مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۳ شماره ۳/ سال ۱۴۰۲/ صفحات ۶۷ تا ۸۲
DOI: 10.22034/FR.2023.54071.1857

بررسی تغییرات کیفی گوشت جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی اوژنول و گلیسیریدهای اسید بوتیریک

سورنا واحدی‌پور دهرائی[۱]، یونس زاهدی[۲*]، فاطمه قنادی‌اصل[۲] و میرداریوش شکوری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۳۰

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تکنولوژی مواد غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی،دانشگاه محقق اردبیلی
[۳] دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
[*]مسئول مکاتبه: Email: younes.zahedi@gmail.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: افزودن اسانس‌های روغنی و گلیسیریدهای اسیدهای چرب به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی می‌تواند ویژگی‌های کمی و کیفی لاشه و گوشت را بهبود دهد. **هدف:** هدف از این پژوهش بررسی اثر افزودن اسانس اوژنول و گلیسیریدهای اسید بوتیریک به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی بر خواص شیمیایی گوشت بود. اوژنول تأثیر مثبتی بر قابلیت هضم مواد مغذی، فلور میکروبی و مکانیسم‌های عملکردی طیور دارد. **روش کار:** ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی انتخاب شد. جیره‌های آزمایشی حاوی دو سطح گلیسیریدهای اسید بوتیریک (BAG) (صفر و ۰/۲ درصد وزنی-وزنی) و سه سطح اوژنول (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم از جیره) و جیره شاهد در قالب پنج تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر تکرار بود. پس از گذشت ۴۲ روز، جوجه‌های گوشتی کشتار و پس از پاک‌سازی به یخچال منتقل شد و در زمان‌های مقرر آزمایش‌های بررسی ترکیبات شیمیایی، پارامترهای رنگی $L^*a^*b^*$، مواد ازته فرار (TVN) و تیوباربیتوریک اسید (TBA) روی نمونه‌ها صورت گرفت. **نتایج:** افزودن اوژنول و BAG در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب کاهش چربی از ۳/۱ ٪ در T1 به ۱/۳ ٪ در T6 و همچنین کاهش پروتئین از مقدار اولیه ۲۳٪ به حدود ۲۰٪ در تیمارهای T3، T4 و T5 گردید ($p<0/05$). L^* گوشت از ۲۶ در T1 به ۲۳ و ۲۵ در گوشت‌های حاوی هر دوی اوژنول و BAG کاهش و b^* *به‌طور معنی‌داری از ٥٤ در* T1 به ۵۸ در T2 افزایش یافت. جیره غذایی بر ویژگی‌های رطوبت و خاکستر و a^* تأثیر نداشت ($p>0.05$). مقادیر TVN و TBA هرچند در اغلب نمونه‌ها کمتر از گوشت شاهد بود ولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. **نتیجه‌گیری نهایی:** افزودن اوژنول و گلیسیریدهای اسید بوتیریک به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب بهبود نسبی خواص شیمیایی فیله گردید ولی نمی‌توان تیمار خاصی را به‌عنوان بهترین انتخاب نمود.

واژگان کلیدی: اوژنول، جوجه گوشتی، جیره، خواص شیمیایی، گلیسیرید اسید بوتیریک

مقدمه

گوشت ماده غذایی کم‌حجم و فشرده‌ای است که می‌توان آن را به‌عنوان یکی از بهترین منابع تأمین پروتئین به‌حساب آورد. علاوه بر این، بسیاری از اسیدهای چرب موردنیاز برای متابولیسم و تغذیه نیز در گوشت وجود دارد. یک ویژگی منحصربه‌فرد در مورد این ماده غذایی این است که تمام اسیدآمینه‌های ضروری موردنیاز در رژیم غذایی را می‌توان در پروتئین گوشت یافت. ازجمله مهم‌ترین اسیدهای آمینه ارزشمند می‌توان هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، متیونین و تریپتوفان را نام برد. همچنین وجود ریزمغذی‌ها از دیگر دلایل اهمیت این ماده است (روزه-نصرایی و صادقی ۱۳۹٤). دلایل متعددی وجود دارد که بر اهمیت گوشت مرغ در رژیم غذایی انسان افزوده است. ازجمله این دلایل می‌توان به بالاتر بودن درصد پروتئین گوشت مرغ نسبت به سایر گوشت‌ها، افت لاشه کمتر بعد از کشتار نسبت به گوشت دام، محدود بودن بیماری‌های قابل‌انتقال از گوشت مرغ به انسان، هضم راحت‌تر، کلسترول کمتر و سرعت رشد بالاتر آن اشاره کرد. گوشت مرغ مقادیر اسید چرب اشباع پایینی دارد؛ ازاین‌رو تمام گروه‌های سنی قادر به مصرف آن هستند. میزان کالری گوشت مرغ ۱٦٥kcal است که در قیاس با گوشت گوسفند با ۱۸۰kcal انتخاب مطلوبی‌تری برای جایگزینی در رژیم غذایی توسط افرادی است که به دنبال رژیم‌های غذایی با کالری پایین‌تری هستند (کرالیک و همکاران ۲۰۱۸).

اسانس‌ها ترکیبات روغنی شکل فراری هستند که به‌عنوان متابولیت های ثانویه توسط گیاهان تولید می‌شوند. اثرات یک اسانس را می‌توان به موارد متعددی از قبیل نوع گیاه، محیط رشد و روش استخراج نسبت داد. برای اسانس‌ها خواص متعددی از قبیل خواص ضد میکروبی، ضد اکسیدانی و طعم دهندگی برشمرده‌اند که این ترکیبات را به جایگزین‌های بالقوه مواد سنتزی در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی بدل نموده است (عالی و همکاران ۱۳۹٦). تمایل بیشتر مردم به مواد غذایی تولیدی با مواد گیاهی و افزایش استانداردهای غذایی در افزودنی‌های به‌کاررفته در این مواد، استفاده از اسانس‌ها را به‌عنوان طعم‌دهنده‌های غذایی و ترکیباتی که جهت درمان و پیشگیری از بیماری‌های عفونی استفاده می‌شوند را با شیب افزایشی در سال‌های گذشته مواجه کرده است (دی‌پاسکا و همکاران ۲۰۰۷). به‌طورکلی از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان محرکی برای رشد و سلامت حیوانات پرورشی اعم از دام و طیور استفاده می‌شود (تاکاره ۱۹۹۹). مصرف بیش‌ازحد آنتی‌بیوتیک‌ها سبب ایجاد مقاومت میکروبی می‌شود؛ ازاین‌رو می‌توان اسانس‌های گیاهی گزینه‌ای مناسب برای مواجه با عوامل میکروبی دانست (صادقی و همکاران ۱۳۹٤). اسانس‌ها سبب افزایش فعالیت‌های گوارشی، جذب مواد مغذی و بهبود ارزش غذایی محصول نهایی می‌شوند. عوارض جانبی افزودن این مواد بسیار ناچیز است و به همین سبب می‌توان از آن‌ها در ترکیبات دارویی و غذایی گوناگون بهره برد (دی‌پاسکا و همکاران ۲۰۰۷).

اوژنول[1] با فرمول شیمیایی $C_{10}H_{12}O_2$ ترکیبی فنولی است که می‌توان آن را از گیاهانی همانند میخک، جوز و دارچین به دست آورد. پیش‌ازاین تنها راه حصول اوژنول استفاده را از برگ و غنچه گیاه میخک با نام علمی *Eugenia caryophyllata* بود؛ اما امروزه این امکان وجود دارد تا بتوان آن را با واکنش آلیلی کردن گوایکول با آلیل کلراید تولید کرد(خلیلی و همکاران ۲۰۱۷). در مطالعه‌ای که توسط محمدی و همکاران (۱۳۹۳) با عنوان اثرات اسانس میخک بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه در جوجه‌های گوشتی انجام گرفت، مشاهده شد که تیمارهای دارای اسانس میخک و آنتی‌بیوتیک وزن نسبی لاشه و ران بیشتری را به خود اختصاص دادند (محمدی و همکاران ۱۳۹۳).

اسید بوتیریک یک اسیدهای آلی بسیار مهم است که

[1] Eugenol

افزودن آن به خوراک دام تأثیرات بسیار مؤثری بر سلامت و دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی می‌گذارد. اسیدهای آلی به دو حالت پوشش‌دار و آزاد یافت (نوروزی فخرآباد و همکاران ۲۰۱٤). نوع پوشش‌دار آن محرکی قوی برای رشد طیور است که اثرات مثبتی بر افزایش سطح جذب روده، فعالیت ضد باکتریایی علیه عوامل بیماری‌زا، تعدیل فلور روده، اثر حفاظتی بر باکتری‌های مفید روده و افزایش قابلیت هضم خوراک مصرفی می‌گذارد (امیری اندی و همکاران ۲۰۱۸). با در نظر گرفتن موارد ذکرشده و اهمیت موضوع در این پژوهش سعی می‌شود اثر افزودن اسانس اوژنول و گلیسیریدهای اسید بوتیریک به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی بر ویژگی‌های شیمیایی و کیفی گوشت مورد واکاوی قرار گیرد تا از این طریق حرکتی به‌سوی استفاده مؤثرتر از مواد گیاهی و قطع وابستگی به مصرف مواد سنتزی برداشته شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس[1] ۳۰۸ با میانگین وزنی مشابه به‌طور تصادفی به شش تیمار غذایی (به شرح ذیل) در پنج تکرار و ده قطعه پرنده در هر تکرار اختصاص یافت:

۱- جیره شاهد (فاقد گلیسیریدهای اسید بوتیریک و فاقد اوژنول)

۲- جیره حاوی ppm ۵۰۰ اوژنول

۳- جیره حاوی ppm ۱۰۰۰ اوژنول

٤- جیره حاوی ۰/۲٪ گلیسیریدهای اسید بوتیریک

۵- جیره حاوی ۰/۲٪ گلیسیریدهای اسید بوتیریک و حاوی ppm ۵۰۰ اوژنول

٦- جیره حاوی ۰/۲٪ گلیسیریدهای اسید بوتیریک و حاوی ppm ۱۰۰۰ اوژنول

انتخاب سطح مصرفی برای گلیسیرید اسید بوتیریک طبق توصیه کارخانه سازنده این ماده بوده و همین‌طور در مقالات دیگر نیز در همین سطح استفاده شده بود. برای اوژنول نیز بررسی‌ها نشان داد اگر مقدار اوژنول بیشتر از ppm ۱۰۰۰ باشد، سبب کاهش خوش‌خوراکی خواهد شد که درنتیجه تأثیر سوئی بر مقدار تغذیه و عملکرد تولید گوشت حیوان خواهد داشت؛ برای اعمال تیمارهای آزمایشی مقدار اوژنول موردنیاز برحسب مقدار جیره به‌صورت گرم توزین گردید و با روغن جیره مخلوط شد و سپس با بقیه جیره کاملاً ترکیب گردید. در مورد گلیسیریدهای اسید بوتیریک نیز مقدار موردنیاز به‌صورت گرم ابتدا با ذرت جیره مخلوط شده و سپس به بقیه جیره اضافه گردید. پس از ٤۲ روز پرورش جوجه‌ها کشتار انجام و خون‌گیری، پوست‌کنی و تخلیه امعاء و احشاء روی هر لاشه صورت گرفت؛ هر لاشه به دو قسمت تقسیم و گوشت ناحیه سینه (فیله) برای آزمایش‌ها انتخاب و جدا شد. فیله‌ها با آب تمیز شست‌وشو شده و پس از آب‌گیری کامل و خشک‌کردن در زیپ پک‌ها بسته‌بندی و به یخچال آزمایشگاه با دمای ٤ °C انتقال یافتند.

مواد موردنیاز

گلیسیریدهای اسید بوتیریک با نام تجاری C4-BaBy (مونوگلیسیرید اسید بوتیریک (۳۵-۲۵٪)، دی‌گلیسیرید اسید بوتیریک (۵۵-۵۰٪)، تری‌گلیسیرید اسید بوتیریک (۱۵٪-۲۵) از شرکت سنا دام پارس و روغن میخک (حاوی ۸٦٪ اوژنول) از شرکت دارویی و بازرگانی آباتاژ (آیت اسانس) تهیه شد. سایر مواد شیمیایی مورداستفاده در این پژوهش از شرکت‌های معتبر خریداری گردید.

آزمایش‌ها

ترکیب شیمیایی

برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی گوشت (رطوبت، چربی (داخل عضلانی)، پروتئین و خاکستر) از روش‌های استاندارد AOAC (۲۰۰۲) استفاده گردید.

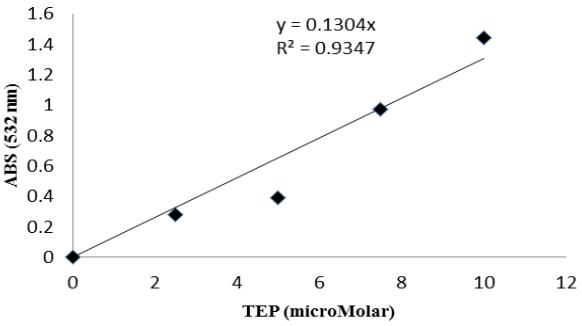
1 Ross

مواد ازته فرار (TVN[1])

مواد ازته فرار نمونه‌های گوشت مرغ با روش پروانه (۱۳۸۵) در روزهای ۰، ٤، ۳۰ و ٦۰ تعیین شد.

تیوباربیتوریک اسید (TBA)

مقدار تیوباربیتوریک اسید در نمونه‌های گوشت مرغ با روش پوسامای و همکاران (۲۰۱۸) با کمی اصلاحات در روزهای ۱، ۵، ۳۰ و ٦۰ تعیین شد. جذب نوری محلول توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل Unico S2100، آمریکا) در طول‌موج ۵۳۲ نانومتر قرائت شد. از ماده ۳،۳،۱،۱ تتراتوکسی پروپان برای رسم منحنی استاندارد و محاسبه عدد تیوباربیتوریک اسید برحسب میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم گوشت استفاده شد (شکل ۱).



شکل ۱: منحنی کالیبراسیون غلظت ۳،۳،۱،۱ تتراتوکسی پروپان (TEP) در برابر جذب خوانده‌شده در ۵۳۲ نانومتر

Figure 1- Calibration curve of 1, 1, 3, 3-tetraethoxypropane (TEP) concentration versus absorbance at 532 nm

رنگ

برای اندازه‌گیری رنگ گوشت (پارامترهای $L^*a^*b^*$) از روش هانیکل (۱۹۹۸) استفاده شد. بدین منظور ۲٤ ساعت پس از کشتار، میزان رنگ توسط دستگاه رنگ‌سنج (مدل TES ۱۳۵ A، تایوان) اندازه‌گیری گردید.

تجزیه‌وتحلیل آماری

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و اندازه‌گیری نتایج با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس یک‌طرفه مستقل و آنالیز واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر برای آزمون‌هایی که در طول زمان تکرار شدند، به کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/٤) و مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون دانکن در سطح احتمال کمتر از ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

رطوبت

نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌های ترکیبات شیمیایی عضله سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با تیمارهای گلیسیریدهای اسید بوتیریک و اوژنول در جدول ۱ آمده است. مقدار رطوبت استاندارد برای گوشت جوجه‌های گوشتی در منابع مختلف در دامنه ۷۲ الی ۷٤٪ گزارش شده است که در این پژوهش نیز عدد به‌دست‌آمده اندکی بیش از مقدار گزارش شده بود. در آنالیز رطوبت نمونه‌های مختلف هیچ تفاوت معنی‌داری حاصل نشد ($p>0/05$). در پژوهشی که شیرزادی و همکاران (۱۳۹۹) در مورد تأثیر پودر آویشن زوفایی و سرخارگل بر گوشت ران جوجه‌های گوشتی به انجام رساندند مقدار رطوبت تفاوت معنی‌داری نداشت و مقدار آن بین ۷۱ تا ۷٦٪ گزارش شد. همچنین، فورته و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی اثر افزودن مرزنجوش را به جیره غذایی خوک بررسی کردند که نتیجه آن‌ها در مورد رطوبت تفاوت معنی‌داری را آشکار نساخت. خسروی نیا و همکاران (۱۳۹۲) فاکتور رطوبت را در عضله نیمچه سینه جوجه‌های گوشتی که به آشامیدنی‌شان اسانس مرزه خوزستانی افزوده شده بود، بررسی کردند و عدم وجود تفاوت معنی‌دار را در رطوبت این عضله تصدیق کردند و میانگین رطوبت تیمارهای مختلف آن‌ها ۷۱٪ گزارش شد.

چربی تام

در پژوهش جاری میانگین مقدار چربی خام اندازه‌گیری شد (جدول ۱) و نتایج تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد

1 Total volatile nitrogen

و تیمار ششم (جیره حاوی ۰/۲٪ گلیسیریدهای اسید بوتیریک و ppm ۱۰۰۰ اوژنول) را نشان داد ($p<۰/۰۵$). همچنان که مشاهده می‌شود مقدار چربی تیمارها با افزودن اسانس و گلیسیریدهای اسید بوتیریک کاهش پیدا کرد و از مقدار متوسط ۳/۱٪ در تیمار اول به میزان ۱٪/۳ در تیمار ششم رسید. در توجیه این امر می‌توان به پژوهش صمدیان و همکاران (۱۳۹۲) اشاره کرد که آن‌ها نیز در تحقیق خود به نتیجه‌ای مشابه رسیدند و علت این کاهش چربی در عضله سینه جوجه‌های گوشتی را افزایش سطح اسانس‌های روغنی جیره اعلام کردند. هرچند که اظهار داشتند دلیل این تغییر غیرعادی بر آن‌ها پوشیده است و احتمال تغییر در بیان ژن‌های مرتبط با سنتز چربی و یا اثرگذاری بر متابولیسم جذب چربی‌ها را مطرح کردند. غضنفری و محمدی (۱۳۹٤) در بررسی مکانیسم کاهش چربی گوشت در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی اسانس گشنیز بیان کردند که کاربرد گیاهان دارویی می‌تواند موجب کاهش جمعیت میکروب‌های مضر دستگاه گوارشی شود و درنتیجه کاهش سرعت تجزیه پروتئین‌ها و اسیدآمینه‌های گوارشی، مقادیر بیشتری از این مواد جذب بدن جاندار شود و چون تبدیل پروتئین به چربی کمتر شده، مقدار چربی تجمع یافته در بدن کاهش می‌یابد. پوپوویچ و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر مخلوطی از اسانس‌های روغنی را بر کیفیت جوجه‌های گوشتی موردبررسی قرار دادند؛ آن‌ها نیز مشاهده کردند که در تیمارهایی که از اسانس‌های روغنی استفاده شده است مقدار چربی به‌طور قابل‌توجهی از تیمار کنترل کمتر بوده است. البته چنین نتیجه‌ای در همه پژوهش‌ها به دست نیامد؛ در پژوهش خسروی‌نیا و همکاران (۱۳۹۲) که به بررسی اثر افزودن اسانس مرزه خوزستانی به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی اختصاص داشت، مقدار چربی خام عضله سینه بدون تغییر گزارش شد. در پژوهش شیرزادی و همکاران (۱۳۹۹) با عنوان اثر پودر آویشن زوفایی و سرخارگل بر فراسنجه‌های شیمیایی جوجه‌های گوشتی، وجود نتایج متناقض حاصل از استفاده از گیاهان دارویی روی ترکیب شیمیایی گوشت به ژنوتیپ جوجه‌های گوشتی، سطوح متنوع غذایی و شرایط آب و هوایی منطقه ارتباط داده شد.

پروتئین

در این پژوهش درصد پروتئین خام به‌طور متوسط ۲۱٪/٤ به دست آمد که اندکی از میزان متوسط که در بازه ۲۲ الی ۲٤٪ قرار دارد، کمتر بود (جدول ۱)؛ اما به‌طورکلی در بین تیمارها تفاوت معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$)؛ مقدار پروتئین در گوشت نمونه‌های شاهد بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. در پژوهش شیرزادی و همکاران (۱۳۹۹) تفاوت در گروه تغذیه‌شده با آویشن زوفایی به‌صورت معنی‌دار آشکار شد و مقدار پروتئین کاهش یافت؛ آن‌ها علت کاهش پروتئین‌ها را به‌طور قطعی نتوانستند بیان کنند اما مکانیسم بازدارندگی ترکیبات موجود در سرخارگل روی تجزیه‌کننده‌های پروتئین مانند تریپسین و کیموتریپسین یا احتمال وجود برخی ترکیبات سمی همانند میموزین که سبب اختلال در پروتئین‌سازی می‌شود را دور از ذهن ندانستند. در پژوهش دیگری که توسط فورته و همکاران (۲۰۱۷) با هدف بررسی تأثیر اسانس مرزنجوش بر گوشت خوک انجام شد تأثیری بر مقدار پروتئین مشاهده نشد و نتایج بدون تفاوت معنی‌دار بود.

خاکستر کل

مقدار خاکستر گوشت را می‌توان شاخصی از مواد معدنی تلقی نمود که در گوشت قرمز ۱/۵– ٪۱، در ماهی ۱/۲– ۰/۹٪ و در طیور ۱/۵٪ ترکیبات شیمیایی را به خود اختصاص داده است (نولت و تولدرا ۲۰۰۹). نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که هیچ تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای خاکستر وجود نداشت ($p>۰/۰۵$) (جدول ۱). با توجه به ساختمان شیمیایی گلیسیریدهای اسید بوتیریک و اوژنول که از عناصر کربن، هیدروژن و اکسیژن ساخته شده است و در هنگام سوختن در کوره به بخار و گازهای مختلف تبدیل می‌شود لذا چنین

انتظاری وجود داشت. در پژوهش‌های مشابه دیگر نیز عدم تأثیر معنی‌دار افزودن اسانس‌های مختلف به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی روی مقدار خاکستر عضلات مختلف به اثبات رسیده است (شیرزادی و همکاران ۱۳۹۹؛ فورته و همکاران ۲۰۱۷؛ خسروی‌نیا و همکاران ۱۳۹۲؛ صمدیان و همکاران ۱۳۹۲).

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی (٪) عضله سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی سطوح مختلف گلیسیریدهای اسید بوتیریک و اوژنول*

Table 1- Chemical composion values (%) obtained for fillet of broiler chickens feed by diets containing different levels of eugenol and butyric acid glycerides*

Treatmet** / Chemical	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Moisture	74.32±0.64^{a}	73.91±0.53^{a}	75.13±0.84^{a}	74.38±1.10^{a}	75.76±1.36^{a}	75.32±0.11^{a}
Fat	3.11±0.8^{a}	2.58±0.74^{ab}	2.12±0.39^{ab}	1.63±0.74^{ab}	1.56±0.90^{ab}	1.34±0.08^{b}
Protein	23.22±0.25^{a}	22.75±0.49^{a}	20.90±2.38^{ab}	20.80±0.99^{b}	20.70±1.13^{ab}	22.39±0.29^{a}
Ash	1.16±0.05^{a}	1.17±0.06^{a}	1.16±0.11^{a}	1.16±0.10^{a}	1.12±0.05^{a}	1.08±0.03^{a}

*Means with different lowercases within a row indicate significant differences ($p< 0.05$).

** T1: control, T2: 500 ppm eugenol, T3: 1000 ppm eugenol, T4: 0.2% w/w butyric acid glycerides, T5: 0.2% w/w butyric acid glycerides + 500 ppm eugenol, T6: 0.2% w/w butyric acid glycerides + 1000 ppm eugenol.

مواد ازته فرار (TVN)

مقدار مواد ازته فرار به میزان آمونیاک و دی‌متیل آمین وابسته است. این دو از مهم‌ترین اجزاء مواد نیتروژن دار فرار به شمار می‌روند (آریاوانسا ۲۰۰۰). از آنجائی‌که در تغذیه جوجه‌های گوشتی از موادی مانند پودر ماهی استفاده می‌شود، فعالیت‌های باکتریایی کیفیت این مواد را بسیار سریع کاهش می‌دهند و سبب فساد محصول غذایی می‌شوند (فلاح و همکاران ۱۳۹۵). به‌طورکلی مقدار TVN در محصولات گوشتی با افزایش روزهای نگه‌داری به دلیل تجزیه پروتئین ناشی از رشد میکروبی و فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیکی افزایش می‌یابد (آلینا و اویدو ۲۰۰۷).

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد نوع جیره غذایی تأثیر معنی‌داری بر مقدار TVN ندارد درحالی‌که گذشت زمان سبب ایجاد تغییر معنی‌دار شده است ($p<۰/۰۵$). برخلاف TBA، نگهداری در یخچال سبب افزایش جزئی در مقدار TVN گردید ولی نگهداری یک‌ماهه در فریزر سبب افزایش تقریباً دو برابری در مقدار این پارامتر شد که معنی‌دار بود. در ماه دوم نگهداری در فریزر مقدار TVN به‌جز در نمونه شاهد که افزایش ۱/۵ واحدی اتفاق افتاد، در اثر سایر تیمارها تغییرات جزئی در تیمارهای ۳، ٤ و ٦ بروز کرد که ازنظر آماری معنی‌دار نبودند ($p>۰/۰۵$) (جدول ۲). در مورد علت ثابت ماندن و حتی کاهش مقدار TVN در گوشت جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی اوژنول می‌توان این‌گونه بیان نمود که ترکیبات فنولی موجود در اوژنول موجب ناپایداری غشای سلولی باکتری و درنتیجه موجب آسیب دائمی به غشای سلولی و اندامک‌های درون‌سلولی می‌شود که نهایتاً باعث جلوگیری از سنتز آنزیم‌های داخلی و مرگ سلول باکتری می‌شود (پیسوشی و همکاران ۲۰۱۸). علاوه بر این، خواص آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی سبب افزایش پایداری پروتئین‌ها و کاهش مقدار TVN از طریق کاهش رادیکال‌ها می‌شود (مورونی و همکاران ۲۰۱۳). مشابه یافته‌های این پژوهش، در تحقیقی افزودن اسانس ریحان به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری روی شاخص TVN ایجاد نکرد (آل کلابی و همکاران ۲۰۲۰). در برخی تحقیقات مشابه، تغییر جیره و افزودن انواع اسانس‌ها و افزودنی‌های دیگر منجر به کاهش پروتئولیز و شاخص TVN شده است؛ به‌عنوان نمونه مجید و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی تأثیر افزودن زیره سبز به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی را موردبررسی قراردادند و مشاهده نمودند افزودن این

ماده سبب کاهش مقدار TVN گردید. براساس دستورالعمل سازمان دامپزشکی ایران و بر طبق پروتکل‌های نظارت و کنترل بر گوشت خام، حداکثر مقدار مطلوب TVN برای گوشت منجمد مرغ، بوقلمون و شترمرغ میزان ۲۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم گوشت است. همین‌طور در مورد گوشت‌های منجمد چنانچه شاخص TVN به عدد ۲۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم گوشت برسد برای مصرف انسان نامناسب تلقی می‌شود (ولش ۲۰۰۰). بر همین اساس همه نمونه‌ها بعد از دو ماه نگهداری همچنان قابلیت مصرف خود را حفظ نمودند.

جدول۲- مقدار TVN عضله سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با سطوح مختلف جیره گلیسیریدهای اسید بوتیریک و اوژنول
Table 2- TVN values of fillet of broiler chickens feed by diets containing differnt levels of eugenol and butyric acid glycerides at different times of storage*

Days of storage / Treatment**	0	4	30	60
T1	5.55±2.01^{aB}	6.90±1.94^{aB}	13.22±1.02^{aA}	14.59±2.91^{aA}
T2	5.82±3.63^{aB}	6.01±0.61^{aB}	11.86±1.0^{aA}	11.84±0.98^{aA}
T3	4.84±1.02^{aB}	5.56±3.93^{aB}	11.84±1.0^{aA}	11.16±0.06^{bA}
T4	5.49±0.12^{aB}	5.60±1.98^{aB}	13.23±0.98^{aA}	10.79±0.53^{bA}
T5	6.26±1.01^{aB}	6.98±0.98^{aB}	11.76±6.74^{aA}	12.96±0.55^{aA}
`T6	5.56±0.01^{aB}	7.68±0.98^{aB}	12.62±0.14^{aA}	11.80±0.96^{abA}

* Means with different lowercases and uppercases indicate significant differences ($p< 0.05$) within a column and row, respectively.

**T1: control, T2: 500 ppm eugenol, T3: 1000 ppm eugenol, T4: 0.2% w/w butyric acid glycerides, T5: 0.2% w/w butyric acid glycerides + 500 ppm eugenol, T6: 0.2% w/w butyric acid glycerides + 1000 ppm eugenol.

تیوباربیتوریک اسید (TBA)

آزمون مواد واکنش‌دهنده با تیوباربیتوریک اسید یک روش برای تشخیص اکسیداسیون ثانویه (کاتالان و همکاران ۲۰۱۸). نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد نوع تیمار تأثیر معنی‌داری بر مقدار TBA ندارد درحالی‌که گذشت زمان سبب ایجاد تغییر معنی‌دار شده است ($p<۰/۰۵$). همه نمونه‌های گوشت در طول زمان و در فرایند دوماهه نگهداری، شاهد افزایش میزان شاخص TBA بودند. در روز یک تیمار شاهد بیشترین مقدار TBA را دارا بود و تیمارهای دارای فقط اوژنول و فاقد گلیسیرید اسید بوتیریک نیز مقادیری نزدیک به شاهد داشتند. در روز پنجم آزمایش مقدار TBA جهش ناگهانی داشت و مقادیر آن حتی از روزهای ۳۰ و ۶۰ نگهداری بیشتر بود زیرا یک روز پس از کشتار بخشی از نمونه‌ها در یخچال نگهداری شد و بخشی دیگر به دلیل عدم امکان نگهداری طولانی‌مدت در دمای یخچالی به فریزر منتقل شد. این عدم انجماد و نگهداری در یخچال سبب اکسایش لیپیدها و افزایش بیش از دو برابری در TBA را موجب شد. در روزهای ۳۰ و ۶۰ نگهداری مقدار TBA به‌طور معنی‌داری کمتر از روز پنجم و بیشتر از روز یک بود ($p<۰/۰۵$) که نشان می‌دهد حتی در شرایط انجماد نیز اکسایش لیپیدهای گوشت پیشرفت خواهد کرد. نتایج آنالیز واریانس حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بود و در یک روز مشخص نیز هیچ اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های مختلف وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). باوجود بی‌معنی بودن اختلاف تیمارها، در همه روزها تیمار شاهد معمولاً جزو تیمارهای با مقدار بالای TBA قرار گرفت. مقدار TBA گوشت جوجه‌های تغذیه‌شده با اوژنول در همه روزها نزدیک مقدار گوشت شاهد بود باوجوداینکه انتظار می‌رفت با توجه به خاصیت آنتی‌اکسیدانی اوژنول و حساسیت گلیسیریدهای اسید بوتیریک به اکسایش، تیمارهای دارای فقط اوژنول مقدار TBA کمتری از همه نمونه‌ها داشته باشند. به‌هرحال در تیمارهای حاوی هر

دو ماده گلیسیریدهای اسید بوتیریک و اوژنول مقدار TBA کمتر از سایر نمونه‌ها بوده و با افزایش مقدار اوژنول میزان این پارامتر کاهش یافت (جدول ۳). می‌توان اثر مثبت اوژنول در کاهش مقدار TBA را به ترکیبات موجود در این اسانس ازجمله کارواکرول، تیمول، منتول و... ارتباط داد. عمده این ترکیبات فنولی هستند که به علت داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌توانند زمان نگه‌داری محصولات را افزایش دهند. ترکیبات فنولی پس از ورود به جریان خون در عضلات و بافت‌ها تجمع یافته و سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و ماندگاری طولانی‌تر محصول غذایی از طریق ممانعت از فعالیت رادیکال‌های آزاد بااتصال آن‌ها به حلقه آروماتیک می‌شوند (بوتسولوگ و همکاران ۲۰۰۲). خاصیت احیاکنندگی اسانس‌های دارای ترکیبات فنولی به سبب غیرفعال کردن رادیکال‌های آزاد چربی و رادیکال‌های پراکسی و ممانعت از اکسیداسیون است (هوانگ و همکاران ۲۰۱۱). در مطالعات دیگر نیز افزودن اسانس‌های گیاهی به جیره غذایی دام و طیور نتایج جالبی به همراه داشته است؛ خسروی‌نیا و همکاران (۱۳۹۲) گزارش نمودند که استفاده از اسانس مرزه خوزستانی در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب کاهش TBA عضله سینه می‌شود که ناشی از خاصیت آنتی‌اکسیدانی کارواکرول موجود در مرزه بود. رجبی و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر پودر و اسانس رزماری را در بلدرچین‌های گوشتی مورد ارزیابی قرار دادند و مشاهده کردند جیره‌های غذایی با پودر رزماری سبب کاهش معنی‌دار در مقدار TBA شد. برخلاف یافته‌های مذکور، برخی پژوهش‌ها نیز حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار افزودن اسانس روی شاخص TBA بودند. مثلاً، گوماتی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که افزودن سدیم بوتیرات و اسانس دارچین به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی تأثیر قابل‌توجهی روی TBA ایجاد نکرد. با توجه به اینکه اکسایش لیپیدهای گوشت نهایتاً سبب بدطعمی گوشت و غیرقابل استفاده شدن آن خواهد شد، لذا حد مجازی برای TBA در بعضی پژوهش‌ها تعریف‌شده است؛ باکلی و کانلی (۱۹۸۰) حد مجاز برای TBA را برای گوشت خام خوک را mgMDA/kg ۱ ذکر کرده‌اند. پاپاسترجیادیس و همکاران (۲۰۱۲) نیز مقدار TBA را در مواد مختلف غذایی اندازه‌گیری کردند و مقدار مناسب را برای گوشت یخ‌زده خوک ۱/۰۲ و برای گوشت ماهی سالمون mgMDA/kg ۲/٦۹ به دست آوردند. فالوو و همکاران (۲۰۱٤) نیز حد مجاز برای TBA را بین ۲-۰/٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم مالون دی آلدئید دانستند. در این پژوهش مقدار TBA در طول دو ماه نگهداری در دامنه mgMDA/kg ۰/۱٤۷ الی ۰/٦٦۲ قرار گرفت که نشان از قابل‌مصرف بودن ازنظر اکسایشی است.

جدول ۳- مقدار TBA عضله سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با سطوح مختلف جیره گلیسیریدهای اسید بوتیریک و اوژنول

Table 3- TBA values of fillet of broiler chickens feed by diets containing differnt levels of eugenol and butyric acid glycerides at different times of storage*

Days of storage / Treatment**	1	5	30	60
T1	0.27 ± 0.008^{aC}	0.64 ± 0.185^{aA}	0.36 ± 0.047^{aB}	0.36 ± 0.017^{aB}
T2	0.27 ± 0.236^{aC}	0.66 ± 0.128^{aA}	0.34 ± 0.037^{aB}	0.35 ± 0.017^{aB}
T3	0.25 ± 0.138^{aC}	0.62 ± 0.070^{aA}	0.32 ± 0.167^{aB}	0.34 ± 0.098^{aB}
T4	0.16 ± 0.33^{bC}	0.62 ± 0.265^{aA}	0.38 ± 0.022^{aB}	0.33 ± 0.015^{aB}
T5	0.17 ± 0.038^{bC}	0.50 ± 0.099^{bA}	0.34 ± 0.062^{aB}	0.32 ± 0.068^{aB}
`T6	0.15 ± 0.018^{bC}	0.42 ± 0.005^{bA}	0.34 ± 0.050^{aB}	0.31 ± 0.171^{aB}

* Means with different lowercases and uppercases indicate significant differences ($p< 0.05$) within a column and row, respectively.

** T1: control, T2: 500 ppm eugenol, T3: 1000 ppm eugenol, T4: 0.2% w/w butyric acid glycerides, T5: 0.2% w/w butyric acid glycerides + 500 ppm eugenol, T6: 0.2% w/w butyric acid glycerides + 1000 ppm eugenol.

رنگ

رنگ گوشت یکی از ویژگی‌های مهم در انتخاب آن توسط مصرف‌کننده است. رنگ گوشت را می‌توان ناشی از غلظت رنگدانه‌ها (میوگلوبین و هموگلوبین)، حالات شیمیایی رنگدانه‌ها و ویژگی‌های شکست نور در گوشت دانست (بررور، ۲۰۰٤). در این پژوهش، به‌جز شاخص رنگی a^*، سایر شاخص‌ها به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تغییرات جیره قرار گرفتند ($p<۰/۰۵$). نتایج حاصل از آنالیز داده‌های آماری جدول٤ نشان داد که جیره‌های غذایی بر شاخص روشنایی تأثیر معنی‌داری داشته‌اند ($p<۰/۰۵$). نمونه T3 (جیره حاوی ۱۰۰۰ppm اوژنول) بیشترین مقدار L^* را به خود اختصاص داد؛ در سوی مقابل، نمونه T6 (جیره حاوی ۰/۲٪ گلیسیرید اسید بوتیریک و ۱۰۰۰ ppm اوژنول) دارای کمترین میزان روشنایی بود. در کل جوجه‌های تغذیه‌شده با هر دوی گلیسیرید اسید بوتیریک و اوژنول دارای مقدار L^* کمتری بودند. مقدار L^* نمونه شاهد هیچ تفاوت معنی‌داری با سایر نمونه‌ها نداشت و مقدار آن بینابین و نزدیک عدد میانگین کل (۲٦/۰۱) بود. برای استدلال نتایج شاخص روشنایی می‌توان از تغییرات pH استفاده کرد؛ به‌این‌ترتیب که هرچقدر pH گوشت بیشتر باشد به سبب بیشتر بودن نسبت آب درون‌سلولی به آب برون سلولی، جذب نور بیشتر شده و منجر به کاهش مقدار L^* خواهد شد (سوری و همکاران ۲۰۱۵)؛ بنابراین دلیل کمتر بودن مقدار L^* در نمونه‌های تغذیه‌شده با گلیسیریدهای اسید بوتیریک می‌تواند مربوط به بیشتر بودن pH آن‌ها باشد. باید این نکته را یادآور شد که شدت پارامترهای مختلف رنگ در گوشت صرفاً به افزودنی‌ها و نوع خوراک محدود نمی‌گردد و عواملی مهم مانند اکسیداسیون لیپیدی، شرایط کشتار، مقدار آهن و غلظت رنگدانه‌ها را نباید فراموش کرد (صمدیان و همکاران ۱۳۹۲). پوپوویچ و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیق خود گوشت تیمار شاهد را روشن‌ترین و تیمار با بیشترین دوز مخلوط از اسانس‌های روغنی را تیره‌ترین گوشت ارزیابی کردند و گوشت جوجه‌هایی که از مخلوط اسانس‌های روغنی استفاده کرده بود را به‌عنوان رنگ استاندارد انتخاب کردند. کازارس و همکاران (۲۰۱۹) نیز تأثیر افزودن روغن اسانس پونه کوهی مکزیکی به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی را موردبررسی قرار دادند و شاخص L^* را دارای تفاوت معنی‌دار یافتند، به‌طوری‌که L^* مربوط به تیمار با بیشترین مقدار روغن پونه کوهی بیشترین بود.

مقدار a^* نمونه‌های گوشت جوجه حاصل از تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند ($p>۰/۰۵$)؛ a^* مقدار قرمز بودن گوشت را نشان می‌دهد که عمدتاً ناشی از غلظت میوگلوبین است. هرچقدر عدد a^* به سمت ۱۲۰+ باشد گوشت قرمزتر و هرچقدر به‌طرف ۱۲۰- باشد از شدت قرمزی گوشت کاسته می‌شود. با توجه به اینکه گوشت مرغ جزء گوشت‌های سفید محسوب می‌شود میانگین این پارامتر در محدوده منفی (٤/۰۸-) قرار گرفت. b^* شدت زردی گوشت را نشان می‌دهد و هرچقدر عدد b^* به سمت ۱۲۰+ باشد گوشت زردتر است. طبیعتاً با توجه به عدم وجود رنگدانه‌های آبی مانند آنتوسیانین‌ها در گوشت نباید انتظار داشت که b^* در محدوده منفی (آبی) قرار گیرد. آنالیز واریانس نتایج b^* حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف بود ($p<۰/۰۵$). غنی‌سازی جیره با هر دو ماده سبب افزایش شدت زردی شد؛ در گوشت جوجه‌های تغذیه‌شده با اوژنول شاخص b^* به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود. می‌توان بیشتر بودن b^* این دو تیمار را ناشی از اثر آنتی‌اکسیدانی اوژنول ذخیره‌شده در گوشت دانست (صمدیان و همکاران ۱۳۹۲). در سه تیمار بعدی، قرار گرفتن گلیسیریدهای اسید بوتیریک در کنار اوژنول هرچند سبب افزایش شدت زردی گردید ولی این افزایش بی‌معنی بود.

ازجمله پارامترهای دیگر در هنگام ارزیابی رنگ، ΔE

است که به‌عنوان شاخصی از تغییرات کلی رنگ گوشت از آن یاد می‌شود که در قیاس با سایر شاخص‌ها از اهمیت کمتری برخوردار است (لوسیانو و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به اینکه در محاسبه شاخصΔE، از پارامترهای L^*، a^* و b^* گوشت تیمارهای شاهد به‌عنوان $L_0a_0b_0$ استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده میزان اختلاف با این تیمار را نشان می‌دهند. گوشت جوجه‌های تغذیه شده با ۵۰۰ ppm اوژنول دارای بیشترین اختلاف رنگ و گوشت جوجه‌های دریافت‌کننده گلیسیریدهای اسید بوتیریک دارای کمترین اختلاف رنگ با گوشت شاهد بودند. ازنظر آماری نیز میزان اختلاف بین ΔE این دو تیمار (T2 و T4) معنی‌داری بود ولی بین سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری حاکم نبود. محمودی و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی اثر اسانس‌های روغنی بر کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی مشاهده نمودند که افزودن ترکیبی از روغن‌های اسانس‌های پونه و سیر تأثیری بر شاخص b^* نداشت اما موجب کاهش میزان L^* و a^* شد. همچنین، این پژوهشگران نتایج حاصل از پژوهش‌های مختلف بر رنگ گوشت را بسیار متناقض ارزیابی کردند. کاهرامان و همکاران (۲۰۱۵) نیز اثر افزودن رزماری به جیره غذایی روی رنگ گوشت را بی‌تأثیر گزارش نمودند.

جدول۴- تغییرات رنگ عضله سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی سطوح مختلف گلیسیریدهای اسید بوتیریک و اوژنول*

Table 4- Measurement results of color from fillet of broiler chickens feed by diets containing differnt levels of eugenol and butyric acid glycerides*

Treatment** / Color parameters	T1	T2	T3	T4	T5	T6
L^*	26.94±5.52^{ab}	24.11±4.54^{bc}	29.20±1.29^{a}	27.75±2.54^{ab}	25.01±4.68^{bc}	23.20±4.37^{c}
a^*	-4.67±1.90^{a}	-3.17±2.92^{a}	-3.47±1.71^{a}	-4.09±1.964^{a}	-4.86±1.84^{a}	-4.27±2.03^{a}
b^*	54.60±3.34^{c}	58.72±1.51^{a}	56.85±1.31^{b}	56.38±1.72^{bc}	55.07±2.59^{bc}	56.06±1.52^{bc}
ΔE	-	6.35±2.59^{a}	4.19±4.98^{ab}	3.50±1.65^{b}	4.67±2.88^{ab}	6.06±4.37^{a}

* Means with different lowercases within a row indicate significant differences ($p<0.05$).
** T1: control, T2: 500 ppm eugenol, T3: 1000 ppm eugenol, T4: 0.2% w/w butyric acid glycerides, T5: 0.2% w/w butyric acid glycerides + 500 ppm eugenol, T6: 0.2% w/w butyric acid glycerides + 1000 ppm eugenol.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که از بین ترکیبات شیمیایی (خاکستر، رطوبت، چربی و پروتئین) جیره‌های غذایی مختلف توانست سبب کاهش نسبتاً قابل‌توجه چربی و پروتئین گوشت جوجه‌ها شوند. نتایج حاصل از داده‌های TVN نشان داد فعالیت پروتئولیتیکی در فیله‌های حاوی فقط اوژنول، به دلیل تأثیر ترکیبات فنولی اسانس، تا حدودی کمتر از سایر نمونه‌ها بود. مقاومت به اکسایش در نمونه‌های حاوی هر دوی اوژنول و گلیسیریدهای اسید بوتیریک تا حدودی بیشتر از سایر تیمارها بود و این نمونه‌ها روی‌هم‌رفته TBA کمتری از سایر تیمارها داشتند. در بین فاکتورهای رنگی ارزیابی‌شده، a^* به‌عنوان شاخصی که نشان‌دهنده قرمزی گوشت است و بیشتر از سایر شاخص‌ها موردتوجه مصرف‌کننده‌ها قرار می‌گیرد، تحت تأثیر تغییرات جیره قرار نگرفت. هرچند که افزودنی‌های استفاده‌شده در این تحقیق سبب بهبود نسبی ویژگی‌های شیمیایی گوشت شدند ولی نمی‌توان از بین این‌ها، جیره شاخصی را انتخاب نمود که در همه ویژگی‌ها دارای بهترین عملکرد باشد؛ بنابراین برای توصیه یک جیره مناسب باید سایر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، حسی و بافتی نیز در فیله و همچنین سایر عضلات مانند پا مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر این، با عنایت به تأثیرپذیری احتمالی سایر ویژگی‌های فیزیولوژیکی لاشه و آلایش و فلور میکروبی روده از تغییرات جیره غذایی، می‌بایست نتایج این ارزیابی‌ها را نیز در انتخاب جیره نهایی مناسب

لحاظ نمود.

منابع مورد استفاده

امیری‌اندی م و منصوری ه، ۲۰۱۸. تأثیر سطوح متفاوت اسید بوتیریک محافظت‌شده در جیره بر عملکرد رشد، متابولیت‌های خون و املاح استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی. پژوهش‌های تولیدات دامی، ۸(۱۸)، ۱۹-۱۰.

خسروی‌نیا ح، کریمی ترشیزی م، علیرضایی م، شهسواری ر و قاسمی ص، ۱۳۹۲. اثر اسانس مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica*) در آب آشامیدنی، بر نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳، محتوی کلسترول و پایداری لیپیدها در عضله سینه نیمچه های گوشتی. مجله علوم دامی ایران، ٤٤(۱)، ۸۱-۷۱.

بی‌نام، دفتر نظارت بر بهداشت عمومی و مواد غذایی گوشتی به آدرس www.ivo.ir

رجبی م، افشارمنش م و رستمی گوهری ا،۱۳۹۵. تأثیر پودر و اسانس رزماری بر عملکرد، جمعیت میکروبی، ریخت‌شناسی روده و کیفیت گوشت در بلدرچین‌های گوشتی. پژوهش‌های علوم دامی ایران، ۸ (۳)، ٤۷۸-٤٦۸.

شیرزادی ح، نظری ز و طاهرپور ک، ۱۳۹۹. اثر پودر آویشن زوفایی (*Thymbra spicata*) و سرخارگل (*Echinasea purpurea*) بر فراسنجه‌های عملکرد و کیفیت عضله کعب ران جوجه‌های گوشتی چالش یافته با کمپیلوباکتر ژژونی. فصل‌نامه تحقیقات تولیدات دامی، ۹(۱)، ۸۸-۷۷.

صادقی س و روزه نصیرایی ل، ۱۳۹٤. اهمیت و ارزش تغذیه‌ای پروتئین حاصل از فیله گوشت مرغ و افزایش عمر ماندگاری این محصولات. اولین کنفرانس علمی پژوهشی علوم و صنایع غذایی ایران.

صادقی ا، درگاهی ع، محمدی ا، اسدی ف و صحرایی س،۱۳۹٤. مروری بر تأثیر ضدمیکروبی اسانس‌ها. مجله بهداشت مواد غذایی، ٥، (۱۸) ۱-۲٦.

صمدیان ف، توحیدی آ، زین‌الدینی س، کریمی ترشیزی م و تقی زاده م، ۱۳۹۲. تأثیر افزودن اسانس آویشن، لیمو، نعناع و زنیان در جیره جوجه‌های گوشتی نر بر روی فراسنجه های کیفی گوشت. پژوهش‌های تولیدات دامی، ٤(۷)، ۹۱-۷۸.

عزیزی ا، یگانه س، فیروزبخش ف و جانی‌خلیلی خ، ۱۳۹٦. بررسی اثر اسانس مرزنجوش (*Origanum vulgare L*) بر شاخص‌های رشد و کیفیت فیله‌ی ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در زمان نگهداری در دمای یخچال. مجله علمی شیلات ایران، ۲٦(۱)، ۱۰۹-۹۳.

محمدی ز، غضنفری ش و ادیب مرادی م، ۲۰۱٤. اثرات اسانس میخک بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه و سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی. تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک، ۲۷(۱)، ۷٦-٦۷.

محمودی ج، فرح‌آور ع، میرزایی گودرزی س و احمدی ا، ۱۳۹۸. مقایسه اثر ترکیب روغن‌های اسانسی با پروبیوتیک و فلاوومایسین بر پاسخ ایمنی هومورال، برخی فراسنجه‌های خونی و کیفیت گوشت در جوجه‌های گوشتی. پژوهش‌های تولیدات دامی، ۱۰(۲۵)، ٥۱-٤۲.

نوروزی فخرآباد ه، حسن‌آبادی ا، نصیری مقدم ح و کرمانشاهی ح، ۲۰۱٤. بررسی استفاده از گلیسیرید اسید بوتیریک بر مورفولوژی روده باریک و شاخص‌های لاشه در جوجه‌های گوشتی. ششمین کنفرانس علوم دامی کشور، دانشگاه تبریز، تبریز.

Aali E, Mahmoudi R, Kazeminia M, Hazrati R and Azarpey F, 2017. Essential oils as natural medicinal substances. Tehran University Medical Journal TUMS Publications 75(7): 480-489.

Alina H and Ovidiu T, 2007. Determination of total protein in some meat products. Analele Stiintifice ale Universitatii, Alexandru Ioan Cuza, Sectiunea Genetica si Biologie Moleculara 8: 71-74.

Al-Kelabi TJK, Mohamed MF and Al-Karagoly H, 2020. The impact of sweet basil plant additive on biochemical parameters and organoleptic quality of meat of chicken. Annals of Tropical Medicine &

Public Health 23(7): 45-52.

Ariyawansa S, 2000. The evaluation of functional properties of fish meal. United Nations University, Fisheries Training Programme, Project Final, Sri Lanka.

Botsoglou NA, Florou-Paneri P, Christaki E, Fletouris DJ and Spais AB, 2002. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. British Poultry Science 43(2): 223-230.

Buckley J and Connolly F, 1980. Influence of alpha-tocopherol (vitamin E) on storage stability of raw pork and bacon. Journal of Food Protection 43(4): 265-267.

Catalán V, Frühbeck G and Gómez-Ambrosi J, 2018. Inflammatory and oxidative stress markers in skeletal muscle of obese subjects. Pp: 163-189. In: Gianola D and Hammond K (eds). Obesity: Oxidative Stress and Dietary Antioxidants. Academic Press.

Di Pasqua R, Betts G, Hoskins N, Edwards M, Ercolini D, and Mauriello G, 2007. Membrane toxicity of antimicrobial compounds from essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55(12): 4863-4870.

Fallah F, Ebrahimnezhad Y, Maheri-Sis N and Ghasemi-Sadabadi M, 2016. The effect of different levels of diet total volatile nitrogen on performance, carcass characteristics and meat total volatile nitrogen in broiler chickens. Archives Animal Breeding 59(2): 191-199.

Falowo A. B, Fayemi PO and Muchenje V, 2014. Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. Food Research International 64: 171-181.

Forte C, Ranucci D, Beghelli D, Branciari R, Acuti G, Todini L, and Trabalza-Marinucci M, 2017. Dietary integration with oregano (*Origanum vulgare L.*) essential oil improves growth rate and oxidative status in outdoor-reared, but not indoor-reared, pigs. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 101(5): 352-361.

Gomathi G, Senthilkumar S, Natarajan A, Amutha R and Purushothaman MR, 2018. Effect of dietary supplementation of cinnamon oil and sodium butyrate on carcass characteristics and meat quality of broiler chicken. Veterinary World 11(7): 959-966.

Huang B, He J, Ban X, Zeng H, Yao X and Wang Y, 2011. Antioxidant activity of bovine and porcine meat treated with extracts from edible lotus (*Nelumbo nucifera*) rhizome knot and leaf. Meat Science 87(1): 46-53.

Kadim IT, Mahgoub O, Al-Marzooqi W, Khalaf SK, Mansour MH, Al-Sinani SS. H and Al-Amri IS, 2009. Effects of electrical stimulation on histochemical muscle fiber staining, quality, and composition of camel and cattle Longissimus thoracis muscles. Journal of Food Science 74(1): S44-S52.

Kahraman T, Issa G, Bingol EB, Kahraman BB and Dumen E, 2015. Effect of rosemary essential oil and modified-atmosphere packaging (MAP) on meat quality and survival of pathogens in poultry fillets. Brazilian Journal of Microbiology 46: 591-599.

Khalil AA, Ur Rahman U, Khan MR, Sahar A, Mehmood, T and Khan M. 2017, Essential oil eugenol: sources, extraction techniques and nutraceutical perspectives. RSC advances 7(52), 32669-32681.

Kralik G, Kralik Z, Grčević M and Hanžek D, 2018. Quality of chicken meat 63-87. In: Banu Y, and Turgay T (eds). Animal husbandry and nutrition. IntechOpen, London.

Kumar S, Chaitanya RK and Preedy VR, 2018. Assessment of antioxidant potential of dietary components. Pp. 239-253. In: HIV/AIDS: Oxidative Stress and Dietary Antioxidants. Academic Press.

Luciano G, Monahan FJ, Vasta V, Pennisi P, Bella M and Priolo A, 2009. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. Meat Science 82(2): 193-199.

Marcinčáková D, Čertík M, Marcinčák S, Popelka P, Šimková J, Klempová T and Bača M, 2011. Effect of dietary supplementation of Melissa officinalis and combination of Achillea millefolium and Crataegus oxyacantha on broiler growth performance, fatty acid composition and lipid oxidation of chicken meat. Italian Journal of Animal Science 10(4): 43-51.

Majid RH, Albashr TK. M, Hamma AA and Khidhir ZK, 2020. Effect of dietary supplementing cumin (*Cuminum cyminum L.)* on meat traits of the broiler chicks. Basrah Journal of Agricultural Sciences

33(1): 159-171.

Moroney NC, O'grady MN, O'doherty JV and Kerry JP, 2013. Effect of a brown seaweed (*Laminaria digitata*) extract containing laminarin and fucoidan on the quality and shelf-life of fresh and cooked minced pork patties. Meat Science 94(3): 304-311.

Papastergiadis A, Mubiru E, Van Langenhove H and De Meulenaer B, 2012. Malondialdehyde measurement in oxidized foods: evaluation of the spectrophotometric thiobarbituric acid reactive substances (TBA) test in various foods. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60(38), 9589-9594.

Pisoschi AM, Pop A, Georgescu C, Turcuş V, Olah N. K and Mathe E, 2018. An overview of natural antimicrobials role in food. European Journal of Medicinal Chemistry 143: 922-935.

Popović S, Puvača N, Peulić T, Ikonić P, Spasevski N, Kostadinović L and Đuragić O, 2019. The usefulness of dietary essential oils mixture supplementation on quality aspect of poultry meat. Journal of Agronomy 2(6): 335-343.

Thakare MN, 1999. Pharmacological screening of some medicinal plants as antimicrobial and feed additives. M Sc Thesis, Department of Animal and Poultry Science, Virginia Polytechnic Institute and State University.

Toldrá F and Nollet LM, 2002. Handbook of dairy foods analysis. CRC Press.

Welch I, 2000. Herding among security analysts. Journal of Financial Economics 58(3): 369-396.

Journal of Food Research, 2023,33(3):68-81
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/FR.2023.54071.1857

Investigation into the qualitative changes of fillet of broiler chickens fed by diet containing eugenol and butyric acid glycerides

S Vahedipour Dahraie[1], Y Zahedi [2]*, F Ghannadiasl[2] and MD Shakouri [3]

Received: November 10, 2022 Accepted: April 20, 2023
[1] MSc Graduated in Food Technology, Department of Food Science & Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[2] Associate professor, Department of Food Science & Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[3] Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
*Corresponding author: Email: younes.zahedi@gmail.com

Introduction: Chicken meat is considered as an easily available source of high-quality protein and other necessary nutrients which are essential for body functioning. In order to meet the consumers' growing demands for high-quality protein, the poultry industry focused on selection of fast-growing broilers, which reach a body mass of about 2.5 kg within 6-week-intensive fattening. Relatively low sales prices of chicken meat, in comparison to other types of meat, speak in favor of the increased chicken meat consumption. In addition, chicken meat is known by its nutritional quality, as it contains significant amount of high-quality and easily digestible protein and a low portion of saturated fat. Composition of chicken meat can be influenced through modification of chicken feed composition (addition of different types of oils or essential oils, vitamins, microelements and amino acids), to produce enriched meat with functional ingredients (n-3 PUFA, carnosine, selenium and vitamin E). By this way, chicken meat becomes a foodstuff with added value, which, in addition to high-quality nutritional composition, also contains ingredients that are beneficial to human health. Eugenol is the major constituent [70 to 90%] in the aromatic oil extract from cloves (*Syzygium aromaticum*), also found in lower concentrations in cinnamon and other aromatic spices. In vitro, eugenol has been shown to have antibacterial, antifungal, antioxidant and antineoplastic activity. Butyric acid is a short-chain organic acid with a direct influence on stimulating the growth of enterocytes, as it is also used as an energy source for these cells. Thus, they help to improve intestinal integrity, acting as a barrier to pathogens and increasing nutrient absorption capacity, which consequently improves animal performance Butyric acid glycerides (mono-, di- and triglycerides of butyric acid) and are stable at pH and are therefore released directly into the intestine and being more efficient than the free butyric acid salts. The main aim of this research was to investigate the effect of adding glycerides of butyric acid and eugenol essence to the diet of broilers on meat chemical and qualitative properties.
Material and methods: To achieve this goal, 300 broiler chickens of commercial strain *Ross 308*

were selected in a completely random design. Six experimental diets including experimental diets containing two levels of butyric acid glycerides (0 and 0.2% w/w) and three levels of eugenol (0, 500, 1000 mg per kg of diet) and the control diet in the form of five replicates and 10 pieces. After 42 days, the broilers were slaughtered, cleaned, and fillets were moved to zip pack packaging, maintained at refrigerator until tests. The assays including chemical compounds, $L^*a^*b^*$ color parameters, volatile nitrogen substances (TVN) and thiobarbituric acid (TBA) were conducted on the fillets at programed times during 60 days of storgae. The data from the tests were analyzed by means of one-way Analysis of variance (one-way ANOVA) with SAS statistical software.

Results and discussion: The results of the data analysis showed that the addition of eugenol along with glycerides of butyric acid in the diet of broilers had no significant effect on the moisture and ash content of the fillets ($p>0.05$), while fat and protein extent of some treatments decreased significantly ($p<0.05$). L^* values of T3 (fed by 1000 ppm eugenol) and T6 (fed by 0.2% w/w butyric acid glycerides and 1000 ppm eugenol) samples were highest and lowest, respectively. The b^* values of all enriched diets were higher than that of the control. There was no significant difference among a^* of all samples. The reason for decreasing L^* of the samples fed by glycerides of butyric acid was pertain to higher pH of them, which cause to increase the intracellular water content and increasing light absorbance of chicken fillets. Overall color difference (ΔE) of the fillets collectd from the chickens fed by only eugenol (T2) and only 0.2% w/w butyric acid glycerides (T4) were highest and lowest, respectively. TBA values were not affected significantly by treatments, whereas storage time had a significant influence. Treatments containing 0.2% w/w butyric acid glycerides and eugenol indicated relatively lower TBA value than other treatments, and with increasing eugenol contents TBA more decreased due to antioxidant components *(*carvacrol, thymol, etc) of the essence. Similar to TBA, TVN values of the fillets increased significantly during 60 days of storage, without significant observation among different treatments at the same time. Against to TBA, chickens fed by only eugenol showed a decreased TVN values compared to other treatments.

Conclusion: According to the results, adding eugenol and glycerides of butyric acid to the diet of broiler chickens decreased fat content of fillets, which maybe considered as a beneficial function. Redness of meat (a^*) wich is attended by consumers was not greatly influenced by diet. Oxidative resistance of fillets measured by TBA assays relatively improved specially by feeding butyric acid glycerides. The fillets ghatherd from broilers fed by only eugenol showed to some extent reduced proteolytic activity during storage. Consequently, incorporation of eugenol and butyric acid glycerides to broilers diet could improve the chemical traits of fillets, and to select an appropriate diet other physicochemical, textural and sensory properties of the fillets should be determined. Also, other edible sections of broilers such as legs and individual muscles, physiological properties of carcass and gastrointestinal microbial flora can be evaluated to better understanding the diet changing effects.

Keywords: Broiler, Butyric acid glyceride, Chemical properties, Diet, Eugenol