اثرات جایگزینی روغن ماهی جیره غذایی با روغن‌های گیاهی بر شاخص‌های رشد، ترکیب شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب بچه‌فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso*)

*مجید نیک‌زادحسن‌کیاده[1]، حسین خارا[1]، محمدعلی یزدانی[2] و حسین پرندآور[2]
[1] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان،
[2] انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت

چکیده

در این تحقیق، اثرات جایگزینی سطوح مختلف روغن‌های گیاهی به‌جای روغن ماهی بر شاخص‌های رشد، ترکیب شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب بچه‌فیل‌ماهیان پرورشی (0/49±27/01 گرم) به‌مدت 8 هفته مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور 3 جیره غذایی ایزونیتروژنیک و ایزولیپیدیک حاوی 10 درصد روغن اضافه شده، فرمول‌بندی شد. جیره‌های غذایی شامل 100 درصد روغن ماهی کیلکا در تیمار اول (تیمار شاهد)، 50 درصد روغن ماهی و 50 درصد روغن‌های گیاهی مخلوط (روغن‌های سویا و کانولا با نسبت 1:1) در تیمار دوم و 100درصد روغن‌های گیاهی مخلوط (روغن‌های سویا، کانولا و آفتابگردان با نسبت 1:1:1) در تیمار سوم بود. در پارامترهای عملکرد رشد و مصرف غذایی شامل درصد اضافه وزن، فاکتور وضعیت، رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، درصد جذب غذا، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین و همچنین ترکیب شیمیایی لاشه شامل پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با افزودن روغن‌های گیاهی به جیره غذایی، اسیدهای چرب چند غیراشباعی سری n-6 (n-6PUFA) به‌ویژه اسید لینولئیک (18:2n-6) در لاشه فیل‌ماهی‌ها به‌طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد، اما دکوزا هگزانوئیک اسید (DHA, 22:6n-3)، اسیدهای چرب چند غیراشباعی سری n-3 (n-3PUFA)، اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع سری n-3 (n-3HUFA) و نسبت n-3/n-6 در لاشه فیل‌ماهی‌ها به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. به‌طورکلی ترکیب اسیدهای چرب لاشه به‌میزان زیاد انعکاسی از منابع چربی جیره‌های غذایی بود. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار، ماهیان تیمار دوم نسبت به سایر تیمارها عملکرد رشد بهتری را به‌دست آوردند و این نتایج نشان داد که فیل‌ماهی‌های پرورشی به اسیدهای چرب سری n-3، n-6 و n-9 در جیره غذایی نیاز دارند.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، ایران، روغن ماهی، روغن‌های گیاهی، فیل ماهی

مقدمه

ماهیان خاویاری به‌دلیل ارزش فراوان، اندازه بزرگ و آسیب‌پذیری نسبت به آلودگی و صید بی‌رویه، حداقل در بخشی از محدوده خود در معرض خطر انقراض قرار دارند. با این حال ارزش و عادات تولیدمثلی، این امکان را فراهم کرده که آن‌ها را به‌طور موفقیت‌آمیز پرورش دهند. در این بین، فیل‌ماهی (*Huso huso*) به‌عنوان بزرگ‌ترین گونه، منبع اصلی تأمین خاویار روسی حقیقی بوده که یک ماهی گوشت‌خوار محسوب می‌شود (ستاری و همکاران، 1382). بنابراین با توجه به ارزش بسیار بالای این ماهیان و کاهش میزان ذخایر آن‌ها در تمام زیستگاه‌های طبیعی،

* مسئول مکاتبه: mnikzad1984@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

تکثیر و پرورش مصنوعی آن‌ها از سال‌ها پیش مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است. بیش‌ترین اطلاعات از مطالعات غذایی بر روی تاس‌ماهیان سفید امریکایی (*Acipenser transmontanus*) و سیبری (*Acipenser baerii*) به‌دست آمده است، اما این اطلاعات هنوز ناقص می‌باشد (Webster و Lim، 2002). فقدان اطلاعات کافی در مورد تغذیه و غذادهی گونه‌های مورد پرورش در شرایط مصنوعی مهم‌ترین عامل محدودکننده توسعه پرورش این ماهیان در جهان بوده است. به‌علت عدم آگاهی کافی از نیازهای غذایی ماهیان خاویاری، پرورش این ماهیان در مراحل اولیه زندگی متکی به غذای طبیعی و در مراحل پرواری وابسته به غذای آزاد ماهیان می‌باشد که این امر به‌دلیل ویژگی‌های خاص اکولوژیک و فیزیولوژیک ماهیان خاویاری صحیح نمی‌باشد (ابراهیمی، 1383). بنابراین، مطالعه و تحقیق به‌منظور تهیه جیره‌های غذایی خاص تاس‌ماهیان به‌منظور پرورش مصنوعی و حفظ و بازسازی ذخایر آن‌ها امری بسیار ضروری می‌باشد. اطلاعات مربوط به مصرف مواد غذایی و رشد در ارتباط با اطلاعات مربوط به قابلیت هضم غذاها و اجزای ترکیبی، برای بهبود تولید غذا و کاهش هزینه پرورش مفید می‌باشد (Francis و همکاران، 2006). به‌طورکلی، پروتئین مهم‌ترین و گران‌ترین جزء جیره غذایی ماهی را تشکیل می‌دهد که تعیین‌کننده رشد ماهی می‌باشد (Lovell، 1989). استفاده از منابع غیرپروتئینی (کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها) در جیره غذایی باعث کاهش مصرف پروتئین موجود در جیره غذایی و ذخیره‌سازی آن در بدن (Lovell، 1989؛ Webster و Lim، 2002؛ Subhadra و همکاران، 2006) و در نتیجه باعث افزایش بازده غذایی و سرعت رشد و نمو و کاهش هزینه‌های پرورش ماهی می‌گردد (Turchini و همکاران، 2003). اگرچه کربوهیدرات‌ها یک منبع مهم انرژی هستند، اما مواد مغذی ضروری به حساب نمی‌آیند، ضمن این‌که میزان انرژی‌زایی آن‌ها کمتر از چربی‌ها و پروتئین‌ها می‌باشد (Lovell، 1989). براساس بررسی‌های انجام شده، اهمیت چربی‌ها بر روند رشد ماهی به خوبی ثابت شده و انواع زیادی از منابع چربی حیوانی و گیاهی به‌طور وسیع در فرمول‌بندی جیره‌های غذایی ماهی‌ها استفاده می‌شوند. چربی‌ها نه تنها منبع انرژی، بلکه منبعی برای اسیدهای چرب ضروری محسوب می‌شوند. در کل اگر جیره‌های غذایی، نیاز اسیدهای چرب ضروری ماهی را تأمین نمایند، باعث رشد کافی ماهی می‌شوند (Martino و همکاران، 2002). روغن ماهی عمده‌ترین منبع چربی بوده که به‌میزان بسیار زیاد در جیره‌های غذایی به‌ویژه برای گونه‌های گوشت‌خوار استفاده می‌شود (Martínez-Llorens و همکاران، 2007)، به‌طوری‌که مراکز آبزی‌پروری آرد و روغن ماهی کم‌ارزش حاصله از صنایع شیلاتی را به‌طور موفقیت‌آمیزی به غذاهای باارزش برای مصارف انسانی تبدیل می‌کنند (Bell و همکاران، 2002؛ Mourente و همکاران، 2005). اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع سری n-3 (n-3HUFA) شامل ایکوزا پنتانوئیک اسید (20:5n-3) و دکوزا هگزانوئیک اسید (22:6n-3) به داشتن اثرات مفید بر روی سلامتی انسان معروف هستند (Martino و همکاران، 2002) و ماهی‌های پرورشی که جیره‌های غذایی حاوی فرآورده‌های شیلاتی را مصرف می‌کنند (به‌خصوص آن‌هایی که مقادیر قابل توجه‌ای از چربی را در گوشت خود ذخیره می‌کنند)، یک منبع واقعی بی‌نظیر از n-3HUFA را در جیره‌های غذایی انسان فراهم می‌کنند که این امر باعث افزایش تقاضای مصرف‌کننده‌های ماهی و نرم‌تنان شده است (Mourente و Bell، 2006؛ Subhadra و همکاران، 2006). با توجه به کمبود ذخایر ماهیان کیلکای دریای خزر به‌علت صید بیش از حد این ماهی‌ها، این حتمال می‌رود که در

Archive of SID

www.SID.ir

آینده‌ای نه چندان دور، میزان این فرآورده‌های شیلاتی جواب‌گوی مراکز آبزی‌پروری نبوده که این امر به نوبه خود باعث افزایش هزینه این محصولات شده که اثر سوء آن دامنگیر مراکز تکثیر و پرورش ماهیان از جمله ماهیان خاویاری خواهد شد. حتی خوش‌بینانه‌ترین تحقیقات پیش‌بینی می‌کنند که طی چند سال آینده، تولید جهانی روغن ماهی ممکن است برای پوشش دادن افزایش تقاضا برای غذاهای حیوانات کافی نباشد، در حالی‌که تولید روغن‌های گیاهی به‌طور پیوسته افزایش می‌یابد و قیمت‌ها نیز ثابت باقی می‌مانند و حتی در بعضی از بازارها قیمت بعضی از روغن‌های گیاهی مناسب در حال کاهش است (Izquierdo و همکاران، 2005؛ Piedecausa و همکاران، 2007). بنابراین، جایگزینی موفقیت‌آمیز روغن ماهی توسط روغن‌های گیاهی هم وابستگی کامل به روغن ماهی را به‌عنوان ماده اولیه و هم هزینه مربوط به آن را کاهش می‌دهد (Mourente و Bell، 2006؛ Francis و همکاران، 2007). براساس مطالعات انجام شده، بالاترین ارزش غذایی اسیدهای چرب چند غیراشباعی سری n-6 و n-3 زمانی به‌دست می‌آید که جیره غذایی حاوی نسبت‌های مناسب از هر دوی آن‌ها باشد (افشارمازندران، 1381). مشکل اصلی در استفاده از روغن‌های گیاهی به‌جای روغن جانوری در جیره غذایی ماهی‌ها، متفاوت بودن ترکیب‌شان با روغن ماهی می‌باشد. روغن‌های گیاهی غنی از اسیدهای چرب چند غیراشباعی 18 کربنه (C_{18}PUFA) و فاقد اسیدهای چرب n-3HUFA که در روغن ماهی به وفور یافت می‌شوند، می‌باشند (Almaida-Pagán و همکاران، 2007؛ Huang و همکاران، 2007). بنابراین، در این تحقیق جایگزینی جزئی روغن ماهی (50 درصد) با روغن‌های گیاهی هم مورد بررسی قرار گرفت.

هدف از انجام این تحقیق دستیابی به یک جیره غذایی مناسب از لحاظ ترکیب چربی و هزینه تولید آن از نظر قیمت روغن‌های پیشنهادی، بررسی اثرات جایگزینی روغن‌های گیاهی به‌جای روغن ماهی بر روند رشد، ترکیب شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب لاشه و تعیین حد بهینه n-3/n-6 در جیره غذایی بوده است.

مواد و روش کار

این آزمایش به‌مدت 8 هفته در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری واقع در رشت انجام شد. برای این منظور تعداد 108 عدد بچه‌فیل‌ماهی مختلط سازش‌یافته با غذای کنسانتره با میانگین وزنی 0/49±27/01 گرم (mean±S.E.M., n=9) در 9 حوضچه فایبرگلاس مدور (قطر 105 سانتی‌متر، ارتفاع 51 سانتی‌متر و حجم آب 500 لیتر) مجهز به سیستم هوادهی و ورودی آب به‌صورت فواره‌ای (دبی آب 11/23 لیتر در دقیقه) در 3 تیمار و 3 تکرار برای هر تیمار در غالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل با تراکم یکسان در تمامی تیمارها (12 عدد به‌ازای هر حوضچه) تحت شرایط محیطی یکسان توزیع شدند، به‌طوری‌که هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر طول و وزن در بین آن‌ها مشاهده نشد. در نیمه اول دوره پرورش، آب مورد نیاز از رودخانه سفیدرود تأمین شد، اما به‌علت خشکسالی آب چاه با آب رودخانه سفیدرود مخلوط گردید. در کل دوره پرورش، میزان دمای آب 25/5 درجه سانتی‌گراد و اکسیژن محلول در آب 6/4 میلی‌گرم در لیتر بود. سه جیره غذایی ایزونیتروژنیک و ایزولیپیدیک حاوی 22 درصد چربی و 10 درصد روغن‌های مورد آزمایش بودند. تیمار اول با 100 درصد روغن ماهی کیلکا به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. روغن ماهی در تیمار دوم با 50 درصد روغن‌های گیاهی مخلوط (روغن‌های سویا و کانولا با نسبت 1:1) و در تیمار سوم با 100 درصد روغن‌های گیاهی مخلوط

Archive of SID

www.SID.ir

(روغن‌های سویا، کانولا و آفتابگردان با نسبت 1:1:1) جایگزین گردید (جدول 1).

جدول 1- فرمول‌بندی جیره‌های آزمایشی (درصد)

جیره‌های غذایی / اجزای ترکیبی (درصد)	اول	دوم	سوم
آرد ماهی	46	46	46
آرد گندم	16	16	16
کنجاله سویا	11	11	11
پودر گوشت	9	9	9
مکمل‌های معدنی و ویتامینه	4	4	4
نمک	1	1	1
سایر مکمل‌های افزودنی	3	3	3
روغن ماهی کیلکا	10	5	0
روغن سویا	0	2/5	3/3
روغن کانولا	0	2/5	3/3
روغن آفتابگردان	0	0	3/3

جدول 2- ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد از وزن تر)

جیره های غذایی / ترکیب شیمیایی (درصد)	اول	دوم	سوم
پروتئین خام	56/03±1/35	59/21±0/54	58/86±0/30
چربی خام	20/94±0/91	22/60±1/34	23/73±0/87
خاکستر	11/97±0/07	12/09±0/42	11/60±0/08
رطوبت	4/22±0/05	4/50±0/02	4/30±0/04

ابتدا مواد اولیه توزین و ترکیب و بعد روغن‌های مخلوط و هموژن شده به‌تدریج بر روی سطح آن پخش شد. در مرحله بعد خمیر حاصل توسط یک چرخ گوشت تجاری ساخت شرکت آسیا الکتریک به‌صورت رشته‌ای در دو اندازه 2/5 میلی‌متر (نیمه اول دوره پرورش) و 4 میلی‌متر (نیمه دوم دوره پرورش) خارج و به‌مدت 12 ساعت در داخل دستگاه خشک‌کن در دمای 45 تا 60 درجه سانتی‌گراد خشک شدند. این رشته‌ها به‌صورت دستی به‌صورت گرانول درآمدند. بعد از بسته‌بندی و کدگذاری در فریزر 20- درجه سانتی‌گراد خنک و تا زمان مصرف در داخل ظروف پلاستیکی درب‌دار در دمای اتاق نگهداری شدند. ماهی‌ها به‌صورت دستی با غذای کنسانتره تا حد اشباع در سه وعده در شبانه‌روز (ساعات 8، 16 و 24) غذادهی شدند. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، اکسیژن محلول و pH به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. ماهی‌ها هر دو هفته یک‌بار بیومتری شدند و نتایج حاصل به‌منظور بررسی میزان رشد و مصرف غذایی ثبت گردید. لازم به ذکر است که به‌منظور کاهش استرس بعد از بیومتری، تغذیه به‌مدت یک روز متوقف می‌شد. به‌منظور آنالیز ترکیب شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب لاشه از هر تیمار 3 عدد ماهی نمونه‌برداری شد. ماهی‌ها بعد از نمونه‌برداری در محلول 800 میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک بیهوش شده و محتویات شکمی آن‌ها تخلیه گردید. نمونه‌های غذایی توسط یک چرخ گوشت معمولی پودر شده و به همراه نمونه‌های ماهی بعد از بسته‌بندی و کدگذاری به‌ترتیب در داخل فریزر 20- درجه سانتی‌گراد و فریزر نیتروژن مایع 86- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای تعیین ترکیب شیمیایی نمونه شامل درصد پروتئین خام، چربی خام، رطوبت و

Archive of SID

www.SID.ir

خاکستر از روش استاندارد (AOAC، 1990) استفاده شد. مقدار پروتئین خام با استفاده از دستگاه کجلدال اتوماتیک مدل WD40 ساخت شرکت behrotest و ضرب کردن نیتروژن با عدد 6/25 (N×6/25) به‌دست آمد. برای تعیین درصد چربی خام از دستگاه سوکسله (Soxhlet) مدل H613 ساخت ایران و اتردوپترول به‌عنوان حلال استفاده شد. برای تعیین درصد رطوبت، نمونه‌ها در دستگاه آون به‌مدت 24 ساعت در دمای 60 درجه سانتی‌گراد خشک شدند. میزان خاکستر از طریق سوختن نمونه‌ها در یک کوره الکتریکی (Muffle Furnance) ساخت شرکت ایران خودساز در دمای 500 تا 550 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 4 ساعت محاسبه شد. برای تعیین میزان اسیدهای چرب نمونه‌ها از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) مدل DANI 1000 ساخت کشور ایتالیا مجهز به یک ستون کاپیلاری (SGE, Forte BPX70, 50m×0.32mm) استفاده گردید. ابتدا نمونه‌ها مستقیماً مورد استریفیکاسیون واقع شدند (Christie، 1982). سپس متیل‌استرهای اسیدهای چرب با استفاده از روش Lepage و Roy (1984) جهت تزریق به دستگاه گاز کروماتوگراف آماده‌سازی شدند.

در این تحقیق 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 آزمون جداساز Duncan برای مقایسه بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف استفاده شد. آنالیزهای آماری توسط نرم‌افزار SPSS 14.0 انجام شد.

نتایج

میزان بقای ماهی‌ها 99 درصد بود. با توجه به داده‌های جدول 3، هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر پارامترهای عملکرد رشد و مصرف غذایی شامل درصد اضافه وزن (WG٪)، ضریب چاقی (K)، رشد روزانه (GR)، نرخ رشد ویژه (SGR)، درصد جذب غذا (Feed intake)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و نسبت بازده پروتئین (PER) بعد از 8 هفته پرورش بین ماهی‌های تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P>0/05$).

با توجه به نتایج به‌دست آمده مطابق جدول 4، هیچ کدام از ترکیبات شیمیایی لاشه بچه‌فیل‌ماهی‌ها شامل پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت در بین تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار نبود ($P>0/05$).

با توجه به نتایج حاصله (جدول 5)، کمترین و بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع شده (SFA) به‌ویژه اسید پالمیتیک (16:0) به‌ترتیب در تیمارهای غذایی سوم و اول مشاهده شد.

جدول 4- ترکیب شیمیایی لاشه فیل‌ماهی‌های پرورشی (درصد از وزن تر) در انتهای دوره پرورش (mean±S.E.M., n=3)

تیمار غذایی / ترکیب شیمیایی لاشه (درصد)	اولیه[1]	اول	دوم	سوم
پروتئین خام	13/30±0/71[a]	15/44±0/65[a]	14/21±0/30[a]	15/47±0/40[a]
چربی خام	3/63±0/18[a]	4/91±0/32[a]	6/26±0/56[a]	5/84±0/97[a]
خاکستر	1/30±0/27[a]	1/27±0/09[a]	1/47±0/14[a]	1/45±0/36[a]
رطوبت	80/40±0/85[a]	75/67±1/12[a]	77/75±0/92[a]	75/86±0/41[a]

حروف مشابه در هر سطر نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

[1] آنالیز آماری بر روی نمونه‌های اولیه انجام نمی‌گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- عملکرد رشد و مصرف غذایی در بچه‌فیل‌ماهیان پرورشی در طول دوره پرورش (mean±S.E.M., n=۳)

پارامترها / تیمار	IBW [۱]	FBW [۲]	WG [۳]	K [٤]	GR [٥]	SGR [٦]	Feed intake [۷]	FCR [۸]	PER [۹]
اول	۲٦/۸۱±۰/۵۳[a]	۱۳۱/۰۰±۲/۹٤[a]	۳۸۹/٤۱±۱۹/۰۵[a]	۰/۳۷±۰/۰۰[a]	۲/۰۰±۰/۰٦[a]	۳/۰۵۱±۰/۰۸[a]	٤/۱۱±۰/۰۸[a]	۱/٦۲±۰/۰٦[a]	۱/۱٤±۰/۰۵[a]
دوم	۲۷/۲۵±۱/۲۱[a]	۱٤۷/۲۲±۱۲/۳٦[a]	٤۳۸/٤۸±۲۳/٦٤[a]	۰/۳۷±۰/۰۱[a]	۲/۳۱±۰/۲۲[a]	۳/۲۳٤±۰/۰۹[a]	۳/۹۸±۰/۰۹[a]	۱/۵۱±۰/۰٦[a]	۱/۱۲±۰/۰۳[a]
سوم	۲٦/۹۷±۱/۰۳[a]	۱٤٤/۷۵±۷/۱۳[a]	٤۳٦/۹۷±۲۰/۲۵[a]	۰/۳۸±۰/۰۱[a]	۲/۲۷±۰/۱۳[a]	۳/۲۲۹±۰/۰۷[a]	۳/۹۱±۰/۰۵[a]	۱/٤۸±۰/۰٤[a]	۱/۱۵±۰/۰۳[a]

حروف مشابه در هر سطر نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

[۱] میانگین وزن اولیه بدن: IBW (g).

[۲] میانگین وزن نهایی بدن: FBW (g).

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

[٤] ضریب چاقی: K (%)=(FBW/TL^3)×100، که TL همان طول کل بر حسب سانتی‌متر است.

[٥] رشد روزانه: GR (g/day)=(FBW-IBW)/n، که n همان تعداد روزهای غذادهی است.

[٦] نرخ رشد ویژه: SGR (%day^{-1})=100×(LnFBW-LnIBW)/n.

[۷] درصد جذب غذا: Feed intake (%)=100×FC/[(IBW+FBW/2)]/n، که FC همان مقدار غذای مصرف شده توسط هر ماهی است.

[۸] ضریب تبدیل غذایی: FCR=FC/(FBW-IBW).

[۹] نسبت بازده پروتئین: PER (%)=(FBW-IBW)/protein intake.

www.SID.ir

جدول 5- پروفیل اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی (درصد از کل اسیدهای چرب) (mean±S.E.M., n=3)

اسید چرب / تیمار غذایی	اول	دوم	سوم
14:0	1/81±0/15	1/19±0/07	0/55±0/04
16:0	20/10±0/15	16/30±0/74	14/40±0/43
18:0	6/33±0/19	5/05±0/80	5/27±1/76
∑SFA	28/23±0/11	22/55±1/41	20/21±2/08
14:1n-5	0/16±0/02	0/14±0/04	0/06±0/01
16:1n-7	4/80±0/26	3/73±0/12	2/76±0/18
18:1n-9	36/73±0/29	39/16±1/46	38/92±1/59
20:1n-9	0/51±0/10	0/57±0/01	0/66±0/03
∑MUFA	42/20±0/09	43/59±1/51	42/39±1/61
18:2n-6	11/46±0/16	21/46±0/75	31/52±0/13
20:2n-6	2/60±0/03	0/25±0/02	0/14±0/02
20:4n-6	0/60±0/01	0/40±0/01	0/25±0/01
∑n-6PUFA	12/40±0/18	22/11±0/75	31/92±0/14
18:3n-3	1/36±0/02	2/08±0/02	2/37±0/08
20:5n-3	3/20±0/15	1/94±0/03	0/68±0/04
22:6n-3	8/39±0/67	4/51±0/26	1/06±0/17
∑n-3PUFA	12/95±0/81	8/53±0/22	4/12±0/28
∑PUFA	25/34±0/64	30/64±0/97	36/03±0/27
∑n-3HUFA	11/59±0/79	6/44±0/23	1/75±0/20
n-3/n-6	1/05±0/08	0/39±0/00	0/13±0/01

میزان کل اسیدهای چرب تک غیراشباعی (MUFA) خصوصاً اسید اولئیک (18:1n-9) در تیمارهای غذایی اول و دوم به‌ترتیب حداقل و حداکثر بود. وضعیت برای میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی سری n-6 (n-6PUFA) به‌ویژه اسید لینولئیک (18:2n-6)، کل اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) و اسید لینولنیک (18:3n-3) برخلاف اسیدهای چرب اشباع شده (SFA) بود، در حالی‌که وضعیت در مورد میزان اسید آراشیدونیک (ARA, 20:4n-6)، اسیدهای چرب چند غیراشباعی سری n-3 (n-3PUFA)، ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA, 20:5n-3) و دکوزا هگزانوئیک اسید (DHA, 22:6n-3) و اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع سری n-3 (n-3HUFA) شامل EPA و DHA و نسبت n-3/n-6 به مانند اسیدهای چرب اشباع شده (SFA) بود.

براساس داده‌های جدول 6، با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار ($P>0/05$)، کمترین و بیشترین میزان SFA به‌خصوص 16:0 به‌ترتیب در تیمارهای سوم و اول مشاهده شد. کمترین میزان MUFA خصوصاً 18:1n-9 مربوط به تیمار اول بود، اما بیشترین میزان MUFA و 18:1n-9 به‌ترتیب در تیمارهای دوم و سوم به‌دست آمد ($P>0/05$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 6- پروفیل اسیدهای چرب لاشه ماهی (درصد از کل اسیدهای چرب) در انتهای دوره پرورش (mean±S.E.M., n=3)

تیمار غذایی / اسید چرب	اولیه[1]	اول	دوم	سوم
14:0	1/06±0/10	1/63±0/23^{b}	0/95±0/02^{a}	0/65±0/07^{a}
16:0	16/70±0/62	20/12±3/96^{a}	14/60±0/66^{a}	12/69±0/61^{a}
18:0	2/43±0/86	0/32±0/12^{a}	1/14±0/93^{a}	1/10±0/95^{a}
∑SFA	20/19±1/54	22/07±4/08^{a}	16/70±1/60^{a}	14/43±1/18^{a}
14:1n-5	0/07±0/01	0/19±0/02^{a}	0/10±0/05^{a}	0/09±0/03^{a}
16:1n-7	4/60±0/38	4/11±1/34^{a}	4/10±0/21^{a}	3/28±0/17^{a}
18:1n-9	42/96±0/87	40/75±0/93^{a}	42/65±0/88^{a}	43/09±1/48^{a}
20:1n-9	1/06±0/01	0/80±0/10^{a}	0/82±0/03^{a}	0/83±0/03^{a}
∑MUFA	48/70±0/55	45/84±2/06^{a}	47/67±0/76^{a}	47/29±1/30^{a}
18:2n-6	17/69±1/38	10/84±1/50^{a}	22/66±1/35^{b}	29/61±1/02^{c}
20:2n-6	0/67±0/02	0/45±0/06^{a}	0/70±0/05^{b}	0/90±0/04^{c}
20:4n-6	0/75±0/02	0/56±0/20^{a}	0/66±0/05^{a}	0/61±0/01^{a}
∑n-6PUFA	19/11±1/38	11/85±1/75^{a}	24/02±1/44^{b}	31/12±0/98^{c}
18:3n-3	1/51±0/24	1/15±0/43^{a}	2/08±0/11^{b}	2/17±0/03^{b}
20:5n-3	1/59±0/04	2/37±0/98^{a}	1/56±0/07^{a}	0/81±0/21^{a}
22:6n-3	5/25±0/21	11/02±0/24^{c}	5/15±0/11^{b}	1/63±0/12^{a}
∑n-3PUFA	8/35±0/47	14/55±1/43^{c}	8/79±0/06^{b}	4/60±0/15^{a}
∑PUFA	27/45±1/18	26/40±3/09^{a}	32/82±1/38^{ab}	35/72±0/87^{b}
∑n-3HUFA	6/84±0/25	13/39±1/06^{c}	6/72±0/18^{b}	2/44±0/18^{a}
n-3/n-6	0/44±0/05	1/25±0/10^{c}	0/37±0/02^{b}	0/15±0/01^{a}

حروف مشابه در هر سطر نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

[1]آنالیز آماری بر روی نمونه‌های اولیه انجام نمی‌گیرد.

میزان n-6PUFA به‌ویژه 18:2n-6 به‌طور معنی‌دار در تیمارهای اول و سوم به‌ترتیب حداقل و حداکثر بود ($P<0/05$). در مورد میزان ARA وضعیتی مشابه با MUFA مشاهده گردید. میزان 18:3n-3 به‌ترتیب در تیمارهای سوم و دوم به‌طور معنی‌دار بیشتر از تیمار اول بود ($P<0/05$). وضعیت برای میزان EPA به مانند SFA بود. میزان PUFA در تیمار سوم به‌طور معنی‌دار ($P<0/05$) بیشتر از تیمار اول بود، در حالی‌که هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر این نوع اسید چرب بین تیمار دوم با تیمارهای اول و سوم وجود نداشت ($P>0/05$). به‌طور معنی‌دار کمترین و بیشترین میزان DHA، n-3PUFA، n-3HUFA (EPA و DHA) و نسبت n-3/n-6 به‌ترتیب در تیمارهای سوم و اول اندازه‌گیری شد ($P<0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری

میزان بقای بسیار بالا، رشد مناسب بچه‌فیل‌ماهی‌ها و عدم تأثیرپذیری پارامترهای عملکرد رشد و مصرف غذایی از جیره‌های غذایی نشان داد که منابع چربی تست شده، اثرات منفی بر روی سلامتی بچه‌فیل‌ماهی‌های پرورشی ندارد. در مطالعات انجام شده بر روی تاس‌ماهیان سفید امریکایی (*A. transmontanus*) (Xu و همکاران، 1993)، ماهی surubim (*Pseudoplatystom coruscans*)

Archive of SID

www.SID.ir

(Martino و همکاران، 2002)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (Bell و همکاران، 2002؛ Bransden و همکاران، 2003؛ Menoyo و همکاران، 2005؛ Miller و همکاران، 2007)، ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta* L.) (Turchini و همکاران، 2003)، ماهی sea bass اروپایی (*Dicentrarchus labrax* L.) (Mourente و همکاران، 2005)، ماهی باس دهان‌گشاد (*Micropterus salmoides*) (Subhadra و همکاران، 2006)، ماهی سیم دریایی تیز پوزه (*Diplodus puntazzo*) (Piedecausa و همکاران، 2007؛ Almaida-Pagán و همکاران، 2007)، ماهی سیم دریایی قرمز (*Pagrus major*) (Huang و همکاران، 2007) و ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Huang و همکاران، 2008؛ Grant و همکاران، 2008) نتایج مشابه‌ای به‌دست آمد. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار ($P>0/05$)، بیشترین میزان WG٪، GR و SGR در ماهی‌های تیمار دوم به‌دست آمد، هر چند که کمترین میزان FCR مربوط به تیمار سوم بود، در حالی‌که عکس الگوی فوق در ماهی‌های تیمار اول صادق است. بنابراین ماهی‌های تیمار دوم نسبت به سایر تیمارها عملکرد رشد بهتری را به‌دست آوردند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که امکان استفاده از مقدار معینی از روغن‌های آفتابگردان، سویا و کانولا به‌جای روغن ماهی کیلکا در جیره‌های غذایی بچه‌فیل‌ماهیان پرورشی تنها از جنبه شاخص‌های رشد وجود دارد، اما به‌علت کاهش معنی‌دار مقدار n-3HUFA (EPA+DHA) در فیل‌ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن‌های گیاهی (جیره‌های غذایی 2 و 3) در مقایسه با جیره غذایی حاوی 100 درصد روغن ماهی (جیره غذایی 1) و با توجه به اهمیت این دو اسید چرب (EPA+DHA) از لحاظ تغذیه انسانی، مصرف ماهی‌های تیمارهای دوم و سوم فوائد ناشی از مصرف اسیدهای چرب سری n-3 را کاهش می دهد. نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده بر روی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*S. salar* L.)، تاس‌ماهی روس (*Acipenser gueldenstaedtii*) و ماهی سیم دریایی سر طلایی (*Sparus aurata* L.) نتایج مطالعه حاضر را تأئید می‌نماید (Bransden و همکاران، 2003؛ Şener و همکاران، 2005؛ Martínez-Llorens و همکاران، 2005). منابع چربی متنوع بر روی ترکیب شیمیایی لاشه بچه‌فیل‌ماهی‌ها شامل پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت تأثیر معنی‌داری نداشتند. نتایج مشابه بر روی تاس‌ماهی سفید امریکایی (*A. transmontanus*)، ماهی surubim (*P. coruscans*)، ماهی turbot (*Psetta maxima*)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*S. salar* L.)، ماهی Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) و ماهی سیم دریایی سر طلایی (*S. aurata* L.) گزارش شد (Xu و همکاران، 1993؛ Martino و همکاران، 2002؛ Regost و همکاران، 2003؛ Bransden و همکاران، 2003؛ Francis و همکاران، 2006؛ Martínez-Llorens و همکاران، 2007).

نامناسب‌ترین جیره‌های غذایی به‌ترتیب جیره‌های غذایی اول و سوم بود، به‌دلیل این‌که جیره غذایی اول حاوی 100 درصد روغن ماهی و سرشار از اسیدهای چرب n-3HUFA بوده و میزان کمتری 18:3n-3 و اسیدهای چرب n-6PUFA به‌ویژه 18:2n-6 را به خود اختصاص داد، در حالی‌که جیره غذایی سوم (دارای 100 درصد روغن گیاهی) عکس حالت فوق را داشت، به‌طوری‌که روغن‌های گیاهی غنی از اسیدهای چرب 18 کربنه ولی برخلاف روغن ماهی فاقد اسیدهای چرب n-3HUFA (EPA و DHA) می‌باشد (Huang و همکاران، 2007). این در حالی است که ماهی‌ها برای رشد بهتر به تمام اسیدهای چرب مذکور (n-3 و n-6) در جیره غذایی خود

Archive of SID

www.SID.ir

احتیاج دارند (Şener و همکاران، 2005). به‌نظر می‌رسد که رشد بهتر ماهی‌های تیمار سوم نسبت به تیمار اول به این دلیل باشد که جیره غذایی سوم علاوه‌بر اسیدهای چرب n-6PUFA (18:2n-6) و 18:3n-3، میزان اسیدهای چرب MUFA (18:1n-9) بیشتر و میزان SFA (16:0) کمتری نسبت به جیره غذایی اول دانست. علت استفاده از روغن آفتابگردان در تیمار غذایی سوم این است که با توجه به این‌که میزان اسیدهای چرب MUFA (18:1n-9)، n-6PUFA (18:2n-6) و 18:3n-3 روغن آفتابگردان در حد روغن سویا می‌باشد، اما میزان n-3HUFA بیشتری دارد. در بین روغن‌های آزمایش شده، روغن کانولا کمترین اشباعیت و بیشترین میزان اسیدهای چرب MUFA به‌ویژه 18:1n-9 را داشت، ضمن این‌که این روغن حاوی میزان زیادی n-6PUFA (18:2n-6) روغن کانولا هر چند کمتر از روغن‌های سویا و آفتابگردان و عاری از اسیدهای چرب n-3HUFA (EPA و DHA) می‌باشد. نتایج مشابه در به‌کارگیری سطوح مختلف روغن کانولا در جیره غذایی ماهی سیم دریایی قرمز (*P. major*) و ماهی آزاد چینوک (*O. tshawytscha*) (Huang و همکاران، 2007؛ Huang و همکاران، 2008؛ Grant و همکاران، 2008) به‌دست آمد. لازم به ذکر است که تمام جیره‌های غذایی، ترکیب اسیدهای چرب منابع روغنی استفاده شده در این آزمایش را منعکس نمودند. با توجه به داده‌های مندرج در جدول‌های 5 و 6 به‌نظر می‌رسد که فیل‌ماهی‌های پرورشی قادر به طویل و غیراشباع‌سازی اسید لینولئیک (18:2n-6) به اسید آراشیدونیک (20:4n-6, ARA) 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 (به‌جزء تیمار دوم)، 18:3n-3 و EPA (به جزء تیمار سوم) در لاشه فیل‌ماهی‌ها کمتر از میزان آنها در غذا بود، این در حالی است که میزان ARA (به‌جزء تیمار اول) و DHA در لاشه فیل‌ماهی‌ها بیشتر از میزان آن در غذا بود. در تحقیقات انجام شده بر روی تاس‌ماهی سفید امریکایی (*A. transmontanus*)، ماهی surubim (*Pseudoplatystom coruscans*)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*S. salar*)، تاس‌ماهی روس (*A. gueldenstaedtii*) و ماهی آزاد چینوک (*O. tshawytscha*) نتایج مشابه‌ای به‌دست آمد (Xu و همکاران، 1993؛ Martino و همکاران، 2002؛ Bell و همکاران، 2002؛ Şener و همکاران، 2005؛ Huang و همکاران، 2008؛ Grant و همکاران، 2008). در این تحقیق، پروفیل اسیدهای چرب لاشه بچه‌فیل‌ماهی‌ها به استثنای ARA بعد از 8 هفته پرورش، به‌میزان زیاد انعکاسی از ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های غذایی بود. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار ($P>0/05$)، لاشه ماهی‌ها به‌میزان نسبتاً کم میزان 18:1n-9 را از جیره غذایی منعکس کرد. به‌طورکلی با جایگزین کردن روغن ماهی کیلکا با روغن‌های گیاهی در جیره غذایی، میزان SFA (16:0)، n-3HUFA (EPA و DHA) و نسبت n-3/n-6 در لاشه بچه‌فیل‌ماهی‌ها کاهش و میزان MUFA (18:1n-9)، n-6PUFA (18:2n-6 و 20:4n-6)، 18:3n-3 و PUFA در لاشه افزایش یافت. در تحقیقات انجام شده بر روی ماهی sea bass اروپایی (*D. labrax* L.) و ماهی سیم دریایی قرمز (*P. major*) و ماهی آزاد چینوک (*O. tshawytscha*) نتایج مشابه‌ای گزارش شد (Mourente و Bell، 2006؛ Huang و همکاران، 2007؛ Huang و همکاران، 2008؛ Grant و همکاران، 2008).

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که جیره غذایی دوم بهترین جیره غذایی جهت رشد بچه‌فیل‌ماهی می‌باشد، زیرا جایگزینی بخشی از روغن ماهی (50

Archive of SID

www.SID.ir

درصد) با روغن‌های گیاهی (روغن‌های سویا و کانولا با نسبت 1:1) باعث تأمین اسیدهای چرب ضروری بدن ماهی شامل n-3HUFA (فراوان در روغن ماهی)، n-6PUFA به‌ویژه 18:2n-6 (فراوان در روغن سویا) و MUFA به‌خصوص 18:1n-9 (فراوان در روغن کانولا) گردید. ضمن این‌که قیمت جهانی روغن آفتابگردان، 1863 دلار به‌ازای هر تن متریک، روغن سویا 1476 دلار به‌ازای هر تن متریک و روغن کانولا 1519 دلار به‌ازای هر تن متریک در فروردین 1387 معادل مارس 2008 برآورد شد که در این بین، روغن‌های سویا و کانولا ارزان‌ترین بود (USDA، 2009)، بنابراین ترکیب این روغن‌ها با یکدیگر باعث کاهش هزینه تولید غذا و در نتیجه پرورش ماهی در مقیاس وسیع خواهد شد.

تشکر و قدردانی

از جناب دکتر محمد پورکاظمی رئیس محترم انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، جناب دکتر محمود بهمنی معاون محترم تحقیقاتی انستیتو، جناب مهندس میرحامد سیدحسنی و کلیه کارشناسان و متخصصین این انستیتو مراتب تقدیر و تشکر خود را اعلام می‌داریم. همچنین، از همکاری‌های جناب دکتر ناصر آق رئیس پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی دانشگاه ارومیه صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

ابراهیمی، ع.، **1383**. 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 محیط‌زیست، **113** صفحه.

افشارمازندران، ن.، **1381**. راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش، **216** صفحه، صفحات **41**-**42**.

ستاری، م.، شاهسونی، د.، و شفیعی، ش.، **1382**. ماهی‌شناسی(**2**) (سیستماتیک). انتشارات حق‌شناس، **502** صفحه، صفحات **132**-**133**.

Almaida-Pagán, P.F., Hernández, M.D., García García, B., Madrid, J.A., De Costa, J. and Mendiola, P., 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils on n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid desaturation and elongation in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) hepatocytes and enterocytes. Aquaculture 272, 589-598.

AOAC (Assosiation of Official Analitical Chemists), 1990. Official methods of analysis. 15th edn. AOAC, Washington, DC. USA. 1094p.

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. 132, 222-230.

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. 135, 611-625.

Christie, W.W., 1982. Lipid Analysis, 2nd edn. Pergamon Press, Oxford, UK. 207p.

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

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 269, 447-455.

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 277, 303-312.

Archive of SID

www.SID.ir

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 271, 420-431.

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 274, 109-117.

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 250, 431-444.

Lepage, G. and Roy, C.C., 1984. Improved recovery of fatty acid through direct transesterification without prior extraction or purification. J. Lipid Res. 25, 1391-1396.

Lovell, T., 1989. Nutrition and Feeding of fish. Published by Van Nostrand Reinhold. 260p.

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 38, 76-81.

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 209, 233-246.

Menoyo, D., López-Bote, C.J., Obach, A. and Bautista, J.M., 2005. Effect of dietary fish oil substitution with linseed oil on the performance, tissue fatty acid profile, metabolism, and oxidative stability of Atlantic salmon. J. Anim. Sci. 83, 2853-2862.

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. 146, 197-206.

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. 145, 389-399.

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 248, 173-186.

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 263, 211-219.

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 217, 465-482.

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. 29, 1101-1107.

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 255, 210-222.

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 225, 251-267.

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.

Archive of SID

www.SID.ir

Webster, C.D. and Lim, C.E., 2002. Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture. CAB International, CABI Publishing. 418p.

Xu, R., Hung, S.S.O. and German, J.B., 1993. White Sturgeon Tissue Fatty Acid Compositions Are Affected by Dietary Lipids. J. Nutr. 123, 1685-1692.

Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 4, No. 4, March 2011

Effects of replacement of dietary fish oil by vegetable oils on growth parameters, chemical composition and fatty acids profile of cultured juvenile Beluga (*Huso huso*)

***M. Nikzad Hasankiadeh[1], H. Khara[2], M.A. Yazdani[3] and H. Parandavar[4]**
[1]Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Lahijan Branch,
[2]International Sturgeon Research Institute, Rasht

Abstract

In this research, effects of replacement of different levels of vegetable oils instead of dietary fish oil on growth parameters, chemical composition and fatty acids profile of cultured Beluga juveniles (27.01±0.49 g) were studied for eight weeks. For this mean, three isonitrogenous and isolipidic diets were formulated, containing 10% of added oil. Diets were consisting of 100% kilka fish oil in the first treatment (control diet), 50% fish oil and 50% mixed vegetable oils (soybean and canola oils, 1:1) in the second treatment and 100% mixed vegetable oils (soybean, canola and sunflower oils, 1:1:1) in the third treatment. There were no significant differences in the growth performance parameters and food consumption consisting of WG%, K, GR, SGR, Feed intake, FCR, PER and also chemical composition of carcass, consisting of raw protein, raw fat, moisture and ash among different treatments. By the inclusion of dietary vegetable oils, n-6 polyunsaturated fatty acids (n-6 PUFA), particularly linoleic acid (18:2n-6) significantly increased in beluga carcass, but docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3), n-3 polyunsaturated fatty acids (n-3 PUFA), n-3 highly unsaturated fatty acids (n-3 HUFA) and the ratio n-3/n-6 in beluga carcass were significantly reduced. Generally, the fatty acids composition of fish carcasses was highly reflective of the dietary lipid sources. With consideration to lack of significant difference, the fishes of second treatment obtained a better growth performance than other treatments and these results suggest that cultured Beluga require n-3, n-6 and n-9 fatty acids in diets.

Keywords: Fatty acids; Iran; Fish oil; Vegetable oils; *Huso huso*

Archive of SID

* Corresponding Author; Email: mnikzad1984@yahoo.com

www.SID.ir