مجله علوم دامی ایران
دوره ۴۲، شماره ۴، ۱۳۹۰ (۳۷۷-۳۶۹)

اثر روغن ماهی کیلکا بر ترکیب اسیدهای چرب و طعم گوشت جوجه‌های گوشتی

حامد صالحی[1]*، سعید زین‌الدینی[2]، آرمین توحیدی[3] و محمود شیوازاد[4]
۱، ۲، ۳، ۴، دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار و استاد
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۹ - تاریخ تصویب: ۹۰/۹/۲۹)

چکیده

این آزمایش جهت مطالعه تأثیر جایگزینی سطوح مختلف روغن ماهی در مقایسه با روغن گیاهی، بر ترکیب اسیدهای چرب لاشه و طعم گوشت جوجه‌های گوشتی انجام شد. سطوح مختلف روغن ماهی شامل صفر، یک، دو و سه درصد جیره، جایگزین روغن گیاهی در جیره ۱۱۲ جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ شد. پرندگان در چهار گروه در قفس‌های پرورشی به مدت ۴۲ روز جیره‌های آزمایشی را که از نظر انرژی و پروتئین سطح یکسانی داشتند، مصرف نمودند. در انتهای آزمایش از هر تیمار ۸ قطعه پرنده کشتار و نمونه عضله سینه تهیه و در فریزر نگه‌داری شد. در مطالعه حاضر با مصرف روغن ماهی در جیره، به خصوص سطح سه درصد جیره در مقایسه با سطح صفر (شاهد)، میزان دوکوزا هگزا انوئیک اسید از ۰/۰۵۵ به ۰/۹۰۶ میلی‌گرم به گرم اسیدهای چرب افزایش یافت (P<۰/۰۵). هم‌چنین کل اسیدهای چرب چند غیراشباع چندگانه سری n-3 از ۰/۲۴۴ به ۱/۳۰۲ میلی‌گرم بر گرم و نیز نسبت اسیدهای چرب n-3 به n-6 از ۰/۰۷۵ به ۰/۴۵۸ میلی‌گرم بر گرم اسیدهای چرب افزایش یافت (P<۰/۰۵). مقدار ایکوزاپنتاانوئیک اسید و اسیدلینولنیک و کل اسیدهای چرب چند غیراشباع نیز در این دو سطح افزایش یافت ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. در این آزمایش، با افزایش درصد روغن ماهی در جیره جوجه‌های گوشتی، ویژگی‌های ارگانولپتیکی گوشت‌ها تغییر پیدا کرد به نحوی که مصرف یک درصد روغن ماهی در جیره تأثیری بر بو یا طعم گوشت‌های پخته شده نداشت ولی مصرف ۲ و ۳ درصد روغن ماهی به ترتیب باعث شده‌اند گوشت‌ها کمی و تا حدی بو یا طعم ماهی بگیرند (P<۰/۰۵). به طور کلی می‌توان گفت با مصرف یک درصد روغن ماهی در جیره، نسبت اسیدهای چرب n-3 به n-6 در عضله سینه جوجه‌های گوشتی افزایش می‌یابد بدون آن‌که گوشت بو یا طعم ماهی بگیرد.

واژه‌های کلیدی: روغن ماهی، جوجه گوشتی، اسیدهای چرب n-3، گوشت، قابلیت پذیرش

مقدمه

مدارک علمی بیان‌گر یک ارتباط قوی بین کل چربی مصرفی و ترکیب آن با شماری از بیماری‌ها از جمله قلب و عروق[1]، سرطان، دیابت و افسردگی است. یک عامل

1. Coronary heart disease (CHD)

* نویسنده مسئول: حامد صالحی تلفن: ۰۹۱۳-۱۸۸۸۴۹۳ E-mail: salehimalek@yahoo.com

کشنده قوی مردان و زنان آمریکایی، بیماری‌های قلب و عروق است. هزینه این بیماری‌ها در سال ۲۰۰۱ در ایالات متحده بالغ بر ۲۹۹ هزار میلیون دلار بوده است. داده‌های پزشکی قویاً بیان‌گر ارتباط مستقیم بین بیماری‌های قلب و عروق با کلسترول و اسیدهای چرب اشباع است (Ayerza et al., 2002). مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه n-3 نه تنها خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی را کاهش می‌دهند، بلکه از رشد تومورهای غده پروستات و پستان ممانعت کرده و از ضعیف شدن فرآیندهای ایمنولوژیکی جلوگیری می‌کنند (Azcona et al., 2008). امروزه پیشنهاد می‌شود که مقدار اسیدهای چرب n-۳ بلند زنجیر مثل EPA[1] و DHA[2] در خوراک انسان از ۰/۱۵ به ۰/۶۵ گرم در روز برسد (Wistuba et al., 2006).

مشکلی که در رابطه با مصرف ماهی وجود دارد، کاهش جمعیت ماهی جهت صید و نیز آلودگی آب‌هاست. هم‌چنین فصلی بودن صید ماهی، قدرت خرید و تمایل مصرف‌کننده نیز از جمله عواملی هستند که مصرف ماهی را محدود می‌سازند. در چنین مواردی که دسترسی به ماهی و محصولات آن دشوار است، می‌توان مواد غذایی رایج و ارزان قیمت از جمله محصولات طیور را با این مکمل‌ها غنی‌سازی نمود تا همگان از منافع این ترکیبات بهره‌مند گردند. برای کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی نسبت اسیدهای چرب n-6 به n-3 در خوراک بایستی ۵ به ۱ تا ۴ به ۱ باشد. همچنین نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع با چند پیوند دوگانه ۱ به ۱ باشد (Ayerza et al., 2002).

مطالعات نشان داده است که با تغییر مکمل چربی جیره طیور به مدت یک هفته، ترکیب چربی بدن آنها نیز تغییرمی‌نماید به نحوی که یک رابطه خطی نسبت به افزایش مقدار EPA و DHA در جیره وجود دارد (Lopez-Ferrer et al., 2001). هدف از این آزمایش، مطالعه سطوح مختلف روغن ماهی کیلکا (*Clupeonella engrauliformis*) بر ترکیب اسید چرب عضله سینه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ در کل دوره پرورش و طعم گوشت آنهاست. شایان ذکر است که این روغن به عنوان پسماند کارخانه‌های تولید پودر ماهی در شمال ایران به حساب می‌آید (Lopez-Ferrer et al., 2001).

مواد و روش‌ها

طرح آزمایش: این طرح در سالن پرورش طیور گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران با تعداد ۱۱۲ قطعه جوجه نر یک روزه گوشتی سویه راس ۳۰۸ در ۴ باتری پرورشی که هر یک دارای ۴ واحد آزمایشی به ابعاد ۸۵ سانتی‌متر طول،۶۰ سانتی‌متر عرض و ۳۵ سانتی‌متر ارتفاع بودند، در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. جیره‌ها بر اساس کاتالوگ پیشنهادی سویه راس ۳۰۸ توسط Aviagen (2009) تنظیم شدند (جدول ۱) و به صورت آزاد از ۱ روزگی تا ۴۲ روزگی در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. جوجه‌ها تحت برنامه ۲۴ ساعت روشنایی پرورش یافتند. در سن ۴۲ روزگی از هر واحد آزمایشی دو قطعه جوجه که وزنشان به میانگین گروه خود نزدیک بود انتخاب و کشتار شدند.

تعیین ترکیب اسیدهای چرب گوشت: برای اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای چرب در این آزمایش، عضله سینه انتخاب شد زیرا بر اساس تحقیقات انجام شده در گذشته (Miller & Robisch, 1969; Hulan et al., 1988) مشخص شده که میزان ذخیره اسیدهای چرب چند غیراشباع نوع n-3 در عضله سینه بیش از عضله ران بوده است. پس از جداسازی و چرخ کردن عضله سینه، نمونه‌های هر واحد آزمایشی با هم مخلوط و در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز نگهداری شدند. چربی به روش Folch et al. (1957) استخراج شد. روش کار به این نحو بود که ابتدا مخلوط دو حلال قوی کلروفرم و متانول به ترتیب با نسبت ۲ به ۱ تهیه شد (۱۹۰cc کلروفرم و ۹۵cc متانول برای ۱۶ نمونه گوشت). سپس مقدار ۱ گرم از نمونه‌های مخلوط شده مربوط به هر تکرار وزن شد و داخل لوله آزمایش دردار ریخته شد؛ آنگاه ۱۵ سی‌سی محلول تهیه شده فوق به آن اضافه و خوب مخلوط شد و به مدت ۲۴

1. Ecosapentaenoic acid (EPA)
2. Docosahexaenoic acid (DHA)

ساعت در یخچال قرار گرفت (در لوله‌ها باید بسته شود تا حلال تبخیر نگردد). پس از زمان فوق، مقدار ۵ سی‌سی آب مقطر روی نمونه‌ها ریخته و خوب هم زده شد تا در لوله آزمایش ۳ فاز ایجاد شود. فاز بالایی که حاوی متانول و آب است را با سرنگ کشیده و دور ریخته، سپس فاز میانی یعنی گوشت و فاز پائینی یعنی چربی و کلروفورم را داخل قیف مخلوط کننده (دکانتور) ریخته تا فاز پائینی جدا شود. پس از آن‌که محلول پائینی داخل لوله آزمایش ریخته شد، لوله زیر هود در آب ۷۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد و با گاز نیتروژن (N2) بر آن دمیده تا کلروفرم تبخیر شود و چربی باقی بماند. ترکیب اسیدهای چرب به کمک دستگاه کروماتوگرافی گازی (UNICAM 4600, UK) و با استفاده از اسید چرب غیر متیله ۱۵ کربنی (C15:0) به عنوان استاندارد، تعیین شد. شرایط دستگاه کروماتوگرافی عبارتست از: ستونBPX70 ۳۰ متری با شناسه[1] ۰/۲۲ و ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر، دتکتور FID، گاز حامل هلیم، فشار پشت ستون ۲۰psi، دمای انژکتور برابر با ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد، دمای دتکتور برابر با ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد و برنامه دمایی ستون: ۶ دقیقه در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد سپس با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و به مدت ۹ دقیقه در این دما باقی می‌ماند. حال با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسیده وتا پایان زمان اجرا (۴۰ دقیقه) باقی می‌ماند.

1. Identity (ID)

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده جیره‌های مورد استفاده[1] در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی بر حسب کیلوگرم

اجزای جیره	دوره آغازین (۱۰-۰ روزگی)	دوره رشد (۲۸-۱۱ روزگی)	دوره پایانی (۴۲-۲۹ روزگی)
ذرت	۰/۴۵	۰/۵۶	۰/۶۳
کنجاله سویا	۰/۳۱	۰/۲۰	۰/۱۷
کنجاله کانولا	۰/۱۵	۰/۱۴۳	۰/۰۹
گلوتن ذرت	۰/۰۱۶	۰/۰۳	۰/۰۴
روغن*	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
دی کلسیم فسفات	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷۷
پودر صدف	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲۲	۰/۰۱۳۳
نمک	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۳۴
دی-ال- متیونین	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
ال- لیزین	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
مکمل ویتامینی**	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
مکمل معدنی***	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg)	۲۹۰۰	۳۰۰۰	۳۱۵۰
پروتئین خام (٪)	۲۳	۱۹/۸۲	۱۷/۶۹
کلسیم (٪)	۰/۹۶۴	۰/۸۷۱	۰/۸۸۶
فسفر قابل دسترس (٪)	۰/۴۸۲	۰/۴۳۶	۰/۴۴۳

۱- Ross Nutrition Supplement (2009)

* برای تیمار اول در هر سه دوره ۳٪ ترکیب روغنی (روغن‌های سویا، ذرت، آفتاب‌گردان هیدروژنه و غیر هیدروژنه)، تیمار دوم ۱٪ روغن ماهی و ۲٪ ترکیب روغنی، تیمار سوم ۲٪ روغن ماهی و ۱٪ ترکیب روغنی و تیمار چهارم ۳٪ روغن ماهی بوده است.

** این مقدار مکمل در جیره حاوی: ویتامین A ۱۰،۸۰۰واحد بین‌المللی، ویتامین D3 ۲،۴۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۲۱/۶ واحد بین‌المللی ، ویتامین B1 ۲/۱۶ میلی‌گرم، ویتامین B2 ۰/۷۲ میلی‌گرم، ویتامین B3 ۱۲ میلی‌گرم، ویتامین B5 ۳۶ میلی‌گرم، ویتامین B6 ۳/۶ میلی‌گرم، ویتامین B9 ۱/۲ میلی‌گرم، ویتامین B12 ۰/۰۱۸ میلی‌گرم، ویتامین H2 ۰/۱۲میلی‌گرم، ویتامین K3 ۲/۴میلی‌گرم، کولین‌کلراید ۶۰۰ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدان ۰/۱۲ میلی‌گرم.

*** مصرف این مقدار مکمل در جیره تأمین‌کننده مقادیر خالص زیر است: منگنز ۱۲۰ میلی‌گرم، آهن ۶۰ میلی‌گرم، روی ۱۰۲ میلی‌گرم، مس ۱۲ میلی‌گرم، ید ۱/۲ میلی‌گرم و سلنیم ۰/۲۴ میلی‌گرم.

قابلیت پذیرش گوشت: برای ارزیابی مزه، نمونه‌های عضله سینه تیمارها را که طی ۳ ماه در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شده بودند را خارج نموده و پس از یخ‌گشایی (نگه‌داری بسته‌های پلاستیکی منجمد به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم ۳۵ درجه سانتی‌گراد)، بدون هیچ‌گونه افزودنی به مدت ۳۰ دقیقه در آب جوش در ظروف جداگانه آب‌پز نموده و پس از خنک شدن به قطعات مساوی تقسیم‌بندی کرده تا از نظر مزه تست شوند. تست به این نحو بود که ۱۶ نفر از دانشجویان مرد را که از نظر سنی بین ۱۸ تا ۲۸ سال و از نظر حس چشایی کاملاً سالم بودند انتخاب و به هر یک چهار تیمار و هر تیمار دو نمونه داده تا گوشت‌های پخته شده را از نظر بو و طعم ماهی تست کنند. لازم به یادآوری است که افراد بین هر تست آب آشامیده و هیچ نوع اطلاعی از نوع تیمار مصرفی نداشتند. ارزیاب‌ها به صورت روبرو به نمونه‌ها امتیاز می‌دادند: شاخص ۱ (بو یا طعم ماهی ندارد)، شاخص ۲ (کمی بو یا طعم ماهی دارد)، شاخص ۳ (تا حدی بو یا طعم ماهی دارد) و شاخص ۴ (خیلی زیاد طعم یا بوی ماهی دارد). این روش بر اساس آزمایش Mirghelenj et al. (2009) انجام گرفت.

تحلیل آماری: داده‌های آزمایشی با نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 2004) و رویه GLM تحلیل و مقایسه بین حداقل مربعات میانگین‌ها در سطح ۵ درصد انجام گرفت. هم‌چنین داده‌های مربوط به ارزیابی مزه رتبه‌بندی شده بودند. به این نحو که: شاخص ۱ تا ۱/۹۹ (بو یا طعم ماهی ندارد)، شاخص ۲ تا ۲/۹۹ (کمی بو یا طعم ماهی دارد)، شاخص ۳ تا ۳/۹۹ (تا حدی بو یا طعم ماهی دارد) و شاخص ۴ تا ۴/۹۹ (خیلی زیاد طعم یا بوی ماهی دارد).

نتایج و بحث

ترکیب اسیدهای چرب روغن‌های مصرفی و عضله سینه در جدول‌های ۲ و ۳ گزارش شده است. در مطالعه حاضر با مصرف روغن ماهی در جیره، خصوصاً مقایسه دو سطح صفر و ۳ درصد جیره، میزان DHA (C22:6, n-3) از ۰/۰۵۵ به ۰/۹۰۶ میلی‌گرم به گرم اسیدهای چرب افزایش یافت (P<۰/۰۵). هم‌چنین کل اسیدهای چرب چند غیراشباع n-3 از ۰/۲۴۴ به ۱/۳۰۲ میلی‌گرم بر گرم و نیز نسبت اسیدهای چرب n-3 به n-6 از ۰/۰۷۵ به ۰/۴۵۸ میلی‌گرم بر گرم اسیدهای چرب افزایش یافت (P<۰/۰۵). مقدار EPA (C20: 5, n-3) و اسیدلینولنیک (C18:3, n-3) و کل اسیدهای چرب چند غیراشباع نیز در این دو سطح افزایش می‌یابد ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد (P>۰/۰۵). گرچه در این آزمایش با افزایش سطح روغن ماهی، مقدار EPA افزایش معنی‌داری نداشته است ولی این افزایش مطابق با تحقیقات قبل است (Mirghelenj et al., 2009; Azcona et al., 2008; Bou et al., 2004; Jeun-Horng et al., 2002; Ayerza et al., 2002; Lopez-Ferrer et al., 2001; Lopez-Ferrer et al., 1999). علت ناچیز بودن مقدار EPA و DHA عضله سینه جوجه‌های گوشتی مصرف‌کننده روغن ماهی خصوصاً مقدار EPA ممکن است تفاوت در نوع روغن مصرف شده در این آزمایش در مقایسه با آزمایشات قبلی (Azcona et al., 2008; Bou et al., 2004; Ayerza et al., 2002)، و تفاوت در میزان اسیدهای چرب آنها یا اکسیداسیون این اسیدهای چرب طی زمان انجماد باشد. هم‌چنین در آزمایشات قبلی از سطوح بالاتری از منابع اسیدهای چرب n-3 استفاده شده بنابراین نیاز به مطالعه و تکرار بیشتری در این زمینه است. مقدار کل اسیدهای چرب چند غیراشباع n-6 نمونه‌های عضله سینه جیره شاهد نسبت به جیره دارای سه درصد روغن ماهی بیشتر بوده که گرچه از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ولی علت آن می‌تواند مقدار اسیدلینولئیک (C18:2, n-6) بالاتر ترکیب روغن گیاهی نسبت به روغن ماهی مصرف شده در جیره باشد، همچنین اشاره شده است که اسیدلینولئیک پیش‌ساز سایر اسیدهای چرب n-6 است (Lopez-Ferrer et al., 2001). نتایج حاصل از این آزمایش برای کل اسیدهای چرب چند غیراشباع n-6 و n-3 و نیز نسبت اسیدهای چرب n-3 به n-6 مطابق تحقیقات Jeun-Horng et al., (2002) است. Huang (1996) گزارش کرد، میزان اسیدهای چرب n-3 درگوشت خام سینه و ران جوجه‌هایی که مکمل روغن ماهی دریافت کرده بودند بیش از گروه شاهد بوده است. مقدار اسید آراشیدونیک

(C20:4, n-6) نمونه‌های عضله سینه جوجه‌های مصرف‌کننده جیره شاهد در مقایسه با جوجه‌های مصرف‌کننده سه درصد روغن ماهی بالاتر بود که گرچه از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد، ولی علتش را می‌توان به تبدیل بیشتر اسید لینولئیک به اسید آراشیدونیک نسبت داد (Soufisiavash & Janmohammadi, 2004)، زیرا روغن گیاهی مصرفی از نظر اسید لینولئیک، نسبت به روغن ماهی خیلی غنی‌تر است. مطالعات نشان داده است که با افزایش نسبت اسیدهای چرب n-3 به n-6، تبدیل اسید لینولئیک به سایر مشتقاتش از جمله اسید آراشیدونیک طی فرآیند تطویل و غیراشباع‌سازی کاهش می‌یابد (Bezard et al., 1994). در آزمایش Lopez-Ferrer et al. (1999) مشاهده شد که با جایگزین کردن روغن بذر کتان به جای روغن ماهی طی ۲ تا ۳ هفته قبل از کشتار، تغییری در کل اسیدهای چرب n-3 ایجاد نشد.

جدول۲- ترکیب اسیدهای چرب (میلی‌گرم بر گرم از کل اسیدهای چرب) روغن ماهی کیلکا و روغن گیاهی مصرفی

اسید چرب	نوع روغن	
	روغن گیاهی[1]	روغن ماهی
C14:0	۴/۵۰۵	۲۳/۴۶۷
C16:0	۲۰۰/۹۱۹	۱۴۹/۷۵۲
C16:1	۴۸/۳۷۴	۳۱/۴۸۲
C17:0	۰/۶۷۲	۷/۶۹۲
C17:1	۱/۷۴۷	۶/۰۲۰
C18:0	۵۱/۳۵۶	۳۴/۱۵۰
C18:1	۳۸۰/۵۸۰	۲۱۵/۲۹۱
C18:2 (*n-6*)	۱۸۴/۹۱۸	۱۷/۷۳۹
C18:3 (*n-3*)	۹/۸۶۵	۸/۲۴۲
C20:0	۰/۹۵۶	۱/۹۴۳
C20:1	۲/۷۰۱	۱۲/۳۶۶
C20:4 (*n-6*)	۱/۶۹۰	۳/۲۰۴
C20:5 (*n-3*) *EPA*	ناچیز	۴۰/۲۶۴
C21:0	۰/۹۸۸	۲/۱۴۸
C22:2	ناچیز	۴/۵۱۹
C22:5	ناچیز	۴/۷۱۰
C22:6 (*n-3*) *DHA*	ناچیز	۱۲۸/۹۲۱
C24:0	ناچیز	۳/۷۷۹
total SFA[2]	۲۵۹/۳۹۶	۲۲۲/۹۲۹
total MUFA[3]	۴۳۳/۴۰۲	۲۶۵/۱۶۴
total PUFA[4]	۱۹۶/۴۷۳	۲۰۷/۶۰۴
total n-6 PUFA[5]	۱۸۶/۶۰۷	۲۰/۹۴۴
total n-3 PUFA[6]	۹/۸۶۵	۱۷۷/۴۳۱
∑n-3 to ∑n-6 ratio[7]	۰/۰۵۳	۸/۴۷۲

۱. ترکیب روغنی شامل مخلوط روغن‌های سویا، ذرت، کانولا، آفتاب‌گردان هیدروژنه و غیر هیدروژنه است.

۲. کل اسیدهای چرب اشاع شامل:$C_{14:0}$،$C_{16:0}$، $C_{17:0}$، $C_{18:0}$، $C_{20:0}$، $C_{21:0}$، $C_{24:0}$.

۳. کل اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه شامل: $C_{16:1}$، $C_{17:1}$، $C_{18:1}$، $C_{20:1}$.

۴. کل اسیدهای چرب چند غیراشباع شامل: $C_{18:2}$ ، $C_{18:3}$، $C_{20:4}$، $C_{20:5}$، $C_{22:2}$، $C_{22:5}$، $C_{22:6}$.

۵. کل اسیدهای چرب n-6 شامل: $C_{18:2}$، $C_{20:4}$.

۶. کل اسیدهای چرب n-3 شامل: $C_{18:3}$، $C_{20:5}$، $C_{22:6}$.

۷. نسبت کل اسیدهای چرب چند غیراشباع n-3 به n-6.

جدول ۳- اثر تغذیه نسبت‌های مختلف روغن ماهی روی ترکیب اسیدهای چرب عضله سینه جوجه خروس‌های گوشتی

اسید چرب (mg/g)	T3	T2	T1	[1]T0	Model p-value	SEM
C14:0	۰/۱۷۹[a]	۰/۰۵۲[ab]	۰/۰۶۰[ab]	۰/۰۲۳[b]	۰/۰۸۶	۰/۰۴
C16:0	۵/۰۱۰[a]	۱/۴۳۷[b]	۲/۶۵۰[ab]	۲/۵۷۹[ab]	۰/۰۶۸	۰/۸۲
C16:1	۱/۱۶۷	۰/۴۶۶	۰/۴۳۱	۰/۵۶۷	۰/۲۳۴	۰/۲۶
C17:0	۰/۰۳۹	ناچیز	۰/۰۲۴	۰/۲۵۵	۰/۴۵۶	۰/۱۲
C17:1	۰/۰۲۹	۰/۱۲۴	ناچیز	۰/۱۲۴	۰/۵۰۷	۰/۰۷
C18:0	۱/۰۶۷	۰/۷۰۴	۰/۸۸۳	۰/۹۴۰	۰/۸۴۶	۰/۲۹
C18:1	۵/۸۰۴[a]	۳/۵۷۸[ab]	۳/۰۳۲[ab]	۱/۳۷۸[b]	۰/۰۳۳	۰/۸۶
C18:2 (*n-6*)	۲/۵۳۵	۱/۶۲۴	۱/۹۸۷	۲/۵۹۸	۰/۲۹۱	۰/۳۹
C18:3 (*n-3*)	۰/۱۳۵	۰/۰۵۸	۰/۰۸۰	۰/۱۰۳	۰/۷۲۸	۰/۰۵
C20:0	۰/۰۲۹	۰/۰۹۴	۰/۰۱۰	ناچیز	۰/۵۹۰	۰/۰۵
C20:1	۰/۰۲۵[a]	ناچیز[b]	۰/۰۰۹[ab]	۰/۰۱۷[ab]	۰/۱۵۳	۰/۰۱
C20:4 (*n-6*)	۰/۱۸۰	۰/۱۰۲	۰/۱۲۹	۰/۶۰۲	۰/۳۹۲	۰/۲۲
C20:5 (*n-3*) *EPA*	۰/۲۶۲	۰/۱۰۵	۰/۰۶۷	۰/۰۸۷	۰/۲۱۴	۰/۰۷
C21:0	۰/۰۴۳	۰/۰۲۲	۰/۰۵۰	۰/۳۲۷	۰/۲۵۴	۰/۱۱
C22:2	ناچیز	ناچیز	۰/۰۱۱	۰/۱۶۸	۰/۱۹۳	۰/۰۶
C22:5	ناچیز	ناچیز	۰/۰۳۲	۰/۰۳۴	۰/۶۳۱	۰/۰۲
C22:6 (*n-3*) *DHA*	۰/۹۰۶[a]	۰/۲۳۵[b]	۰/۳۳۳[b]	۰/۰۵۵[b]	۰/۰۰۷	۰/۱۳
C24:0	۰/۱۸۵	۰/۰۱۰	۰/۰۶۷	۰/۲۶۱	۰/۴۴۵	۰/۱۱
total SFA[2]	۶/۵۵۱[a]	۲/۳۱۸[b]	۳/۷۴۴[ab]	۴/۳۸۴[ab]	۰/۱۵۲	۱/۱۷
total MUFA[3]	۷/۰۲۵[a]	۴/۱۶۸[ab]	۳/۴۷۱[ab]	۲/۰۸۶[b]	۰/۰۵۷	۱/۰۹
total PUFA[4]	۴/۰۱۷	۲/۱۲۳	۲/۶۴۰	۳/۶۴۴	۰/۲۵۳	۰/۶۹
total n-6 PUFA[5]	۲/۷۱۵	۱/۷۲۶	۲/۱۱۶	۳/۱۹۹	۰/۲۰۴	۰/۴۷
total n-3 PUFA[6]	۱/۳۰۲[a]	۰/۳۹۷[b]	۰/۴۸۱[b]	۰/۲۴۴[b]	۰/۰۳۴	۰/۲۲
∑n-3 to ∑n-6 ratio[7]	۰/۴۵۸[c]	۰/۲۴۰[b]	۰/۲۲۳[b]	۰/۰۷۵[a]	۰/۰۰۰۳	۰/۰۴

۱. T0 (۰٪ روغن ماهی + ۳٪ ترکیب روغنی)، T1 (۱٪ روغن ماهی + ۲٪ ترکیب روغنی)، T2 (۲٪ روغن ماهی + ۱٪ ترکیب روغنی) و T3 (۳٪ روغن ماهی + ۰٪ ترکیب روغنی)

۲. کل اسیدهای چرب اشاع شامل:$C_{14:0}$،$C_{16:0}$, $C_{17:0}$, $C_{18:0}$, $C_{20:0}$, $C_{21:0}$, $C_{24:0}$.

۳. کل اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه شامل: $C_{16:1}$, $C_{17:1}$, $C_{18:1}$, $C_{20:1}$.

۴. کل اسیدهای چرب چند غیراشباع شامل: $C_{18:2}$, $C_{18:3}$, $C_{20:4}$, $C_{20:5}$, $C_{22:2}$, $C_{22:5}$, $C_{22:6}$.

۵. کل اسیدهای چرب n-6 شامل: $C_{18:2}$, $C_{20:4}$.

۶. کل اسیدهای چرب n-3 شامل: $C_{18:3}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$.

۷. نسبت کل اسیدهای چرب چند غیراشباع n-3 به n-6.

* میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک لاتین نیستند، اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) دارند.

همچنین میزان اسید آراشیدونیک داخل عضله سینه و ران جوجه‌هایی که به مدت ۵ هفته با روغن بذر کتان تغذیه شده بودند، کمتر از جوجه‌هایی بود که روغن ماهی دریافت کرده بودند. دلیل این امر چنین ذکر شده که اولاً روغن بذر کتان دارای اسید آراشیدونیک ناچیزی است، ثانیاً این مقدار جزئی باید طی فرآیند تطویل و غیراشباع شدن پیش‌سازهای آن به وجود آمده باشد. اگرچه در این آزمایش با مصرف ۳ درصد روغن ماهی، اسید آراشیدونیک کاهش غیرمعنی‌داری پیدا کرد ولی این کاهش برای سلامتی انسان می‌تواند مفید باشد، زیرا مشخص شده است که این اسیدچرب پیش‌ساز تعدادی از ایکوزانوئیدهای پیش‌التهابی است (Simopoulos, 2000). همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، با مصرف روغن ماهی به میزان سه درصد جیره نسبت به عدم مصرف آن، مقدار اسید چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه اولئیک (C18:1) افزایش می‌یابد که این نتیجه مشابه نتایج برخی مطالعات قبلی است به گونه‌ای که مصرف برخی انواع روغن و آرد ماهی میزان MUFA را

افزایش می‌دهند (Ratanayake et al., 1989; Hulan et al., 1988 [1,2]). همان‌طور که برای دو تیمار شاهد و سه درصد روغن ماهی مشاهده می‌شود، با افزایش مصرف روغن ماهی میزان اسید چرب اشباع پالمیتیک (C16:0) افزایش می‌یابد که مشابه نتایجی است که طی تحقیقات قبلی با مصرف روغن و آرد ماهی به‌دست آمده بودند (Ratanayake et al., 1989; Miller & Robisch, 1969). در این آزمایش مقدار اسید چرب اشباع میریستیک اسید (C14:0)، به خصوص بین دو تیمار شاهد و سه درصد روغن ماهی، افزایش یافته (P<۰/۰۵) که این افزایش مطابق نتایج آزمایشات قبل (Jeun-Horng et al., 2002) است. به طور کلی حضور اسیدهای چرب اشباع در بدن پرنده بستگی به حضور آنها در جیره، نرخ اکسیداسیون و ساختشان در کبد دارد (Nir et al., 1988). همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود نتایج حاصل از تیمارهای ۲ و ۳ برای کل اسیدهای چرب چند غیراشباع n-3 وn-6 و LA[1] و LNA[2] و AA[3] و DHA و EPA و PUFA[4] و برخی دیگر از اسیدهای چرب، فاقد یک روند مشخص است که دلیل این امر می‌تواند اثر رقیق شدگی اسیدهای چرب دو نوع روغن مصرف شده به علت آمیختن آنها و تعداد تکرار کمتر نمونه‌ها باشد.

همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شد، در این آزمایش، با افزایش درصد روغن ماهی در جیره جوجه‌های گوشتی و ذخیره‌سازی گوشت به مدت ۳ ماه در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد، ویژگی‌های ارگانولپتیکی گوشت‌ها تغییر پیدا کرد به نحوی که عدم مصرف و یک درصد روغن ماهی در جیره تأثیری بر بو یا طعم گوشت‌های پخته شده نداشته است ولی مصرف دو و سه درصد روغن ماهی به ترتیب باعث شده‌اند گوشت‌ها در حد کم تا متوسط بو یا طعم ماهی بگیرند (P<۰/۰۵). تحقیقات نشان داده که افزایش زمان ذخیره‌سازی گوشت‌های غنی از اسیدهای چرب غیراشباع می‌تواند طعم ماهی را در نمونه‌ها افزایش داده و قابلیت پذیرش آنها را برای مصرف‌کننده کاهش دهد که علت این امر افزایش تخریب اسیدهای چرب غیراشباع است (Jeun-Horng et al., 2002). Bou et al. (2004) پیشنهاد کردند که با به کارگیری روغن ماهی در جیره و مصرف ۷۰ یا ۱۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل آلفا- توکوفرول استات در جیره، می‌توان پس از پنج ماه ذخیره‌سازی، گوشت غنی از اسیدهای چرب n-3 داشت. Mirghelenj et al. (2009) نیز نشان دادند که مصرف مقادیر صفر تا ۲ درصد روغن ماهی کیلکا از ۲۸ تا ۴۲ روزگی در جوجه‌های گوشتی تأثیر نامطلوبی بر قابلیت پذیرش مصرف‌کنندگان ندارد. Lopez-Ferrer et al. (2001) نشان دادند که مصرف روغن ماهی به میزان ۱ درصد جیره همراه با ۳ درصد روغن بذر کتان و ۴ درصد پیه به مدت ۲ هفته و ۱ هفته قبل از کشتار، همراه با ۱۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم توکوفرول تأثیری بر طعم گوشت نخواهد داشت و این در حالی است که می‌توان اسیدهای چرب n-3 بلند زنجیر با چند پیوند غیراشباع را برای بدن انسان فراهم نمود؛ البته برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند که استفاده از روغن ماهی در مقادیر بیش از ۴٪ و ۲٪ جیره، می‌توانند باعث ایجاد بوی ماهی در گوشت جوجه‌های گوشتی شوند (Edwards et al., 1965; Dansky, 1962).

1. Linoleic Acid
2. Linolenic Acid
3. Arachidonic Acid
4. Poly unsaturated fatty acid

جدول ۴- ویژگی‌های مزه عضله سینه جوجه‌خروس‌های گوشتی مصرف‌کننده سطوح مختلف روغن ماهی

صفت	T3	T2	T1	†T0	Model p-value
طعم	۳/۳۴[a]	۲/۶۶[b]	۱/۹۴[c]	‡۱/۵۹[c]	<۰/۰۰۰۱
بو	۳/۰۳[a]	۲/۲۵[b]	۱/۷۵[c]	۱/۴۱[c]	<۰/۰۰۰۱

† T0 (۰٪ روغن ماهی + ۳٪ ترکیب روغنی)، T1 (۱٪ روغن ماهی + ۲٪ ترکیب روغنی)، T2 (۲٪ روغن ماهی + ۱٪ ترکیب روغنی) و T3 (۳٪ روغن ماهی + ۰٪ ترکیب روغنی).

‡ شاخص ۱ تا ۱/۹۹ (بو یا طعم ماهی ندارد)، شاخص ۲ تا ۲/۹۹ (کمی بو یا طعم ماهی دارد)، شاخص ۳ تا ۳/۹۹ (تا حدی بو یا طعم ماهی دارد) و شاخص ۴ تا ۴/۹۹ (خیلی زیاد طعم یا بوی ماهی دارد).

* میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک لاتین نیستند، اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) دارند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تغذیه یا جایگزینی روغن ماهی به میزان یک درصد جیره می‌تواند نسبت اسیدهای چرب چند غیراشباع n-3 به n-6 را در گوشت مرغ بهبود بخشیده و کیفیت آن را جهت مصارف انسانی بخصوص مبتلایان به بیماری‌های قلبی و عروقی افزایش دهد بدون آنکه گوشت پس از ۳ ماه ذخیره‌سازی در فریزر بو یا طعم ماهی بگیرد.

سپاسگزاری

هزینه این تحقیق از محل اعتبارات معاونت محترم پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران تأمین شده است که تقدیر و تشکر می‌گردد.

REFERENCES

1. Ayerza, R., Coates, W. & Lauria, M. (2002). Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as an ω-3 fatty acid source for broilers: Influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics. *Poult. Sci*., 81, 826-837.
2. Azcona, J. O., Garcia, P. T., Cossu, M. E., Iglesias, B. F., Picallo, A., Perez, C., Gallinger, C. I., Schang, M. J. & Canet, Z. E. (2008). Meat quality of Argentinean ''Camperos" chicken enhanced in omega-3 and omega-9 fatty acids. *Meat. Sci*., 79, 437-443.
3. Bezard, J., Blond, J. P., Bernard, A. & Clouet, P. (1994). The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues. *Reprod. Nutr. Dev*., 34, 539-568.
4. Bou, R., Guardiola, F., Tres, A., Barroeta, A. C. & Codony, R. (2004). Effect of Dietary Fish Oil, α-Tocopheryl Acetate, and Zinc Supplementation on the Composition and Consumer Acceptability of Chicken Meat. *Poult. Sci*., 83, 282-292.
5. Dansky, L. M. (1962). The growth promoting properties ofmenhaden fish oil as influenced by various fats. *Poul. Sci.*, 41, 1352-1354.
6. Edwards, H. M. J. & May, K. N. (1965). Studies with menhaden oil in practical-type broiler rations. *Poult. Sci*., 44, 685-688.
7. Folch, J., Less, M. & Sloane-Stanley, G. M. (1957). A simplemethod for the isolation and purification of total lipids fromanimal tissues. *J. Biol. Chem*., 226, 497-509.
8. Huang, H. C. (1996). *Effect of dietary fish oil and α-tocopheryl acetate on chemical and microbiological properties of chicken*. Taichung, Taiwan, ROC: Tunghai University. (In Chinese)
9. Hulan, H. W., Ackman, R. G., Ratanayake, W. M. N. & Proudfoot, F. G. (1988). Omega-3 fatty acid levels and general performance of commercial broilers fed practical levels of redfish meal. *Poult. Sci*., 68, 153-162.
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. Jeun-Horng, L., Yuan-Hui, L. & Chun-Chin. K. (2002). Effect of dietary fish oil on fatty acid composition, lipid oxidation and sensory property of chicken frankfurters during storage. *Meat. Sci*., 60, 161-167.
12. Lopez-Ferrer, S., Baucells, M. D., Barroeta, A. C. & Grashorn, M. A. (2001). n-3 Enrichment of chicken meat. 1. Use of Very Long-Chain Fatty Acids in Chicken Diets and Their Influence on Meat Quality: Fish oil. *Poult. Sci*., 80, 741-752.
13. Lopez-Ferrer, S., Baucells, M. D., Barroeta, A. C. & Grashorn, M. A. (1999). n-3 Enrichment of Chicken Meat Using Fish Oil: Alternative Substitution with Rapeseed and Linseed Oils. *Poult. Sci*., 78, 356-365.
14. Miller, D. & Robisch, P. (1969). Comparative effect of herring, menhaden, and safflower oils on broiler tissues fatty acid composition and flavor. *Poult. Sci*., 48, 2146-2157.
15. Mirghelenj, S. A., Golian, A. & Taghizade, V. (2009). Enrichment of chicken meat with long chain omega-3 fatty acids through dietary fish oil. *Res. J. Biolog. Sci*., 4(5), 604-608.
16. Nir, I., Nitzan, Z. & Keren-Zvi, S. (1988). Fat deposition in birds. In: B. Leclercq and C. C. Whitehead (Eds.). *Leanness in domestic birds*. (pp. 141-174). Butterworth, London.
17. Ratanayake, W. M. N., Ackman, R. G. & Hulan, H. W. (1989). Effect of redfish meal enriched diets on the taste and n-3 PUFA of 42-day-old broiler chickens. *J. Sci. Food Agric*., 49, 59-74.
18. Ross Nutrition Supplement. (2009). From *http://www.aviagen.com/*
19. SAS Institute. (2004). *SAS user's guide: Statistics*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
20. Simopoulos, A. P. (2000). Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poult. Sci*., 79, 961-970.

21. Soufisiavash, R. & Janmohammadi, H. (2004). *Animal nutrition*. (5th ed.). Amidi publication, p: 60. (In Farsi)
22. Wistuba, T. J., Kegley, E. B. & Apple, J. K. (2006). Influence of fish oil in finishing diets on growth performance, carcass characteristics, and sensory evaluation of cattle. *Anim. Sci*., 84, 902-909.