Archive of SID

اثرات منابع چربی جیره غذایی بر فاکتورهای رشد، تغذیه و ترکیب اسیدهای چرب لاشه بچه فیل ماهیان پرورشی (*Huso huso*)

مجید نیک زاد حسن کیاده [۱*]، حسین خارا[۲]، محمد علی یزدانی[۳]، حسین پرند آور[۴]

۱*و۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۳و۴- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت، ایران، صندوق پستی: ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

mnikzad1984@yahoo.com

چکیده

در پژوهش حاضر، به منظور بررسی اثرات منابع چربی جیره غذایی بر رشد و پروفیل اسیدهای چرب لاشه بچه فیل ماهیان پرورشی، تعداد ۱۰۸ عدد بچه فیل ماهی با میانگین وزن ۰/۶۹±۲۶/۸۷ گرم، به مدت ۸ هفته با جیره‌های مختلف حاوی روغن‌های حیوانی و گیاهی متفاوت تغذیه شده و مورد آزمون قرار گرفتند. ۳ جیره غذایی ایزونیتروژنیک و ایزولیپیدیک حاوی ۱۰٪ روغن اضافه شده، فرمول بندی شدند. جیره غذایی حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی کیلکا به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. روغن ماهی به میزان ۵۰٪ با روغن‌های گیاهی مخلوط شده شامل روغن‌های آفتابگردان (۲۵٪) و سویا (۲۵٪) در تیمار اول و روغن‌های آفتابگردان (۲۵٪) و کانولا (۲۵٪) در تیمار دوم جایگزین گردید. میانگین وزن نهایی بدن (FBW) در ماهی‌های تیمار شاهد به طور معنی‌دار کمتر از سایر تیمارها بود ($P<0/05$)، در حالیکه هیچ اختلاف معنی‌داری در سایر پارامترهای عملکرد رشد شامل WG٪، K، SGR، FCR و PER بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P>0/05$). میزان خاکستر لاشه در ماهی‌های تیمار دوم به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود ($P<0/05$). سایر ترکیبات شیمیایی لاشه شامل پروتئین خام، چربی خام و رطوبت بین تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار نبودند ($P>0/05$). اسید لینولئیک (18:2n-6) و نسبت 18:1n-9/n-3 در ماهی‌های تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های گیاهی به طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد، اما دکوزا هگزانوئیک اسید(DHA, 22:6n-3) و نسبت n-3/n-6 در لاشه بچه فیل ماهی‌ها با افزودن روغن‌های گیاهی به جیره غذایی به طور معنی‌دار کاهش یافت ($P<0/05$). به طور کلی ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهی‌ها به میزان بسیار زیاد انعکاسی از ترکیب اسیدهای چرب منابع چربی افزوده شده به جیره‌های غذایی بود. بهترین تیمار مورد استفاده در این تحقیق از نظر هزینه پرورش، رشد و ترکیب اسیدهای چرب، تیمار دوم بود.

کلمات کلیدی: فیل ماهی (*Huso huso*)، تغذیه، منابع چربی، فاکتورهای رشد، اسیدهای چرب.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ماهیان خاویاری به دلیل داشتن گوشت بسیار لذیذ و خاویار بی‌نظیر و غنی از پروتئین و اسیدهای چرب اشباع نشده مخصوصاً اسیدهای چرب خانواده امگا ۳ از ارزش اقتصادی و شیلاتی بسیار بالایی برخوردارند. کاهش میزان ذخایر این ماهیان در زیستگاه‌های طبیعی، تکثیر و پرورش مصنوعی آن‌ها را از سال‌ها پیش مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان قرار داده است که این خود مستلزم تحقیق و مطالعه بر روی فرآیندهای مؤثر بر رشد نظیر تغذیه، بالانس جیره غذایی و نیز تعیین اثر ترکیبات غذایی از جمله اسیدهای چرب بر این فرآیندها می‌باشد. جیره‌های غذایی کمی به وسیله پرورش دهندگان ماهی و کارخانه‌های غذاسازی توسعه یافته اما این جیره‌های غذایی هنوز در دست بررسی و توسعه هستند. بیشتر پرورش دهندگان ماهیان خاویاری از جیره‌های تجاری قابل دسترس موجود به ویژه جیره‌های غذایی آزاد ماهیان با یا بدون تغییر و تبدیل استفاده می‌کنند، لذا اطلاعات در مورد غذا و تغذیه تاسماهی‌ها ضرورتاً به علت افزایش بهره‌برداری از مراکز تکثیر دولتی در تولید ماهی‌های جوان جهت رهاسازی به آب‌های طبیعی و پرورش تجاریشان برای تولید گوشت و خاویار مورد نیاز می‌باشد (۳۵). با توجه به هزینه بالای تأمین منابع پروتئینی بایستی تا حد امکان برای تأمین انرژی جیره غذایی از منابع غیرپروتئینی شامل چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها استفاده شود. از طرفی وجود مقادیر کافی این منابع غیرپروتئینی در جیره از اکسیداسیون پروتئین به منظور تولید انرژی جلوگیری نموده و پروتئین برای رشد و تولید بافت مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۷و۳۱). چربی‌ها بهترین منبع انرژی (تقریباً ۹/۴ کیلوکالری انرژی به ازای هر گرم) در مقایسه با کربوهیدراتها (۴/۱ کیلوکالری به ازای هر گرم) و پروتئین‌ها (۵/۶ کیلوکالری به ازای هر گرم) محسوب می‌شوند (۳و۳۵). همچنین، چربی‌ها در جیره غذایی به عنوان منبعی برای اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی (ویتامین A، D، E و K) از اهمیت زیادی برخوردارند و سبب سهولت در هضم و جذب این ویتامین‌ها می‌شوند (۱۷). علاوه بر شرایط مناسب پرورشی، یکی از عوامل مؤثر بر قابلیت تولید پایدار و اقتصادی در پرورش ماهی، استفاده از یک منبع غذایی مناسب می باشد که بنا به دلایل مختلف آرد و روغن ماهی به عنوان مواد اولیه غالب در تولید غذای ماهی‌ها مشهور هستند (۸ و۲۷). برآوردهای اخیر نشان می‌دهد که مراکز آبزی‌پروری حدود ۲/۵ تن آرد ماهی و حدود ۰/۷ تن روغن ماهی یعنی به ترتیب ۴۰٪ و ۶۰٪ از تولیدات جهانی را مورد استفاده قرار می دهند (۲۵).

تا جائی‌که به تغذیه انسان مربوط می‌شود، باید توجه زیادی به تخصیص جیره‌های غذایی ویژه برای ماهی‌ها جهت تولید گوشت ماهی سالم‌تر، به ویژه غنی از اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع (HUFA) با نسبت مناسب n-3/n-6 معطوف شود، چرا که چنین شرایطی باعث پیشگیری از بسیاری از بیماری‌های انسان می‌شود (۱۹). افزایش جهانی تولیدات آبزی پروری و به دنبال آن افزایش تقاضای روغن ماهی توسط مراکز مربوطه و کاهش همزمان ذخایر وحشی ماهی‌های مورد استفاده جهت تولید روغن ماهی، باعث شده یافتن جایگزین مناسب برای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی‌ها به یک اصل مهم در صنعت آبزی پروری تبدیل شود (۵، ۲۲، ۲۴و ۲۵). در همین راستا روغن‌های گیاهی غنی از اسیدهای چرب چند غیر اشباعی ۱۸

www.SID.ir

Archive of SID

کربنه (c_{18}PUFA) و عاری از اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع سری n-3 (n-3HUFA) شامل ایکوزا پنتانوئیک اسید (20:5n-3; EPA) و دکوزا هگزانوئیک اسید (22:6n-3; DHA) که در روغن ماهی به فراوانی وجود دارد، نماینده‌های مشخصی برای جایگزینی با بخشی از روغن ماهی می‌باشند (۱۲، ۲۴و ۲۵)، زیرا تولید جهانی روغن‌های حاصله از دانه‌های گیاهی در سال‌های اخیر به طور پیوسته افزایش یافته و این امر موجب شده که قیمت آن‌ها نسبتاً ثابت و قابلیت دسترسی به آن‌ها بیشتر باشد. بنابراین، جایگزینی موفقیت‌آمیز روغن ماهی با روغن‌های گیاهی هم وابستگی کامل به روغن ماهی را به عنوان ماده اولیه و هم هزینه مربوط به آن را کاهش می دهد(۱۰، ۱۲، ۱۴، ۲۳، ۲۵، ۲۷، ۳۲و ۳۷).

هدف از انجام این تحقیق دستیابی به یک جیره غذایی مناسب از لحاظ ترکیب چربی جهت پرورش بچه فیل ماهی‌ها، بررسی اثرات منابع چربی جیره غذایی بر رشد و پروفیل اسیدهای چرب لاشه، کاهش هزینه تولید و تعیین حد بهینه n-3/n-6 در جیره غذایی آن‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری واقع در رشت انجام شد. برای این منظور تعداد ۱۰۸ عدد بچه فیل‌ماهی سازش‌یافته با غذای کنسانتره با میانگین وزنی ۰/۶۹±۲۶/۸۷ گرم (n=۹ mean±S.E.M.,) در ۹ حوضچه فایبرگلاس مدور ۵۰۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی در ۳ تیمار و ۳ تکرار برای هر تیمار در غالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل با تراکم یکسان در تمامی تیمارها (۱۲ عدد به ازای هر حوضچه) تحت شرایط محیطی یکسان توزیع شدند، به طوریکه هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر طول و وزن در بین آن‌ها مشاهده نشد. این ماهی‌ها به مدت ۸ هفته پرورش داده شدند. در نیمه اول دوره پرورش، آب مورد نیاز از رودخانه سفیدرود تأمین شد، اما به علت خشکسالی و در نتیجه کمبود آب در نیمه دوم پرورش، آب چاه با آب رودخانه سفیدرود مخلوط شد و مورد استفاده قرار گرفت.

در طول دوره پرورش اکسیژن محلول و pH آب روزی یک‌بار (ظهر) و دمای آب روزی دوبار (صبح و عصر) اندازه‌گیری شد. بیومتری ماهی‌ها هر دو هفته یک‌بار صورت گرفت. دمای آب ۰/۲۴±۲۵/۵۵ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول در آب ۰/۰۷±۶/۴۶ میلی‌گرم در لیتر و pH آب ۰/۰۳±۷/۵۸ (n=۵۶ mean±S.E.M.,) بود. ۳ جیره غذایی ایزونیتروژنیک و ایزولیپیدیک حاوی ۱۰٪ روغن اضافه شده فرمول‌بندی شد. جیره غذایی حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی کیلکا به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. روغن ماهی در تیمارهای اول و دوم به میزان ۵۰٪ با روغن‌های گیاهی مخلوط شده جایگزین شد، به طوریکه در تیمار اول روغن‌های آفتابگردان و سویا و در تیمار دوم روغن‌های آفتابگردان و کانولا هر یک به میزان ۲۵٪ جایگزین روغن ماهی شدند (جدول ۱). بعد از توزین و مخلوط کردن مواد اولیه، روغن‌های مخلوط و هموژن شده به تدریج بر روی سطح آن پخش شد. در مرحله بعد خمیر حاصل توسط یک چرخ گوشت تجاری به صورت گرانول (قطر ۲/۵ میلی متر برای نیمه اول دوره پرورش و قطر ۴ میلی‌متر برای نیمه دوم دوره پرورش) خارج و به مدت ۱۲ ساعت در داخل دستگاه خشک کن در دمای ۴۵ تا ۶۰ درجه

www.SID.ir

Archive of SID

سانتیگراد خشک شدند. گرانول‌های حاصل شده، بعد از بسته‌بندی و کدگذاری در فریزر $-20^{\circ}C$ منجمد و تا زمان مصرف در داخل دبه های پلاستیکی درب دار در دمای اتاق نگهداری شدند.

جدول ۱: فرمول بندی و ترکیب اصلی جیره های آزمایشی (درصد از وزن تر)

جیره های غذایی	شاهد	اول	دوم
اجزای ترکیبی (٪)			
آرد ماهی کیلکا[۱]	۴۶	۴۶	۴۶
آرد گندم[۲]	۱۶	۱۶	۱۶
کنجاله سویا[۳]	۱۱	۱۱	۱۱
پودر گوشت[۴]	۹	۹	۹
روغن	۱۰	۱۰	۱۰
مکمل‌های مواد معدنی و ویتامینه[۵]	۴	۴	۴
نمک	۱	۱	۱
سایر مکمل‌های افزودنی[۶]	۳	۳	۳
ترکیب روغن‌های اضافه شده (٪)			
روغن ماهی کیلکا	۱۰۰	۵۰	۵۰
روغن آفتابگردان	۰	۲۵	۲۵
روغن سویا	۰	۲۵	۰
روغن کانولا	۰	۰	۲۵
ترکیب شیمیایی (٪)			
پروتئین خام	۵۶/۰۳±۱/۳۵	۵۸/۹۰±۰/۴۵	۵۹/۸۲±۰/۲۰
چربی خام	۲۰/۹۴±۰/۹۱	۱۹/۶۱±۰/۲۳	۲۰/۹۲±۰/۷۴
خاکستر	۱۱/۹۷±۰/۰۷	۱۲/۶۶±۰/۴۴	۱۲/۳۳±۰/۲۳
رطوبت	۴/۲۲±۰/۰۵	۳/۷۱±۰/۰۸	۳/۴۶±۰/۰۸

۱- پروتئین خام ۵۲-۶۰٪، چربی خام ۵-۱۲٪ و خاکستر ۲۲-۳۸٪ (بر حسب درصد ماده خشک) (۲).

۲- پروتئین خام ۹-۱۲٪، چربی خام ۳-۴٪ و خاکستر ۴-۶٪ (بر حسب درصد ماده خشک) (۲).

۳- پروتئین خام ۴۲-۴۸٪، چربی خام ۲-۷٪ و خاکستر ۵-۷٪ (بر حسب درصد ماده خشک) (۲).

۴- پروتئین خام ۴۴-۵۲٪، چربی خام ۸-۱۱٪ و خاکستر ۲۴-۳۱٪ (بر حسب درصد ماده خشک) (۲).

۵- مواد معدنی (آهن، روی، سلنیم، کبالت، مس، منگنز، ید، کولین کلراید و کریر) – ویتامین‌ها (A، D_3، E، K_3، B_1، B_2، B_3، B_5، B_6، B_9، B_{12}، H_2، C، اینوزیتول، B.H.T و Carrier).

۶- لیسیتین، ال کارنیتین و ... .

www.SID.ir

Archive of SID

غذادهی در روز دوم بعد از انتقال بچه ماهی‌ها به حوضچه‌ها، به صورت دستی با غذای کنسانتره در حد سیری (Satiation) در سه وعده در شبانه روز (ساعات ۸/۰۰، ۱۶/۰۰ و ۲۴/۰۰) انجام شد.

به منظور آنالیز ترکیب شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب از هر تیمار ۳ عدد ماهی نمونه‌برداری شد. ماهی‌ها بعد از نمونه‌برداری در محلول ۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک بیهوش شده و محتویات شکمی آن‌ها تخلیه گردید. نمونه‌های غذایی توسط یک چرخ گوشت معمولی پودر شده و این نمونه‌ها به همراه نمونه‌های ماهی در پلاستیک‌های وکیوم بسته‌بندی و کدگذاری شدند، سپس نمونه‌های غذایی در داخل فریزر ۲۰- درجه سانتیگراد و نمونه‌های ماهی در داخل فریزر نیتروژن مایع ۸۶- درجه سانتیگراد تا زمان ارسال به آزمایشگاه نگهداری گردیدند. به منظور تجزیه شیمیایی نمونه‌های غذایی و لاشه شامل درصد پروتئین خام، چربی خام، رطوبت و خاکستر از روش‌های استاندارد AOAC (۱۹۹۰) استفاده شد. لازم به ذکر است که جهت آنالیز نمونه‌های لاشه ماهی، ابتدا چند گرم از عضله ماهی جدا شده و به مدت ۲۴ ساعت در فور تحت دمای ۶۰ درجه سانتیگراد خشک گردید. سپس نمونه‌ها پودر شده و تا زمان آنالیز به فریزر تحت دمای ۳۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند (۱۵). مقدار پروتئین خام با استفاده از دستگاه کجلدال اتوماتیک و ضرب کردن نیتروژن در عدد ۶/۲۵ (N×۶/۲۵) بدست آمد. برای تعیین درصد چربی خام از دستگاه سوکسله و اتردوپترول به عنوان حلال استفاده شد. برای تعیین درصد رطوبت، نمونه‌ها در دستگاه آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. میزان خاکستر از طریق سوزاندن نمونه‌ها در یک کوره الکتریکی در دمای ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت تعیین شد. برای تعیین میزان اسیدهای چرب نمونه‌ها از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) استفاده گردید. ابتدا کل چربی‌های موجود در نمونه‌ها با ترکیب استیل کلرید/متانول (1:20 v/v) مستقیماً مورد استریفیکاسیون قرار گرفتند (۹). در نهایت متیل استرهای اسیدهای چرب تهیه شده با استفاده از روش Lepage و Roy (۱۹۸۴) جهت تزریق به دستگاه گاز کروماتوگراف آماده سازی شدند.

داده‌ها به صورت میانگین±اشتباه معیار از میانگین (mean±S.E.M.) گزارش شدند. تمام داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (one-way ANOVA) مورد ارزیابی قرار گرفتند. زمانی که اختلافات معنی‌دار بود ($P<0/05$)، از تست جداساز Duncan برای مقایسه بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف استفاده شد. آنالیزهای آماری توسط نرم افزار SPSS 14.0 انجام گرفت.

نتایج

میزان بقای ماهی‌ها از کل تیمارها بسیار بالا و معادل ۹۸/۱۵٪ بود. همچنین درصد بقاء در تیمارهای مختلف شامل ۱۰۰٪ برای تیمارهای اول و سوم و ۹۴/۴۴٪ برای تیمار دوم بود. با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۲)، FBW در تیمار شاهد به طور معنی دار کمتر از سایر تیمارها بود ($P<0/05$). از نظر سایر پارامترهای عملکرد رشد و مصرف غذایی شامل درصد اضافه وزن (WG٪)، ضریب چاقی (K)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و نسبت بازده پروتئین (PER) هیچ اختلاف معنی‌داری بین ماهی‌های تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P>0/05$).

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج ذکر شده در جدول (۳) میزان خاکستر لاشه در ماهی‌های تیمار دوم به طور معنی‌دار بیشتر از سایر تیمارها بود ($P<0/05$)، اما از نظر سایر ترکیبات شیمیایی لاشه فیل ماهی‌ها شامل پروتئین خام، چربی خام و رطوبت هیچ اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف گزارش نشد ($P>0/05$).

جدول ۲: عملکرد رشد و مصرف غذا در بچه فیل ماهیان پرورشی در طول دوره پرورش (mean±S.E.M., n= ۳)

پارامترها / تیمار	IBW[۱]	FBW[۲]	WG[۳]	K[۴]	SGR[۵]	FCR[۶]	PER[۷]
شاهد	۲۶/۸۱±۰/۵۳	۱۳۱/۰۰±۲/۹۴[a]	۳۸۹/۴۱±۱۹/۰۵	۰/۳۷±۰/۰۰	۳/۰۵±۰/۰۸	۱/۶۲۳±۰/۰۶	۱/۱۴±۰/۰۵
اول	۲۷/۲۲±۱/۲۳	۱۴۹/۸۹±۲/۲۲[b]	۴۵۲/۱۵±۱۷/۶۲	۰/۳۹±۰/۰۱	۳/۲۸±۰/۰۶	۱/۴۷۴±۰/۰۵	۱/۱۵±۰/۰۴
دوم	۲۶/۵۸±۱/۹۷	۱۴۶/۵۸±۴/۳۸[b]	۴۵۶/۰۱±۳۴/۶۴	۰/۳۸±۰/۰۲	۳/۲۹±۰/۱۲	۱/۴۶۵±۰/۰۵	۱/۱۴±۰/۰۴

حروف مشابه و عدم وجود آن در هر ستون نشاندهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است.

۱- میانگین وزن اولیه بدن : Initial body weight, IBW (g).

۲- میانگین وزن نهایی بدن : Final body weight, FBW (g).

۳- درصد اضافه وزن : weight gain, WG (%)=100×(FBW-IBW)/IBW، (۳۷).

۴- ضریب چاقی : $K\ (\%)=(FBW/TL^3)\times 100$، که TL همان طول کل بر حسب سانتیمتر است (۱۸).

۵- نرخ رشد ویژه : $SGR\ (\%day^{-1})=100\times(LnFBW-LnIBW)/n$، (۳۷).

۶- ضریب تبدیل غذایی : FCR=FC/(FBW-IBW)، که FC همان مقدار غذای مصرف شده توسط هر ماهی است، (۳۷).

۷- نسبت بازده پروتئین : PER (%)=(FBW-IBW)/protein intake، (۳۷).

جدول ۳: ترکیب شیمیایی لاشه بچه فیل ماهیان پرورشی قبل و بعد از پرورش (درصد ازوزن تر) (mean±S.E.M., n= ۳)

تیمار غذایی	اولیه[۱]	شاهد	اول	دوم
ترکیب شیمیایی لاشه (٪)				
پروتئین خام	۱۳/۳۰±۰/۷۱	۱۵/۴۴±۰/۶۵	۱۴/۵۵±۰/۴۱	۱۴/۵۹±۰/۴۳
چربی خام	۳/۶۳±۰/۱۸	۴/۹۱±۰/۳۲	۵/۸۹±۰/۲۵	۶/۱۴±۰/۷۵
خاکستر	۱/۳۰±۰/۲۷	۱/۲۷±۰/۰۹[a]	۱/۳۳±۰/۱۰[a]	۱/۷۹±۰/۱۰[b]
رطوبت	۸۰/۴۰±۰/۸۵	۷۵/۶۷±۱/۱۲	۷۷/۷۹±۰/۲۰	۷۶/۹۱±۰/۶۵

حروف مشابه و عدم وجود آن در هر ردیف نشاندهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است.

۱- آنالیز آماری بر روی نمونه های اولیه انجام نمی گیرد.

پروفیل اسیدهای چرب جیره‌های غذایی در جدول ۴ نشان داده شده است. کمترین و بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع شده (SFA) خصوصاً اسید پالمیتیک (16:0) به ترتیب در جیره‌های غذایی دوم و شاهد مشاهده شد. کمترین میزان کل اسیدهای چرب تک غیر اشباعی (MUFA) خصوصاً اسید اولئیک (18:1n-9) در جیره غذایی اول و بیشترین میزان آن در تیمار غذایی دوم ثبت شد.

جیره‌های غذایی شاهد و اول به ترتیب کمترین و بیشترین میزان اسید لینولئیک (18:2n-6) و در نتیجه

www.SID.ir

Archive of SID

میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی سری n-6 (n-6PUFA) را به خود اختصاص دادند. به نظر می‌رسد که میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی (PUFA) بیشترین تأثیرپذیری را از اسیدهای چرب چند غیر اشباعی سری n-6 (n-6PUFA) به ویژه اسید لینولئیک (18:2n-6) دارد. کمترین و بیشترین میزان اسید آراشیدونیک (ARA, 20:4n-6) به ترتیب در جیره‌های غذایی دوم و شاهد دیده شد، در حالی که عکس این حالت در مورد اسید لینولنیک (18:3n-3) صادق است. با توجه به نتایج بدست آمده، کمترین و بیشترین میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی سری n-3 (n-3PUFA)، ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA, 20:5n-3)، دکوزا هگزانوئیک اسید (DHA, 22:6n-3)، اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع سری n-3 (n-3HUFA) شامل EPA و DHA و نسبت n-3/n-6 به ترتیب در جیره‌های اول و شاهد مشاهده شد.

جدول ۴: پروفیل اسیدهای چرب جیره های آزمایشی (درصد از کل اسیدهای چرب) (mean±S.E.M., n= ۳)

جیره غذایی / اسید چرب	شاهد	اول	دوم
14:0	۱/۸۱±۰/۱۵	۱/۲۷±۰/۰۸	۱/۳۱±۰/۱۹
16:0	۲۰/۱۰±۰/۱۵	۱۸/۱۴±۰/۹۳	۱۶/۸۲±۰/۴۱
18:0	۶/۳۳±۰/۱۹	۴/۲۶±۱/۶۰	۱/۵۱±۰/۵۰
∑SFA	۲۸/۲۳±۰/۱۱	۲۳/۶۸±۲/۴۴	۱۹/۶۴±۰/۵۹
14:1n-5	۰/۱۶±۰/۰۲	۰/۲۵±۰/۱۰	۰/۱۷±۰/۰۸
16:1n-7	۴/۸۰±۰/۲۶	۴/۰۵±۰/۲۵	۳/۵۴±۰/۰۸
18:1n-9	۳۶/۷۳±۰/۲۹	۳۶/۰۲±۱/۴۶	۴۴/۱۵±۰/۵۴
20:1n-9	۰/۵۱±۰/۱۰	۰/۳۷±۰/۰۱	۰/۶۳±۰/۰۲
∑MUFA	۴۲/۲۰±۰/۰۹	۴۰/۶۹±۱/۲۱	۴۸/۴۸±۰/۴۶
18:2n-6	۱۱/۴۶±۰/۱۶	۲۴/۱۰±۰/۸۱	۱۸/۵۰±۰/۴۳
20:2n-6	۲/۶۰±۰/۰۳	۰/۱۸±۰/۰۴	۰/۲۲±۰/۰۱
20:4n-6	۰/۶۰±۰/۰۱	۰/۴۴±۰/۰۲	۰/۴۴±۰/۰۰
∑n-6PUFA	۱۲/۴۰±۰/۱۸	۲۴/۷۲±۰/۸۴	۱۹/۱۶±۰/۴۲
18:3n-3	۱/۳۶±۰/۰۲	۱/۷۴±۰/۰۴	۲/۱۲±۰/۰۶
20:5n-3	۳/۲۰±۰/۱۵	۱/۸۱±۰/۰۹	۲/۲۳±۰/۰۸
22:6n-3	۸/۳۹±۰/۶۷	۴/۶۲±۰/۴۷	۴/۸۹±۰/۱۳
∑n-3PUFA	۱۲/۹۵±۰/۸۱	۸/۱۷±۰/۵۲	۹/۲۴±۰/۱۵
∑PUFA	۲۵/۳۴±۰/۶۴	۳۲/۸۹±۱/۱۷	۲۸/۴۰±۰/۲۹
∑n-3HUFA	۱۱/۵۹±۰/۷۹	۶/۴۳±۰/۵۵	۷/۱۲±۰/۲۱
n-3/n-6	۱/۰۵±۰/۰۸	۰/۳۳±۰/۰۲	۰/۴۸±۰/۰۲

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز پروفیل اسیدهای چرب لاشه بچه فیل ماهی‌ها (جدول ۵)، با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/۰۵) در میزان SFA به ویژه 16:0 در لاشه ماهی‌ها، کمترین و بیشترین میزان این اسیدهای چرب مربوط به تیمارهای دوم و شاهد بود. با توجه به عدم تأثیرپذیری میزان MUFA به ویژه 18:1n-9 از منابع چربی جیره‌های غذایی، کمترین و بیشترین میزان این اسیدهای چرب به ترتیب در تیمارهای اول و دوم مشاهده شد (P>۰/۰۵). میزان n-6PUFA به ویژه 18:2n-6 به ترتیب در تیمارهای اول و دوم به طور معنی دار بیشتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). کمترین و بیشترین میزان 20:4n-6 و 18:3n-3 با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف به ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد و دوم بود (P>۰/۰۵).

جدول ۵: پروفیل اسیدهای چرب لاشه بچه فیل‌ماهی پرورشی قبل و بعد از پرورش (درصد از کل اسیدهای چرب) (mean±S.E.M., n=۳)

تیمار غذایی / اسید چرب	اولیه[1]	شاهد	اول	دوم
14:0	۱/۰۶±۰/۱۰	۱/۶۳±۰/۲۳^{b}	۰/۹۷±۰/۰۵^{a}	۱/۱۰±۰/۱۹^{ab}
16:0	۱۶/۷۰±۰/۶۲	۲۰/۱۲±۳/۹۶	۱۶/۸۲±۱/۲۱	۱۳/۱۷±۱/۸۱
18:0	۲/۴۳±۰/۸۶	۰/۳۲±۰/۱۲	۲/۱۸±۰/۷۵	۲/۰۹±۱/۰۳
∑SFA	۲۰/۱۹±۱/۵۴	۲۲/۰۷±۴/۰۸	۱۹/۹۶±۱/۸۹	۱۶/۳۶±۱/۶۵
14:1n-5	۰/۰۷±۰/۰۱	۰/۱۹±۰/۰۲	۰/۱۲±۰/۰۴	۰/۴۳±۰/۲۸
16:1n-7	۴/۶۰±۰/۳۸	۴/۱۱±۱/۳۴	۴/۱۴±۰/۰۵	۳/۷۱±۰/۶۷
18:1n-9	۴۲/۹۶±۰/۸۷	۴۰/۷۵±۰/۹۳	۳۹/۶۷±۰/۷۱	۴۱/۸۵±۰/۰۱
20:1n-9	۱/۰۶±۰/۰۱	۰/۸۰±۰/۱۰^{a}	۰/۷۰±۰/۰۱^{a}	۱/۱۴±۰/۱۲^{b}
∑MUFA	۴۸/۷۰±۰/۵۵	۴۵/۸۴±۲/۰۶	۴۴/۶۲±۰/۶۹	۴۷/۱۳±۰/۲۸
18:2n-6	۱۷/۶۹±۱/۳۸	۱۰/۸۴±۱/۵۰^{a}	۲۲/۴۰±۱/۱۹^{b}	۲۱/۲۱±۰/۲۹^{b}
20:2n-6	۰/۶۷±۰/۰۲	۰/۴۵±۰/۰۶^{a}	۰/۸۱±۰/۱۰^{b}	۰/۵۷±۰/۰۶^{ab}
20:4n-6	۰/۷۵±۰/۰۲	۰/۵۶±۰/۲۰	۰/۶۴±۰/۰۲	۰/۷۱±۰/۱۱
∑n-6PUFA	۱۹/۱۱±۱/۳۸	۱۱/۸۵±۱/۷۵^{a}	۲۳/۸۵±۱/۱۸^{b}	۲۲/۴۹±۰/۲۵^{b}
18:3n-3	۱/۵۱±۰/۲۴	۱/۱۵±۰/۴۳	۱/۵۴±۰/۰۵	۱/۷۸±۰/۵۳
20:5n-3	۱/۵۹±۰/۰۴	۲/۳۷±۰/۹۸	۱/۷۱±۰/۰۴	۱/۷۴±۰/۱۰
22:6n-3	۵/۲۵±۰/۲۱	۱۱/۰۲±۰/۲۴^{b}	۵/۵۳±۰/۲۳^{a}	۵/۹۶±۰/۷۲^{a}
∑n-3PUFA	۸/۳۵±۰/۴۷	۱۴/۵۵±۱/۴۳^{b}	۸/۷۸±۰/۳۲^{a}	۹/۴۹±۰/۶۷^{a}
∑PUFA	۲۷/۴۵±۱/۱۸	۲۶/۴۰±۳/۰۹	۳۲/۶۳±۱/۴۸	۳۱/۹۸±۰/۴۲
∑n-3HUFA	۶/۸۴±۰/۲۵	۱۳/۳۹±۱/۰۶^{b}	۷/۲۴±۰/۲۷^{a}	۷/۷۰±۰/۸۰^{a}
n-3/n-6	۰/۴۴±۰/۰۵	۱/۲۵±۰/۱۰^{b}	۰/۳۷±۰/۰۱^{a}	۰/۴۲±۰/۰۳^{a}
18:1n-9/n-3	۵/۱۷±۰/۲۶	۲/۸۵±۰/۲۵^{a}	۴/۵۳±۰/۱۲^{b}	۴/۴۶±۰/۳۱^{b}

حروف مشابه و عدم وجود آن در هر ردیف نشاندهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است.

۱- آنالیز آماری بر روی نمونه های اولیه انجام نمی گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

میزان n-3PUFA در تیمار شاهد به طور معنی‌دار بیشتر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). شایان ذکر است که در بین تیمارهای اول و دوم بیشترین میزان این اسیدهای چرب با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار مربوط به تیمار دوم بود (P>۰/۰۵). از نظر میزان PUFA، هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (P>۰/۰۵)، هرچند که کمترین و بیشترین میزان آن به ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد و اول بود. میزان 20:5n-3 در تیمارهای اول و شاهد به ترتیب حداقل و حداکثر بود (P>۰/۰۵). وضعیت برای 22:6n-3، n-3HUFA و نسبت n-3/n-6 مانند n-3PUFA و همچنین وضعیت برای نسبت 18:1n-9/n-3 مشابه n-6PUFA و 18:2n-6 بود.

بحث

در این مطالعه، میزان بقای بسیار بالا به همراه عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/۰۵) در این مورد بین تیمارهای مختلف نشان داد که منابع چربی تست شده هیچ تأثیر منفی بر روی بقای ماهی‌ها ندارند. بچه فیل‌ماهی‌ها بعد از ۸ هفته پرورش، واکنش خوبی را نسبت به تمامی جیره‌های آزمایشی نشان داده و از چربی‌های جیره‌های غذایی به خوبی تغذیه کردند. رشد مناسب بچه فیل ماهی‌ها و عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین پارامترهای اصلی عملکرد رشد حاکی از این بود که منابع چربی تست شده با درصدهای مختلف اثرات منفی بر روی رشد و سلامتی بچه فیل‌ماهی‌ها نداشتند. با توجه به داده‌های جدول ۲، تنها FBW متأثر از جیره‌های غذایی بود. در مطالعات انجام شده بر روی ماهی turbot (*Psetta maxima*)، ماهی sea bass اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) و ماهی سیم دریایی سر طلایی (*Sparus aurata* L.) نتایج مشابه گزارش شد (۱۸، ۲۳و ۲۸). علی‌رغم عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/۰۵)، بیشترین WG٪ و SGR و کمترین میزان FCR در ماهی‌های تیمار دوم بدست آمد. عکس الگوی فوق در ماهی‌های تیمار شاهد (حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی) بدست آمد. به نظر می‌رسد که علتش این باشد که روغن ماهی یک منبع غنی و در واقع بی‌نظیر از اسیدهای چرب n-3HUFA به ویژه EPA، DHA و احتمالاً ARA بوده (۵، ۱۱، ۱۲و ۲۵) و حاوی کمترین مقدار از n-6PUFA به ویژه 18:2n-6 است، در حالی که Şener و همکاران (۲۰۰۵) به این نتیجه رسیدند که تاسماهی‌ها برای رشد بهتر به هر دو گروه اسیدهای چرب n-3 و n-6 نیاز دارند. روغن ماهی یک جزء ترکیبی فوق العاده با ارزش جیره غذایی برای ماهی می‌باشد (۱۲). با توجه به محدودیت تهیه روغن از ماهی‌های دریایی، تولید کنندگان و مصرف کنندگان می‌خواهند کاهش کیفیت ماهی‌های پرورشی از نظر سلامت، کیفیت‌های ارگانولپتیک و اثرات مفیدشان در جیره غذایی انسان که به واسطه جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی به وجود می‌آید را به حداقل برسانند (۵). ضمن اینکه استفاده از روغن‌های گیاهی باعث کاهش اتکاء مراکز آبزی پروری به استفاده از روغن ماهی به عنوان تنها منبع چربی برای تغذیه این ماهی‌ها می‌شود. از مطالعات Xue و همکاران (۲۰۰۶) بر روی ماهی sea bass ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*) چنین بر می‌آید که وقتی اسیدهای چرب ضروری در جیره‌های غذایی برای رفع نیاز ماهی‌ها به میزان کافی فراهم شود، در آن صورت مصرف چربی‌های پیشنهادی اثرات معنی‌دار منفی بر روی این ماهی‌ها ندارند. ماهی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

آب شیرین یک نیاز غذایی به اسیدهای چرب n-3 و n-6، عمدتاً به صورت 18:3n-3 و 18:2n-6 دارند (۱۹). روغن گیاهان خشکی زی حاوی مقادیر بالایی از اسیدهای چرب MUFA، n-6PUFA و نسبت‌های پایین n-3/n-6 در مقایسه با روغن‌های دریایی (سرشار از n-3HUFA) بوده (۲۲)، بنابراین جایگزینی جزئی روغن‌های گیاهی مانند روغن‌های آفتابگردان و سویا به جای روغن ماهی در جیره غذایی می‌تواند تعادل بین اسیدهای چرب چند غیر اشباعی سری n-3 و n-6 را در گوشت ماهی برقرار و به طور بالقوه سیستم ایمنی ماهی را اصلاح نماید (۷). روغن کانولا هم از نظر 18:1n-9 غنی بوده (۱۱)، و یک تعادل بسیار خوبی بین این نوع اسید چرب، 18:2n-6 و 18:3n-3 دارد (۱۲). علت دیگر این جایگزینی، تأمین انرژی یکسان با اسیدهای چرب متعادل جهت تقویت رشد بالا و بقاء، ضریب تبدیل غذایی، ایمنی مناسب، مقاومت در برابر بیماری و کیفیت گوشت می‌باشد (۲۶).

با توجه به نتایج بدست آمده از آنالیز شیمیایی لاشه فیل ماهیان پرورشی تنها میزان خاکستر لاشه تحت تأثیر منابع چربی جیره‌های غذایی قرار گرفت. Piedecausa و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعات خود بر روی ماهی سیم دریایی تیز پوزه (*Diplodus puntazzo*) نتایج مشابه‌ای را عنوان نمودند. بر اساس تحقیقات انجام شده در زمینه تغذیه بچه ماهیان خاویاری مشخص شد که مقدار چربی مورد نیاز در جیره غذایی آغازین این ماهی‌ها، ۱۶- ۱۸ درصد است. همچنین، در مطالعات دیگر بر روی تاسماهیان سفید آمریکایی (*Acipenser transmontanus*) این نتیجه بدست آمد که ماهی‌های تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی ۲۵/۸-۳۵/۷ درصد چربی، رشد سریع و کارآیی غذایی بهتری را حاصل نمودند، اما با افزایش میزان چربی جیره غذایی تا حد ۴۰/۲٪، این مقادیر کاهش یافتند (۱). در مطالعه حاضر، بچه فیل ماهی‌های تغذیه شده با هر سه جیره غذایی (درصد چربی در جیره‌های غذایی شاهد، اول و دوم به ترتیب ۲۰/۹۴٪، ۱۹/۶۱٪ و ۲۰/۹۲٪) رشد مناسبی را کسب کردند که در این بین، بهترین نرخ رشد با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف، مربوط به ماهی‌های تیمار دوم بود (P>۰/۰۵). در ادامه بایستی ذکر کرد که درصد رطوبت در لاشه ماهی‌ها در ابتدای آزمایش بیشتر از این فاکتور در لاشه ماهی‌ها در انتهای آزمایش بود، در حالی‌که عکس قضیه فوق در مورد خاکستر، پروتئین خام و چربی خام صادق است. Martino و همکاران (۲۰۰۲) طی تحقیقات خود بر روی ماهی surubim (*Pseudoplatystom coruscans*) نتایج مشابه‌ای را بدست آوردند. جیره‌های غذایی ترکیب اسیدهای چرب منابع چربی اضافه شده را منعکس کردند، به طوری که جیره غذایی حاوی روغن ماهی کیلکا بیشترین مقدار از SFA، EPA و DHA و کمترین مقدار از n-6PUFA به ویژه 18:2n-6 را به خود اختصاص داده، در حالی‌که عکس قضیه فوق در جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های گیاهی صادق است، ضمن اینکه این جیره‌ها بیشترین میزان 18:3n-3 را داشتند. در این بین، جیره غذایی حاوی روغن کانولا بیشترین مقدار از 18:1n-9 و به تبع آن MUFA و کمترین اشباعیت (SFA) و کمترین میزان n-3HUFA را به خود اختصاص داده بود. به همین ترتیب Xue و همکاران (۲۰۰۶) نتایج مشابه‌ای را گزارش کردند. لازم به ذکر است که در بین روغن‌های آفتابگردان و سویا، روغن سویا میزان SFA

www.SID.ir

Archive of SID

کمتر و میزان MUFA (18:1n-9) و n-6PUFA (18:2n-6) بیشتری داشته، در حالی که روغن آفتابگردان میزان n-3HUFA بیشتری دارد، هرچند که این اختلافات به میزان بسیار کم بود. با جایگزین کردن روغن ماهی توسط روغن‌های گیاهی، میزان اسید آراشیدونیک در جیره غذایی کاهش یافت، که نتایج تحقیقات Regost و همکاران (۲۰۰۳) در بکارگیری ۳ منبع چربی شامل روغن ماهی، روغن بذر کتان و روغن سویا در جیره غذایی ماهی turbot (*Psetta maxima*) یافته‌های مطالعه حاضر را تأئید می کند. دقیقاً مشخص شده است که ماهی‌ها مانند همه مهره‌داران نمی‌توانند اسیدهای چرب چند غیر اشباعی را مجدداً بسازند و بنابراین باید اسیدهای چرب ضروریشان در جیره غذایی آن‌ها فراهم شود (۶). بعضی از روغن‌های گیاهی شامل مقادیر قابل توجه‌ای از اسیدهای چرب ضروری n-3 (آلفا لینولنیک اسید) و n-6 (اسید لینولئیک) بوده که بدن با استفاده از این دو می‌تواند همه اسیدهای چرب ضروریش را بسازد (۲۱). با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که فیل ماهی‌های پرورشی قادر به طویل و غیر اشباع‌سازی اسید لینولئیک (18:2n-6) به اسید آراشیدونیک (ARA, 20:4n-6) و همچنین اسید لینولنیک (18:3n-3) به ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA, 20:5n-3) و بعد به دکوزا هگزانوئیک اسید (DHA, 22:6n-3) باشند، زیرا میزان 18:2n-6، 18:3n-3 و EPA در لاشه فیل ماهی‌ها کمتر از میزانشان در غذا بوده، این در حالی است که میزان ARA و DHA در لاشه فیل ماهی‌ها بیشتر از میزانشان در غذا می‌باشد. نتایج مشابه بر روی تاسماهی سفید آمریکایی (*A. transmontanus*)، ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، ماهی surubim (*Pseudoplatystom coruscans*)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*)، تاسماهی روس (*A. gueldenstaedtii*)، ماهی sea bass ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*) و ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) گزارش شد (۵، ۸، ۱۱، ۱۳، ۱۹، ۳۰، ۳۶و ۳۷). در همه جانوران از جمله ماهی، ترکیب اسیدهای چرب چربی بافت متأثر از جیره غذایی آن‌ها می‌باشد (۲۰و۲۹). در این تحقیق ترکیب اسیدهای چرب لاشه بچه فیل‌ماهیان پرورشی بعد از ۸ هفته پرورش، پروفیل اسیدهای چرب جیره‌های غذایی را به میزان بسیار زیادی منعکس کردند. بنابراین، ساختار اسیدهای چرب لاشه این ماهی‌ها می‌تواند به وسیله انتخاب مناسب منابع چربی استفاده شده در جیره غذایی آن‌ها اصلاح شود. McKenzie (۲۰۰۱) اذعان نمود که روغن‌های طبیعی از نظر ترکیب اسیدهای چربشان با هم متفاوت هستند، بنابراین امکان تغییر پروفیل اسیدهای چرب موجود در چربی‌های بافت ماهی‌های پرورشی به وسیله تغذیه‌شان با جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های دریایی (روغن ماهی) یا روغن‌های گیاهی خاص امکان‌پذیر است. لازم به ذکر است که در این بین، ARA نیز در لاشه بچه فیل‌ماهیان پرورشی، تحت تأثیر منابع چربی جیره‌های غذایی قرار نگرفت. در رابطه با SFA، افزودن روغن‌های گیاهی خصوصاً روغن کانولا به جیره غذایی، برعکس روغن ماهی کیلکا باعث کاهش میزان SFA در لاشه می‌شود که تأثیر بسزایی در افزایش هضم اسیدهای چرب دارد. به طور کلی در لاشه بچه فیل‌ماهیان پرورشی، میزان SFA به ویژه 16:0 در ارتباط منفی و میزان MUFA به خصوص 18:1n-9 در ارتباط مثبت با غلظت روغن

www.SID.ir

Archive of SID

کانولای جیره غذایی بودند. در این رابطه نتایج مشابه‌ای بر روی ماهی سیم دریایی قرمز (*Pagrus major*) (۱۲) و ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) (۱۱و۱۳) بدست آمد. روغن‌های گیاهی خصوصاً روغن‌های آفتابگردان و سویا بیشترین میزان از n-6PUFA به ویژه 18:2n-6 را داشته و به همین ترتیب میزان این نوع از اسیدهای چرب در لاشه بچه فیل ماهی‌های تیمار اول و دوم طور معنی‌دار بیشتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). با توجه به گزارشات Turchini و همکاران (۲۰۰۷) این بدیهی است که جیره‌های غذایی حاوی مقادیر بالاتر n-6 سطوح n-6PUFA را در ماهیچه لای ماهی آب شیرین (*Tinca tinca* L.) افزایش می‌دهند. Izquierdo و همکاران (۲۰۰۵) طی مطالعات خود دریافتند که میزان 18:2n-6 در فیله‌های ماهی سیم دریایی سر طلایی (*Sparus aurata*) طی دوره اول پرورش با روغن سویا افزایش می‌یابد. طبق بررسی‌های Şener و همکاران (۲۰۰۵)، در تاسماهی‌های روس جوان (*A. gueldenstaedtii*) تغذیه شده با جیره غذایی حاوی روغن‌های گیاهی (روغن‌های آفتابگردان و سویا) میزان کل اسیدهای چرب n-6 بیشتر از روغن ماهی بود، در صورتی‌که از نظر میزان کل اسیدهای چرب n-3، عکس الگوی فوق مشاهده گردید. در مورد اسیدهای چرب n-3HUFA جیره غذایی حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی نسبت به سایر تیمارها به طور معنی‌دار (P<۰/۰۵) بیشترین میزان این نوع از اسیدهای چرب را در لاشه بچه فیل ماهی‌ها منعکس کرد. با توجه به بررسی‌های Subhadra و همکاران (۲۰۰۶)، غلظت‌های پایین n-3HUFA در ماهیچه ماهی‌های باس دهان گشاد (*Micropterus salmoides*) انعکاسی از جیره‌های غذایی حاوی غلظت‌های پایین این اسیدهای چرب (جیره غذایی حاوی روغن کانولا و جیره‌های غذایی حاوی روغن جوجه مرغ) می‌باشد. با افزایش سطح روغن‌های گیاهی در جیره غذایی، نسبت n-3/n-6 در لاشه بچه فیل‌ماهی‌ها به طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد (P<۰/۰۵). Bransden و همکاران (۲۰۰۳) طی مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که با افزودن هر سطحی از روغن آفتابگردان به جای روغن ماهی به جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar* L.)، نسبت n-3/n-6 به علت افزایش مقدار اسید چرب 18:2n-6 کاهش می‌یابد. بنابراین همانطور که Martino و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی‌های خود بر روی ماهی surubim (*Pseudoplatystom coruscans*) عنوان کردند امکان اصلاح نسبت n-3/n-6 به وسیله منابع چربی مختلف شامل روغن حیوانات خشکی زی و روغن‌های گیاهی وجود دارد. با افزایش سطح روغن‌های گیاهی در جیره غذایی، نسبت 18:1n-9/n-3 در لاشه بچه فیل ماهی‌ها به طور معنی‌دار افزایش یافت (P<۰/۰۵). مطالعات انجام شده بر روی ماهی sea bass ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*) نشان داد که نسبت 18:1n-9/n-3 در فیله ماهی‌های تغذیه شده با چربی حیوانات خشکی زی و چربی ترکیبی (پیه گاو، روغن سویا و روغن ماهی) به طور معنی‌دار افزایش یافت، هرچند که مقدار نیاز پایین بود (۳۷).

با توجه به توضیحات داده شده، استفاده از جیره غذایی دوم نسبت به سایر جیره‌های غذایی مناسب‌تر است، زیرا جایگزین کردن ۵۰٪ روغن ماهی با روغن‌های گیاهی (روغن‌های آفتابگردان و کانولا با نسبت ۱:۱) حد بهینه‌ای از اسیدهای چرب ضروری

www.SID.ir

Archive of SID

سری n-3، n-6 و n-9 و کمترین میزان اسیدهای چرب اشباع شده را برای ماهی فراهم کرده و از آنجائی که در بین روغن‌های گیاهی پیشنهادی، روغن‌های آفتابگردان و سویا به ترتیب گرانترین و ارزانترین روغن و قیمت روغن کانولا مابین این دو می‌باشد (۳۴)، ترکیب روغن‌های گیاهی آفتابگردان و کانولا با یکدیگر و جایگزینی آن‌ها به مقدار ۵۰٪ به جای روغن ماهی باعث کاهش هزینه تولید غذا و در نتیجه کاهش هزینه پرورش ماهی در مقیاس وسیع خواهد شد.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر محمد پورکاظمی ریاست محترم انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، دکتر محمود بهمنی معاونت محترم آن مرکز و همچنین از همکاری‌های کلیه کارشناسان و متخصصین این مؤسسه از جمله جناب آقایان مهندس حمیدرضا پورعلی، مهندس میرحامد سیدحسنی و مهندس جلیل جلیل پور که در اجرای این طرح دست یاری دادند، کمال تشکر را داریم. همچنین از زحمات جناب آقای دکتر ناصر آق رئیس پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی دانشگاه ارومیه تشکر می‌گردد.

منابع

۱. ابراهیمی، ع.، ۱۳۸۳. سطوح مختلف پروتئین و چربی بر رشد و کیفیت لاشه بچه ماهیان انگشت قد فیل‌ماهی و تاسماهی ایرانی. رساله دکتری تخصصی شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده شیلات و محیط زیست. ۱۱۳ صفحه.

۲. افشار مازندران، ن.، ۱۳۸۱. راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش، ۲۱۶ صفحه.

۳. مالک، ف.، ۱۳۷۹. چربی‌ها و روغن‌های نباتی خوراکی. انتشارات فرهنگ و قلم، ۴۶۴ صفحه.

4. AOAC (Assosiation of Official Analitical Chemists), 1990. Official methods of analysis. 15th edn. AOAC, Washington, DC. USA. 1094P.
5. Bell, G.J.; Henderson, R.J.; Tocher, D.R.; Ghee, F.M.; Dick, J.R.; Porter, A.; Smullen, R.P. and Sargent, J.R., 2002. Substituting Fish Oil with Crude Palm Oil in the Diet of Atlantic Salmon (*Salmo salar)* Affects Muscle Fatty Acid Composition and Hepatic Fatty Acid Metabolism. J. Nutr. Vol. 132, pp.222-230.
6. 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. Vol. 284, pp.144-150.
7. 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. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 135B, pp.611-625.
8. Caballero, M.J.; Obach, A.; Rosenlund, G.; Montero, D.; Gisvold, M. and Izquierdo, M.S., 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. Vol. 214, pp.253-271.
9. Christie, W.W., 1982. Lipid Analysis, 2nd edn. Pergamon Press, Oxford, UK. 207P.
10. Francis, D.S.; Turchini, G.M.; Jones, P.L. and Silva, S.S.D., 2007. Effects of fish oil substitution with a mix blend vegetable oil on nutrient digestibility in Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. Aquaculture. Vol. 269, pp.447-455.

www.SID.ir

Archive of SID

11. Grant, A.A.M.; 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. Vol. 277, pp. 303-312.
12. Huang, S.S.Y.; Oo, A.N.; Higss, D.A.; Brauner, C.J. 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. Vol. 271, pp.420-431.
13. Huang, S.S.Y.; Fu, C.H.L.; Higgs, D.A.; Balfry, S.K.; Schulte, P.M. and Brauner, C.J., 2008. Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ionoregulatory development of spring chinook salmon parr, *Oncorhynchus tshawytscha*. Aquaculture. Vol. 274, pp.109-117.
14. Izquierdo, M.S.; Montero, D.; Robaina, L.; Caballero, M.J.; Rosenlund, G. and Ginés, R., 2005. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. Aquaculture. Vol. 250, pp.431-444.
15. Leiboritz, H.E.; Bengtson, D.A.; Maugle, P.D. and Simpson, K.L., 1987. Effects of Artemia lipid fraction on growth and survival of larval inland silversides, *In*: Artemia Research and its Application, Vol. 3, 1st ed., Sorgeloss, P., Bengtson, D.A., Declier, W., and Jaspers, E., (eds). Universa Press, Wetteren, Belgium, pp.469-479.
16. Lepage, G. and Roy, C.C., 1984. Improved recovery of fatty acid through direct transesterification without prior extraction or purification. J. Lipid Res. Vol. 25, pp.1391-1396.
17. Lovell, T., 1988. Nutrition and Feeding of fish. Published by Van Nostrand Reinhold, 260P.
18. Martínez-Llorens, S.; Vidal, A.T.; Moñino, A.V.; Torres, M.P. and Cerdã, M.J., 2007. Effects of dietary soybean oil concentration on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture. Vol. 38, pp.76-81.
19. Martino, R.C.; Cyrino, J.E.P.; Portz, L. and Trugo, L.C., 2002. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. Aquaculture. Vol. 209, pp.233-246.
20. McKenzie, D.J., 2001. Effects of dietary fatty acids on the respiratory and cardiovascular physiology of fish. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 128A, pp.607-621.
21. McKevith, B., 2005. Nutritional aspects of oilseeds. J. Nutr. Vol. 30, pp.13-26.
22. Miller, M.R.; Nichols, P.D. and Carter, C.G., 2007. Replacement of dietary fish oil for Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L.) with a stearidonic acid containing oil has no effect on omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acid concentrations. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 146B, pp.197-206.
23. Montero, D.; Robaina, L.; Caballero, M.J.; Ginés, R. and Izquierdo, M.S., 2005. Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: A time-course study on the effect of a re-feeding period with a 100% fish oil diet. Aquaculture. Vol. 248, pp.121-134.
24. Mourente, G.; Dick, J.R.; Bell, J.G. 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. Vol. 248, pp.173-186.
25. Mourente, G. and Bell, J.G., 2006. Partial replacement of dietary fish oil with blends of vegetable oils (rapeseed, linseed and palm oils) in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) over a long term growth study: Effects on muscle and liver fatty acid composition and effectiveness of a fish oil finishing diet. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 145B, pp.389-399.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Peng, S.; Chen, L.; Qin, J.G.; Hou, J.; Yu, N.; Long, Z.; Ye, J. and Sun, X., 2008. Effects of replacement of dietary fish oil by soybean oil on growth performance and liver biochemical composition in juvenile black seabream, *Acanthopagrus schlegeli*. Aquaculture. Vol. 276, pp.154-161.
27. Piedecausa, M.A.; Mazón, M.J.; García García, B. and Hernández, M.D., 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). Aquaculture. Vol. 263, pp.211-219.
28. Regost, C.; Arzel, J.; Robin, J.; Rosenlund, G. and Kaushik, S.J., 2003. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*) 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. Aquaculture. Vol. 217, pp.465-482.
29. Robin, J.H.; Regost, C.; Arzel, J. and Kaushik, S.J., 2003. Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: model of fatty acid composition with a dilution hypothesis. Aquaculture. Vol. 225, pp.283-293.
30. Şener, E.; Yildiz, M. and Savaş, E., 2005. Effects of Dietary Lipids on Growth and Fatty Acid Composition in Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) Juveniles. J. Vet. Anim. Sci. Vol. 29, pp.1101-1107.
31. Subhadra, B.; Lochmann, R.; Rawles, S. and Chen, R., 2006. Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). Aquaculture. Vol. 255, pp.210-222.
32. Turchini. G.M.; Mentasti, T.; Frøyland, L.; Orban, E.; Caprino, F.; Moretti, V.M. and Valfré, F., 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). Aquaculture. Vol. 225, pp.251-267.
33. Turchini, G.M.; Moretti, V.M.; Mentasti, T.; Orban, E. and Valfré, F., 2007. Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.). J. Food Chem. Vol. 102, pp.1144-1155.
34. USDA (United States Department of Agriculture), 2009. Oilseeds: world markets and trade. Foreign Agricultural Service Circular Series FOP 1-09. January. http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/Current.asp.
35. Webster, C.D. and Lim, C.E., 2002. Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture. CAB International, CABI Publishing, 418P.
36. Xu, R.; Hung, S.S.O. and German, J.B., 1993. White sturgeon tissue fatty acid compositions are affected by dietary lipids. J. Nutr. Vol. 123, pp.1685-1692.
37. Xue, M.; Luo, L.; Wu, X.; Ren, Z.; Gao, P.; Yu, Y. and Pearl, G., 2006. Effects of six alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). Aquaculture. Vol. 260, pp.206-214.

www.SID.ir