjem.

U šest tjedana dugom istraživanju utjecaja APS (1500 mg/kg hrane), primarne komponente korijena *Astragalus membranaceus*, na rast i imunološki sustav tilapije (42.31±3.14 g), Zahran i suradnici (2014) uočili su statistički značajno više vrijednosti za parametre WG, SGR i FCR nego kod kontrolne grupe. Rezultati navedenog istraživanja djelomično se slažu s provedenim istraživanjem. Prirodni izvori imunomodulacije povećavaju apsorpcijsku površinu, te gustoću i dužinu mikrovila u probavilu što dovodi do povećane iskoristivnosti hrane, ali i preventivnog djelovanja na infekcije oportunističkih bakterija (Zhou i sur., 2010; Özlüer-Hunt i sur., 2011; Zahran i sur., 2014).

Zatim, u istraživanju u trajanju od 90 dana, autor Gültepe i sur. (2014) testirali su utjecaj limunovog eteričnog ulja na prirast, hematološke i imunološke rezultate kod mozambičke tilapije[3]. Za istraživanje su korišteni primjerci riba prosečne mase 0.91±0.03 g raspoređenih u 12 akvarija kapaciteta 40L te u svakom akvariju po 25 riba. Tijekom pokusa dobiveno je eterično ulje hidro destilacijom iz svježe kore limuna koje je kasnije dodano hrani za ribe sa 0, 1, 3 i 5 g/kg. Rezultati istraživanja upućuju kako dodatak limunovog eteričnog ulja ima pozitivan efekt te ukazuje na poboljšani prirast i određene biokemijske parametre u krvi subjekta istraživanja. Slični rezultati dobiveni su korištenjem eteričnog ulja origana i nekih biljnih imunostimulansa (Gültepe i sur. 2014). Rezultati istraživanja kojeg su proveli Gültepe i sur. (2014) djelomično se podudaraju s rezultatima provedenog istraživanja na klenu.

[2] COS-REE: chitosan oligosaccharide complex with rare earth elements

[3] Lat. *Oreochromıs mossambıcus*

6. Zaključak

Provedbom hranidbenog pokusa u recirkulacijskom sustavu omogućena je kontrola nad svim važnijim ekološkim parametrima sredine, a što je olakšalo tumačenje i prosudbu dobivenih rezultata. Utvrđeno je da je koncentracija imunostimulansa u hrani od 5% (D5) u odnosu na koncentraciju od 1% (D1) i 3% (D3) rezultirala najvišim prirastom mase (WG) i najvišim specifičnim prirastom mase (SGR). Također, hranidba D5 rezultirala je najboljom konverzijom hrane te najvišim faktorom kondicije (CF). Unatoč niskim vrijednostima, potvrđena je očekivana hipoteza da povećana koncentracija imunostimulansa pozitivno djeluje na proizvodne parametre klena.

7. Literatura

1. Bricknell, I. and Dalmo, R.A. (2005). The use of immunostimulans in fish larval aquaculture. Fish&Shellfish Immunology 19 (2005) 457-472
2. Caffrey, J.M., Acevedo, S., Gallagher, K. and Britton, R. (2008). Chub (Leuciscus cephalus): a new potentially invasive fish species in Ireland. Aquatic Invasions (2008) Volume 3, Issue 2: 201-209
3. Chavoustie, S., Perez, P., Fletcher, M., Maher, K., Mitrani, A., Thomas, R. (2003). Pilot study: Effect of PDS-2865® on natural killer cell cytotoxicity. Journal on Nutraceuticals and Nutrition 6(2):39-42.
4. Chen, D and Ainsworth, A. (1992). Glucan administration potentiates immune defence mechanisms of channel catfish, Ictalurus punctatus Rafinesque. J. Fish. Dis. 1992: 15, 295-304
5. Cui, L., Xu, W., Ai, Q., Wang , D., Mai, K. (2012). Effects of dietary chitosan oligosaccharide complex with rare earth on growth performance and innate immune response of turbot, Scophthalmus maximus L. Aquaculture Research, 2012, 1–8
6. Doescher, B.M., Mejia-Fava, J., Colitz, C., Pestano, N., Perez, P. and Pawloski, J. (2011). Treatment of recurrent chronic ulcerative dermatitis in a Bottlenose dolphin (Tursiops truncates). IAAAM 42nd Annual Conference Proceedings, May 2011, Las Vegas, Nevada, Pp. 173-174
7. Gultepe, N., Acar, U., Kesbic, O. S., Yilmaz, S., Yalgın, F., Turker, A. (2014) Effects Of Cıtrus Essentıal Oıl Supplementatıon On The Growth And Serum Bıochemıcal Responses Of Oreochromıs Mossambıcus, 7. International Conference "Water & Fish" Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia, June, 10 - 12. 2015.
8. Kottelat, K. and Freyhof, J. (2007). Handbook of European Freshwater Fishes, Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 264 p.
9. Lushchak, V.J., Lushchak, L.P., Mota, A.A., Hermes-Lima, M. (2001). Oxidative stress and antioxidant defenses in goldfish Carassius auratus during anoxia and reoxigenation. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 280, 100-107
10. Martins, C.I.M., Eding, E.H., Verdegem, M.C.J., Heinsbroek, L.T.N., Schneider, O., Blancheton, J.P., Roque d'Orbcastel, E., Verreth, J.A.J. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. Aquacultural Engineering 43 (2010). 83-93

11. Muus, B.J. and Dahlstrom, P. (1999). Freshwater fish. Hedehusene: Gads Forlag
12. Nunn A.D., Cowx I.G., Harvey J.P. (2002). Recruitment patterns for six species of cyprinid fishes in the lower River Trent England. Ecology of Fresh Water Fish 11: 74-84
13. Özlüer-Hunt, A., Berköz, M., Özkan, F., Yalin, S., Erçen, Z., Erdoğan, E., Gündüz, S.G. (2011). Effect of Mannan Oligosaccharide on Growth, Body Composition, and Antioxidant Enzyme Activity of Tilapia (Oreochromis niloticus). The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, IIC:63.2011.619, 8 pages
14. Rodriguez, M. M., Mejia, J.C., Blanchard, M.T., Stott, J., Pestano, N., Perez, P.P. (2007). Pilot Study: The Affects of NatramuneTM (PDS-2865®), a New immunostimulator supplement on different cetacean species; Tursiops truncatus, Lagenorhynchus obliquidens, and Orcinus orca. IAAAM 38th Annual Conference Proceedings, Orlando, FL; Pp. 44-45.
15. Ross, S.W., Dalton, D.A., Kramer, S. and Christensen, B.L. (2001). Physiological (antioxidant) responses of estuarine fishes to variability in dissolved oxygen. Comp. Biochem. Physiol., 130C, 289–303.
16. Sakai, M. (1999). Current research status of fish immunosimulans. Aquaculture 172 (1999). 63-92
17. Sakai, M., Otubo, T., Atsuta, S., Kobayashi, M. (1993). Enhancement of resistance to bacterial infection in rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss)* (Walbaum), by oral administration of bovine lactoferrin. J. Fish. Dis. 1993; 16:239-47
18. Siwicki, A.K., Anderson, D.P., Rumsey, G.L. (1994). Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. Vet. Immunol. Immunopathol. 1994; 41:125-39
19. Suprayudi M. A. , Indriastuti L., Setiawati M. (2006). Effect of Enriched Feed by Immunostimulant on Immune Response and Growth of Humpback Grouper, Cromileptes altivelis, Jurnal Aquacultur Indonesia, *Vol 5, No 1*
20. Spillman, C-J (1961). Faune de France: Poissons d'eau douce. Fédération Française des Sociétés Naturelles,Tome 65. Paris. 303 p.
21. Timmons, M.B. and Ebeling, J.M. (2010). Recirculating aquaculture. NRAC Publications No. 401-2010

22. Vigo-Pelfrey, C. (Ed.), 1990. Membrane Lipid Oxidation, vol. 1. CRC Press, Boca Raton, FL.
23. Weeks, B.S., and Perez, P.P. (2009). The hemicellulose preparation, Natramune (PDS-2865) , increases macrophage phagocytosis and nitric oxide production and increases circulating human lymphocytes levels. Med Sci Monit, 2009; 15(2): 43-46
24. Wu, G., Yuan, C., Shen, M., Tang, J., Gong, Y., Li, D., et al. (2007). Immunological and biochemical parameters in carp (Cyprinus carpio) after Qompsell feed ingredients for long-term administration. Aquac. Res. 2007; 38:246-55
25. Zahran, E., Risha, E., AbdelHamid, F., Mahgoub, H.A., Ibrahim, T. (2014). Effects of dietary Astragalus polysaccharides (APS) on growth performance, immunological parameters, digestive enzymes, and intestinal morphology of Nile tilapia (Oreochromis niloticus). Fish&Shellfish Immunology xxx (2014). 1-9. Article in press
26. Zhou Qui-Cun, Alejandro Buentello, J., Delbert M. Gatlin III (2010) Effects of dietary prebiotics on growth performance, immune response and intestinal morphology of red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture 309 (2010). 253-257

8.Prilozi

Tablica 6. Fisher's LSD: Post hoc analiza značajnosti razlike srednjih vrijednosti rezultata pojedinačnog prirasta mase riba između hranidbenih skupina na kraju istraživanja

(I) hranidbena skupina	(J) hranidbena skupina	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]
					Lower Bound
1	2	7,278	6,547	,382	-20,890
	3	6,682	9,105	,539	-32,493
	4	9,443	5,254	,214	-13,165
2	1	-7,278	6,547	,382	-35,447
	3	-,596	3,471	,879	-15,530
	4	2,165	1,616	,312	-4,789
3	1	-6,682	9,105	,539	-45,858
	2	,596	3,471	,879	-14,338
	4	2,761	5,023	,638	-18,851
4	1	-9,443	5,254	,214	-32,051
	2	-2,165	1,616	,312	-9,118
	3	-2,761	5,023	,638	-24,372

Tablica 7. Fisher's LSD: Post hoc analiza značajnosti razlike srednjih vrijednosti rezultata specifične stope rasta mase riba između hranidbenih skupina na kraju istraživanja

(I) Hranidbena skupina	(J) Hranidbena skupina	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]
					Lower Bound
1	2	,250	,235	,398	-,761
	3	,231	,332	,558	-1,196
	4	,339	,187	,212	-,468
2	1	-,250	,235	,398	-1,262
	3	-,019	,132	,897	-,586
	4	,088	,056	,256	-,153
3	1	-,231	,332	,558	-1,658
	2	,019	,132	,897	-,547
	4	,108	,184	,618	-,684
4	1	-,339	,187	,212	-1,145
	2	-,088	,056	,256	-,330
	3	-,108	,184	,618	-,899

Tablica 8. Fisher's LSD: Post hoc analiza značajnosti razlike srednjih vrijednosti rezultata indeksa konverzije hrane između hranidbenih skupina na kraju istraživanja

(I) Hranidbena skupina	(J) Hranidbena skupina	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]
					Lower Bound
1	2	-2,811	4,344	,584	-21,503
	3	-3,847	4,363	,471	-22,617
	4	-3,880	2,600	,274	-15,067
2	1	2,811	4,344	,584	-15,882
	3	-1,036	1,071	,435	-5,645
	4	-1,069	2,262	,683	-10,803
3	1	3,847	4,363	,471	-14,924
	2	1,036	1,071	,435	-3,573
	4	-,033	2,852	,992	-12,304
4	1	3,880	2,600	,274	-7,307
	2	1,069	2,262	,683	-8,665
	3	,033	2,852	,992	-12,237

Tablica 9. Fisher's LSD: Post hoc analiza značajnosti razlike srednjih vrijednosti rezultata faktora kondicije između hranidbenih skupina na kraju istraživanja

(I) Hranidbena skupina	(J) Hranidbena skupina	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	,053	,034	,260	-,094	,200
	3	,063	,046	,305	-,135	,261
	4	,070	,056	,334	-,169	,310
2	1	-,053	,034	,260	-,200	,094
	3	,010	,049	,860	-,199	,219
	4	,017	,024	,543	-,085	,120
3	1	-,063	,046	,305	-,261	,135
	2	-,010	,049	,860	-,219	,199
	4	,008	,070	,924	-,293	,308
4	1	-,070	,056	,334	-,310	,169
	2	-,017	,024	,543	-,120	,085
	3	-,008	,070	,924	-,308	,293

9. ŽIVOTOPIS

Luka Mrvčić, rođen je u Zagrebu, 01.06.1989. Srednju, Veterinarsku školu, završio u Zagrebu. Na državnoj smotri i natjecanju iz biologije (2007) u Opatiji, osvoio prvo mjesto iz sekcije zoologija, (srednje škole) sa znanstvenim radom pod naslovom; „Efikasnost primjene kemijskih i biotehnoloških metoda u suzbijanju *Varroa destructor*„ autora Luka Mrvičić i Dina Džafović (http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/09/Popis-u%C4%8Denika-pozvanih-na-Dr%C5%BEavnu-smotru-i-natjecanje-mladih-biologa-2007.pdf).

Fakultetsko obrazovanje započeo 2009. godine na preddiplomskom studiju "Animalne znanosti", Agronomskog fakulteta. Od samog početka studija aktivan na Zavodu za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju. Sudjelovao na mnogim nastavnim i izvannastavnim aktivnostima te terenskim istraživanjima i projektima koji su doprinijeli znanstvenoj zajednici i popularizaciji znanosti među mladim ljudima. U akademskoj godini 2014./2015. odabran za izvođenje aktivnosti u funkciji demonstratora na Zavodu za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalna zoologija na modulima lovačke i ribarske skupine. Usporedno sa time, vodio malu školu ribolova i ekologije na maksimirskim jezerima. Uz navedeno, sudjelovao u pripremi i provedbi istraživanja vezanog za utjecaj imunostimulansa u hrani na klena što je rezultiralo izradom znanstveno-stručnog rada pod naslovom „Utjecaj imunostimulansa IMUNO-2865 na performanse rasta i oksidacijski stres klena (Squalius cephalus Linnaeus, 1758). Rad je prihvaćen za objavu na 51. hrvatskom i 11. međunarodnom simpoziju agronoma koji je održan u Opatiji od 15. - 18. veljače 2016. godine. Spomenuti je rad, također, nagrađen Dekanovom nagradom 2015. godine.

Aktivan sportski ribolovac od ranog djetinjstva te redovno piše članke za časopis Praktični ribolov i Praktični ribolov na moru (2013-2016)

Kontakt e-mail : lukamrvicic@gmail.com