Archive of SID

نسبت‌های اسیدهای چرب غیر اشباع n-۳ به n-۶ اثرات بر ترکیبات بیوشیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب بدن در ماهیان جوان کپور معمولی(*Cyprinus carpio*)

خلیل مینابی[۱]، محمد ذاکری[۱*]، جاسم غفله مرمضی[۲]، وحید یاوری[۱]، سید محمد موسوی[۱]

[۱] خرمشهر، دانشگاه علوم وفنون دریایی خرمشهر، دانشکده منابع طبیعی دریا، گروه شیلات

[۲] اهواز، پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۱۳

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات نسبت‌های مختلف اسیدهای چرب n-۳ به n-۶ در جیره غذایی بر ترکیبات بیوشیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب بدن ماهیان جوان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در طی ۵۶ روز طراحی گردید. ۲۷۰ قطعه کپور معمولی جوان با میانگین وزن اولیه ۱۶/۲۴±۰/۱۰ گرم در ۱۸ تانک توزیع گردیدند. شش جیره غذایی با محتوای پروتئین و انرژی یکسان با نسبت‌های مختلف اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ به n-۶ با جایگزینی روغن ماهی و روغن کلزا شامل نسبت ۵/۹۷ (تیمار۱)، ۳/۲۲ (تیمار۲)، ۲/۱۴ (تیمار۳)، ۱/۵۳ (تیمار۴)، ۱/۱۵ (تیمار۵) و ۰/۹۲ (تیمار۶) تهیه گردید. به استثنای محتوی چربی، سایر ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان کپور معمولی جوان در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (P>۰/۰۵). در مجموع اسیدهای چرب اشباع بدن در تیمارهای مختلف غذایی اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. محتوای اسید لینولئیک، لینولنیک، آراشیدونیک، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۶ بطور معنی‌داری با کاهش نسبت n-۳ به n-۶ در جیره غذایی، افزایش یافت. هرچند که اسید ایکوزاپنتانوئیک اسید دوکوزاهزگزانوئیک و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ در تیمار ۱ بیشترین مقدار خود را نشان دادند. همچنین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ به n-۶ تحت تأثیر تیمارهای غذایی آزمایشی قرارگرفت. بنابراین پیشنهاد می‌گردد از جیره-های غذایی با نسبت n-۳ به n-۶ بین ۱/۵ تا ۲ جهت تغذیه ماهی کپور معمولی جوان، بدلیل حفظ تعادل در مقدار انواع اسیدهای چرب در بدن، استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: نسبت n-۳ به n-۶ ، ترکیبات بیوشیمیایی بدن، پروفایل اسیدهای چرب بدن، *Cyprinus carpio*.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۶۶۳۱۲۶۰۹، پست الکترونیکی: zakeri.mhd@gmail.com

مقدمه

ماهیان همانند سایر مهره‌داران توانایی سنتز زیستی اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA, Poly unsaturated fatty acids) را ندارند. بنابراین باید این اسیدهای چرب ضروری، بوسیله جیره غذایی تأمین گردد (۶۱،۵۰). ماهیان آب شیرین جهت ساخت اسیدهای چرب غیراشباع با زنجیره بلند (HUFA, Highly unsaturated fatty acids) مورد احتیاج خود نیاز ضروری به پیش‌سازهای اسیدلینولئیک (Linoleic acid, LA) و اسیدلینولنیک (Linolenic acid, LNA) دارند (۳۵). رقابت بین اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ با سری n-۶ به عنوان پیش ماده جهت فعالیت آنزیم‌های غیراشباع کننده در فرایند متابولیسم چربی، نشان دهنده اهمیت نسبت اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ به n-۶ در جیره غذایی می‌باشد (۴۹، ۱۴). سطوح اسیدهای چرب غیراشباع سری

www.SID.ir

Archive of SID

n–۳ به n–۶ بر روی متابولیسم چربی و ترکیبات اسیدهای چرب بدن موثر می‌باشند، بعبارت دیگر میزان اسیدهای چرب غیراشباع سری n–۳ با سری n–۶ جیره غذایی بطور متقابل بر سطوح یکدیگر در بدن تأثیر می‌گذارند (۴۷، ۱۴). بطور کلی ترکیبات اسیدهای چرب بافت ماهی بوسیله نوع چربی جیره غذایی و توانایی هریک از گونه-های ماهیان در تبدیل اسیدهای چرب تأمین می‌گردد (۳۱، ۵۰).

تغذیه ماهی با جیره غذایی متعادل از نظر نسبت اسیدهای چرب غیراشباع سری n–۳ به n–۶ در جیره غذایی ماهی سیم دریایی جوان (*Sparus aurata*) باعث بهبود روند متابولیسم چربی و افزایش کارایی بهره‌برداری از چربی کبد گردید (۴۷). علاوه براین، کابالرو و همکاران به تعادل مطلوب اسیدهای چرب غیراشباع جیره غذایی جهت تأثیر بر ترکیبات اسیدهای چرب ضروری بدن اذعان داشتند (۱۸). در مطالعه‌ای با هدف بررسی اثرات اسیدهای چرب جیره غذایی بر ترکیبات اسیدهای چرب لاشه در ماهی کپور معمولی جوان (*Cyprinus carpio*) گزارش دادند که اسیدهای چرب جیره غذایی بر ترکیبات اسیدهای چرب ماهیچه تأثیر معنی‌داری دارند (۴۶). همچنین، انجی و همکاران نیز بر اهمیت وجود تعادل مناسب بین اسیدهای چرب ضروری بخصوص نسبت اسیدهای چرب غیراشباع n–۳ به n–۶ در جیره غذایی گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) تاکید کردند (۴۴). مطالعات نشان دادند که سطوح مناسب اسیدهای چرب غیراشباع سری n–۳ بر رشد مطلوب گونه‌های مختلف ماهیان موثر است. درحالیکه تأثیر اسیدهای چرب غیراشباع سری n–۶ بر روی عملکرد بدن، در بین گونه‌های مختلف متفاوت است (۱۴). اهمیت تعادل اسیدهای چرب غیراشباع سری n–۳ به n–۶ بطور عمده ناشی از اثرات برهم‌کنش اسیدلینولنیک (LNA) و اسیدلینولئیک (LA) جیره غذایی می‌باشد (۲۵). بطوریکه جهت ایجاد نسبت‌های مختلف n–۳ به n–۶ در جیره غذایی از منابع چربی گیاهی به عنوان منبع تأمین کننده اسیدلینولئیک و اسیدهای چرب غیراشباع سری n–۶ به همراه روغن ماهی استفاده می‌گردد (۱۲). استفاده از این منابع گیاهی و تنوع در نسبت انواع اسیدهای چرب ضروری منجر به تغییرات اساسی در میزان چربی و ترکیبات اسیدهای چرب بدن آبزیان در انتهای دوره پرورشی می‌گردند و این تغییرات ایجاد شده در محصول به سادگی قابل پیش‌بینی نمی‌باشند (۵۳). بررسی تأثیرات نسبت اسیدهای چرب n–۳ به n–۶ در جیره غذایی علاوه بر عملکرد رشد، جهت ارزیابی اثرات این نسبت‌ها بر تعادل نسبت اسیدهای چرب n–۳ به n–۶ و ترکیبات اسیدهای چرب بدن از اهمیت زیادی برخوردار است و این اطلاعات می‌تواند باعث ارتقای کیفیت جیره غذایی و بهره برداری از آن در افزایش تولید در صنعت آبزی پروری گردد (۱۸). ماهی کپور معمولی یکی از رایج‌ترین گونه‌های پرورشی با تولید سالانه بالا در سطح جهان است (۲۲). براساس گزارش سالیانه سازمان شیلات ایران میزان تولید و پرورش ماهیان گرمابی از ۶۱۰۸۴ تن در سال ۱۳۸۲ به ۱۶۷۸۸۳ تن در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است که از این مقدار سهم استان خوزستان ۴۵۶۸۲ تن است (۴). اگرچه کپور ماهیان تولیدات زیادی در سرتاسر جهان دارند، اما اطلاعات محدودی بر روی ترکیبات بیوشیمیایی بدن این ماهیان، بخصوص پروفایل اسیدهای چرب ضروری در دسترس است (۵۶، ۵۵ و ۴۶). این مطالعات در ایران در مراحل لاروی این گونه و یا روی سایر گونه های آب شیرین مانند *Oncorhynchus mykiss* (۲، ۶) و *Huso huso* (۵) انجام گردیده است. ترکیبات بافت و پروفیل اسیدهای چرب بدن ماهیان پرورشی عمدتاً تحت تأثیر جیره غذایی مورد استفاده می باشد (۴۵). علاوه بر این از عوامل مهم تغییر دهنده ترکیبات بدن و پروفیل اسیدهای چرب در آبزی‌پروری می‌توان به نوع منبع چربی مصرفی، میزان اسیدهای چرب جیره غذایی و توانایی ذاتی سنتز زیستی اسیدهای چرب HUFA اشاره نمود (۳۰، ۶۲ و ۶۳). لذا تحقیق حاضر در جهت بررسی تغییرات ترکیبات

www.SID.ir

Archive of SID

بیوشیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب بدن در نسبت‌های مختلف اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ به n-۶ در جیره غذایی ماهیان جوان کپور معمولی (*C. carpio*) طراحی گردید.

مواد و روشها

ماهیان مورد آزمایش و طراحی سیستم پرورشی: جهت انجام این تحقیق ۲۷۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی جوان از مرکز تکثیر آبزی گستران جنوب، واقع در۲۰ کیلومتری شوشتر، با میانگین وزن اولیه ۰/۱۰±۱۶/۲۴ گرم تهیه و پس از ۱۴ روز سازگاری با شرایط آزمایشگاه به صورت کاملاً تصادفی در ۱۸ تانک استوانه‌ای پلی اتیلنی ۳۰۰ لیتری همراه با هوادهی مناسب توزیع گردیدند. هوادهی بطور دایمی جهت نگهداری اکسیژن در حد مطلوب انجام گردید. از تناوب نوری طبیعی با ۱۴-۱۰ ساعت روشنایی و ۱۰-۱۴ ساعت تاریکی استفاده گردید. آب شهری بعنوان منبع تأمین آب، پس از ذخیره سازی در تانک‌های ۱۲۰۰ لیتری پلی اتیلنی به مدت ۴۸ ساعت جهت حذف کلر و فلوئور بشدت هوادهی شدند. در طول دوره آزمایش ماهیان کپور معمولی جوان در تیمارهای مختلف غذایی در دو نوبت در روز و در ساعات۹:۰۰ و ۱۷:۰۰ بصورت دستی تا حد سیری با جیره‌های غذایی مربوطه غذادهی گردیدند. در طی دوره آزمایش، فاکتورهای کیفی آب روزانه با استفاده از مولتی‌متر (HQ40d، آلمان) گزارش شد. میانگین درجه‌حرارت آب، ۲/۶۳±۲۶/۰۱ درجه سانتی‌گراد، pH، ۰/۱۹±۸/۰۲، هدایت الکتریکی، ۰/۲۵±۲/۳۲ میلی زیمنس بر سانتی‌متر و سطح اکسیژن محلول، ۱/۱۸±۵/۸۸ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید. طول دوره آزمایش ۸ هفته (۵۶ روز) بود.

جیره‌های غذایی آزمایشی: به منظور بررسی اثرات نسبت-های مختلف اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ به n-۶ در جیره غذایی بر ترکیبات بیوشیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب بدن ماهیان جوان کپور معمولی، ۶ تیمار غذایی با سه تکرار در نظر گرفته شد. اجزای غذایی و آنالیز بیوشیمیایی تقریبی جیره‌های غذایی در جدول ۱ آورده شده است. جیره‌های غذایی با سطح پروتئین (۰/۳۴±۳۰/۰۲ درصد) و انرژی (۰/۰۹±۱/۸۴ مگا ژول بر کیلوگرم) یکسان با سطوح مختلف نسبت‌های اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ به n-۶ قبل از شروع دوره آزمایش تهیه گردیدند. پودر ماهی و پودر سویا بعنوان منابع پروتئینی و روغن ماهی کیلکا و روغن کلزا بعنوان منابع چربی مورد استفاده قرار گرفت. سطوح مختلف نسبت های اسیدهای چرب غیر اشباع n-۳ به n-۶ در جیره های غذایی با ترکیب نسبت های متفاوت روغن ماهی با روغن کلزا تامین گردید. جدول ۲ ترکیب اسیدهای چرب جیره های غذایی را نشان می دهد. نسبت های اسیدهای چرب n-۳ به n-۶ در جیره های غذایی برای تیمار حاوی ۱۰۰ درصد روغن ماهی (تیمار ۱)، ۸۰ درصد روغن ماهی و ۲۰ درصد روغن کلزا (تیمار ۲)، ۶۰ درصد روغن ماهی و ۴۰ درصد روغن کلزا (تیمار ۳)، ۴۰ درصد روغن ماهی و ۶۰ درصد روغن کلزا (تیمار ۴)، ۲۰ درصد روغن ماهی و ۸۰ درصد روغن کلزا (تیمار ۵) و ۱۰۰ درصد روغن کلزا (تیمار ۶) به ترتیب شامل ۵/۹۷، ۳/۲۲، ۲/۱۴، ۱/۵۳، ۱/۱۵ و ۰/۹۲ بود. جیره‌های غذایی پس از ساخت، در کیسه های پلاستیکی مشکی بسته بندی و در فریزر با دمای $-20^{o}C$ تا زمان استفاده نگهداری شدند.

نمونه برداری و آنالیز ترکیبات بیوشیمیایی: قبل از شروع دوره‌ی آزمایش۱۰ عدد ماهی و در انتهای دوره نیز از هر تکرار ۳ ماهی به صورت تصادفی جهت تعیین میزان تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی لاشه اولیه و نهایی و همچنین اجزای غذایی و جیره‌های غذایی آزمایشی (سه تکرار) از روش‌های آنالیز استاندارد جزء به جزء (۸) استفاده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- اجزای غذایی (گرم در کیلوگرم وزن خشک) و آنالیز بیوشیمیایی جیره های غذایی آزمایشی (درصد)

اجزای غذایی	تیمارهای آزمایشی					
	جیره غذایی۱	جیره غذایی۲	جیره غذایی۳	جیره غذایی۴	جیره غذایی۵	جیره غذایی۶
پودر ماهی[۱]	۴۷۵	۴۷۵	۴۷۵	۴۷۵	۴۷۵	۴۷۵
پودر سویا[۱]	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰
روغن ماهی کلیکا	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	–
روغن کلزا	–	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰
گلوتن ذرت	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
آرد گندم	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰
مکمل ویتامینی[۲]	۵	۵	۵	۵	۵	۵
مکمل معدنی[۳]	۹	۹	۹	۹	۹	۹
آنتی اکسیدان[۴]	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آنالیز تقریبی جیره های غذایی (درصد)						
ماده خشک	۹۱/۸±۱/۱۶	۹۱/۹±۱/۱۴	۹۱/۸۴±۱/۱۹	۹۲/۱±۱/۲۱	۹۱/۸۸±۱/۱۰	۹۲/۰۳±۱/۱۱
پروتئین	۳۰/۱۳±۰/۳۵	۳۰/۱۰±۰/۲۶	۲۹/۹۲±۰/۲۵	۳۰/۱۰±۰/۳۳	۳۰/۰۵±۰/۲۱	۲۹/۸۷±۰/۲۴
چربی	۹/۰۲±۰/۱۳	۸/۹۴±۰/۱۸	۸/۸۴±۰/۱۴	۸/۷۹±۰/۱۶	۸/۹۵±۰/۱۵	۹/۰۸±۰/۱۷
خاکستر	۱۱/۶۶±۰/۲۱	۱۱/۶۲±۰/۲۳	۱۱/۴۶±۰/۲۶	۱۱/۸۷±۰/۲۵	۱۱/۲۵±۰/۲۷	۱۱/۲۳±۰/۲۹
فیبر	۳/۱۴±۰/۰۹	۳/۰۸±۰/۰۵	۳/۴۸±۰/۰۸	۲/۸۱±۰/۰۷	۲/۵۰±۰/۰۹	۲/۴۷±۰/۱۰
عصاره فاقد ازت[۵]	۴۶/۰۵±۰/۸۷	۴۶/۲۶±۰/۸۳	۴۶/۳۰±۰/۷۷	۴۳/۴۳±۰/۶۹	۴۷/۲۵±۰/۷۱	۴۷/۳۵±۰/۷۳
انرژی کل[۶](Mj/Kg)	۱/۹۰۸±۰/۰۶	۱/۹۰۶±۰/۰۷	۱/۹۰۶±۰/۰۹	۱/۴۹۹±۰/۰۵	۱/۹۱۳±۰/۰۴	۱/۹۱۴±۰/۰۶

[۱] پودر ماهی، ۵۲/۱۲ درصد پروتئین و ۸/۵۲ درصد چربی و پودر سویا، ۴۷/۶۹ درصد پروتئین و ۳/۷۸ درصد چربی.

[۲] هر کیلو مکمل ویتامین حاوی ویتامین‌هایA= 1200000 IU، E= 3000 IU،D3= 400000IU، K3= 1200 mg، C= 5400 mg، H2=200

[۳] هر کیلوگرم مکمل ماده معدنی شامل مواد معدنی منگنز:۲۶۰۰، مس: ۶۰۰، آهن: ۶۰۰، روی: ۴۶۰۰، سلنیوم: ۵۰، ید: ۱۰۰، کبالت: ۵۰ و کولین کلراید:

[۴] ویتامین E به عنوان آنتی اکسیدانت استفاده گردید(شرکت دانه ریزان فارس).

[۵] Nitrogen-Free Extract

[۶] انرژی کل، براساس ۰/۰۱۷، ۰/۰۳۹۸ و ۰/۰۲۳۷ مگا ژول در گرم بترتیب برای کربوهیدرات،چربی و پروتئین محاسبه گردید.

جدول۲- ترکیبات اسیدهای چرب جیره‌های غذایی آزمایشی (براساس درصد کل اسیدهای چرب، n=۳) شامل سطوح مختلف روغن ماهی و روغن کلزا

اسیدهای چرب	جیره های غذایی					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
C14:0	۳/۴۷	۲/۷۱	۲/۱۳	۱/۴۳	۰/۶۸	۰/۲۷
C16:0	۲۹/۴۵	۲۵/۲۲	۲۱/۴۸	۱۷/۲۲	۱۳/۸۰	۸/۴۸
C18:0	۵/۶۲	۴/۲۹	۳/۳۳	۲/۸۸	۱/۵۱	۰/۶۹
C20:0	۰/۶۲	۰/۸۲	۱/۰۴	۱/۲۸	۱/۵۹	۱/۸۹
C22:0	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۲۶	۰/۴۵	۰/۶۵	۰/۸۱
C24:0	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۹
∑SAFAs	۳۹/۳۱	۳۳/۲۷	۲۸/۳۲	۲۳/۳۳	۱۸/۳۲	۱۲/۲۵
C14:1n-5	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۳
C16:1n-7	۴/۰۳	۳/۱۷	۲/۴۶	۱/۷۹	۱/۱۲	۰/۶۹
C18:1n-7	۲/۳۳	۲/۸۵	۳/۳۴	۳/۸۵	۴/۱۸	۴/۶۸
C18:1n-9	۳۱/۱۸	۳۶/۱۳	۳۹/۶۱	۴۳/۱۰	۴۶/۴۵	۵۱/۳۴
C20:1n-9	۰/۴۱	۰/۵۸	۰/۷۹	۰/۹۵	۱/۴۱	۱/۷۹

www.SID.ir

Archive of SID

C22:1n-9	۰/۴۱	۰/۶۶	۰/۹۸	۱/۲۵	۱/۶۵	۱/۹۰
C24:1n:9	۰/۴۴	۰/۹۱	۱/۴۱	۱/۹۵	۲/۳۸	۲/۷۸
∑MUFAs	۳۸/۹۱	۴۴/۴۰	۴۸/۶۸	۵۲/۹۹	۵۷/۲۵	۶۳/۲۳
(LA) C18:2n-6	۲/۱۵	۴/۴۰	۶/۵۳	۸/۷۰	۱۰/۸۱	۱۲/۳۷
C20:2n-6	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱
(AA) C20:4n-6	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۷۴	۰/۶۰	۰/۵۲	۰/۳۸
∑n-6 PUFA	۳/۱۲	۵/۲۹	۷/۳۱	۹/۳۴	۱۱/۳۶	۱۲/۷۶
(LNA) C18:3n-3	۱/۹۰	۲/۶۰	۳/۵۴	۴/۴۰	۵/۲۸	۶/۱۹
C20:3n-3	۰/۹۷	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۶۹	۰/۶۲	۰/۵۱
(EPA) C20:5n-3	۹/۴۲	۸/۲۸	۷/۱۸	۶/۱۱	۵/۰۹	۴/۰۲
(DHA) C22:6n-3	۶/۳۵	۵/۲۹	۴/۱۹	۳/۱۰	۲/۰۶	۱/۰۲
∑n-3 PUFA	۱۸/۶۴	۱۷/۰۴	۱۵/۶۷	۱۴/۳۱	۱۳/۰۶	۱۱/۷۴
∑PUFAs	۲۱/۷۷	۲۲/۳۳	۲۲/۹۹	۲۳/۶۶	۲۴/۴۲	۲۴/۵۱
n-3/n-6 PUFA	۵/۹۷	۳/۲۲	۲/۱۴	۱/۵۳	۱/۱۵	۰/۹۲
AA/EPA	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۹
DHA/EPA	۰/۶۷	۰/۶۳	۰/۵۸	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۲۵

∑SFA، مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع؛ ∑MUFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه؛ ∑PUFA، مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه.

میزان رطوبت بوسیله خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۵ ^{o}C به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت تعیین گردید. خاکستر بوسیله سوزاندن نمونه‌ها در کوره در دمای ۵۵۰^{o}C به مدت ۱۲ ساعت محاسبه گردید. میزان پروتئین خام با ضرب محتوای نیتروژن نمونه در ضریب ۶/۲۵ و به روش کجلدال (Foss, 2300 Kjeltec^{TM}– سوئد) اندازه‌گیری شد. میزان چربی خام با استفاده از روش سوکسله (Soxtec 2050 – سوئد) اندازه‌گیری گردید. میزان فیبرخام از طریق هضم اسیدی و هضم قلیایی و سوزاندن نمونه‌های خشک شده در دمای ۵۵۰^{o}C به مدت ۲ ساعت محاسبه گردید. عصاره فاقد ازت از طریق روش محاسباتی تفریق مجموع میزان پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر از ۱۰۰ محاسبه گردید. انرژی کل نیز براساس حاصلضرب ۰/۰۱۷، ۰/۰۳۹۸ و ۰/۰۲۳۷ مگاژول در گرم بترتیب برای کربوهیدرات، چربی و پروتئین تعیین شد. همچنین جهت شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه جیره‌های غذایی آزمایشی به همراه لاشه بدن کپور معمولی و به منظور استری کردن چربی از روش پیشنهادی متکالف و اشمیت استفاده شد (۴۱). ۵ میلی‌لیتر سود متانولی ۲٪ (۲ گرم NaoH در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) به چربی استخراج شده اضافه شد و سپس ۱ میلی‌لیتر استاندارد (C۱۵:۰) با غلظت ppm ۱۰۰۰۰ به نمونه اضافه گردید. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرارگرفت. پس از خنک شدن محلول، ۲/۲ میلی‌لیتر محلول BF_3 (تری بور فلوراید) به ترکیب فوق اضافه شد و به مدت ۳ دقیقه در حمام آب جوش قرارگرفت. بعد از خنک شدن به مواد حاصل ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال اضافه و پس از تکان دادن مواد به آن ۱ میلی‌لیتر نمک اشباع (۳۰۰ گرم NaCl در یک لیتر آب مقطر) اضافه گردید. بعد از پدیدار شدن دو فاز جداگانه، فاز بالایی به دقت جدا گردید. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) مجهز به ستون کاپیلاری از نوع BPX 70 SGE; 120m ×0/25mm i.d., film thickness 0/25 µm و آشکارساز نوع FID استفاده گردید. دمای آشکارساز و محل تزریق به ترتیب روی ۲۶۰ و ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. ۱ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری

www.SID.ir

Archive of SID

به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید و با سرعت ۲ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد. در این روش از گاز ازت با خلوص ۹۹/۹۹٪ به عنوان گاز حامل و هوای خشک استفاده گردید. زمان اجرای عملیات دستگاه برای هر نمونه ۸۵ دقیقه بود. ترکیب پروفیل اسیدهای چرب نمونه‌ها با مقایسه با پیک استاندارد و جهت محاسبه سطح زیر پیک از نرم‌افزار Varian star chromatography software (Version 6.41) استفاده شد و نتایج به صورت درصد گزارش گردید.

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. داده‌ها در نتایج به صورت میانگین ± خطای استاندارد آورده شده است. از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) جهت اندازه‌گیری اختلاف بین تیمارهای مختلف جیره‌های غذایی استفاده گردید. برای مقایسه تفاوت بین تیمارهای مختلف در صورت همگنی واریانس‌ها، از پس آزمون دانکن (Duncan Post Hoc test) در سطح معنی داری (P≤۰/۰۵) استفاده شد.

نتایج

محتوای ترکیبات بیوشیمیایی لاشه بدن ماهیان کپور معمولی جوان (*C. carpio*) تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایشی در جدول ۳ نمایش داده شده است.

برطبق آزمون واریانس یک طرفه بجز چربی و رطوبت، سایر ترکیبات لاشه ماهیان کپور معمولی جوان (*C. carpio*) در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (P>۰/۰۵). بین میزان چربی تیمار غذایی دوم و ششم اختلاف معنی داری (P<۰/۰۵) مشاهده گردید. بالاترین و پایین‌ترین میزان چربی لاشه بدن ماهیان بترتیب در تیمارهای غذایی ۶ و ۲ ثبت گردید (P<۰/۰۵). بیشترین و کمترین میزان رطوبت بترتیب در لاشه بدن ماهیان تیمارهای غذایی ۲ و ۶ ثبت گردید. کمترین میزان ماده خشک در لاشه بدن ماهیان تیمارهای غذایی ۲ و بیشترین میزان آن در تیمار غذایی ۶ حاصل شد (P>۰/۰۵). میزان پروتئین لاشه بدن ماهیان در تیمار غذایی ۲ بیشترین میزان بود و تیمار غذایی ۶ کمترین مقدار را نشان داد (P>۰/۰۵). بالاترین میزان فیبر در لاشه ماهیان غذادهی شده با جیره غذایی ۵ مشاهده گردید (P>۰/۰۵). بالاترین و پایین ترین میزان عصاره فاقد ازت بترتیب در تیمارهای ۴ و ۵ ثبت گردید (P>۰/۰۵). بالاترین میزان خاکستر بدن در تیمار غذایی ۶ بدست آمد (P>۰/۰۵).

نتایج مقادیر ترکیبات اسیدهای چرب بدن ماهیان کپور معمولی جوان (*C. carpio*) تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایشی در جدول ۴ ارائه شده است. برطبق آزمون واریانس یک طرفه، در مجموع اسیدهای چرب اشباع بدن در تیمارهای مختلف غذایی اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (P<۰/۰۵). بین همه اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه اختلاف معنی‌دار ثبت گردید. بیشترین مجموع MUFA بطور معنی‌داری در تیمار غذایی ۶ گزارش شد. محتوای اسید لینولئیک، آراشیدونیک (AA) و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۶ بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای غذایی قرارگرفت. بیشترین و کمترین مقدار آنها بترتیب در تیمار ۶ و ۱ بود. اسید لینولنیک در تیمار غذایی ۶ بیشترین مقدار را بخود اختصاص داد. هرچند که اسید ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA)، اسید دوکوزاهزگزانوئیک (DHA) و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ در تیمار ۱ بیشترین مقدار خود را نشان دادند. مجموع PUFA بطور معنی‌داری در تیمار ۶ بیشترین و در تیمار ۱ کمترین بود (P<۰/۰۵). نسبت اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ به n-۶ تحت تأثیر تیمارهای غذایی آزمایشی قرارگرفت (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار نسبت AA به EPA در تیمار ۶ مشاهده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- ترکیبات بیوشیمیایی تقریبی بدن ماهیان کپور معمولی جوان (*C. carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ به n-۶در مدت ۵۶ روز (n=۳)

تیمارهای آزمایشی	مواد مغذی (درصد)						
	ماده خشک	رطوبت	پروتئین	چربی	فیبر	NFE	کربوهیدرات	خاکستر
اول	۲۵/۶۱±۱/۱۳	۷۴/۳۹±۱/۱۳^{ab}	۶۳/۰۴±۰/۶۴	۲۴/۷۴±۰/۳۳^{ab}	۰/۴۲±۰/۰۵	۳/۹۷±۰/۱۱	۴/۱۹±۰/۱۳	۸/۰۳±۰/۵۵
دوم	۲۴/۰۲±۱/۱۶	۷۵/۹۸±۱/۱۷^{b}	۶۳/۱۴±۰/۵۷	۲۳/۷۶±۰/۳۷^{a}	۰/۴۳±۰/۰۶	۴/۲۲±۰/۱۵	۴/۶۵±۰/۱۸	۸/۴۵±۰/۵۲
سوم	۲۴/۷۷±۰/۷۴	۷۵/۲۳±۰/۷۴^{ab}	۶۳/۰۴±۰/۵۴	۲۴/۲۶±۰/۲۵^{ab}	۰/۴۲±۰/۰۴	۴/۱۰±۰/۱۳	۴/۵۲±۰/۱۸	۸/۱۸±۰/۴۹
چهارم	۲۵/۷۷±۱/۱۲	۷۴/۲۳±۱/۰۶^{ab}	۶۳/۰۹±۰/۴۵	۲۴/۵۹±۰/۲۰^{ab}	۰/۴۲±۰/۰۷	۴/۲۴±۰/۱۷	۴/۲۶±۰/۱۹	۸/۰۶±۰/۶۷
پنجم	۲۵/۸۲±۱/۰۶	۷۴/۱۸±۱/۳۹^{ab}	۶۳/۰۴±۰/۲۹	۲۴/۸۵±۰/۳۲^{ab}	۰/۴۶±۰/۰۸	۳/۷۳±۰/۱۲	۴/۰۴±۰/۱۷	۸/۰۷±۰/۴۲
ششم	۲۶/۰۲±۱/۴۶	۷۳/۹۸±۱/۶۲^{a}	۶۲/۶۴±۰/۵۲	۲۶/۰۳±۰/۳۵^{b}	۰/۴۵±۰/۰۵	۳/۹۶±۰/۱۴	۳/۷۲±۰/۱۲	۷/۶۱±۰/۶۹
نمونه اولیه	۲۱/۰۹±۱/۱۱	۷۸/۹۱±۰/۸۹	۶۳/۳۵±۰/۸۹	۲۲/۶۶±۰/۲۱^{a}	nd	nd	۵/۲۱±۰/۳۲	۸/۷۸±۰/۴۶

میانگین±خطای استاندارد (Mean ± Standard error)، حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین گروه های آزمایشی است (P<۰/۰۵). nd= اندازه گیری نشده است.NFE= عصاره فاقد ازت.

www.SID.ir

Archive of SID

هرچند که اختلاف معنی‌داری بین این تیمار با تیمار ۵ مشاهده نگردید. نسبت DHA به EPA در تیمار ۵ بطور معنی‌داری محاسبه گردید. در این نسبت بین تیمار ۵ با تیمارهای ۱، ۲ و ۶ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است.

جدول ۴- ترکیبات اسیدهای چرب بدن(براساس درصد کل اسیدهای چرب) ماهیان کپور معمولی جوان (*C. carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف اسیدهای چرب غیراشباع n-۳ به n-۶ در مدت ۵۶ روز (n=۳)

اسیدهای چرب	تیمارهای غذایی					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
C14:0	۱/۵۷±۰/۰۴^{d}	۱/۴۹±۰/۰۳^{d}	۱/۱۴±۰/۰۴^{c}	۰/۹۹±۰/۰۳^{bc}	۰/۶۹±۰/۰۲^{b}	۰/۵۱±۰/۰۱^{a}
C16:0	۲۶/۹۸±۰/۱۱^{c}	۲۳/۷۳±۰/۱۲^{bc}	۱۹/۴۷±۰/۱۵^{b}	۱۷/۹۸±۰/۱۳^{b}	۱۰/۲۸±۰/۱۱^{a}	۷/۶۱±۰/۱۴^{a}
C18:0	۴/۸۵±۰/۰۷^{d}	۳/۱۴±۰/۰۹^{c}	۳/۶۴±۰/۱۱^{c}	۳/۰۲±۰/۰۶^{b}	۲/۹۶±۰/۰۸^{ab}	۲/۵۳±۰/۰۹^{a}
C20:0	۰/۱۰±۰/۰۰^{a}	۰/۱۵±۰/۰۰^{b}	۰/۱۶±۰/۰۰^{b}	۰/۱۷±۰/۰۰^{c}	۰/۱۹±۰/۰۰^{c}	۰/۲۷±۰/۰۰^{d}
C22:0	۰/۰۲±۰/۰۰	۰/۰۳±۰/۰۰	۰/۰۴±۰/۰۰	۰/۰۶±۰/۰۰	۰/۰۷±۰/۰۰	۰/۰۹±۰/۰۰
C24:0	۰/۰۳±۰/۰۰	۰/۰۳±۰/۰۰	۰/۰۴±۰/۰۰	۰/۰۵±۰/۰۰	۰/۰۵±۰/۰۰	۰/۰۶±۰/۰۰
∑SAFAs	۳۳/۴۸±۱/۴۵^{e}	۲۸/۵۹±۱/۲۳^{d}	۲۴/۵۱±۱/۳۶^{c}	۲۲/۲۹±۱/۳۹^{c}	۱۴/۲۶±۱/۲^{b}	۱۱/۰۹±۱/۲۱^{a}
C14:1n-5	۰/۰۹±۰/۰۰^{a}	۰/۰۶±۰/۰۰^{b}	۰/۰۵±۰/۰۰^{bc}	۰/۰۵±۰/۰۰^{bc}	۰/۰۴±۰/۰۰^{b}	۰/۰۲±۰/۰۰^{c}
C16:1n-7	۸/۸۵±۰/۴۴^{a}	۷/۰۱±۰/۶۵^{ab}	۶/۳۴±۰/۶۲^{b}	۴/۹۵±۰/۴۷^{bc}	۳/۵۵±۰/۳۱^{c}	۲/۵۰±۰/۲۴^{c}
C18:1n-7	۰/۱۶±۰/۰۲^{a}	۰/۳۴±۰/۰۱^{bc}	۰/۸۶±۰/۰۱^{b}	۱/۱۹±۰/۰۵^{c}	۱/۳۲±۰/۰۶^{cd}	۱/۶۱±۰/۰۵^{d}
C18:1n-9	۲۴/۳۸±۱/۳۲^{a}	۲۷/۴۱±۱/۷۵^{ab}	۲۸/۴۴±۱/۶۸^{ab}	۳۱/۴۱±۱/۷۱^{b}	۳۵/۲۹±۱/۵۶^{bc}	۳۹/۳۰±۱/۶۳^{c}
C20:1n-9	۱/۷۷±۰/۱۴^{a}	۳/۰۹±۰/۱۵^{b}	۴/۱۵±۰/۱۲^{c}	۴/۲۳±۰/۱۴^{c}	۵/۳۷±۰/۱۲^{d}	۵/۴۳±۰/۱۳^{d}
C22:1n-9	۰/۰۹±۰/۰۰^{a}	۰/۱۲±۰/۰۰^{a}	۰/۳۵±۰/۰۰^{b}	۰/۶۳±۰/۰۱^{c}	۰/۷۹±۰/۰۱^{d}	۰/۸۳±۰/۰۱^{e}
C24:1n:9	۰/۴۹±۰/۰۱^{c}	۰/۳۰±۰/۰۲^{a}	۰/۲۸±۰/۰۲^{a}	۰/۲۵±۰/۰۱^{a}	۰/۳۸±۰/۰۱^{b}	۰/۴۰±۰/۰۱^{b}
∑MUFAs	۳۵/۸۴±۱/۹۲^{a}	۳۸/۳۵±۱/۸۹^{ab}	۴۰/۴۹±۱/۹۶^{b}	۴۲/۷۳±۱/۹۸^{b}	۴۶/۷۷±۱/۷۵^{c}	۵۰/۱۱±۱/۸۸^{d}
(LA) C18:2n-6	۳/۲۵±۰/۱۱^{a}	۵/۴۱±۰/۲۶^{b}	۷/۸۱±۰/۴۳^{c}	۸/۲۰±۰/۳۲^{c}	۱۰/۶۱±۰/۳۵^{d}	۱۱/۱۵±۰/۳۷^{d}
C20:2n-6	۰/۴۴±۰/۰۱^{c}	۰/۳۳±۰/۰۲^{bc}	۰/۲۹±۰/۰۲^{b}	۰/۲۷±۰/۰۱^{b}	۰/۱۸±۰/۰۲^{ab}	۰/۱۴±۰/۰۱^{a}
(AA) C20:4n-6	۵/۵۳±۰/۴۳^{a}	۶/۵۶±۰/۵۱^{ab}	۷/۵۶±۰/۷۴^{b}	۷/۶۲±۰/۶۹^{b}	۷/۶۳±۰/۷۸^{b}	۷/۶۵±۰/۷۲^{b}
∑n-6 PUFA	۹/۲۳±۰/۵۴^{a}	۱۲/۳۱±۰/۵۶^{b}	۱۵/۶۷±۰/۸۶^{c}	۱۶/۱۰±۰/۹۱^{c}	۱۸/۴۳±۱/۰۸^{d}	۱۸/۹۵±۱/۰۷^{d}
(LNA) C18:3n-3	۱/۰۱±۰/۰۴^{a}	۲/۸۶±۰/۰۷^{b}	۲/۷۱±۰/۰۸^{b}	۳/۵۰±۰/۰۹^{c}	۴/۳۴±۰/۰۶^{d}	۵/۱۵±۰/۰۸^{e}
C20:3n-3	۰/۰۸±۰/۰۰^{d}	۰/۰۷±۰/۰۰^{c}	۰/۰۶±۰/۰۰^{bc}	۰/۰۵±۰/۰۰^{b}	۰/۰۴±۰/۰۰^{ab}	۰/۰۳±۰/۰۰^{a}
(EPA) C20:5n-3	۸/۴۴±۰/۲۶^{c}	۷/۳۲±۰/۴۲^{b}	۷/۲۶±۰/۴۹^{b}	۷/۲۱±۰/۵۱^{b}	۶/۱۸±۰/۳۹^{a}	۶/۱۰±۰/۴۴^{a}
(DHA) C22:6n-3	۱۱/۸۸±۰/۸۶^{c}	۱۰/۴۶±۰/۸۴^{c}	۹/۲۸±۰/۷۹^{b}	۸/۰۸±۰/۵۱^{a}	۸/۹۵±۰/۶۹^{ab}	۸/۵۵±۰/۷۴^{ab}
∑n-3 PUFA	۲۱/۴۳±۱/۳۶^{b}	۲۰/۷۱±۱/۲۴^{ab}	۱۹/۳۱±۱/۳۲^{ab}	۱۸/۸۶±۱/۲۲^{a}	۱۹/۵۲±۱/۰۹^{ab}	۱۹/۸۴±۱/۱۲^{ab}
∑PUFAs	۳۰/۶۶±۱/۹۲^{a}	۳۳/۰۴±۱/۸۴^{b}	۳۴/۹۹±۱/۹۸^{c}	۳۴/۹۷±۱/۶۷^{c}	۳۷/۹۵±۱/۸۵^{d}	۳۸/۷۹±۱/۷۹^{d}
n-3/n-6 PUFA	۲/۳۲±۰/۰۲^{c}	۱/۶۸±۰/۰۵^{bc}	۱/۲۳±۰/۰۷^{b}	۱/۱۷±۰/۰۴^{b}	۱/۰۵±۰/۰۶^{a}	۱/۰۴±۰/۰۵^{a}
AA/EPA	۰/۶۵±۰/۰۲^{a}	۰/۸۹±۰/۰۱^{b}	۱/۰۴±۰/۰۱^{c}	۱/۰۵±۰/۰۲^{c}	۱/۲۳±۰/۰۱^{d}	۱/۲۵±۰/۰۱^{d}
DHA/EPA	۱/۴۰±۰/۰۱^{c}	۱/۴۲±۰/۰۲^{c}	۱/۲۷±۰/۰۱^{b}	۱/۱۲±۰/۰۱^{a}	۱/۴۴±۰/۰۱^{c}	۱/۴۰±۰/۰۲^{c}

میانگین±خطای استاندارد (Mean ± Standard error)، حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین گروه های آزمایشی است (P<۰/۰۵).∑SFA، مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع؛ ∑MUFA، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه؛ ∑PUFA، مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

همانند تمام مهره‌داران، اسیدهای چرب غیراشباع PUFA در جیره غذایی ماهیان ضروری می‌باشند، اما میزان احتیاجات در بین گونه‌های مختلف متفاوت است (۱، ۵۷). محتوی اسیدهای چرب بافت بدن ماهیان بوسیله عوامل مختلفی تغییر می نماید. از فاکتورهای موثر بر میزان چربی و ترکیبات اسید چرب بدن ماهیان می‌توان به نوع گونه، تغذیه، ترکیبات فعال زیستی، پایه ژنتیکی، جنس و بلوغ، نوع بافت بدن و دوره گرسنگی اشاره نمود (۳، ۴۳). اندازه یا سن ماهی، وضعیت تولیدمثلی، موقعیت جغرافیایی زیست و فصل‌های مختلف نیز بر نوع و میزان اسیدهای چرب در بافت ماهی تأثیرگذار می باشند (۴۸، ۱۷). همچنین در آبزی پروری ترکیبات اسیدهای چرب ماهیان پرورشی به میزان اسیدهای چرب جیره غذایی و توانایی ذاتی سنتز زیستی اسیدهای چرب PUFA بوسیله گونه ماهی بستگی دارد (۶۲، ۶۳). تغذیه از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر محتوای چربی و ترکیبات اسیدهای چرب گونه‌های مختلف ماهیان است و می‌توان عنوان نمود که مقادیر چربی و اسیدهای چرب، بدن الگویی از جیره غذایی است (۱۶).

مقادیر ترکیبات بیوشیمیایی کل بدن ماهی کپور معمولی جوان با افزایش میزان جایگزینی روغن ماهی با روغن کلزا، از یک الگوی مشخص و روند منظم پیروی نکردند. بدین صورت که بطور معنی‌داری تنها محتوای چربی و رطوبت بدن تحت تأثیر قرارگرفت. بطورکلی می‌توان عنوان نمود که کاهش نسبت n–۳ به n–۶ در جیره‌های غذایی باعث افزایش محتوای چربی بدن در ماهیان کپور معمولی شده است. هرچند که تیمار ۲، کمترین درصد چربی را بخود اختصاص داده است. مطالعات متعددی گزارش دادند که استفاده از نسبت‌های مختلف اسیدهای چرب غیراشباع n–۳ به n–۶ یا استفاده از سطوح مختلفی از روغن‌های گیاهی (غنی از اسیدهای چرب غیراشباع سری n–۶) با روغن ماهی (حاوی اسیدهای چرب غیراشباع سری n–۳) در جیره غذایی، بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان به استثنای چربی، تأثیر ندارد (۴۲، ۲۴، ۳۷ و ۵۴). بعبارت دیگر، نسبت‌های مختلف انواع اسیدهای چرب جیره‌های غذایی، بطور مستقیم بر محتوای چربی بدن ماهی موثر است (۳۳، ۲۷ و ۶۰). هرچند که مکانیسم ایجاد کننده این تغییرات و بخصوص اثرات جایگزینی روغن ماهی بر فرایند ساخت چربی در بدن بطور کامل شناخته شده نیست (۵۹). محققان گزارش دادند که روغن‌های گیاهی جایگزین بجای روغن ماهی در جیره–های غذایی با هدف تغییر نسبت اسیدهای چرب غیراشباع n–۳ به n–۶، باعث افزایش میزان چربی در ماهیان *Pseudoplatystoma coruscans* (۳۹)، *Labeo rohita* (۵۱)، *Scophthalmus maximus* (۱۹)، *Epinephelus coioides* (۳۸)، *Sparus latus* (۳۲)، *Epinephelus malabaricus* (۵۸) و *Sander lucioperca* (۵۲) شده است.

براساس نتایج این آزمایش، روند تغییرات اسیدهای چرب بدن بازتابی مشابه با تغییرات اسیدهای چرب متناظر در جیره‌های غذایی مورد تغذیه برای هر تیمار غذایی داشت. بطوریکه مجموع SFA متناظر با جیره‌های غذایی روند کاهشی و مجموع MUFA و PUFA روندی افزایشی داشتند. گرنت و همکاران عنوان نمودند که رابطه مستقیمی بین روند تغییرات در جایگزینی سطوح مختلف روغن ماهی با روغن کلزا در جیره غذایی و تغییرات کل اسیدهای چرب بدن ماهی سالمون چینوک جوان (*Oncorhynchus tshawytscha*) وجود دارد (۲۷). همچنین برندن و همکاران اظهار داشتند که ارتباط خطی بین اکثر سطوح اسیدهای چرب موجود در جیره غذایی و لاشه بدن *Salmo salar* وجود دارد (۱۵). تغییرات میزان و نوع منبع چربی تأثیر ویژه‌ای بر ترکیبات اسیدهای چرب بدن دارد که به نوع گونه و فاکتورهای تغذیه‌ای بستگی دارد (۴۳). به نظر می‌رسد این میزان در ترکیبات اسیدهای

www.SID.ir

Archive of SID

چرب بدن ناشی از تغییرات اسیدهای چرب جیره غذایی در تیمارهای مختلف، بخصوص تغییر نسبت اسیدهای چرب n–۳ به n–۶ می باشد. روغن کلزا حاوی مقادیر بالایی از اسیدهای چرب MUFA می‌باشد. براساس گزارش میزان این اسیدهای چرب در روغن کلزا بین ۵۵ تا ۷۲ درصد کل اسیدهای چرب موجود در آن است (۵۹). همچنین حاوی مقادیر بالایی اسید اولئیک (C_{18}:۱n–۹) است (۶۰). گولر و یلدیز گزارش نمودند که بالا بودن میزان برخی از اسیدهای چرب در جیره غذایی نظیر اسید اولئیک و اسید لینولئیک باعث افزایش تجمع این ترکیبات در بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان گردید (۲۹). گرنت و همکاران اظهار داشتند که تغییرات در میزان اسید اولئیک بدن بر روی میزان کلی سطوح اسیدهای چرب MUFA بسیار تأثیر گذار می‌باشد، بطوریکه رابطه مثبت و مستقیمی با افزایش میزان روغن کلزا در جیره غذایی دارد (۲۷). هوانگ و همکاران عنوان کردند که افزایش میزان سطوح n–۶ در جایگزینی روغن کلزا در جیره غذایی *O. tshawytscha*، بطور مستقیم باعث افزایش میزان ایزومرهای اسید چرب C_{18}:۱، میزان کل اسیدهای چرب MUFA و بطور معکوس منجر به کاهش ایزومرهای اسید چرب C_{16}:۱ گردید (۳۴). اسیدهای غیراشباع MUFA از اسیدهای چرب ضروری نمی‌باشند و قابلیت تبدیل زیستی آنها از طریق بافت زنده ماهیان به اسیدهای چرب ضروری از قبیل اسید لینولئیک، اسید لینولنیک و یا اسیدهای چرب غیر اشباع PUFA سری n-۳ وجود ندارد (۶۰). بنابراین اسیدهای چرب MUFA در جیره غذایی آبزیان معمولاً جهت تأمین انرژی مورد نیاز ماهیان استفاده می گردد (۵۹). بطوریکه اسیدهای چرب MUFA جهت اکسیداسیون میتوکندریایی برای تامین انرژی در آزاد ماهیان استفاده می شود (۴۰). اسیدهای چرب غیراشباع MUFA به عنوان نوع اصلی اسیدهای چرب غالب در بافت بدن ماهیان می باشند و مقدار این اسیدهای چرب ارتباط مثبت قوی با میزان چاقی ماهیان دارد (۴۳،۳۱). در نتیجه با شناخت ترکیب اسیدهای چرب بدن ماهیان کپور جوان در مراکز پرورشی تجاری می‌توان میزان رشد و روند تولید را پیش بینی نمود. میزان اسیدهای چرب n–۶–C_{18}:۲n–۶، n–۶–C_{20}:۴n و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع PUFA سری n–۶ بدن با کاهش نسبت n–۳ به n–۶ در جیره غذایی، روند صعودی نشان دادند. همچنین با کاهش این نسبت در جیره غذایی، روند افزایشی در مقدار اسید چرب n–۳–C_{18}:۳n و نسبت اسیدهای چرب AA به EPA ثبت گردید. هرچند که میزان اسیدهای چرب n–۳–C_{20}:۵n و نسبت اسیدهای چرب سری n–۳ به سری n–۶ رابطی مستقیمی با نسبت اسیدهای چرب n–۳ به n–۶ جیره غذایی داشتند. تغییرات اسید چرب n–۳–C_{22}:۶n، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع PUFA سری n–۳ و نسبت اسیدهای چرب DHA به EPA با تغییر نسبت n–۳ به n–۶ جیره غذایی از روند منظم و الگوی مشخص تبعیت نکردند. نتایج مشابهی بر روی *Pagrus major* (۳۴)، *O. tshawytscha* (۲۷) و *O. mykiss* (۲۹) گزارش شده است. مقادیر اسیدهای چرب ضروری در محیط‌های مختلف و بسته به نوع جیره غذایی کاملاً متفاوت می باشد (۴۳). ماهی کپور معمولی پرورشی در استخر تغذیه شده با جیره غذایی فرموله شده دارای سطوح پایینی از اسیدهای چرب EPA، DHA و نسبت اسیدهای چرب سری n-۳ به n-۶ نسبت به برخی دیگر از گونه‌های ماهیان آب شیرین و شور است (۷، ۲۸ و ۲۱). همچنین گزارشاتی دیگر نیز بر پایین بودن مقدار اسیدهای چرب غیراشباع EPA و DHA در ماهیان کپور معمولی پرورشی تاکید داشته است (۷، ۱۷). دامنه تغییرات میزان PUFA در گوشت ماهیان کپور ۱۵/۷–۱۱/۶٪ کل اسیدهای چرب موجود در بافت می‌باشد (۱۳). ترکیبات اسیدهای چرب بدن در جایگزینی روغن ماهی با روغن های گیاهی بازتابی از ترکیبات اسیدهای چرب جیره غذایی می باشد (۲۳، ۲۹). اما از مهم‌ترین موانع حل نشده جایگزینی روغن ماهی در جیره غذایی آبزیان با روغن‌های گیاهی کاهش میزان اسیدهای چرب غیر اشباع PUFA

www.SID.ir

Archive of SID

سری n-۳ در ماهیچه و بدن ماهیان در انتهای دوره غذادهی می‌باشد (۵۹). روغن‌های گیاهی مختلف اثرات متفاوتی بر روی تغذیه ماهیان و سلامت آنها می‌گذارند و همچنین مسیر متابولیکی هضم و جذب متفاوتی دارند (۹). بنابراین تغذیه ماهی با روغن‌های گیاهی حاوی سطوح بالای اسیدهای چرب غیراشباع سری n–۶، می‌تواند تأثیر مهمی بر میزان اسیدهای چرب غیراشباع PUFA گوشت ماهی بخصوص کاهش سری n–۳، داشته باشند (۱۱).

اولین فاکتور تأثیرگذار بر میزان چربی و ترکیبات اسیدهای چرب، نوع گونه می‌باشد (۴۳). مقادیر DHA در جیره غذایی نسبت به میزان نهایی آن در بدن نشان دهنده توانایی ماهی کپور معمولی جوان (*C. carpio*) در سنتز زیستی اسید چرب DHA و تأمین اسیدهای چرب غیراشباع PUFA سری n–۳ است. گرنت و همکاران گزارش دادند که در همه تیمارهای غذایی ماهی سالمون چینوک جوان، تبدیل زیستی اسید چرب EPA به DHA مشاهده گردید. زیرا بطور قابل توجهی میزان EPA بدن در محصول نهایی پایین‌تر از میزان آن در جیره غذایی مربوطه ثبت شد و بطور همزمان یک افزایش در سطح اسید چرب DHA مشاهده شد (۲۷). علاوه بر این از دیگر جنبه‌های آن، ظرفیت صرفه جویی انواع مختلف اسیدهای چرب غیراشباع PUFA سری n-۳ جیره غذایی می باشد (۵۹). با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق بنظر می‌رسد که بالا بودن میزان اسید چرب غیراشباع $C_{۱۸}$:۱n–۹ در جیره غذایی باعث افزایش میزان صرفه جویی در مصرف اسیدهای چرب غیراشباع PUFA سری n-۳ گردیده است و باعث افزایش میزان این مواد مغذی مهم در محصول نهایی شده است. از عوامل مهم موثر بر اکسیداسیون اسیدهای چرب می‌توان به ظرفیت و تغییرات اکسیداسیون در گونه‌های مختلف، برتری و ترجیح برخی اسیدهای چرب نسبت به سایرین طی فرایند اکسیداسیون در گونه-های مختلف و همچنین وفور یک اسید چرب نسبت به سایر اسیدهای چرب در جیره غذایی اشاره نمود (۶۰).

ترکیبات اسیدهای چرب بدن ماهیان کپور جوان به‌طور عمده توسط جیره غذایی آنها تعیین می‌گردد (۱۰). در ماهیان بطور کلی افزایش مقدار اسیدهای چرب غیراشباع MUFA و کاهش سطوح اسیدهای چرب PUFA همراه با افزایش ضریب چاقی است (۲۰). در مطالعه کسلینگ و همکاران به کاهش سطح اسیدهای چرب PUFA در اثر افزایش میزان چاقی بدن در گونه قزل آلای رنگین کمان اشاره شده است (۳۶). ماهیان کپور پرورشی تغذیه شده با جیره‌های متعادل غذایی حاوی مقادیر متناسب اسیدهای چرب در چربی بافت ماهیچه‌ای نسبت به ماهیان تغذیه شده با غلاتی نظیر گندم بودند (۱۷،۵۶). به نظر می‌رسد استفاده از روغن‌های غنی از اسیدهای چرب غیراشباع PUFA سری n–۶ در جیره غذایی باعث افزایش رسوب اسیدهای چرب تا حد آستانه در یک بافت گردد (۶۰). بنابراین اثرات تغییر نسبت اسیدهای چرب جیره غذایی بر محصول نهایی ماهیان غیرقابل اجتناب است (۵۹). با این وجود، ارزیابی اثرات اسیدهای چرب غیراشباع PUFA سری n-۳ و سری۶-n و نسبت بین آنها بر روی متابولیسم چربی مشکل می‌باشد (۱۴). بطوریکه افزایش بیش از حد یکی از اسیدهای چرب غیراشباع PUFA ممکن است باعث ایجاد کمبود و کاهش در یکی دیگر از اسیدهای چرب غیراشباع PUFA و یا سایر اسیدهای چرب SFA و MUFA بدن گردد (۱۰).

در این تحقیق به نظر می‌رسد که ترکیبات اسیدهای چرب بدن ماهیان کپور جوان به طور عمده توسط جیره غذایی آنها تعیین می‌گردد. هرچند که استفاده از روغن‌های گیاهی در فرمولاسیون جیره‌های غذایی آبزیان توصیه می‌شود (۵۹). اما جایگزینی روغن ماهی با روغن کلزا و در نتیجه کاهش نسبت اسیدهای چرب n–۳ به n–۶ در جیره غذایی ماهیان جوان کپور معمولی نمی‌تواند بطور کامل انجام گیرد، زیرا باعث ایجاد عدم تعادل در نسبت اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA در ماهی می‌گردد (۲۶). گونه‌های مختلف ماهیان جهت رشد نرمال نیازهای

www.SID.ir

Archive of SID

متفاوتی به اسیدهای چرب غیر اشباع PUFA دارند. در حالیکه اثرات اسیدهای چرب غیراشباع PUFA سری n-۳ با سری n-۶ جهت بهبود رشد در بین گونه‌های مختلف بطور اساسی متفاوت می‌باشد (۱۴). بنابراین پیشنهاد می-گردد که جهت کاهش میزان مصرف روغن ماهی در جیره غذایی آبزیان، کاهش هزینه تولید جیره غذایی، عدم تأثیر منفی بر کیفیت نهایی بدن و کاهش میزان چربی ناخواسته از جیره‌های غذایی با نسبت n–۳ به n–۶ بین ۱/۵ تا ۲ جهت تغذیه ماهی کپور معمولی جوان، بدلیل حفظ تعادل در مقدار انواع اسیدهای چرب در بدن، استفاده گردد.

منابع

۱- احمدی فر، ا.، فدایی، م.، و عنایت غلامپور، ط.، ۱۳۹۳. اثرات منابع مختلف چربی جیره بر شاخص‌های رشد، پاسخ به تنش شوری و پارامترهای خونی در بچه ماهیان کلمه (*Rutilus rutilus caspicus* Jakowlew, 1870)، مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲، صفحات ۱۶۴–۱۵۵.

۲- جلیلی، ر.، آق، ن.، و نوری، ف.، ۱۳۹۰. اثرات جایگزینی پودر ماهی و روغن ماهی با منابع گیاهی بر رشد قزل الای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، همایش ملی تغییر اقلیم و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه، صفحه ۲۰۱.

۳- جمشید پوده، م.، اسماعیلی فریدونی، ا.، اورجی، ح.، و جانی خلیلی، خ.، ۱۳۹۳. اثرات جایگزینی روغن ماهی جیره با روغن-های گیاهی بر شاخصه‌های رشد و بازماندگی ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*)، مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳، صفحات ۳۳۷–۳۲۹.

۴- سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۳. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، معاونت توسعه و برنامه، صفحه ۶۴.

۵- فکجور، ح. ا.، ارشاد لنگرودی، ه.، و طلوعی گیلانی، م. ح.، ۱۳۸۸. مقایسه و تأثیر سطوح مختلف چربی‌های گیاهی و جانوری بر عملکرد رشد و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی فیل ماهی (*Huso huso*)، مجله شیلات، ۳ (۲)، صفحات ۹–۱.

۶- محمدی آشنانی، م.ح.، نفیسی بهابادی، م.، موحد، ع.، حسنی، ا.، و محمدی، م.م.، ۱۳۸۶. اثر جایگزینی سطوح مختلف روغن بذرک با روغن ماهی در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان جهت افزایش اسیدهای چرب n-۳ در بافت مأکول، دو فصلنامه طب جنوب، ۱۰ (۲)، صفحات ۱۳۵–۱۲۸.

7- Ackman, R.G., 2002. Editorial: Freshwater fish lipids—an overlooked source of beneficial long-chain n-3 fatty acids. European journal of lipid science and technology. 104, PP: 253-254.

8- AOAC., 1995. Official methods of analysis of Official Analytical Chemists International. . Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, 1230 p.

9- Aprodu, I., Vasile, A., Gurau, G., Ionescu, A., and Paltenea, E., 2012. Evaluation of nutritional quality of the common carp (*Cyprinus carpio*) enriched in fatty acids. Annals of the University" Dunarea de Jos" of Galati-Fascicle VI: Food Technology. 36, PP: 61-73.

10- Bell, J.G., McGhee, F., Campbell, P.J., and Sargent, J.R., 2003. Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil "wash out". Aquaculture. 218, PP: 515-528.

11- Bell, J.G., and Koppe, W., 2010. 2 Lipids in Aquafeeds. Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds, 21p.

12- Berge, G.M., Witten, P.E., Baeverfjord, G., Vegusdal, A., Wadsworth, S., and Ruyter, B., 2009. Diets with different n− 6/ n− 3 fatty acid ratio in diets for juvenile Atlantic salmon, effects on growth, body composition, bone development and eicosanoid production. Aquaculture. 296, PP: 299-308.

13- Bieniarz, K., Kołdras, M., and Mejza, T., 2000. Fatty acids and cholesterol in some freshwater fish species in Poland. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Piscaria, PP: 21-44.

14- Blanchard, G., Makombu, J.G., and Kestemont, P., 2008. Influence of different dietary 18: 3n-3/18: 2n-6 ratio on growth performance, fatty acid composition and hepatic ultrastructure in Eurasian perch,(*Perca fluviatilis*). Aquaculture. 284, PP:144-150.

15- Bransden, M.P., Carter, C.G., and Nichols, P.D., 2003. Replacement of fish oil with sunflower oil in feeds for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): effect on growth performance, tissue fatty acid composition and disease resistance. Comparative Biochemistry and Physiology Part

www.SID.ir

Archive of SID

B: Biochemistry and Molecular Biology. 135, PP:611-625.

16- Buchtova, H., Svobodova, Z., Křížek, M., Vacha, F., Kocour, M., and Velišek, J., 2007. Fatty acid composition in intramuscular lipids of experimental scaly crossbreds in 3-year-old common carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Veterinaria Brno. 76, PP: 73-81.

17- Buchtová, H., Svobodová, Z., Kocour, M., and Velíšek, J., 2010. Chemical Composition of Fillets of Mirror Crossbreds Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Vet. Brno. 79, PP: 551-557.

18- Caballero, M., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., and Izquierdo, M., 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. 214, PP: 253-271.

19- Cho, S., Lee, S., and Lee, J., 2005. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L) reared under optimum salinity and temperature conditions. Aquaculture Nutrition. 11, PP: 235-240.

20- De Smet, S., Raes, K., and Demeyer, D., 2004. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. Animal Research. 53, PP: 81-98.

21- Donmez, M., 2009. Determination of fatty acid compositions and cholesterol levels of some freshwater fish living in Porsuk Dam, Turkey. Chem Nat Compd. 45, PP: 14-17.

22- FAO, 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) FAO Fisheries and Aquaculture Department Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy. 243 p.

23- Fountoulaki, E ,.Vasilaki, A., Hurtado, R., Grigorakis, K., Karacostas, I., Nengas, I., Rigos, G., Kotzamanis, Y., Venou, B., and Alexis, M., 2009. Fish oil substitution by vegetable oils in commercial diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.); effects on growth performance, flesh quality and fillet fatty acid profile: Recovery of fatty acid profiles by a fish oil finishing diet under fluctuating water temperatures. Aquaculture. 289, PP: 317-326.

24- Francis, D.S., Turchini, G.M., Jones, P.L., and De Silva, S.S., 2006. Effects of dietary oil source on growth and fillet fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii.* Aquaculture. 253, PP: 547-556.

25- Glencross, B., Hawkins, W., and Curnow, J., 2003. Evaluation of canola oils as alternative lipid resources in diets for juvenile red seabream, *Pagrus auratus*. Aquaculture Nutrition. 9, PP: 305-315.

26- Glencross, B.D., 2009. Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. Reviews in Aquaculture. 1, PP: 71-124.

27- Grant, A.A., Baker, D., Higgs, D.A., Brauner, C.J., Richards, J.G., Balfry, S.K., and Schulte, P.M., 2008. Effects of dietary canola oil level on growth, fatty acid composition and osmoregulatory ability of juvenile fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture. 277, PP: 303-312.

28- Guler, G., Kiztanir, B., Aktumsek, A., Citil, O., and Ozparlak, H., 2008. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and ω3/ω6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). Food Chemistry. 108, PP: 689-694.

29- Güler, M., and Yildiz, M., 2011. Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turk. J. Vet. Anim. Sci 35.

30- Hastings, N., Agaba, M., Tocher, D.R., Leaver, M.J., Dick, J.R., Sargent, J.R., and Teale, A.J., 2001. A vertebrate fatty acid desaturase with Δ5 and Δ6 activities. Proceedings of the National Academy of Sciences. 98, PP:14304-14309.

31- Henderson, R.J., and Tocher, D.R., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. Progress in lipid research. 26, 281p.

32- Hu, Y.H., Liu, Y.J., Tian, L.X., Yang, H.J., Liang, G.Y., and Gao, W., 2007. Optimal dietary carbohydrate to lipid ratio for juvenile yellowfin seabream (*Sparus latus*). Aquaculture Nutrition. 13, PP: 291-297.

33- Huang, S., Oo, A., Higgs, D., Brauner, C., and Satoh, S., 2007. Effect of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream, *Pagrus major*. Aquaculture. 271, PP: 420-431.

34- Huang, S., Fu, C., Higgs, D., Balfry, S., Schulte, P., and Brauner, C., 2008. Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ionoregulatory development of spring chinook salmon parr, *Oncorhynchus tshawytscha*. Aquaculture. 274, PP: 109-117.

35- Izquierdo, M., Obach, A., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L., and Rosenlund, G., 2003. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue

www.SID.ir

Archive of SID

composition and flesh quality. Aquaculture Nutrition. 9, PP: 397-407.

36- Kiessling, A., Pickova, J., Johansson, L., Åsgård, T., Storebakken, T., and Kiessling, K., 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. Food Chemistry. 73, PP: 271-284.

37- Lin, Y.H., and Shiau, S.Y., 2007. Effects of dietary blend of fish oil with corn oil on growth and non-specific immune responses of grouper, *Epinephelus malabaricus*. Aquaculture Nutrition. 13, PP: 137-144.

38- Luo, Z., Liu, Y.J., Mai, K.S., Tian, L. X., Liu, D.H., Tan, X.Y., and Lin, H.Z., 2005. Effect of dietary lipid level on growth performance, feed utilization and body composition of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed isonitrogenous diets in floating netcages. Aquaculture International. 13, PP: 257-269.

39- Martino, R.C., Cyrino, J.E.P., Portz, L., and Trugo, L.C., 2002. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. Aquaculture. 209, PP: 209-218.

40- Menoyo, D., Lopez-Bote, C.J., Bautista, J.M., and Obach, A., 2003. Growth, digestibility and fatty acid utilization in large Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed varying levels of n-3 and saturated fatty acids. Aquaculture. 225, PP: 295-307.

41- Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A., and Peika, J.R., 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis, Annual Chemistry. 38, PP: 514-15.

42- Mourente, G., Dick, J.R., Bell, J., and Tocher, D.R., 2005. Effect of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on desaturation and β-oxidation of [1- 14 C] 18: 3n− 3 (LNA) and [1- 14 C] 20: 5n− 3 (EPA) in hepatocytes and enterocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture. 248, PP: 173-186.

43- Mráz, J., 2011. Lipid quality of common carp (Cyprinus carpio) in pond culture, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 52 p.

44- Ng, W.K., Tocher, D.R., and Bell, J.G., 2007. The use of palm oil in aquaculture feeds for salmonid species. European Journal of Lipid Science and Technology. 109, PP: 394-399.

45- Pratoomyot, J., Bendiksen, E., Bell, J., and Tocher, D.R., 2008. Comparison of effects of vegetable oils blended with southern hemisphere fish oil and decontaminated northern hemisphere fish oil on growth performance, composition and gene expression in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture. 280, PP: 170-178.

46- Ren, H.t., Yu, J.h., Xu, P., and Tang, Y.k., 2012. Influence of dietary fatty acids on muscle fatty acid composition and expression levels of Δ6 desaturase-like and Elovl5-like elongase in common carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology. 163, PP:184-192.

47- Robaina, L., Izquierdo, M., Moyano, F., Socorro, J., Vergara, J., and Montero, D., 1998. Increase of the dietary n− 3/ n− 6 fatty acid ratio and addition of phosphorus improves liver histological alterations induced by feeding diets containing soybean meal to gilthead seabream, *Sparus aurata*. Aquaculture. 161, PP: 281-293.

48- Saito, H., Yamashiro, R., Alasalvar, C., and Konno, T., 1999. Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily caesioninae (*Caesio diagramma* and C. tile) and family siganidae (*Siganus canaliculatus*). Lipids. 34, PP: 1073-1082.

49- Sargent, J.R., Henderson, R.J., and Tocher, D.R., 1989. The lipids. In: Halver, J.E.E. (Ed.), Fish Nutrition 2nd ed. Academic Press, London, PP: 153-218.

50- Sargent, J.R., Tocher, D.R., and Bell, J.G., 2002. The lipids. In: Fish Nutrition. Halver, J.E. and Hardy, W.R. (Eds.). Fish nutrition. 3, PP:181-257.

51- Satpathy, B., Mukherjee, D., and Ray, A., 2003. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed conversion and body composition in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. Aquaculture Nutrition. 9, PP: 17-24.

52- Schulz, C., Huber, M., Ogunji, J., and Rennert, B., 2008. Effects of varying dietary protein to lipid ratios on growth performance and body composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). Aquaculture Nutrition. 14, PP: 166-173.

53- Senadheera, S.P.S.D., Turchini, G.M., Thanuthong, T., and Francis, D.S., 2010. Effects of dietary α -linolenic acid (18:3n − 3)/linoleic acid (18:2n − 6) ratio on growth performance, fillet fatty acid profile and finishing efficiency in Murray cod. Aquaculture. 309, PP: 222–230.

54- Shapawi, R., Mustafa, S., and Ng, W.K., 2008. Effects of dietary fish oil replacement with vegetable oils on growth and tissue fatty acid composition of humpback grouper, *Cromileptes altivelis* (Valenciennes). Aquaculture Research. 39, PP: 315-323.

55- Stanković, M.B., Dulić, Z.P., and Marković, Z.Z., 2011. Protein sources and their

www.SID.ir

Archive of SID

significance in carp (*Cyprinus carpio* L.) nutrition. Journal of Agricultural Sciences 56, PP: 75-86.

56- Steffens, W., and Wirth, M., 2007. Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio* (and tench (*Tinca tinca*). Aquacult 15, PP: 313-319.

57- Tocher, D.R., 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. Aquaculture Research. 41, PP: 717-732.

58- Tuan, L.A., and Williams, K.C., 2007. Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). Aquaculture. 267, PP: 129-138.

59- Turchini, G., Mailer, R.J., 2010. Rapeseed (Canola) oil and other monounsaturated fatty acid-rich vegetable oils. Turchini, G.M., Ng, W.K., Tocher, D.R. (Eds). Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds. CRC Press, PP: 161-208.

60- Turchini, G.M., Moretti, V.M., Hermon, K., Caprino, F., Busetto, M.L., Bellagamba, F., Rankin, T., Keast, R.S.J., and Francis, D.S., 2013. Monola oil versus canola oil as a fish oil replacer in rainbow trout feeds: Effects on growth, fatty acid metabolism and final eating quality. Food Chemistry. 141, PP: 1335-1344.

61- Wood, J.D., and Arce Azócar, P.S., 2013. Gustatory response of common carp *Cyprinus carpio* to variable concentrations of two stimulatory amino acids. Croatian Journal of Fisheries 71, PP: 1-10.

62- Zheng, X., Ding, Z., Xu, Y., Monroig, O., Morais, S., and Tocher, D.R., 2009. Physiological roles of fatty acyl desaturases and elongases in marine fish: Characterisation of cDNAs of fatty acyl Δ6 desaturase and elovl5 elongase of cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture 290, PP: 122-131.

63- Zheng, X., Tocher, D.R., Dickson, C.A., Bell, J.G., and Teale, A.J., 2005. Highly unsaturated fatty acid synthesis in vertebrates: new insights with the cloning and characterization of a Δ6 desaturase of Atlantic salmon. Lipids 40, PP: 13-24.

www.SID.ir

Archive of SID

n-3 to n-6 unsaturated fatty acids ratios: effects on biochemical composition and fatty acid profile of body juvenile common carp, *Cyprinus carpio*

Minabi Kh.[1], Zakeri M.[1], Ghafleh Marammazi J.[2], Yavari V.[1] and Mousavi S.M.[1]

[1] Fisheries Dept., Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, I.R. of Iran

[2] Southern Iran Aquaculture Research Center, Ahvaz, I.R. of Iran

Abstract

This study was designed to determine the effects of different dietary n-3/n-6 ratios on biochemical composition and fatty acid profile of body juvenile common carp, *Cyprinus carpio* for 56 days. During the experiment, 270 juvenile fish with an initial average weight of 16.24 ± 0.10g were randomly distributed in 18 tanks. Experimental fish were fed with six isonitrogenous and isoenergetic diets consisting of six levels of dietary n-3/n-6 ratios that 5.97 (Diet 1), 3.22 (Diet 2), 2.14 (Diet 3), 1.53 (Diet 4), 1.15 (Diet 5) and 0.92 (Diet 6). According to statistical analyses except body lipid content (P<0/05), no significantly difference were observed in the other biochemical compositions. The highest and lowest lipid content was recorded in diet 6 and 2, respectively. Total of saturated fatty acid was significantly affected by dietary n-3/n-6 ratios. Linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid, total of mono unsaturated fatty acids and n-6 of poly unsaturated fatty acid were significantly increased with increasing of dietary n-3/n-6 ratios. However, eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid and n-6 of poly unsaturated fatty acid were followed the opposite trend. According to the results of this study suggested that used 1.5-2 n-3/n-6 ratio in diet for feeding of common carp as balance in the profiles of fatty acids in the body.

Key words: n-3/n-6 ratio, body biochemical composition, fatty acid profiles, *Cyprinus carpio*.

www.SID.ir