"Mješavina eteričnih ulja kao promotor rasta jednogodišnje komarče Sparus aurata (Linnaeus, 1758)"

Čoko, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:155:726520

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Dubrovnik

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Ana Čoko

Mješavina eteričnih ulja kao promotor rasta jednogodišnje komarče *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

DIPLOMSKI RAD

Dubrovnik, 2017.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Ana Čoko

Mješavina eteričnih ulja kao promotor rasta jednogodišnje komarče *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
prof. dr. sc. Branko Glamuzina
Komentor:
dr. sc. Slavica Čolak

Dubrovnik, 2017.

Ovaj diplomski rad izrađen je pod stručnim vodstvom prof. dr. sc. Branka Glamuzine i dr. sc. Slavice Čolak u sklopu diplomskog studija Marikultura na odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku. Rad je izveden u suradnji s tvrtkom Cromaris.

ZAHVALE

Veliku zahvalnost u prvom redu dugujem komentorici dr. sc. Slavici Čolak što mi je omogućila izradu ovog diplomskog rada u tvrtki Cromaris i svojom stručnošću pridonijela kvaliteti izrade rada. Hvala joj na korisnoj literaturi, pomoći oko osmišljavanja koncepta rada, korisnim objašnjenjima i savjetima bez kojih izrada ovog rada ne bi bila moguća.

Hvala mentoru prof. dr. sc. Branku Glamuzini što je prihvatio mentorsrvo te svojim korisnim uputama i savjetima pomogao u izradi rada.

Posebna hvala prof. Ivici Milanji na izdvojenom vremenu, velikoj pomoći i objašnjenjima u vezi s obradom statističkih podataka.

Također zahvaljujem svojoj obitelji i dragom Ivanu, koji su me podržavali kroz čitav studij.

Velika hvala svima.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1.Biološke i morfološke značajke komarče *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) 2
1.2.Način uzgoja 3
1.2.1.Uzgojni uvjeti 4
1.3.Hrana i hranidba 6
1.3.1.Probava i anatomija probavnog sustava 7
1.4.Dodatci prehrani kao promotori rasta 7
1.4.1.Probiotici 9
1.4.2.Prebiotici 9
1.4.3.Eterična ulja 10
1.4.4.Kvasci 10
1.4.5.Nukleotidi 11
1.5.Ciljevi istraživanja 11
2. MATERIJALI I METODE 11
2.1. Lokacija pokusa 12
2.2. Kreiranje pokusa 13
2.3.Statistička obrada podataka 14
3. REZULTATI 15
3.1.Rast u masu, duljinu i IK riba tijekom pokusa 15
3.2.Usporedba rasta u masu, duljinu i IK između velikih i malih uzoraka 17
3.3.Razlike u prosječnoj ukupnoj duljini i masi tijela s obzirom na kavez 23
4. RASPRAVA 30
5. ZAKLJUČAK 37
6. LITERATURA 38

SAŽETAK

Mješavina eteričnih ulja kao promotor rasta jednogodišnje komarče *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

Svrha ovog istraživanja bila je istražiti utjecaj jednog komercijalnog preparata kao promotora rasta na jednogodišnjoj komarči *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758). Preparat se koristi kao promotor rasta i antiparazitik u peradarskoj industriji. Za potrebe pokusa formirana su dva kaveza sa po 1000 jedinki u svakom. Kavez 1 (K1) i kavez 2 (K2) hranjeni su istom hranom. U hranu K1 dodan je preparat, a K2 služio je kao kontrolna grupa. Pokus je trajao šest mjeseci, a rast se pratio kroz ukupno 13 točaka mjerenja, kako bi se otkrilo djelovanje preparata na rast. Rezultati ovog pokusa doveli su do zaključka da preparat nije imao pozitivan utjecaj na rast jer je tijekom cijelog perioda praćenja bila vidljiva tendencija da riba iz K2 (kontrolna grupa) ima veću ukupnu duljinu tijela od ribe iz K1, kojoj je preparat bio dodan u hranu. Također, ni ukupna masa tijela na kraju pokusa ne ide u prilog preparatu jer je grupa hranjena preparatom (K1) bila statistički manje mase od kontrolne grupe (K2), koja je kontinuirano imala veću prosječnu masu. Početna masa tijela bila je 60 g, a završna od 170 do 180 g.

Ključne riječi: komarča / rast / promotor rasta / eterična ulja / fitobiotici

ABSTRACT

A mixture of essential oils as a growth promotor of a one year old gilthead seabream *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

The purpose of this study was to investigate the influence of a commercial preparation as growth promoter on one-year gilthead seabream *Sparus aurata*. The preparation is used as a growth promoter and antiparasitic agent in the poultry industry. For the purposes of the experiment, the investigated fish was taken from the same production cage, and 2 cages were formed with 1000 individuals in each. Cage 1 (K1) and cage 2 (K2) are fed with the same food. In food for K1 was added preparation and K2 served as a control group. The experiment lasted for 6 months and growth was monitored through a total of 13 measuring points to reveal the activity of growth enhancers. The results of this experiment have led to the conclusion that the preparation did not have a positive effect on growth because during the entire monitoring period there was a visible tendency for the fish from K2 (control group) to have a larger body length than the fish from K1, to which the preparation was added to the food. Also, the total mass of the body at the end of the experiment did not go into the preparation because the group fed with a preparation (K1) was statistically less mass than the control group (K2), which had a higher average mass on a continuous basis. Initial body weight was 60 g and the final 170 – 180 g.

Keywords: gilthead seabream / growth / growth promoter / essential oils / phytobiotics

1. UVOD

Komarča, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758), najvažnija je vrsta uzgajana u mediteranskom području s velikim ekonomskim značajem. Industrija uzgoja komarče smatra se sektorom koji već ulazi u svoju zrelu fazu, ali još treba učinkovitiji proizvodni sustav i nove tehnologije (Villeda, 2013). Visoko je cijenjena kao riblja hrana za ljudsku prehranu jer ima najukusnije meso od svih vrsta bijele ribe (Pavlidis i Mylonas, 2011; Nadilo, 2014). Pripada porodici Sparidae (ljuskavke) koja je pokazala najbrži i najznačajniji rast uzgojnog sektora tijekom posljednja dva desetljeća (Pavlidis i Mylonas, 2011).

Ova se vrsta uzgaja u mnogim mediteranskim zemljama, uključujući Cipar, Francusku, Portugal, Hrvatsku, Maltu, Tunis, Egipat, Albaniju, Bosnu i Hercegovinu, Libiju, Alžir, Maroko i Sloveniju. Uzgoj se odvija uglavnom u Sredozemnom moru, iako se vrsta uzgaja i u Atlantskom oceanu (Kanarsko otočje, Španjolska) i u Crvenom moru (Eilat, Izrael). Od ukupnog ulova i uzgoja komarče u 2006. godini, oko 93% je bilo iz akvakulture, a preostalih 7% iz ulova ribara mediteranskih zemalja. Proširenje industrije i broj zemalja uzgajivača govori u prilog važnosti uzgoja komarče za marikulturu Mediterana (Pavlidis i Mylonas, 2011). Glavni proizvođači komarče u 2013. godini bile su Grčka (42%), Turska (23%) i Španjolska (9%) (García i sur., 2016).

S obzirom na to da Europska unija uvozi 65% vlastitih potreba za ribom, taj će se nedostatak pokušati nadoknaditi proizvodnjom zemalja članica. To je velika prilika za Hrvatsku, stoga i ne čude nastojanja da se do 2020. godine planira udvostručiti ukupna proizvodnja naše marikulture. U uzgoju u Hrvatskoj dominiraju komarča i lubin, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758), koji se proizvode gotovo 7000 tona godišnje (Nadilo, 2014). Hrvatska ostvaruje 95% proizvodnje na istočnoj obali Jadrana, a pridonosi s otprilike 3% ukupnoj proizvodnji bijele ribe u zemljama Sredozemlja (Katavić, 2004). S vrijednošću izvoza (tuna i bijela riba) koji prelazi 100 milijuna USD, marikultura u Hrvatskoj postaje važan ekonomski sektor (Katavić, 2009). U posljednjem desetljeću, akvakultura je globalno jedan od najbrže rastućih sektora proizvodnje hrane. Prema Organizaciji za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda (FAO, 2013), čini gotovo polovicu (50%) ukupne ribe za ljudsku konzumaciju (Caruffo i sur., 2015). Pretpostavka je da će akvakultura rasti u narednim desetljećima, jer će globalno ribarstvo i dalje stagnirati, a globalna potražnja za

hranom iz mora i dalje rasti. Uslijed rasta važnosti akvakulture, marikultura je podsektor od posebnog interesa zbog rastućeg utjecaja na razvoj globalne akvakulture (Treer i Grginović, 2016).

1.1. Biološke i morfološke značajke komarče *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

Bentopelagička je vrsta pronađena u priobalnim staništima, na otvorenom moru (gdje najčešće naseljava livade morskih cvjetnica), na pješčanom i šljunkovitom dnu, kao i u zoni valova i do dubine od oko 30 m (Pavlidis i Mylonas, 2011). Rasprostranjena je u Sredozemnom i Crnom moru, istočnom Atlantiku od Britanskog otočja do Zelenortskih otoka (zapadna Afrika) (Sola i sur., 2006).

S obzirom na to da je komarča euritermna vrsta (sposobna za rast na širokom rasponu temperature mora) i eurihalna vrsta (sposobna za rast na širokom rasponu slanosti mora), obitava u morskim i bočatim vodama, kao što su obalne lagune i riječni estuariji (Sola i sur., 2006). Komarča pripada poikilotermnim, odnosno ektotermnim organizmima, što znači da ima tjelesnu temperatura jednaku temperaturi okoliša. Odnosno, tjelesna temperatura ovisi joj izravno o temperaturi okoliša. Ektotermni organizmi proizvode relativno malo metaboličke topline, tj. premalo, kako bi se spriječilo prenošenje topline na okoliš termalnom kondukcijom (Bavčević, 2014). Vrlo je osjetljiva na niske temperature (Sola i sur., 2006). Donja letalna granica je 2°C (Sola i sur., 2006). Zimski period je posebno zahtjevan za komarču. Minimalna letalna temperatura za uzgajanu komarču iznosi oko 5°C, a ispod 15°C znatno se smanjuje potreba za hranom. Također je zabilježen potpuni prestanak uzimanja hrane na 13°C. Suprotno tim nalazima, konzumna komarča hranjena do sitosti na temperaturi od 12°C uzimala je hranu i narasla u duljinu (oko 3%) u vremenu od 60 dana (Bavčević, 2014). Dostupni podatci upućuju na to da bi 12°C mogao biti temperaturni prag za metaboličku aktivnost kod komarče (Pavlidis i Mylonas, 2011). U zimsko-proljetnom dijelu godine, kada su temperature mora niske, kod komarče dolazi do negativne konverzije masti i ukupne energije (Bavčević, 2014).

Uglavnom je mesojed (hrani se mekušcima, osobito dagnjama, rakovima i ribama) no u nedostatku hrane životinjskog podrijetla jede i hranu biljnog podrijetla. U Sredozemnom moru i Cape regiji (Južna Afrika) zauzima različite ekološke niše. S mogućnošću da smrska

beskralježnjake s tvrdom ljušturom, komarča vrlo učinkovito koristi inače teško dostupne izvore hrane i stoga igra važnu ulogu, posebno u bentičkim zajednicama na tvrdom supstratu (Pavlidis i Mylonas, 2011).

1.2. Način uzgoja

Uzgoj bijele ribe podrazumijeva zatvoreni ciklus koji započinje u mrijestilištu, a nastavlja se u plutajućim kavezima u moru na zaštićenim ili poluzaštićenim područjima (Nadilo, 2014). Komarča se stoljećima tradicionalno uzgaja u mediteranskim obalnim lagunama, a danas se intenzivno uzgaja u kavezima u moru i u uzgajalištima na kopnu (Sola i sur., 2006).

Nakon inkubacije, morska riba tri do četiri mjeseca pa i više provede u mrijestilištu. Za to vrijeme potrebno je osigurati optimalne uvjete, a to su temperatura, kvaliteta i količina morske vode, opskrba živom i umjetnom hranom (Kružić i Peti, 2015). Uzgoj se u tehnologiji kaveznog uzgoja obavlja pomoću uzgojnih naprava koje ograđuju volumen, a u upotrebi su najčešće mrežni kavezi (Bavčević, 2014). Kavezi mogu biti četvrtasti ili okrugli, a njihov volumen može biti od 500 do 3.000 m^3 (Katavić, 2004). Uzgoj ribe u kavezima provodi se u ograničeno kontroliranim uvjetima, a uzgojni ciklus traje relativno dugo (Bavčević, 2014). Primjerice, ciklus uzgoja konzumne ribe, mase od 300 g traje od 18 do 30 mjeseci (Katavić, 2004). Također se redovito kontrolira ima li uginule ribe i vodi se računa o higijeni mreža i pribora. Izlovljava se u skladu s planiranim plasmanom na tržište (Kružić i Peti, 2015). U finalnoj fazi uzgoja gustoća ribe je od 7 do 12 kg/m^3 (Katavić, 2004). Trenutno većina proizvoda tržišne veličine dolazi iz intenzivnog kaveznog uzgoja u moru i iz uzgajališta na kopnu pri gustoći od 15 do 50 kg/m^3 s omjerom konverzije hrane od 1.5 do 214 (www.aquatrace.eu).

Tehnologija uzgoja većih uzgajališta temelji se na uzgoju na otvorenom ili poluotvorenom moru (Bavčević, 2014). U Hrvatskoj se u Cromaris uzgajalištima, riba uzgaja u plutajućim HDPE kavezima, na otvorenom moru (www.cromaris.hr). Primjena uzgojnih tehnologija razvijala se brzo uz korištenje tehnike recirkuliranja vode u uzgojnim instalacijama na kopnu (uglavnom u mrijestilištima) i razvojem tehnologije kaveza na

otvorenom moru (Pavlidis i Mylonas, 2011). Općenito u primjeni uzgojnih tehnologija za uzgoj morskih riba prevladavaju dvije tehnologije:

- uzgoj u bazenima s djelomičnom recirkulacijom, recirkulacijom i bez recirkulacije morske vode
- uzgoj u kavezima (Bogut i sur., 2016).

Proizvodni sustavi za komarču su raznoliki:

- uzgoj od ekstenzivne polikulture (npr. valikultura u Italiji i proizvodnja u lagunama u Egiptu),
- ili poluintenzivna proizvodnja u zemljanim ribnjacima (Portugal i južna Španjolska),
- do vrlo intenzivnih sustava na kopnu (kanali i tankovi),
- priobalni sustavi (Grčka i Turska),
- kavezi na otvorenom moru (Cipar, Italija i Španjolska) (Pavlidis i Mylonas, 2011).

Od akvakulturnih proizvoda komarče u Europi i drugim zemljama 85% se odvija u plutajućim kavezima. Malo više od 93% proizvoda komarče uzduž španjolske obale Sredozemnog mora i atlantske obale dolazi iz kaveza pučinskog tipa (García i sur., 2016).

1.2.1. Uzgojni uvjeti

Na rast ribe utječu razni faktori okoliša, poput temperature, kvalitete vode, količine i sastava hrane, gustoće u uzgoju, osmotskih prilika ili koncentracije ugljičnog dioksida u vodi. Općenito, svi se vanjski limitirajući uvjeti mogu podijeliti na biološke, kemijske i fizikalne. Biološki uvjeti za rast uzgajanih riba su rasplodni ciklus uzgajane vrste, gustoća riba u kavezu, pojavnost patogenih organizama, veličina uzgajanih riba, gojidbeno stanje (indeks kondicije riba) i genetski potencijal ribe. Fizikalni i kemijski uvjeti za rast uzgajanih riba su temperatura okoliša, koncentracija otopljenog kisika, koncentracija metabolita i slanost (Pavlidis i Mylonas, 2011). U standardnom tehnološkom okruženju otvorenog uzgojnog sustava kretanje temperature uzgojnog okoliša najviše određuje prirast riba i količinu potrebne hrane za optimalan rast. Tako, temperatura ostaje jedini parametar koji uzgajivač ne kontrolira, a značajno utječe na brzinu rasta riba i odvijanja metaboličkih procesa. Prirast uzgajanih riba podrazumijeva promjenu prosječne individualne duljine ili/i promjenu prosječne individualne mase riba u određenom periodu (Bavčević, 2014).

Uvjeti okoliša i zahtjevi za uzgoj riba uglavnom su povezani s kvalitetom vode i svjetlosnim režimom u uzgojnom objektu (Pavlidis i Mylonas, 2011). Velik utjecaj na prirast riba ima interakcija temperature i veličine organizma. S porastom temperature pada topivost kisika u okolišu, ali raste potreba za kisikom u tkivima. U kaveznim uzgajalištima riba, to je posebno važno, jer one ne mogu potražiti mjesto s povoljnijim uvjetima za disanje. Kod većine uzgajanih vrsta riba tjelesnu temperaturu određuje temperatura okoliša. Stoga je ona glavni regulator brzine metaboličkih procesa, a uslijed toga predstavlja jedan od temeljnih uzgojnih parametara koji određuju tijek uzgoja. Nadalje, predstavlja jedan od temeljnih limitirajućih faktora za rast, razvoj i opstanak svake vrste. Uzgoj komarče u otvorenim sustavima podrazumijeva izloženost prirodnoj oscilaciji temperature okoliša i duljini trajanja svjetla (Bavčević, 2014).

Svaka vrsta ima svoj optimum temperature, ali i minimum i maksimum koji podnosi. Taj se raspon naziva intervalom tolerancije (Bavčević, 2014). Parametri okoliša za uzgoj komarče su sljedeći:

- Optimalna temperatura za uzgoj iznosi 24°C,
- Max Lt50 iznosi od 32 do 34°C,
- Min Lt50 iznosi 5°C (Bavčević, 2014).

Parametri kvalitete vode za uzgoj komarče navedeni su u tablici 1.

Tablica 1. Parametri kvalitete vode za uzgoj komarče (Pavlidis i Mylonas, 2011.)

Parametar	Jedinica	Raspon	Poželjan raspon
Temperatura	°C	12 – 31	17 – 25
Salinitet	ppt	5 – 44	15 – 40
Otopljeni kisik	% saturacije	50 – 110	90 – 100
pH	-	6 – 9	6.5 – 8.5
Slobodni NH_3	mgN/L	0 – 0.2	>0.07
TAN[a]	mgN/L	0 – 5[b]	>1.4[c]
CO_2	mg/L	0.5 – 12	>8
Suspendirane krutine	mg/L	0 – 50	>25
Alkalnost	meq/L	>1	1.5 – 2.5

[a]TAN = ukupni amonijak
[b]TAN = koncentracija je određena prema slobodnom NH_3 i pH vrijednosti
[c]pri pH vrijednosti morske vode (8.2)

1.3. Hrana i hranidba

Krmiva se definiraju kao sve što se u zdrav organizam unosi putem probavnog sustava, a koristi za postizanje normalnog rasta i razvoja, obnovu utrošene energije te za proizvodnju i reprodukciju. Prema izvoru mogu biti biljnog, životinjskog i mineralnog podrijetla. Krmiva se sastoje od hranjivih tvari bez obzira na podrijetlo. Hranjive tvari se prema kemijskom sastavu dijele na organske i anorganske. U organske spadaju: proteini, ugljikohidrati, vitamini, masti, a u anorganske mineralne tvari i voda. Temeljni parametri o sastavu hrane za uzgoj komarče su ukupna energija, sirovinski sastav, probavljiva energija po jedinici mase te osnovni kemijski sastav hrane (Bogut i sur., 2016). Podaci o prehrambenim potrebama komarče prikupljeni su tijekom godina, ali još nisu potpuni (Pavlidis i Mylonas, 2011).

Hranidba ima ključnu ulogu u intenzivnoj akvakulturi jer utječe ne samo na troškove proizvodnje (otprilike 50% operativnih troškova), već i na rast i zdravlje organizama u uzgoju

(Villeda, 2013). Hranidba je iznimno važna jer ponuđena hrana predstavlja temeljni izvor energije potrebne za odvijanje životnih funkcija uzgajanih riba i temeljnu tvar iz koje riba izgrađuje novo tkivo, odnosno od koje raste. Dobro upravljanom hranidbom uvelike se pridonosi postizanju optimalne konverzije hrane i prirasta riba, kao i na smanjenje utjecaja uzgoja na okoliš (Bavčević, 2014; Bogut i sur., 2016).

1.3.1. Probava i anatomija probavnog sustava

Proces razgradnje kompleksnih organskih spojeva u jednostavne organske spojeve jest probava hrane. Jednostavni spojevi se, zahvaljujući građi probavnog sustava, prenose u krv. Krv provodi probavljene tvari kroz jetru, gdje započinje njihov metabolički put u uzgajanom organizmu. Hrana se probavlja kako bi se transportirala u bilo koji dio tijela radi razgradnje i dobivanje energije potrebne za rad ili ugradnju u vlastito tkivo (rast organizma) i u rasplodne stanice (Bavčević, 2014). Probavni sustav riba počinje usnom šupljinom, nastavlja se ždrijelom, jednjakom, želucem (kod nekih ribljih vrsta), a završava crijevom. Navedeni organi tvore probavnu cijev, kojoj su još pridodane sluzne žlijezde, gušterača i jetra (Bogut i sur., 2016). Brzina probave ovisi o temperaturi okoliša i u skladu je s brzinom metaboličkih procesa u tijelu, koja je direktno proporcionalna temperaturi na kojoj se ti procesi odvijaju (Bavčević, 2014).

1.4. Dodatci prehrani kao promotori rasta

Jasno je utvrđeno da je pravilna prehrana neophodna za održavanje normalnog rasta i zdravlja svih životinja, uključujući različite akvatične vrste životinja (Ringø i sur., 2012). Učinkovita konverzija hrane te visoka produktivnost, kao imperativi u suvremenoj proizvodnji mogu se postići upotrebom određenih dodataka hrani za životinje. U tom su smislu kao učinkoviti promotori rasta kroz dugi niz godina korišteni razni antibiotici. Zbog velike zabrinutosti od razvoja i širenja rezistentnih bakterija putem hranidbenog lanca, Europska unija je 2006. godine zabranila upotrebu antibiotika kao promotora rasta u hranidbi životinja. Današnji potrošači sve su više zabrinuti zbog upotrebe različitih aditiva u hranidbi životinja, u prvom redu lijekova i antibiotika te žele konzumirati hranu bez dodataka. Zabrana upotrebe antibiotika kao promotora rasta u hranidbi životinja i zahtjevi potrošača za zdravom hranom, potaknuli su brojna istraživanja upotrebe prirodnih proizvoda preko kojih bi se

postigla uspješnija i isplativija proizvodnja (Gregačević i sur., 2015). Mnoge zemlje su zabranile i upotrebu određenih kemoterapijskih sredstava, također odbijaju uvoz proizvoda akvakulture tretiranih s antibioticima i kemikalijama. Znanstvenici su povećali napore kako bi iskoristili prirodne proizvode, kao što su biljke, u razvoju alternativnih dodataka hrani, koji poboljšavaju perfomanse rasta, zdravlja i imunološkog sustava uzgajanih riba umjesto upotrebe kemoterapeutskih sredstava. Ovi proizvodi su jeftiniji, sigurniji, učinkovitiji, mogu se jednostavno pripremiti i biorazgradivi su (Syahidah i sur., 2015). Istraživanje i primjena širokog spektra dodataka prehrani, kao što su probiotici, prebiotici i drugi aditivi sve su više popularni u akvakulturi (Fuchs i sur., 2015).

Promotori rasta su vrsta aditiva koji su uglavnom kemijske i/ili biološke tvari dodane u hranu za ribe radi poboljšanja rasta. U intenzivnim i poluintenzivnim sustavima akvakulture, promotori rasta postali su bitan dio prehrane riba u poboljšanju omjera konverzije hrane, značajnog smanjenja smrtnosti, poboljšanja probave riba itd. Iako se njihov mehanizam djelovanja razlikuje, pozitivni učinak može se izraziti kroz bolji apetit i rast, poboljšani omjer konverzije hrane, stimulaciju imunološkog sustava, poboljšani sustav samoobrane od stranih čestica, povećanu vitalnost, regulaciju intestinalne mikroflore itd. U svakom slučaju, očekivani rezultati poboljšane proizvodnje i povećanje financijske dobiti mogu se dobiti kontroliranom uporabom promotora rasta (Islam i sur., 2014). Primarni način djelovanja dodataka hrani za promicanje rasta proizlazi iz toga što oni dovode do stabilizacije higijene hrane (npr. preko organskih kiselina), a uslijed toga kontrolom mogućih patogena povoljno djeluju na sustav gastrointestinalne mikroflore (Hengl i sur., 2011; Villeda, 2013). Tako su životinje manje izložene mikrobnim toksinima i drugim neželjenim metabolitima koji potječu od mikroorganizama što omogućuje povećanu intestinalnu absorpciju esencijalnih nutrijenata, te bolji rast životinje unutar svog genetskog potencijala (Hengl i sur., 2011). Zbog činjenice da promotori rasta imaju različite mehanizme djelovanja, od velike je važnosti testirati svaku skupinu pojedinačno i predstaviti očekivane rezultate stručnjacima i uzgajivačima (Islam i sur., 2014).

1.4.1. Probiotici

Probiotici se definiraju kao pojedinačni mikroorganizmi ili grupe mikroorganizama koje imaju povoljan učinak na domaćina poboljšavajući karakteristika probavne mikroflore. Pojedine vrste bakterija, gljivica i plijesni pripadaju grupi probiotika. Postojeći probiotici mogu se svrstati u kolonizirajuće vrste (*Lactobacillus sp., Enterococcus sp., Streptococcus sp*.) i slobodne nekolonizirajuće vrste (*Bacillus., Saccharomyces cerevisiae*). Učinak probiotika je sprječavanje patogenih mikroorganizama u naseljavanju probavnog trakta. Kompeticijom za hranjive tvari u probavnom se sustavu stvaraju uvjeti koji pogoduju korisnim, a inhibiraju razvoj patogenih bakterija. Nadalje, utječu na prizvodne rezultate kroz reduciranje rizika od bolesti i poboljšavanje funkcije imunološkog sustava. Pokazuju i značajan utjecaj na morfo-funkcionalne karakteritike probavnih organa, a kao rezultat ovih utjecaja dolazi do boljeg rasta (Janječić i sur., 2013).

Probiotici koriste domaćinu poboljšavajući mu otpornost na bolesti, zdravstveno stanje, perfomanse rasta, iskorištavanje hrane, odgovor na stres ili opću vitalnost. To se postiže, barem djelomično, poboljšanjem stanja domaćina ili mikrobnom ravnotežom u okolišu (Hoseinifar i sur., 2014).

1.4.2. Prebiotici

Prebiotici se definiraju kao neprobavljene hranidbene komponente koje imaju pozitivne učinke na domaćina pri svom selektivnom rastu na način da aktiviraju određen broj bakterijskih sojeva prisutnih u probavnim organima (Janječić i sur., 2013; Hoseinifar i sur., 2014). Takvo djelovanje prebiotika poboljšava zdravlje domaćina (Hoseinifar i sur., 2014). Među najznačajnije spojeve koji pripadaju skupini prebiotika spadaju oligosaharidi, frukto-oligosaharidi, gluko-oligosaharidi i manan-oligosaharidi (Janječić i sur., 2013). Brojne studije istražile su različite aspekte primjene prebiotika u uzgajanih riba i školjaka, a rezultati su otkrili da imaju djelotvoran učinak na perfomanse rasta, mikrobiotu crijeva, imunitet i otpornost na bolesti. Važna značajka prebiotika je poboljšavanje rasta kod riba jačanjem apsorpcije aminokiselina i poboljšanje funkcionalnog integriteta membrane enterocita (Hoseinifar i sur., 2014).

Učinak prebiotika ovisi o kondiciji životinje, sastavu hrane, okolišnim uvjetima te razini i tipu prebiotika uključenih u krmne smjese (Janječić i sur., 2013). Prebiotici i probiotici mogu potpomoći imunološkoj funkciji i učinkovitosti (Gonçalves i sur., 2015).

1.4.3. Eterična ulja

Fitogeni aditivi (fitobiotici) sastoje se od tvari deriviranih iz ljekovitih biljaka (ili vrsta biljaka koje imaju pozitivan utjecaj na proizvodnju i zdravlje životinja) i uklopljeni su u hranu za životinje. Kao fitobiotici koriste se eterična ulja, cijele biljke ili dijelovi biljaka. (Hengl i sur., 2011; Janječić i sur., 2013; Villeda, 2013). Utvrđena je važna značajka fitogenih aditiva, a to je da oni poboljšavaju konzumaciju i konverziju hrane te prirast (Janječić i sur., 2013).

Prema definiciji Enciklopedijskog rječnika humanog i veterinarskog medicinskog nazivlja (2006) eterična ulja su ulja od biljaka i životinja intenzivna mirisa, terpenske i sekviterpenske strukture (Hengl i sur, 2011). Eterična ulja su hlapljiva ulja dobivena od biljaka ili njihovih dijelova hladnim prešanjem ili destilacijom vodenom parom (Villeda, 2013). U osnovi se sastoje od dviju vrsta komponenata: terpena i fenilpropena (Hengl i sur., 2011). Većina eteričnih ulja sastoji se od mješavine ugljikovodika (terpena i seskviterpena), oksigeniranih spojeva (alkohola, estera, aldehida i ketona) i mali postotak nehlapljivih ostataka (parafin, vosak i sl.) (Villeda, 2013). Neka eterična ulja predstavljaju učinkovitu zamjenu ili nadopunu sintetičkim spojevima kemijske industrije za primjenu u ljudskom zdravlju, poljoprivredi i okolišu (Chakraborty i sur., 2014). Osim što imaju antimikrobno djelovanje, eterična ulja potencijalno pružaju antioksidativne učinke, povećavaju palatabilnost, poboljšavaju funkciju crijeva i unapređuju rast (Villeda, 2013).

1.4.4. Kvasci

Dosad su brojni nespecifični imunostimulansi bili testirani u akvakulturi, poput ljekovitih biljaka, probiotika prebiotika, pčelinjih proizvoda, kvasaca, mikroalga, arapske gume i drugih. Međutim, samo se nekoliko smatra prikladnim za upotrebu u komercijalnoj akvakulturi, kao što su proizvodi na bazi beta(β)-glukana, obično dobiveni iz kvasaca ili klobuka (micelija gljiva) (Župan i sur., 2015). Kvasci sadrže različite bioaktivne komponente kao što *su β*-glukani, manoproteini, manje količine hitina i nukleinskih kiselina. Kvasci se uobičajeno koriste u akvakulturi kao promotori rasta i imunostimulansi u funkcionalnoj hrani.

Važna značajka kvasaca je poboljšanje rasta, smanjenje mortaliteta uslijed djelovanja patogena i povećanje otpornosti na bolesti, što se sve pripisuje imunostimulirajućim svojstvima kvasaca, uključujući stimulaciju humoralnih i staničnih imunoloških odgovora (Øverland i sur., 2016). β-glukani su polimeri glukoze (Ringø i sur., 2012). Sastoje se od molekula glukoze povezanih β-glukozidnim vezama. Jedna vrsta β-glukana najčešće se dobiva od kvasaca, dok se druga vrsta dobiva od ječma (Janječić i sur., 2013).

1.4.5. Nukleotidi

Nukleotidi su građevne jedinice nukleinskih kiselina. Za razliku od neophodnih aminokiselina, nukleotidi su endogeno sintetizirani i ne smatraju se esencijalnim nutrientima, ali prehrambene nukleinske kiseline mogu djelomično koristiti životinje te na taj način utjecati na rast i ravnotežu dušika (Øverland i sur., 2016). Ribe hranjene nukleotidima nadopunjenom hranom, općenito su pokazale pojačanu otpornost na virusnu, bakterijsku i parazitnu infekciju (Li i Gatlin, 2006; Ringø i sur., 2012). Ističe se da ih se smatra poluesencijalnim hranjivim tvarima tijekom perioda nedostatka hrane, brzog rasta i imunološkog stresa (Øverland i sur., 2016). Nadalje, istraživanja dijetetskih nukleotida kod riba pokazala su da oni mogu poboljšati rast u ranim fazama razvoja (Li i Gatlin, 2006; Ringø i sur., 2012).

1.5. Ciljevi istraživanja

Svrha ovog rada je istražiti utjecaj jednog komercijalnog preparata kao promotora rasta na jednogodišnjoj komarči *Sparus aurata.*

Ciljevi su sljedeći:

1. odrediti da li preparat ima utjecaj na ukupnu duljinu tijela jedinaka,
2. odrediti da li preparat ima utjecaj na ukupnu masu tijela jedinaka.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Lokacija pokusa

Pokus se proveo na Cromarisovom uzgajalištu Lamjana (Slika 1.) u blizini uvale Lamjane na otoku Ugljanu. Otok Ugljan pripada unutrašnjem nizu zadarskih otoka. Nalazi se između zadarskog obalnog pojasa i otoka Iža od kojih ga dijeli Zadarski kanal i Srednji kanal. Pripada tipu sredozemne klime s jakim utjecajem mora (Magaš i Faričić, 2000). Uvala Mala Lamjana je široka 714 m i duga 1800 m. Najveća joj je dubina 37 m te se smatra razmjerno plitkom uvalom. Temperatura mora na dubini od 2 m kreće se od minimalno 10 ºC do maksimalno 24,5 ºC, salinitet iznosi oko 38 ‰ (Čolak, 2009).



Slika 1. Uzgajalište Lamjana (www.cromaris.hr)

2.2. Kreiranje pokusa

U pokusu je korištena komarča *Sparus aurata*. Mlađ je bila podrijetlom iz Grčke, nasađena u travnju 2016. godine. Riba je nasađena u mrežne kaveze na plivajućoj konstrukciji, a nasadna masa mlađi iznosila je 3 g. Pokus je trajao šest mjeseci, početak je bio 6. 9. 2016. godine, a kraj 16. 2. 2017. godine. Za potrebe pokusa, sva istraživana riba uzeta je iz istog proizvodnog kaveza pa su formirana dva kaveza veličine 9x5 m, volumena 225 m^3 sa po 1000 jedinki početne mase od 60 g u svakom.

Nakon formiranja napravljena je biometrija i provjereno je postoji li razlika između formiranih grupa. Mjerena je ukupna duljina tijela (cm), od vrha glave do vanjskog ruba repne peraje te ukupna masa tijela (g) jedinki na digitalnoj vagi Sartorius, mjerne skale do 1500 g s preciznošću od dvije decimale. Kavez 1 (K1) i kavez 2 (K2) hranjeni su istom hranom. U hranu za K1 se strojno umiješao preparat i dodano je riblje ulje kako bi se poboljšalo vezivanje dok je K2 služio kao kontrolna grupa. Riba je hranjena do sitosti tri puta dnevno. Svakih sedam dana prikupljani su uzorci za kontrolna mjerenja ukupne duljine tijela i mase ribe na uzorku od 20 jedinaka, a ista mjerenja na uzorku od 100 jedinaka obavljana su tri puta;6. 9., 7. 10. i 6. 12. 2016. godine.

Uzorci su prikupljani metodom umanjivanja volumena, a zatim se iz umanjenog volumena uzorak lovio povlačnom mrežom. Iz mreže se ulovljena riba prebacivala u posude s anestetikom (Triacaine) i pothladila se u posudama s ledom. Pratio se rast ribe, kako bi se otkrilo djelovanje preparata na rast. Svakodnevno se mjerila temperatura mora i kisik.

Indeks kondicije

Kondicija označava fizičko stanje ribe kao posljedicu duljinsko – masenog odnosa i izražava se koeficijentom kondicije. Analizirajući promjene ovoga indeksa moguće je pratiti određena stanja ribe uvjetovana čimbenicima okoliša, dostupnošću hrane i dr. Indeks kondicije je izračunat s pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta:

$$IK = W / Lt^{-3} \times 100 \text{ (Bavčević, 2014).}$$

gdje je:

W – ukupna masa tijela ribe u gramima

Lt - ukupna duljina tijela ribe u centimetrima

Preparat

Preparat čiji se učinak istraživao ovim pokusom koristi se kao promotor rasta i kao antiparazitik u peradarskoj industriji. Certifikat o sastavu preparata:

- komercijalni proizvod: dodatak prehrani
- sastav: predmješavina aditiva
- izgled: prašak
- topljivost u vodi: netopivo
- zapaljivost: nije zapaljivo
- sastav: eterična ulja (origano, timijan, eukaliptus, lavanda), lecitin, vitamini B kompleksa, organske kiseline, nosači (kukuruzni klip, silicij)

2.3. Statistička obrada podataka

Korišteni testovi i analize u statističkoj obradi podataka su:

a) u deskriptivnoj statistici korištene su
od mjera centralne tendencije: aritmetička sredina i medijan
od mjera raspršenja: standardna devijacija
b) u inferencijalnoj statistici korištena je ANOVA (analiza varijance)

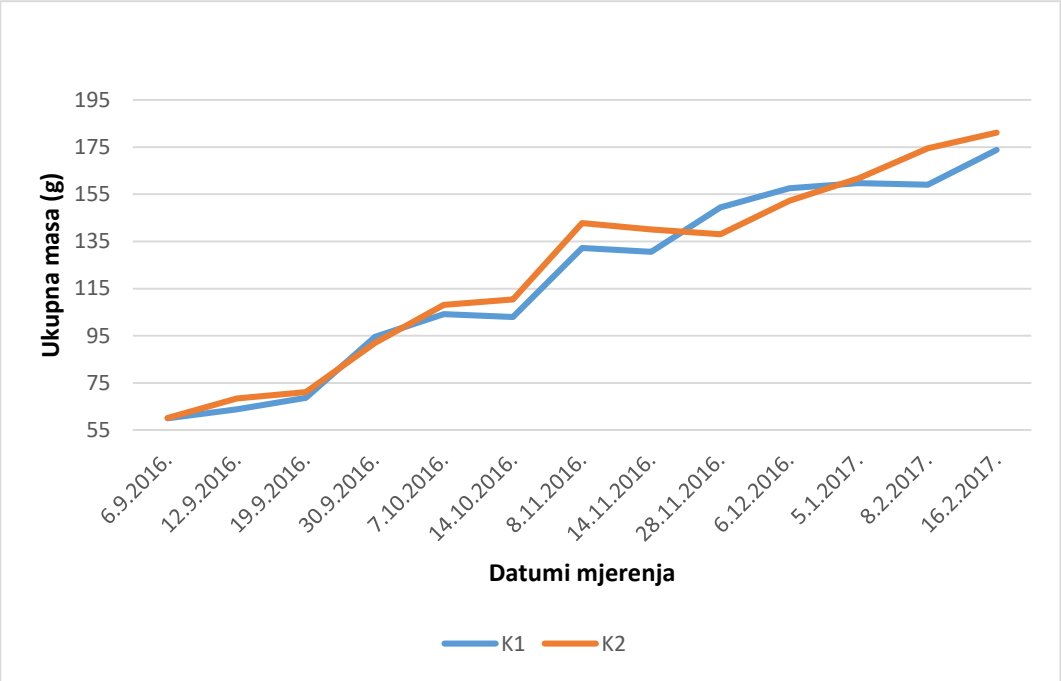
Postavljena granična razina značajnosti je $p<0,05$. Prikupljeni podaci obrađeni su uz pomoć statističkog paketa (eng. analytics software package) *Statistica* ver. 13.1 licenciranom od strane Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH. Dell Inc. (2016). Dell Statistica (data analysis software system), version 13. software.dell.com.

3. REZULTATI

Pokus je proveden na dvama kavezima (K1 i K2) kroz 13 točaka mjerenja. Od toga su: prvo (6. 9. 2016.), peto (7. 10. 2016.) i deseto mjerenje (6. 12. 2016.) obuhvaćali 100 jedinaka po uzorku; trinaesto mjerenje (16. 2. 2017.) obuhvaćalo je 50 jedinaka po uzorku, a ostalih devet uzoraka obuhvaćalo je po 20 jedinaka.

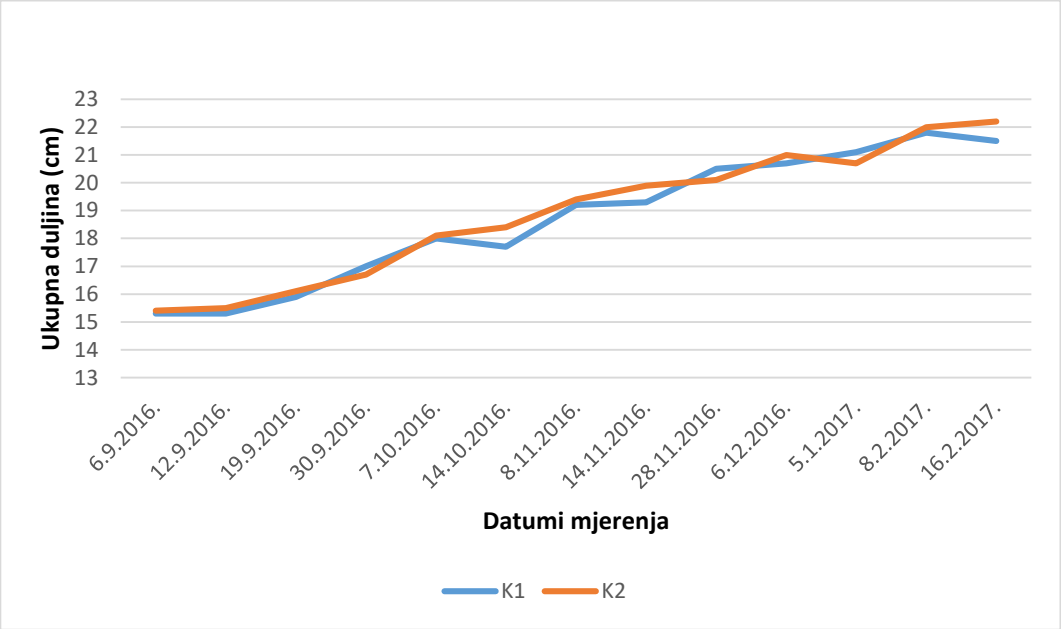
3.1. Rast u masu, duljinu i IK riba tijekom pokusa

Na slici (Slika 2.) se za cijeli period praćenja vidi tendencija da riba iz K2 ima veću masu od ribe iz K1. Ukupna masa tijela riba iz K1 kretala se u rasponu od 60 do 173,8 g. Dok se ukupna masa tijela riba iz K2 kretala u rasponu od 60,1 do 181,1 g.



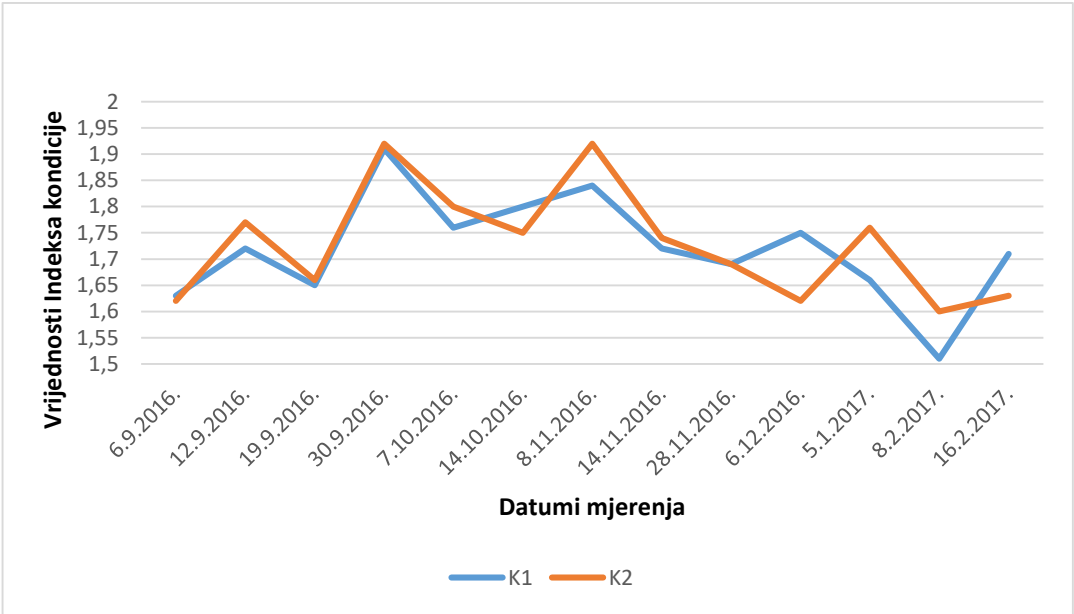
Slika 2. Rast u masu tijekom pokusa (sve točke mjerenja)

Na slici (Slika 3.) se za cijeli period praćenja vidi tendencija da je riba iz K2 veća od ribe iz K1. Ukupna duljina tijela riba iz K1 kretala se u rasponu od 15,3 do 21,8 cm. Dok se ukupna duljina tijela riba iz K2 kretala u rasponu od 15,4 do 22,2 cm.



Slika 3. Rast u duljinu tijekom pokusa (sve točke mjerenja)

Na slici (Slika 4.) je vidljivo da riba iz K2 ima veći indeks kondicije od ribe iz K1. Vrijednosti IK riba iz K1 kretale su se u rasponu od 1,63 do 1,91. Dok su se vrijednosti IK riba iz K2 kretale u rasponu od 1,62 do 1,92.

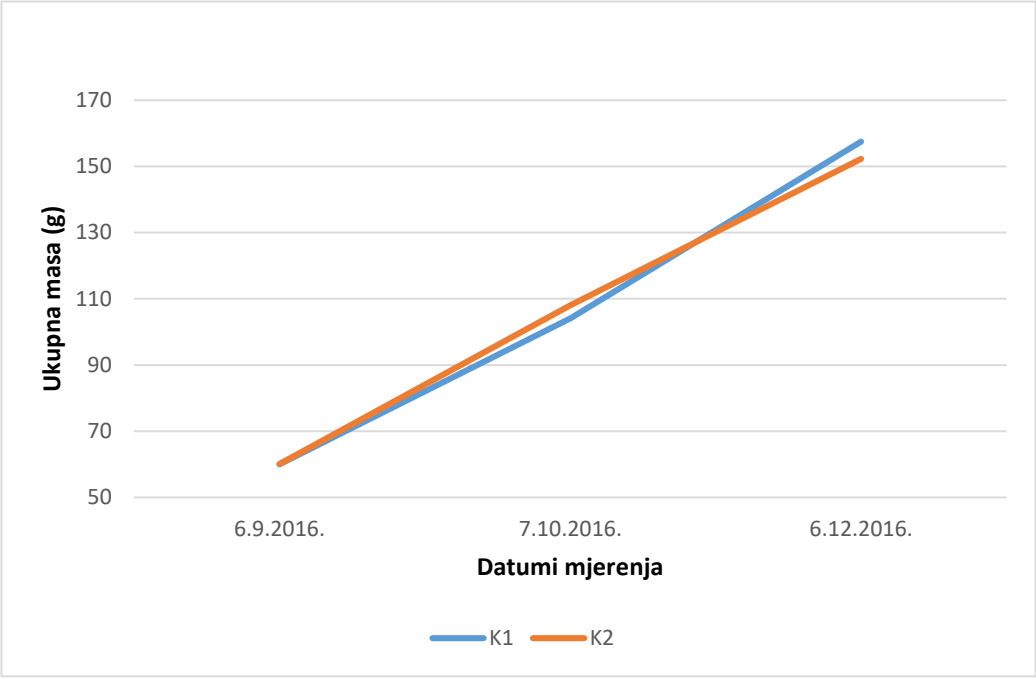


Slika 4. Rast IK tijekom pokusa (sve točke mjerenja)

3.2. Usporedba rasta u masu, duljinu i IK između velikih i malih uzoraka

Usporedba rasta u masu, duljinu i indeks kondicije između uzoraka od 100 jedinaka i uzoraka s manje od 100 jedinaka (jedan uzorak od 50 jedinaka i 9 uzoraka od 20 jedinaka). Odnosno, je li rast u masu, duljinu i IK uzoraka iz kaveza 1 (K1) veći ili manji u usporedbi s uzorcima iz kaveza 2 (K2) koji predstavlja kontrolnu grupu (Slika 5, Slika 6, Slika 7, Slika 8, Slika 9, Slika 10).

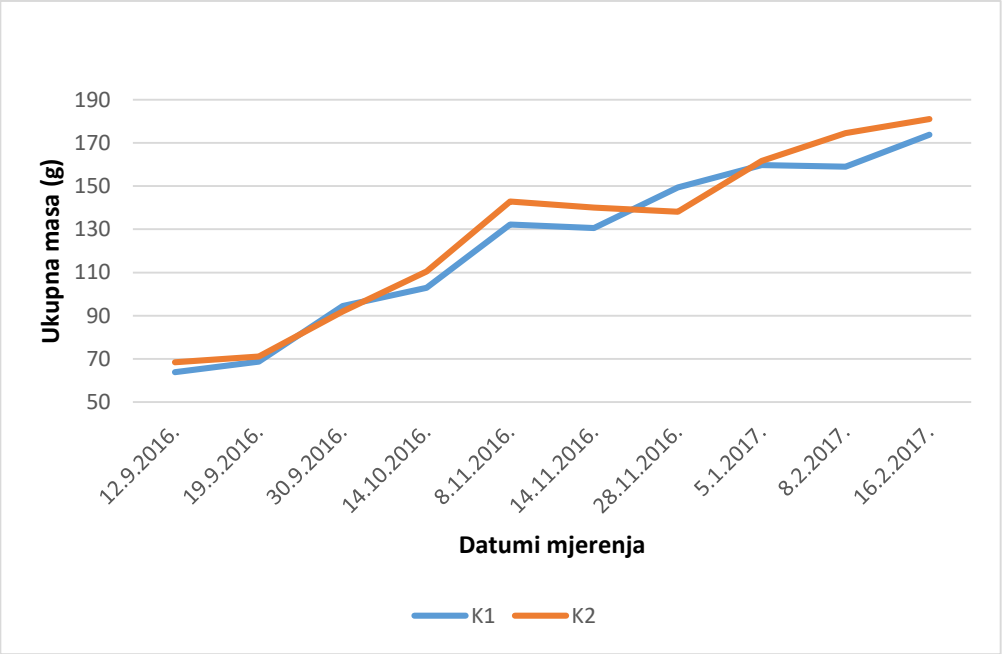
U prikazana tri uzorka od 100 komada u različitim točkama mjerenja vidljiv je različit rast u masu. U prvoj (6. 9.) i drugoj (7. 10.) vremenskoj točki mjerenja razlika rasta u masu ide u smjeru K1<K2, dok u zadnjoj točki mjerenja razlika ide obrnuto, u smjeru K1>K2. Dakle, u dvije točke mjerenja razlika rasta u masu ide u smjeru K1<K2, a samo u jednoj točki mjerenja u smjeru K1>K2 (Slika 5.).



Slika 5. Rast u masu na uzorcima od 100 jedinaka

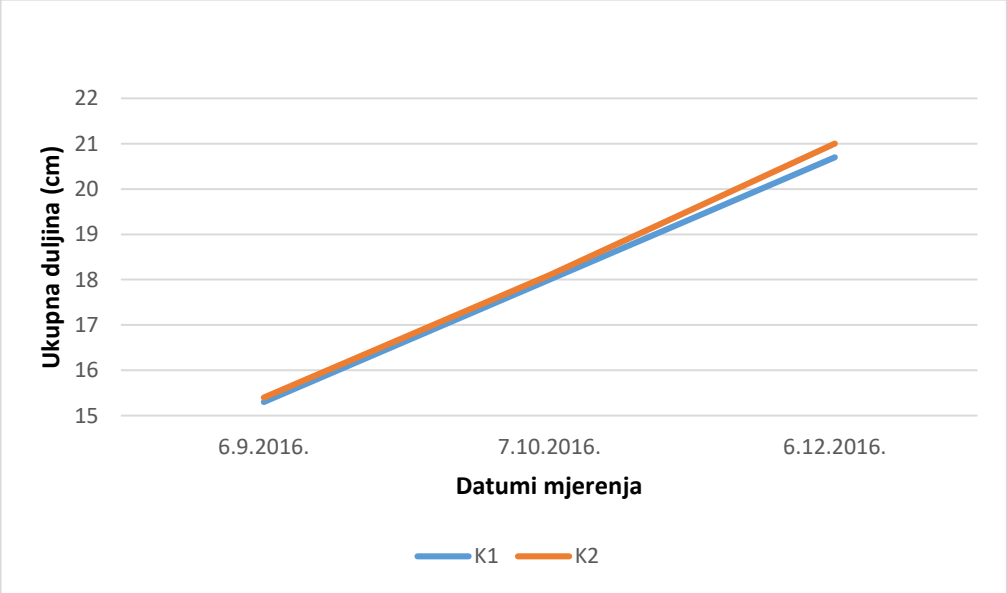
Od prikazanih deset točaka mjerenja, devet ih je rađeno na uzorku od 20 jedinaka, a posljednja deseta točka mjerenja (16. 2.) na uzorku od 50 jedinaka. U prvoj (12. 9.) i drugoj (19. 9.) vremenskoj točki mjerenja razlika rasta u masu na uzorku od 50 komada ide u smjeru K1<K2, dok u trećem mjerenju (30. 9.) razlika ide obrnuto, u smjeru K1>K2. U četvrtom

mjerenju (14. 10.), petom (8. 11.), šestom (14. 11.) razlika rasta opet ide u smjeru K1<K2, dok u sedmom mjerenju (28. 11.) razlika rasta ide u obrnutom smjeru K1>K2. U osmoj (5. 1.) devetoj (8. 2.) i u desetoj (16. 2.) točki mjerenja razlika u rastu ide u smjeru K1<K2. Dakle, u osam točaka mjerenja razlika rasta ide u smjeru K1<K2, dok samo u dvije točke mjerenja razlika ide u smjeru K1>K2 (Slika 6.).



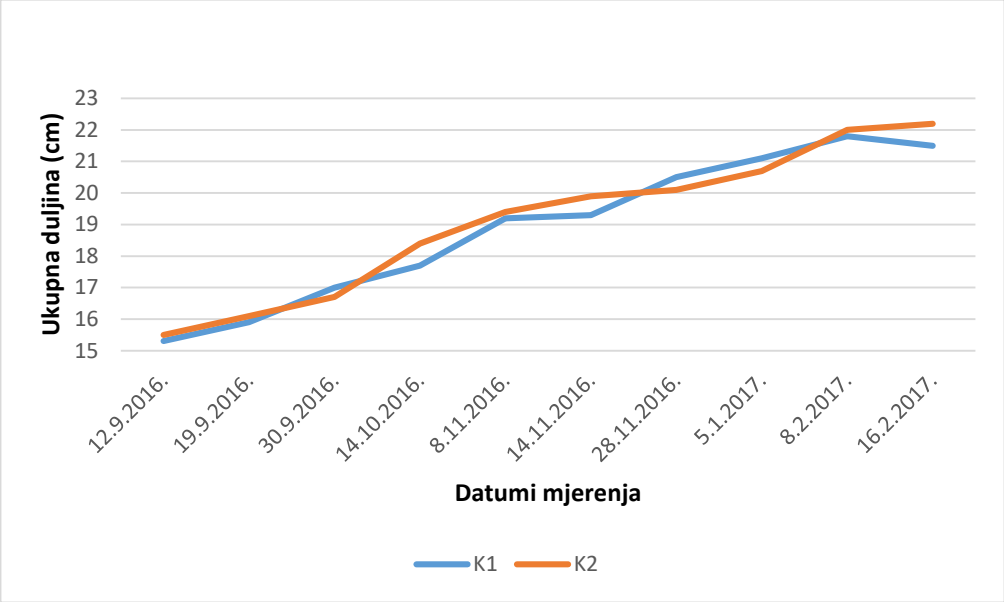
Slika 6. Rast u masu na uzorcima manjim od 100 jedinaka

U sve tri točke mjerenja (6. 9., 7. 10. i 6. 12.) razlika rasta u duljinu ide u smjeru K1<K2 (Slika 7.).



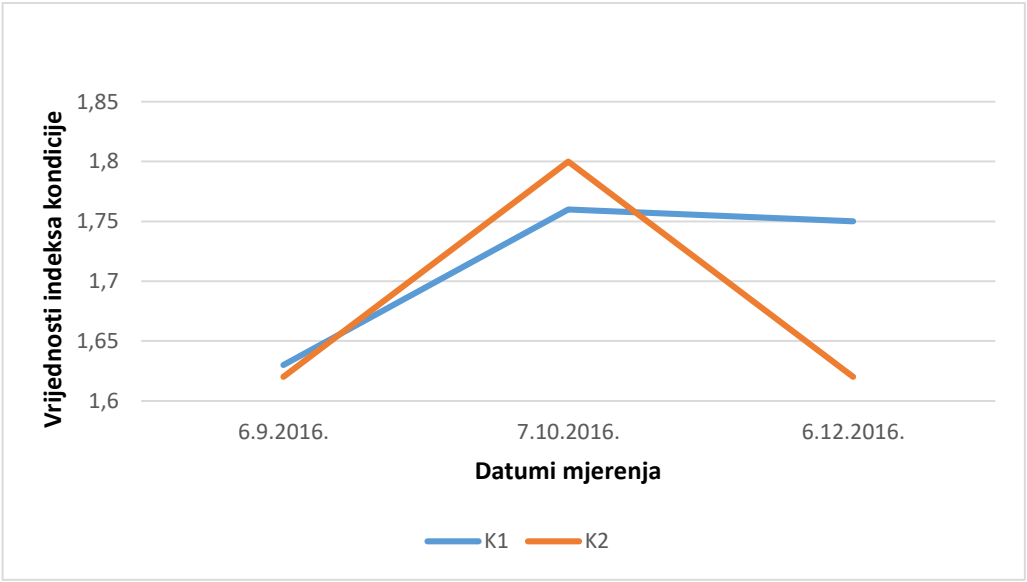
Slika 7. Rast u duljinu na uzorcima od 100 jedinaka

Od prikazanih 10 točaka mjerenja, devet ih je rađeno na uzorku od 20 jedinaka riba, a posljednja, deseta točka mjerenja (16. 2.), na uzorku od 50 jedinaka. U prvoj (12. 9.) i drugoj (19. 9.) vremenskoj točki mjerenja razlika rasta u duljinu ide u smjeru K1<K2. U trećem mjerenju (30. 9.) razlika ide u obrnutom smjeru K1>K2. U četvrtoj (14. 10.), petoj (8. 11.) i šestoj (14. 11.) i sedmoj (28. 11.) točki mjerenja razlika opet ide u smjeru K1<K2. U osmom (5. 1.) mjerenju razlika opet ide u obrnutom smjeru K1>K2, dok se u devetom (8. 2.) i desetom (16. 2.) mjerenju razlika vraća u smjeru K1<K2. Dakle, u osam točaka mjerenja razlika ide u smjeru K1<K2, dok samo u dvije točke mjerenja razlika ide u smjeru K1>K2 (Slika 8.).



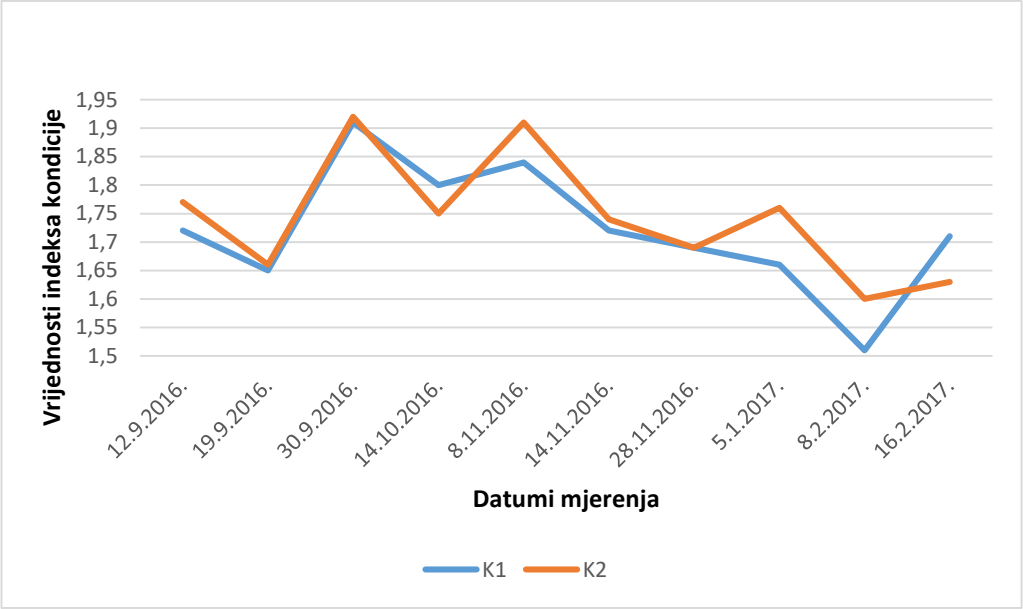
Slika 8. Rast u duljinu na uzorcima manjim od 100 jedinaka

U prikazana tri uzorka od 100 jedinaka u različitim točkama mjerenja vidljivo je variranje IK. U prvom mjerenju (6. 9.) razlika IK ide u smjeru K1>K2, dok u drugom mjerenju (7. 10.) razlika ide u smjeru K1<K2. U zadnjem mjerenju (6. 12.) razlika se opet vraća u smjeru K1>K2. Dakle, u jednom mjerenju razlika ide u smjeru K1<K2, a u dvije točke mjerenja razlika ide u smjeru K1>K2 (Slika 9.).



Slika 9. Rast indeksa kondicije (IK) na uzorcima od 100 jedinaka

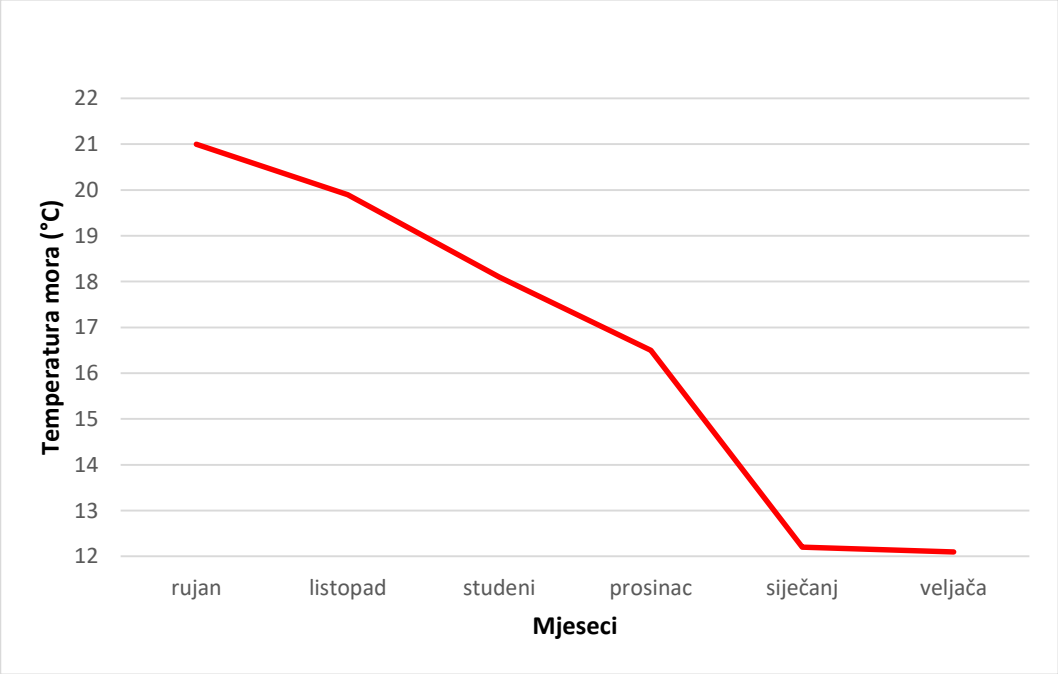
Od prikazanih deset točaka mjerenja, devet ih je rađeno na uzorku od 20 jedinaka riba, a posljednja deseta točka mjerenja (16. 2.) na uzorku od 50 jedinaka. U prvoj (12. 9.) i drugoj (19. 9.) i trećoj (30. 9.) točki mjerenja razlika IK ide u smjeru K1<K2. U četvrtom mjerenju (14. 10.) razlika ide u obrnutom smjeru K1>K2, dok u petom (8. 11.) i šestom (14. 11.) mjerenju razlika se vraća u smjeru K1<K2. U sedmom (28. 11.) mjerenju IK je jednak na uzorku iz K1 i iz K2. U osmom (5. 1.) i devetom (8. 2.) mjerenju razlika opet ide u smjeru K1<K2. U posljednjem mjerenju (16. 2.) razlika ide u obrnutom smjeru K1>K2. Dakle, u sedam točki mjerenja razlika IK ide u smjeru K1<K2, u dvije točke mjerenja razlika ide u smjeru K1> K2, dok samo u jednom mjerenju nema razlike jer je IK jednak i na uzorku iz K1 i iz K2 (Slika 10.).



Slika 10. Rast (IK) na uzorcima manjim od 100 jedinaka

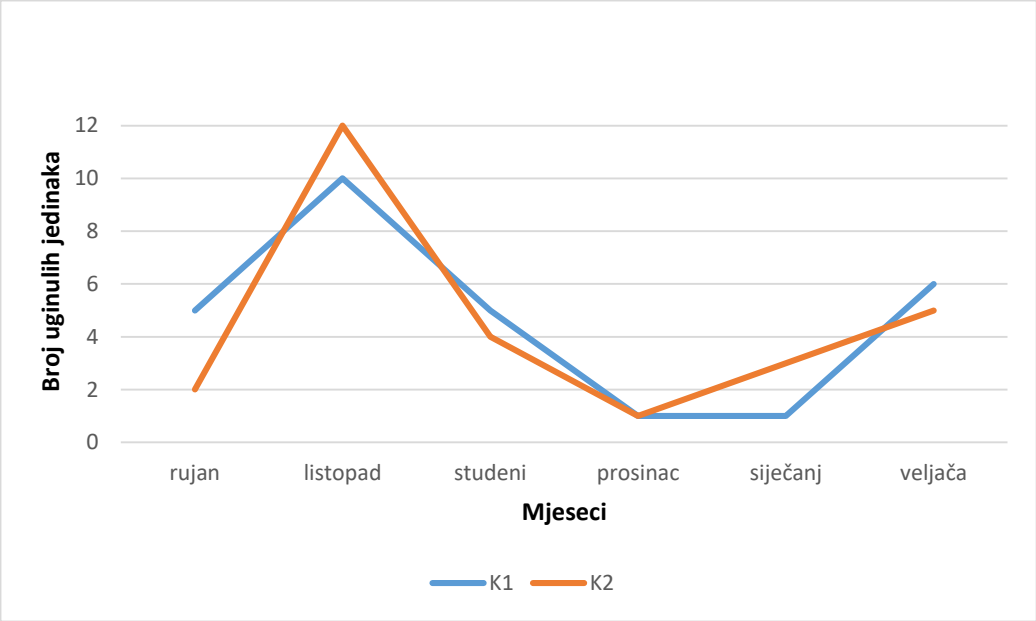
Iz prikazanih slika proizlazi da je, gledajući odvojeno, učinak preparata na rast i masu riba na uzorcima od 100 jedinaka i na uzorcima s manje od 100 jedinaka u svrhu usporedbe, jednak učinku na svim uzorcima kroz sve točke mjerenja. Gledajući sveukupni učinak preparata (prikazan na slikama), zaključujemo da je tijekom pokusa riba iz K2 (kontrolne grupe) bila veća i imala veću masu od ribe iz K1 (kojoj je u hranu bio dodan preparat).

Tijekom pokusa temperatura mora se kretala od 21 °C u rujnu, 19,9 °C u listopadu, 18,1 °C u studenom, 16,5 °C u prosincu, 12,2 °C u siječnju, te 12,1 °C u veljači. Odnosno, vidljiv je postupan pad temperature od rujna do studenog, nakon čega je od studenog do siječnja uslijedio nagli pad, a potom od siječnja do veljače neznatan pad (Slika 11.).



Slika 11. Kretanje prosječnih mjesečnih temperatura mora tijekom pokusa u području K1 i K2

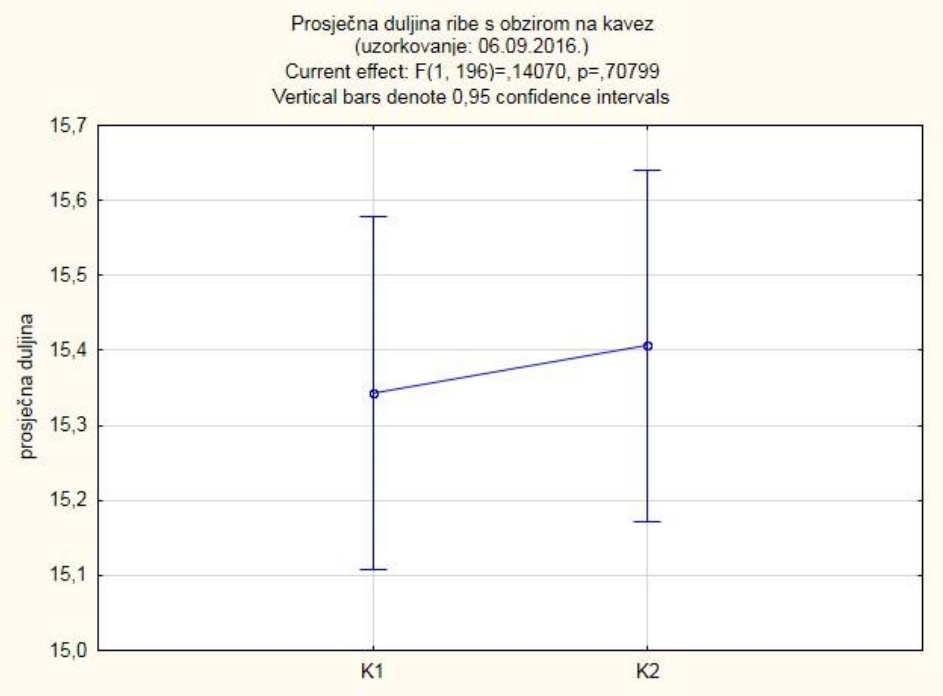
Zabilježen broj uginulih jedinaka tijekom pokusa u rujnu je iznosio 5 jedinaka u K1, a 2 jedinke u K2, u listopadu 10 jedinaka u K1, a 12 jedinaka u K2, u studenom 5 jedinaka u K1, a 4 jedinke u K2, u prosincu 1 jedinka u K1 i u K2, u siječnju 1 jedinka u K1, a 3 jedinke u K2, u veljači 6 jedinaka u K1, a 5 jedinaka u K2. Odnosno, u rujnu, studenom i veljači razlika u mortalitetu ide u smjeru K1>K2. U listopadu i siječnju razlika ide u smjeru K1<K2, dok je mortalitet u prosincu bio jednak i u K1 i u K2. Dakle, od ukupno šest mjeseci, tri mjeseca je mortalitet bio veći u K1 nego u K2, dok je dva mjeseca bio manji u K1 nego u K2, a jedan mjesec bio je jednak (Slika 12.).



Slika 12. Mortalitet riba po mjesecima tijekom pokusa

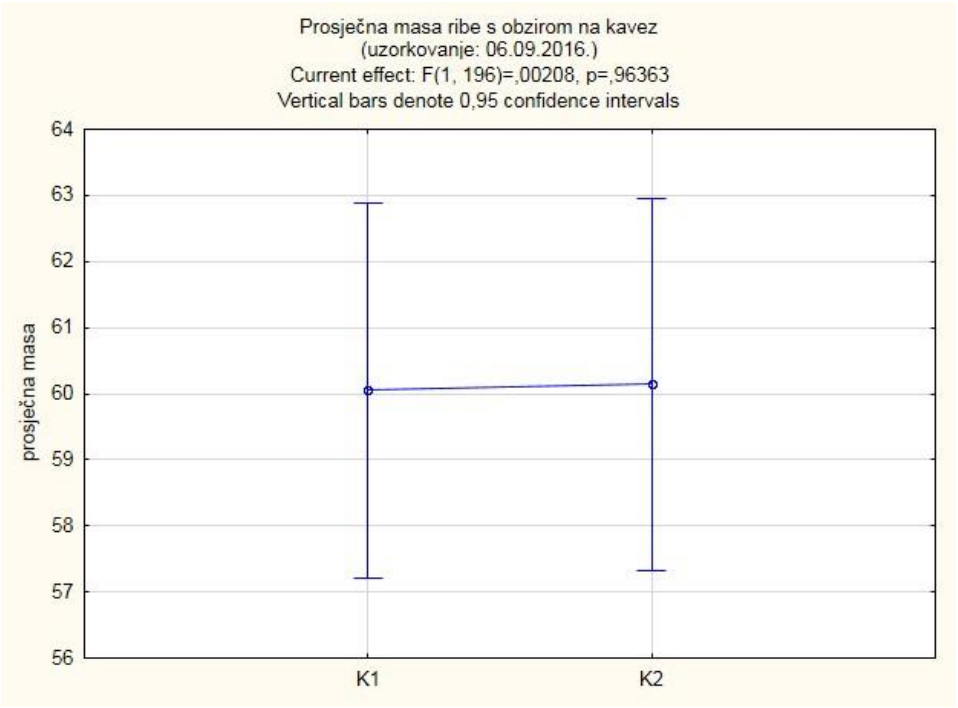
3.3. Razlike u prosječnoj ukupnoj duljini i masi tijela s obzirom na kavez

Od ukupno 13 točaka mjerenja, uzimani su podatci samo od prvog, petog, desetog mjerenja (na uzorku od 100 jedinaka) i trinaestog mjerenja (na uzorku od 50 jedinaka), dakle na većim uzorcima, kako bi se utvrdile razlike u prosječnoj ukupnoj duljini tijela i prosječnoj ukupnoj masi tijela između riba iz K1 i riba iz K2.



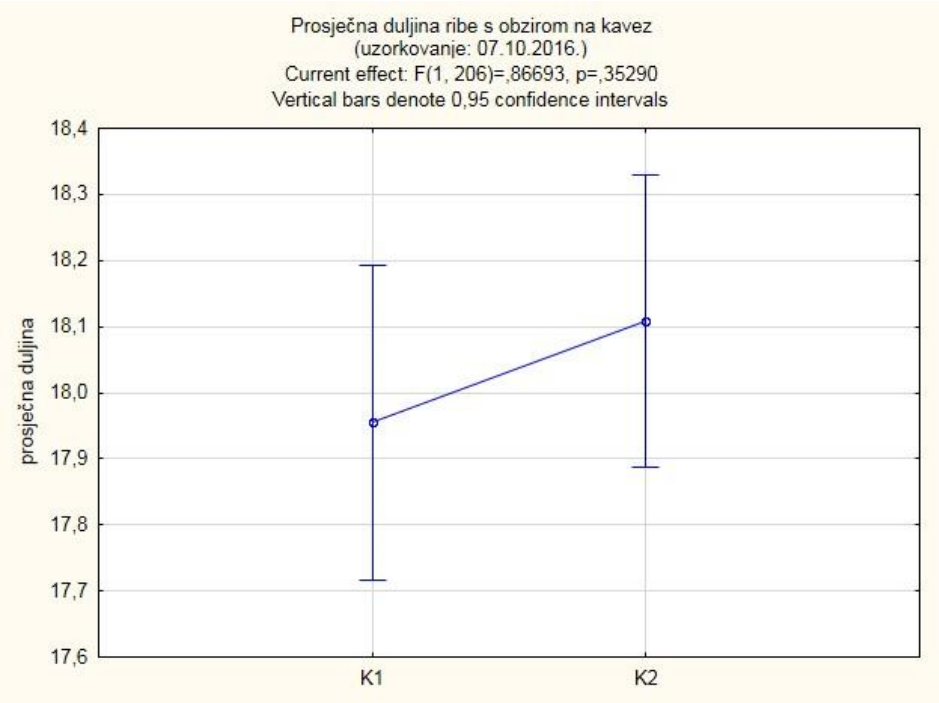
Slika 13. Prosječna ukupna duljina tijela s obzirom na kavez
(prvo mjerenje 6. 9. 2016.)

Izračunata *p* vrijednost je 0,70799, što ukazuje da nema statistički značajne razlike u prosječnoj duljini riba između K1 i K2 (Slika 13.).



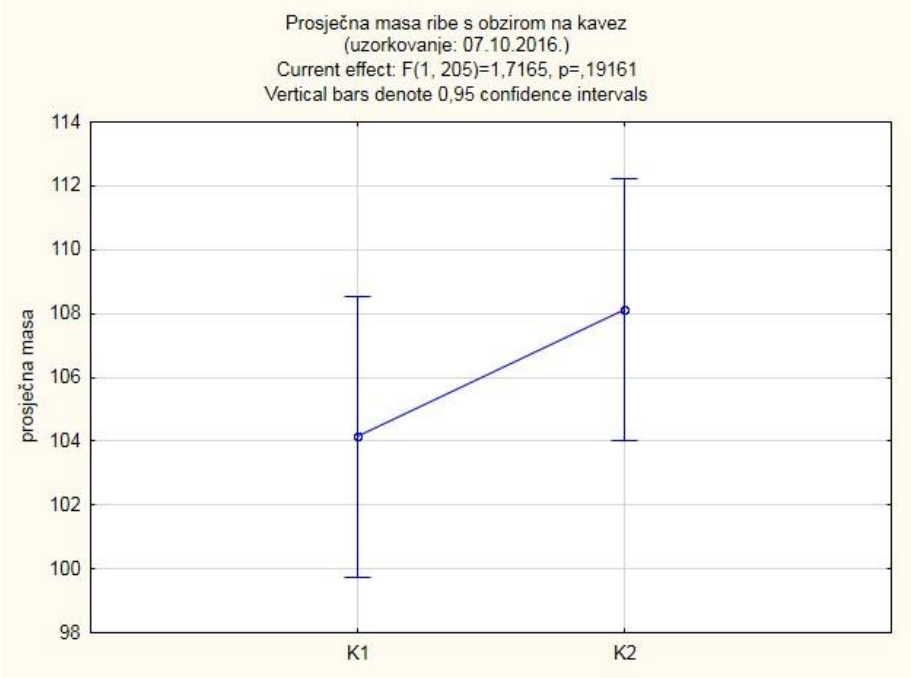
Slika 14. Prosječna ukupna masa tijela s obzirom na kavez (prvo mjerenje 6. 9. 2016.)

Izračunata p vrijednost je 0,96363, što ukazuje da nema statistički značajne razlike u prosječnoj masi riba između K1 i K2 (Slika 14.). U 09/2016. nije bilo statistički značajne razlike niti u prosječnoj duljini niti u prosječnoj masi ribe s obzirom na kavez iz kojeg potječu.



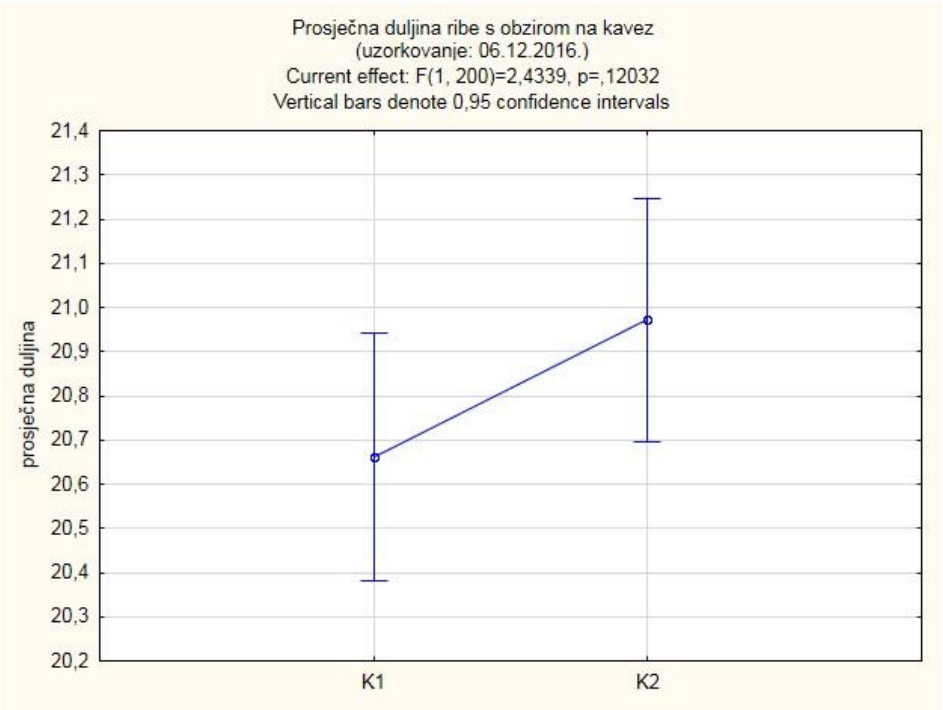
Slika 15. Prosječna ukupna duljina tijela s obzirom na kavez (peto mjerenje 7. 10. 2016.)

Izračunata p vrijednost je 0,35290, što ukazuje da nema statistički značajne razlike u prosječnoj duljini riba između K1 i K2 (Slika 15.).



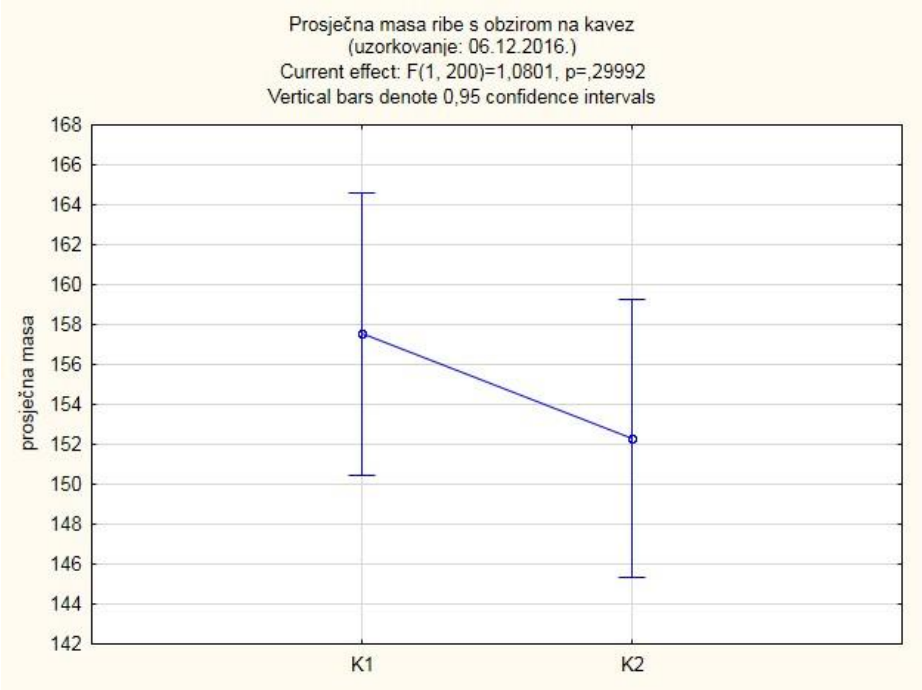
Slika 16. Prosječna ukupna masa tijela s obzirom na kavez (peto mjerenje 7. 10. 16)

Izračunata p vrijednost je 0,19161, što ukazuje da nema statistički značajne razlike u prosječnoj masi riba između K1 i K2 (Slika 16.). U 10/2016. nije bilo statistički značajne razlike niti u prosječnoj duljini niti u prosječnoj masi ribe s obzirom na kavez.



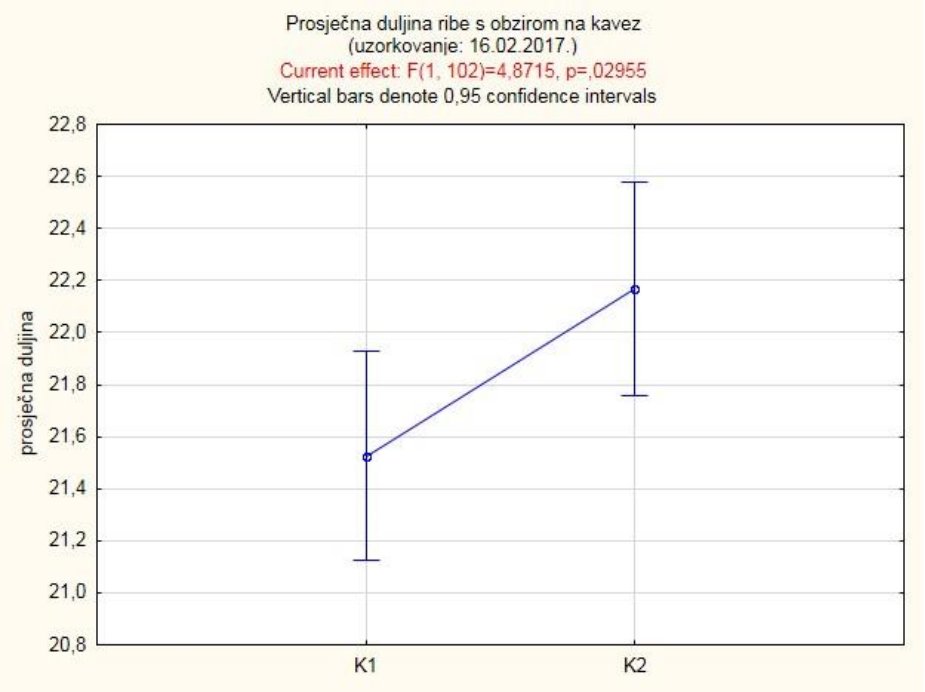
Slika 17. Prosječna ukupna duljina tijela s obzirom na kavez (deseto mjerenje 6. 12. 2016.)

Izračunata p vrijednost je 0,12032, što ukazuje da nema statistički značajne razlike u prosječnoj duljini riba između K1 i K2 (Slika 17.).



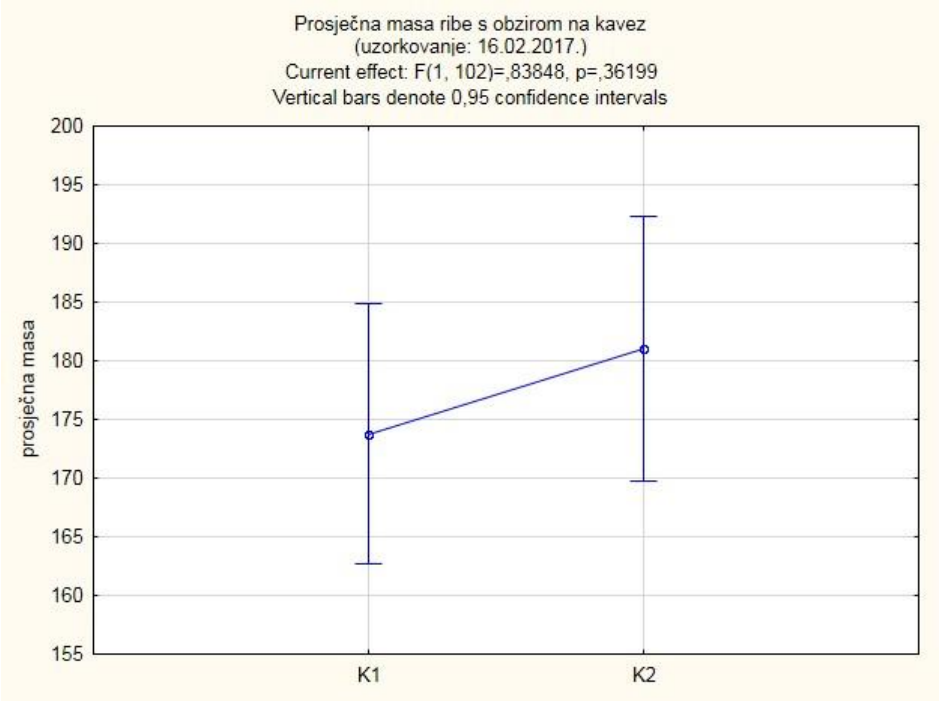
Slika 18. Prosječna ukupna masa tijela s obzirom na kavez (deseto mjerenje 6. 12. 2016.)

Izračunata p vrijednost je 0,29992, što ukazuje da nema statistički značajne razlike u prosječnoj masi riba između K1 i K2 (Slika 18.). U 12/2016. nije bilo statistički značajne razlike niti u prosječnoj duljini niti u prosječnoj masi ribe s obzirom na kavez.



Slika 19. Prosječna ukupna duljina tijela s obzirom na kavez (trinaesto mjerenje 16. 2. 2017.)

Izračunata p vrijednost je 0,02955, što ukazuje da ima statistički značajne razlike u prosječnoj duljini riba između K1 i K2 i to u korist ribe iz K2 (kontrolne grupe) (Slika 19.).



Slika 20. Prosječna ukupna masa tijela s obzirom na kavez (trinaesto mjerenje 16. 2. 2017.)

Izračunata p vrijednost je 0,36199, što ukazuje da nema statistički značajne razlike u prosječnoj masi riba između K1 i K2 (Slika 20.). Dakle, u 02/2017. riba iz K2 imala je statistički značajno veću ukupnu duljinu tijela od ribe iz K2, no nema razlike u ukupnoj masi tijela ribe između dvaju kaveza.

Iako se samo u posljednjoj točki mjerenja (02/2017) pokazala statistički značajna razlika u prosječnoj duljini i to u korist ribe iz K2, zapravo se tijekom cijelog perioda praćenja vidi tendencija da je riba iz K2 veća. Isto je i s prosječnom masom gdje je riba iz K2 kontinuirano imala veću prosječnu masu izuzev u 12/2016. kada je imala manju (ne i statistički značajno manju masu). Treba naglasiti da ovaj nalaz s prosječnom masom u 12/2016. nije u skladu s odnosom prosječne duljine ribe između dvaju kaveza u toj istoj vremenskoj točki. Općenito, težine na kraju pokusa ne idu u prilog preparatu jer je grupa hranjena preparatom (K1) statistički manje težine od kontrolne grupe (K2). Početna težina iznosila je 60 g, a završna od 170 do 180 g.

4. RASPRAVA

Rast riba u uzgoju stalan je proces za vrijeme cijelog uzgojnog perioda, a temeljni cilj samog uzgoja je prirast uzgajanih riba, koji se najčešće određuje prirastom mase riba. Prirastom u masu vezuju se organske tvari (masti, bjelančevine, ugljikohidrati), voda i suha tvar, kojima se omjer mijenja u ovisnosti o ugojenosti organizma. Mršavi organizmi u uvjetima dovoljnih količina hrane nastoje povećati udio rezervi za razdoblja kada eventualno neće biti prilike za jelo. To se prepoznaje kao ubrzani rast koji se često naziva i kompenzacijski rast. Tada, međutim, dolazi samo do kompenzacije rezervi dok se brzina rasta u duljinu odvija brzinom koja nije ovisna o gojidbenom stanju, a najčešće se opisuje indeksom kondicije (Bavčević, 2014). Pod kondicijom podrazumijevamo fizičko stanje ribe koje je posljedica duljinsko-masenog odnosa, čiji je rezultat indeks kondicije (IK). Kondicija također predstavlja vjerodostojni pokazatelj rezervne energije kod riba. Slaba je kondicija obično u vezi s nepovoljnim uvjetima u okolišu i slabom prehranom. Analizirajući promjene IK moguće je pratiti određena stanja kod riba uvjetovana čimbenicima okoliša, dostupnošću hrane, stupnjem invadiranosti parazitima. Indeks kondicije se povećava s porastom ukupne duljine tijela (Treer, 2008).

Dodatci hrani za životinje najbrže su razvijajuće područje hranidbe životinja. Pojam dodatka stočnoj hrani (aditiva) nije jasno definiran i tu se može ubrojiti velik broj spojeva. Opravdanost primjene dodataka proizlazi iz njihovog pozitivnog učinka na zdravstveno stanje životinja, kao i kvalitativnog i kvantitativnog povećanja proizvodnje preko čega se postiže neposredna korist koja nastaje smanjenjem troškova proizvodnje (Gregačević i sur., 2015). Intenzivna primjena antibiotskih promotora rasta te otpornost važnih životinjskih patogena na lijekove moraju se smatrati ozbiljnom prijetnjom za profitabilnost i održivost uzgoja životinja širom svijeta (Villeda, 2013). Lijekovi sintetskog podrijetla imaju mnoge negativne i kontinuirane nuspojave, za razliku od njih, prirodni proizvodi su utvrđeno manje toksični i sigurniji od kemijskih preparata. Veliki zahtjevi i očekivanja usmjereni su prema industriji uzgoja da uključi prirodne tvari u hranu za akvatične životinje kao pojačivače učinkovitosti hrane i promotore rasta. Povećanje učinkovitosti hrane, osobito poboljšavanjem metaboličke asimilacije prehrambenih hranjivih tvari od iznimne je važnosti u suvremenoj akvakulturi (Jeney i sur., 2015).

Osim preusmjeravanja sa sintetičkih lijekova, korištenje biljaka i biljnih ekstrakata kao alternativa antibiotskim promotorima rasta kod riba, postaje popularno i prihvatljivo zbog različitih pozitivnih učinaka kao što je učinkovita kontrola bolesti i unapređenje rasta (Syahidah i sur., 2015; Dada i Oviawe, 2011). Prirodni aditivi koji su danas u upotrebi u hranidbi životinja kao što su, na primjer, ružmarin, češnjak, crni papar, đumbir, artičoka, timijan, origano, menta, mažuran, kim, šipak, kopriva, anis, kamilica, maslačak te biljna eterična ulja ne služe samo kao stimulansi apetita i probave, već mogu utječući na fiziološke funkcije životinja, bitno unaprijediti i održati dobrim njihovo zdravstveno stanje i u konačnici značajno unaprijediti rast (Gregačević i sur., 2015). Različiti biljni ekstrakti i biljke ili njihove kombinacije, koriste se kao stimulatori apetita, promotori rasta, antimikrobna, antiparazitna, antioksidacijska i imunostimulirajuća sredstva pri in-vito i in-vivo primjenama. U usporedbi s kemoterapeutskim sredstvima, većina bilja i biljnih ekstrakata ima potencijal djelovanja protiv širokog spektra patogena te sinergistički učinak bez razvijanja otpornosti patogena na bilje (Syahidah i sur., 2015). Važno je naglasiti da nijedan patogen do danas nije razvio otpornost na djelovanje biljnih preparata (Ramudu i Dash, 2013). Neke biljke imaju snažna antivirusna, kao i antibakterijska i antigljivična svojstva. Biljke uobičajeno sadrže bjelančevine, ugljikohidrate, masti, vitamine i minerale koji su neophodni za rast životinja (Jeney i sur., 2015).

Biljke ostvaruju svoju početnu aktivnost u ishrani tako što daju okus i na taj način utječu na prehrambene navike, lučenje probavnih tekućina i ukupni unos hrane. Stimulacija probavnih sekreta uključuje slinu, probavne enzime, žuč, sluz, te se smatra važnim djelovanjem dodataka hrani (Syahidah i sur., 2015). Biljke imaju raznovrsne funkcije zbog prisustva različitih aktivnih spojeva kao što su alkaloidi, flavanoidi, pigmenti, fenoli, terpenoidi, steroidi i eterična ulja, koji igraju različitu ulogu u svakom mehanizmu fizioloških funkcija ribe. Bioaktivni spojevi pridonose boljem rastu i preživljavanju kod raznih vrsta riba (Syahidah i sur., 2015). Fitokemikalije, npr. tanini, alkaloidi i flavonoidi prisutni u ljekovitim biljkama imaju antimikrobno djelovanje, dodatno, fitomedicinski preparati omogućuju veću preciznost od kemoterapeutskih sredstava bez uzrokovanja toksičnosti (Pandey i sur., 2012). Metode primjene biljnih dodataka hrani mogu biti pojedinačne ili u kombinaciji, ili čak u mješavini s drugim imunostimulansima, putem vode ili dodataka za hranu pri čemu je pojedinačno primjenjivanje praktično kao i kombinacija (Villeda, 2013). Općenito, u

akvakulturi točne doze u primjeni preparata još nisu utvrđene (Villeda, 2013; Syahidah i sur., 2015).

Kao zamjena, kemoterapeutskim sredstvima grupa prirodnih proizvoda poznata kao fitogeni, u fokusu je intenzivnog istraživanja posljednjih godina (Villeda, 2013). Ta se grupa klasificira u četiri podgrupe – bilje, začini, eterična ulja i uljne smole. Fitogeni ostvaruju učinak na apetit životinja, konzumaciju hrane, probavljivost hranjivih tvari, zdravlje te proizvodne pokazatelje (Gregačević i sur., 2015). Fitogeni imaju sposobnost izazvati željeni „odgovor“ životinje, kako u nutritivnom smislu, tako i promjeni pH i metaboličke funkcije, te utjecati na rast jedinke (Hengl i sur., 2011). Blagotvoran učinak fitogenih supstanci na značajke rasta i iskorištavanje hrane kod kopnenih životinja temelji se na mehanizmima povezanim s poboljšanjem funkcije crijeva, antioksidativnim i antimikrobnim učincima (Villeda, 2013). Za razliku od veterinarskih lijekova koji se daju u profilaktičke i terapijske svrhe za određenu postavljenu dijagnozu, u ograničenom vremenskom razdoblju i uz obvezu poštovanja karence, fitogeni su prirodni proizvodi koje se trajno daje zdravim životinjama sa svrhom poboljšanja svojstava rasta i drugih proizvodnih svojstava (Hengl i sur., 2011). Uz spomenute prednosti tu je i nekoliko ograničenja pri upotrebi ovih dodataka pri čemu treba istaknuti kako ih nije lako standardizirati i kvantificirati zbog njihovog složenog sastava. Premda je većina sastojaka stabilna, postoje neki sastojci koji su termolabilni ili fotolabilni (Gregačević i sur., 2015). U čimbenike koji utječu na njihovo djelovanje treba ubrojiti zemljopisno podrijetlo biljke, dio biljke koji se koristio (npr. lišće, sjeme, korijen ili kora), fizički oblik fitogenog dodatka, starost biljke, genetska varijacija biljke, različitost korištenih doza te podudarnost s ostalim komponentama u hrani (Hengl i sur., 2011.; Janječić i sur., 2013).

S obzirom na to da su eterična ulja vrlo složene mješavine, njihov kemijski sastav i koncentracija mogu biti prilično različiti. Primjerice, koncentracije timola i karvakrola u timijanu prisutne su u rasponu od 3 do 60%. Zbog velikih razlika u sastavu eteričnih ulja, njihov biološki utjecaj je različit, a često u radovima nije naglašeno radi li se o uljnom ili praškastom obliku, te je li ulje ili komponenta potječu od sjemena, lista ili stabljike, a još se rjeđe navodi način dobivanja eteričnog ulja (Hengl i sur., 2011). Eteričnim uljima pripisuju se mnogobrojna svojstva, kao što su antioksidativno djelovanje, poboljšanje funkcija probave, poboljšanje okusa hrane, povećanja imunosti organizma i antimikrobna svojstva. Nadalje,

njihovo korištenje u hrani zanimljivo je zbog njihovog svojstva inhibicije rasta patogenih bakterija, zahvaljujući kojem sprječavaju bolesti koje se prenose hranom. Među najproučavanijim fenolnim spojevima su timol iz timijana i origana; cinamaldehid iz cimeta; eugenol iz češnjaka; karvakol iz origana i anetol iz anisa (Romero i sur., 2012).

Za usporedbu s rezultatima pokusa ovog diplomskog rada, Villeda (2013) istraživao je učinak mješavine eteričnih ulja na rast, probavljivost proteina i aktivnost probavnih enzima kod juvenila komarče hranjene hranom s niskim udjelom ribljeg brašna. Ta hrana formulirana je s ostalim sastojcima kako bi se ispunili nutritivni zahtjevi juvenila komarče. Proteini dobiveni iz morskih izvora (riblje brašno i koncentrat topljivih ribljih proteina) činili su 19% formule. Većina prehrambenih proteina napravljena je od biljnih sastojaka (koncentrat proteina graška, sojinog brašna, kukuruznog i pšeničnog glutena). Na temelju ove formulacije (hrana za kontrolnu skupinu) tri tipa hrane nadopunjena su komercijalnom mješavinom eteričnih ulja anisa, citrusa i origana (Biomin® P.E.P. 1000) u količini od 1,2 g/kg; slično mješavini koja je dostupna u kapsuliranom obliku (Biomin® P.E.P. MGE 150) u količini od 0,2 g/kg; isti kapsulirani proizvod u kombinaciji s autoliziranim kvascem u količini od 1 g/kg čine hranu za pokusne skupine. Tri skupine od 20 komarči, s početnom prosječnom masom od 27,9 g bile su hranjene trima tipovima dodataka tijekom 63 dana. Pokus se provodio u plastičnim kružnim tankovima (volumena 100 L) s protokom morske vode. Riba je hranjena ručno do sitosti, triput dnevno. Nakon 63 dana pokusnog hranjenja, podatci pokazuju da dodatak prehrani nije imao statistički značajan učinak (P>0.05) na povećanje tjelesne mase, višu stopu rasta, dobrovoljan unos hrane i omjer proteinske učinkovitosti u usporedbi s kontrolnom skupinom. Treba naglasiti kako se na kraju ovog pokusa ipak vidi opći trend povećanja stope rasta. Produženje perioda eksperimentalnog hranjenja moglo bi potencijalno povećati takav učinak. Na kraju pokusa, ukupne značajke rasta mogu se smatrati dobrim i unutar normalnog raspona za komarču te veličine, s vrijednostima specifične stope rasta u rasponu od 1,76 do 1,82 (%/dan). Pri svakom eksperimentalnom hranjenju, riba je imala trostruko povećanje svoje početne tjelesne mase. S obzirom na relativno visoku razinu unosa hrane u svim pokusnim skupinama, zaključak je također da dodatak nije imao značajan utjecaj na palatabilnost hrane (P>0.05). Pretpostavka je da je visok unos hrane mogao ograničiti potencijalni učinak dodavanja eteričnih ulja na palatabilnost (Villeda, 2013). U stočarskoj struci palatabilnost se prikazuje kao hedonsko povezivanje životinje s hranom ili trenutna reakcija životinje na aromu, okus, miris i teksturu hrane ili pak sklonost prema nekoj vrsti

hrane koju životinja pokazuje tijekom konzumiranja. Palatabilnost integrira aromu, miris, okus i teksturu hrane s postingestivnim učinkom hranjiva u hrani. Okus i miris omogućuje životinjama razlikovanje hrane i pruža hedonski osjećaj (okus) prilikom konzumiranja. Postingestivni učinak određuje okus koji odgovara homeostatskoj korisnosti hrane. Palatabilnost je funkcionalni odnos između okusa i postingestivnog učinka, te se mijenja u odnosu prema korisnosti hrane. Osjećaj zadovoljstva sitosti se događa kada životinja pojede odgovarajuću vrstu i količinu hranjiva i tako stvara preferentnost prema toj određenoj vrsti hrane (Rogošić, 2008).

Za razliku od rezultata istraživanja koje je proveo Villeda (2013), Zheng i sur. (2009) istraživali su učinak Orego-Stim® (komercijalnog proizvoda koji sadrži eterično ulje origana iz *Origanum heracleoticum*) na rast i antioksidativnu aktivnost kod kanalskog soma *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818). U pokusu hrana nadopunjena Orego-Stim® u količini od 0,05% povećala je značajno (P<0.05) dobitak tjelesne mase u usporedbi s kontrolnom skupinom. Također, isti dodatak hrani u količini od 0,05% značajno je povećao (P<0.05) rast kanalskog soma, u usporedbi s kontrolnom skupinom, što je ujedno bilo i najveće povećanje među svim pokusnim skupinama hranjenim hranom nadopunjenom pojedinačno s karvakolom ili timolom (aktivne komponente eteričnog ulja origana) ili s njihovom kombinacijom u istim količinama od 0,05%. Provedenim pokusom zaključilo se da Orego-Stim® dodan u hranu može djelovati kao promotor rasta, povećati antioksidativnu aktivnost kao i poboljšati otpornost na patogene.

Za usporedbu s rezultatima istraživanja Zheng i sur. (2009), Peterson i sur. (2011) istraživali su učinak mješavine eteričnih ulja (anis, citrus i origano) kao dodatka hrani. Učinak je bio povećanje dobitaka tjelesne mase koji je bio povezan s povećanim unosom hrane.

Za usporedbu s rezultatima prethodno navedenih dvaju istraživanja, Awad i sur. (2015) istraživali su učinak sjemena biljke piskavice (*Trigonella foenum graecum*) kao dodatka hrani na imunološki status i značajke rasta komarče. Komercijalni peleti (Skretting) korišteni za hranidbu komarče usitnjeni su, pomiješani s vodom koja je sadržavala odgovarajuću količinu praha od sjemena piskavice i oblikovani ponovno u pelete. Tako se dobila hrana nadopunjena s 10 g (1%), 50 g (5%) ili 100 g (10%) piskavice po kg hrane. Eksperiment se odvijao u recirkulirajućem sustavu akvarija s protokom morske vode

zapremine 250 l. Riba je hranjena dvaput dnevno do 3% svoje tjelesne mase. Nakon četiri tjedna trajanja pokusa, sve ribe hranjene hranom nadopunjenom sjemenom piskavice imale su statistički značajne razlike, u usporedbi s ribama iz kontrolne skupine u završnoj masi, dobitku na masi, specifičnoj stopi rasta i ukupnoj duljini tijela ($P < 0.05$). Prosječna masa tijela na početku pokusa bila je 8 g, a završna 18,06 g.

U provedenom pokusu ovog diplomskog rada istraživala sam samo jedan preparat kao promotor rasta, koji nije djelovao učinkovito na rast zbog neodgovarajuće kombinacije ili pogrešne doze. U navedenim se istraživanjima radi usporedbe testiralo više eksperimentalnih preparata u različitim dozama i različitim sastavima hrane. Neki od njih rezultirali su statistički značajnom razlikom u ukupnoj duljini tijela ili ukupnoj masi tijela u odnosu na kontrolnu grupu, a neke nisu u ovisnosti o različitim uvjetima pokusa.

Na osnovi dobivenih rezultata u provedenom pokusu i svim navedenim istraživanjima može se zaključiti da fitogeni dodatak hrani kao promotor rasta (različite mješavine eteričnih ulja ili samostalni biljni preparat) u ovisnosti o uvjetima u kojima se pokus provodi nekad pokazuje pozitivne učinke na poboljšanje određenih svojstava, a nekad pozitivan učinak izostane. Janječić i sur. (2013) ističu kako znanstvenici tvrde da eterična ulja kao promotori rasta imaju velik potencijal, ali samo u dobro odabranoj kombinaciji i dozi. Prema Hengl i sur. (2011) ukoliko izostane očekivani učinak mješavine eteričnih ulja na određeno svojstvo životinje, to se objašnjava time da su svojstva životinja (kopnenih ili akvatičnih) već bila superiorna i da nije bilo prostora za daljnje poboljšanje. Navedeno dovodi do eventualnog zaključka kako je utjecaj eteričnih ulja u prehrani vjerojatno izražen u slučajevima kada se možda koristi hrana slabije kvalitete, odnosno kada se životinje ne uzgajaju u optimalnim uvjetima. Prema Villeda (2013) vrlo je malo literaturnih podataka o učinku eteričnih ulja na zootehničke parametre kod riba. Prema Van Hai (2015) mehanizmi djelovanja još nisu u potpunosti poznati, stoga većina autora ne preporučuje izravno korištenje njihovih rezultata i predlaže daljnja istraživanja idealne doze, trajanja i načina primjene ovih preparata kao promotora rasta, jer su doza i trajanje primjene preparata vrlo značajni čimbenici u dobivanju željenih rezultata.

Hengl i sur. (2011) i Janječić i sur. (2013) ističu kako količina, kakvoća i sadržaj aktivne kemijske tvari u fitogenim dodacima hrani mogu varirati i bitno utjecati na reakciju

životinje, a o reakciji (prihvaćanju ili neprihvaćanju preparata i promjene u okusu hrane) u konačnici ovisi učinak ili izostanak učinka. Na taj se način objašnjava zašto se u istraživanjima javlja razlika u rastu, tjelesnoj masi i konverziji hrane. Veza između rasta i fitogena dodanih u hranu još je podložna kritikama. U konačnici, neki od čimbenika koji također mogu značajno utjecati na djelovanje ovih dodataka jesu njihovi okolišni uvjeti rasta, raznovrsnost, vrijeme berbe, zrelost biljke, metoda i trajanje konzerviranja i skladištenja, metoda ekstrakcije, kao i mikrobiološka kontaminacija te mogući antagonistički i sinergistički učinci. Način proizvodnje ulja (metoda hladnog prešanja, destilacija parom, ekstrakcija s nevodenim otapalima) mijenjaju aktivne tvari i uz njih vezane komponente u krajnjem proizvodu (Hengl i sur., 2011).

Efikasnost fitogenih promotora rasta također ovisi o nekim vanjskim i unutarnjim čimbenicima kao što su sastav hrane koja se daje ribama, okoliš, nutritivni status riba te izloženost infekciji. Aktivne komponente fitogena su sekundarni sastojci biljaka, a nazivaju se fitokemikali. Njihov pozitivan učinak na osobine rasta i zdravlje kod životinja posljedica je na prvom mjestu njihovih antimikrobnih svojstava i sposobnosti poticanja imunosti (Gregačević i sur., 2015).

5. ZAKLJUČAK

1. Rezultati ovog pokusa doveli su do zaključka da preparat nije imao pozitivan utjecaj na rast jer je tijekom cijelog pokusa bila vidljiva tendencija da riba iz K2 (kontrolna grupa) ima veću ukupnu duljinu tijela od ribe iz K1, kojoj je preparat bio dodan u hranu.

2. Ukupna masa tijela na kraju pokusa također ne ide u prilog preparatu jer je grupa hranjena preparatom bila statistički manje ukupne mase tijela od kontrolne grupe. Početna masa bila je 60 g, a završna na kraju pokusa od 170 do 180 g.

6. LITERATURA

Awad, E., Cerezuela, R., & Esteban, M. Á. 2015. Effects of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) immune status and growth performance. *Fish & shellfish immunology*, *45*(2), 454-464

Bavčević, L. 2014. Priručnik i vodič za dobru proizvođačku praksu Kavezni uzgoj lubina i komarče, Savjetodavna služba. Str. 23-56

Bogut, I., Bavčević, L., Stević, I, Adámek, Z., Franičević, V., Galović, D., Gjurčević, E., Klanjšček, T., Luzzana, U., Mareš, J., Mišlov-Jelavić, K., Pavličević, J., Pliestić, S., Šterbić, I., Tibaldi, E., Župan, B. 2016. Hranidba riba. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Str. 47-57.

Caruffo, M., Navarrete, N., Salgado, O., Díaz, A., López, P., García, K., Feijóo, G. C., Navarrete, P. 2015. Potential probiotic yeasts isolated from the fish gut protect zebrafish *Danio rerio* from a Vibrio anguillarum challenge. Frontiers in microbiology, 6.

Chakraborty, S. B., Horn, P., & Hancz, C. 2014. Application of phytochemicals as growth-promoters and endocrine modulators in fish culture. Reviews in Aquaculture, 6(1): 1-19.

Čolak, S. 2009. Pojavnost parazita cimotoidnog jednakonošca *Ceratothoa oestroides* (Risso, 1926) na uzgajanom lubinu (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu. Str. 28

Dada, A. A., & Oviawe, N. E. 2011. The use of bitter kola Garcinia kola dry seed powder as a natural growth-promoting agent for African sharptooth catfish *Clarias gariepinus fingerlings*. African Journal of Aquatic Science, 36(1): 97-100.

Fuchs, V. I., Schmidt, J., Slater, M. J., Zentek, J., Buck, B. H., & Steinhagen, D. 2015. The effect of supplementation with polysaccharides, nucleotides, acidifiers and Bacillus strains in fish meal and soy bean based diets on growth performance in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). Aquaculture, 437: 243-251.

García García, B., Rosique Jiménez, C., Aguado-Giménez, F., & García García, J. (2016). Life Cycle Assessment of Gilthead Seabream *Sparus aurata* Production in Offshore Fish Farms. Sustainability, 8(12): 1228.

Gonçalves, R., Santos, G., Zwielehner, J. 2015. A Close Look at Gut Health. Aquaculture. BIOMIN Holding GmbH, Science & Solutions. Issue 22: 7-9

Gregačević, L., Klarić, I., Domaćinović, M., Galović, D., & Ronta, M. 2015. Fitogeni aditivi u hranidbi domaćih životinja. Krmiva, 56(3): 117-123.

Hengl, B., Šperanda, M., & Kralik, G. 2011. Podizanje proizvodnih osobina i kvalitete mesa brojlera korištenjem eteričnih ulja. MESO: prvi hrvatski časopis o mesu, 13(5): 328-336.

Hoseinifar, S.H., Ringø, E., Shenavar-Masouleh, A.., Esteban, A.M. 2014. Probiotic, prebiotic and synbiotic supplements in sturgeon aquaculture: a review. Reviews in Aquaculture 6: 1–14

Islam, M. A., Alamgir, M., & Kamal, M. (2014). Safety dose of three commercially used growth promoters: nuricell-aqua, hepaprotect-aqua and rapid-grow on growth and survival of Thai pangas (*Pangasianodon hypophthalmus*). Journal of Coastal Life Medicine, 2(12): 925-930.

Janječić, Z., Gabrić, K., Karapandža, N., & Matanović, S. 2013. Zamjena antibiotika biološki djelatnim tvarima u hranidbi peradi. Krmiva, 55(1): 47-55

Jeney, G., De Wet, L., Jeney, Z., YinIn, G. 2015. Plant Extracts. In: Dietary Nutrients, Additives, and Fish Health. John Wiley & Sons, Inc. Str. 321-333.

Katavić, I. (2004). Strategic plans for the development of Croatian mariculture. *NAŠE MORE,* Znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo, 51(1-2): 6-11.

Katavić, I. (2009). Okolišni aspekti akvakulture s posebnim osvrtom na organski otpad i prihvatni kapacitet uzgajališta. Zbornik radova Uzgoj slatkovodne ribe, stanje i perspektive. Str. 45-53.

Kružić, P., Peti, A. 2015. Uzgajalište riba i školjkaša u Hrvatskoj. Seminarski rad. Sveučilište u Zagrebu; Preddiplomski studij Znanosti o okolišu; Prirodoslovno-matematički fakultet; Biološki odsjek.

Li, P., Gatlin, D. M. 2006. Nucleotide nutrition in fish: current knowledge and future applications. Aquaculture, 251(2): 141-152.

Magaš, D., Faričić, J. 2000. Geografske osnove razvitka otoka Ugljana. Geoadria, vol. 5, 49-92

Nadilo, B., 2014. Novo mrijestilište za uzgoj ribe u Ninu; Prvi započeli – sada nastoje biti i najkvalitetniji. Stručna vijest: Gradilište. Građevinar 66 (12): 141-153

Øverland, M., & Skrede, A. 2016. Yeast derived from lignocellulosic biomass as a sustainable feed resource for use in aquaculture. Journal of the Science of Food and Agriculture. 97: 733–742

Pandey, G., Madhuri, S., & Mandloi, A. K. (2012). Medicinal plants useful in fish diseases. Pl. Arch, 12(1):1-4.

Pavlidis, Michail A., Mylonas, Constantinos C. 2011. Sparidae Biology and Aquaculture of Gilthead Sea Bream and Other Species. Blackwell Publishing Ltd. str. 13-38

Peterson, B.C., Bosworth, B.G., Wood, M.L., Li, M.H. & Beltran, R. (2011) Essential oils increase weight gain in channel catfish. *Global Aquaculture Advocate* 14, 80-82.

Ramudu, K. R., & Dash, G. 2013. A review on herbal drugs against harmful pathogens in aquaculture. American Journal of Drug Discovery and Development, 3(4): 209-219.

Ringø, E., Olsen Erik, R., Vecino Gonzalez, L.J., Wadsworth, S., Kyu Song, S. 2012. Use of immunostimulants and nucleotides in aquaculture: a review. Journal of Marine Science: Research & Development. 2(1): 104

Rogošić, J. (2008). Uloga palatabilnosti u izboru hrane herbivora. *Stočarstvo*, *62*(2), 123-134.

Romero Ormazábal, J., Navarrete Wallace, P., & Feijóo, C. G. 2012. Antibiotics in aquaculture–use, abuse and alternatives. Health and environment in aquaculture. InTech. (6): 160-184

Sola, L., Moretti, A., Crosetti, D., Karaiskou, N., Magoulas, A., Rossi, A. R., Rye, M., Triantafyllidis, A., Tsigenopoulos, C. S. 2006. Gilthead seabream - Sparus aurata. In Proceedings of the WP1 workshop on Genetics of domestication, breeding and enhancement of performance of fish and shellfish, Viterbo, Italy. Str. 12-17.

Syahidah, A., Saad, C.R., Daud, H.M., Abdelhadi, Y.M. 2015. Status and potential of herbal applications in aquaculture: A review. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 14(1): 27-44

Treer T. 2008. Ihtiologija II. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Str. 87.

Treer, T., Grginović, M. 2016. Trendovi u svjetskom ribolovu i akvakulturi. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet. Str. 27.

Van Hai, N. (2015). Research findings from the use of probiotics in tilapia aquaculture: a review. Fish & shellfish immunology, 45(2): 592-597

Van Hai, N. (2015). The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: A review. Aquaculture, 446: 88-96.

Villeda, C. 2013. Effect of dietary essential oils supplementation on growth performance, protein digestibility and digestive enzymes in juvenile gilthead seabream fed a low fishmeal diet. Doktorska disertacija. Str. 7-25.

Zheng, Z.L., Tan, J.Y.W., Liu, H.Y., Zhou, X.H., Xiang, X. & Wang, K.Y. (2009) Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture* 292, 214-218.

Župan, I., Tkalčić, S., Šarić, T., Čož-Rakovac, R., Strunjak-Perović, I., Topić-Popović, N., Kardum, M., Kanski, D., Beer Ljubić, B., Matijatko, V., Poljičak-Milas, N. 2015. Supplementation with imuno-2865® in gilthead sea bream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758): Effects on hematological and antioxidant parameters. Fish & shellfish immunology, 47(1): 590-594.

Internet izvori:

www.aquatrace.eu

www.cromaris.hr

IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam diplomski rad izradila samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora prof. dr. sc. Branka Glamuzine.

Ana Čoko

Potpis

_____