



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

حسن شیرزادی^{۱*}، زینب نظری^{۲،۳}، کامران طاهرپور^۴

۱- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۳- کارشناس ارشد تغذیه طیور، سازمان جهاد کشاورزی ایلام

۴- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۰۷ - تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۲۷)

چکیده

به منظور بررسی اثر پودر گیاهان آویشن زوفایی و سرخارگل بر کیفیت عضله کعب ران جوجه‌های گوشتی چالش یافته با کمپیلوباکتر ژژونی، تعداد ۱۹۲ قطعه جوجه گوشتی (راس ۳۰۸) در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، چهار تکرار و هشت قطعه در هر تکرار به مدت ۴۲ روز مورد آزمایش قرار گرفت. تیمارها شامل: ۱) جیره پایه فاقد افزودنی (گروه شاهد)، ۲) و ۳) جیره پایه+پودر گیاه آویشن زوفایی (به ترتیب ۲/۵ و ۵ گرم در کیلوگرم)، ۴) و ۵) جیره پایه+پودر گیاه سرخارگل (به ترتیب ۲/۵ و ۵ گرم در کیلوگرم) و ۶) جیره پایه+آنتی‌بیوتیک اریترومایسین (۰/۲۷۵ گرم در کیلوگرم) بودند. چالش دهانی تمامی جوجه‌ها با استفاده از سوسپانسیون کمپیلوباکتر ژژونی (با غلظت 4×10^{11} cfu در هر میلی‌لیتر، تلقیح یک میلی‌لیتر به هر پرنده) در روز ۲۱ دوره پرورش انجام شد. در دوره‌های پایانی و کل دوره پرورش، جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با پودر سرخارگل (۵ گرم در کیلوگرم) و پودر آویشن زوفایی (۲/۵ گرم در کیلوگرم) در مقایسه با گروه شاهد، بازده غذایی بالاتری داشتند ($P < 0/05$). همچنین تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های مکمل شده با پودر سرخارگل (۲/۵ گرم در کیلوگرم) و پودر آویشن زوفایی (هر دو سطح) منجر به کاهش غلظت مالون دی‌آلدئید عضله کعب ران شد ($P < 0/05$). علاوه بر این، جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی پودر آویشن زوفایی (۵ گرم در کیلوگرم) اتلاف آب ناشی از پرس بالاتر (۴۱/۲ درصد) و پروتئین خام کمتری (۲۲/۷ درصد) در عضله کعب ران داشتند ($P < 0/05$). بر اساس نتایج حاضر، سطوح ۲/۵ گرم در کیلوگرم پودر آویشن زوفایی و سرخارگل جهت بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی و کاهش مالون دی‌آلدئید توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ترکیب شیمیایی، رنگ‌سنجی، عملکرد، ظرفیت نگهداری آب، مالون دی‌آلدئید

* نویسنده مسئول: h.shirzadi@ilam.ac.ir

مقدمه

در بافت ران بیشتر بوده (Soyer *et al.*, 2010) و همچنین با عنایت به اینکه ران‌ها سطح تماس بیشتری دارند، لذا احتمال آلودگی این عضله به پاتوژن‌های محتویات روده در مقایسه با سایر بخش‌های لاشه بیشتر بوده و بنابراین ران‌ها به میزان بیشتری در معرض اکسیداسیون باکتریایی و اکسیداسیون ناشی از پرواکسیدان‌ها قرار دارند. از آنجایی که تقاضای بالایی برای این بخش از لاشه وجود دارد، لازم است امنیت غذایی آن برای حفظ سلامت مصرف‌کنندگان حفظ شود. ترکیبات ثانویه گیاهی به دلیل داشتن خواص توأم ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی طبیعی گزینه مناسبی جهت برقراری امنیت غذایی گوشت و مقابله با کاهش کیفیت آن ناشی از فساد باکتریایی و فساد اکسیداتیو هستند.

آویشن زوفایی با نام علمی *Thymbra spicata* L. متعلق به خانواده نعنائیان است، تیمول و کارواکرول موجود در آن به دلیل داشتن فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی می‌توانند مانع از پراکسیداسیون چربی‌ها شوند (Maskan and Horuz, 2017a). همچنین توانایی کاهش تشکیل رادیکال‌های آزاد گوشت، کاهش پراکسیداسیون چربی‌ها، کاهش میکروفلورای طبیعی گوشت، کاهش میزان /شرشیا کولی گوشت و کاهش تخریب پروتئین‌های سارکوپلاسمی به وسیله آویشن گزارش شده است (Fratianne *et al.*, 2010). سرخارگل با نام علمی *Echinacea purpurea* Moench متعلق به خانواده کاسنیان بوده و دارای فعالیت‌های ضد باکتری، ضد ویروسی و آنتی‌اکسیدانی است (Manayi *et al.*, 2015). اسید کافنیک و اکتیناکوزونید موجود در آن پتانسیل بالایی در حذف رادیکال‌های آزاد دارند. بنابراین سرخارگل از راه کاهش پراکسیداسیون چربی‌ها و بهبود وضعیت اکسیداتیو، سبب افزایش کیفیت گوشت می‌شود (Lee *et al.*, 2013). این تحقیق با هدف بررسی پتانسیل آویشن زوفایی و سرخارگل در پیشگیری از افت کیفیت گوشت ران جوجه‌های گوشتی در زمان مواجهه با تهاجم کمپیلوباکتر ژرژونی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر پودر گیاهان آویشن زوفایی و سرخارگل بر کیفیت عضله کعب ران جوجه‌های گوشتی چالش یافته با کمپیلوباکتر ژرژونی آزمایشی با تعداد ۱۹۲

از نقطه نظر میزان پروتئین، چربی و کلسترول، گوشت طیور سالم‌تر از گوشت قرمز است و از لحاظ ارزش غذایی، ماهیچه‌های کعب ران و ساق ران جوجه‌های گوشتی در درجه دوم اهمیت بعد از ماهیچه سینه قرار دارند (Baron *et al.*, 2011)، هر چند که این ماهیچه‌ها به دلیل داشتن چربی ماربلینگ از نظر خوش‌خوراکی بسیار مطلوب بوده و در مقایسه با عضله سینه میزان تقاضای بالاتری دارند. با این حال، عضلات ران در مقایسه با عضلات سینه از یک طرف حاوی مقدار زیادی چربی (حدوداً پنج درصد در مقابل دو درصد)، پروتئین‌های هم و آنزیم‌های میکروزومال هستند، لذا به میزان بیشتری به اکسیداسیون چربی‌ها حساس هستند (Soyer *et al.*, 2010). از طرف دیگر، در مقایسه با سایر بخش‌های لاشه سطح تماس بیشتری دارند، لذا در حین کشتار به میزان بیشتری در معرض عوامل بیماری‌زای موجود در محتویات روده قرار می‌گیرند. کمپیلوباکتر یک پاتوژن غذازاد بوده و منشاء آن عمدتاً گوشت طیور است، به طوری که ۷۲ درصد از بیماری‌های ناشی از آلودگی به کمپیلوباکتر مربوط به مصرف گوشت طیور است (Nagel *et al.*, 2013) و در بین گونه‌های جنس کمپیلوباکتر، کمپیلوباکتر ژرژونی به عنوان مهم‌ترین گونه بیماری‌زا برای انسان معرفی شده است (رحیمی، ۱۳۹۲).

گزارش شده است که آلودگی لاشه طیور به عوامل بیماری‌زای دستگاه گوارش منجر به فساد باکتریایی چربی‌های آن می‌شود. این فساد عموماً از راه دو نوع از واکنش‌های شیمیایی مختلف یعنی هیدرولیز و اکسیداسیون انجام می‌پذیرد (Goldman and Rayman, 1952). در حقیقت باکتری‌ها از راه آنزیم‌های خود ساختار شیمیایی چربی را شکسته و سبب تولید بو و طعم ناخوشایند می‌شوند (Ekpa *et al.*, 2017). همچنین باکتری‌ها از راه مصرف اکسیژن سبب تغییراتی در رنگ گوشت می‌شوند (Insausti *et al.*, 2001). بنابراین باکتری‌ها نه تنها سبب هیدرولیز چربی‌ها می‌شوند، بلکه سبب اکسیداسیون آنها و تغییر رنگ گوشت نیز می‌شوند و این عامل ضمن فساد اکسیداتیو باعث کاهش بازارپسندی گوشت به دلیل رنگ و بوی نامطلوب می‌شود. با توجه به اینکه در مقایسه با سینه، مقدار پرواکسیدان‌ها

قفس‌های باطری چهار طبقه تغذیه شدند. ترکیب و ارزش تغذیه‌ای جیره پایه در دوره‌های آغازین (۰-۱۰ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) به ترتیب در جدول ۱ ارائه شده است.

وزن جوجه‌ها و غذای مصرفی هر قفس در پایان هر دوره (در سنین ۱۰، ۲۴ و ۴۲ روزگی) بر حسب روز مرغ ثبت شد و از روی این داده‌ها، میانگین افزایش وزن روزانه، میانگین خوراک مصرفی روزانه و بازده غذایی (نسبت افزایش وزن روزانه به خوراک مصرفی روزانه) برای هر دوره محاسبه شد. جهت بررسی چگونگی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر روی صفات مربوط به کیفیت عضله کعب ران جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی عملیات کشتار روی دو قطعه پرنده از هر تکرار انجام شد.

پس از سه ماه ذخیره‌سازی در فریزر (۲۰- درجه سلسیوس)، مقادیر پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، ماده خشک و رطوبت (AOAC, 1995)، شاخص‌های رنگ‌سنجی شامل میزان روشنائی (*L)، میزان قرمزی (*a)، میزان زردی (*b)، زاویه هیو و شاخص کروما

قطعه جوجه گوشتی (راس ۳۰۸) در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار (هشت قطعه پرنده در هر تکرار) در در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام انجام شد. تیمارها شامل: ۱- جیره پایه (تیمار شاهد)، ۲- جیره پایه + پودر گیاه آویشن زوفایی (۲/۵ گرم در کیلوگرم)، ۳- جیره پایه + پودر گیاه آویشن زوفایی (۵ گرم در کیلوگرم)، ۴- جیره پایه + پودر گیاه سرخارگل (۲/۵ گرم در کیلوگرم)، ۵- جیره پایه + پودر گیاه سرخارگل (۵ گرم در کیلوگرم) و ۶- جیره پایه + اریتروماکسین (۰/۲۷۵ گرم در کیلوگرم) با خلوص ۲۰ درصد بودند. کلیه جوجه‌ها در روز ۲۱ پرورش با استفاده از سوسپانسیون کمپیلوباکتر ژرژونی (RTCC 1097، غلظت 4×10^{11} cfu در هر میلی‌لیتر، تلقیح یک میلی‌لیتر به هر پرنده) از راه گاوآژ دهانی چالش داده شدند. لازم به ذکر است که باکتری مذکور از بخش میکروبی‌شناسی مؤسسه واکسن و سرم‌سازی رازی تهیه شد. آزمایش مذکور به مدت ۴۲ روز اجرا شد و طی این مدت پرنده‌ها ضمن دسترسی آزاد به آب و خوراک با یک جیره بر پایه ذرت- سویا در داخل

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره پایه در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی

Table 1. Ingredients and chemical composition of the basal diet in starter, grower and finisher periods¹

	Starter diet (0-10 d)	Grower diet (11-24 d)	Finisher diet (25-42 d)
<i>Ingredient (%)</i>			
Corn	56.70	58.78	63.70
Soybean meal	37.34	34.62	29.32
Soybean oil	1.66	2.78	3.39
Dicalcium phosphate	1.83	1.63	1.46
Limestone	0.87	0.78	0.74
Sodium chloride	0.30	0.30	0.30
Sodium bicarbonate	0.10	0.10	0.10
l-Lysine-HCl (98%)	0.23	0.15	0.16
dl-Methionine (98%)	0.34	0.28	0.26
l-Threonine	0.13	0.08	0.07
Vitamin and mineral premix ²	0.50	0.50	0.50
<i>Calculated composition (% , unless otherwise stated)</i>			
Metabolizable energy (kcal/kg)	2,900	3,000	3,100
Crude protein	22.00	20.80	18.90
Calcium	0.93	0.84	0.78
Available phosphorous	0.46	0.42	0.38
Sodium	0.16	0.16	0.16
Lysine	1.24	1.11	1.00
Methionine	0.63	0.56	0.52
Methionine+cystine	0.92	0.84	0.78
Threonine	0.83	0.75	0.67
DCAB (mEq/kg)	232	224	200

¹ Sand was substituted (wt/wt) by *Echinacea purpurea*, *Thymbra spicata* or Erythromycin to form the corresponding experimental diets. Briefly, basal diet was formulated and 5 kg/t sand was added to diet as on top. For made of other diets 2.5 or 5.0 kg/t of each *Echinacea purpurea*, *Thymbra spicata*, or Erythromycin was substituted with sand.

² Supplied per kg diet: Vitamin A 9000 IU, vitamin D₃ 2000 IU, vitamin E 18 IU, vitamin K₃ 2 mg, riboflavin 6.6 mg, pantothenic acid 10 mg, pyridoxine 3 mg, folic acid 1 mg, thiamin 1.8 mg, B₁₂ 15 µg, biotin 0.1 mg, niacin 30 mg, choline 500 mg, selenium 0.2 mg, iodine 1 mg, copper 10 mg, iron 50 mg, zinc 85 mg, manganese 100 mg.

به مدت ۱۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۸۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها با استفاده از پارچه کتان، خشک شده و سپس توزین شدند. در نهایت مطابق رابطه زیر میزان اتلاف آب در حین پخت و پز محاسبه شد:

$$100 \times \left[\frac{\text{وزن ثانویه نمونه} - \text{وزن اولیه نمونه}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \right] = \text{اتلاف آب ناشی از پخت و پز (درصد)}$$

به منظور اندازه‌گیری اتلاف آب ناشی از پرس، مقدار یک گرم از هر نمونه با شکل هندسی مکعب مربع و ابعاد تقریباً یکسان توزین و در بین ۱۴ قطعه کاغذ صافی قرار داده شد، سپس به وسیله یک وزنه ۳۵ کیلوگرمی به مدت ۵ دقیقه تحت فشار قرار داده شد. مایع خارج شده از گوشت به عنوان میزان اتلاف در وزن نمونه (بعد از پرس شدن) تعریف شد و به صورت درصدی از وزن اولیه نمونه مطابق رابطه زیر گزارش شد:

$$100 \times \left[\frac{\text{وزن اولیه نمونه} - \text{وزن ثانویه نمونه}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \right] = \text{اتلاف آب ناشی از پرس (درصد)}$$

جهت اندازه‌گیری pH عضله کعب ران از یک pH متر پرتابل (مدل PH818، ساخت کشور چین) استفاده شد. همچنین به منظور تعیین میزان مالون دی‌آلدئید (MDA)، نمونه‌هایی با وزن ۰/۵ گرم از عضله کعب ران توزین و با هاون به صورت کاملاً له شده و هموژن در آورده شد. سپس هر یک از نمونه‌های مذکور به فالكون‌های پایه‌دار ۵۰ میلی‌لیتری منتقل شدند و مقدار ۴ میلی‌لیتر محلول اسید تری‌کلرواستیک (TCA) و ۲/۵ میلی‌لیتر محلول بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن روی هر نمونه ریخته شد و به مدت ۱ دقیقه با دور بالا ورتکس شد. سپس به مدت ۳ دقیقه با دور ۳۰۰۰g سانتیفریوژ شدند و پس از خارج نمودن فالكون‌ها از سانتیفریوژ، با سمپلر لایه هگزان رویی دور ریخته شد و فاز آبی با کاغذ واتمن نمره ۱ صاف شد. در ادامه، فاز آبی با محلول TCA به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. در نهایت ۳ میلی‌لیتر محلول اسید تیوباربیتوریک به هر یک نمونه‌ها افزوده شد و ۳۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از آن، نمونه‌ها به سرعت در آب یخ خنک شدند و غلظت MDA محلول‌های حاصله با دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل pG50 ساخت کشور آلمان) در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد. در نهایت غلظت MDA نمونه‌های مذکور بر اساس رسم منحنی کالیبراسیون برای

(Dadali *et al.*, 2007)، ظرفیت نگهداری آب، اتلاف آب ناشی از تراوش، اتلاف آب ناشی از پخت و پز، اتلاف آب ناشی از پرس، pH و مالون دی‌آلدئید عضله کعب ران (سمت چپ) مورد ارزیابی قرار گرفت (Botsoglou *et al.*, 1994; Petracci and Baéza, 2011; Tong *et al.*, 2012; Soury *et al.*, 2015). رنگ‌سنجی عضله کعب ران با استفاده از یک دستگاه رنگ‌سنج پرتابل لوترون (مدل RGB-1002، ساخت کشور تایوان) انجام شد و جهت تعیین زاویه هیو و شاخص کروما از روابط زیر استفاده شد:

$$a^2 + b^2 = \text{شاخص کروما}$$

$$\tan^{-1}(b/a) = \text{زاویه هیو}$$

جهت اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، ابتدا ۸ گرم از هر نمونه چرخ شده گوشت به همراه ۱۲ میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم ۰/۶ مولار درون یک لوله ریخته شد. سپس لوله‌ها درون حمام آب (۵ درجه سلسیوس) به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شدند و بعد از آن در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتیفریوژ شدند و از روی میزان مایع رویی حاصل از سانتیفریوژ، ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها مطابق رابطه زیر محاسبه شد.

$$100 \times \left[\frac{\text{وزن نمونه} - \text{مقدار آب استحصال شده از هر فالكون}}{\text{وزن نمونه}} \right] = \text{ظرفیت نگهداری آب (درصد)}$$

به منظور اندازه‌گیری اتلاف آب ناشی از تراوش، نمونه‌هایی با شکل هندسی مکعب مربع و ابعاد تقریباً یکسان و وزن ۴ گرم استحصال و هر یک به صورت جداگانه داخل پلاستیک زیپ‌دار قرار داده شدند، سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. بعد از سپری شدن مدت زمان مذکور، نمونه‌ها با استفاده از پارچه کتان، خشک شده و سپس توزین شدند. در نهایت مطابق رابطه زیر اتلاف آب ناشی از تراوش محاسبه شد:

$$100 \times \left[\frac{\text{وزن اولیه نمونه} - \text{وزن ثانویه نمونه}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \right] = \text{اتلاف آب ناشی از تراوش (درصد)}$$

جهت اندازه‌گیری اتلاف آب ناشی از پخت و پز، مقدار ۴ گرم از هر نمونه با شکل هندسی مکعب مربع و ابعاد تقریباً یکسان توزین و داخل پلاستیک زیپ‌دار قرار داده شد، سپس تمام نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در داخل یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. بعد از گذشت مدت زمان ذکر شده، نمونه‌ها از یخچال خارج و

گیاهان ترکیبات زیادی با خاصیت دارویی دارند که برای حفظ، سلامت و بهبود عملکرد طیور و سایر حیوانات اهلی مفید هستند. گزارش شده که این ترکیبات ترشح آنزیم‌های گوارشی (مثل لیپاز و آمیلاز)، موکوس روده و هضم خوراک را در جوجه‌های گوشتی تحریک می‌کنند. همچنین اتصال عوامل بیماری‌زا را به دیواره روده مختل کرده و فلور میکروبی روده را متعادل می‌کنند و لذا اتلاف مواد مغذی را به کمترین میزان می‌رسانند (Nasir and Grashorn, 2010). علاوه بر این گزارش شده که ترکیبات سودمند آنتی‌اکسیدانی گیاهان دارویی با حفاظت از پیرزهای روده، سبب بهبود جذب مواد مغذی می‌شوند و از این راه عملکرد پرنده را بهبود می‌بخشند (پورسینا و همکاران، ۱۳۹۴). این آثار مثبت گیاهان دارویی به خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی آنها نسبت داده شده است (Kheiri et al., 2018). تیمول، کارواکرول و لینالول عمده ترکیبات اسانس آویشن هستند که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و افزایش هضم هستند (Attia et al., 2017). همچنین آثار آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی سرخارگل به ترکیبات اکیناکوزونید، اسید کافئیک و اسید شیکوریک نسبت داده شده است (Lin et al., 2011; Lee et al., 2013).

سری رقت‌های استاندارد و عکس رقت به صورت نانومول در هر گرم بافت گزارش شد. در پایان داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و رویه مدل خطی عمومی، برای مدل زیر تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد مقایسه شدند:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

در این رابطه، Y_{ij} ، مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام؛ μ ، میانگین جامعه؛ T_i ، اثر تیمار i ام و e_{ij} ، اثر خطای آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام است.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی چالش یافته با کمپیلوباکتر ژرونی در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در دوره‌های آغازین و رشد از نظر صفات افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی روزانه و بازده غذایی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. با این حال در دوره پایانی پرورش، تغذیه جوجه‌های گوشتی با پودر سرخارگل (۵ گرم در کیلوگرم) و آویشن زوفایی (۲/۵ گرم در کیلوگرم) بازده غذایی را به صورت معنی‌داری بهبود بخشید ($P < 0.05$). در کل دوره پرورش نیز تغذیه جیره‌های حاوی پودر سرخارگل (هر دو سطح) و پودر آویشن زوفایی (۲/۵ گرم در کیلوگرم) به صورت معنی‌داری بازده غذایی را بهبود داد ($P < 0.05$).

جدول ۲- اثر مکمل کردن جیره با پودر آویشن زوفایی و سرخارگل بر عملکرد جوجه‌های گوشتی چالش یافته در روز ۲۱ آزمایش با 4×10^{11} cfu در هر میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری کمپیلوباکتر ژرونی

Table 2. Effect of diets supplemented with *Thymbra spicata* and *Echinacea purpurea* on performance of broiler chickens challenged on 21 d of experiment with 4×10^{11} cfu/mL of *Campylobacter jejuni* suspension

Item	Treatments				SEM	P-value		
	Control	<i>Thymbra spicata</i>	<i>Echinacea purpurea</i>	Erythromycin				
	0.25	0.50	0.25	0.50				
Average daily gain (g/day/bird)								
0 to 10 d	22.1	24.2	23.7	22.0	23.6	23.8	0.7	0.16
11 to 24 d	50.1	53.0	49.4	52.7	48.6	52.6	2.4	0.67
25 to 42 d	70.2	80.8	74.8	75.1	79.1	77.2	3.2	0.29
0 to 42	52.3	58.0	54.3	55.0	55.8	56.3	1.6	0.25
Daily feed intake (g/day/bird)								
0 to 10 d	25.7	26.3	25.9	26.5	26.3	26.9	0.6	0.78
11 to 24 d	84.1	83.9	84.8	84.5	83.3	88.1	2.5	0.80
25 to 42 d	181	170	174	167	169	174	4	0.21
0 to 42	112	107	109	106	107	110	2	0.50
Feed efficiency								
0 to 10 d	0.859	0.918	0.916	0.832	0.901	0.884	0.020	0.05
11 to 24 d	0.598	0.631	0.623	0.623	0.583	0.600	0.030	0.81
25 to 42 d	0.389 ^b	0.477 ^a	0.431 ^{ab}	0.449 ^{ab}	0.467 ^a	0.442 ^{ab}	0.014	<0.01
0 to 42	0.468 ^b	0.543 ^a	0.499 ^{ab}	0.518 ^a	0.523 ^a	0.510 ^{ab}	0.011	<0.01

^{a-b} Means within a row without common superscript are significantly different at $P < 0.05$.

SEM: Standard error of the means

پرزهای دئودنوم و ایلئوم و قابلیت هضم مواد مغذی شد (داده‌ها منتشر نشده است). لذا علت بهبود عملکرد پرندگان تغذیه شده با این دو گیاه را می‌توان به افزایش قابلیت هضم مواد مغذی نسبت داد که خود این عامل ناشی از افزایش طول پرزهای روده است.

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر غلظت مالون دی‌آلدئید، ظرفیت نگهداری آب، اتلاف آب ناشی از تراوش، اتلاف آب ناشی از پخت و پز و اتلاف آب ناشی از پرس عضله کعب ران جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در مقایسه با گروه شاهد، تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های مکمل شده با پودر سرخارگل (۲/۵ گرم در کیلوگرم) و پودر آویشن زوفایی (هر دو سطح) منجر به کاهش معنی‌دار غلظت مالون دی‌آلدئید عضله کعب ران شد ($P < 0.05$). همچنین در مقایسه با گروه شاهد، تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره حاوی پودر آویشن زوفایی (۵ گرم در کیلوگرم) سبب افزایش معنی‌دار میزان اتلاف آب ناشی از پرس عضله کعب ران شد ($P < 0.05$). با این حال سایر فراسنجه‌های مرتبط با توانایی میوفیبریل‌های گوشت در حفظ آب به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند. مطابق نتایج حاضر، گزارش شده است که سرخارگل سبب کاهش غلظت مالون دی‌آلدئید سرم خون، کبد و طحال جوجه‌های گوشتی می‌شود (Lee et al., 2013).

محققان گزارش کردند که غلظت مالون دی‌آلدئید در ماهیچه ران بالاتر از ماهیچه سینه است. علت این امر آن است که ماهیچه ران نسبت به ماهیچه سینه دارای بافت چربی بیشتر و محتوای اسید چرب غیراشباع بیشتری است. بنابراین ماهیچه ران نسبت به ماهیچه سینه بیشتر در معرض آسیب اکسیداتیو است و نهایتاً شاخصی که برای تشخیص میزان اکسیداتیو (مالون دی‌آلدئید) بکار برده می‌شود در ماهیچه ران بیشتر است (Wan et al., 2016). اگر چه غلظت ویتامین E در عضله ران بیشتر از سینه است (Zanini et al., 2003)، اما ران به دلیل دارا بودن مقادیر بیشتری از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه و همین‌طور چربی بالاتر به میزان بیشتری مستعد پراکسیداسیون است (Soyer et al., 2010; Wan et al., 2016).

در حقیقت گیاهان دارویی از یک طرف به واسطه داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدان، رادیکال‌های آزاد را خنثی کرده و بدین ترتیب مانع از آثار تخریبی آنها روی پرزهای روده می‌شوند. از آنجایی که انتروسیته‌ها یا همان سلول‌های جذبی روده در لایه سطحی پرزها قرار دارند از گزند رادیکال‌های آزاد موجود در محتویات روده در امان هستند و با عملکرد بهتری به جذب مواد مغذی ادامه می‌دهند که نتیجه آن بهبود عملکرد است. از طرف دیگر، گیاهان دارویی به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌باکتریال، کلونیزاسیون عوامل بیماری‌زای موجود در دستگاه گوارش را کاهش داده و بدین ترتیب دفع متابولیت‌های سمی عوامل بیماری‌زا که خود عاملی برای تخریب پرزهای روده است کاهش می‌یابد، که این نیز به نوبه خود به تقویت توان جذبی انتروسیته‌های روده کمک می‌کند.

در تأیید نتایج تحقیق حاضر، گزارش شده است که اجزای فنولیک موجود در عصاره سرخارگل از راه بهبود جذب مواد غذایی منجر به بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌شوند (روستائی علی‌مهر و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین در تحقیق دیگری استفاده از سرخارگل ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی را بهبود بخشید (Lee et al., 2012). افزون بر این گزارش شده است که استفاده از عصاره گیاهان سیر، آویشن و سرخارگل سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در مقایسه با آنتی‌بیوتیک می‌شود، که این تأثیر به بهبود ترشح آنزیم‌های هضمی نسبت داده شده است (Rahimi et al., 2011). علاوه بر این، برخی از محققان بهبود ضریب تبدیل غذایی ناشی از آویشن را به ترکیبات ضد قارچی و ضد باکتری این گیاه نسبت می‌دهند که می‌تواند جمعیت باکتری‌های مضر دستگاه گوارش را کاهش دهد و در نهایت سبب بهبود عملکرد جوجه‌ها شود (Souri et al., 2015).

بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، افزودن پودر آویشن زوفایی و سرخارگل به جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود بازده غذایی در مقایسه با گروه شاهد شد. احتمالاً استفاده از این افزودنی‌ها با تأثیر بر هضم و جذب خوراک سبب بالا رفتن راندمان استفاده از خوراک شده است، به گونه‌ای که بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از آویشن زوفایی و سرخارگل سبب افزایش معنی‌دار طول

جدول ۳- اثر مکمل کردن جیره با پودر آویشن زوفایی و سرخارگل بر غلظت مالون دی آلدئید، ظرفیت نگهداری آب، اتلاف آب ناشی از تراوش، اتلاف آب ناشی از پخت و پز و اتلاف آب ناشی از پرس عضله کعب ران جوجه‌های گوشتی چالش یافته در روز ۲۱ آزمایش با 4×10^{11} cfu در هر میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری کمپیلوباکتر ژژونی

Table 3. Effect of diets supplemented with *Thymbra spicata* and *Echinacea purpurea* on malondialdehyde, water holding capacity, drip loss, cooking loss, and press loss of thigh muscle in broiler chickens challenged on 21 d of experiment with 4×10^{11} cfu/mL of *Campylobacter jejuni* suspension

Item	Treatments						SEM	P-value
	Control	<i>Thymbra spicata</i>		<i>Echinacea purpurea</i>		Erythromycin		
		0.25	0.50	0.25	0.50			
Malondialdehyde (nM/g)	93.9 ^a	74.0 ^{cd}	77.5 ^{bcd}	66.1 ^d	82.4 ^{abc}	86.4 ^{ab}	2.6	<0.01
Water holding capacity (%)	17.4	18.4	10.8	18.2	15.9	23.9	5.0	0.61
Drip loss (%)	7.76	5.86	5.85	4.91	4.64	7.05	0.76	0.07
Cooking loss (%)	27.2	29.3	28.1	26.6	33.1	26.5	2.5	0.46
Press loss (%)	32.1 ^b	37.6 ^{ab}	41.2 ^a	35.2 ^{ab}	37.0 ^{ab}	37.4 ^{ab}	1.8	0.05

^{a-d} Means within a row without common superscript are significantly different $P < 0.05$.

SEM: Standard error of the means

شمار کمپیلوباکتر ژژونی در دستگاه گوارش مانع از گسیختگی اتصالات سفت بین سلول‌های اپیتلیوم روده می‌شوند. لذا از این مسیر، راه نفوذ عوامل بیماری‌زا به درون سلول‌های اپیتلیوم روده و نهایتاً خون را مسدود می‌کنند و به این صورت مانع از پراکسیداسیون باکتریایی چربی‌ها می‌شوند.

گزارش شده است که هر چه قدر گوشت از pH بالاتری برخوردار باشد به دلیل بیشتر بودن آب درون سلولی در مقایسه با برون سلولی جذب نور بیشتری داشته و لذا در هنگام رنگ‌سنجی از روشنی کمتری برخوردار بوده (اصطلاحاً تیره‌تر بوده) (Souri et al., 2015) و از ظرفیت نگهداری آب بالاتری برخوردار است، ضمن اینکه اتلاف آب ناشی از تراوش و اتلاف آب ناشی از پخت و پز کمتری دارد (McCurdy et al., 1996). همچنین گزارش شده است که ظرفیت نگهداری آب ($r^2 = -0.60$) با روشنی گوشت (L^*) همبستگی منفی و معنی‌داری دارد (Barbut, 1997). بنابراین با توجه به اینکه در این تحقیق فراسنجه‌های pH و روشنی (L^*) گوشت تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایشی قرار نگرفتند (جدول ۴)، لذا عدم تأثیر قرار گرفتن ظرفیت نگهداری آب، اتلاف آب ناشی از تراوش و اتلاف آب ناشی از پخت و پز نیز دور از انتظار نیست. همچنین پودر گیاه آویشن زوفایی (۵ گرم در کیلوگرم) سبب افزایش اتلاف آب ناشی از پرس شد. افزایش این فراسنجه به نوعی با آبدار بودن گوشت در زمان جویدن در ارتباط است، به نحوی که حس آبدار بودن را به مصرف‌کننده القاء می‌کند. ساز و کار عمل آن

اکسیداسیون چربی‌ها منجر به طعم و بوی نامطبوع گوشت، تخریب پروتئین‌ها، تغییر رنگ گوشت و انباشتگی ترکیبات سمی شده که می‌تواند تهدید جدی برای سلامت مصرف‌کنندگان باشد (Sabow et al., 2016). وجود آنتی‌اکسیدان‌ها در گوشت سبب مهار فعالیت اکسیداسیون چربی‌ها شده و در نتیجه باعث افزایش ماندگاری و بهبود خصوصیات چشایی گوشت می‌شود (ناقوس و همکاران، ۱۳۹۶). عصاره‌های گیاهی دارای آنتی‌اکسیدان‌های متنوعی هستند که وارد جریان خون شده و در بافت‌ها ذخیره می‌شوند، لذا از پراکسیداسیون چربی‌ها ممانعت به عمل آورده و سبب کاهش سطح مالون دی آلدئید می‌شوند (Marcinčák et al., 2011). گزارش شده است که تقریباً ۹۰ درصد اسانس آویشن زوفایی را تیمول (۳/۶۷-۰/۹۷ درصد) و کارواکرول (۲/۸۶-۵/۷۹ درصد) تشکیل می‌دهد و این ترکیبات از راه اهدای هیدورژن و پاکسازی رادیکال‌های آزاد فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی از خود نشان می‌دهند (Maskan and Horuz, 2017b). بنابراین علت کاهش غلظت مالون دی آلدئید با تیمارهای حاوی آویشن زوفایی و سرخارگل از یک طرف ناشی از خواص آنتی‌اکسیدانی آنها و از طرف دیگر تا حدودی به دلیل پتانسیل ضد میکروبی آنها است. به نحوی که با غلبه بر کلونیزاسیون کمپیلوباکتر ژژونی زمینه برای رشد این عوامل بیماری‌زا را کاهش داده‌اند و لذا در حین کشتار به میزان کمتری ران‌ها به این میکروب آلوده شده‌اند. همچنین گیاهان مذکور به دلیل کاهش التهاب ناشی از حمله عوامل بیماری‌زا به واسطه کاهش

علت عدم تأثیرگذاری تیمارهای آزمایشی روی pH عضله کعب ران روشن نیست. با این حال ممکن است در زمان مواجهه پرنده با چالش کمپیلوباکتر ژژوونی، به دلیل درگیری سیستم ایمنی جهت مبارزه با این عامل بیماری-زا، بخش بیشتری از گلوکز خون صرف فعالیت سلول‌های ایمنی نظیر ماکروفاژها و لمفوسیت‌ها شده باشد و به این صورت سوبسترای کمتری جهت گلیکوژن در دسترس قرار گرفته و محتوای گلیکوژن عضله به عنوان سوبسترای تولید اسید لاکتیک طی واکنش‌های گلیکولیز بی‌هوازی کاهش یافته است و لذا از نظر pH تفاوت چندانی بین تیمارها مشاهده نشده است.

در تحقیقی اثر پودر سرخارگل (۱، ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم در کیلوگرم) بر وضعیت اکسیداتیو و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی سویه آرپوراکرز مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که سطح یک گرم در کیلوگرم سرخارگل تأثیری بر رنگ گوشت ندارد، اما افزایش سطح سرخارگل به ۱۰ تا ۲۰ گرم در کیلوگرم سبب کاهش روشنی (L^*) و افزایش سطح آن به ۵ تا ۲۰ گرم در کیلوگرم سبب افزایش قرمزی (a^*) و زردی (b^*) عضله ران شد (Lee et al., 2013). اگر چه این محققین افزایش قرمزی گوشت را به افزایش ظرفیت اکسیداتیو گوشت نسبت دادند، اما در رابطه با زردی آن بحثی انجام ندادند. مصرف بالای مواد موثره گیاهان دارویی می‌تواند مشکل‌ساز باشد، به طوری-که گزارش شده است آلکالوئیدهای گیاهی نظیر کافئین قادر به القای آسیب در جوجه‌های گوشتی است (Kamely et al., 2016).

مشخص نیست، اما احتمالاً سطح بالای آویشن زوفایی با وارد کردن مواد موثره بیشتری به عضله ران ضمن حفظ ظرفیت نگهداری آب باعث می‌شود که مولکول‌های آب پیوندهای ضعیفی با مولکول‌های زیستی موجود در این عضله برقرار کنند و در هنگام جویدن، آب بیشتری آزاد شود.

تأثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر pH و رنگ عضله کعب ران جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ گزارش شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود هیچ یک از فراسنجه‌های pH، روشنایی (L^*)، میزان قرمزی (a^*)، میزان زردی (b^*)، زاویه هیو و شاخص کروما به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. مقدار pH گوشت بازتاب مستقیم اسیدیته گوشت و آثار آن روی اتلاف آب و رنگ گوشت است (Lee et al., 2013). گزارش شده است که تغییرات pH گوشت بستگی به محتوای گلیکوژن آن دارد (Forte et al., 2017) و تغییرات آن در زمان‌های مختلف بعد از کشتار به عنوان شاخصی از تولید لاکتات و تجزیه گلیکوژن در نظر گرفته می‌شود (Souri et al., 2015). پس از کشتار، گلیکوژن ذخیره شده در عضله تحت تأثیر واکنش‌های گلیکوژنولیز به واحدهای سازنده آن یعنی گلوکز تبدیل شده و این مونوساکارید پس از جمود نعش وارد گلیکولیز بی‌هوازی شده و تولید لاکتات می‌کند که سبب کاهش pH عضله می‌شود. کاهش pH عضله سبب روشنی، کاهش ظرفیت نگهداری آب و افزایش اتلاف آب ناشی از تراوش و اتلاف آب ناشی از پخت و پز گوشت می‌شود (McCurdy et al., 1996; Barbut, 1997; Souri et al., 2015).

جدول ۴- اثر مکمل کردن جیره با پودر آویشن زوفایی و سرخارگل بر pH و رنگ عضله کعب ران جوجه‌های گوشتی چالش یافته در روز ۲۱ آزمایش با 4×10^{11} cfu در هر میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری کمپیلوباکتر ژژوونی

Table 4. Effect of diets supplemented with *Thymbra spicata* and *Echinacea purpurea* on thigh muscle pH and color of broiler chickens challenged on 21 d of experiment with 4×10^{11} cfu/mL of *Campylobacter jejuni* suspension

Item	Treatments					SEM	P-value
	Control	<i>Thymbra spicata</i>	<i>Echinacea purpurea</i>	Erythromycin			
		0.25	0.50	0.25	0.50		
pH	6.13	6.01	6.08	6.12	6.02	6.05	0.05
Lightness (L^*)	25.8	23.2	20.8	20.4	17.7	19.0	2.3
Redness (a^*)	11.5	10.9	10.6	8.93	7.98	8.41	1.19
Yellowness (b^*)	8.35	7.21	6.92	6.10	5.05	5.41	0.97
Hue angle	35.5	33.4	33.0	33.9	32.4	32.8	1.4
Chroma index	14.2	13.0	12.7	10.8	9.45	10.0	1.50

SEM: Standard Error of the Means

خشک و رطوبت عضله کعب ران به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در رابطه با تأثیر گیاهان دارویی روی ترکیبات گوشت نتایج ضد و نقیضی وجود دارد، به طوری که محققین اثر مرزنجوش (خانواده نعناعیان) بر گوشت خوک را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تأثیری بر پروتئین، رطوبت، چربی و خاکستر گوشت ندارد (Forte *et al.*, 2017). در مطالعه دیگری، تغذیه جوجه‌های گوشتی با ترکیب بومادران (خانواده کاسنیان) و زالزالک سبب افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع، ماده خشک و پروتئین خام گوشت شد (Marcinčáková *et al.*, 2011). در پژوهش دیگری گزارش شد که تغذیه جوجه‌های گوشتی با عصاره سرخارگل (۰/۲۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم وزن بدن) سبب کمتر شدن میزان پروتئین خام و ماده خشک گوشت در مقایسه با گروه شاهد شد (Nasir and Grashorn, 2010). محققین علت مشاهده نتایج متناقض گیاهان دارویی روی ترکیب شیمیایی گوشت را به ژنوتیپ، سطح تغذیه و شرایط آب و هوایی نسبت داده‌اند (Forte *et al.*, 2017).

در تحقیق حاضر علت کاهش میزان پروتئین لاشه در گروه تغذیه شده با سرخارگل (۵ گرم در کیلوگرم) مشخص نیست، با این حال با توجه به بازده غذایی ضعیف جوجه‌های تغذیه شده با این تیمار ممکن است دلیل این امر ناشی از اثر بازدارندگی برخی ترکیبات موثره سرخارگل روی آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین نظیر تریپسین و کیموتریپسین و یا به دلیل وجود برخی ترکیبات سمی مشابه میموزین (لئوسنول) در آن باشد که

در حقیقت در زمان شیوع آسیت، گلبول‌های قرمز به دلیل تغلیظ خون و کاهش جریان آن (ناشی از تراوش پلاسما به درون حفره بطنی) در مویرگ‌ها، داخل عضلات رسوب می‌کنند که این موضوع سبب افزایش قرمزی گوشت می‌شود. همچنین بخشی از این سلول‌های خونی به دلیل تخریب غشای سلولی آنها (به واسطه فشاری که جهت عبور از مویرگ‌ها روی آنها اعمال می‌شود) به وسیله ماکروفاژها مورد فاگوسیت قرار می‌گیرند که نتیجه آن تولید بیلی‌روبین است که به صورت کریستال‌های زرد رنگ در داخل عضلات رسوب کرده و ظاهری زرد رنگ به آنها می‌بخشد. بنابراین افزایش قرمزی (a*) و زردی (b*) عضله ران در تحقیق (Lee *et al.*, 2013) ممکن است ناشی از غلظت بالای برخی آلكالوئیدهای گیاهی در سطوح بالاتر سرخارگل باشد که به صورت توأم با شرایط نامطلوب سالن نظیر تهویه ناکافی می‌تواند جوجه‌ها را مستعد آسیت تحت بالینی کند که این عامل سبب افزایش قرمزی و زردی لاشه می‌شود. بنابراین با توجه به این که در تحقیق حاضر از سطوح پایین (۲/۵ و ۵ گرم در کیلوگرم) سرخارگل استفاده شد، علت عدم تأثیر قرار گرفتن قرمزی (a*) و زردی (b*) عضله کعب ران را می‌توان به مناسب بودن سطح سرخارگل در جیره نسبت داد.

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر ترکیب شیمیایی عضله کعب ران در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد که درصد پروتئین خام عضله کعب ران جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با آویشن زوفایی (۵ گرم در کیلوگرم) به صورت معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). با این حال، درصد چربی خام، خاکستر، ماده

جدول ۵- اثر مکمل کردن جیره با پودر آویشن زوفایی و سرخارگل بر ترکیب شیمیایی عضله کعب ران جوجه‌های

گوشتی چالش یافته در روز ۲۱ آزمایش با 4×10^{11} cfu در هر میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری کمپیلوباکتر ژژونی

Table 5. Effect of diets supplemented with *Thymbra spicata* and *Echinacea purpurea* on chemical composition of thigh muscle in broiler chickens challenged on 21 d of experiment with 4×10^{11} cfu/mL of *Campylobacter jejuni* suspension

Item	Treatments						SEM	P-value
	Control	<i>Thymbra spicata</i>		<i>Echinacea purpurea</i>		Erythromycin		
		0.25	0.50	0.25	0.50			
Crude protein	24.7 ^{ab}	24.2 ^{abc}	22.7 ^c	25.1 ^a	25.0 ^a	23.4 ^{bc}	0.5	0.04
Crude fat	3.38	3.38	3.96	3.75	3.50	3.56	0.18	0.20
Ash	1.29	1.34	1.39	1.37	1.26	1.37	0.07	0.67
Dry matter	24.4	25.3	26.3	26.1	26.8	28.8	1.1	0.19
Moisture	75.6	74.7	73.7	73.9	73.2	71.2	1.1	0.19

^{a-c} Means within a row without common superscript are significantly different at $P < 0.05$.

SEM: Standard error of the means

نتیجه‌گیری کلی

بر مبنای عملکرد و توانایی پیشگیری از پراکسیداسیون چربی‌های عضله کعب ران، می‌توان نتیجه گرفت که سطح ۲/۵ گرم در کیلوگرم پودر گیاهان آویشن زوفایی و سرخارگل جهت پیشگیری از افت کیفیت عضله ران جوجه‌های گوشتی دچار چالش کمپیلوباکتر ژرژونی قابل توصیه است.

یک اسید آمینه غیر پروتئینی مشابه با تیروزین است و در زنجیره پروتئین‌سازی در ریبوزوم به جای تیروزین وارد فرآیند ترجمه می‌شود که به این صورت سبب اختلال در پروتئین‌سازی شده و غلظت پروتئین پلاسمای خون و عضلات کاهش می‌یابد.

فهرست منابع

- پورسینا ب.، سلیمانی رودی پ.، صدقی م.، و طیبی پور ع. ۱۳۹۴. تأثیر پودر نعنای، آویشن و کاسنی بر عملکرد و بافت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۱(۶): ۱۰۳۵-۱۰۴۶.
- رحیمی ا. ۱۳۹۲. بررسی آلودگی گوشت و فرآورده‌های جانبی مرغ به گونه‌های کمپیلوباکتر در شهرکرد. مجله دامپزشکی ایران، ۹(۱): ۳۰-۳۶.
- روستائی علی‌مهر م.، میربازل م.، و حقیقیان رودسری م. ۱۳۹۳. اثر عصاره گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*) بر عملکرد و پاسخ ایمنی سلولی و همورال جوجه‌های گوشتی در شرایط تضعیف سیستم ایمنی. مجله دامپزشکی ایران، ۱۰(۱): ۴۸-۵۸.
- ناقوس م.، حسینی س. م.، و فرهنگ‌فر س. ه. ۱۳۹۶. اثر گلبرگ زعفران بر کیفیت گوشت ران در جوجه‌های گوشتی. پژوهش‌های زعفران، ۵(۱): ۳۳-۴۴.
- AOAC. 1995. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Attia Y. A., Bakhshwain A. A. and Bertu N. K. 2017. Thyme oil (*Thyme vulgaris L.*) as a natural growth promoter for broiler chickens reared under hot climate. Italian Journal of Animal Science, 16: 275-282.
- Bae Y. S., Lee J. C., Jung S., Kim H.-J., Jeon S. Y., Park D. H., Lee S.-K. and Jo C. 2014. Differentiation of deboned fresh chicken thigh meat from the frozen-thawed one processed with different deboning conditions. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 34: 73-79.
- Barbut S. 1997. Occurrence of pale soft exudative meat in mature turkey hens. British Poultry Science, 38: 74-77.
- Baron E., Moura A. S. A. M. T., Ledur M., Pinto L., Boschiero C., Ruy D., Nones K., Zanella E., Rosário M. and Burt D. 2011. QTL for percentage of carcass and carcass parts in a broiler x layer cross. Animal Genetics, 42: 117-124.
- Botsoglou N. A., Fletouris D. J., Papageorgiou G. E., Vassilopoulos V. N., Mantis A. J. and Trakatellis A. G. 1994. Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42: 1931-1937.
- Dadali G., Demirhan E. and Özbek B. 2007. Color change kinetics of spinach undergoing microwave drying. Drying Technology, 25: 1713-1723.
- Ekpa E., Folake O. M. and Adeoye R. 2017. Effects of various environmental conditions on the rancidity levels of some edible oil sold in Ilokoja metropolis of Kogi state. Nutrition and Food Toxicology, 1: 118-129.
- Forte C., Ranucci D., Beghelli D., Branciaro R., Acuti G., Todini L., Cavallucci C. 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: e352-e361.
- Fратиanni F., De Martino L., Melone A., De Feo V., Coppola R. and Nazzaro F. 2010. Preservation of chicken breast meat treated with thyme and balm essential oils. Journal of Food Science, 75: M528-M535.
- Goldman M. L. and Rayman M. M. 1952. Hydrolysis of fats by bacteria of the *Pseudomonas* genus. Journal of Food Science, 17: 326-337.
- Insausti K., Beriain M., Purroy A., Alberti P., Gorraiz C. and Alzueta M. 2001. Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. Meat Science, 57: 273-281.
- Kamely M., Karimi Torshizi M. A. and Rahimi S. 2016. Blood biochemistry, thyroid hormones, and performance in broilers with ascites caused by caffeine. Poultry Science, 95: 2673-2678.

- Kheiri F., Faghani M. and Landy N. 2018. Evaluation of thyme and ajwain as antibiotic growth promoter substitutions on growth performance, carcass characteristics and serum biochemistry in Japanese quails (*Coturnix japonica*). *Animal Nutrition*, 4: 79-83
- Lee T., Chen C., Wang C. and Yu B. 2012. Growth performance and antioxidant capacity of broilers supplemented with *Echinacea purpurea* L. in the diet. *Journal of Applied Poultry Research*, 21: 484-491.
- Lee T. T., Ciou J. Y., Chen C. L. and Yu B. 2013. Effect of *Echinacea purpurea* L. on oxidative status and meat quality in Arbor Acres broilers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 166-172.
- Lin S.-D., Sung J.-M. and Chen C.-L. 2011. Effect of drying and storage conditions on caffeic acid derivatives and total phenolics of *Echinacea purpurea* grown in Taiwan. *Food Chemistry*, 125: 226-231.
- Manayi A., Vazirian M. and Saeidnia S. 2015. *Echinacea purpurea*: Pharmacology, phytochemistry and analysis methods. *Pharmacognosy Reviews*, 9: 63.
- Marcinčák S., Mesarčová L., Popelka P., Čertík M., Šimková J., Marcinčáková D., Mařa P., Zachar P. and Mártonová M. 2011. The influence of dietary supplementation with *Melissa officinalis* and combination of *Achillea millefolium* and *Crataegus oxyacantha* on oxidative stability of stored poultry meat. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20: 236-245.
- Marcinčáková D., Čertík M., Marcinčák S., Popelka P., Šimková J., Klempová T., Petrovič V., Tučková M. 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: 165 - 170.
- Maskan M. and Horuz E. 2017a. Evaluation of antioxidant properties of Za'atar (*Thymbra spicata*) essential oils as natural antioxidant for stability of palm olein during deep-fat frying process. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 54: 1794-1801.
- Maskan M. and Horuz E. 2017b. Evaluation of antioxidant properties of Za'atar (*Thymbra spicata*) essential oils as natural antioxidant for stability of palm olein during deep-fat frying process. *Journal of Food Science and Technology*, 54: 1794-1801.
- McCurdy R. D., Barbut S. and Quinton M. 1996. Seasonal effect on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. *Food Research International*, 29: 363-366.
- Nagel G. M., Bauermeister L. J., Bratcher C. L., Singh M. and McKee S. R. 2013. Salmonella and Campylobacter reduction and quality characteristics of poultry carcasses treated with various antimicrobials in a post-chill immersion tank. *International Journal of Food Microbiology*, 165: 281-286.
- Nasir Z. and Grashorn M. 2010. Effects of *Echinacea purpurea* and *Nigella sativa* supplementation on broiler performance, carcass and meat quality. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 19: 94-104.
- Petracci M. and Baéza E. 2011. Harmonization of methodologies for the assessment of poultry meat quality features. *World's Poultry Science Journal*, 67: 137-151.
- Rahimi S., Teymori Zadeh Z., Torshizi K., Omidbaigi R. and Rokni H. 2011. Effect of the three herbal extracts on growth performance, immune system, blood factors and intestinal selected bacterial population in broiler chickens. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13: 527-539.
- Sabow A. B., Sazili A. Q., Aghwan Z. A., Zulkifli I., Goh Y. M., Ab Kadir M. Z. A., Nakyinsige K., Kaka U. and Adeyemi K. D. 2016. Changes of microbial spoilage, lipid-protein oxidation and physicochemical properties during post mortem refrigerated storage of goat meat. *Animal Science Journal*, 87: 816-826.
- Souri H., Khatibjoo A., Taherpoor K., Hassan Abadi A., Fattahnia F. and Askari M. 2015. Effect of *Thymus vulgaris* and *Satureja khuzestanica* ethanolic extracts on broiler chickens' performance and immune response. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 5: 437-446.
- Soyer A., Özalp B., Dalmiş Ü. and Bilgin V. 2010. Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. *Food Chemistry*, 120: 1025-1030.
- Tong H., Lu J., Zou J., Wang Q. and Shi S. 2012. Effects of stocking density on growth performance, carcass yield, and immune status of a local chicken breed. *Poultry Science*, 91: 667-673.
- Wan X., Song Z., Niu Y., Cheng K., Zhang J., Ahmad H., Zhang L. and Wang T. 2016. Evaluation of enzymatically treated *Artemisia annua* L. on growth performance, meat quality, and oxidative stability of breast and thigh muscles in broilers. *Poultry Science*, 96: 844-850.
- Zanini S., Torres C., Bragagnolo N., Turatti J., Silva M. and Zanini M. 2003. Lipid composition and vitamin E concentration in cockerel meat. *Food Science and Technology*, 36: 697-702.

Research paper

Effect of *Thymbra spicata* and *Echinacea purpurea* powders on performance parameters and thigh muscle quality of broiler chickens challenged with *Campylobacter jejuni*

H. Shirzadi^{1*}, Z. Nazari^{2,3}, K. Taherpour⁴

1. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2. MSc. Graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
3. MSc. in Poultry Nutrition, Agricultural Jihad Organization of Ilam, Ilam, Iran
4. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

(Received: 29-07-2019 – Accepted: 18-09-2019)

Abstract

In order to evaluate the effects of *Thymbra spicata* and *Echinacea purpurea* powders on quality of thigh muscle in broiler chickens orally challenged with *Campylobacter jejuni*, a total of 192 one day old broiler chickens (Ross 308) were randomly assigned to six dietary treatments in a completely randomized design with four replicates of eight birds for 42 days of age. The experimental dietary treatments included: 1) basal diet without additive (control group); 2, 3) basal diet supplemented with *Thymbra spicata* powder (2.5 and 5 g/kg); 4, 5) basal diet supplemented with *Echinacea purpurea* powder (2.5 and 5 g/kg) and 6) basal diet supplemented with Erythromycin (0.275 g/kg). All of the chicks were oral-gavaged with *Campylobacter jejuni* (4×10^{11} cfu/mL, one mL per bird) on d 21. In the finisher and entire periods, broiler chickens fed *Echinacea purpurea* (2.5 g/kg), *Echinacea purpurea* (5 g/kg), and *Thymbra spicata* (2.5 g/kg) had a higher feed efficiency than those on control diet ($P < 0.05$). Moreover, feeding broiler chickens on diets supplemented with *Echinacea purpurea* (5 g/kg) and *Thymbra spicata* (2.5 g/kg) caused a decrease in malondialdehyde concentration of thigh muscle ($P < 0.05$). Furthermore, broiler chickens fed diet containing *Thymbra spicata* (5 g/kg) had higher press loss (41/2%) and lower crude protein (22.7%) in thigh muscle ($P < 0.05$). According to current results, *Echinacea purpurea* and *Thymbra spicata* powders at level of 2.5 g/kg could be recommended because of improving performance and reducing malondialdehyde.

Keywords: Chemical composition, Colorimetry, Performance, Water holding capacity, Malondialdehyde

*Corresponding author: h.shirzadi@ilam.ac.ir