مقاله تحقیقی | مجله تحقیقات دامپزشکی، ۱۳۹۸، دوره ۷۴، شماره ۱، ۱۲۶-۱۱۷ | Original Article
DOI: 10.22059/jvr.2019.216668.2522

اثر جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا یا کلزا بهمراه مکمل ال کارنیتین بر عملکرد رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان

سید محمدعلی جلالی[۱]، مسیب کیانی[۱]، سید امیرحسین جلالی[۲،۳]، جواد پوررضا[۱]

[۱] گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر کرد، شهر کرد، ایران
[۲] دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
[۳] پژوهشکده زیست فناوری و مهندسی زیستی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

(دریافت مقاله: ۸ خرداد ماه ۱۳۹۷، پذیرش نهایی: ۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۷)

چکیده

زمینه مطالعه: منابع روغن ماهی برای استفاده در آبزی پروری محدود است و منابع مختلف روغن ترکیب اسیدهای چرب متفاوتی دارند.

هدف: هدف اصلی این پژوهش بررسی اثرات منابع روغن‌های گیاهی سویا و کلزا به جای روغن ماهی، با و بدون مکمل ال کارنیتین بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد بود.

روش کار: ۱۸۰ قطعه ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزن ۲±۲۸ g در یک آزمایش فاکتوریل ۳×۲ به مدت ۱۰ هفته از شش جیره غذایی شامل سه نوع روغن ماهی، سویا و کلزا با دو سطح صفر و ۱ g/kg ال کارنیتین در جیره تغذیه شدند و افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، رشد ویژه، راندمان لاشه و کبد، و نیز آلبومین، پروتئین کل، کلسترول، تری گلیسیرید و لیپوپروتئین با چگالی بالای سرم خون ماهی‌ها در پایان آزمایش اندازه گیری شد.

نتایج: جایگزینی روغن سویا و کلزا با روغن ماهی در جیره غذایی تأثیری بر افزایش وزن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و رشد ویژه، وزن بدن، لاشه، کبد، وزن نسبی آن‌ها و شاخص فربهی ماهی‌ها نداشت اما افزودن مکمل ال کارنیتین به جیره غذایی سبب بهبود معنی‌دار افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک و افزایش شاخص فربهی ماهی‌ها شد ($P<0/05$). روغن سویا سبب افزایش معنی‌دار کلسترول و تری گلیسیرید سرم خون ماهی‌ها شد و روغن کلزا سبب کاهش معنی‌دار گلوبولین و لیپوپروتئین با چگالی بالای سرم خون ماهی‌ها شد ($P<0/05$). ال کارنیتین سبب افزایش معنی‌دار پروتئین کل و کلسترول سرم خون ماهی‌ها شد($P<0/05$).

نتیجه گیری نهایی: نتیجه این پژوهش نشان داد که روغن ماهی می‌تواند در جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان با روغن سویا یا کلزا جایگزین شود و پاسخ‌های رشد و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون ماهی قزل آلای رنگین کمان به مکمل ال کارنیتین، بستگی به نوع منبع روغن جیره غذایی دارد.

واژه‌های کلیدی: روغن گیاهی، روغن ماهی، بیوشیمی خون، ال کارنیتین، قزل آلای رنگین کمان

کپی رایت ©: حق چاپ، نشر و استفاده علمی از این مقاله برای مجله تحقیقات دامپزشکی محفوظ است.

*) نویسنده مسئول: تلفن: ۰۳۸-۳۳۳۶۱۰۴۸ نمابر: ۰۳۸-۳۳۳۶۱۰۳۱ Email: fish.nutritionist@gmail.com

How to Cite This Article

Jalali, S., Kiani, M., Jalali, S., Pourreza, J. (2019). The Effect of Replacement of Fish Oil by Soybean or Canola Oils With L-Carnitine Supplement on Growth Performance of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. J Vet Res, 74(1), 117-126. doi: 10.22059/jvr.2019.216668.2522

مقدمه

چربی‌ها اســتر گلیسرول و اسید چرب هســتند و به عنوان مهم‌ترین منبع تولید انرژی و نیز منبع تأمین کننده اسیدهای چرب ضروری در جیره غذایی محسوب می‌شوند. چربی‌ها همچنین در جذب ویتامین‌های محلول در چربی (A، D، K و E) و رنگدانه‌ها نقش دارند. اسیدهای چرب لینولئیک، لینولنیک و آراشیدونیک به عنوان اسیدهای چرب ضروری برای آبزیان شناخته شده‌اند و مشــخص شده اســت که ماهی قزل آلا به اســیدهای چرب سری n-۳ نیاز ضروری دارد و نیاز این ماهی به اســید چرب ضروری لینولنیک (اسید لینولنیک) در حدود یک درصد جیره غذایی است (۱۶). روغن ماهی یکی از اجزاء مهم تغذیه‌ای در جیره ماهیان پرورشی گوشتخوار به شمار می‌رود. این روغن دارای مقادیر بالایی از اسیدهای چرب به شدت غیراشباع (HUFA) بویژه اسید ایکوزاپنتانوئیک (EPA) و اسید دکوزاهگزانوئیک(DHA) هست که نقش به ســزایی در ساختار ســلولی ایفا می‌کنند. استفاده از روغن‌های گیاهــی به جای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی‌هــای آزاد و قزل آلای رنگین کمان نشــان می‌دهد کــه این روغن‌ها در مقایســه با روغن ماهی می‌تواند با ایجاد تغییرات در ســاختار اسیدهای چرب، سبب کاهش مقادیر اســیدهای چرب غیر اشــباع بلند زنجیر، اســید ایکوزاپنتانوئیک و اســید داکوزاهگزانوئیک در این گونه از ماهیان شود (۶)، زیرا روغن‌های گیاهی در مقایسه با روغن ماهی مقدار کمتری اسیدهای چرب بلند زنجیر با چند پیوند دوگانه ســری امگا-۳ دارند(۱۳). دو نمونــه از روغن‌های گیاهی که جهت جایگزینی با روغن ماهی مورد توجه هستند، روغن کلزا و سویا می‌باشد، که برای تولید انرژی در خوراک ماهی، مورد اســتفاده تولید کنندگان خوراک آبزیان قرار گرفته است. همچنین مقادیر بالای اسید لینولنیک در روغن کلزا سبب شده است که این روغن پتانسیل بالایی جهت تبادلات درون سلولی اسیدایکوزاپنتانوئیک و اسیدداکوزاهگزانوئیک را دارا باشد (۹).

ال کارنیتین یک ماده شــبیه ویتأمینی اســت و به مقدار اندک و ناچیز در بدن حیوانات از دو اســید آمینه ضروری لیزین و متیونین در کبد و کلیه ســنتز می‌شود. این ماده برای متابولیسم و انتقال اسیدهای چرب در داخل سلول‌ها و میتوکندری ضروری است به طوریکه با انتقال اسیدهای چرب با زنجیره بیش از هشت کربن به ماتریکس میتوکندری، ایفای نقش می‌کند و تمایل زیادی به اسید پالمتیک دارد (۸). پاسخ محرک رشدی ماهیان به ال کارنیتین بسته به گونه ماهی متفاوت است به طوریکه در ماهی باس دریایی (۴) و ماهــی آزاد آتلانیک (۱۴) تأثیر نداشــته امــا بر ماهی قزل آلا ممکن است مؤثر (۱۲) یا بی تأثیر (۳) باشد. یکی از دلایل پاسخ‌های متفاوت به ال کارنیتین ممکن است مواد مغذی جیره مانند اسیدهای چرب باشد. با توجه به اینکه روغن اســتخراجی از منابع مختلف دارای ترکیب اسیدهای چرب متفاوتی هســتند و نیز ال کارنیتین در متابولیسم اسیدهای چرب و انتقال آن‌ها به میتوکندری (۸) نقش دارد، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر سه نوع روغن ماهی، سویا و کلزا با و بدون مکمل‌های ال کارنیتین بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی ماهی قزل آلا انجام گرفت.

مواد و روش کار

این پژوهش در مزرعه پرورش ماهی در شهرســتان اردل به مدت ۱۲ هفته انجام گرفت. به همین منظور برای سازگاری ماهی با شرایط آزمایش، در ســالن مسقف، تعداد ۱۸ عدد حوضچه سیمانی (طول ۳ m، عرض ۷۵ cm و ارتفــاع ۱۰۰ cm) تعداد ۱۸۰ قطعه ماهی قزل آلای رنگین کمان با وزن ۲±۲۸ g به صورت انفرادی توزین و به صورت تصادفی به حوضچه‌ها اختصاص یافتند. آب مورد اســتفاده از طریق چشــمه با دبی ۶ inch/sec تأمیــن گردید. وضعیت دمای آب به طور دائم اندازه گیری و درمدت انجام آزمایش دردامنه ۱۴-۱۲ °C قرار داشت. در دوره سازگاری ماهی‌ها به مدت ۲ هفته با جیره شاهد (فاقد روغن و مکمل) تغذیه شدند، و پس از سازگاری، با جیره‌های آزمایشــی به مدت ۱۰ هفته تغذیه شــدند. خوراک دهی در کل دوره به صورت دستی بر حسب سیری ظاهری به صورت روزانه در دو نوبت صبح و عصــر (۱۸ - ۸) انجام گرفت. به منظور تهیه جیره‌های آزمایشــی از جیره اکســترود پایه تجاری شــرکت فرادانه (FFT۲) بدون روغن با قطر ۴mm اســتفاده شد. شش جیره آزمایشــی با سه نوع روغن ماهی، سویا و کلزا با دو سطح ال کارنیتین صفر و ۱ g/kg در جیره استفاده شد که برحسب نوع جیره آزمایشی، ال کارنیتین، گچ و مکمل فاقد ال کارنیتین به آن افزوده وکاملاً مخلوط شــده، سپس ۱۱ درصد روغن سویا، روغن ماهی و کلزا به آن افــزوده و فرآیند مخلوط کردن ۳۰ دقیقه دیگر به صورت دســتی ادامه یافت (جدول ۱). برای تعیین ترکیب و مقدار اسیدهای چرب روغن‌ها، ابتدا اسیدهای چرب به فرم متیل استر تبدیل شده و سپس با استفاده از دستگاه کروماتوگرافــی گازی (USA,۶۸۹۰ Agilent Model) و دتکتــور FID (Flame Ionization Detector) با ســتون کاپیلاری (SGE BPX۷۰) که نیتروژن گاز حامل و دمای تزریق و دتکتور به ترتیب ۲۶۰°C و ۳۰۰°C بود، مقدار و نوع آن‌ها اندازه گیری شد (۱۰) که در جدول ۲ ارایه شده است.

در پایان آزمایش ماهی‌ها با پودر گل میخک (۴۰ mg/L) بی هوش و زیست سنجی انفرادی آن‌ها شامل اندازه گیری طول استاندارد با دقت ۰/۱ cm و وزن ماهی با دقت ۰/۵ g انجام شــد. ســپس از هر حوضچه ۳ ماهی به صورت تصادفی انتخاب و پس از خونگیری از ورید ناحیه دمی وزن کبد و لاشــه (با سر و بدون اندام‌های داخلی) هر ماهی اندازه گیری و ثبت شد. شاخص چاقی یا فربهی، شاخص کبدی، شاخص رشد ویژه ، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (۱۲).

شاخص چاقی: $K= (W/L^3)\times 100$

W : وزن بدن (g) و L طول استاندارد بدن (cm)

شاخص کبدی : [وزن کبد (g) ÷ وزن کل بدن (g)] × ۱۰۰

شاخص رشد ویژه : $SGR= (Lnw_2 - Lnw_1)\times 100/T$

جدول ۱. جیره‌های آزمایشی با منبع روغن مختلف و مکمل‌های ال کارنیتین. ۱. بر پایه جیره FFT۲ اکسترود شرکت فرادانه دارای پودر ماهی، کنجاله سویا ، آرد گندم، کولین کلراید، دی ال متیونین، لیزین هیدروکلراید، ویتامینC ، مکمل ویتامین B کمپلکس، مکمل ویتامین E ، نمک و مکمل مواد معدنی. ۲. مخلوط ال کارنیتین دارای ۶۰ درصد ال کارنیتین تارترات (۴۰ درصد ال کارنیتین خالص). ۳. لاکتوز ، نشاسته ، سلولز میکروکریستال و استارت منیزیم . ۴-۵-۶ –براساس ماده خشک.

نوع روغن	کلزا	سویا	ماهی	کلزا	سویا	ماهی
مکمل ال کارنیتین($g.kg^{-1}$)	۱	۱	۱	۰	۰	۰
اقلام جیره ($g.kg^{-1}$)						
جیره پایه[۱]	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵	۸۸۶/۵
روغن ماهی	۰	۰	۱۱۰	۰	۰	۱۱۰
روغن سویا	۰	۱۱۰	۰	۰	۱۱۰	۰
روغن کلزا	۱۱۰	۰	۰	۱۱۰	۰	۰
ال کارنیتین[۲]	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۰	۰	۰
مکمل فاقد ال کارنیتین[۳]	۰	۰	۰	۱	۱	۱
گچ	۱	۱	۱	۲/۵	۲/۵	۲/۵
ترکیبات شیمیایی (درصد)						
ماده خشک	۹۲/۳	۹۲/۱	۹۲/۴	۹۲/۲	۹۲/۳	۹۲/۲
پروتئین خام[۴]	۴۰/۹۳	۴۰/۹۱	۴۰/۹۲	۴۰/۹۲	۴۰/۹۴	۴۰/۹۱
چربی خام[۵]	۱۴/۲	۱۴/۲	۱۴/۲	۱۴/۲	۱۴/۲	۱۴/۲
خاکستر[۶]	۹/۸	۹/۶۵	۹/۶۴	۹/۷۷	۹/۹	۹/۸

Lnw_1 : لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی (g)

Lnw_2 : لگاریتم وزن نهایی (g)

T : مدت انجام آزمایش (روز)

افزایش وزن = وزن نهایی (g) – وزن اولیه (g)

ضریب تبدیل غذایی= خوراک مصرفی در طول دوره پرورشی (g) ÷ افزایش وزن ماهی (g)

راندمان لاشه =[وزن لاشه (g) ÷وزن زنده (g)] ×۱۰۰

نمونه‌های خون به مدت ۱۰دقیقه با دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ سانتریفوژ گردید تا سرم جدا شود. سرم‌های جدا شده در دمای °C ۲۰- نگهداری گردید. غلظت فراسنجه‌های خون به روش رنگ سنجی (فتومتری) و با استفاده ازکیت‌های درمان کاو و با دستگاه اسپکتوفتومتر به صورت دستی اندازه گیری گردید. غلظت کلسترول(به روش کلسترول اکسیداز)،تری گلیسرید (به روش لیپاز)، پروتئین تام (به روش بیوره)، آلبومین (به روش برومو‌کروزل کربن) اندازه گیری گردید و گلوبولین با تفاضل آلبومین از پروتئین سرم خون محاسبه گردید (۱). آزمایش به صورت فاکتوریل ۳×۲ (سه نوع روغن ماهی، سویا و کلزا در دو سطح صفر و g/kg ۱ ال کارنیتین) با ۳ تکرار به صورت کاملاً تصادفی انجام گرفت. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از برنامه SPSS تجزیه واریانس و مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

جدول ۱ ترکیب و مقدار اسیدهای چرب روغن‌های مصرفی در این آزمایش را نشان می‌دهد. روغن ماهی غنی از اسیدهای چرب بلند زنجیره امگا ۳ مانند اسید ایکوزا پنتانوئیک(EPA)، داکوزاپنتانوئیک (DPA) و داکوزا هگزانوئیک (DHA) است و روغن‌های سویا و کلزا فاقد این اسیدهای چرب هستند. همچنین بیشترین مقدار اسیدهای چرب امگا ۶ در روغن سویا (بیشتر مربوط به اسید لینولئیک) و کمترین آن در روغن ماهی وجود دارد. کمترین نسبت امگا ۳ به امگا ۶ نیز در روغن سویا و بیشترین در روغن ماهی وجود داشت. بیشترین مقدار مجموع اسیدهای چرب غیراشباع بایک پیوند دوگانه در روغن کلزا مشاهده شد که در این بین اسید اولئیک بیشترین مقدار را داشت. بیشترین مقدار مجموع اسیدهای چرب غیراشباع باچندپیونددوگانه در روغن سویا مشاهده شد که عمدتاً مربوط به اسید لینولئیک بود(جدول ۲).

جایگزینی روغن ماهی با روغن سویا و کلزا در جیره غذایی به تنهایی تأثیری بر افزایش وزن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و رشد ویژه ماهی‌ها نداشت اما افزودن مکمل ال کارنیتین به جیره غذایی سبب بهبود معنی‌دار ($P<0/05$) افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک ماهی‌ها شد (جدول۳) افزودن مکمل ال کارنیتین به جیره‌های دارای روغن سویا و ماهی سبب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک ماهی‌ها شد (جدول۳). نوع روغن جیره غذایی بر وزن بدن، لاشه، کبد، وزن نسبی آن‌ها و شاخص فربهی ماهی‌ها تأثیری نداشت و مکمل ال کارنیتین سبب افزایش شاخص فربهی ماهی‌ها شد. بیشترین راندمان لاشه ماهی‌ها با تغذیه جیره دارای روغن ماهی مشاهده شد ($P<0/05$) و افزودن ال کارنیتین به جیره دارای روغن سویا سبب بهبود معنی‌دار ($P<0/05$) راندمان لاشه ماهی‌ها شد (جدول ۴).

نتایج نشان داد که جایگزینی روغن سویا با روغن ماهی سبب کاهش معنی‌دار پروتئین کل و گلوبولین، و افزایش معنی‌دار کلسترول و تری گلیسرید سرم خون ماهی‌ها شد ($P<0/05$) در حالیکه جایگزینی روغن کلزا با روغن ماهی سبب کاهش گلوبولین و HDL سرم خون ماهی‌ها شد.

جدول ۲. ترکیب اسیدهای چرب روغن‌های کلزا، سویا و ماهی مصرفی در جیره‌های آزمایشی.

اسیدهای چرب (فرمول شیمیایی)	روغن کلزا (درصد)	روغن سویا (درصد)	روغن ماهی (درصد)
اسید میرستیک (C14:0)	۰/۰۸	۰/۳۱	۳/۵۵
اسیدمیرستولئیک (C14:1)	۰/۰۱	-	۰/۵۵
اسیدپنتادکانوئیک (C15:0)	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۶۰
اسیدسیس۱۰پنتادکانوئیک (C15:1)	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۳۳
اسید پالمتیک (C16:0)	۴/۵۹	۱۴/۵۱	۱۸/۲۲
اسید پالمیتولئیک (C16:1)	۰/۲۶	۰/۱۷	۷/۲۱
اسید مارگاریک (C17:0)	۰/۱۲	۰/۱۱	۱/۱۴
اسیدسیس۱۰ هپتادکتوئیک (C17:1)	۰/۰۹	۰/۰۷	۲/۱۶
اسید استئاریک (C18:0)	۲/۱۷	۴/۳۶	۴/۲۰
اسیدالائیدیک (C18:1t)	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۳۷
اسیداولئیک (C18:1c)	۶۱/۳۵	۲۵/۰۹	۳۱/۹۲
اسیدلینولایدیک (C18:2t)	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۲۶
اسیدلینولئیک (ω۶) C18:2c))	۱۹/۷۲	۴۷/۹۵	۲/۴۸
اسیدگامالینولنیک (ω۶ C18:3) gamma))	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۳
اسید آراشیک (C20:0)	۰/۵۳	۰/۳۲	۰/۴۲
اسیدلینولنیک (ω۳ C18:3) alpha))	۱۰/۳۷	۶/۴	۳/۶۲
اسید سیس۱۱ایکوزنوئیک (C20:1)	-	-	۲/۰۸
سیس۱۱و۱۴اسید ایکوزادینوئیک (ω۶) C20:2))	-	-	۰/۲۴
اسیدبهینیک (C22:0)	۰/۲۷	۰/۳۵	۰/۷۳
اسید ایکوزاپنتانوئیک (ω۳) C20:5))	-	-	۵/۱۰
اسید لیگنوسریک (C24:0)	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۱۹
اسیدنرونیک (C24:1)	۰/۱۴	-	۰/۵۲
سیس۱۹،۱۶،۱۳،۱۰،۷ اسیددکوزاپنتانوئیک (ω۳) C22:5))	-	-	۰/۶۰
سیس۱۹،۱۶،۱۳،۱۰،۷،۴ اسید دکوزاهگزانوئیک (ω۳) C22:6))	-	-	۱۳/۳۸
مجموع امگا۳	۱۰/۳۷	۶/۴	۲۲/۷
مجموع امگا۶	۱۹/۷۷	۴۸	۴/۹۳
مجموع غیر اشباع با چند پیوند دوگانه	۳۰/۱۷	۵۴/۵۱	۲۷/۸۹
مجموع غیر اشباع با یک پیوند دوگانه	۶۱/۹۶	۲۵/۴۷	۴۳/۰۶
مجموع اشباع	۷/۸۷	۲۰/۰۲	۲۹/۰۵
نسبت امگا ۳ به امگا ۶	۰/۵۲۴۵	۰/۱۳۳۳	۴/۶۰

مکمل ال کارنیتین سبب افزایش معنی‌دار پروتئین کل و کلسترول سرم خون ماهی‌ها شد (جدول۵). افزودن ال کارنیتین به جیره دارای روغن سویا سبب افزایش پروتئین کل و کاهش معنی‌دار ($P<0/05$) کلسترول سرم خون شد. افزودن ال کارنیتین به جیره دارای روغن ماهی سطح HDL سرم خون را کاهش داد اما بر سایر فراسنجه‌های خونی تأثیر معنی‌دار نداشت (جدول ۵).

بحث

نتایج نشان داد که می‌توان روغن‌های گیاهی سویا و کلزا را به جای روغن ماهی به طور کامل در جیره ماهی قزل آلا جایگزین کرد. در توافق با این نتایج، سایر مطالعات نیز نشان دادند امکان استفاده مطلوب از منابع روغن گیاهی نظیر سویا و کلزا در تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان وجود دارد (۱۵). نتایج آزمایش Guler در سال ۲۰۱۱، برای جایگزینی جزئی تا کامل منبع روغن گیاهی پنبه دانه با روغن ماهی نشان داد بهترین رشد و کمترین ضریب تبدیل خوراک در جیره حاوی روغن ماهی و پنبه دانه به نسبت ۵۰:۵۰ مشاهده شد (۷). مکمل کردن جیره ماهی قزل آلا با ۱ g/kg ال-کارنیتین سبب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک ماهی‌ها شد. در این مطالعه نرخ رشد ویژه به لحاظ عددی در جیره‌های دارای کلزا و بعد از آن با روغن ماهی بیشتر بود و در مجموع ماهی‌های تغذیه شده با جیره دارای ال کارنیتین نسبت به شاهد نرخ رشد ویژه بیشتری داشتند گرچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش در رشد ماهیان قزل آلای تغذیه شده با مکمل ال کارنیتین درتحقیق دیگر با وزن

جدول ۳. اثر نوع روغن و مکمل ال کارنیتین بر عملکرد رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان. [abc] ستون‌ها با حروف مشابه یا فاقد آن نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) می‌باشد.

اثرات اصلی		افزایش وزن g. (fish.day)$^{-1}$	مصرف خوراک g. (fish.day)$^{-1}$	ضریب تبدیل خوراک	رشد ویژه (درصد)
	ماهی	۰/۵۳۸	۰/۵۲۸	۰/۹۸۱	۱/۲۵۶
نوع روغن	سویا	۰/۵۳۹	۰/۵۲۸	۰/۹۷۹	۱/۳۴۳
	کلزا	۰/۵۲۹	۰/۵۳۳	۱/۰۰۷	۱/۲۸۳
سطح ال کارنیتین	صفر	۰/۵۱۶ [b]	۰/۵۲۷	۱/۰۳۹ [a]	۱/۲۶۱
(g.kg^{-1})	یک	۰/۵۵۶ [a]	۰/۵۳۳	۰/۹۶۶ [b]	۱/۳۲۷
اثرات متقابل					
	روغن ماهی	۰/۵۰۱ [b]	۰/۵۳۴	۱/۰۸۰ [a]	۱/۱۸۵
	روغن سویا	۰/۵۰۷ [b]	۰/۵۱۶	۱/۰۳۷ [a]	۱/۳۱۲
	روغن کلزا	۰/۵۳۹ [ab]	۰/۵۲۸	۱/۰۰۱ [ab]	۱/۲۸۳
	روغن ماهی با ال کارنیتین	۰/۵۷۵ [a]	۰/۵۲۱	۰/۹۰۹ [c]	۱/۳۲۷
	روغن سویا با ال کارنیتین	۰/۵۷۱ [a]	۰/۵۳۹	۰/۹۴۳ [bc]	۱/۳۷۳
	روغن کلزا با ال کارنیتین	۰/۵۲۰ [ab]	۰/۵۳۸	۱/۰۴۴ [a]	۱/۲۸۲
	مجموع خطای معیار میانگین	۰/۰۱۹	۰/۰۱۲	۰/۰۲۷	۰/۰۴
				سطح احتمال	
	روغن	۰/۸۶۹	۰/۸۷۵	۰/۴۷۵۵	۰/۱۲۶۱
	ال کارنیتین	۰/۰۲۶۹	۰/۵۲۴۷	۰/۰۰۶۷	۰/۰۶۳۱
	روغن ×ال کارنیتین	۰/۰۴۹۴	۰/۳۳۷۱	۰/۰۰۷۱	۰/۲۴۰۴

اولیه ۹۰g نیز مشـاهده شده است (۱). همچنین درماهی کپور نیز مصرف جیره‌ای ال کارنیتین بر تحریک رشـد ماهی اثرات مثبت داشته است (۵). گرچه اثر محرک رشد و افزایش وزن با مکمل کردن جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان با ال کارنیتین در پژوهش‌های دیگر مشاهده نشد (۳،۲۰) ولی افزودن ال کارنیتین به جیره دارای روغن ماهی سبب افزایش وزن و کاهش ضریب تبدیل خوراک می‌شود. نقش تحریک رشد به وسیله ال کارنیتین به افزایش استفاده از انرژی نسبت داده می‌شود که در اثر افزایش اکسیداسیون اسـیدهای چرب در میتوکندری اتفاق می‌افتد (۲). چون کارنیتین انتقال و اکسیداسیون اسیدهای چرب بلند زنجیر در میتوکندری را افزایش می‌دهد (۲) بنابراین بخش عمده اثرات مثبت بهبود عملکرد جیره حاوی ال کارنیتین به بهبود بازده استفاده از انرژی ناشی از اکسیداسیون لیپیدها و به خصوص اسیدهای چرب بلند زنجیره غیر اشباع مربوط است (۱۷) که در روغن ماهی به وفور وجود دارد.

جیره دارای روغن ماهی نسبت به جیره دارای روغن‌های گیاهی وزن بدن، وزن لاشه و وزن نسبی لاشه را بهبود داده است (جدول ۴). در پژوهش دیگری که به مقایسـه اثر روغن ماهی و سـویا در جیره قزل آلای رنگین کمان با وزن اولیه ۹۰ g می‌پردازد مشـخص گردید که شاخص‌های لاشه و راندمـان آن تحـت تأثیر قرار نگرفت که دلیل متفـاوت بودن نتایج این پژوهش با پژوهش اخیر ممکن اسـت مربوط به تفاوت وزن ماهی (ماهی پرورای و انگشت قد) در شروع آزمایش باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هر چند روغن ماهی در مقایسه با روغن‌های گیاهی کلزا و سویا راندمان و بازده لاشـه ماهی انگشـت قد را بهبود می‌دهد اما بر ماهی پرواری تأثیر ندارد (۱). در تحقیقی عملکرد مکمل ال کارنتین را بر پارامترهای رشد قزل آلای رنگین کمان مورد ارزیابی قرار گرفت و نشان داده شد که تغذیه کوتاه مدت (۴۸ روز) این مکمل نمی‌تواند باعث تغییرات مهمی در رشد ماهی شود (۱۸). در این مطالعه نیز با وجود بهبود عددی وزن۷۵/۶ در مقابل ۷۲/۲، و نیز بهبود نرخ ویژه رشد (۱/۳۲۹ در مقابل ۱/۲۹۴) با تغذیه ۷۰ روزه ال کارنیتین تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد. در مقابل در مطالعه دیگری گزارش شد که مکمل کردن سـطوح ۱g/kg ال کارنیتین در جیره غذایـی (دارای روغن ماهی) ماهی قزل آلای رنگین کمان با وزن اولیه ۹۰ g در مقایسه با تیمار شـاهد به مدت ۸ هفته سبب افزایش وزن، بهبود رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین شد و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت (۱). به نظر می‌رسد پاسخ ماهی به استفاده از ال کارنیتین تحت تأثیر ترکیب جیره غذایی و بخصوص نوع روغن جیره است به طوریکه افزودن ۱ g/kg ال کارنیتین به جیره غذایی دارای مخلوطی مساوی از روغن ماهی و سویا در جیـره (۱۱) و نیـز روغن ماهی به تنهایی، سـبب بهبود بازده و عملکرد ماهی قزل آلا شـده اسـت (۱) در این پژوهش نیز افزودن ال کارنیتین به جیره دارای روغن ماهی و روغن سـویا سبب بهبود افزایش وزن ماهی شد و راندمان لاشه نیز با افزودن ال کارنیتین به جیره دارای روغن سویا بهبود یافت که به نظر می‌رسـد ترکیب اسـید چرب جیره پایه و روغن عامل آن باشد.

جایگزینی منبع روغن گیاهی سـویا و کلزا بجای روغن ماهی سـبب

جدول ۴. اثر نوع روغن و مکمل ال کارنیتین بر وزن بدن، لاشــه، کبد و وزن نســبی آن‌ها به وزن بدن و شــاخص فربهی ماهی قزل آلای رنگین کمان. [abc] ســتون‌ها با حروف مشــابه یا فاقد آن نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) می‌باشد.

اثرات اصلی		بدن	لاشه	کبد	راندمان لاشه	راندمان کبد	شاخص فربهی
		g	g	g	درصد	درصد	
	ماهی	۷۷/۹۲۵	۶۷/۶۲۵	۰/۷۱۷	۸۶/۷۰۱	۰/۹۱۸	۱/۰۹۴
نوع روغن	سویا	۷۱/۶۲۵	۶۱/۹۰۸	۰/۶۵۸	۸۶/۳۹۸	۰/۹۲۲	۱/۰۱۱
	کلزا	۷۵/۳۰۰	۶۴/۸۲۵	۰/۶۹۲	۸۶/۰۵۸	۰/۹۱۹	۱/۱۱۸
سطح ال کارنیتین	صفر	۷۴/۷۵۶	۶۴/۷۲۸	۰/۶۹۴	۸۶/۵۱۱	۰/۹۲۹	۱/۰۱۴ [b]
(g.kg $^{-1}$)	یک	۷۵/۱۴۴	۶۴/۸۴۴	۰/۶۸۳	۸۶/۲۶۱	۰/۹۰۹	۱/۱۳۵ [a]
اثرات متقابل							
	روغن ماهی	۷۸/۱۶۷	۶۸/۹۱۷	۰/۷۰۰	۸۸/۱۲۳ [a]	۰/۸۹۷	۱/۰۳۸
	روغن سویا	۷۰/۲۵۰	۶۰/۱۰۰	۰/۶۳۳	۸۵/۵۵۳ [b]	۰/۸۹۹	۰/۹۴۳
	روغن کلزا	۷۵/۸۵۰	۶۵/۱۶۷	۰/۷۵۰	۸۵/۸۵۸ [ab]	۰/۹۹۲	۱/۰۵۹
	روغن ماهی با ال کارنیتین	۷۷/۶۸۳	۶۶/۳۳۳	۰/۷۳۳	۸۵/۲۷۹ [b]	۰/۹۳۴	۱/۱۵۰
	روغن سویا با ال کارنیتین	۷۳/۰۰۰	۶۳/۷۱۷	۰/۶۸۳	۸۷/۲۴۴ [a]	۰/۹۴۳	۱/۰۷۸
	روغن کلزا با ال کارنیتین	۷۴/۷۵۰	۶۴/۴۸۳	۰/۶۳۳	۸۶/۲۳۰ [ab]	۰/۸۴۴	۱/۱۷۶
	مجموع خطای معیار میانگین	۲/۸۳۴	۲/۹۱۹	۰/۰۶۱	۰/۸۱۷	۰/۰۸۲	۰/۰۵۹
				سطح احتمال			
	روغن	۰/۱۲۴۴	۰/۱۸۹۳	۰/۶۴۷۲	۰/۷۴۰۰	۰/۹۹۸۶	۰/۲۱۰۹
	ال کارنیتین	۰/۸۶۹۴	۰/۹۶۱۸	۰/۸۲۸۹	۰/۷۱۴۲	۰/۷۴۳۷	۰/۰۲۸۲
	روغن ×ال کارنیتین	۰/۷۷۰۸	۰/۵۶۸۶	۰/۳۶۱۲	۰/۰۴۴۲	۰/۳۹۵۸	۰/۹۷۸۶

جدول ۵. اثر نوع روغن و مکمل ال کارنیتین بر فراسنجه‌های سرم خون ماهی قزل آلای رنگین کمان. [abc] حروف متفاوت روی اعداد هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) می‌باشد. HDL: لیپوپروتئین با چگالی بالا.

اثرات اصلی		آلبومین	پروتئین‌کل	گلوبولین	کلسترول	تری‌گلیسرید	HDL
		g.dl $^{-1}$	g.dl $^{-1}$	g.dl $^{-1}$	mg.dl $^{-1}$	mg.dl $^{-1}$	mg.dl $^{-1}$
	ماهی	۲/۸۷۷	۶/۶۶۱ [a]	۳/۷۸۴ [a]	۲۷۰/۷۹ [b]	۲۵۸/۰۶ [b]	۸۵/۱۷۴ [a]
نوع روغن	سویا	۳/۰۲۲	۵/۹۵۴ [b]	۲/۹۳۲ [c]	۳۲۷/۷۹ [a]	۳۱۰/۷۶ [a]	۸۷/۱۶۴ [a]
	کلزا	۲/۸۹۲	۶/۳۰۶ [ab]	۳/۴۱۴ [b]	۲۴۷/۳۱ [b]	۲۷۱/۵۸ [b]	۷۴/۹۲۵ [b]
سطح ال کارنیتین	صفر	۲/۸۶۱	۶/۱۲۲ [b]	۳/۲۶۱	۲۶۶/۱۷ [b]	۲۷۹/۳۸	۸۴/۶۱
(g.kg $^{-1}$)	یک	۳/۰۰	۶/۴۹۳ [a]	۳/۴۹۳	۲۹۷/۷۶ [a]	۲۸۰/۸۹	۸۰/۲۳
اثرات متقابل							
	روغن ماهی	۲/۸۸۶	۶/۷۱۰ [a]	۰/۷۰۰	۲۶۹/۶۳ [b]	۲۳۲/۱۸ [c]	۹۵/۰۲۵ [a]
	روغن سویا	۲/۹۹۹	۵/۱۶۱ [c]	۰/۶۳۳	۳۸۹/۵۰ [a]	۳۲۳/۰۹ [a]	۹۲/۴۳۸ [ab]
	روغن کلزا	۲/۶۹۸	۶/۴۹۵ [ab]	۰/۷۵۰	۱۳۹/۳۶ [c]	۲۸۲/۸۶ [ab]	۶۶/۳۶۸ [d]
	روغن ماهی با ال کارنیتین	۲/۸۶۸	۶/۶۱۲ [ab]	۰/۷۳۳	۲۷۱/۹۵ [b]	۲۸۳/۹۴ [ab]	۷۵/۳۲۳ [cd]
	روغن سویا با ال کارنیتین	۳/۰۴۵	۶/۷۴۷ [a]	۰/۶۸۳	۲۶۶/۰۹ [b]	۲۹۸/۴۳ [ab]	۸۷/۸۹۱ [bc]
	روغن کلزا با ال کارنیتین	۳/۰۸۶	۶/۱۱۸ [b]	۰/۶۳۳	۳۵۵/۲۶ [a]	۲۶۰/۲۹ [bc]	۸۳/۴۸۳ [bc]
	مجموع خطای معیار میانگین	۰/۱۷۲	۰/۱۹۶	۰/۱۶۸	۱۵/۷۲۷	۱۲/۸۰۱	۳/۱۳۲
				سطح احتمال			
	روغن	۰/۶۶۰۷	۰/۰۱۲۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۴۵
	ال کارنیتین	۰/۳۴۳۹	۰/۰۳۹۳	۰/۱۱۶۶	۰/۰۳۰۰	۰/۸۸۷۷	۰/۱۱۲۶
	روغن ×ال کارنیتین	۰/۴۷۰۲	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۷۴	۰/۰۰۰۲

تغییر اغلب فراسنجه‌های خونی مانند پروتئین کل، گلوبولین، کلسترول، تری گلیسیرید و HDL سرم خون شد (جدول ۴) به طوریکه روغن ماهی پروتئین کل و گلوبولین را افزایش داد این اثر ممکن است ناشی از اثر صرفه جویی مصرف پروتئین توسط ماهی برای تولید انرژی (۱۱) و نیز بهبود ساخت پروتئین‌های درگیر در ایمنی (۱۰) ماهی در اثر تغذیه روغن ماهی، که منشا اسیدهای چرب بلند زنجیره غنی از امگا ۳ است (جدول ۲)، باشد. از سوی دیگر با تغذیه روغن سویا به عنوان منبع انرژی، سطح کلسترول تام، HDL و تری گلیسرید نسبت به سایر منابع روغن گیاهی و روغن ماهی افزایش داشت. چون روغن سویا فاقد کلسترول است بنابراین افزایش آن به همراه تری گلیسرید ممکن است مربوط به افزایش ساخت آن‌ها (۱۰) در بدن ماهی باشد. همچنین نتایج نشان داد استفاده از ال کارنیتین صرف نظر از منبع روغن جیره، پروتئین کل و کلسترول سرم خون ماهی را افزایش داد. پیش از این نیز نتایج مشابهی در مطالعه Jalali Haji-Abadi و همکاران در سال ۲۰۰۹ مشاهده شده بود به طوریکه استفاده از مکمل ال کارنیتین در سطوح ۱ g/kg و ۲ سبب افزایش خطی سطح پروتئین تام سرم خون قزل آلای رنگین کمان نسبت به جیره فاقد مکمل ال-کارنیتین شده بود (۱۲). این اثر ممکن است مربوط به نقش صرفه جویی مصرف پروتئین و اسیدهای آمینه لیزین و متیونین به عنوان پیش سازهای آن باشد (۱۰). افزایش کلسترول سرم خون ماهی‌هایی که ال کارنیتین دریافت کرده‌اند ممکن است در پاسخ به افزایش بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب در اثر مصرف ال کارنیتین باشد که سبب تولید بیشتر استیل کوآنزیم A، که پیش ساز کلسترول است، گردد (۱۰،۱۱).

اثر مکمل کردن ۱ g/kg ال کارنیتین در جیره‌های حاوی روغن ماهی و منابع روغن گیاهی (کلزا و سویا) نشان داد مکمل سازی روغن سویا با ال کارنیتین کل پروتئین سرم و گلوبولین را درمقایسه با روغن سویا به تنهایی افزایش می‌دهد. روغن‌های گیاهی فاقد اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره، اسیدایکوزاپنتانوئیک، دکوزا پنتانوئیک و دکوزا هگزانوئیک (جدول ۲) که به مقدار زیاد در روغن ماهی وجود دارد، هستند (۱۹). عدم تغییر معنی‌دار پروتئین سرم، کلسترول و تری گلیسرید و گلوکز در سرم خون ماهیان قزل آلای تغذیه شده با روغن ماهی و ۵۰۰ mg/kg ال کارنیتین توسط مطالعه Selcuk و همکاران در سال ۲۰۱۰ نیز گزارش کردند گرچه در مطالعه حاضر سطح تری گلیسرید خون بعد از مکمل سازی ال-کارنیتین افزایش داشت (۲۰). جایگزینی روغن ماهی با روغن کلزا سبب کاهش HDL سرم خون در ماهی‌های قزل آلای رنگی کمان می‌شود. همچنین نتایج نشان داد تغذیه ماهی‌ها با جیره دارای روغن سویا در مقایسه با جیره‌های دارای روغن ماهی و کلزا سبب افزایش کلسترول، تری گلیسرید و HDL سرم خون شدکه بخش از این تنوع فراسنجه‌های خونی به دلیل تنوع در پروفیل اسیدهای چرب منابع روغن موجود در جیره ماهی قزل آلا است. روغن سویا منبع غنی از اسیدهای چرب امگا-۶ است و از نظر اسیدهای چرب امگا-۳ در مقایسه با روغن کلزا، و اسیدهای ایکوزاپنتانوئیک و دکوزاهگزانوئیک در مقایسه با روغن ماهی کمبود دارد (۱۰). تحقیقات روی اثر روغن ماهی یا روغن گیاهی در جیره‌ی غذایی آبزیان نشان داد این دو منبع روغن تأثیرات متفاوتی بر رشد و ترکیبات سرم خون و لاشه ماهیان دارند. به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که پاسخ‌های عملکرد رشد و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون ماهی قزل آلای رنگین کمان به مکمل ال کارنیتین، بستگی به نوع منبع روغن جیره غذایی دارد.

تشکر و قدردانی

از آقای ساسان کیانی به دلیل در اختیار قرار دادن تاسیسات پرورشی مورد نیاز، و نیز شرکت فرادانه با تأمین خوراک مورد استفاده در این پژوهش تشکر کرده و از تلاش و زحمات آقایان مهندس احمدیان و مهندس نظری تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض در منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارض در منافع گزارش نشده است.

References

1. Ahmadian, A., Jalali, S.M.A., Pourreza, J. (2015). Effect of oil source and dietary supplements of L-carnitine and ractopamine on growth performance and some blood biochemical parameters of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Iran Sci Fish J, 24,109-121.
2. Bilinski, E., Jonas, R.E.E. (1970). Effects of coenzyme A and carnitine on fatty acids oxidation in rainbow trout mitochondria. J Fish Res Board Can, 27, 857-864. https://doi.org/10.1139/f70-093
3. Chatzifotis, S., Takeuchi, M. (1997). The effect of dietary carnitine supplementation on grow of rainbow trout fingerlings fish. Fish Sci, 63, 321-322. https://doi.org/10.2331/fishsci.63.321
4. Dias, J., Arzel, J., Corraze, G., Kaushik, S.J. (2001). Effect of dietary l-carnitine supplementation on growth and lipid metabolism in European seabass (*Dicentrachus labrax*). Aquac Res, 32, 206-215.
5. Focken, U., Becker, K., Lawrence, P. (1997). A note on the effect of L-carnitine on the energy metabolism of individually reared carp, *Cypri-*

nus carpio L. Aquac Nutr, 3, 261-264. https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1997.00044.x

6. Greone, D.H.S., Selivonchik, D.P. (1990). Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 89, 165–182. https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90308-A
7. Guler, MY. (2011). Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turk J Vet Anim Sci, 35, 157-167. https://doi.org/10.3906/vet-1002-252
8. Harpaz, S. (2005). L-carnitine and it's attributed functions in fish culture and nutrition, a review. Aquaculture, 249, 3-21. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.04.007
9. Henderson, R.J., Sargent, J.R. (1985). Chain length specificities mitochondrial and peroxisomal betaoxidation of fatty-acids in livers of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol, 82, 79-85. https://doi.org/10.1016/0305-0491(85)90131-2 PMID: 4053576
10. Jalali, S.M.A., Rabiei, R., Kheiri, F. (2015). Effects of dietary soybean and sunflower oils with and without L-carnitine supplementation on growth performance and blood biochemical parameters of broiler chicks. Arch Anim Breed, 58, 387–394. https://doi.org/10.5194/aab-58-387-2015
11. Jalali Haji-Abadi, S.M.A., Mahboobi Soofiani, N., Sadegi, A.A., Chamani, M., Riazi, G.H. (2010). Effects of supplemental dietary L-carnitine and ractopamin on the performance of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquac Res, 103, 1582-1591. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02462.x
12. Jalali-Haji-Abadi, S.M.A, Sadeghi, A., Mahboobi Soofiani, N., Chamani, M., Riazi, G. (2009). Effects of supplemental dietary L-carnitine on blood biochemical parameters and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J Sci Technol Agric Natur Resour, 13, 105-116.
13. Jensen, C., Birk, E., Jokumsen, A., Skibsted, L.H., Bertelsen, G. (1998). Effect of dietary levels of fat, alpha-tocopherol and astaxanthin on colour and lipid oxidation during storage of frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and during chill storage of smoked trout. Eur Food Res Technol, 207, 189-196.
14. Ji, H., Bradley, T.M., Tremblay G.C. (1996). Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed L-carnitine exhibit altered intermediary metabolism and reduced tissue lipid, but no change in growth rate. J Nutr, 126, 1937-1950. PMID: 8759366
15. Masiha, A., Ebrahimi, E., Mahboobi Soofiani, N., Kadivar, M. (2013). Effect of dietary vegetable oils on the growth performance and fatty acid composition of fingerlings of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Food Sci Technol, 1, 21-29. https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-1
16. NRC. (2011). Nutrient Requirement of Fish and Shrimp. Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council, National Academy press, Washington, D.C., USA. p. 327-328. https://doi.org/10.17226/13039
17. Ozorio, R.O.A.,Van Ginneken,V.,Van den Thillart, G., Verstegen, M., Verreth, J. (2005). Dietary carnitine maintains energy reserves and delays fatigue of exercised African catfish (*Clarias gariepinus*) fed high fat diets. Sci Agric, 62, 208-213. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000300002
18. Rodehutscord, M. (1995). Effects of supplemental dietary L-carnitine on growth and body composition of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, fed high fat diets. J Anim Physiol Anim Nutr, 73, 276-279. https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1995.tb00428.x
19. Sargent, J.R., Henderson, R.J., Tocher, D.R. (2002). The lipids. In: Fish Nutrition. Halver, J.E., Hardy, R.W. (eds.). (3rd ed.) Academic Press. San Diego, USA. p. 181–257. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-319652-1.X5000-9
20. Selcuk, Z., UstaogluTiril, S., Alagil, F., Belen, V., Salman, M., Cenesiz, S., Muglali, O.H., Yagci, F.B. (2010). Effects of dietary L-carnitine and

chromium picolinate supplementation performance some serum parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Int J Fish Aquac. 18, 213-221. https://doi.org/10.1007/s10499-008-9237-z

The Effect of Replacement of Fish Oil by Soybean or Canola Oils With L-Carnitine Supplement on Growth Performance of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*

Sayed Mohammad Ali Jalali[1], Mossayeb Kiani[1], Seyed Amir Hossein Jalali[2,3], Javad Pourreza[1]

[1]*Department of Animal Sciences, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran*
[2]*Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran*
[3]*Research Institute for Biotechnology and Bioengineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran*

(Received 29 May 2018, Accepted 11 September 2018)

Abstract:

BACKGROUND: The sources of fish oil for use in aquaculture is limited and different oil sources vary in fatty acid composition.

OBJECTIVES: The main objective of this experiment was to determine the effects of plant oil sources such as soybean and canola oils with or without L-carnitine supplement on some blood biochemical parameters and growth performance of fingerlings rainbow trout.

METHODS: In 3×2 factorial experimental design, 180 rainbow trout with 28±2 g initial body weight were randomly divided into six groups with three replicates and fed two times a day at ad libitum by dietary treatments during 10 weeks. The experimental diets contained three dietary oil sources such as fish, soybean and canola oil; and two supplemental dietaries L- carnitine levels (0 and 1 $g.kg^{-1}$). Feed conversion ratio, specific growth rate, feed intake, body weight gain and blood biochemical parameters of fish such as albumin, total protein, triglyceride, cholesterol and high-density lipoprotein (HDL) were measured at the end of the experiment.

RESULTS: Replacement of fish oil by soybean and canola oil had no significant effect on growth performance such as body weight gain, feed intake, feed conversion ratio, specific growth rate, hepatosomatic index, carcass weight and condition factor of fish. L-carnitine supplement significantly improved weight gain and feed conversion ratio and increased condition factor of fish ($P<0.05$). Soybean oil significantly increased cholesterol and triglyceride level, and canola oil decreased HDL and globulin level in blood serum of fish ($P<0.05$).

CONCLUSIONS: Results of this study showed that fish oil could be wholly replaced by soybean or canola oil in the diet of rainbow trout and also physiological responses and growth performance of fish to carnitine supplement were affected by dietary oil sources.

Keywords:

Plant oil, Fish oil, L-carnitine, Blood biochemical, Rainbow trout

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Experimental diets with different oil source and L-carnitine supplement. 1. As extruded fingerling feed trout (FFT2) diets of Faradaneh Company, content: fish meal, soybean meal, wheat flour, choline chloride, DL methionine, lysine HCL, Vitamin C, Vitamin B complex, Vitamin E supplement, salt and mineral supplement. 2. Content: 60% L-carnitine L-tartrate (40% pure L-carnitine). 3. Content: lactose, starch and cellulose microcrystal. 4, 5, 6: As dry matter (DM) basis.

Table 2. Fatty acids composition of fish, soybean and canola oils used in experimental diet.

Table 3. Effects of oil type and L-carnitine supplement on growth performance of rainbow trout. abc: Column values with the same superscript or no superscript are not significantly different ($P> 0.05$).

Table 4. Effects of oil type and L-carnitine supplement on weight of body, carcass, liver and its ratio to body weight and condition factor of rainbow trout. abc: Column values with the same superscript or no superscript are not significantly different ($P> 0.05$).

Table 5. Effects of oil type and L-carnitine supplement on parameters of blood serum of rainbow trout. abc: Column values with the same superscript or no superscript are not significantly different ($P> 0.05$).

***Corresponding author's email: fish.nutritionist@gmail.com, Tel: 038-33361048, Fax: 038-33361031**