مقاله تحقیقی
مجله تحقیقات دامپزشکی، ۱۳۹۲، دوره ۶۸، شماره ۴، ۴۱۴-۴۰۵
Original Article
Journal of Veterinary Research. 68,4:405-414, 2013

اثر روغن ماهی کیلکای دریای خزر بر لیپوپروتئین‌های سرمی، عملکرد تولید و غنی شدن گوشت با اسیدهای چرب اُمگا-۳ در جوجه‌های گوشتی

بهمن نویدشاد
گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل-ایران

(دریافت مقاله: ۴ خرداد ماه ۱۳۹۲ ، پذیرش نهایی: ۱۵ مهر ماه ۱۳۹۲)

چکیده

زمینه مطالعه: استفاده از منابع غذایی غنی از اسیدهای چرب اُمگا-۳ در غنی‌سازی گوشت طیور همواره مدنظر پژوهشگران بوده است. **هدف:** این مطالعه به منظور بررسی اثر روغن ماهی کیلکای دریای خزر (*Clupeonella cultiventris*) و ترکیب آن با روغن سویا بر غنی‌سازی گوشت جوجه‌های گوشتی با اسیدهای چرب نوع اُمگا-۳ طراحی شد. **روش کار:** دویست و چهل قطعه جوجه یکروزه مخلوط هر دو جنس از سویه تجاری راس ۳۰۸ طی ۱۱ تا ۴۲ روزگی با جیره‌های آزمایشی: ۱) جیره حاوی ۷٪ روغن سویا، ۲) جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی و ۳) جیره حاوی ۳/۵٪ روغن ماهی + ۳/۵٪ روغن سویا تغذیه شدند. **نتایج:** مصرف جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی علاوه بر تأثیر نامطلوب بر میانگین افزایش وزن روزانه (۳۴/۵g) و ضریب تبدیل غذایی (۱/۸۵)، کاهش نامطلوبی نیز در درصد لاشه (۵۴/۵) و درصد سینه پرندگان (۱۸/۱) ایجاد نمود. جیره‌های حاوی روغن ماهی باعث افزایش مجموع میزان EPA و DHA (میلی گرم در هر ۱۰۰g) در بافت سینه (۲۳۰ تا ۲۵۴) و ران (۲۶۶ تا ۳۶۱) شدند. جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی باعث کاهش سطح تری گلیسرید سرم شد (۳۷/۰±۳/۵mg/dL) و جیره حاوی مخلوط روغن ماهی و روغن سویا اثر سودمندی به دلیل افزایش غلظت HDL-سرم ایجاد نمود (۶۵/۰±۴/۸mg/dL). **نتیجه‌گیری نهایی:** در مطالعه حاضر، بافت ران تمام جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن ماهی حاوی بیش از ۳۰۰mg اسیدهای چرب اُمگا-۳ در هر ۱۰۰g گوشت بودند که بر اساس معیارهای بین المللی به عنوان فرآورده ای غنی سازی شده قابل طبقه بندی بود. از طرف دیگر ذخیره‌سازی بیشتر اسیدهای چرب اُمگا-۳ در بافت گوشت پرنده‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی در مقایسه با پرنده‌های تغذیه شده با جیره حاوی مخلوط ۳/۵٪ روغن ماهی و ۳/۵٪ روغن سویا مبین آن است که سطح چربی گوشت عاملی تعیین کننده در تفسیر نتیجه غنی سازی گوشت است.

واژه‌های کلیدی: جوجه‌های گوشتی، روغن ماهی، غنی‌سازی گوشت، لیپوپروتئین‌های سرم، روغن سویا

مقدمه

در سیر تحول صنعت طیور علاوه بر توجه به راندمان تولید و بازده اقتصادی، امروزه بیشتر تأکید بر کیفیت محصول تولیدی بوده و حتی در قدمی فراتر از آن، تلاش می‌شود. برخی ترکیبات با ارزش برای سلامتی انسان که اجزایی طبیعی از گوشت طیور محسوب نمی شوند نیز از طریق گوشت طیور تامین شوند.

از راهکارهای تغذیه‌ای مختلفی برای غنی‌سازی گوشت مرغ با اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه (PUFA) استفاده شده است. این نوع فرآورده‌های طیور دارای اثرات سودمندی بر سلامتی انسان هستند که مستقل از خواص تغذیه‌ای آنها می‌باشد. تحقیقات پیشین حاکی از امکان پذیر بودن غنی سازی گوشت طیور با اسیدهای چرب خاص از راه وارد نمودن ترکیبات مزبور در جیره غذایی طیور بوده‌اند (۷،۱۰،۱۴). اسید ایکوزاپنتانوئیک (ω-3 EPA; 20:5) و اسید دوکوزاهگزانوئیک (ω-3 DHA; 22:6)، مهمترین اسیدهای چرب بلند زنجیر خانواده ω-۳ هستند که نقشی شناخته شده در بهبود بیماری کرونری قلب، کاهش عوارض پیری و پیشگیری از بروز سرطان دارند (۱۸). انجمن بین المللی مطالعه اسیدهای چرب و لیپیدها، مصرف روزانه ۲۲۰mg، EPA + DHA را پیشنهاد می نماید (۱۷).

روغن ماهی رایج ترین منبع در دسترس از اسیدهای چرب بلند زنجیر خانواده اُمگا-۳ است که به دلیل موقعیت جغرافیایی ایران و دسترسی به دریای خزر در شمال و خلیج فارس و دریای عمان در جنوب، بطور معمول به عنوان فراورده فرعی کارخانجات تولید پودر ماهی تولید می‌شود. ماهی کیلکا منبع اصلی تهیه پودر و روغن ماهی در شمال کشور محسوب می‌شود.

از طرف دیگر، جوجه‌های گوشتی به دلیل خصوصیات ژنتیکی خود همواره مستعد ذخیره‌سازی مقادیر زیادی چربی در بدن هستند. در جوجه‌های گوشتی کبد مقادیر زیادی از تری گلیسریدها و لیپوپروتئین‌ها را تولید نموده و وارد خون می‌نماید (۸). در سلول‌های کبدی، اسیدهای چرب ممکن است تغییر یافته و در ادامه در قالب تری‌گلیسریدها وارد لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار پایین (VLDL) شوند و از طریق جریان خون با سایر بافت‌ها انتقال یابند (۱۹). در بافت چربی و بافت عضلانی، تری گلیسریدهای موجود در VLDL توسط آنزیم لیپوپروتئین لیپاز هیدرولیز شده و اسیدهای چرب آزاد ایجاد شده با ورود به بافت‌های مزبور در اثر استری شدن مجدداً تری گلیسریدها را تشکیل می دهند (۱۶).

این مطالعه به منظور بررسی اثر روغن ماهی کیلکا و ترکیب آن با روغن

*)نویسنده مسؤول: تلفن: ۰۴۵۱-۵۵۱۹۹۸۴ نمابر: ۰۴۵۱-۵۵۱۰۸۰۵ Email: bnavidshad@uma.ac.ir

سویا بر ترکیب لیپوپروتئین‌های سرم و غنی سازی گوشت جوجه‌های گوشتی با اسیدهای چرب نوع اُمگا-۳ طراحی شد.

مواد و روش کار

روغن ماهی مورد استفاده در این مطالعه مربوط به ماهی کیلکا دریای خزر (*Clupeonella cultiventris caspia*) بود که بصورت نیمه تصفیه شده و به منظور استفاده در تغذیه دام عرضه می‌شد. روغن سویای مورد استفاده در این آزمایش نیز از انواع تجاری مورد استفاده در مصارف انسانی بود. ترکیب اسیدهای چرب روغن‌های مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

دویست و چهل قطعه جوجه یک روزه مخلوط هر دو جنس از سویه تجاری راس ۳۰۸ طی ۱ تا ۱۰ روزگی با یک جیره آغازین معمولی بر پایه ذرت و کنجاله سویا تغذیه شدند. در سن ۱۱ روزگی، جوجه‌های گوشتی در ۱۲ قفس بطور تصادفی توزیع شدند و به پرنده‌های هر قفس یکی از سه نوع جیره آزمایشی تخصیص یافت. از آنجایکه بررسی منابع انجام گرفته نشان داد که اغلب تحقیقات پیشین در این زمینه با سطوح روغن کمتر از ۵٪ انجام گرفته‌اند، جیره‌های آزمایشی تحقیق حاضر به گونه‌ای تنظیم شدند که حاوی سطح روغن بالاتری (۷٪) باشند که این امر منجر به تغلیظ اسیدهای چرب اُمگا-۶ و اُمگا-۳ در جیره‌های آزمایشی شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱) جیره حاوی ۷٪ روغن سویا، ۲) جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی و ۳) جیره حاوی ۳/۵٪ روغن ماهی + ۳/۵٪ روغن سویا. جیره‌های آزمایشی مربوط به دوره رشد (۱۱ تا ۲۸ روزگی) و پایانی (۲۹ تا ۴۲ روزگی) بر اساس احتیاجات غذایی توصیه شده در راهنمای سویه تجاری رأس ۳۰۸ تنظیم شدند. جوجه‌ها دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند. جداول ۲ و ۳ ترکیب شیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی را نشان می‌دهند.

میانگین افزایش وزن روزانه، میانگین مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل غذایی برای جوجه‌های موجود در هر قفس در طی دوره آزمایش تعیین شد. در انتهای دوره آزمایش (سن ۴۲ روزگی) پس از یک شب محرومیت از خوراک، ۲ قطعه جوجه نر از هر قفس بطور تصادفی انتخاب شده و ۵mL خون از سیاهرگ بال چپ آنها گرفته شد. دلیل انتخاب جوجه‌های نر حذف اثر جنسیت در نتایج بود. نمونه‌های خون گرفته شده در ویال‌های ۱۰mL به مدت یک ساعت در دمای اتاق نگهداری شده و سپس با سرعت ۳۰۰۰ rpm سانتریفوژ شدند. نمونه‌های سرم تا زمان تعیین غلظت لیپوپروتئین‌ها در دمای $-20^{\circ}C$ نگهداری شدند.

در انتهای آزمایش دو قطعه جوجه مورد خونگیری قرار گرفته کشتار شدند. اوزان لاشه، گوشت سینه و ران تعیین شده و بر اساس نسبتی از وزن زنده بیان شدند. نمونه‌هایی از گوشت سینه و ران جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب در دمای $-20^{\circ}C$ نگهداری شدند.

تعیین لیپوپروتئین‌های سرم: تجزیه نمونه‌های سرم با استفاده از کیت‌های تجاری (شرکت من، ایران) و یک دستگاه آنالیز خودکار (902 Hitachi، ژاپن) انجام گرفت و غلظت لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL)، لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (LDL)، کلسترول کل و تری گلیسرید تعیین شدند.

تعیین ترکیب اسیدهای چرب: کل لیپیدها از نمونه‌های گوشت بر اساس روش Folch و همکاران در سال ۱۹۵۷ استخراج شد (۴) و تهیه متیل استرها از لیپید استخراجی به منظور انجام گاز کروماتوگرافی بر اساس روش Metcalf و همکاران در سال ۱۹۶۶ انجام شد (۱۳). شرایط گاز کروماتوگرافی بدین شرح بود: دستگاه گاز کروماتوگراف مدل ۶۸۹۰ Asgilent، ستون PBX-70 به طول ۱۲۰m و قطر ۲۵۰μm، ضخامت فیلم ۰/۲μm و گاز حامل ازت با فشار رورودی ۳۳/۳ psi. دمای تزریق ورودی $250^{\circ}C$، دمای دتکتور FID، $280^{\circ}C$، دمای آون $198^{\circ}C$ (ایزوترمال).

داده‌ها بصورت یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۴ تکرار برای صفات تولیدی و ۸ تکرار برای صفات لاشه و ترکیب اسیدهای چرب گوشت، مورد انالیز آماری قرار گرفتند. در واقع مجموع جوجه‌های هر قفس به عنوان واحد آزمایشی برای صفات تولیدی و هر قطعه جوجه کشتار شده به عنوان واحد آزمایشی برای آنالیز صفات لاشه، داده‌های سرم و ترکیب اسیدهای چرب گوشت در نظر گرفته شدند. تفاوت میانگین‌های معنی‌دار توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن تعیین شدند. تمام آزمون‌های آماری در سطح اطمینان ۹۵٪ با استفاده از نرم افزار آماری SAS (SAS, 9.1, 2002) انجام گرفتند.

نتایج

جدول ۴ اثر استفاده از روغن ماهی، روغن سویا و مخلوط دو نوع روغن بر صفات تولیدی و صفات لاشه جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد. مصرف ۷٪ روغن ماهی بطور قابل توجهی مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه را در مقایسه با جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۷٪ روغن سویا و یا مخلوط ۳/۵٪ روغن ماهی به اضافه ۳/۵٪ روغن سویا کاهش داد ($p<0/05$) و دو گروه تغذیه شده با روغن سویا و یا مخلوط روغن ماهی و روغن سویا تفاوتی از نظر افزایش وزن و مصرف خوراک نشان ندادند ($p>0/05$). کمترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به گروه تغذیه شده با مخلوط روغن ماهی و روغن سویا بود و تفاوت مشاهده شده با گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی معنی‌دار بود ($p<0/05$).

مصرف ۷٪ روغن ماهی علاوه بر کاهش فراسنجه‌های تولیدی، کاهش نامطلوبی نیز در درصد لاشه و درصد سینه پرندگان (نسبت به وزن زنده) ایجاد نمود به طوری که تفاوت مشاهده شده نسبت به دو گروه تغذیه شده با روغن سویا و مخلوط روغن سویا و روغن ماهی معنی‌دار بود ($p<0/05$)، و این در حالی بود که درصد ران پرندگان آزمایشی توسط نوع چربی جیره تحت تأثیر قرار نگرفت ($p>0/05$).

اثر تیمارهای آزمایشی بر ترکیب لیپوپروتئین‌های سرم جوجه‌های

جدول ۱. ترکیب اسیدهای چرب روغن سویا و روغن ماهی مورد استفاده در آزمایش (گرم در g۱۰۰ اسیدهای چرب).
$C_{14:0}$ = اسید مریستیک، $C_{16:0}$= اسید پالمیتیک، $C_{16:1}$ = اسید پالمیتولئیک، $C_{17:0}$= اسید هپتادکانوئیک، $C_{17:1}$=اسید سیس ـ ۱۰ هپتادکنوئیک $C_{18:0}$=اسید استاریک، (9-ω) $C_{18:1}$= اسید اولئیک، (6-ω) $C_{18:2}$= اسید لینولئیک، (6-ω) $C_{18:3}$= اسید گاما لینولنیک، (3-ω) $C_{18:3}$ = اسید آلفا لینولنیک، $C_{20:0}$= اسید آراشیدیک، EPA (3-ω) $C_{20:5}$=اسید ایکوزاپنتاانوئیک، $C_{21:0}$= اسید هن ایکوزانوئیک، DHA (3-ω) $C_{22:6}$= اسید دوکوزاهگزاانوئیک، $C_{23:0}$= اسید تریکوزانوئیک.

اسید چرب	روغن ماهی	روغن سویا
$C_{14:0}$	۴/۴	۰/۱
$C_{16:0}$	۲۴/۰	۱۰/۳
$C_{16:1}$	۶/۰	۰/۲
$C_{17:0}$	۱/۳	-
$C_{17:1}$	۰/۷	-
$C_{18:0}$	۵/۱	۳/۸
$C_{18:1\ (\omega-9)}$	۳۳/۷	۲۲/۸
$C_{18:2\ (\omega-6)}$	۳/۲	۵۱/۰
$C_{18:3\ (\omega-6)}$	۰/۳	۶/۸
$C_{18:3\ (\omega-3)}$	۱/۳	
$C_{20:0}$	۰/۲	
$C_{20:5\ (\omega-3)}$ EPA	۵/۶	
C21:0	۰/۶	
$C_{22:6\ (\omega-3)}$ DHA	۱۳/۲	
$C_{23:0}$ (استاندارد داخلی)	۰/۵	
سایر اسیدهای چرب		۵/۰

گوشتی در جدول ۵ نشان داده شده است. سطح تری گلیسرید و VLDL سرم در جوجه‌های تغذیه شده با ۷٪ روغن ماهی پایین تر از جوجه‌های تغذیه شده با ۷٪ روغن سویا و یا مخلوط ۳/۵٪ روغن ماهی و ۳/۵٪ روغن سویا بود (p<۰/۰۵). غلظت کسترول کل در سرم جوجه‌های تغذیه شده با ۷٪ روغن سویا و یا در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی پایین تر از گروه تغذیه شده با مخلوط دو نوع روغن بود (p<۰/۰۵). بیشترین غلظت HDL در سرم گروه تغذیه شده با مخلوط روغن ماهی و روغن سویا مشاهده شد و پس از آن گروه‌های تغذیه شده با ۷٪ روغن سویا و سپس گروه تغذیه شده با ۷٪ روغن ماهی قرار داشتند و اختلاف بین هر سه گروه معنی دار بود (p<۰/۰۵) . همچنین بالاترین غلظت LDL نیز در سرم گروه تغذیه شده با مخلوط روغن ماهی و روغن سویا مشاهده شد (p<۰/۰۵).

ترکیب کامل اسیدهای چرب بافت‌های سینه و ران در جداول ۶ و ۷ و تغییرات در گروه‌های اسیدهای چرب در جداول ۸ و ۹ نشان داده شده‌اند. به دلیل مقادیر متفاوت چربی در بافت‌های سینه و ران جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی مختلف، ترکیب اسیدهای چرب بصورت میلی گرم در هر گرم گوشت و همچنین بصورت درصدی از کل چربی استخراج شده از بافت بیان شدند. میزان چربی خام بافت‌های سینه و ران نیز به ترتیب در جداول ۷ و ۸ ذکر شده‌اند. جیره حاوی مخلوط ۳/۵٪ روغن ماهی + ۳/۵٪ روغن سویا منجر به چربی درون بافتی کمتری در هر دو ماهیچه سینه و ران در مقایسه با جیره‌های حاوی ۷٪ روغن ماهی و ۷٪ روغن سویا شد (p<۰/۰۵).

جیره‌های حاوی روغن ماهی صرف نظر از سطح روغن ماهی بکار رفته، باعث افزایش میزان EPA و DHA در مقایسه با جیره‌های فاقد روغن ماهی شدند (p<۰/۰۵). با این وجود تفاوتی در نتایج حاصل از دو روش مختلف بیان غلظت اسیدهای چرب گوشت مشاهده شد بطوریکه بیان غلظت اسیدهای چرب بر اساس میلی گرم در هر ۱۰۰g گوشت منجر به رابطه‌ای وابسته به دز مصرف در محتوای اسیدهای چرب بلند زنجیر اُمگا-۳ در هر دو بافت سینه و ران شد، در حالیکه با بیان غلظت اسیدهای چرب بصورت درصدی از کل روغن استخراج شده از بافت تفاوتی در غلظت اسیدهای چرب اُمگا-۳ بافت سینه و ران بین تیمار مصرف کننده ۷٪ روغن ماهی و تیمار مصرف کننده ۳/۵٪ روغن ماهی + ۳/۵٪ روغن سویا وجود نداشت (p>۰/۰۵). آشکارا تفاوت مذکور از ذخیره سازی چربی بیشتر در بافت‌های جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی در مقایسه با گروه تغذیه شده با ۳/۵٪ روغن ماهی + ۳/۵٪ روغن سویا ناشی می‌شد (p<۰/۰۵).

در هر دو بافت سینه و ران، میزان اسیدهای چرب اشباع بر اساس درصدی از روغن استخراج شده از بافت، در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی مخلوط روغن ماهی و روغن سویا کمتر از سایر تیمارها بود (p<۰/۰۵)، با این وجود پس از تبدیل غلظت اسیدهای چرب به میلی گرم در g۱۰۰ گوشت، در بافت سینه تفاوت مزبور با تیمار ۷٪ روغن سویا معنی دار نبود (p>۰/۰۵).

در بافت ران تیمار حاوی ۷٪ روغن ماهی باعث ذخیره سازی مقادیر بیشتری از اسیدهای چرب بلند زنجیر با یک پیوند دوگانه شد (p<۰/۰۵)، و نکته جالب توجه غلظت کمتر اسیدهای چرب بلند زنجیر با یک پیوند دوگانه در بافت سینه و ران تیمار تغذیه شده با مخلوط روغن ماهی و روغن سویا در مقایسه با دو تیمار دیگر بود (p<۰/۰۵) که وجود نوعی اثر متقابل بین دو منبع چربی را پیشنهاد می نمود. در بافت سینه نیز جیره حاوی ۷٪ روغن سویا غلظت اسیدهای چرب بلند زنجیر با یک پیوند دوگانه را افزایش داد (p<۰/۰۵) اما در حالت بیان غلظت بصورت درصدی از روغن استخراج شده تفاوت مزبور با تیمار حاوی ۷٪ روغن سویا معنی دار نبود (p>۰/۰۵).

غلظت اسیدهای چرب بلند زنجیر با چند پیوند دوگانه در هر دو بافت سینه و ران پرنده‌های تغذیه شده با مخلوط روغن ماهی و روغن سویا کمتر از دو گروه تغذیه شده با هر یک از منابع روغن به تنهایی بود (p<۰/۰۵) که نشان از بروز اثری متقابل در این رابطه داشت، به استثناء حالت بیان غلظت اسید چرب بر اساس میلی گرم در g۱۰۰ گوشت ران که تفاوت بین تیمار ۷٪ روغن سویا و مخلوط ۳/۵٪ روغن ماهی + ۳/۵٪ روغن سویا معنی دار نبود (p>۰/۰۵). در بافت ران جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی منجر به ذخیره سازی

جدول ۲. مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی. [1] هر کیلوگرم مکمل معدنی تامین کننده ۵۰mg آهن، ۷۰mg منگنز، ۵۰mg روی، ۷mg مس، ۰/۴mg کبالت، ۰/۱۷mg سلنیوم و ۰/۷۵mg ید را تامین می نمود. هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تامین کننده ۶۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۱۵۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۲/۵mg ویتامین K3، ۰/۰۲mg ویتامین B12، ۳۰۰۰mg ریبوفلاوین و ۷۰۰۰mg اسید پنتوتنیک بود.

اجزای جیره (٪)	جیره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)	جیره رشد (۲۸-۱۱ روزگی)			جیره پایانی (۴۲-۲۹ روزگی)		
		۷٪ روغن سویا	۷٪ روغن ماهی کیلکا	۳/۵٪ روغن سویا + ۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا	۷٪ روغن سویا	۷٪ روغن ماهی کیلکا	۳/۵٪ روغن سویا + ۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا
ذرت	۶۰/۲۳	۵۳/۹۹	۵۳/۹۹	۵۳/۹۹	۵۷/۹۸	۵۷/۹۸	۵۷/۹۸
کنجاله سویا	۳۰/۸۱	۳۲/۲۷	۳۲/۲۷	۳۲/۲۷	۳۰/۲۷	۳۰/۲۷	۳۰/۲۷
پودر ماهی	۵/۳۷	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
روغن سویا	-	۷/۰۰	-	۳/۵۰	۷/۰۰	-	۳/۵۰
روغن ماهی کیلکا	-	-	۷/۰۰	۳/۵۰	-	۷/۰۰	۳/۵۰
پودر صدف	۱/۴۱	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۳۹	۱/۳۹	۱/۳۹
دی‌کلسیم فسفات	۰/۵۱	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴
نمک	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵
مکمل معدنی-ویتامینی [1]	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
دی ال -متیونین	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
ال-لیزین	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	-	-	-
آنالیز شیمیایی							
انرژی متابولیسمی (Kcal/Kg)	۲۸۶۰	۳۲۰۵	۳۲۱۱	۳۲۰۸	۳۲۳۵	۳۲۴۱	۳۲۳۸
پروتئین خام	۲۲/۵	۲۱/۰	۲۱/۰	۲۱/۰	۱۹/۰	۱۹/۰	۱۹/۰
چربی خام	۲/۸۶	۹/۵۲	۹/۵۲	۹/۵۲	۹/۵۵	۹/۵۵	۹/۵۰
کلسیم	۰/۹۵	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵
فسفر قابل دسترس	۰/۴۷	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳
سدیم	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
لیزین	۱/۳۷	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲
متیونین	۰/۶۶	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸
متیونین + سیستئین	۱/۰۶	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰

جدول ۳. ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی (گرم در هر کیلوگرم جیره). [1] $C_{14:0}$ = اسید مریستیک، $C_{16:0}$ = اسید پالمیتیک، $C_{16:1}$ = اسید پالمیتولئیک، $C_{18:0}$ = اسید استئاریک، $C_{18:1}$ (ω-9) = اسید اولئیک، $C_{18:2}$ (ω-6-) = اسید لینولئیک، $C_{18:3}$ alpha = اسید آلفا لینولنیک، $C_{18:3}$ gamma = اسید گاما لینولنیک، $C_{20:0}$ = اسید آراشیدیک، $C_{20:5}$ ω-3 EPA = اسید ایکوزا پنتاانوئیک، $C_{22:6}$ ω-3 DHA = اسید دوکوزا انوئیک.

نوع اسیدهای چرب [1]	جیره رشد			جیره پایانی	
	۷٪ روغن سویا	۷٪ روغن ماهی کیلکا	۳/۵٪ روغن سویا + ۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا	۷٪ روغن سویا	۷٪ روغن ماهی کیلکا	۳/۵٪ روغن سویا + ۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا
C14:0	۰/۲	۳/۲	۱/۷	۰/۱	۳/۱	۱/۶
C16:0	۱۰/۷	۲۰/۴	۱۵/۵	۱۰/۲	۱۹/۹۱	۱۵/۰۶
C16:1	۰/۵	۴/۵	۲/۵	۰/۳	۴/۳۱	۲/۳۶
C18:0	۳/۵	۴/۳	۳/۹	۳/۴	۴/۲	۳/۸
C18:1 (ω-9)	۲۳/۷	۳۱/۴	۲۷/۶	۳۲/۲	۳۰/۹	۲۷/۱
C18: 2 (ω-6)	۴۹/۴	۱۵/۸	۳۲/۶	۵۰/۱	۱۶/۵	۳۳/۳
C18:3 alpha	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۷
C18:3 gamma	۰/۳	۱/۱	۰/۷	۰/۲	۱/۰۷	۰/۶
C20:0	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰	۰/۱۴	۰/۱
C20:5 ω-3 EPA	۰/۲	۴/۱	۲/۲	۰/۱	۴/۰	۲/۰
C22:6 ω-3 DHA	۰/۵	۹/۸	۵/۱	۰/۲	۹/۵	۴/۸
ω6/ω3	۶۹/۰	۱/۲	۴/۵	۱۵۷/۲	۱/۳	۴/۹

جدول ۴. اثر مکمل روغن ماهی کیلکا و روغن سویا بر عملکرد و صفات لاشه جوجه‌های گوشتی در مرحله پایانی پرورش. ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری دارند.

تیمار	افزایش وزن روزانه (گرم به ازای هر پرنده در روز)	مصرف خوراک روزانه (گرم به ازای هر پرنده در روز)	ضریب تبدیل غذایی	درصد لاشه (نسبت به وزن زنده)	درصد سینه (نسبت به وزن زنده)	درصد ران (نسبت به وزن زنده)
۷٪ روغن سویا	۴۷/۱^{a}	۸۰/۶^{a}	۱/۷۱^{ba}	۵۸/۱^{a}	۲۰/۹^{a}	۱۸/۹
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۳۴/۵^{b}	۶۳/۸^{b}	۱/۸۵^{a}	۵۴/۵^{b}	۱۸/۱^{b}	۱۸/۱
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۴۵/۷^{a}	۷۵/۶^{a}	۱/۶۶^{b}	۵۸/۵^{a}	۲۰/۸^{a}	۱۸/۲
MSE	۰/۴۲	۲/۱۹	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۱۲

جدول ۵. اثر مکمل روغن ماهی کیلکا و روغن سویا بر ترکیب لیپوپروتئین‌های سرم جوجه‌های گوشتی. ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری دارند.

تیمار	تری گلیسرید (mg/dL)	کلسترول کل (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)	VLDL (mg/dL)
۷٪ روغن سویا	۴۰/۲^{a}	۶۲/۸^{b}	۳۴/۲^{c}	۲۴/۷^{b}	۸/۰^{a}
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۳۷/۰^{b}	۶۰/۷^{b}	۴۸/۵^{b}	۲۱/۸^{b}	۷/۱^{b}
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۴۴/۰^{a}	۹۴/۳^{a}	۶۵/۰^{a}	۳۹/۷^{a}	۸/۷^{a}
MSE	۱/۸	۳/۵	۲/۲	۱/۸	۰/۴

کمتر اسیدهای چرب بلند زنجیر با چند پیوند دوگانه در مقایسه با دو گروه دیگر شد ($p<0/05$).

در بافت سینه بالاترین نسبت بین اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع در گروه تغذیه شده با جیره حاوی مخلوط روغن ماهی و روغن سویا مشاهده شد ($p<0/05$) اما در بافت ران تفاوتی در نسبت بین اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه و اسیدهای چرب اشباع در تیمار حاوی مخلوط روغن ماهی و روغن سویا و تیمار ۷٪ روغن سویا مشاهده نشد ($p>0/05$). همان گونه که انتظار می‌رفت مصرف ۷٪ روغن سویا منجر به بیشترین غلظت اسیدهای چرب نوع اُمگا-۶ و کمترین غلظت اسیدهای چرب اُمگا-۳ و در نتیجه بالاترین نسبت اُمگا-۶ به اُمگا-۳ در هر دو بافت ران و سینه شد ($p<0/05$). نکته جالب توجه عدم وجود تفاوت معنی‌دار در محتوای اسیدهای چرب اُمگا-۳ بین دو تیمار حاوی ۷٪ روغن ماهی و تیمار حاوی ۳/۵٪ روغن ماهی به اضافه ۳/۵٪ روغن سویا بود ($p<0/05$)، به استثناء حالت بیان غلظت اسیدهای چرب بصورت درصدی از روغن استخراج شده که تفاوت در غلظت اسیدهای چرب اُمگا-۳ در تیمار ۷٪ روغن ماهی بالاتر از تیمار حاوی مخلوط روغن ماهی و روغن سویا بود ($p<0/05$).

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده اثرات نامطلوب سطح بالای روغن ماهی (۷٪) در جیره بر بازده جوجه‌های گوشتی بود اما با کاهش سطح روغن ماهی جیره به ۳/۵٪، در عمل اثر نامطلوبی بر صفات تولیدی پرندگان آزمایشی مشاهده نشد. با توجه به ضرورت توجه به غنی سازی گوشت مرغ با ترکیباتی نظیر اسیدهای چرب بلند زنجیر نوع اُمگا-۳، ممکن است بهبود کیفیت محصول تولیدی به بهای حدودی کاهش در عملکرد تولید، توجیه پذیر باشد. با این حال در تحقیق حاضر استفاده از سطحی بهینه از روغن ماهی در ترکیب با روغن سویا منجر به نتایجی مطلوب از هر دو جنبه عملکرد تولیدی و کیفیت محصول شد.

گزارش شده است که سطح اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه نوع اُمگا-۳ در گوشت مرغ را می توان تا سطوحی قابل مقایسه با مقادیر موجود در ماهی‌هایی نظیر ماهی کد افزایش داد (۱۰). مطالعه حاضر نشان داد که نحوه بیان غلظت اسیدهای چرب نیز ممکن است در تفسیر نتایج دارای اهمیت باشد، بطوریکه نتایج غنی سازی گوشت با اسیدهای چرب اُمگا-۳ هنگامی‌که غلظت اسیدهای چرب بر اساس میلی گرم در هر ۱۰۰ گوشت بیان شد متفاوت از بیان نتایج بر اساس درصد اسید چرب در روغن استخراج شده از بافت بود. عدم وجود تفاوت معنی‌دار در درصد اسیدهای چرب اُمگا-۳ در روغن استخراج شده از بافت‌های ران و سینه نشان دهنده آن است که ذخیره سازی این نوع اسیدهای چرب در چربی درون بافتی دارای محدودیت بوده و با افزایش مصرف اسیدهای چرب نوع اُمگا-۳ از طریق جیره ممکن است افزایشی متناسب در غلظت آنها در چربی درون بافتی حاصل نشد که این امر یافته‌ای تامل برانگیز بوده و نیازمند بررسی بیشتر است.

از طرف دیگر ذخیره سازی بیشتر اسیدهای چرب اُمگا-۳ در بافت گوشت پرنده‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۷٪ روغن ماهی در مقایسه با پرنده‌های تغذیه شده با جیره حاوی مخلوط ۳/۵٪ روغن ماهی و ۳/۵٪ روغن سویا نشان می دهد آن است که سطح چربی گوشت عاملی تعیین کننده در نتیجه غنی سازی گوشت است به طوری که گوشت چرب تر به تناسب حاوی مقادیر بیشتری از اسیدهای چرب و از جمله اسیدهای چرب نوع اُمگا-۳ خواهد بود. چون بافت گوشتی مرغ و نه روغن استحصالی از گوشت به مصرف انسان می رسد، به نظر می رسد که به منظور بررسی درجه غنی سازی گوشت با اسیدهای چرب اُمگا-۳ بیان غلظت اسیدهای چرب بر اساس میلی گرم در هر ۱۰۰g گوشت مناسب تر از استفاده از واحد درصد اسیدهای چرب در چربی بافتی باشد.

بیشتر لیپیدهای موجود در بافت سینه (گوشت سفید) بصورت

جدول ۶. ترکیب اسید چرب بافت سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی حاوی مکمل روغن ماهی و روغن سویا. ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی داری دارند. [(۱)] $C_{12:0}$= اسید لوریک، $C_{14:0}$ = اسید مریستیک، $C_{16:0}$= اسید پالمیتیک، $C_{16:1}$= اسید پالمیتولئیک، $C_{18:0}$= اسید استئاریک، $C_{18:1}$ (ω-9)= اسید اولئیک، $C_{18:2}$ (ω-6)= اسید لینولئیک، $C_{18:3}$ alpha = اسید آلفا لینولنیک، $C_{18:3}$ gamma= اسید گاما لینولنیک، $C_{20:0}$= اسید آراشیدیک، ۱۲ ترانس، لینولئیک، ω-6 $C_{20:4}$= اسید آراشیدونیک، $C_{22:0}$=اسید دوکوزانوئیک، ω-3 $C_{20:5}$=اسید ایکوزا پنتاانوئیک، DHA ω-3 $C_{22:6}$=اسید دوکوزا انوئیک.

جیره آزمایشی	$C_{12:0}$#	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1(ω-9)}$	$C_{18:2(ω-6)}$	$C_{18:3gamma}$	$C_{18:3alpha}$	$C_{20:0}$	$C_{20:4ω-6}$	$C_{22:0}$	$C_{20:5ω-3}$	$C_{22:6ω-3}$
درصد از چربی بافت سینه														
۷٪ روغن سویا	۰/۰	۰/۵^{b}	۲۱/۹^{a}	۴/۵^{b}	۹/۴^{ab}	۲۹/۶^{a}	۲۴/۱^{a}	۰/۲	۲/۰	۰/۱	۱/۵^{a}	۲/۹^{a}	۰/۳^{c}	۰/۱^{b}
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۰/۰	۱/۳^{a}	۲۳/۰^{a}	۶/۸^{a}	۷/۲^{bc}	۲۹/۸^{a}	۱۰/۴^{c}	۰/۱	۲/۰	۰/۱	۰/۳^{c}	۰/۶^{b}	۱/۶^{b}	۸/۷^{a}
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۰/۰	۰/۳^{b}	۱۵/۳^{b}	۲/۲^{c}	۱۲/۲^{a}	۲۵/۸^{b}	۱۸/۶^{b}	۰/۱	۲/۴	۰/۲	۱/۱^{b}	۲/۷^{a}	۲/۵^{a}	۶/۱^{a}
SEM	۰/۰۵	۰/۰۸	۱/۲۷	۰/۵۵	۰/۸۴	۱/۸۶	۰/۸۷	۰/۱	۰/۲۳	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۷۲
میلی گرم در هر ۱۰۰گرم بافت سینه														
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۰/۶	۷/۳^{b}	۳۵۴/۶^{b}	۷۳/۵^{b}	۱۵۲/۹^{ab}	۴۷۹/۰	۳۹۰/۹^{a}	۳/۹	۳۲/۴	۲/۱	۲۳/۸^{a}	۴۶/۷^{a}	۵/۲^{b}	۲/۳^{c}
۷٪ روغن سویا	۰/۷	۲۲/۷^{a}	۴۰۶/۷^{a}	۱۲۰/۴^{a}	۱۲۷/۸^{b}	۵۲۷/۳	۱۸۴/۳^{c}	۱/۸	۳۴/۹	۱/۸	۶/۰^{c}	۱۱/۳^{b}	۲۸/۱^{a}	۱۵۴/۰^{a}
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۰/۲	۴/۶^{b}	۲۶۱/۵^{c}	۳۷/۶^{c}	۲۰۷/۹^{a}	۴۴۱/۹	۳۱۷/۵^{b}	۲/۱	۴۱/۶	۳/۱	۱۸/۹^{b}	۴۶/۷^{a}	۴۲/۸^{a}	۱۰۴/۳^{b}
SEM	۰/۶۶	۱/۸۵	۱۹/۱	۵/۱	۱۷/۰	۳۶/۱	۲۲/۹	۱/۲۶	۳/۷	۲/۵۱	۱/۵۲	۳/۱	۵/۳	۱۷/۴

جدول ۷. ترکیب اسید چرب بافت ران جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی حاوی مکمل روغن ماهی و روغن سویا. ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی داری دارند. [(۱)] $C_{12:0}$=اسید لوریک، $C_{14:0}$ =اسید مریستیک، $C_{16:0}$=اسید پالمیتیک، $C_{16:1}$=اسید پالمیتولئیک، $C_{18:0}$=اسید استاریک، $C_{18:1}$ (ω-9)= اسید اولئیک، $C_{18:2}$ (ω-6)= اسید لینولئیک، $C_{18:3}$ alpha = اسید آلفا لینولنیک، $C_{18:3}$ gamma= اسید گاما لینولنیک، $C_{20:0}$= اسید آراشیدیک، ω-6 $C_{20:4}$= اسید آراشیدونیک، $C_{22:0}$= اسید دوکوزانوئیک، ω-3 $C_{20:5}$=اسید ایکوزا پنتاانوئیک، DHA ω-3 $C_{22:6}$=اسید دوکوزا انوئیک.

جیره آزمایشی	$C_{12:0}$	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1c}$	$C_{18:2c}$	$C_{18:3gamma}$	$C_{20:0}$	$C_{18:3alpha}$	$C_{20:4ω-6}$	$C_{22:0}$	$C_{20:5ω-3}$	$C_{22:6ω-3}$
درصد از چربی بافت ران														
۷٪ روغن سویا	۰/۰	۰/۴^{b}	۲۰/۲^{b}	۳/۵^{b}	۸/۹	۳۳/۰^{a}	۲۵/۲^{a}	۰/۲	۰/۲	۲/۳	۱/۳^{a}	۲/۳^{a}	۰/۲	۰/۱^{b}
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۰/۱	۱/۴^{a}	۲۵/۱^{a}	۸/۲^{a}	۶/۸	۳۲/۲^{a}	۱۰/۵^{b}	۰/۱	۰/۱	۱/۸^{b}	۰/۴^{c}	۰/۵^{b}	۰/۴	۴/۶^{a}
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۰/۱	۱/۰^{a}	۲۱/۴^{b}	۴/۴^{b}	۸/۸	۲۵/۹^{b}	۲۲/۴^{a}	۰/۲	۰/۲	۱/۶^{b}	۰/۹^{b}	۱/۳^{b}	۰/۴	۴/۵^{a}
SEM	۰/۱	۰/۱۱	۰/۶۵	۰/۶۳	۱/۱۵	۱/۸۱	۱/۷۰	۰/۱۲	۰/۲۷	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۵۶
میلی گرم در هر ۱۰۰گرم بافت ران														
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۷۷/۴^{a}	۷/۳^{b}	۳۵۴/۶^{b}	۷۳/۵^{b}	۱۵۲/۹^{ab}	۱۱۱۴/۷^{a}	۸۵۱/۴^{a}	۸/۱	۶/۴	۷۷/۴^{a}	۴۲/۶^{a}	۷۹/۱^{a}	۶/۱^{b}	۱/۷^{c}
۷٪ روغن سویا	۶۶/۶^{a}	۲۲/۷^{a}	۴۰۶/۷^{a}	۱۲۰/۴^{a}	۱۲۷/۸^{b}	۱۱۷۱/۰^{a}	۳۸۲/۲^{c}	۳/۳	۳/۶	۶۶/۶^{a}	۱۴/۲^{c}	۱۷/۵^{b}	۱۳/۱^{a}	۱۶۸/۲^{a}
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۴۷/۱^{b}	۴/۶^{c}	۲۶۱/۵^{c}	۳۷/۶^{c}	۲۰۷/۹^{a}	۷۴۸/۲^{b}	۶۴۸/۵^{b}	۴/۳	۴/۳	۴۷/۱^{b}	۲۶/۳^{b}	۳۶/۴^{b}	۱۱/۰^{a}	۱۳۰/۵^{b}
SEM	۶/۹	۱/۸۵	۱۹/۱	۵/۱	۱۷/۰	۵۴/۸	۲۶/۱	۳/۷	۴/۴	۶/۹	۲/۹	۷/۸	۱/۹	۹/۱

فسفولیپیدها هستند، اما در بافت ران (گوشت تیره)، بخش عمده لیپیدها در قالب تری گلیسریدها می‌باشند (۶). از اینرو به دلیل کاهش احتمال ذخیره سازی چربی، غنی سازی گوشت سینه با اسیدهای چرب اُمگا-۳ ممکن است به مراتب دشوار تر از گوشت ران باشد.

کاهش قابل توجه نسبت اسیدهای چرب اُمگا-۶ به اُمگا-۳ در گوشت جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن ماهی در توافق با گزارش های پیشین است (۱۴) و در بافت سینه مشهود تر از بافت ران می‌باشد. این تفاوت عمدتاً به دلیل غلظت DHA بالاتر در روغن استخراج شده از بافت سینه در مقایسه با بافت ران بود.

مشخص شده است که افزایشی در نسبت اُمگا-۶ به اُمگا-۳ در چربی جیره باعث تغییرات پاتولوژیکی در انسان می‌شود بطوریکه متخصصین تغذیه توصیه می‌نمایند که بیش از ۳۰٪ از انرژی رژیم غذایی انسان نباید از

جدول ۸. ترکیب گروه‌های اسید چرب در بافت سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی حاوی مکمل روغن ماهی و روغن سویا.[۱] ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی داری دارند. P/S[۲]= نسبت بین اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع. نسبت ۶-ω به ۳-ω[۳]= نسبت بین اسیدهای چرب نوع ۶-ω به اسیدهای چرب ۳-ω.

	درصد چربی خام	EPA + DHA	کل اسیدهای چرب اشباع	کل اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه	کل اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه	P/S[۲]	کل اسیدهای چرب ۶-ω	کل اسیدهای چرب ۳-ω	نسبت ۶-ω به ۳-ω[۳]
				میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم بافت سینه					
۷٪ روغن سویا	۱/۴۵^{b}	۴^{c}	۵۷۶^{a}	۵۶۹^{b}	۴۵۹^{b}	۰/۸۰^{b}	۴۱۸^{a}	۴۱^{b}	۱۰/۱^{a}
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۲/۰۵^{a}	۲۵۴^{a}	۵۸۴^{a}	۶۶۵^{a}	۵۰۹^{b}	۰/۸۷^{b}	۱۹۲^{c}	۳۱۷^{a}	۰/۶^{b}
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۱/۱۱^{b}	۲۳۰^{b}	۵۳۷^{b}	۵۰۱^{b}	۶۵۲^{a}	۱/۲۱^{a}	۳۳۸^{b}	۳۱۴^{a}	۱/۱^{b}
SEM	۰/۱۶	۵/۸	۱۱/۸	۲۶/۹	۲۱/۸	۰/۰۷	۱۸/۲	۶/۷	۲/۳
				درصد از چربی بافت سینه					
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۱/۴۵^{b}	۰/۲۰^{c}	۳۵/۵۶^{a}	۳۵/۱^{a}	۲۸/۴^{b}	۰/۸۰^{b}	۲۵/۸^{a}	۲/۶^{b}	۱۰/۱^{a}
۷٪ روغن سویا	۲/۰۵^{a}	۱۴/۴۰^{a}	۳۳/۰۳^{b}	۳۷/۶^{a}	۲۸/۸^{b}	۰/۸۷^{b}	۱۰/۹^{c}	۱۷/۹^{a}	۰/۶^{b}
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۱/۱۱^{b}	۱۳/۵۰^{a}	۳۱/۴^{c}	۲۹/۳^{b}	۳۸/۲^{a}	۱/۲۱^{a}	۱۹/۸^{b}	۱۸/۴^{a}	۱/۱^{b}
SEM	۰/۱۶	۰/۴۳	۰/۷۷	۲/۳۶	۱/۸۳	۰/۰۷	۱/۰۶	۰/۴۲	۲/۳

جدول ۹. ترکیب گروه‌های اسید چرب در بافت ران جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی حاوی روغن ماهی و روغن سویا.[۱] ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی داری دارند. P/S[۲]= نسبت بین اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع. نسبت امگا ـ ۶ به امگا ـ ۳[۳] = نسبت بین اسیدهای چرب نوع امگا ـ ۶ به اسیدهای چرب امگا ـ ۳.

	درصد چربی خام	EPA + DHA	کل اسیدهای چرب اشباع	کل اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه	کل اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه	P/S[۲]	کل اسیدهای چرب ۶-ω	کل اسیدهای چرب ۳-ω	نسبت ۶-ω به ۳-ω[۳]
				میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم بافت ران					
۷٪ روغن سویا	۲/۱۶^{b}	۵^{c}	۱۱۰۱^{b}	۱۲۵۸^{b}	۹۹۱^{a}	۰/۹۰^{a}	۹۰۲^{a}	۸۸^{c}	۱۰/۱^{a}
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۳/۳۸^{a}	۳۶۱^{a}	۱۲۶۲^{a}	۱۵۱۱^{a}	۸۴۰^{b}	۰/۶۶^{b}	۳۹۹^{c}	۴۴۰^{a}	۰/۹^{b}
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۲/۵۵^{b}	۲۶۶^{b}	۹۶۴^{c}	۹۰۲^{c}	۱۰۰۲^{a}	۱/۰۴^{a}	۶۷۹^{b}	۳۲۳^{b}	۲/۱^{b}
SEM	۰/۳۱	۷	۱۷	۶۳	۲۵	۰/۰۶	۲۱	۱۲	۱/۲۷
				درصد از چربی بافت ران					
۳/۵٪ روغن ماهی کیلکا + ۳/۵٪ روغن سویا	۲/۱۶^{b}	۰/۱۶^{b}	۳۲/۶^{a}	۳۷/۲^{b}	۲۹/۳^{b}	۰/۹۰^{a}	۲۶/۷^{a}	۲/۶^{b}	۱۰/۱^{a}
۷٪ روغن سویا	۳/۳۸^{a}	۹/۹۲^{a}	۳۴/۷^{a}	۴۱/۵^{a}	۲۳/۱^{c}	۰/۶۶^{b}	۱۱/۰^{c}	۱۲/۱^{a}	۰/۹^{b}
۷٪ روغن ماهی کیلکا	۲/۵۵^{b}	۹/۱۹^{a}	۲۲/۳^{b}	۳۱/۲^{c}	۳۴/۷^{a}	۱/۰۴^{a}	۲۳/۵^{b}	۱۱/۲^{a}	۲/۱^{b}
SEM	۰/۲۱	۰/۳۷	۱/۳۸	۱/۲۷	۲/۱۰	۰/۰۶	۰/۸۳	۰/۵۳	۱/۲۷

چربی تأمین شود و بهترین نسبت توصیه شده نسبت ۱:۱:۱ بین چربی‌های اشباع، با یک پیوند دوگانه و با چند پیوند دوگانه؛ و یک نسبت ۵ به ۱ بین اسیدهای چرب اُمگا ـ ۶ و اُمگا ـ ۳ است (۷).

انجام مقایسه‌ای بین این توصیه‌ها و نسبت اُمگا ـ ۶ به اُمگا ـ ۳ در گوشت جوجه‌های گوشتی غنی سازی شده در تحقیق حاضر نشان می‌دهد که نسبت مطلوب اُمگا ـ ۶ به اُمگا ـ ۳ در هر دو بافت سینه و ران در جوجه‌های تغذیه شده با یکی از جیره‌های حاوی روغن ماهی حاصل شده است. همچنین، در هر دو بافت سینه و ران جیره حاوی مخلوط روغن ماهی+روغن سویا اثر کمتری در کاهش نسبت اُمگا ـ ۶ به اُمگا ـ ۳ داشت که این وضعیت نتیجه مستقیم ذخیره سازی اسید لینولئیک بیشتر در بافت‌های جوجه‌های تغذیه شده با جیره مذکور بود.

اسید آراشیدونیک مهمترین متابولیت اسید لینولئیک محسوب شده بنابراین زمانیکه نسبت اسیدهای چرب بلند زنجیر اُمگا ـ ۳ در جیره کاهش می‌یابند، میزان اسید آراشیونیک غشاءهای فسفولیپیدی بطور معمول کاهش پیدا می‌کنند (۱۲). این تغییرات متضاد در محتوای اسیدهای چرب اُمگا ـ ۳ و اسید آراشیدونیک گوشت مرغ در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد.

به نظر می‌رسد که در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با روغن ماهی

تبدیل اسید لینولئیک به اسید آراشیدونیک کاهش یافت و در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی سطوح بالای اسید لینولئیک (جیره‌های حاوی روغن سویا) تشکیل اسید آراشیدونیک افزایش یافته است. این نتیجه‌گیری‌ها صرفاً بر اساس ترکیب اسید چرب لیپیدهای بافت بوده، اما به نظر می‌رسد که این داده‌ها نشانگر آن است که منابع جیره‌ای اسیدهای چرب اُمگا-۶ و اُمگا-۳ باعث ایجاد تغییراتی در جریان مسیرهای سنتز اسیدهای چرب بلند زنجیر با چند پیوند دوگانه در جوجه‌های گوشتی می‌شوند.

نسبت اسید آراشیدونیک به اسید لینولئیک در بافت‌های جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۷٪ روغن سویا ۰/۰۶ و ۰/۰۵ به ترتیب برای بافت‌های سینه و ران بود. در هر دو بافت، نسبت اسید آراشیدونیک به اسید لینولئیک در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی مخلوط روغن ماهی و روغن سویا به جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی روغن ماهی نزدیکتر بود. این مشاهده در توافق با گزارش‌های پیشین است که مشاهده نمودند که روغن ماهی بطور موثری میزان اسید آراشیدونیک در بافت ماهیچه‌ای موش صحرایی و مرغ را افزایش داد (۹،۱۵).

در مطالعه حاضر، نسبت بین EPA و اسید لینولنیک در بافت‌های جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۷٪ روغن سویا برای بافت‌های سینه و ران به ترتیب ۰/۰۴۵ و ۰/۰۴۸ بود، اما در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حای روغن ماهی این نسبت‌ها به ترتیب برای بافت‌های سینه و ران ۳/۳-۲/۸ و ۲/۹-۲/۷ بودند.

این نتایج تایید کننده این نظریه هستند که اسید لینولئیک و لینولنیک برای اتصال به آنزیم‌های دساچوراز و الونگاز مشابهی به رقابت می‌پردازند (۵). در گزارشی مشابه در مورد اثر اسیدهای چرب اُمگا-۳ بر تغیر فعالیت انزیم دلتا ۵ دساچوراز، Betti و همکاران در سال ۲۰۰۹ نشان دادند که کاهشی در فعالیت آنزیم دلتا ۵ دساچوراز در اثر طولانی شدن مصرف بذر کتان به عنوان منبعی از اسیدهای چرب اُمگا-۳ رخ می‌دهد که این امر نشانگر آن است که اسید لینولنیک باعث مهار تبدیل اسید لینولئیک به اسید آراشیدنیک می‌شود (۲).

اثر روغن‌های غنی از اسیدهای چرب اُمگا-۳ و بویژه روغن ماهی بر کاهش تری گلیسرید سرم مرغ پیش از این نیز گزارش شده است (۱). همچنین در یک مطالعه انجام گرفته در جوجه‌های تغذیه شده با روغن ماهی منهدن سطوح تری گلیسرید پلاسما کاهش یافت (۱۵) و محققین چنین استدلال نمودند که کاهشی در سنتز تری گلیسرید در کبد می‌تواند دلیل کاهش تری گلیسرید باشد. Daggy و همکاران در سال ۱۹۸۷ مشاهده نمودند که در خروس‌های بالغ تغذیه شده با ۱۰٪ روغن ماهی تولید VLDL، در مقایسه با گروه تغذیه شده با ۱۰٪ روغن ذرت (منبع غنی از اسیدهای چرب اُمگا-۶) کاهش یافت (۳) که این امر در توافق با رابطه مشاهده شده بین روغن ماهی و روغن سویا در تحقیق حاضر است.

به نظر می‌رسد که اسیدهای چرب بلند زنجیر نوع اُمگا-۳ منجر به تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب شده و از طرف دیگر با عمل به عنوان مهارکننده‌های برگشتی مانع تولید اسیدهای چرب جدید و از جمله PUFA می‌شوند (۱۱). در مطالعه حاضر، به نظر اثر متقابلی بین روغن سویا و روغن ماهی بروز نمود، بطوریکه مخلوط این دو نوع روغن منجر به سطوح کلسترول بالاتری در سرم جوجه‌ها در مقایسه با پرنده‌های تغذیه شده با روغن ماهی یا روغن سویا شد.

بطور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ورود اسیدهای چرب اُمگا-۳ با منشاء جیره به چربی درون بافت ماهیچه‌ای مرغ بگونه وابسته به دز مصرف انجام نگرفته، اما به دلیل افزایش چربی درون بافتی در اثر مصرف سطوح بالاتر روغن ماهی، نتیجه نهایی غنی‌سازی گوشت مرغ با جیره‌های حاوی مقادیر بالاتر مکمل روغن ماهی حالتی وابسته به دز خواهد داشت. همچنین به نظر می‌رسد که جوجه‌های تغذیه شده با مخلوط روغن ماهی و روغن سویا دارای سطح بالاتری از لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL-C) بودند که اثر سودمند آنها بر سلامتی شناخته شده است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مسئولین آزمایشگاه شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی به دلیل انجام آنالیز اسیدهای چرب نمونه‌های این آزمایش سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Akiba, Y., Murakami, H., Senkoylu, N., Kusanagi, M., Takahashi, K., Sato, K. (1995) The effects of dietary lipid on poultry performance and composition. Proc Aust Poult Sci Symp. 7:1-8.
2. Betti, M., Schneider, B.L., Wismer, W.V., Carney, V. L., Zuidhof, M.J., Renema, R.A. (2009) Omega-3 enriched broiler meat: 2. Functional properties, oxidative stability and consumer acceptance. Poult Sci. 88: 1085-1095.
3. Daggy, B., Arost, C., Bensadoun, A. (1987) Dietary fish oil decreases VLDL production rates. Biochim Biophys Acta. 920: 293-300.
4. Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J Biol Chem. 226: 497-509.
5. Garg, M.L., Sebokoba, E., Wierzbicki, A.A., Thomson, A.B.R., Clandin, M.T. (1988) Differential effects of

dietary linoleic acid and α-linolenic acid in rat tissue. Lipids. 23: 847-852.
6. Gonzalez-Esquerra, R., Leeson, S. (2001) Alternatives for enrichment of eggs and chicken meat with ω-3 fatty acids. Can J Anim Sci. 81: 295-305.
7. Grashorn, M.A. (2007) Functionality of Poultry Meat. J Appl Poult Res. 16: 99-106.
8. Griffin, H.D., Windsor, D., Whitehead. C.C. (1991) Changes in lipoprotein metabolism and body composition in chickens in response to divergent selection for plasma very low density lipoprotein concentration. Br Poult Sci. 32: 195-201.
9. Holmer, G., Beare-Rogers, J.L. (1985) Linseed oil and marine oil as sources (ω-3) fatty acids in rat heart. Nutr Res. 5: 101 l-1014.
10. Hulan, H.W., Ackman, R.G., Ratnayake, W.M.N., Proudfoot, F.G. (1988) Omega-3 fatty acid levels and performance of broilers chickens fed redfish meal or redfish oil. Can J Anim Sci. 68: 533-547.
11. Jump, D.B., Botolin, D., Wang, Y., Xu, J., Christian, B., Demeure, O. (2005) Fatty acid regulation of hepatic gene transcription. J Nutr. 135: 2503-2506.
12. Komprda, T., Zelenka, J., Fajmonova, E., Fialova, M., Kladroba, D. (2005) Arachidionic acid and long-chain ω-3 polyunsaturated fatty acid contents in meat of selected poultry and fish species in relation to dietary fat sources. J Agric Food Chem. 53: 6804-6812.
13. Metcalf, L.C., Schmirz, A.A., Pelka, J.R. (1966) Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography. Anal Chem. 38: 514-515.
14. Miller, D., Leong, K.C., Smith, P. (1969) Effect of feeding and withdrawal of menhaden oil of broiler tissues' fatty acid composition and flavor. J Food Sci. 34: 136-141.
15. Phetteplace, H.W., Watkins, B.A. (1989) Effects of various ω-3 sources on fatty acid composition in chicken tissues. J Food Compost Anal. 2: 104-117.
16. Ramenofsky, M. (1990) Fat storage and fat metabolism in relation to migration. In: Bird Migration: Physiology and Ecophysiology. Gwinner, E.(ed.). (1st ed.) Springer-Verlag. NewYork, USA. p. 214-231.
17. Simopoulos, A.P. (1999) Essential fatty acids in health and chronic disease. Am J Nutr. 70: 560S-569S.
18. Simopoulos, A.P. (2002) Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. J Am Coll Nutr. 21: 495-505.
19. Stevens, L. (1996) Avian Biochmistry and Molecular Biology. (1st ed.) Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Effects of fish (*Clupeonella cultriventris*, Caspian sea originated) oil supplement on the serum lipoproteins and production of ω-3 fatty acids enriched broiler meat

Navidshad, B.*

Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil-Iran

(Received 24 May 2013 , Accepted 6 October 2013)

Abstract:

BACKGROUND: Use of ω-3 fatty acids-rich food in enrichment of poultry meat has always been of interest to researchers. **OBJECTIVES:** The purpose of this study was to investigate the effects of dietary fish oil (*Clupeonella cultiventris*, Caspian sea originated) and its combination with soybean oil on the broiler chickens' meat enrichment with ω-3 PUFAs. **METHODS:** Two hundred and forty one-day-old mixed-sex chicks (Ross 308) were fed during 11-42 days of age by the following experimental diets: 1) a diet contaisning 7% soybean oil, 2) a diet containing 7% fish oil and 3) a diet containing 3.5% fish oil plus 3.5% soybean oil. **RESULTS:** The diet containing 7% fish oil adversely affected chickens daily weight gain (34.5 g) and feed conversion ratio (18.1) and also reduced the percent of carcass (54.5) and breast (18.1). The diets containing fish oil increased the total EPA and DHA (mg/100 g meat) concentrations in breast (230 to 254) and tight (266 to 361) tissues. The 7% dietary fish oil decreased serum triglyceride concentration (37.1 mg/dL), but the mixture of fish oil and soybean oil was resulted in a favorite serum HDL increase (65.0 mg/dL). **CONCLUSIONS:** In this research, the thigh tissue of all the chicks fed with fish oil, contained more than 300 mg ω-3 PUFA/100 g meat which based on international standards could be categorized as enriched product. On the other hand, more fat deposition in meat of chicks fed with diet containing 7% fish oil compared to the birds fed with diet containing 3.5% fish oil + 3.5% soybean oil suggests that the intra-meat fat content is an important factor in interpretation of the results of chicken meat enrichment.

Key words: broiler chickens, fish oil, meat enrichment, serum lipoproteins, soybean oil

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Analyzed fatty acid composition of the soybean oil and fish oil in the experiment (g/100 g fatty acids).

Table 2. Ingredients and chemical composition of the experimental diets.

Table 3. Fatty acid composition (g/kg diet) of experimental diets.

Table 4. Effects of dietary fat type on performance and carcass parameters of broiler chickens at the finisher phase.

Table 5. Effects of dietary fish oil and soybean oil on the serum lipoproteins of broiler chickens.

Table 6. Fatty acid composition of breast tissue of broiler chickens fed the experimental diets containing fish oil and soybean oil.

Table 7. Fatty acid composition of thigh tissue of broiler chickens fed with the experimental diets containing fish oil and soybean oil.

Table 8. The proportions of fatty acid classes in the breast tissue of the broiler chicken fed with the experimental diets containing fish oil and soybean oil.

Table 9. The proportions of fatty acid classes in the thigh tissue of the broiler chicken fed with the experimental diets containing fish oil and soybean oil.

***Corresponding author's email: bnavidshad@uma.ac.ir, Tel: 0451-5519984, Fax: 0451-5510805**