

تأثیر سطوح جیره‌ای پودر برگ کنگر فرنگی بر کیفیت گوشت ران و سینه و رخ‌نمای اسیدهای چرب گوشت سینه در بلدرچین ژاپنی

فیروز صمدی^{۱*}، فاطمه عباسی^۲ و صبا صمدی^۳

۱ و ۲. دانشیار و دانشجوی دکتری فیزیولوژی دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳. دانشجوی دکتری گیاهان دارویی، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۲۴)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر پودر برگ کنگر فرنگی بر فراسنجه‌های کیفی گوشت ران و سینه و نیز رخ‌نمای (پروفایل) اسیدهای چرب سینه، ۲۴۰ قطعه بلدرچین ژاپنی در چهار تیمار شامل جیره پایه (شاهد)، جیره پایه مکمل شده با سطوح ۱۵ و ۳۰ گرم در کیلوگرم پودر کنگر فرنگی و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E با چهار تکرار در قالب طرح کامل تصادفی استفاده شد. پودر کنگر فرنگی و ویتامین E منجر به کاهش مالون‌دی‌آلدئید گوشت ران شد. جیره حاوی ۱۵ گرم در کیلوگرم پودر کنگر فرنگی مقدار اسیدهای چرب اشباع (SFA) گوشت سینه را کاهش داد. میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند دوگانه و بیش از یک باند دوگانه (PUFA) در گوشت سینه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مقادیر آلفالینولئیک اسید و PUFA در گوشت سینه پرندگان تیمار شده با پودر کنگر فرنگی بیشتر از پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره مکمل شده با ویتامین E بود. نسبت PUFA به SFA، مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ و نسبت امگا-۶ به امگا-۳ برای پرندگان تیمار شده با پودر کنگر فرنگی گرایش به بهبود داشت. این بررسی نشان داد که سطوح جیره‌ای ۱۵ و ۳۰ گرم در کیلوگرم پودر برگ کنگر فرنگی سبب افزایش اسید لینولئیک و در نتیجه بهبود نسبی ارزش تغذیه‌ای گوشت سینه بلدرچین می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بلدرچین ژاپنی، رخ‌نمای اسیدهای چرب، کنگر فرنگی، کیفیت گوشت.

مقدمه

چرب فرآورده‌های دامی همچون گوشت، در سال‌های اخیر توجه ویژه شده است (Narciso-Gaytan *et al.*, 2010). احتمال مبتلا شدن به سرطان کولون در مصرف گوشت قرمز در مقایسه با گوشت سفید (Bingham *et al.*, 2002)، به همراه آسانی تغییر و اصلاح ترکیبات گوشت طیور سبب شده است تا به گوشت طیور توجه بیشتری شود. با توجه به اینکه ترکیبات چربی گوشت طیور برخلاف نشخوارکنندگان

تغییر سبک زندگی انسان در جامعه‌های شهری، مبتنی بر تحرک کم همراه با استفاده از غذاهای آماده و چرب^۱، سبب افزایش شیوع بیماری‌های خطرناک سوخت‌وسازی (متابولیکی) و قلبی-عروقی شده است (Lopez-Garcia *et al.*, 2004; Kris-Etherton *et al.*, 2004). از این‌رو، تحقیقات مرتبط با کاهش میزان چربی، کلسترول و به‌ویژه اصلاح ترکیب اسیدهای

گیاه‌زایی (فیتوژنیک) موجود در گیاهان دارویی دارای خواص پاداکسندگی (Zhu *et al.*, 2004) هستند و در مهار اکسایش و تغییر ترکیب چربی‌های لاشه مؤثرند (Brenes and Roura, 2010; Sugiharto *et al.*, 2011; Velasco & Williams, 2011). آرتیشو یا کنگر فرنگی (*Cynara scolymos* L.) گیاهی از خانواده کاسنی است که برگ آن حاوی ترکیبات فنولی، فلاوونوئیدی و اسیدی است (Zhu *et al.*, 2004). اسیدکافئیک و استرهای اسیدکینیک و اسید کافئیک، کلروژنیک و سودوکلروژنیک اسید، نئوکلروژنیک اسید، سینارین و دی کافئیل کینیک اسید از ترکیبات عمده این گیاه به‌شمار می‌آیند (Schutz *et al.*, 2004; Wittemer *et al.*, 2005). سینارین ساخت کلسترول را در کبد کاهش می‌دهد. افزون بر این، سینارین با تحریک ترشحات صفرا، تبدیل کلسترول به اسیدهای صفراوی را افزایش می‌دهد (Wojcicki, 2004). با توجه به محتوای پاداکسندگی کنگر فرنگی و نیز با توجه به اینکه تاکنون در زمینه تأثیر آن بر کیفیت و نیز رخ‌نمای اسیدهای چرب گوشت بلدرچین ژاپنی تحقیقی انجام نشده است، در این بررسی اثرات پاداکسندگی کنگر فرنگی بر کیفیت گوشت ران و سینه و نیز رخ‌نمای اسیدهای چرب گوشت سینه بلدرچین ژاپنی بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده از ۲۴۰ قطعه بلدرچین ژاپنی (مخلوط جنس) در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تیمار، چهار تکرار و پانزده قطعه بلدرچین در هر تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه مکمل‌شده با ۱۵ و ۳۰ گرم در کیلوگرم پودر کنگر فرنگی و یا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E (پرمیکس) بودند. جیره غذایی پایه بنا بر توصیه‌های انجمن ملی تحقیقات (۱۹۹۴) برای نیازهای غذایی بلدرچین ژاپنی تنظیم شد (جدول ۱). پرنده‌ها به مدت چهل‌ودو روز روی بستر پرورش یافتند و در طول دوره پرورش به آب و خوراک دسترسی آزاد داشتند. برنامه نوردی به‌صورت پیوسته بود. در سن ۴۲ روزگی، از هر واحد آزمایشی دو پرنده که از نظر وزنی

به‌آسانی تحت تأثیر ترکیبات جیره غذایی تغییر می‌کند، اصلاح الگوی اسیدهای چرب لاشه طیور می‌تواند تأثیر زیادی در بهبود و ارتقاء سلامت انسان داشته باشد. بررسی‌های بسیاری نشان داده است که ترکیب چربی (لیپید)های لاشه طیور همسانی زیادی با ترکیب چربی‌ها در خوراک مصرفی آن دارد (Salma *et al.*, 2007). از سوی دیگر، مصرف جیره‌های غنی از غلات، همچنان که امروزه در پرورش طیور مرسوم است، موجب تناسب نداشتن اسیدهای چرب لاشه طیور با نیازهای بدن انسان می‌شود (Ponte *et al.*, 2008). گزارش شده است که سلامت انسان بر پایه نسبت ۱ به ۱ اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ استوار است، درحالی‌که نسبت فوق در غذاهای امروزی در حدود ۱۵ تا ۱۶/۷ به ۱ است (Simopoulos, 2008). شیوع رو به افزایش بیماری‌های خطرناک قلبی-عروقی، سرطان‌ها (به‌ویژه سرطان سینه) و بیماری‌های خود ایمنی به نسبت بالای امگا-۶ به امگا-۳ در جیره غذایی انسان نسبت داده شده است (Simopoulos, 2008). بنابراین، تغییر و اصلاح رخ‌نمای (پروفایل) اسیدهای چرب لاشه طیور در جهت تأمین نیازهای غذایی انسان از یک‌سو و کاهش ابتلا به بیماری‌های خطرناک سوخت‌وسازی و قلبی-عروقی از سوی دیگر، یک ضرورت است. از سوی دیگر فسادپذیری گوشت طیور به دلیل محتوای فسفولیپیدی آن در مقایسه با گوشت قرمز بالاتر است، لذا اصلاح ترکیب اسیدهای چرب لاشه طیور و یا حفاظت از آن‌ها در برابر فرآیند اکسایش (اکسیداسیون) منجر به کاهش فسادپذیری گوشت طیور می‌شود (Narciso-Gaytan *et al.*, 2011). هرچند پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدان)های مصنوعی با تأخیر در آغاز پراکسیداسیون چربی‌ها سبب کاهش فسادپذیری گوشت می‌شوند، اما خواص سرطان‌زایی آن‌ها همچنان نگران‌کننده است (Altmann *et al.*, 1986; Van Esch, 1686). بنابراین، در سال‌های اخیر استفاده از گیاهان دارویی حاوی ترکیبات دارای خاصیت پاداکسندگی به‌منظور مهار واکنش‌های پراکسیداسیون و تغییر در ترکیب چربی‌های لاشه موردتوجه محققان و مصرف‌کنندگان قرار گرفته است. گزارش شده است که ترکیبات

همچنین از گاز هلیوم خالص با سرعت عبور ۰/۵ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد. در نهایت بر پایه زمان بازداری، پیک‌های خروجی و انطباق با پیک‌های استاندارد، نوع هر اسید چرب مشخص شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (2003) انجام شد. میانگین تیمارها برای هر متغیر با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد. سطح احتمال معنی‌داری به‌جز موارد یادشده، $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

جدول ۱. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره

غذایی برای سن ۱ تا ۴۲ روزگی

Table 1. Ingredients and composition of diet for 1-42 day old

| Item | % |
|-----------------------------|-------|
| Corn | 48.92 |
| Soybean meal | 45.1 |
| Soybean oil | 2.89 |
| Dicalcium phosphate | 0.75 |
| Limestone | 1.34 |
| Salt | 0.35 |
| Mineral permix ¹ | 0.25 |
| Vitamin permix ² | 0.25 |
| DL- Methionine | 0.15 |
| Chemical composition (%) | |
| ME (Kcal/Kg) | 2900 |
| CP | 24 |
| Calcium | 0.8 |
| Available phosphorus | 0.3 |
| Sodium | 0.15 |
| Lysine | 1.39 |
| Methionine | 0.5 |
| Methionine+Cysteine | 0.88 |

۱. هر کیلوگرم مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر بود: منگنز ۶۶۱۴۰ میلی‌گرم، آهن ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم، روی ۹۹۶۰۰ میلی‌گرم، مس ۱۶۰۰۰ میلی‌گرم، ید ۶۴۰ میلی‌گرم و کولین ۱۳۴۱۴۰ میلی‌گرم بود.

۲. هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین‌کننده مواد زیر بود: ویتامین A ۳۶۰۰۰۰ IU، ویتامین D₃ ۸۰۰۰۰۰ IU، ویتامین K₃ ۱۶۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B₁ ۷۲۰ میلی‌گرم، ویتامین B₂ ۳۳۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B₃ ۴۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B₅ ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B₆ ۱۲۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B₉ ۵۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B₁₂ ۶۰۰ میلی‌گرم و ویتامین H₂ ۲۰۰۰ میلی‌گرم بود.

1. The mineral premix provided (per Kg of feed): Mn 66140 mg, Fe 100000mg, Zn 99600 mg, Cu 16000 mg, I 640 mg and choline chloride 134140 mg.

2. The vitamin premix provided (per Kg of feed): vitamin A 3600000 IU, vitamin D₃ 800000 IU, vitamin K₃ 1600 mg, vitamin B₁ 720 mg, vitamin B₂ 3300 mg, vitamin B₃ 4000 mg, vitamin B₅ 12000 mg, vitamin B₆ 1200 mg, vitamin B₉ 500 mg, vitamin B₁₂ 600 mg, and vitamin H₂ 2000 mg.

نزدیک به میانگین گروه خود بودند، انتخاب و کشتار شدند. نمونه‌های گوشت ران و سینه هر دو پرنده برای ارزیابی کیفی گوشت استفاده شد. در ارزیابی کیفی، فراسنجه‌های پایداری چربی‌ها، pH، ظرفیت نگهداری آب و درصد رطوبت گوشت سنجیده شد. برای بررسی وضعیت پراکسیداسیون چربی‌ها میزان مواد واکنش‌دهنده با تیوباربیتوریک اسید (مالون‌دی‌آلدئید) اندازه‌گیری شد (Ke *et al.*, 1997). برای تعیین ظرفیت نگهداری آب، ابتدا ۱ گرم نمونه گوشت درون کاغذ صافی قرار گرفت و به مدت چهار دقیقه در دور ۱۵۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس نمونه گوشت در آون (دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت دوازده ساعت) خشک شد. درصد نگهداری آب گوشت از راه تفاضل اوزان نمونه در پس از سانتریفیوژ کردن و پس از آون محاسبه شد (Castellini *et al.*, 2002). رطوبت گوشت با قرار دادن نمونه در آون در دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس به مدت شانزده ساعت تعیین شد.

با توجه به اینکه میزان ذخیره اسیدهای چرب غیراشباع به‌ویژه امگا-۳ در گوشت سینه بیش از ران است (Hulan *et al.*, 1989, Gonzales-Esquera & Leeson, 2001; Miller & Robisch, 1969)، لذا برای اندازه‌گیری رخ‌نمای اسیدهای چرب از ماهیچه سینه استفاده شد. بدین منظور، پس از کشتار نمونه‌هایی از ماهیچه سینه جدا شد و تا زمان انجام آزمایش‌های مربوطه در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. به‌منظور بررسی رخ‌نمای اسیدهای چرب، بر اساس روش Folch *et al.* (1956) ۱/۵ گرم از بافت ماهیچه سینه به کمک هموژنایزر همگن و چربی آن با حلال متانول کلروفرم استخراج شد. سپس متیل استر اسیدهای چرب تهیه شد. از لایه هگزان حاوی فرم متیل استر اسیدهای چرب برای رنگ‌نگار گازی (گاز کروماتوگرافی) استفاده شد (Ofallon *et al.*, 2007). برای تعیین رخ‌نمای اسیدهای چرب از دستگاه رنگ‌نگار گازی (Hewlett Packard-5890) متصل به دتکتور یونیزان اشعه، کنترلر HP-7673 به همراه اینگریتر HP-3396، استفاده شد. از ستون موینه به طول ۱۰۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و قطر ذرات ۰/۲ میکرومتر از نوع SP-2560 استفاده شد.

نتایج و بحث

به نظر می‌رسد محتوای گلیکوژن گوشت سینه به نظر می‌رسد محتوای گلیکوژن گوشت سینه (Kotula & Wang, 1994) دلیل کاهش pH (اسیدیته بالا) گوشت سینه در مقایسه با گوشت ران باشد. ظرفیت نگهداری آب گوشت ران و سینه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و جنسیت قرار نگرفت. گزارش شده است که ظرفیت نگهداری آب به میزان pH وابسته است که با تغییرات pH در این بررسی هم‌خوانی دارد (Dransfield & Sosnicki 1999). درصد رطوبت گوشت ران و سینه نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و جنسیت قرار نداشت، اما میزان آن در تیمارهای محتوای پاداکسنده افزایش جزئی داشت. در این رابطه گزارش شده است (Lahoky et al., 2005) که ترکیبات پاداکسنده با تقویت ساختار چربی غشاء یاخته‌ای بازدارنده هدررفت رطوبت گوشت می‌شوند. اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه از اجزاء مهم بخش فسفولیپیدی غشاء یاخته‌ای هستند. اسیدهای یادشده تحت تأثیر اکسنده‌ها و رادیکال‌های آزاد سبب افزایش نفوذپذیری و در نتیجه افزایش اتلاف رطوبت گوشت می‌شوند (Lambert et al., 2001).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر رخ‌نمای اسیدهای چرب گوشت سینه و نسبت آن‌ها در جدول‌های ۳ و ۴ آمده است. میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA)^۲ گوشت سینه شامل مریستیک اسید (۱۴:۰)، پالمیتیک اسید (۱۶:۰) و استئاریک اسید (۱۸:۰) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، اما مجموع SFA در پرنده‌های تغذیه‌شده با ۱۵ گرم در کیلوگرم پودر کنگر فرنگی به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای شاهد و ۳۰ گرم در کیلوگرم پودر کنگر فرنگی بود. این کاهش به دلیل میزان کم اسید چرب پالمیتیک اسید (۱۶:۰) در تیمار تغذیه‌ای ۱۵ گرم در کیلوگرم پودر کنگر فرنگی است. میزان‌های اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA)^۳ شامل مریستولنیک اسید (۱۴:۱)، پالمیتولنیک اسید (۱۶:۱) و اولئیک اسید (۱۸:۱) و نیز مجموع میزان‌های MUFA گوشت سینه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی

میزان مالون‌دی‌آلدهید، pH، ظرفیت نگهداری آب و رطوبت گوشت سینه تحت تأثیر سطوح جیره‌ای پودر کنگر فرنگی، ویتامین E و جنسیت پرنده قرار نگرفت. افزودن پودر کنگر فرنگی و ویتامین E به جیره میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت ران را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. گزارش شده است که ترکیبات پاداکسنده با تأخیر انداختن فرآیند پراکسیداسیون ترکیبات چربی از فساد مواد غذایی جلوگیری می‌کنند (Simitzis et al., 2008; Fasseas et al., 2007;) (Botsoglou et al., 2003). پاداکسنده‌ها بدن را در برابر آسیب‌های ناشی از اکسایش‌ها محافظت می‌کنند و بین اکسایش‌ها و پراکسیدان‌ها تعادل ایجاد می‌کنند، لذا افزایش شاخص میزان مواد واکنش‌دهنده با تیوباریوتوریک اسید (مالون‌دی‌آلدهید) برای تیمار شاهد در مقایسه با دیگر تیمارهای آزمایشی محتوای پاداکسنده قابل توجه است. در این بررسی، میزان مواد واکنش‌دهنده با تیوباریوتوریک اسید گوشت سینه بیشتر از ران بود. گزارش شده است که چربی گوشت سینه برخلاف چربی ران (تری‌گلیسرید) از نوع فسفولیپید است و فسفولیپید نیز غنی از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA)^۱ به‌ویژه اسید لینولنیک است که حساس در برابر اکسنده‌ها و رادیکال‌های آزاد است (Asghar et al., 1990, Lin et al., 1990; Gonzalez-Esquerria & Leeson, 2001; al., 1989). افزون بر این ذخیره پاداکسنده‌ها در گوشت ران و سینه متفاوت است. به‌عنوان مثال ویتامین E بیشتر در گوشت ران و کمتر در گوشت سینه مرغ ذخیره می‌شود، لذا میزان‌های کمتر مالون‌دی‌آلدئید در گوشت ران می‌تواند به دلیل محل ذخیره و فعالیت ترکیبات پاداکسنده از جمله ویتامین E باشد (Zanini et al., 2003). هرچند در این بررسی pH گوشت سینه و ران تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و جنسیت قرار نگرفت، اما میزان pH در تیمارهای محتوای پاداکسنده افزایش داشت. افزون بر این، در این بررسی pH گوشت ران بیشتر از گوشت سینه بود.

2. Saturated fatty acids

2. Monounsaturated fatty acids

1. Polyunsaturated fatty acids

قرار نگرفت. مجموع میزان‌های PUFA گوشت سینه نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، هرچند میزان عددی آن در تیمار شاهد کمتر از دیگر تیمارهای آزمایشی بود. بدن تا حدی SFA و MUFA را ساخت می‌کند، لذا میزان‌های آن‌ها در بدن کمتر

تحت تأثیر ترکیبات خوراک هستند، درحالی‌که PUFA (شامل اسیدهای چرب امگا-۳ و ۶) در بدن ساخت نمی‌شوند و میزان آن‌ها در بدن به‌طور مستقیم تحت تأثیر ترکیبات خوراک است (Gonzales- Esquera & Leeson, 2001).

جدول ۲. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر مالون‌دی‌آلدهید (میلی‌گرم در کیلوگرم)، pH، ظرفیت نگهداری آب (درصد) و رطوبت گوشت (درصد)

Table 2. Influence of experimental treatments on malondialdehyde (mg/kg), pH, water-holding capacity (%) and moisture of meat (%)

| Treatments | Malondialdehyde | | pH | | Water-holding capacity | | Moisture | |
|----------------|-----------------|-------------------|--------|-------|------------------------|-------|----------|-------|
| | Breast | Thigh | Breast | Thigh | Breast | Thigh | Breast | Thigh |
| Control | 7.88 | 7.74 ^a | 5.94 | 6.52 | 55.73 | 58.18 | 73.29 | 75.36 |
| 15 g Artichoke | 7.53 | 5.12 ^b | 5.94 | 6.56 | 55.84 | 60.92 | 73.70 | 76.22 |
| 30 g Artichoke | 6.84 | 5.96 ^b | 5.97 | 6.55 | 57.34 | 59.96 | 73.86 | 76.12 |
| 300 mg Vit. E | 6.50 | 4.54 ^b | 6.01 | 6.59 | 58.03 | 60.96 | 74.00 | 77.13 |
| SEM | 0.78 | 0.98 | 0.04 | 0.05 | 1.04 | 1.16 | 0.91 | 0.94 |
| P-value | 0.59 | 0.14 | 0.51 | 0.81 | 0.33 | 0.31 | 0.98 | 0.62 |
| Gender | | | | | | | | |
| Male | 7.12 | 5.70 | 5.99 | 6.57 | 56.93 | 60.98 | 74.11 | 76.32 |
| Female | 7.25 | 5.97 | 5.95 | 6.54 | 56.54 | 59.03 | 73.42 | 76.08 |
| SEM | 0.55 | 0.69 | 0.02 | 0.03 | 0.73 | 0.82 | 0.64 | 0.66 |
| P-value | 0.87 | 0.78 | 0.38 | 0.55 | 0.71 | 0.10 | 0.45 | 0.79 |

a, b در هر ستون میانگین‌های با حرف ناهمسان از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند.

a, b: means within a column with different letters are significantly different.

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر رخ‌نمای اسیدهای چرب گوشت سینه بلدرچین ژاپنی

Table 3. Influence of experimental treatments on fatty acids profile of breast meat of Japanese quail

| Items | Experimental treatments | | | | SEM | P-value |
|-------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------|---------|
| | Control | 15 g Artichoke | 30 g Artichoke | 300 mg Vit. E | | |
| C _{14:0} | 2.50 | 2.37 | 1.82 | 2.35 | 0.20 | 0.151 |
| C _{16:0} | 22.02 | 19.15 | 23.60 | 21.32 | 1.56 | 0.292 |
| C _{18:0} | 11.57 | 11.42 | 10.72 | 11.10 | 0.81 | 0.883 |
| C _{14:1} | 1.95 | 2.27 | 2.32 | 2.00 | 0.30 | 0.653 |
| C _{16:1} | 3.85 | 4.20 | 3.92 | 3.35 | 0.27 | 0.212 |
| C _{18:1} | 26.77 | 26.90 | 24.80 | 26.80 | 1.38 | 0.665 |
| C _{20:4} | 0.80 | 0.10 | 0.97 | 1.03 | 0.09 | 0.458 |
| Fatty acids ω-3: | | | | | | |
| ALA | 2.87 ^c | 4.40 ^a | 3.75 ^{ab} | 3.22 ^{bc} | 0.25 | 0.006 |
| EPA | 0.65 | 1.02 | 1.70 | 0.95 | 0.12 | 0.129 |
| ETE | 1.25 | 1.72 | 2.00 | 1.47 | 0.25 | 0.204 |
| DHA | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Fatty acids ω-6: | | | | | | |
| C _{18:2} | 23.27 | 22.82 | 24.40 | 24.10 | 1.02 | 0.685 |
| C _{20:4} | 0.80 | 1.00 | 0.97 | 1.03 | 0.09 | 0.458 |

a, b در هر ردیف میانگین‌های با حرف ناهمسان از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند.

a, b: means within a row with different letters are significantly different.

میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E در مقایسه با شاهد) با افزایش در میزان‌های PUFA (تیمار شاهد در مقایسه با دیگر تیمارها) همراه بوده است. کاهش در میزان SFA می‌تواند تا حدی متأثر از میزان حضور اسیدهای یادشده در ترکیبات جیره و بیشتر به دلیل میزان اکسایش آن‌ها در کبد باشد (Nir et al., 1988; Vidrih et al., 2009).

افزایش عددی میزان PUFA در بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی پاداکسنده می‌تواند به دلیل افزایش میزان اسید آلفا لینولنیک (ALA)^۱ در تیمارهای یادشده باشد. به‌طور کلی، در این بررسی کاهش در SFA (در تیمارهای ۱۵ گرم در کیلوگرم کنگر فرنگی و ۳۰۰

1. Alpha-linolenic acid

یکی دیگر از دلایل افزایش عددی PUFA در این بررسی، محتوای آلفالینولیک اسید در برگ کنگر فرنگی است که منجر به افزایش PUFA شده است (Vidrih *et al.*, 2009; Liou *et al.*, 2007). به نظر می‌رسد در این بررسی نیز افزایش در میزان‌های آلفا لینولیک اسید گوشت پرنده‌های دریافت‌کننده پودر کنگر فرنگی نیز به همین دلیل باشد.

همانگ با نتایج این بررسی، Jung *et al.* (2010) کاهش در میزان SFA و افزایش PUFA را در گوشت سینه جوجه‌های گوشتی تیمارشده با رژیم غذایی محتوای پلی‌فنولیک و لینولیک اسید گزارش کردند. تأثیر ترکیبات فلاونوئیدی موجود در خوراک بر کاهش SFA و افزایش PUFA در گوشت بز (Tan *et al.*, 2011) و گوسفند Vasta *et al.* (2007) نیز گزارش شده است.

جدول ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر دسته‌های اصلی و نسبت اسیدهای چرب گوشت سینه بلدرچین ژاپنی
Table 4. Influence of experimental treatments on main groups and fatty acids ratio of breast meat of Japanese quail

| Items | Experimental treatments | | | | SEM | P-value |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------|---------|
| | Control | 15 g Artichoke | 30 g Artichoke | 300 mg Vit. E | | |
| Main groups of fatty acids: | | | | | | |
| SFA | 36.10 ^a | 32.95 ^b | 36.15 ^a | 34.77 ^{ab} | 0.85 | 0.067 |
| MUFA | 32.57 | 33.37 | 31.05 | 32.15 | 1.47 | 0.255 |
| PUFA | 28.65 | 31.02 | 31.40 | 30.52 | 0.98 | 0.395 |
| ω-3 | 4.77 ^b | 7.19 ^a | 7.45 ^a | 5.64 ^b | 0.5 | 0.030 |
| ω-6 | 24.07 | 23.82 | 25.37 | 25.13 | 1.01 | 0.729 |
| Ratios: | | | | | | |
| PUFA/SFA | 0.79 ^b | 0.94 ^a | 0.87 ^{ab} | 0.88 ^{ab} | 0.03 | 0.075 |
| MUFA/PUFA | 1.13 | 1.07 | 0.98 | 1.05 | 0.09 | 0.080 |
| ω-6/ω-3 | 5.04 ^a | 3.31 ^b | 3.40 ^b | 4.45 ^{ab} | 0.42 | 0.078 |

SFA مجموع اسیدهای چرب اشباع شامل: C_{14:0}, C_{16:0} و C_{18:0}.

MUFA مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه شامل: C_{14:1}, C_{16:1} و C_{18:1}.

PUFA مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با بیش از یک پیوند دوگانه شامل: C_{18:2}, C_{20:3}, C_{20:4} و C_{20:5}.

a, b در هر ردیف میانگین‌های با حرف ناهمسان از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند.

SFA, total saturated fatty acids includes 14:0, 16:0, and 18:0.

MUFA, total monounsaturated fatty acids includes 14:1, 16:1, and 18:1.

PUFA, total polyunsaturated fatty acids includes 18:2, 20:3, 20:4, and 20:5.

a, b: means within a row with different letters are significantly different.

فرنگی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود. هرچند میزان‌های اسیدهای چرب ایکوساپنتا اونیئیک اسید (EPA)^۱ و ایکوساتری‌ونیئیک اسید (ETE)^۲ در بین تیمارهای آزمایشی از نظر آماری همسان بود، اما میزان اسیدهای چرب یادشده در تیمارهای ۱۵ گرم و به‌ویژه ۳۰ گرم در کیلوگرم کنگر فرنگی نسبت به شاهد افزایش قابل‌توجهی را نشان داد. گزارش شده است که آلفا لینولیک اسید می‌تواند در بدن بیشتر به EPA و تا حدی نیز به دکوساهگزا‌ونیئیک (DHA)^۱ تبدیل شود (Burdge *et al.*, 2002; Russo, 2009) مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ شامل ALA، EPA و ETE به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار داشت، به‌طوری‌که میزان آن در تیمارهای ۱۵ و ۳۰ گرم در کیلوگرم کنگر فرنگی بیشترین و در تیمارهای شاهد و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E کمترین بود. با

نسبت PUFA به SFA در تیمار ۱۵ گرم در کیلوگرم کنگر فرنگی بیشتر از تیمار شاهد بود. این افزایش می‌تواند به دلیل نقش ترکیبات فلاونوئیدی باشد که اثر حفاظتی برای PUFA در برابر ریزجانداران (میکروارگانسیم)‌های دستگاه گوارش طیور دارند (Laparra & Sanz, 2010; Kamboh & Zhu, 2013). گزارش شده است که ریزجانداران دستگاه گوارش با بیوهیدروژنه کردن PUFA سبب کاهش نسبت PUFA/SFA می‌شوند (Tan *et al.*, 2011; Maia *et al.*, 2010). در این ارتباط، این محققان گزارش کردند که نسبت PUFA/SFA در نشخوارکنندگان به دلیل بیوهیدروژنه شدن PUFA و تبدیل آن‌ها به اسیدهای چرب اشباع و یا اسیدهای چرب غیراشباع با پیوند دوگانه کمتر (Wood & Enser, 1997) نسبت یادشده در طیور است. در بین اسیدهای چرب امگا-۳، تنها آلفا لینولیک اسید تحت تأثیر جیره‌های حاوی پودر کنگر

1. Eicosapentaenoic acid

2. Eicosatrienoic acid

نتیجه‌گیری کلی

در این بررسی کنگر فرنگی سبب افزایش پایداری چربی‌ها در گوشت ران شد. افزون بر این، کنگر فرنگی سبب افزایش مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ و کاهش نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ شد. با توجه به اینکه نسبت بالای اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ سبب بروز بیماری‌های خطرناک سوخت‌وسازی و قلبی-عروقی می‌شود، لذا استفاده از پودر کنگر فرنگی در تغذیه طیور به منظور اصلاح رخ‌نمای اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ و در نتیجه ارتقاء سلامت انسان توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به خاطر تأمین هزینه‌های این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

توجه به اینکه کنگر فرنگی محتوای آلفا لینولنیک اسید است و آلفا لینولنیک اسید نیز پیش‌ماده ساخت ایکوساپنتا‌ونوئیک اسید و دکوسا‌هگزا‌ونوئیک است لذا افزایش مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ در تیمارهای پاداکسندگی می‌تواند به همین دلیل باشد (Deuel, 1951; Vidrih *et al.*, 2009). نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به اسیدهای چرب امگا-۳ در گوشت سینه بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۵ و ۳۰ گرم در کیلوگرم کنگر فرنگی کمتر از پرندگان تغذیه‌شده با جیره شاهد بود. این کاهش به دلیل افزایش میزان اسیدهای چرب امگا-۳ در گوشت سینه است. همسو با نتایج این پژوهش در بررسی اثر خوراک مکمل‌شده با عصاره گیاهی مریم‌گلی بر رخ‌نمای اسیدچرب گوشت سینه در طیور، مجموع اسید چرب غیراشباع امگا-۳ افزایش و نسبت امگا-۶ به امگا-۳ کاهش یافت (Koreleski & Swiatkiewicz, 2007).

REFERENCES

1. Altmann, H. J., Grunow, W., Mohr, U., Richter-Reichhelm, H. B. & Wester, P.W. (1986). Effects of BHA and related phenols on the forestomach of rats. *Food Chemistry and Toxicology*, 24, 1183-1188.
2. Asghar, A., Lin, C. F., Gray, J. I., Buckley, D. J., Booren, A. M. & Flegal, C. J. (1990). Effects of dietary oils and a-tocopherol supplementation on membranal lipid oxidation in broiler meat. *Journal of Food Science*, 55, 46-50.
3. Bingham, S. A., Hughes, R. & Cross, A. J. (2002). Effect of white versus red meat on endogenous N-nitrosation in the human colon and further evidence of a dose-response. *Journal of Nutrition*, 132(11suppl), 3522S-3525S.
4. Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Florou-Paneri, P., Christaki, E. & Spais, A. B. (2003). Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation. *Food Research International*, 36, 207-213.
5. Burdge, G.C., Jones, A.E. & Wootton, S.A. (2002). Eicosapentaenoic and docosapentaenoic acids are the principal products of α -linoleic acid metabolism in young men. *British Journal of Nutrition*, 88, 355-363.
6. Brenes, A. & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158, 1-14.
7. Castellini, C., Mugani, C. & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 219-225.
8. Deuel, H. J. (1951). *The Lipids*, Vol. 1. Interscience Publishers, Inc.: New York, p. 18
9. Dransfield, E. & Sosnicki, A.A. (1999). Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science*, 78, 743-746.
10. Folch, J., Lees, M. & Sloane-Stanley, G.H. (1956). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
11. Fasseas, M. K., Mountzouris, K. C., Tarantilis, P. A., Polissiou, M. & Zervas, G. (2007). Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry*, 106, 1188-1194.
12. Gonzales-Esquerar, R. & Leeson S. (2001). Alternatives for enrichment of eggs and chicken meat with omega-3 fatty acids. *Canadian Journal of Animal Science*, 81, 295-305.
13. Hossain, M.E., Kim, G.M., Sun, S.S., Firman, J.D. & Yang, C.J. (2012). Evaluation of water plantain (*Alisma canaliculatum* A. Br. et Bouche) and mistletoe (*Viscum album* L.) effects on broiler growth performance, meat composition and serum biochemical parameters. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(11), 2160-2169.

14. Hulan, H. W., Ackman, R. G., Ratanayake, W. M. N. & Proudfoot, F. G. (1989). Omega-3 fatty acid levels and general performance of commercial broilers fed practical levels of redfish meal. *Journal of Poultry Science*, 68, 153-162.
15. Jung, S., Choe, J. H., Kim, B., Yun, H., Kruk, Z. A. & Jo, C. (2010) Effect of dietary mixture of gallic acid and linoleic acid on antioxidative potential and quality of breast meat from broilers. *Journal of Meat science*, 86, 520-526.
16. Kamboh, A. A. & Zhu, W. Y. (2013). Effect of increasing levels of bioflavonoids in broiler feed on plasma anti-oxidative potential, lipid metabolites, and fatty acid composition of meat. *Journal of Poultry Science*, 92, 454-461.
17. Ke, P. J., Ackman, R. G., Linke, B. H. & Nash, D. M. (1977). Differential lipid oxidation products in various parts of frozen mackerel. *Journal of Food Technology*, 12, 37-47.
18. Kotula, K. L. & Wang, Y. (1994). Characterization of broiler meat quality factors as influenced by feed withdrawal time. *Journal of Applied Poultry Research*, 3, 103-110.
19. Koreleski, J. & Swiatkiewicz, S. (2007). Dietary supplementation with plant extracts, xanthophylls and synthetic antioxidants: Effect on fatty acid profile and oxidative stability of frozen stored chicken breast meat. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 16, 463-471.
20. Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D. & Binkoski, A. E. (2004). Polyunsaturated fatty acids and cardiovascular health. *Nutrition Reviews*, 62, 414-426.
21. Lahucky, R., Bahelka, I., Novotna, K. & Vasickova, K. (2005). Effects of dietary vitamin E and vitamin C supplementation on the level of α -tocopherol and L-ascorbic acid in muscle and on the antioxidative status and meat quality of pigs. *Czech Journal of Animal Science*, 50, 175-184.
22. Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Cootte, P. J. & Nychas, G. J. E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91, 453-462.
23. Laparra, J. M. & Sanz, Y. (2010). Interactions of gut microbiota with functional food components and nutraceuticals. *Journal of Pharmacology Research*, 61, 219-225.
24. Lin, C. F., Gray, J. I., Asghar, A., Buckley, D. J., Booren, A. M. & Flegal, C. J. (1989). Effects of dietary oils and α -tocopherol supplementation on lipid composition and stability of broiler meat. *Journal of Food Science*, 54, 1457-1460.
25. Liou, Y. A., King, D. J., Zibrik, D. & Innis, S. M. (2007). Decreasing linoleic acid with constant α -linolenic acid in dietary fats increases (n-3) eicosapentaenoic acid in plasma phospholipids in healthy men. *Journal of Nutrition*, 13, 945-952.
26. Lopez-Garcia, E., Schulze, M. B., Manson, J. E., Meigs, J. B., Albert, C. M., Rifai, N., Willett, W. C. & Hu, F. B. (2004). Consumption of (n-3) fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial activation in women. *Journal of Nutrition*, 134, 1806-1811.
27. Maia, M. R. G., Chaudhary, L. C., Bestwick, C. S., Richardson, A. J., McKain, N., Larson, T. R., Graham, I. A. & Wallace, R. J. (2010). Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. *BMC Microbial*. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2180-10-52>.
28. Miller, D. & Robisch, P. (1969). Comparative effect of herring, menhaden, and safflower oils on broiler tissues fatty acid composition and flavor. *Journal of Poultry Science*, 48, 2146 -2157.
29. Mourao, J. L., Pinheiro, V. M., Prates, J.A.M., Bessa, R.J.B., Ferreira, L. M. A., Fontes, C.M.G.A. & Pontet, P. I. P. (2008). Effect of Dietary Dehydrated Pasture and Citrus Pulp on the Performance and Meat Quality of Broiler Chickens. *Journal of Poultry Science*, 87, 733-743.
30. Narciso-Gaytan, C., Shin, D., Sams, A. R., Keeton, J. T., Miller, R. K., Smith, S. B. & Sanchez-Plata, M. X. (2011). Lipid oxidation stability of omega-3- and conjugated linoleic acid-enriched *sous vide* chicken meat. *Poultry Science*, 90, 473-480.
31. 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.
32. Ofallon, J. V., Busboom, J. R., Nelson, M. L. & Gaskins, C. T. (2007). A direct method for fatty acid methyl ester synthesis: Application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs. *Journal of Animal Science*, 85, 1511-1521.
33. Pontet, P.I.P., Alves, S.P., Bessa, R.J.B., Ferreira, L.M.A. & Gama, L.T. (2008). Influence of pasture intake on the fatty acid composition, and cholesterol, tocopherols, and tocotrienols content in meat from free-range broilers. *Poultry Science*, 87, 80-88.
34. Russo, G. L. (2009). Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochemical Pharmacology*, 77, 937-946.
35. Salma, U., Miah, A. G., Maki, T., Nishimura, M. & Tsuji, H. (2007). Effect of dietary *Rhodobacter capsulatus* on cholesterol concentration and fatty acid composition in broiler meat. *Poultry Science*, 86, 1920-1926.
36. SAS Institute. (2003). SAS User's Guide: Statistics. Version 9. SAS Institute Inc., Cary, NC.

37. Schutz, K., Kammerer, D., Carle, R. & Schieber, A. (2004). Identification and quantification of caffeoylquinic acids and flavonoids from artichoke (*Cynara scolymus* L.) heads, juice, and pomace by HPLC-DAD-ESI/MS (n). *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 52(13), 4090-4096.
38. Simitzis, P. E., Deligeorgis, S. G., Bizelis, J.A., Dardamani, A., Theodosiou, I. & Fegeros, K. (2008). Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. *Meat Science*, 79, 217-223.
39. Simopoulos, A. P. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233, 674-688.
40. Sugiharto, I., Widiastuti, E. & Prabowo, N.S. (2011). Effects of turmeric extract on blood parameters, feed efficiency and abdominal fat content in broilers. *Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 36, 21-26.
41. Tan, C. Y., Zhong, R. Z., Tan, Z. L., Han, X. F., Tang, S. X., Xiao, W. J., Sun, Z. H. & Wang, M. (2011). Dietary inclusion of tea catechins changes fatty acid composition of muscle in goats. *Lipids*, 46, 239-247.
42. Van Esch, G.J. (1986). Toxicology of tert-butylhydroquinone (TBHQ). *Food Chemistry and Toxicology*, 24, 1063-1065.
43. Vasta, V., Pennisi, P., Lanza, M., Barbagallo, D., Bella, M. & Priolo, A. (2007). Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Journal of Meat Science*, 76, 739-745.
44. Velasco, V. & Williams, P. (2011). Improving meat quality through natural antioxidants. *Chilean Journal of Agriculture Research*, 71, 313-322.
45. Vidrih, R., Filip, S. & Hribar, J. (2009). Content of Higher Fatty Acids in Green Vegetables. *Czech Journal of Food Science*, 27, 125-129.
46. Wittmer, S. M., Ploch, M., Windeck, T., Müller, S. C., Drewelow, B. & Derendorf, H. (2005). Bioavailability and pharmacokinetics of caffeoylquinic acids and flavonoids after oral administration of artichoke leaf extracts in humans. *Phytomedicine*, 12(1-2), 28-38.
47. Wojcicki, J. (2004). Effect of 1, 5-dicaffeoylquinic acid (Cynarine) on cholesterol levels in serum and liver of acute ethanol-treated rats. *Drug and Alcohol Dependence*, 3, 143-145.
48. Wood, J. D. & Enser, M. (1997). Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*, 78, S49-S60.
49. Zanini, S. F., Torres, C. A. A., Braganolo, N., Turatti, J. M., Silva, M. G. & Zanini, M. S. (2003). Lipid composition and vitamin E concentration in cockerel meat. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 36, 697-702.
50. Zhu, X., Zhang, H. & Lo, R. (2004). Phenolic compounds from the leaf extract of artichoke (*Cynara scolymus* L.) and their antimicrobial activities. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 52, 7272-7278.

Effect of dietary levels of Artichoke leaf powder on meat quality of thigh and breast and fatty acids profile of breast meat in Japanese quail

Firooz Samadi^{1*}, Fatemeh Abbasi² and Saba Samadi

1, 2. Associated Professor and Ph.D. Candidate of Animal and Poultry Physiology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

3. Ph. D. Candidate of Medicinal Plants, University of Shiraz, Iran

(Received: Jan. 12, 2014 - Accepted: Jan. 14, 2016)

ABSTRACT

In order to study the effects of Artichoke leaf powder on the quality parameters of thigh and breast meat and the fatty acids profile of breast meat, 240 day-old Japanese quails were used. The Birds were assigned to 4 treatments including basal diet (control), basal diet supplemented with levels of 15 and 30 g/Kg Artichoke powder and 300 mg/Kg vitamin E with 4 replicates for each treatment in a completely randomized design. Treatments of artichoke powder and vitamin E resulted in lower malondialdialhid in thigh meat. The amount of saturated fatty acids (SFA) was lower in breast meat of birds fed diet containing 15 g/Kg Artichoke powder. The amounts of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids (PUFA) in quail breast meat did not affected by the treatments. The amounts of alpha-linolenic acid and PUFA were greater in breast meat of quails treated with Artichoke powder than birds fed basal diet and diet supplemented with vitamin E. PUFA/SFA ratio, total amounts of omega-3 fatty acids and also omega-6/omega-3 ratio were improving in birds treated with Artichoke powder. This study showed that dietary levels of 15 and 30 g/Kg Artichoke leaf powder can increase linolenic acid and consequently relative improvement of nutritional value of quail breast meat.

Keywords: Artichoke, fatty acid profile, Japanese quail, meat quality.