Archive of SID

اثر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا در جیره غذایی بر ترکیب اسید چرب و تغییرات کیفی فیله ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

جواهری بابلی، م. و قبادی، ش.، ۱۳۹۰. اثر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا در جیره غذایی بر ترکیب اسید چرب و تغییرات کیفی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال سوم، شماره نهم، بهار ۱۳۹۰. صفحات ۷۱-۶۱.

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات سطوح مختلف جایگزینی پروتئین آرد سویا (صفر، ۲۵،۵۰ و ۷۵ درصد) بر ترکیب اسید چرب و تغییرات کیفی فیله ماهی قزل‌الا (*Oncorhynchus mykiss*)، ۴ جیره غذایی با میزان انرژی (۳۸۰۰ کیلو کالری انرژی قابل هضم بر کیلوگرم جیره) و پروتئین (۴۲ درصد) یک‌سان ساخته شد و به مدت ۸ هفته در پاییز ۱۳۸۸ مورد تغذیه ماهیان قرار گرفتند. کلیه تیمارها در تانک‌های فایبر گلاس ۲ متر مکعبی حاوی ۳۰ ماهی (۴/۰۱ ± ۸۹/۴۰) که روزانه در حد اشباع مورد تغذیه قرار گرفتند، انجام گرفت. پس از برداشت، ترکیب اسید چرب فیله ماهیان تعیین شد و میزان تیوباربیتوریک اسید فیله ماهیان نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹ روز مورد ارزیابی قرار گرفت. با افزایش میزان سطوح جایگزینی آرد سویا در جیره میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع سری ۶ در جیره و فیله‌ماهیان حاصله افزایش معنی‌داری نشان‌داد (P□0/05). همچنین میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع سری ۳ در فیله‌ماهیان حاصله با افزایش سطوح جایگزینی آرد سویا جیره کاهش معنی-داری داشت(P□0/05). میانگین میزان تیو باربیتوریک اسید عضله ماهیان تغذیه شده با جیره صفر درصد جایگزینی آرد سویا در روز نهم نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بالاترین میزان را نسبت به دیگر تیمارها تغذیه‌ای نشان‌داد (P□0/05). در بررسی آماری اثر متغیرهای رژیم غذایی، زمان نگهداری و رژیم غذایی × زمان نگهداری بر متغیر تیو باربیتوریک اسید دارای سطح معنی‌داری در دامنه اطمینان ۹۵ درصد بودند. در مجموع جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا در جیره غذایی این ماهی باعث تغییرات در ترکیب اسید چرب و اکسیداسیون چربی فیله‌های حاصله گردید.

واژگان کلیدی: ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) آرد ماهی، آرد سویا، جایگزینی، اسید چرب.

مهران جواهری بابلی[1*]
شایان قبادی

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، استادیار گروه شیلات، اهواز، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحدبابل، استادیار گروه شیلات، بابل، ایران

[*]مسئول مکاتبات:
Javaheri-baboli@iauahvaz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۵/۸

مقدمه

در سال‌های اخیر، اغلب کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه بنا به دلایل مختلف از جمله محدودیت صید از منابع دریا و اقیانوس‌ها و در نتیجه کاهش ذخایر موجود در آن رو به آب‌های داخلی آورده و در تکثیر و پرورش انواع آبزیان گام‌های موثری برداشته‌اند. تولیدات جهانی آزاد ماهیان نیز در سطح‌جهانی از توسعه مناسبی برخوردار بوده است، به طوری‌که میزان تولیدات جهانی آزاد ماهیان از ۳۳۰ هزار تن در سال ۱۹۹۰ به ۱۴۶۴ تن در سال ۲۰۰۳ میلادی بالغ شده است (Tacon,2005). تولیدات آبزی پروری در کشور ما نیز در سال‌های گذشته از رشد خوبی برخوردار بوده است. در این رابطه پرورش ماهیان سردابی با توجه به ذائقه پسند بودن این ماهی و استقبال مصرف کنندگان از آن در حال افزایش می‌باشد (شفائی پور ،۱۳۸۵) .به‌طوری‌که میزان تولید ماهیان سردابی در کشور از ۴۴۰ تن در سال ۱۳۶۸ (نفیسی،۱۳۸۰) به ۶۲۶۳۰۰ تن در سال ۱۳۸۷ بالغ شده است (گروه آمار و مطالعه توسعه شیلاتی، ۱۳۸۷).

یکی از بزرگترین مشکلات پیش روی تغذیه در آبزی پروری به خصوص در مورد ماهیان گوشتخوار مانند آزاد ماهیان قیمت بالا و

www.SID.ir

Archive of SID

دسترسی کم به آرد ماهی است که دلیل آن افزایش تقاضا و کاهش میزان تولید این ماده می‌باشد (Ayoleke et al., 2006).
پروتئین جیره‌های غذایی مهم‌ترین و گران‌ترین جزء جیره می‌باشد. در بین منابع پروتئینی، آرد ماهی ۶۰-۲۰ درصد جیره ماهی را تشکیل می‌دهد (watanabe, 2002). دویست کارخانه در سطح-جهان حدود ۶/۵ میلیون تن آرد ماهی و ۱/۲ میلیون تن روغن ماهی را سالیانه تولید می‌کنند. بر اساس آمار موجود، در سال ۲۰۰۰ ،۳۵ درصد آرد ماهی برای بخش آبزی پروری مورد استفاده قرار گرفت که بالاترین بخش مصرف بود (wood, 2002).
افزایش قیمت آرد ماهی تاثیر مستقیمی بر افزایش قیمت ماهی پرورشی دارد و این امر خود یکی از عوامل عدم گسترش و پیشرفت صنعت آبزی پروری خواهد بود. با توجه به این مطالب یافتن جایگزین مناسب پروتئینی بجای آرد ماهی ضروری به‌نظر می‌رسد.
ازجمله مواد غذایی که به عنوان جایگزین این ماده مطرح هستند می‌توان به ضایعات کشتارگاهی، ضایعات صید و صیدهای ضمنی، غلات و دانه‌های روغنی اشاره نمود. در این میان ضایعات کشتارگاهی به علت کیفیت متغیر و دارا بودن خاکستر زیاد در ترکیب بافت خود و همچنین قابلیت هضم کم که ناشی از وجود کلاژن زیاد در ترکیبشان می‌باشد به تنهایی قادر به جایگزینی نیستند ، هرچند به علت ترکیب مناسب اسیدهای آمینه می‌توانند مکمل خوبی در کنار سایر منابع پروتئینی خصوصاً از نوع گیاهی باشند. ضایعات صید و صیدهای ضمنی هم به‌خاطر وجود موانع زیاد در امر جمع‌آوری و فرآوری، پتانسیل بالایی برای جایگزینی ندارند (Hardy, 2000). در این میان محصولات جانبی دانه‌های روغنی و غلات یکی از گزینه‌های مناسب برای تامین پروتئین و انرژی غذای آبزیان می‌باشند (Hardy, 2000) .
در همین راستا از سوی بسیاری از محققین، سویا به‌علت دارا بودن مواد مغذی خوب وتعادل اسید آمینه‌های مناسب و همچنین روند رو به رشد افزایش تولید آن، برای این امر پیشنهاد شده است. آرد سویا چربی زدایی شده از لحاظ ترکیب اسیدهای آمینه واجد امتیازات کیفی و کمی ویژه‌ای در مقایسه با سایر منابع گیاهی می‌باشد. دسترسی ثابت و قیمت مناسب و مطبوع بودن برای ذائقه بیشتر گونه‌ها از امتیازات مصرف سویا در جیره غذایی آبزیان می‌باشد (watanabe, 2002). از طرف دیگر هضم پذیری پروتئین آرد سویا چربی زدایی شده تجاری برای ماهی قزل‌آلا و کپور معمولی به ترتیب ۹۴-۹۱ درصد و ۹۵-۸۹ گزارش شده است (watanabe and pongmaneerat, 1993). درضمن آرد سویا نسبت به آرد ماهی دارای پایداری بیشتری نسبت به فساد و اکسایش می‌باشد و عاری از قارچ‌ها و باکتری‌های مضر برای آبزیان است (Swick et al., 1995). استفاده از مواد مشتق شده از گیاهان همچون دانه بقولات، دانه‌های روغنی بوسیله عوامل ضد مغذی همچون مهار کنندگان پروتئاز (تریپسین)، فیتات‌ها، تانن‌ها و گلوکوزیدها محدود شدند. ماهی قزل‌الا به مهار کنندگان و دسترس بودن پروتئین مشاهده شده است (krogdahl et al., 1994). جایگزینی آرد سویا به جای آرد ماهی در چندین گونه از جمله آزاد ماهیان مورد مطالعه قرار گرفته است (Refsite et al ., 2000.kikuchi,1999. Fowler,1980. Cho et al., 1974).
از طرف دیگر تغییر در ترکیب غذاهای ماهی قزل‌آلا بوسیله پروتئین‌های گیاهی کیفیت فیله را می‌تواند تغییر دهد (vielmal et al., 2000. Kaushik et al., 1995. Smith et al., 1988. Watanabe,1998) که یکی از آن‌ها تاثیر منابع پروتئین غذایی جایگزین ترکیب اسید چرب فیله و اکسیداسیون چربی در فیله می‌باشد.
اثرات تغذیه رژیم‌های غذایی دارای سویا بر رشد، ترکیب تقریبی عضله و خواص کیفی ماهی قزل‌الا تا حدی مورد بررسی قرار گرفتند (vielma et al., 2000, kaushik et al., 1995 , smith et al., 1988). Kaushik و همکاران در سال ۱۹۹۵ در جایگزینی آرد ماهی بوسیله کنسانتره پروتئین، نتیجه منفی بر رشد و کیفیت عضله دست نیافتند.
این آزمایش در ۶ هفته و با جایگزینی ۳۰ درصد انجام گردید. از طرف دیگر de Francesco و همکاران در سال ۲۰۰۴ اثرات معنی‌دار جایگزینی پرو تئین گیاهی به جای آرد ماهی بر رنگ فیله، مقدار چربی و مشخصات ارگانو لپتیکی در جیره قزل‌الا بازاری یافتند.
مطالعات دیگری بر اثر منابع پروتئینی جیره بر اکسیداسیون چربی فیله ماهی قزل‌الا انجام گرفت در این رابطه مطالعات lopez – Bot و همکاران در سال ۲۰۰۱ و D´ souza و همکاران در سال ۲۰۰۶ ارتباط بین منبع پروتئین و اکسیداسیون چربی فیله را مورد تایید قرار دادند.
در این مطالعه هم سعی شده اثرات جیره‌های غذایی که دارای صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵درصد جایگزینی پروتئین آرد ماهی با پروتین آرد سویا، بر ترکیب اسید چرب فیله ماهی قزل‌آلا و تغییرات کیفی فیله آن مورد بررسی قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

این بررسی در پاییز ۱۳۸۸ انجام گردید. اصلی‌ترین این مواد ترکیبات تشکیل دهنده جیره غذایی بودند که شامل موارد آرد سویا و آرد گندم (تهیه شده از کارخانه خوراک دام و طیور زرین بالان شمال)، آرد ماهی و روغن ماهی (تهیه شده از کارخانه شهید رمضانپور شهرک صنعتی میرود بابلسر)، مخلوط مواد معدنی (ساخت شرکت آمینه گستر- ایران)، مخلوط ویتامین و ویتامین ث (ساخت شرکت لابراتوارهای سیان قزوین- ایران)، ماسه‌بادی (به‌عنوان پر کن).

گازهای نیتروژن و هیدروژن مورد استفاده برای آنالیز با دستگاه کروماتوگراف گازی با خلوص تجزیه‌ای ۹۹/۹۹۹ درصد از شرکت اکسیژن سبلان نمایندگی شرکت Air Product انگلستان تهیه شدند. هوای فشرده از شرکت اکسیژن ارومیه حلال‌های هپتان نرمال، کلرفرم، متانول با خلوص بالا از شرکت کالدون کانادا تهیه شده و بدون تخلیص مجدد مورد استفاده قرار گرفته. هیدروکسید پتاسیم و سایر نمک‌ها از شرکت مرک آلمان و دی اتیل اتر از شرکت پارس شیمی ایران تهیه شدند که در دستگاه گاز کروماتوگرافی مورد استفاده قرار گرفتند.

برای ساخت غذا از آسیاب برقی، الک با قطر ۴۰۰-۵۰۰ میکرون، ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم، مخلوط‌کن، چرخ گوشت، خشک‌کن برقی استفاده شد. ابزار مورد استفاده در زیست‌سنجی ماهی نیز تخته زیست‌سنجی و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم بود. برای سنجش شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب از دماسنج جیوه‌ای، دستگاه واتر چکر Hana (برای اندازه‌گیری اکسیژن و pH) استفاده گردید. همچنین ابزار ودستگاه‌های تجزیه شیمیایی مواد اولیه و غذاها شامل موارد زیر بودند:

دستگاه میکرو کجلدال برای سنجش پروتئین KJELTEC AUTO 1030 ANALYZER، دستگاه سوکسله اتوماتیک جهت سنجش چربی SOXTEC SYSTEM HT 1043 TECATOR SYSTEM 1046، دستگاه بمب کالریمتر IKA- KALORIMETER C400 ADIABATISCH دستگاه اندازه گیری فیبر FIBERTEC SYSTEM 1010 HEAT EXTTRACTOR و TECATOR FIBERTEC SYSTEM 1021 COLD EXTRACTOR، دستگاه اسپکتوفتومتری دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Agilnet-6890. مکان انجام این پژوهش کارگاه تکثیر و پرورش شهید رجایی واقع در روستای سمسکنده در ۱۵ کیلومتری ساری بود.

در این تحقیق از ۱۲ عدد تانک فایبرگلاس۲ مترمکعبی استفاده شد. عمق آب‌گیری این حوضچه‌ها ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. که سوله‌ای مسقف که بواسطه باز بودن دیواره‌هایشان دارای نورگیری طبیعی بوده اند، قرار داشتند. میزان نورگیری این تانک‌ها مطابق شرایط طبیعی شبانه روز در زمان انجام آزمایش بوده است.

تعداد ۳۶۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن ۴/۰۱ ± ۸۹/۴۰ گرم از مزرعه‌ای در سواد کوه تهیه شده، با ماشین مخصوص حمل ماهی زنده به محیط کارگاه منتقل شده و پس از هم دما نمودن، به طور تصادفی به ۱۲ تانک فایبر گلاس به تعداد ۳۰ قطعه هر تکرار معرفی شدند. لازم به ذکر است حوضچه‌ها روز قبل شسته، ضد عفونی شده و آب‌گیری شده بودند.

سپس طی مدت ده روز و به تدریج جایگزینی جیره غذایی با جیره-های آزمایشی انجام گردید. غذا دهی بچه ماهی‌ها به‌طور روزانه و در سه نوبت در ساعت‌های ۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۱۶ عصر انجام گرفت. میزان غذادهی بر حسب اشباع تنظیم شدند. شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره پرورش به صورت روزانه مورد سنجش قرار می‌گرفت. پس از طی ۸ هفته پرورش، جهت اطمینان از تخلیه کامل محتویات شکمی غذادهی به‌مدت دو روز متوقف گردید و عملیات برداشت آغاز شد.

اساس تنظیم جیره‌های آزمایشی، جایگزینی به ترتیب صفر، ۲۵ ، ۵۰ و ۷۵ درصدی پروتئین آرد ماهی با پروتئین آرد سویا بود. همه جیره‌ها به صورت ایزو انرژیک (۳۸۰۰ کیلو کالری انرژی قابل هضم بر کیلوگرم جیره) و با پروتئین خام یک‌سان (۴۲ درصد پروتئین خام)، با استفاده از نرم افزار UFFDA بر اساس نیازمندی‌های ماهی قزل‌الا فرموله شد. برای محاسبه ارزش انرژی قابل هضم ماهی از ضرایب ۴، ۴ و ۹ به ترتیب برای درصد پروتئین، NFE و چربی اجزای جیره استفاده گردید (Cho *et al.*, 1982). در جدول ۱ اجزاء و ترکیب جیره‌های غذایی مورد استفاده ذکر است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: اجزاء و ترکیب جیره‌های غذایی (گرم ماده غذایی در ۱۰۰ گرم جیره)

	جیره غذایی(تیمار)			
نوع ماده اولیه مصرفی(درصد)	۰	۲۵	۵۰	۷۵
آرد ماهی	۵۲	۳۹	۲۷	۱۳
کنجاله سویا	۰	۱۹	۳۹	۵۸
روغن ماهی	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
آرد گندم	۱۷	۱۳	۷	۹
مخلوط ویتامینی	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
مخلوط مواد معدنی	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
ویتامین C	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
بتائین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
همبند	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
پرکننده	۲۰/۰۹	۲۰/۰۹	۱۶/۰۹	۹/۰۹

فیله‌های حاصله از ماهیان تیمارهای مختلف تغذیه‌ای برای نظارت براکسیداسیون چربی در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) برای ۹ روز قرار گرفتند و هر ۳ روز میزان تیو باربیتوریک اسید با روش پیرسون (۱۹۷۶) اندازه‌گیری می‌شود.

جهت تعیین میزان تیوباربیتوریک اسید در عضله، میزان ۱۰ گرم نمونه چرخ شده (هر نمونه مخلوطی از عضله همگن شده سه ماهی می‌باشد) وزن شده و به بالون تقطیر (هضم) منتقل و بر روی آن ۵۰ سی‌سی آب مقطر اضافه و به مدت ۲ دقیقه به هم زده شد. مجدداً ۴۷/۵ سی‌سی آب مقطر همراه با ۲/۵ سی‌سی اسیدکلریدریک ۴ نرمال به روی آن اضافه شد. عمل هضم تا زمانی‌که ۵۰ سی‌سی محلول تقطیر شده بدست آید، ادامه یافت. سپس ۵ سی‌سی از محلول تقطیر شده به داخل لوله آزمایش با درپیچ تفلونی منتقل و بر روی آن ۵ سی‌سی معرف تیوباربیتوریک (از حل شدن ۲۸۸/۳ میلی-گرم تیوباربیتوریک در ۱۰۰ سی‌سی اسید استیک گلاسیال ۹۰ درصد بدست می‌آید) اضافه شد. به‌منظور تهیه بلانک، ۵ سی‌سی آب مقطر همراه با ۵ سی‌سی معرف تیوباربیتوریک اسید به لوله آزمایش دیگری اضافه شد. لوله‌های آزمایش به مدت ۳۵ دقیقه در حمام آبی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و به‌مدت ۱۰ دقیقه در آب سر خنک شدند. بعد از آن به کمک دستگاه اسپکتوفتومتری در طول ۵۳۸ نانومتر میزان جذب قرائت شد.

میزان جذب در طول موج ۵۳۸×۷/۸= میزان تیوباربیتوریک اسید مواد خام غذایی و جیره‌های آزمایشی ساخته شده (۳ نمونه از هر جیره و ۳ نمونه از ۹ قطعه ماهی هر تیمار) مورد آنالیز تقریبی قرار گرفته و میزان تقریبی پروتئین خام، چربی خام، رطوبت، فیبر، خاکستر، هیدرات کربن و انرژی آن‌ها اندازه‌گیری شد (AOAC, 1990).

لاشه‌های ماهی (۳ نمونه از هر تکرار) پس از یخ‌گذاری در محفظه-های عایق، سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌های درجه حرارت ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری و منجمد شده و با استفاده از فلاسک نیتروژن در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آزمایشگاه جانوران آبزی در ارومیه ارسال شدند. برای استخراج چربی، مقدار ۳ گرم نمونه به درون دکانتور انتقال یافت، سپس ۷ میلی‌لیتر متانول به نمونه اضافه گردید. دکانتور به مدت ۱ دقیقه به شدت تکان‌داده شد. سپس ۱۴ میلی‌لیتر محلول کلروفرم به آن اضافه گردید و دوباره به مدت ۱ دقیقه به شدت تکان‌داده شد. در ادامه دکانتورها در یک مکان تاریک به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. جهت جداسازی چربی از حلال، ظرف‌هایی شیشه‌ای که محتوی چربی و حلال بودند در حمام آب گرم قرار گرفت و گاز ازت به درون ظرف وارد گردید.

به این ترتیب پس از چند دقیقه حلال تبخیر و از ظرف خارج گردید و نهایتاً چربی باقی ماند (Folch *et al*., 1957). به‌منظور استری کردن چربی از روش Firestone و همکاران در سال ۱۹۹۸ استفاده شد. ۵ میلی‌لیتر سود متانولی ۲ درصد (۲ گرم NaOH در ۱۰۰ گرم متانول) به آن اضافه گردید. سپس درب ظرف بسته و به شدت تکان‌داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از خنک شدن محلول، ۳ میلی‌لیتر محلول BF_3 (تری

www.SID.ir

Archive of SID

بور فلوراید) به ترکیبات فوق اضافه شد و به مدت ۲-۳ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. به مواد حاصل ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال اضافه و بعد از تکان‌دادن مواد به آن ۱ میلی لیتر محلول نمک اشباع (۳۰۰ گرم NaCl در ۱ لیتر آب مقطر) اضافه گردید. محلول بدست آمده به شدت تکان‌داده شد و در جایی ساکن، مستقر گردید. بعد از پدیدار شدن دو فاز جداگانه، فاز بالایی جدا گردید.

برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) Agilent-۶۸۹۰ مجهز به ستون کاپیلاری از نوع BPX70 (120m*0/25mm ID*0/25) SGE و آشکار ساز نوع flame ionization (FID) detector استفاده گردید. دمای آشکارساز و محل تزریق به‌ترتیب بر روی ۱۶۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. ۱ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به‌دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتی-گراد تنظیم و پس از مدت ۱۰ دقیقه، دمای ستون با سرعت ۲ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه رسانده شد. به مدت ۷۵ دقیقه دما در این درجه باقی ماند. در این روش از گاز هلیم (با خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت (با خلوص ۹۹/۹ درصد) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگرام‌های نمونه مجهول با کروماتوگرام‌های بدست آمده از محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب موجود در بافت ماهی شناسایی شد و نتایج به صورت درصد گزارش گردید.

آزمایش‌ها در قالب یک طرح کاملا تصادفی (CRD= Completely Randomized Design) انجام شد. با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه (ANOVA) معنی‌داری اختلاف موجود در بین میانگین‌های تیمارهای آزمایشی مشخص و سپس با استفاده از آزمون دانکن (Multiple rang Duncan test) معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها به تفکیک در سطح اعتماد ۹۵ درصدارزیابی گردید. برای انجام کارهای آماری از نرم افزار SPSS 16 استفاده شد.

نتا یج

به‌منظور کنترل جیره‌های غذایی تولید شده، نمونه‌ای از هر کدام از جیره‌ها جهت آنالیز انرژی، پروتئین، چربی و رطوبت به آزمایشگاه فرستاده شد تجزیه تقریبی جیره‌های آزمایشی در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Oncorhynchus mykiss) در پاییز ۱۳۸۸

جیره / ترکیب شیمیایی	شاهد	۲۵ درصد	۵۰ درصد	۷۵ درصد
رطوبت (درصد)	۶/۰۵۶	۵/۵۶۸	۵/۶۹۳	۶/۶۶۶
پروتئین (درصد)	۳۹/۱۶۱	۳۹/۶۸۶	۳۸/۶۲۳	۳۷/۴۵۵
چربی (درصد)	۱۵/۱۳۴	۱۴/۰۹۵	۱۳/۸۹۴	۱۲/۹۵۱
خاکستر(درصد)	۲۴/۵۹۹	۲۲/۱۹۴	۲۱/۶۳۱	۲۰/۶۶
انرژی قابل هضم (کیلو کالری بر کیلو گرم)	۳۵۳۰/۵	۳۳۹۲/۹	۳۳۶۶/۷	۳۵۲۵/۲

در بررسی نتایج جدول ۳ میزان مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع با افزایش جایگزینی آرد سویا در جیره از صفر درصد تا ۷۵ درصد کاهش یافت (به ترتیب ۰/۸۲±۲۱/۴، ۰/۴۱±۱۲/۵۵). در مقابل میزان اسیدهای چرب تک غیر اشباع و اسیدهای چرب چند غیر اشباع اسید چرب DHA و EPA بیشترین مقدار را دارا بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: ترکیب اسید چرب در جیره‌های غذایی مورد آزمایش در پاییز ۱۳۸۸ (در صد از کل اسید چرب) (اتحراف معیار± میانگین) (۳=تعداد نمونه)

تیمار ترکیب اسید چرب	تیمار۱	تیمار۲	تیمار۳	تیمار٤
۱۴:۰۰	۱/۹۹±۰/۱^{a}	۲/۱۳±۰/۰۶^{a}	۲/۵۷±۰/۰۹^{b}	۲/۵۲±۰/۰۶^{b}
۱۴:۱n–۵	۰/۴۲±۰/۰۵^{a}	۰/۴±۰/۰۴^{a}	۰/۲۷±۰/۰۱^{a}	۰/۴۲±۰/۰۲^{a}
۱۶:۰۰	۱۶/۷۲±۰/۷۵^{a}	۱۶/۵۷±۰/۲۷^{a}	۲۱/۶±۰/۳^{b}	۲۰/۷۲±۰/۶۴^{b}
۱۶:۱n–۷	۳/۴۶±۰/۱۸^{a}	۳/۶±۰/۲^{b}	۳/۶±۰/۱۴^{b}	۶/۴۴±۰/۰۷^{b}
۱۸:۰۰	۳/۶۲±۰/۰۹^{a}	۴/۷۹±۰/۰۷^{a}	۵/۵۶±۰/۱۱^{b}	۵/۵۳±۰/۱۵^{b}
۱۸:۱n–۹	۲۲/۴۵±۰/۱۵^{a}	۲۵/۹۵±۰/۳۵^{a}	۲۸/۲۴±۰/۷۲^{b}	۲۸/۱۴±۰/۸۷^{c}
۱۸:۱n–۷	۱/۴۹±۰/۲۷^{a}	۲/۳۶±۰/۲۳^{b}	۲/۳۱±۰/۰۹^{b}	۴/۲۵±۰/۱۳^{c}
۱۸:۲n–۶	۱/۷۴±۰/۱^{a}	۲/۱۸±۰/۱۷^{a}	۴/۱۴±۰/۱^{b}	۴/۵۴±۰/۳۷^{c}
۱۸:۳n–۶	۰/۴۶±۰/۰۴^{a}	۰/۳۳±۰/۰۵^{a}	۰/۲۶±۰/۰۶^{a}	۰/۲۵±۰/۰۵^{b}
۱۸:۳n–۳	۲/۶۵±۰/۲۲^{a}	۰/۷۳±۰/۰۶^{ab}	۰/۹±۰/۰۸^{b}	۰/۶±۰/۰۵^{c}
۱۸:۴n–۳	۰/۸۲±۰/۰۶^{a}	۰/۴±۰/۰۴a	۰/۳۸±۰/۰۲^{a}	۰/۳۷±۰/۰۷^{b}
۲۰:۰۰	۱/۳۹±۰/۱۴^{a}	۱/۵۹±۰/۳۱^{a}	۰/۷۵±۰/۰۹^{b}	۰/۵۲±۰/۰۹^{b}
۲۰:۱n–۹	۰/۷۴±۰/۱^{a}	۰/۳۸±۰/۰۶^{b}	۰/۵۹±۰/۰۳^{c}	۰/۵۲±۰/۰۹^{a}
۲۰:۳n–۶	۰/۲۶±۰/۰۵^{a}	۰/۲۱±۰/۰۴^{b}	۰/۱۷±۰/۰۶^{b}	۰/۶۵±۰/۰۷^{b}
۲۰:۳n–۳	۰/۲۷±۰/۰۷^{ab}	۰/۱۸±۰/۰۲^{b}	۰/۳۵±۰/۰۵^{a}	۰/۲۵±۰/۰۵^{ab}
۲۰:۴n–۶	۰/۳۴±۰/۰۹^{a}	۰/۲۲±۰/۰۵^{b}	۰/۳۳±۰/۰۴^{ab}	۰/۲۱±۰/۰۳^{b}
۲۰:۵n–۳	۴/۵۷±۰/۲۲^{a}	۳/۴۸±۰/۳۵^{b}	۲/۲۵±۰/۱^{c}	۱/۱۵±۰/۰۵^{d}
۲۲:۰۰	۰/۱۶±۰/۰۳^{a}	۱/۲۲±۰/۱۳^{b}	۰/۲۷±۰/۰۲^{c}	۰/۱۳±۰/۰۲^{ab}
۲۲:۵n–۶	۰/۳۱±۰/۰۷^{c}	۰/۳۷±۰/۰۳^{b}	۱/۰۳±۰/۰۷^{a}	۱/۵۴±۰/۰۶^{a}
۲۲:۵n–۳	۱/۵±۰/۱^{b}	۰/۷۱±۰/۰۷^{a}	۰/۶۱±۰/۰۴^{a}	۰/۴۶±۰/۰۱^{c}
۲۲:۶n–۳	۸/۴۷±۰/۲۳^{a}	۶/۵۵±۰/۲۹^{b}	۳/۳۲±۰/۱۳^{c}	۲/۵۲±۰/۱۷^{d}
مجموع اسید چرب اشباع	۲۳/۸۹±۰/۵۷^{a}	۳۶/۳۲±۰/۳۵^{b}	۳۰/۷۶±۰/۲^{c}	۲۹/۴۳±۰/۵۴^{d}
مجموع اسید چرب غیر اشباع تک زنجیره	۲۸/۵۸±۰/۴۷^{a}	۳۲/۷۴±۰/۷۳^{b}	۳۵/۰۲±۰/۸۵^{c}	۴۰/۰۱±۰/۷۲^{d}
$\sum n-6$	۳/۱۲±۰/۲^{a}	۳/۳۲±۰/۲۴^{b}	۵/۹±۰/۳۳^{c}	۷/۲±۰/۲۸^{c}
$\sum n-3$	۱۸/۲۸±۰/۶۲^{a}	۱۲/۰۵±۰/۵۳^{b}	۷/۶۵±۰/۱۲^{c}	۶/۰۶±۱/۰۹^{d}
مجموع اسِد چرب چند غِر اشباع	۲۱/۴±۰/۸۲^{a}	۱۵/۳۸±۰/۳۱^{b}	۱۳/۷۹±۰/۲۲^{c}	۱۲/۵۵±۰/۴۱^{d}
DHA/EPA	۱/۸۵±۰/۰۶^{c}	۱/۸۸±۰/۱۲^{a}	۱/۴۸±۰/۱۲^{b}	۲/۱۹±۰/۰۴^{b}
n–۳/n–۶	۵/۵۶±۰/۱۹^{a}	۳/۶۴±۰/۴۴^{a}	۱/۳۱±۰/۰۹^{b}	۰/۸۴±۰/۱۸^{c}

در بررسی نتایج جدول ۴ اسید چرب ۱۸:۱n –۹ اسید چرب غالب در بین اسیدهای چرب تک غیر اشباع بود. اسیدهای چرب چند غیر

www.SID.ir

Archive of SID

اشباع از اسیدهای چرب غالب در ترکیب بافت عضله بود که در این بین ۳-n۶:۲۲ و ۳-n۵:۲۲ جزء اسیدهای چرب غالب بوده‌اند.

جدول۳: ترکیب اسید چرب در بافت عضله ماهی قزل‌الای رنگین‌کمان (Oncorhynchus mykiss) تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی در پاییز ۱۳۸۸ (در صد از کل اسید چرب) (اتحراف معیار± میانگین) (۳=تعداد نمونه)

تیمار ترکیب اسید چرب	تیمار۱	تیمار۲	تیمار۳	تیمار٤
۱۴:۰۰	۱/۰۸±۰/۰۴^{a}	۱/۴۳±۰/۱۱^{b}	۱/۳۵±۰/۸۸^{b}	۱/۳۷±۰/۱۵^{b}
۱۴:۱n-۵	۰/۸۳±۰/۰۱^{a}	۰/۱۵±۰/۰۲^{b}	۰/۱۱±۰/۰۳^{ab}	۰/۱۲±۰/۰۲^{ab}
۱۶:۰۰	۱۳/۴۴±۰/۳۸^{a}	۱۵/۵۵±۰/۳۵^{b}	۱۵/۹۹±۰/۶۸^{b}	۱۲/۲۴±۰/۶۹^{b}
۱۶:۱n-۷	۳/۱۱±۰/۰۹^{a}	۳/۳۹±۰/۲۳^{b}	۳/۵۴±۰/۳۲^{bc}	۵/۱۲±۰/۰۹^{d}
۱۸:۰۰	۴/۲۴±۰/۱۳^{a}	۵/۰۷±۰/۳۷^{ab}	۶/۱۴±۰/۶۷^{b}	۵/۲۴±۰/۱^{c}
۱۸:۱n-۹	۳۳/۶۳±۰/۱۵^{a}	۳۴/۲۱±۰/۸^{a}	۳۷/۳۴±۰/۶۸^{a}	۴۰/۱۴±۰/۸۲^{b}
۱۸:۱n-۷	۲/۲۲±۰/۰۹^{a}	۲/۶۶±۰/۱۵^{a}	۲/۵۵±۰/۲۸^{a}	۳/۵۴±۰/۳۵^{b}
۱۸:۲n-۶	۸/۳±۰/۰۹^{a}	۱۰/۵۴±۰/۶۱^{b}	۱۵/۶±۰/۳۱^{c}	۱۶/۶±۰/۳۸^{d}
۱۸:۳n-۶	۰/۴۴±۰/۱۱^{a}	۰/۲۷±۰/۰۳^{b}	۰/۲۵±۰/۰۲^{b}	۰/۲۳±۰/۰۱^{b}
۱۸:۳n-۳	۱/۲±۰/۰۹^{a}	۱/۲۳±۰/۱۳^{a}	۱/۱۷±۰/۲۵^{a}	۰/۶۵±۰/۰۵^{b}
۱۸:۴n-۳	۰/۵۴±۰/۰۹^{a}	۰/۱۳±۰/۰۱^{b}	۰/۱۵±۰/۰۲^{b}	۰/۲۷±۰/۰۳^{c}
۲۰:۰۰	۰/۱±۰/۰۴^{a}	۰/۲۵±۰/۰۳^{b}	۰/۲۹±۰/۰۵^{b}	۰/۱۷±۰/۰۱^{a}
۲۰:۱n-۹	۱/۱۸±۰/۱۸^{a}	۱/۳۲±۰/۱۱^{a}	۱/۲۵±۰/۱۱^{a}	۱/۸۱±۰/۰۶^{b}
۲۰:۳n-۶	۰/۵۳±۰/۰۷	۰/۴±۰/۰۴	۰/۱۵±۰/۰۲	۰/۹±۰/۰۶
۲۰:۳n-۳	۰/۵۹±۰/۰۷^{a}	۰/۵۵±۰/۰۹^{a}	۰/۷۱±۰/۰۹^{a}	۰/۶۵±۰/۰۹^{a}
۲۰:۴n-۶	۰/۱۳±۰/۰۴^{a}	۰/۱۶±۰/۰۱^{a}	۰/۱۶±۰/۰۲^{a}	۰/۵۱±۰/۱۶^{b}
۲۰:۵n-۳	۳/۸۸±۰/۲۹^{a}	۳/۵۵±۰/۴۳^{a}	۲/۲±۰/۲۲^{b}	۰/۷۶±۰/۸۶^{c}
۲۲:۰۰	۰/۵±۰/۰۵^{a}	۰/۵۴±۰/۰۵^{a}	۰/۵۷±۰/۰۶^{a}	۰/۴۸±۰/۰۴^{a}
۲۲:۵n-۶	۰/۵۶±۰/۱۲^{a}	۰/۳۷±۰/۰۲^{bc}	۰/۴^{ab}	۰/۳۳^{c}
۲۲:۵n-۳	۴/۸۲±۰/۰۷^{a}	۲/۸۲±۰/۰۹^{b}	۲/۷۲±۰/۲۴^{b}	۰/۸۴±۰/۰۶^{c}
۲۲:۶n-۳	۱۰/۰۸±۰/۳۸^{a}	۸/۷±۰/۲۴^{b}	۴/۳۲±۰/۲۱^{c}	۳/۳۶±۰/۲^{d}
مجموع اسید چرب اشباع	۱۹/۴۸±۰/۵۲^{a}	۲۲/۸۵±۰/۱۷^{b}	۲۴/۳۵±۱/۱۷^{c}	۲۳/۵۱±۰/۶۶^{bc}
مجموع اسید چرب غیر اشباع تک زنجیره	۴۰/۲۳±۰/۲۹^{a}	۴۱/۷۴±۰/۸۱^{b}	۴۱/۸۳±۰/۷۲^{b}	۵۰/۷۵±۰/۶۵^{c}
$\sum n-6$	۹/۲۸±۰/۳۳^{a}	۱۱/۷۶±۰/۶^{b}	۱۶/۶۷±۰/۳۳^{c}	۱۸/۶۲±۰/۵۲^{d}
$\sum n-3$	۲۱/۱۳±۱/۷۸^{a}	۱۷/۱±۰/۷۶^{b}	۱۱/۳±۰/۲۳^{c}	۶/۵۴±۰/۰۶^{d}
مجموع اسِد چرب چند غِر اشباع	۳۱/۱۱±۱/۵۴^{a}	۲۸/۷۸±۰/۲۹^{b}	۲۷/۹۷±۰/۵۶^{b}	۲۵/۱۷±۰/۵۶^{c}
DHA/EPA	۲/۶۱±۰/۲۹^{a}	۲/۴۶±۰/۲۵^{b}	۱/۹۶±۰/۲۷^{c}	۴/۴۳±۰/۷۱^{d}
n-۳/n-۶	۲/۱۲±۰/۲۳^{a}	۱/۴۵±۰/۱۴^{b}	۰/۶۷^{c}	۰/۳۵^{d}

مقایسه میانگین میزان تیو باربیتوریک در عضله ماهی قزل الا در جدول ۵ ارائه گردیده است .

مقایسه میانگین میزان تیو باربیتوریک در روز نهم بالاترین میزان را در عضله ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد نشان داد ($P\geq 0/05$)

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی آماری اثر متغیرهای رژیم غذایی، زمان نگهداری و رژیم غذایی × زمان نگهداری بر متغیر تیو باربیتوریک دارای سطح معنی-داری در دامنه اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد. در جدول ۶ اثرات متقابل تیمارها بر میزان متغیر تیوباربیوریک ارائه شده است.

جدول ۵: مقایسه میانگین تیو باربیتوریک در عضله قزل‌الا رنگین‌کمان (Oncorhynchus mykiss) تغذیه شده با جیره‌های مختلف در زمان‌های متفاوت نگهداری در دمای ٤-٠ در جه سانتی‌گراد (میلی‌گرم مالون دی آلدئید به ازای هر کیلوگرم) (انحراف معیار± میانگین) (۳=تعداد نمونه)

زمان نگهداری(روز) / تیمار	صفر	سه	شش	نه
تیمار۱	۰/۵۷±۰/۰۲^{a}	۱/۱۵±۰/۰۲^{a}	۱/٤۳±۰/۰۵^{a}	۲/۳۲±۰/۰۳^{a}
تیمار۲	۰/۵٦±۰/۰۱^{a}	۰/٦۷±۰/۰۲^{b}	۱/۳۲±۰/۰۳^{b}	۱/۴۱±۰/۰۵^{b}
تیمار۳	۰/٤٦±۰/۰۲^{b}	۰/٦۹±۰/۰۲^{c}	۱/۰٤±۰/۰٤^{c}	۱/۱±۰/۰۴^{c}
تیمار۴	۰/٤۷±۰/۰۱^{b}	۰/٦۳±۰/۰۱^{d}	۰/۹٤±۰/۰۲^{d}	۰/۹۸±۰/۰۱^{d}

جدول ٦: اثرات متقابل تیمارها بر میزان متغیر تیوباربیتوریک

	F- Value	significance
رژیم غذایی	۸۳۹	۰*
زمان نگهداری	۲۰۱۵/۷۳	۰*
رژیم غذایی × زمان نگهداری	۲۱۳/۶۳	۰*

اعداد در یک ستون بدون حروف مشابه‌دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<۰/۰۵).

اعداد در هر ردیف بدون حروف‌دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

* دارای اثر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد یک‌سان است (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیب اسید چرب جیره غذایی مستقیماً ترکیب اسید چرب در عضله ماهی تغذیه شده از جیره را تحت تاثیر قرار می‌دهد (watanabe 1982, sergeant et al., 2002). اطلاعات قابل توجهی در مورد تاثیر تغییر در منابع چربی جیره غذایی بر ترکیب اسید چرب عضله ماهی وجود دارد، اما در مورد تغییرات در ترکیب اسید چرب بوسیله منابع پرو تئینی جیره وجود دارد.

در مطالعه حاضر تغییرات قابل ملاحظه‌ای در ترکیب اسید چرب در عضله ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره‌های مختلف (۰، ۲۵،۵۰،و ۷۵ درصد جایگزینی آرد ماهی) مشاهده شد. عضله قزل-آلا رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره غذایی صفر درصد جایگزینی، مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع و اسیدهای چرب چند غیر اشباع اسیدهای چرب چند غیر اشباع سری ۳ بالاتر از دیگر تیمارها بالاتر بود، در حالی‌که در عضله قزل‌آلا تغذیه شده با جیره غذایی ۷۵ درصد جایگزینی مجموع اسید چرب اشباع و تک غیر اشباع و اسیدهای چرب چند غیر اشباع سری ۶ از دیگر تیمارها بالاتر بود. مقادیر اسید چرب اولئیک و لینولئیک در عضله قزل‌آلای تغذیه شده با جیره غذایی ۷۵ درصد جایگزینی نیز از دیگر تیمارها بالاتر بود. روغن سویادارای سطوح بالاتر اسیدهای چرب چند غیر اشباع در مقایسه با روغن نخل (palm oil) و Rapseed می‌باشد، اما اسید چرب EPA و DHA را نقصان دارند. در تحقیقی که بوسیله D' SOUZA و همکاران در سال ۲۰۰۶ انجام شد افزایش اسید چرب لینولئیک در رژیم غذایی دارای سویا و عضله ماهی تغذیه شده با این جیره مشاهده نشد، اما در مطالعه‌ای که بوسیله de

www.SID.ir

Archive of SID

Francescoو همکاران در سال ۲۰۰۴ انجام گرفت فیله‌های ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده با جیره غذایی گیاهی به‌طور مشخص در اسید لینولئیک در مقایسه با رژیم غذایی آرد ماهی غنی‌تر بود.

Gomes و همکاران در سال ۱۹۹۳مشاهده کردند که سطح اسیدهای چرب چند غیر اشباع سری ۶ با افزایش سطح کلزا در جیره (۵،۱۰،۱۵و ۴۵ درصد جیره) افزایش پیدا نمود.

Pereira و همکاران در سال ۱۹۹۸ گزارش کردند که ماهی قزل-آلای مولد که از رژیم غذایی با جایگزینی کامل آرد ماهی بوسیله پروتئین گیاهی تغذیه کردند، سطوح اسیدهای چرب تخم مطابق با رژیم غذایی تعدیل شدند اماسطوح بالااسیدهای چرب چند غیر اشباع سری ۳ باقی ماندند و مورد تاثیر قرار نگرفتند.

اختلافات نتایج به دست آمده وابسته به میزان استخراج روغن از کنجاله سویا و نوع این محصول می‌تواند باشد.

رژیم‌های غذایی اثر معنی‌داری بر میزان اکسیداسیون چربی در طول ذخیره سازی در یخچال می‌تواند داشته که بوسیله شاخص TBAنشان‌داده شده است. مقدار TBAدر فیله ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی ۵۰ درصد و ۷۵ درصد به‌طور معنی‌داری در روز سوم پایین‌تر بودند (P<۰/۰۵).

در روز نهم اختلاف معنی‌داری در مقدار TBA فیله ماهیان قزل-آلای تغذیه شده با تیمارهای مختلف وجود داشت، به‌طوری‌که ماهیان تغذیه شده با تیمار شاهد (صفر درصد جایگزینی) بیشترین مقدار (۲/۳±۰/۰۳ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید) و ماهیان تغذیه شده با تیمار ۷۵ درصد جایگزینی کم‌ترین مقدار (۰/۹۸±۰/۰۱ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید) بود که اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها وجود داشت.

نتایج بدست آمده در این پژوهش با نتایج Lopez- Bot و همکاران ۲۰۰۱ و D' souza و همکاران ۲۰۰۶ مرتبط می‌باشد. تحقیقات آن‌ها نشان داد که عضله ماهی قزل‌الای تغذیه شده با جیره‌هایی که آرد ماهی به عنوان منبع اصلی پروتئین بودند، قابلیت بالاتری برای اکسیداسیون اولیه (peroxidation) نسبت به عضله قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با رژیم‌های غذایی با پایه گیاهی داشتند.

در مقابل de Francesco و همکاران در سال ۲۰۰۴ اختلاف معنی‌داری در اکسیداسیون چربی در قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره‌های دارای منابع گیاهی و جانوری (آرد ماهی) نیافتند. اسیدهای چرب چند غیر اشباع مستعد اکسیداسیون هستند و بافت عضله‌ای که دارای مقادیر بیشتری از این نوع اسید چرب هستند، قابلیت بالاتر را در اکسیداسیون اولیه (peroxidation) دارند، با این وجود ترکیبات دیگری مثل آهن و فلزات سنگین و غیره ممکن است تسریع کننده واکنش‌های بعدی باشند.

کاهش اکسیداسیون چرب در فیله‌هایی که از قزل‌آلای تغذیه شده با درصدهای بالاتر جایگزینی آرد ماهی بدست آمدند امکان نگهداری بالاتر برای این فیله‌ها را اشاره دارد.

Ng و Bahurmiz سال ۲۰۰۹ طی بررسی منابع روغن بر کیفیت فیزیکی، شیمیایی و حسی بر فیله ماهی هیبرید قرمز تیلاپیا *(Oreochromis sp)* دریافتند که چربی‌های دریایی همچون روغن ماهی که در اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره سری ۳ غنی می‌باشند، برای اکسیداسیون بسیار آمادگی دارند. در این تحقیق رابطه همبستگی قوی میان TBA و مقدار ۳-۲۲:۶n ، ۳-۲۲:۵n و۳-۲۰:۵n فیله یافتند. همچنین چندین مطالعه اثرات مثبت استفاده از روغن‌های گیاهی بر بهبود پایداری اکسیداتیو بافت ماهی گزارش دادند (Menoy et al., 2004. Regost, et al., 2004).

صرف نظر از سطوح پایین اسیدهای چرب غیر اشباع سری ۳ دارا بودن آنتی اکسیدان‌های طبیعی همچون ویتامین E و کارتنوئیدها در روغن‌های گیاهی به خصوص روغن نخل می‌تواند در پایداری اسیدهای چرب و بالا بردن زمان ماندگاری فیله‌های ماهیان تغذیه شده از این جیره‌ها موثر باشد (Ng et al., 2009).

نتیجه‌گیری کلی کلی بیان می‌دارد جایگزینی آرد ماهی بوسیله پروتئین‌های گیاهی منجمله آرد سویا در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان و تغذیه آن در دراز مدت، بسته به میزان چربی موجود در آرد سویا می‌تواند ترکیب شیمیایی بافت عضله این ماهی را از لحاظ ترکیب اسید چرب به خصوص اسیدهای چرب چندغیر اشباع سری ۶ مورد تاثیر قرار دهد. همچنین میزان پایداری اسیدهای

www.SID.ir

Archive of SID

چرب غیر اشباع هنگام دوره نگهداری در سرما و انجماد در بافت عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با افزایش جایگزینی آرد سویا در جیره هنگام دوره نگهداری در سرما و انجماد طولانی‌تر و زمان ماندگاری افزایش پیدا گردید.

سپاسگزاری

این پژوهش برگرفته از طرح پژوهشی مصوب در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز می باشد. از کلیه کسانی که در انجام این پروژه همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

گروه آمار سازمان شیلات ایران، ۱۳۸۷. سالنامه آماری سازمان شیلات، ۵۶ ص

شفایی پور، آ. ۱۳۸۵. بررسی اثرات جایگزینی کنجاله کانولا به جای آرد ماهی بر رشد، ترکیب لاشه، پارامترهای بیوشیمیایی درقزل‌آلای رنگین-کمان(*Oncorhynchus mykiss*). رساله مقطع دکترای تخصصی زیست-شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر،

نفیسی بهابادی، محمود. ۱۳۸۰. بررسی امکان جایگزینی آرد ضایعات کشتارگاهی طیور به جای آرد ماهی در جیره غذایی مرحله پرواری ماهی قزل-آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در آب لب شور. رساله مقطع دکترای تخصصی (Ph.D) رشته شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، ۹۵ ص.

AOAC, 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. Washington DC. USA.

Ogunkoya Ayoleke, E., Page, Greg, I., Adewolu Morenike, A. and Bureau Dominique, P., 2006. Dietary incorporation of soybean meal and exogenous enzyme cocktail can affect physical characteristics of faecal material egested by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) . Aquaculture 254 , 466–475.

Cho, C. Y., Bayley, H. S., and Slinger, S. J., 1974. Partial replacement of herring meal with soybeanmeal and other changes in a diet for rainbow trout *(Salmo gairdneri)*. J. Fish Res. Board. Can. 31:1523–8.

De Francesco, M., Parisi, G., M´edale, F., Lupi, P., Kaushik, S. J., and Poli, B. M., 2004. Effect of longterm feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 236:413–29.

D□souza, N., Skonberg, D. I., Stone, D. A. J., and Brown, P. B. 2006. Effect of soybean meal – based diet on the production quality of Rainbow Trout fillet.journal of food science , 71,4,337-343

Firestone, D., 1998. Official Methods and Recommended practices of the American Oil Chemists Society, Vol. I–II (5 ed.) (Method 1–62). Champaign: AOCS.

Folch, J., Lees, M., and Sloan-Stanley, G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry. 226: 497–509.

Fowler, L. G., 1980. Substitution of soybean and cottonseed products for fish meal in diet fed to Chinook and coho salmon. Prog Fish Cult 42:87–91.

Gomes, E. F., Kaushik, S.J., 1990. Potential use of triticale in diets for rainbow trout: effects of dietary levels andincidence of cooking. Ann. Zootech. 39, 63– 73.

Hardy, R. W., 2000. New developments in aquatic feed ingredients, and potential of enzyme supplements. In: Cruz-Suarez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M. A., Civera-Cerecedo, R., (Eds.), Advances en Nutricion Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 19-22 November, 2000, Merida, Yucatan, Mexico.

Kaushik, S. J., Cravedi, J. P., Lalles, J. P.,Lalles J. p., Sumpter, J., Fauconneau, B. and Laroche, M., 1995. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects**,** cholesterolemia and flesh quality in

www.SID.ir

Archive of SID

rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture 133, 257-274.

Kikuchi, K., 1999. Use of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture 179:3–11.

Krogdahl, A., Lea, T. B., and Olli, J. L., 1994. Soybean proteinase inhibitors affect intenstinal trypsin activities and amino acid digestibility in rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*). Comp. Biochem. Physiol., A 107,215-219.

Lopez-Bote, C. J, Diez, A, Corraze, G., Arzel, J., Alvarez, M., Dias, J., Kaushik S. J., and Bautista, J.M., 2001. Dietary protein source affects the susceptibility to lipid peroxidation of rainbowtrout *(Oncorhynchus mykiss)* and sea bass *(Dicentrarchus labrax)* muscle. Anim Sci 73:443–9.

Menoyo, D., Izquierdo, M. S., Robaina, L., Gines, R., Lopez- Bote, C, J., and Bautista, J, M., 2004. Adaptation of lipid metabolism, tissue composition and flesh quality in gilthead sea bream *Sparus aurata* to the replacement of dietary fish oil by linseed and soybean oil . British Journal of Nutrition,92,41-52

Ng, W. G., and Bahurmiz , O. M. 2009. The impact of dietary oil source and frozen sorage on the physical , chemical and sensorial quality of fillets from market-size red hybrid tilapia , *Oreochromis sp.*. Food chemistry, 113, 1041-1048

Pearson, D. 1976. The Chemical Analysis of Food (7 th ed). London: Churchill living stone Publishing.

Pereira, J. O. B., Reis-Henriques, M. A., Sanchez, J. L., and Costa, J. M., 1998. Effect of protein source on the reproductive performance of female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss (Walbaum).* Aquac. Res. 29, 751– 760.

Refstie S., Korsoen O. J., Storebakken T., Baeverfjord, G., Lein I., Roem A. J., 2000. Differingnutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)* and Atlantic salmon *(Salmo salar)*. Aquaculture 190:49–63

Regost, C., Jakobsen, J. V., and RØra, A. M. B., 2004. Flesh quality of raw and smoked fillets of Atlantic salmon as influenced by dietary oil source and frozen storage. Food Research International , 37,259-271

Sargent, J. R., Tocher, D. R., and Bell, G. J., 2002. The lipids. In: Halver, J.E., Hardy, R. (Eds.), Fish Nutrition, Third edition. Academic Press, San Diego, CA, pp. 181–257

Smith, R. R., Kincaid, H. L., Regenstein, J. M., and Rumsey, G. L., 1988. Growth, carcass compositionand taste of rainbow trout fed diets containing primarily plant or animal protein.Aquaculture 70:309–21.

Swick, R. A., Akiyama, D. M., Boonyaratpalin, M., and Creswell, D. C.,

1995. Use of soybean meal and synthetic methionine in shrimp Feed.ASA Tech.Bull., vol.AQ43-1995

Tacon, A. G. J., 2005. State of information on salmon aquaculture feed and the environment Retrieved may 25, 2006.

Vielma J., Ruohonen, K., and Peisker, M., 2000. Dephytinization of two soy proteins increases

phosphorus and protein utilization by rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture 204:145–56.

Watanabe, T., 1982. Lipid nutrition in fish. Comp. Biochem. Physiol. 73B, 3– 15.

Watanabe, T., and Pongmaneerat, J., 1993. Potential of soy bean as protein source in extruded pellets for rainbowtrout. Nippon Suisan Gakkaishi 58, 1415– 1423.

Watanabe, T., Verakunpiriya, V., Watanabe, K., Viswanath, K., and Satoh S., 1998. Feeding of rainbow trout with non-fish meal diets. Fisheries Sci 63:258–66.

Watanabe, T., 2002. Strategies for further development of aquatic feeds . fisheries sci.68:242-252

Wood, L., 2002. Feed and food safety in the farmed Atlantic salmon industry.Geography-87(2)160-163.

www.SID.ir