دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی با و بدون افزودن آنزیم بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی بلدرچین‌های ژاپنی

کمال سحرخیز بندفروزی[۱]، منصور رضایی[۲] و محمد کاظمی فرد[۳]

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: kamal802007@gmail.com)
۲ و ۳- استاد و استادیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۶
صفحه: ۱۱ تا ۲۱

چکیده

این آزمایش، به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی (صفر، ٤، ۸ و ۱۲ درصد) و مولتی آنزیم ناتوزیم پی (صفر و ۰/۰۵ درصد) بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و وضعیت آنتی اکسیدانی بلدرچین‌های ژاپنی طی دوره آغازین و رشد انجام شد. تعداد ۳۲۰ قطعه جوجه بلدرچین یک روزه در ۸ تیمار با ٤ تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×٤ مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزودن سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی، سبب افزایش خوراک مصرفی شد (p<۰/۰۵) به نحوی که این افزایش در تیمار تغذیه شده با ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی بیشتر از سایر تیمارها بود. اثر متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم‌پی بر افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی معنی‌دار بود (p<۰/۰۵) و در گروه تغذیه شده با ۸ درصد پودر گوجه‌فرنگی و سطح صفر آنزیم، بیشترین افزایش وزن و بهترین ضریب تبدیل غذایی مشاهده شد. غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید، LDL، HDL، VLDL و آنزیم‌های کبدی آلانین‌آمینوترانسفراز و آسپارتات‌آمینوترانسفراز نیز تحت تاثیر اثر متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم قرار گرفتند (p<۰/۰۵). در بلدرچین‌های تغذیه شده با ٤ درصد پودر گوجه‌فرنگی و سطح صفر آنزیم، بیشترین غلظت گلوکز پلاسما و کمترین غلظت آنزیم‌های آلانین‌آمینوترانسفراز و آسپارتات‌آمینوترانسفراز و سوپراکسیددیسموتاز به‌دست آمد. غلظت تری‌گلیسرید و VLDL در تیمار دارای ۱۲درصد پودر گوجه‌فرنگی با آنزیم ناتوزیم، کمتر از سایر تیمارها بود اما در تیمار حاوی ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی با سطح صفر آنزیم، کمترین غلظت LDL و بیشترین غلظت HDL مشاهده شد. همچنین با افزودن سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی، غلظت مالون‌دی‌آلدئید و آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز به ترتیب در گروه‌های تغذیه شده با ٤ درصد و ۱۲درصد پودر گوجه‌فرنگی، کمتر از سایر تیمارها بود (p<۰/۰۵). بر مبنای یافته‌های تحقیق می‌توان بیان نمود که افزودن توام پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم به جیره بلدرچین‌های ژاپنی می‌تواند سبب بهبود عملکرد و تقویت فعالیت آنتی‌اکسیدانی شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، بلدرچین ژاپنی، پودر گوجه‌فرنگی، آنزیم

مقدمه

استفاده از ترکیبات طبیعی از جمله گیاهان و فرآورده‌های گیاهی به دلیل داشتن خواص تغذیه‌ای و دارویی و همچنین پایین بودن اثرات نامطلوب آن‌ها، در تغذیه دام و طیور مدنظر محققین قرار گرفت که گوجه‌فرنگی از جمله این گیاهان است (۱۸). گوجه‌فرنگی یک محصول پر مصرف در دنیا بوده و ایران سالانه با تولید حدود ۴/۲۰۰/۰۰۰ تن در بین کشورهای جهان رتبه هشتم را به خود اختصاص داده است (۲۷،۱۴). اهمیت گوجه‌فرنگی نه تنها به علت مصرف بسیار زیاد آن، بلکه به دلیل خواص تغذیه‌ای و تاثیر بر سلامت مصرف‌کننده می‌باشد. گوجه‌فرنگی حاوی تعدادی از ترکیبات فعال زیستی و مواد فیتوشیمیایی مختلف از جمله لیکوپن، فولات، ویتامین‌های A، C، E، آنتوسیانین، اسید آسکوربیک، ترکیبات فنولیک و فلاوونوئیدها می‌باشد که در بین آن‌ها، کاروتنوئیدها (بتاکاروتن و لیکوپن) به خاطر داشتن خواص گسترده آنتی‌اکسیدانی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (۱،۶،۷). این دو ترکیب از مهم‌ترین کاروتنوئیدهای مورد استفاده در تغذیه طیور به شمار می‌آیند. بتاکاروتن و به خصوص لیکوپن موجب تقویت سیستم ایمنی و بهبود قدرت آنتی‌اکسیدانی می‌شوند (۳۵،۳۲،۱۲). همچنین مقدار چربی و کلسترول گوجه‌فرنگی، کم است (۳۲). کیفیت و کمیت خواص آنتی‌اکسیدانی گوجه‌فرنگی بر اساس واریته و شرایط آب و هوایی منطقه مورد کشت، متفاوت می‌باشد (۱۵، ۳۴). مصرف گوجه‌فرنگی باعث کاهش ابتلا به بیماری‌های قلبی و سرطان از جمله پروستات، ریه و معده می‌شود. این خصوصیات گوجه‌فرنگی به مقدار بالای لیکوپن آن نسبت داده می‌شود (۴۳،۱۰). پریاگو و همکاران (۳۳) در تحقیق خود گزارش کردند که لیکوپن به عنوان کاروتنوئید عمده موجود در گوجه‌فرنگی و محصولات آن، مسوول رنگ قرمز گوجه‌فرنگی می‌باشد. همچنین کاروتنوئیدهای موجود در گوجه‌فرنگی پیش‌ساز ویتامین A هستند، از این رو می‌توانند باعث بهبود فاکتورهای تولیدی و پرورشی شوند. هادلی و همکاران (۱۶) گزارش کردند که مقدار لیکوپن قابل دسترس در گوجه‌فرنگی خام، کمتر از گوجه‌فرنگی حرارت دیده است و این مساله به خاطر شکسته شدن کمپلکس لیکوپن پروتئین توسط فرآوری و آزادسازی لیکوپن به شکل ایزومر سیس آن می‌باشد. از طرف دیگر لیکوپن یک ترکیب لیپوفیلیک و محلول در چربی می‌باشد که می‌تواند انتقال لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)[۱] را تسهیل نماید. طی متابولیسم طبیعی، سیستم آنتی‌اکسیدانی شامل آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و مصنوعی و همین‌طور آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌توانند رادیکال‌های آزاد را از بین ببرند، همچنین کاروتنوئیدهای موجود در گوجه‌فرنگی نیز می‌توانند طی فرآیندهای اکسیداتیو از آسیب‌های سلولی از طریق به تاخیر انداختن پراکسیداسیون لیپیدی و کاهش آسیب‌ها به DNA، جلوگیری نمایند (۴۵،۳۷،۱). گزارش شده است که مصرف گسترده گوجه‌فرنگی چه به صورت خام و چه بعد از طی فرآوری، می‌تواند منجر به افزایش سطح آنتی‌اکسیدان‌ها در جیره شود (۲۶). انگلمایروا و همکاران (۱۳) گزارش دادند

1- Low density lipoprotein (LDL)

که گوجه‌فرنگی و محصولات آن از جمله پودر گوجه‌فرنگی دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی، کاهنده کلسترول و بهبود دهنده عملکرد تولیدی پرنده هستند. طی تحقیق دیگری گزارش شد که استفاده از گوجه‌فرنگی در جیره می‌تواند باعث کاهش غلظت لیپوپروتئین با چگالی پایین(LDL) و افزایش غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)[1] در پلاسما شود (۹). جوزی و همکاران (۲۱) افزایش وزن بدن، افزایش وزن کشتار و همین‌طور کاهش غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید خون را در بلدرچین‌های تغذیه شده با سطوح مختلف تفاله گوجه‌فرنگی گزارش کردند. از طرف دیگر گزارش شده است که دیواره سلولی گوجه‌فرنگی حاوی ترکیبات سلولز، همی‌سلولز و پکتین می‌باشد (۴) و طیور فاقد آنزیم‌های لازم برای هضم این ترکیبات هستند بنابراین ممکن است با افزودن سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی به جیره، کاهش قابلیت هضم، کم شدن بازده غذایی و کاهش سرعت رشد مشاهده شود. بنابراین افزودن آنزیم‌های برون‌زادی می‌تواند سبب تقویت سیستم آنزیمی درون‌زادی جهت تجزیه اتصالات موجود در دیواره سلولی شود. از این رو، استفاده از مولتی آنزیم ناتوزیم‌پی[2] که دارای فیتاز، بتاگلوکاناز، آلفاآمیلاز، سلولاز، همی‌سلولاز، پکتیناز، لیپاز، زایلاناز، پروتئاز، اسید فسفاتاز، آمیوگلیکوزیداز و پنتوزاناز می‌باشد، برای این تحقیق درنظر گرفته شد. با توجه به این که گزارش‌های محدودی در مورد استفاده از پودر گوجه‌فرنگی در جیره بلدرچین‌های ژاپنی وجود دارد و گزارشی مبنی بر استفاده از آنزیم ناتوزیم در جیره‌های غنی شده با پودر گوجه‌فرنگی در بلدرچین‌های ژاپنی مشاهده نشد، هدف از انجام این آزمایش، بررسی تاثیر استفاده از سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی با و بدون افزودن آنزیم ناتوزیم پی بر عملکرد، برخی از فراسنجه‌های خونی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و غلظت مالوی‌دی‌آلدئید پلاسما در بلدرچین‌های ژاپنی بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر با استفاده از ۸ تیمار، ۴ تکرار و تعداد ۳۲۰ قطعه جوجه بلدرچین ژاپنی در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی و چیدمان فاکتوریل ۴×۲ طی ۲۸ روز اول دوره پرورش انجام شد. فاکتور اول سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ درصد) و فاکتور دوم سطوح مختلف مولتی‌آنزیم ناتوزیم‌پی (صفر و ۰/۰۵ درصد) بود. پودر گوجه‌فرنگی از شرکت شهدآوران بابلسر و آنزیم ناتوزیم‌پی ساخت کشور استرالیا از شرکت بایپرون تهیه شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد فاقد پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم، ۲- جیره دارای ۴ درصد پودر گوجه‌فرنگی بدون آنزیم ناتوزیم، ۳- جیره دارای ۸ درصد پودر گوجه‌فرنگی بدون آنزیم ناتوزیم، ۴- جیره دارای ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی بدون آنزیم ناتوزیم، ۵- جیره بدون پودر گوجه‌فرنگی و حاوی آنزیم ناتوزیم، ۶- جیره دارای ۴ درصد پودر گوجه‌فرنگی با ۰/۰۵ درصد آنزیم ناتوزیم، ۷- جیره دارای ۸ درصد پودر گوجه‌فرنگی با ۰/۰۵ درصد آنزیم ناتوزیم و ۸- جیره دارای ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی با ۰/۰۵ درصد آنزیم ناتوزیم بودند. جیره‌ها بر اساس نیازهای توصیه شده انجمن ملی تحقیقات (۲۹) NRC[3] و با استفاده از نرم‌افزار جیره نویسی UFFDA[4] تنظیم شدند. ترکیب جیره غذایی و مواد مغذی تامین شده در جدول شماره ۱ ارائه شده است. داده‌های حاصل از آنالیز ترکیبات شیمیایی و اجزای آنتی‌اکسیدانی موجود در پودر گوجه‌فرنگی مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۲ ارائه شده است. جوجه‌ها در ۷۲ ساعت اولیه در معرض روشنایی مداوم و دمای ۳۲ تا ۳۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از آن دمای سالن به تدریج کاهش یافت. در طول دوره، آب و خوراک بصورت آزاد در اختیـــار جوجه‌ها قرار داده شد. به منظور محاسبه خوراک مصرفی، خوراک اختصاص داده شده به هر تکرار در ابتدای هر هفته وزن شد و با کسر آن از مقدار خوراک باقی مانده در پایان هفته و تقسیم بر تعداد پرنده (با کسر تلفات)، میزان خوراک مصرفی به ازاء هر پرنده به دست آمد و در نهایت به صورت خوراک مصرفی کل دوره گزارش شد. ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن به صورت هفتگی محاسبه و در کل دوره گزارش شد. ترکیب شیمیایی پودر گوجه‌فرنگی مورد استفاده، در آزمایشگاه بر اساس روش AOAC (۵) اندازه‌گیری شد و نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. همچنین انرژی قابل متابولیسم پودر گوجه‌فرنگی بر اساس معادله جیسن (۲۰) برآورد شد.

$$AMEn = (36.21 \times CP) + (85.4 \times EE) + (37.26 \times NFE)$$

آماده‌سازی عصاره پودر گوجه‌فرنگی

به طور خلاصه، ۱۰۰ گرم پودر گوجه‌فرنگی خشک شده توسط ۵۰۰ میلی‌لیتر متانول۸۰ درصد، عصاره‌گیری و سپس فیلتر شد. عصاره فیلتر شده توسط روتاری خشک شد (۴۴).

تعیین مقدار فنول پودر گوجه‌فرنگی

مقدار فنول کل عصاره پودر گوجه‌فرنگی با استفاده از روش اوردون و همکاران (۳۰) محاسبه شد. در این روش نیم میلی‌لیتر عصاره با ۲/۵ میلی‌لیتر فولین‌سیکالتیو[5] ۰/۲ نرمال ترکیب شد. سپس ۲میلی‌لیتر کربنات‌سدیم (۲۰ درصد) نیز اضافه شد. جذب نمونه‌ها بعد از قرار دادن آن‌ها به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق با طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد (۳۰).

تعیین مقدار فلاوونوئید پودر گوجه‌فرنگی

برای این کار ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره با ۱/۵ میلی‌لیتر کلریدآلومینیوم[6] (۱۰درصد)، ۰/۱ میلی‌لیتر استات‌پتاسیم (۱ مولار)، ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد. این مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت و سپس به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۵ نانومتر قرائت شد (۱۱).

بررسی پارامترهای بیوشیمیایی خون

به منظور اندازه‌گیری فرآسنجه‌های خونی، در پایان روز ۲۸ آزمایش، دو قطعه بلدرچین که از نظر میانگین وزنی به میانگین وزن قفس نزدیک بودند، از هر قفس انتخاب و از طریق ورید بال خون‌گیری انجام شد. بخشی از نمونه‌های خون در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد ریخته شد و سریعا برای جداسازی پلاسما به مدت ۱۰دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور

1- High density lipoprotein (HDL)
2- Natozyme Plus Enzyme
3- Nutrient Requirements Council
4- User-friendly feed formulation do again
5- Folin–Ciocalteu
6- Aluminium chloride

بر دقیقه سانتریفیوژ شد. پلاسمای جدا شده در دمای ۲۰- درجه نگهداری شد. برای اندازه‌گیری گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) از کیت‌های تشخیص کمی شرکت پارس‌آزمون استفاده شد. همچنین فعالیت آنزیم‌های کبدی آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT)[1] و آسپارتات‌آمینوترانسفراز (AST)[2] توسط دستگاه اتوآنالایزر Biolis 24i ارزیابی شد (۱۹).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسیددیسموتاز پلاسما

فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون‌پراکسیداز (GSPHX)[3] و سوپراکسید دیسموتاز (SOD)[4] پلاسما نیز با استفاده از کیت تجاری رندوکس و رانسل[5] و به ترتیب در طول موج‌های ۳۴۰ و ۵۰۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری غلظت مالون‌دی‌آلدئید پلاسما (MDA)[6]

۷/۵ گرم تری‌کلرواستیک اسید، ۱۸۷ میلی‌گرم TBA و ۶/۲ میلی‌لیتر اسید کلریدریک با هم ترکیب و در آب جوش قرار داده شدند. ۳ میلی‌لیتر از این مخلوط با ۳۰۰ میکرولیتر از پلاسما در داخل لوله آزمایش قرار داده شد و ۲۰ دقیقه در داخل آب جوش با حرارت ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. با خارج کردن لوله‌ها از آب جوش، آنها سریعا با آب سرد، خنک شدند. سپس به هر کدام ۲ میلی لیتر ایزوبوتانول اضافه شد و با سرعت ۲۵۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و جذب نوری در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت شد (۴۴).

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج به دست آمده از آزمایش، در قالب چیدمان فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و رویه خطی (GLM) مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن و سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. همچنین از مدل آماری زیر استفاده شد:

$$Y_{ij}: \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

μ: میانگین جامعه، Yijk: مقدار هر مشاهده، Ai: اثر سطوح پودر گوجه‌فرنگی،Bj: اثر آنزیم، ABij: اثر متقابل پودرگوجه‌فرنگی و آنزیم، εijk: خطای آزمایشی.

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets

اجزای جیره (درصد)	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
ذرت	۵۰/۲۲	۴۷/۷۴	۴۵/۲۴	۴۲/۷۵
کنجاله سویا	۴۴/۴۱	۴۲/۶۴	۴۰/۸۶	۳۹/۰۷
روغن سویا	۲/۱۷	۲/۳۰	۲/۴۳	۲/۵۵
کربنات کلسیم	۱/۳۲	۱/۳۰	۱/۲۸	۱/۲۷
دی کلسیم فسفات	۰/۷۵	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۸۶
نمک	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۳۲
دی ال متیونین	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۱
ال_ ترئونین	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۲۴
ال لیزین_ هیدروکلراید	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۲۳
مکمل ویتامینی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[3]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
پودر گوجه‌فرنگی	-	۴/۰۰	۸/۰۰	۱۲/۰۰
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب شیمیایی (درصد)				
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۸۵۸	۲۸۵۸	۲۸۵۸	۲۸۵۸
پروتئین خام (درصد)	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴
فیبر خام	۴/۲۱	۴/۵۱	۴/۸۱	۵/۱۱
کلسیم	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰
فسفر قابل دسترس	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
لیزین	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰
متیونین+سیستئین	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۸۶
ترئونین	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲

۱- تیمارهای آزمایشی عبارتند از: تیمار ۱ (شاهد، بدون افزودن پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم)، تیمار۲ (دارای ۴ درصد پودر گوجه‌فرنگی)، تیمار ۳ (دارای ۸ درصد پودر گوجه‌فرنگی)، تیمار ۴ (دارای ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی)، همچنین برای تهیه جیره‌های حاوی مولتی آنزیم، به هرکدام از تیمارهای۱، ۲، ۳ و ۴، مقدار۵۰ گرم در تن مولتی آنزیم ناتوزیم پلاس اضافه شد.

۲- مکمل ویتامینه هر کیلوگرم خوراک تامین‌کننده مقادیر زیر بود:

ویتامین A: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D_3: ۲۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین K_3: ۲ میلی‌گرم، ویتامین B_1: ۱/۸ میلی‌گرم، ویتامین B_2: ۶/۶ میلی‌گرم، ویتامین B_3 (نیکوتنیک اسید): ۳۰ میلی‌گرم، ویتامین B_5 (پانتوتنیک اسید): ۱۰ میلی‌گرم، ویتامین B_6: ۳ میلی‌گرم، ویتامین B_9: ۱ میلی‌گرم، ویتامین B_{12}: ۰/۰۱۵ میلی‌گرم، ویتامین بیوتین: ۰/۱ میلی‌گرم، کولین کلراید: ۴۰۰ میلی‌گرم،

۳- مکمل معدنی در هر کیلوگرم خوراک تامین کننده مقادیر زیر بود:

آهن: ۲۰ میلی‌گرم، منگنز: ۱۰۰ میلی‌گرم، روی: ۸۵ میلی‌گرم، مس: ۱۰ میلی‌گرم، سلنیوم: ۰/۲ میلی‌گرم و ید: ۱ میلی‌گرم

1- Alanine amino transaminase (ALT)
2- Aspartate amino transaminase (AST)
3- Glutathione peroxidase (GSPHX)
4- Superoxide dismutase (SOD)
5- Randox and Ransel kit
6- Malon dialdehyde(MDA)

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی پودر گوجه‌فرنگی در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، پودر گوجه‌فرنگی مورد استفاده در این آزمایش دارای ۳/۷۵±۴۹/۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم لیکوپن، ۰/۰۱±۲/۹۶ میلی‌گرم در گرم فلاوونوئید، ۰/۰۱±۶۷/۷۵ میلی‌گرم در گرم فنل و همچنین دارای ۱۰/۴۷ درصد پروتئین و ۳/۴۹ درصد چربی خام بود. لوتز و همکاران (۲۵) گزارش کردند که مقدار فنول موجود در عصاره گوجه‌فرنگی۱/۴±۶۳/۱ میلی‌گرم در گرم می‌باشد. در آزمایش دیگر، کیم و همکاران (۲۳) مقدار فلاوونوئید در عصاره پودرگوجه‌فرنگی را ۰/۱۸±۳/۵۲ میلی‌گرم در گرم گزارش کردند. نتایج یک پژوهش، مقدار لیکوپن استخراج شده از پودر گوجه‌فرنگی و گوجه‌فرنگی گیلاسی را به ترتیب ۳۴/۶۵ و ۷۶/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شد (۴۲). همچنین ساهین و همکاران (۳۷) مقدار پروتئین و چربی پودر گوجه‌فرنگی مورد استفاده در آزمایش خود را به ترتیب ۱۱/۵ درصد و ۴/۵ درصد گزارش کردند. اجزای فنولی از جمله فلاوونوئیدها و اسید فنولیک نیز در کنار لیکوپن به عنوان کاروتنوئید اصلی موجود در گوجه‌فرنگی، فاکتورهای مهمی در تخریب رادیکال‌های آزاد هستند (۲۲). سانچز و همکاران (۴۱) نیز گزارش کردند که فلاونوئیدها اجزای اصلی ترکیبات فنولی در گوجه‌فرنگی هستند و علاوه بر لیکوپن، این ترکیبات هم مسوول فعالیت آنتی‌اکسیدانی و تخریب رادیکال‌های آزاد به شمار می‌آیند.

نتایج مربوط به وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در بلدرچین‌های تغذیه شده با سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی با و بدون آنزیم در جدول ۳ آورده شده است. تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی بر مصرف خوراک بلدرچین‌های ژاپنی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$)، به نحوی که بیشترین خوراک مصرفی در بلدرچین‌های تغذیه شده با ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی مشاهده شد. اما اثر اصلی آنزیم ناتوزیم و همچنین اثر متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم بر خوراک مصرفی معنی‌دار نبود. افزودن سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی به طور معنی‌داری سبب بالا رفتن افزایش وزن در بلدرچین‌ها شد ($p<۰/۰۵$). بر این اساس بیشترین افزایش وزن مربوط به گروه تغذیه شده با ۸ درصد پودر گوجه‌فرنگی بود. اما تاثیر آنزیم ناتوزیم بر افزایش وزن، معنی‌دار نبود. از طرفی افزایش وزن، تحت تاثیر اثر متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم قرار گرفت ($p<۰/۰۵$) به‌طوری‌که با افزودن ۸ درصد پودر گوجه‌فرنگی با سطح صفر آنزیم، افزایش وزن بیشتری نسبت به سایر گروه‌ها به دست آمد. تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل‌غذایی بلدرچین‌های ژاپنی با افزودن سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی و همین‌طور اثر آنزیم ناتوزیم، مشاهده نشد. اما اثر متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم، بر ضریب تبدیل غذایی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که بهترین ضریب تبدیل غذایی در گروه تغذیه شده با ۸ درصد پودر گوجه‌فرنگی با سطح صفر آنزیم مشاهده شد.

ساهین و همکاران (۳۷) گزارش کردند که خوراک مصرفی، وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در بلدرچین‌های ژاپنی در شرایط دمای طبیعی تحت تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی اضافه شده به خوراک قرار نگرفتند. اما ساهین و همکاران (۳۹) افزایش عملکرد بلدرچین‌های ژاپنی را با افزودن لیکوپن خالص به جیره مشاهده کردند. آنها گزارش کردند که وجود ترکیباتی مانند لیکوپن و ویتامین A و ویتامین C در گوجه‌فرنگی می‌توانند از دلایل بهبود خوراک مصرفی و افزایش وزن در بلدرچین‌های تغذیه شده با پودر گوجه‌فرنگی باشند (۳۹).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی پودر گوجه‌فرنگی

Table 2. Chemical composition of tomato powder

ترکیب شیمیایی	لیکوپن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	فلاوونوئید (میلی‌گرم در گرم)	فنول کل (میلی‌گرم در گرم)	پروتئین خام (٪)	چربی خام (٪)	فیبر خام (٪)	خاکستر (٪)	ماده خشک (٪)	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)
	۳/۷۵±۴۹/۴۰	۰/۰۱±۲/۹۶	۰/۰۱±۶۷/۷۵	۰/۵۰±۹/۲۴	۰/۹۵±۳/۴۹	۱/۷۹±۱۰/۴۷	۰/۸۰±۲/۸۳	۰/۷۳±۸۴	۲۶۶۰

جدول ۳- تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی با و بدون افزودن مولتی آنزیم بر عملکرد بلدرچین‌های ژاپنی (۲۸ -۱روزگی)
Table 3. Effects of different levels of Tomato powder with and without multi enzyme on Japanese quail Performance (1-28days)

تیمار	خوراک مصرفی (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل غذایی
پودر گوجه‌فرنگی			
صفر	۳۳۶/۱۳۴^{b}	۱۱۳/۱۷۹^{b}	۲/۹۷
۴	۳۵۲/۹۶۵^{a}	۱۲۰/۰۸۰^{a}	۲/۹۳
۸	۳۴۷/۱۹۹^{ab}	۱۲۲/۶۹۸^{a}	۲/۸۲
۱۲	۳۵۴/۶۴۴^{a}	۱۱۸/۹۱۷^{a}	۲/۹۸
SEM	۳/۷۴	۱/۵۹	۰/۰۴
P value	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۱۹
آنزیم			
صفر	۳۴۸/۵۲۲	۱۱۷/۳۵۸	۲/۹۶
۰/۰۵	۳۴۶/۰۵۶	۱۱۹/۶۳۴	۲/۸۹
SEM	۱/۲۴	۲/۶۴	۰/۰۳
P value	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۱۸
پودر گوجه‌فرنگی× آنزیم			
صفر × صفر	۳۳۸/۵۰۹	۱۰۸/۶۵۸^{b}	۳/۱۱^{a}
۴× صفر	۳۵۵/۲۷۴	۱۲۰/۷۷۲^{a}	۲/۹۴^{abc}
۸ × صفر	۳۴۳/۸۳۴	۱۲۴/۸۵۲^{a}	۲/۷۵^{c}
۱۲× صفر	۳۵۹/۸۰۹	۱۱۸/۰۵۰^{a}	۳/۰۴^{ab}
صفر ×۰/۰۵	۳۳۲/۹۶۷	۱۱۹/۲۰۷^{a}	۲/۷۹^{bc}
۰/۰۵×۴	۳۴۹/۵۰۲	۱۱۹/۰۴۲^{a}	۲/۹۳^{abc}
۰/۰۵×۸	۳۵۰/۵۶۴	۱۲۰/۵۴۴^{a}	۲/۹۰^{abc}
۰/۰۵×۱۲	۳۵۰/۷۷۰	۱۱۹/۵۶۸^{a}	۲/۹۳^{abc}
SEM	۵/۲۹	۲/۲۴	۰/۰۶
P value	۰/۵۸	۰/۰۴	۰/۰۳

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

اثرات افزودن پودر گوجه‌فرنگی روی برخی از فراسنجه‌های خونی بلدرچین‌های ژاپنی در سن ۲۸ روزگی در جدول ۴ نشان داده شده است. تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی بر غلظت گلوکز خون معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$)، به نحوی که بیشترین غلظت گلوکز خون در بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۴ درصد پودر گوجه‌فرنگی مشاهده شد. تاثیر آنزیم ناتوزیم نیز بر غلظت گلوکز خون معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$)، به طوری که افزودن آنزیم ناتوزیم به جیره، سبب کاهش معنی‌دار غلظت گلوکز خون شد. همچنین اثر متقابل سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم در مورد غلظت گلوکز خون نیز معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) و بیشترین غلظت گلوکز در تیمار تغذیه شده با ۴ درصد پودر گوجه‌فرنگی با سطح صفر آنزیم مشاهده شد. غلظت HDL خون تحت تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی قرار گرفت ($p<۰/۰۵$) و در بلدرچین‌های تغذیه شده با ۱۲درصد پودر گوجه‌فرنگی بیشتر از سایر گروه‌ها بود. تاثیر آنزیم ناتوزیم نیز بر غلظت HDL معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$)، اما افزودن آنزیم ناتوزیم به جیره، سبب کاهش معنی‌دار غلظت HDL شد. از طرف دیگر، اثر متقابل سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم نیز در مورد غلظت HDL معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) و بیشترین غلظت HDL در گروه حاوی ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی با سطح صفر آنزیم مشاهده شد.

بر اساس نتایج به دست آمده، غلظت‌های LDL به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی قرار گرفت ($p<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که در گروه تغذیه شده با ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی، غلظت LDL کمتری نسبت به سایر گروه‌ها به‌دست آمد. تاثیر افزودن آنزیم ناتوزیم بر غلظت LDL معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) و سبب افزایش غلظت LDL شد. همچنین اثر متقابل سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم هم در مورد غلظت LDL معنی‌دار شد ($p<۰/۰۵$) و کمترین غلظت LDL در بلدرچین‌های تغذیه شده با ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی با سطح صفر آنزیم ناتوزیم مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). غلظت VLDL تحت تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی قرار گرفت ($p<۰/۰۵$) به‌طوری که با افزودن ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی، غلظت VLDL کمتری نسبت به سایر گروه‌ها مشاهده شد. تحت تاثیر آنزیم ناتوزیم غلظت VLDL به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). همچنین اثر متقابل سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم بر غلظت VLDL معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) و در بلدرچین‌های تغذیه شده با ۱۲ درصد پودر

گوجه‌فرنگی و سطح ۰/۰۵ درصد آنزیم، غلظت VLDL کمتری نسبت به سایر تیمارها به‌دست آمد. در این آزمایش، غلظت تری‌گلیسرید تحت تاثیر افزودن سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی به جیره، طور معنی‌داری کاهش نشان داد ($p<۰/۰۵$) و کمترین غلظت آن در گروه تغذیه شده با ۱۲درصد پودر گوجه‌فرنگی مشاهده شد. همچنین تاثیر افزودن آنزیم ناتوزیم بر غلظت تری‌گلیسرید هم معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) به طوری که افزودن آنزیم ناتوزیم به جیره سبب کاهش غلظت تری‌گلیسرید شد. اثر متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم نیز در مورد غلظت تری‌گلیسرید معنی‌دار شد ($p<۰/۰۵$) و در بلدرچین‌های تغذیه شده با ۱۲درصد پودر گوجه‌فرنگی و سطح ۰/۰۵ درصد آنزیم، غلظت تری‌گلیسرید کمتر از سایر تیمارها بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده، غلظت کلسترول تحت تاثیر اثر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی قرار نگرفت. اما با افزودن آنزیم ناتوزیم به جیره، کاهش معنی‌داری در غلظت کلسترول مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). همچنین غلظت کلسترول پلاسما تحت تاثیر اثر متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم قرار نگرفت.

همانطور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود، غلظت آنزیم‌های کبدی آلانین‌ترانس‌آمیناز (ALT) و آسپارتات ترانس‌آمیناز (AST) در سن ۲۸ روزگی به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف پودرگوجه‌فرنگی قرار گرفتند ($p<۰/۰۵$) و کمترین غلظت این دو آنزیم در گروه تغذیه شده با ۴ درصد پودر گوجه‌فرنگی مشاهده شد. همچنین با افزودن آنزیم ناتوزیم به جیره، غلظت آنزیم‌های آلانین‌ترانس‌آمیناز (ALT) و آسپارتات ترانس‌آمیناز (AST) به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). اثر متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم نیز در مورد غلظت آنزیم‌های کبدی آلانین‌ترانس‌آمیناز (ALT) و آسپارتات ترانس‌آمیناز (AST) معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) و کمترین غلظت آنزیم‌های آلانین‌ترانس‌آمیناز (ALT) و آسپارتات ترانس‌آمیناز (AST)، در بلدرچین‌های تغذیه شده با ۴ درصد پودر گوجه‌فرنگی با سطح صفر آنزیم و بیشترین غلظت این دو آنزیم در تیمار شاهد فاقد پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم مشاهده شد. آلواردو و همکاران (۴) گزارش کردند که فیبر موجود در تفاله خشک شده گوجه‌فرنگی می‌تواند باعث کاهش غلظت گلوکز شود. اما در پودر گوجه‌فرنگی، سطح فیبر، پایین‌تر از فیبر موجود در تفاله است، بنابراین این عامل می‌تواند باعث افزایش غلظت گلوکز شود. در عین حال غلظت گلوکز با فعالیت‌های تغذیه‌ای، استرس، مکانیسم‌های پیچیده هورمونی و سایر عوامل ناشناخته نیز در ارتباط می‌باشد. بلوم و همکاران (۹) و ساهین و همکاران (۳۹) گزارش کردند که جیره غنی شده با گوجه‌فرنگی و لیکوپن می‌تواند باعث افزایش غلظت HDL شود. همچنین گزارش شده است که لیکوپن در گوجه‌فرنگی می‌تواند از طریق کاهش سنتز لیپیدها و تنظیم کاهشی فعالیت گیرنده تنظیمی لیپیدها و جلوگیری از فعالیت آنزیم HmGcoA[1] ردوکتاز طی ساخت کلسترول، منجر به کاهش غلظت LDL و افزایش غلظت HDL شود (۹،۳۱). لی و همکاران (۲۴) نیز پیشنهاد دادند که میزان اثر لیکوپن بر غلظت لیپیدهای پلاسما با سن پرنده تغییر خواهد کرد. همچنین آنها کاهش غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول را به خواص جلوگیری‌کننده لیکوپن پودر گوجه‌فرنگی از لیپوژنز و ساخت کلسترول نسبت دادند. بویلو و همکاران (۸) ارتباط بین قابلیت جذب لیکوپن و ترشح نمک‌های صفراوی و تحریک تولید صفرا و تشکیل میسل را گزارش دادند. رائو و شن (۳۶) نیز کاهش غلظت کلسترول پلاسما را با افزودن لیکوپن به جیره مشاهده نمودند. حسینی واشان و همکاران (۱۹) کاهش غلظت آنزیم آسپارتات ترانس‌آمیناز (AST) را تحت تاثیر افزودن تفاله گوجه‌فرنگی گزارش دادند. کاهش سطح آنزیم‌های کبدی می‌تواند بیانگر پایین بودن سطح تنش‌های وارده بر کبد باشد (۴۰). اما افزودن آنزیم می‌تواند باعث افزایش فعالیت کبد و بیشتر شدن میزان عبور خون از مویرگ‌های سینوزوئیدی داخل کبد و در نتیجه بالا رفتن غلظت آنزیم‌های کبدی شود، از طرف دیگر ترکیبی مانند توماتین به عنوان گلیکوآلکالوئید سمی موجود در گوجه‌فرنگی، می‌توانند باعث تغییر سطح این دو آنزیم شود (۴۰).

1- 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme

جدول ۴- تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی با و بدون افزودن آنزیم بر مقدار فراسنجه‌های خونی بلدرچین‌های ژاپنی (میلی‌گرم بر دسی لیتر)
Table 4. The effect of different levels of tomato powder with and without addition of enzymes on blood parameters of Japanese quail (mg/dl)

تیمار	گلوگز	تری گلیسرید	کلسترول	LDL	HDL	VLDL	ALT (واحد بین‌المللی بر لیتر)	AST (واحد بین‌المللی بر لیتر)
پودرگوجه‌فرنگی								
صفر	۳۰۲/۷۵^{b}	۲۳۱/۵۶^{a}	۲۱۱/۸۷	۳۸/۷۵^{a}	۱۲۶/۸۱^{c}	۴۶/۳۱^{a}	۱۱/۹۸^{a}	۳۰۲/۸۱^{a}
۴	۳۷۰/۵۰۰^{a}	۲۱۸/۰۰^{b}	۲۱۳/۴۱	۳۳/۶۸^{b}	۱۳۶/۱۲^{b}	۴۳/۶۰^{b}	۷/۹۵^{c}	۲۵۹/۵۰^{d}
۸	۳۶۶/۳۱^{a}	۲۱۱/۴۳^{c}	۲۱۱/۸۷	۳۱/۸۱^{b}	۱۳۹/۸۷^{ab}	۴۲/۲۸^{c}	۱۱/۷۷^{a}	۲۷۲/۸۷^{c}
۱۲	۳۶۷/۸۷^{a}	۲۰۰/۸۱^{a}	۲۰۸/۹۷	۲۷/۷۵^{c}	۱۴۱/۰۶^{a}	۴۰/۱۶^{a}	۱۰/۷۳^{b}	۲۹۴/۷۵^{b}
SEM	۲/۷۱۱	۲/۰۰۲	۲/۵۳۱	۱/۶۴۹	۲/۲۳۷	۰/۴۰۰	۰/۳۹۳	۲/۶۰۱
P value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
آنزیم								
صفر	۳۸۱/۸۴^{a}	۲۲۱/۴۰^{a}	۲۱۶/۳۴^{a}	۳۰/۵۶^{b}	۱۴۱/۵۰^{a}	۴۴/۲۸^{a}	۱۰/۱۶^{b}	۲۷۸/۹۵^{a}
۰/۰۵	۳۲۱/۸۷^{b}	۲۰۹/۵۰^{b}	۲۰۷/۷۷^{b}	۳۵/۴۳^{a}	۱۳۰/۴۳^{b}	۴۱/۹۰^{b}	۱۱/۰۵^{a}	۲۸۶/۳۱^{b}
SEM	۱/۹۱۷	۱/۴۱۶	۱/۷۹۰	۱/۰۳۸	۱/۵۸۲	۰/۲۸۳	۰/۲۷۸	۱/۸۳۹
P value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱
پودر گوجه‌فرنگی× آنزیم								
صفر × صفر	۲۹۰/۲۵^{d}	۲۳۱/۱۲^{a}	۲۱۷/۲۲	۴۱/۸۷^{a}	۱۲۹/۱۲^{de}	۴۶/۲۲^{a}	۱۲/۱۵^{a}	۳۰۵/۵۰^{a}
۴× صفر	۴۱۴/۱۲^{a}	۲۲۲/۷۵^{b}	۲۱۶/۴۲	۳۱/۳۷^{dc}	۱۴۰/۵۰^{bc}	۴۴/۵۵^{b}	۷/۰۲^{c}	۲۵۳/۵۰^{e}
۸× صفر	۴۱۳/۵۰^{a}	۲۱۷/۳۷^{bc}	۲۱۶/۴۷	۲۸/۶۲^{d}	۱۴۴/۳۷^{b}	۴۳/۴۷^{bc}	۱۱/۶۸^{a}	۲۶۶/۸۷^{d}
۱۲× صفر	۴۰۹/۵۰^{a}	۲۱۴/۳۷^{c}	۲۱۵/۲۵	۲۰/۳۷^{e}	۱۵۲/۰۰^{a}	۴۲/۸۷^{c}	۹/۸۰^{b}	۲۸۸/۷۵^{b}
صفر×۰/۰۵	۳۱۵/۲۵^{c}	۲۳۲/۰۰^{a}	۲۰۶/۵۲	۳۵/۶۲^{bc}	۱۲۴/۵۰^{e}	۴۶/۴۰^{a}	۱۱/۸۳^{a}	۳۰۰/۱۲^{a}
۰/۰۵×۴	۳۲۶/۸۷^{b}	۲۱۳/۲۵^{c}	۲۱۰/۴۰	۳۶/۰۰^{b}	۱۳۱/۷۵^{d}	۴۲/۶۵^{c}	۸/۸۸^{b}	۲۶۵/۵۰^{d}
۰/۰۵×۸	۳۱۹/۱۲^{c}	۲۰۵/۵۰^{d}	۲۱۱/۴۷	۳۵/۰۰^{bc}	۱۳۵/۳۷^{dc}	۴۱/۱۰^{d}	۱۱/۸۶^{a}	۲۷۸/۸۷^{c}
۰/۰۵×۱۲	۳۲۶/۲۵^{b}	۱۸۷/۲۵^{e}	۲۰۲/۷۰	۳۵/۱۲^{bc}	۱۳۰/۱۲^{ae}	۳۷/۴۵^{a}	۱۱/۶۶^{a}	۳۰۰/۷۵^{a}
SEM	۳/۸۳۴	۲/۸۳۲	۳/۵۸۰	۲/۰۷۷	۳/۱۶۴	۰/۶۶۴	۰/۵۵۷	۳/۶۷۸
Pvalue	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۲

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی با و بدون افزودن آنزیم ناتوزیم بر غلظت مالون‌دی‌آلدئید و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی پلاسمای بلدرچین‌های ژاپنی در جدول ۵ ارائه شده است. غلظت مالون‌دی‌آلدئید تحت تاثیر افزودن پودر گوجه‌فرنگی به جیره قرار گرفت ($p<۰/۰۵$)، به طوری که در بلدرچین‌های تغذیه شده با ۴ درصد پودر گوجه‌فرنگی، کمترین غلظت مالون‌دی‌آلدئید مشاهده شد. اما تاثیر آنزیم ناتوزیم و همینطور اثر متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم در مورد مالون‌دی‌آلدئید خون معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج به دست آمده، تاثیر افزودن سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی بر غلظت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) و در بلدرچین‌های تغذیه شده با ۱۲ درصد پودر گوجه‌فرنگی، کمترین غلظت گلوتاتیون پراکسیداز به‌دست آمد. از سوی دیگر، افزودن آنزیم ناتوزیم به جیره سبب افزایش معنی‌دار غلظت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز پلاسما شد ($p<۰/۰۵$). اما رابطه متقابل پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم در مورد گلوتاتیون‌پراکسیداز معنی‌دار نشد. همچنین غلظت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز پلاسما نیز تحت تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم قرار نگرفت. اما اثر متقابل سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم بر غلظت سوپراکسیددیسموتاز پلاسما معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) و کمترین غلظت این آنزیم در بلدرچین‌های تغذیه شده با ۴ درصد پودر گوجه‌فرنگی و سطح صفر آنزیم مشاهده شد. به اثبات رسیده است که مالون‌دی‌آلدئید یک از نشانه‌های اصلی پراکسیداسیون لیپیدی می‌باشد. پراکسیدها و محصولات آنها می‌توانند باعث تخریب آنزیم‌های غشایی و سایر ماکرومولکول‌های زیستی شوند (۱۷). ژانگ و همکاران (۴۶) کاهش سطح مالون‌دی‌آلدئید پلاسما را با استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی گزارش کردند. همین طور اکدمیر و همکاران (۲) و الشاوی و همکاران (۳) نیز مشاهده کردند که پودر گوجه‌فرنگی قابلیت زیادی در جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی نسبت به لیکوپن خالص در دارد. در عین حال، ساهین نیز در مطالعات خود در سال ۲۰۰۸ کاهش سطح مالون‌دی‌آلدئید پلاسما را تحت تاثیر افزودن پودر گوجه‌فرنگی به جیره بلدرچین‌های ژاپنی گزارش کرد (۳۷). دیماسیو و همکاران (۱۲) و پورینی و ریزو (۳۲) گزارش دادند که لیکوپن موجود در گیاهان از جمله پودر گوجه‌فرنگی می‌تواند باعث تخریب رادیکال‌های آزاد به عنوان عوامل بروز تنش شود.

موریرا و همکاران (۲۸) نیز کاهش معنی‌دار آنزیم سوپر اکسیددیسموتاز را در خون تحت تاثیر پودر گوجه به عنوان منبع لیکوپن گزارش دادند. از نتایج ذکر شده چنین استنباط می‌شود که افزودن سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی می‌تواند سبب بهتر شدن خوراک مصرفی و نیز تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی از طریق کاهش غلظت مالون‌دی‌آلدئید پلاسما شود. در عین حال، با استفاده توام پودر گوجه‌فرنگی و آنزیم ناتوزیم، بهبود افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و نیز فاکتورهای بیوشیمیایی خون در بلدرچین‌های ژاپنی مشاهده شد.

جدول ۵- تاثیر سطوح مختلف پودر گوجه‌فرنگی با و بدون افزودن آنزیم ناتوزیم بر غلظت مالون‌دی‌آلدئید و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی پلاسمای بلدرچین‌های ژاپنی

Table 5. The effects of different levels of tomato powder with and without multi enzyme on concentration of plasma MDA and antioxidant enzyme in Japanese quail

تیمار	مالون دی الدئید (میکرومول بر لیتر)	گلوتاتیون پراکسیداز (واحد بین‌المللی بر لیتر)	سوپراکسید دیسموتاز (واحد بین‌المللی بر لیتر)
پودر گوجه‌فرنگی			
صفر	۰/۱۴۲^{a}	۲۵۴/۲۰ ^{a}	۲۱۷/۲۲۸
۴	۰/۰۶۹^{c}	۱۸۱/۹۳ ^{b}	۲۱۵/۰۳۷
۸	۰/۱۰۰^{b}	۱۴۰/۲۹^{c}	۲۱۶/۷۰۳
۱۲	۰/۱۰۹^{b}	۱۲۶/۰۶^{c}	۲۱۶/۳۰۳
SEM	۰/۰۰۸	۶/۳۵	۰/۷۴
P value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹
آنزیم			
صفر	۰/۱۰۸	۱۶۳/۶۲۲^{b}	۲۱۶/۱۴۱
۰/۰۵	۰/۱۰۲	۱۸۵/۴۹۷^{a}	۲۱۶/۶۱۰
SEM	۰/۰۰۵	۴/۴۹	۰/۵۲
P value	۰/۴۷	۰/۰۰۰۲	۰/۲۶
پودر گوجه‌فرنگی×آنزیم			
صفر× صفر	۰/۱۴۸	۲۳۴/۶۴	۲۱۷/۱۱۶^{a}
۴×صفر	۰/۰۶۶	۱۵۳/۵۸	۲۱۱/۲۹۲^{b}
۸× صفر	۰/۰۹۵	۱۱۹/۵۶	۲۱۶/۹۶۰^{a}
۱۲×صفر	۰/۰۹۹	۱۲۱/۲۵	۲۱۶/۹۸۴$^{a\ b}$
صفر×۰/۰۵	۰/۱۳۶	۲۷۳/۷۷	۲۱۷/۳۳۹ ^{a}
۰/۰۵×۴	۰/۰۷۱	۲۱۹/۷۳	۲۱۶/۹۱۰^{a}
۰/۰۵×۸	۰/۱۰۶	۱۲۹/۳۰	۲۱۶/۱۹۰^{b}
۰/۰۵×۱۲	۰/۱۱۸	۱۴۹/۸۱	۲۱۵/۷۹۳^{a}
SEM	۰/۰۱۱	۸/۹۹	۱/۰۵
P value	۰/۵۹	۰/۰۸	۰/۰۴

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

منابع

1. Agarwal, S. and A.V. Rao. 1998. Tomato lycopene and low density lipoprotein oxidation: A human dietary intervention study. Lipids, 33: 981-984.
2. Akdemir, F., C. Orhan, N. Sahin, K. Sahin and A. Hayirli. 2012. Tomato powder in laying hen diets: effects on concentrations of yolk carotenoids and lipid peroxidation. British Poultry Science. 53: 675-680.
3. Alshatwi, A.A., M.A. Alobaaid, S.A. Alsedairy, A.H. Alassaf, J.J. Zhang and K.Y. Lei. 2010. Tomato powder is more protective than lycopene supplement against lipid peroxidation in rats. Nutrition Research, 30: 66-70.
4. Alvarado, M., E. Pacheco-Delahaye, M. Schnell and P. Hevia. 1999. Dietary fiber in industrial tomato residue and its effects on glycaemic response and seric cholesterol in rats. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, 49(2): 138-142.
5. AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington.
6. Assi, J.A. and A.J. King. 2007. Assessment of selected antioxidants in tomato pomace subsequent to treatment with the edible oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, under solid-state fermentation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 22: 9095-9098.
7. Beecher, G.R. 1998. Nutrient content of tomatoes and tomato products. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 218: 98-100.
8. Boileau, T.W.M., A.C. Boileau and J.W. Erdman. 2002. Bioavailability of all trans and cis-isomers of lycopene. Experimental Biology and medicine, 227: 914-919.
9. Blum, A., M. Merei and A. Karem. 2006. Effects of tomatoes on the lipid profile. Clinical and Investigative Medicine, 29: 298-300.
10. Canene-Adams, K., J.K. Campbell, S. Zaripheh, E.H. Jeffery and J.W. Erdman .2005. The tomato as a functional food. Journal Nutrition, 135: 1226-1230.
11. Chang, Y.L., D.O. Kim, K.W. Lee, H.J. Lee and C.Y. Lee. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. Journal of Agricultural and food chemistry, 50(13): 3713-3717.
12. DiMascio, P., S. Kaiser and S. Sies.1989. Lycopene as the most effective biological carotenoid singlet oxygen quencher. Archive of Biochemistry and Biophysics, 274: 532-538.
13. Englmaierova, M., I. Bubancova, T. Vít and M. Skrivan. 2011. The effect of lycopene and vitamin E on growth performance, quality and oxidative stability of chicken leg meat. Czech Journal of Animal Science, 56(12): 536-543.
14. Fajri, M., R. Pirmohammadi and S.H. Hasanzadeh. 2011. The effect of different levels of dried tomato pomace in the diet on broiler small intestine histomorphometrical properties. Publication of Iranian Animal Science, 90: 61-71.
15. Giuntini, D., G. Graziani, B. Lercari, V. Fogliano, G.F. Soldatini and A. Ranieri. 2005. Changes in carotenoid and ascorbic acid contents in fruits of different tomato genotypes related to the depletion of UV-B radiation. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 53: 3174-3181.
16. Hadley, C.W., E.C. Miller, S.J. Schwartz and S.K. Clinton. 2002. Tomatoes, lycopene, and prostate cancer: progress and promise, Experimental Biology and Medicine, 227: 869-880.
17. Halliwell, B. and J.M.C. Gutteridge. 1988. Free radicals and antioxidant protection: Mechanism and significance in toxicology and disease. Human Toxicology, 7: 7-13.
18. Heradez, F., J. Madrid, V. Garcia, J. Orengo and M.D. Megias. 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size. Poultry Science, 83: 169-174.
19. Hosseini Vashan, S.J., A. Golian, A. Yaghoubfar and M.R. Nasiri. 2012. Evaluation of the effects of tomato pomace, herbal oil sources and tallow on blood lipids, plasma enzyme activity and antioxidant system of heat stressed broiler chickens. Animal Sciences Journal Pajouhesh & Sazandegi, 98: 64-75 (In Persian).
20. Jassen, W.M.M.A. 1989. European table of energy values for poultry feedstuffs. 3rdedition. Beekbergen. Netherlands: Spelderholt center for poultry research and information service, 95-96.
21. Jouzi, H., N. Vali and J. Pourreza. 2015. The effects of tomato pulp powder supplementation on performance and some blood parameters in Japanese quail. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 10: 103-107.
22. Karacabey, E. and G. Mazza.2010. Optimization of antioxidant activity of grape cane extracts using response surface methodology. Food Chemistry, 119: 343-348.
23. Kim, H.S. and K.B. Chin. 2016. Effects of drying temperature on antioxidant activities of tomato powder and storage stability of pork patties. Korean Journal Food Science, 36: 1-5.
24. Lee, K.W., W.D. Choon, C.W. Kang and B.K. An. 2016. Effect of lycopene on the copper-induced oxidation of low density lipoprotein in broiler chickens. Springer Plus, 5: 389-397.
25. Lutz, M, J. Hernández and C. Henríquez. 2015. Phenolic content and antioxidant capacity in fresh and dry fruits and vegetables grown in Chile. Journal of Food, 13: 541-547.

26. Martinez-Valvercle, I., M.J. Periage, G. Provan and A. Chesson. 2002. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activities in commercial varieties of tomato (*lycopersicon esculentum*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 82: 323-330.
27. Mansoori, B., M. Modirsanei and M.M. Kiaei. 2008. Influence of dried tomato pomace as an alternative to wheat bran in maize or wheat based diets, on the performance of laying hens and traits of produced eggs. Iranian Journal of Veterinary Research, 9: 341-346.
28. Moreira, E.A.M., R.L.M. Fagundes, D.W. Filho, D. Neves, F. Sell, F. Bellisle and E. Kupek. 2005. Effects of diet energy level and tomato powder consumption on antioxidant status in rats. Clinical Nutrition, 24: 1038-1046.
29. National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. Natl. Acad. Sci. Washington, DC.
30. Ordone, A.A.L., J.D. Gomez and M.A. Vattuone. 2008. Antioxidant activities of *Sechium edule swartz* extracts. Food Chemistry, 97: 452-458.
31. Palozza, P., A. Catalano, R.E. Simone, M.C. Mele and A. Cittadini. 2012. Effect of lycopene and tomato products on cholesterol metabolism. Annals Nutrition and Metabolism, 61: 126-134.
32. Porrini, M. and P. Riso. 2000. Lymphocyte lycopene concentration and DNA protection from oxidative damage is increased in women after a short period of tomato consumption. Journal of Nutrition, 130: 189-192.
33. Periago, M.J., J. Garcia-Alonso, K. Jacob, A.B. Olivares, M.J. Bernal, M.D. Iniesta, C. Martinez and G. Ros. 2009. Bioactive compounds, folates and antioxidant properties of tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) during vine ripening. International Journal of Food Science and Nutrition, 60: 694-708.
34. Raffo, A., C. Leonardi, V. Fogliano, P. Ambrosino, M. Salucci, L. Gennaro, R. Bugianesi, F. Giuffrida and G. Quaglia. 2002. Nutritional value of cherry tomatoes (Lycopersicon esculentum cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 50: 6550-6556.
35. Rao, A.V. and S. Agarwal. 1999. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: A review. Nutrition Research, 19: 305-323.
36. Rao, A.V. and H. Shen. 2002. Effect of low dose lycopene intake or lycopene bioavailability and oxidative stress. Nutrition Research, 22: 1125-1131.
37. Sahin, N., C. Orhan, M. Tuzcu, K. Sahin and O. Kucuk. 2008. The effects of tomato powder supplementation on performance and lipid peroxidation in quail. Journal of Poultry Science, 87: 276-283.
38. Sahin, K., C. Orhan, M. Tuzcu, N. Sahin, A. Hayirli, S. Bilgili and O. Kucuk. 2016. Lycopene activates antioxidant enzymes and nuclear transcription factor systems in heat-stressed broilers. Journal of Poultry Science, 95: 1088–1095.
39. Sahin, K., M. Onderci, N. Sahin, M.F. Gursu and O. Kucuk. 2006a. Effects of lycopene supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. Journal of Thermal Biology, 31: 307-312.
40. Saleh, H., A. Golian, H. Kermanshahi, M.T. Mirakzehi and M.J. Agah. 2015. Effects of natural antioxidant on the immune response, antioxidant enzymes and hematological broilers chickens. Scientific Research Iranian Veterinary Journal, 11: 67-79.
41. Sánchez-Moreno, C., J.A. Larrauri and F. Saura-Calixto.1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. Journal of Science and Food Agriculture, 76: 270-276.
42. Shahzad, T., I. Ahmad, S. Choudhry, M.K. Saeed and M.N. Khan. 2014. DPPH free radical scavenging activity of tomato, cherry tomato and watermelon: lycopene extraction, purification and quantification. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 2: 223-228.
43. Stacewicz-Sapuntzakis, M. and P. Bowen. 2005. Role of lycopene and tomato products in prostate health. Biochimica et Biophysica Acta, 1740: 202-205.
44. Wang, L., X.L. Piao, S.W. Kim, X.S. Piao, Y.B. Shen and H.S. Lee. 2008. Effects of Forsythia suspense extract on growth performance, nutrient digestibility, and antioxidant activities in broiler chickens under high ambient temperature. Journal of Poultry Science, 87: 1287-1294.
45. Vasko, V., I. Kosieradzk and E. Sawosz. 2006. The effect of tomato consumption on selected protein and lipid metabolism parameters as well as on the oxidative and functional status of rat livers .Journal of Animal and Feed Sciences, 15: 93-96.
46. Zhang, G.F., Z.B. Yang, Y. Wang, W.R. Yang, S.Z. Jiang and G.S. Gai. 2009. Effects of ginger root (*zingiberofficinale*) processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status and serum metabolites of broiler chickens. Journal of Poultry Science, 88: 2159-266.

Effects of Different Levels of Tomato Powder with and without Addition of Enzymes on Performance, Blood Parameters and Antioxidant Status of Japanese Quails

Kamal Saharkhiz Bandforouzi[1], Mansour Rezaei[2] and Mohammad Kazemifard[3]

1- PhD Student Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, (Corresponding auditor: kamal802007@gmail.com)
2 and 3- Professor and Assistant Professor Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Recived: February 27, 2018 Accepted: August 28, 2018

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of different levels of tomato powder (0, 4, 8 and 12%) and multi-enzyme Natuzyme-plus (0 and 0.05%) on performance, blood parameters and antioxidant status of Japanese quails during starter and growth periods. A total of 320 one day old chicks were used in 8 treatments with 4 replicates and 10 birds per experimental unit in a completely randomized design with 4×2 factorial arrangement. The results showed that the addition of different levels of tomato powder increased the feed intake ($p<0.05$) so that the increase in the treatment fed with 12% tomato powder was higher than other treatments. The interaction of tomato powder and Natuzyme enzyme was significant on weight gain and feed conversion ratio ($p <0.05$) and the treatment fed with 8% tomato powder and zero level of enzyme had the highest weight gain and best feed conversion ratio. The concentration of glucose, triglyceride, LDL, HDL, VLDL and hepatic enzymes of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase were also affected by the interaction between tomato powder and the enzymes of Natuzyme ($p <0.05$). In quails fed with 4% tomato powder and zero-enzyme level, the highest concentration of plasma glucose and the lowest concentration of enzymes of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase and superoxide dismutase were observed. Triglyceride and VLDL concentrations in the treatment with 12% tomato powder and enzyme, were less than other treatments, but in the treatment containing 12% tomato powder with zero level of enzyme, the lowest concentration of LDL and the highest HDL concentration were observed. Also, by adding different levels of tomato powder, the concentration of malondialdehyde and glutathione peroxidase enzyme respectivelly in groups fed with 4% and 12% tomato powder were lower than other treatments ($p<0.05$). Based on the findings of research, it can be stated that adding tomato powder with enzyme to Japanese quail diet can improves the performance and strengthens the antioxidant activity.

Keywords: Antioxidant, Japanese quail, Tomato powder, Enzyme