زیست‌شناسی جانوری، سال چهاردهم، شماره چهارم، تابستان ۱۴۰۱، صفحات ۲۴- ۱۱

مقاله پژوهشی

بررسی اثر اسید آسکوربیک و هیدرو کسی آنالوگ متیونین بر عملکرد و بافت‌شناسی کبد جوجه‌های گوشتی تحت شرایط تنش گرمایی

مهسا عرفانی، نیما ایلا*، ابولفضل زارعی، علیرضا نوشری

گروه علوم دامی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

*مسئول مکاتبات: nima.eila@yahoo.com; nima.eila@kiau.ac.ir

DOI: 10.22034/ascij.2022.1943116.1323

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۲

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر اسید آسکوربیک و هیدرو کسی آنالوگ متیونین بر عملکرد و بافت‌شناسی کبد جوجه‌های گوشتی تحت شرایط تنش گرمایی انجام شد. جهت انجام ازمایش از ٤٠٠ قطعه جوجه نر یکروزه سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ٤ تیمار و ٥ تکرار (هر تکرار حاوی ۲۰ قطعه جوجه) استفاده شد. تیمار های آزمایشی عبارت بودند از: ۱) جیره پایه بر اساس ذرت–سویا (شاهد)، ۲) جیره پایه به همراه ۰/۲ درصد ویتامین C، ۳) جیره پایه به همراه ۰/٤٦، ۰/۳٦ و ۰/۳۲ درصد متیونین هیدروکسی آنالوگ به ترتیب در دوره اغازین، رشد و پایانی و ٤) جیره پایه به همراه مخلوط ۰/۲ درصد ویتامین C و ۰/٤٦، ۰/۳٦ و ۰/۳۲ درصد متیونین هیدروکسی آنالوگ به ترتیب در دوره اغازین، رشد و پایانی. در دوره رشد خوراک مصرفی در تیمار حاوی متیونین هیدروکسی آنالوگ افزایش معنی‌داری با شاهد داشت ($p < ۰/۰۵$). در دوره پایانی ضریب تبدیل خوراک در تیمارهایی که از مخلوط ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ استفاده کرده بودند بهبود معنی‌داری با شاهد داشتند ($p < ۰/۰۵$). قطر هپاتوسیت و قطر هسته هپاتوسیت در جوجه‌هایی که از ویتامین C و مخلوط ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ استفاده کرده بودند کاهش معنی‌داری با شاهد داشتند ($P<۰/۰۵$). نتایج این آزمایش نشان داد که بکار بردن مخلوط ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ نسبت به استفاده جداگانه از آن‌ها در جیره غذایی می‌تواند بر کاهش آثار منفی تنش حرارتی موثر باشد.

کلمات کلیدی: عملکرد، ویتامین C، تنش گرمایی، متیونین هیدروکسی آنالوگ، جوجه گوشتی

مقدمه

در کشورهای دارای شرایط آب و هوای گرم تنش گرمایی یکی از نگرانی‌های عمده توسعه صنعت طیور بخصوص در فصل تابستان است، زیرا تنش گرمایی با کاهش مصرف غذا و قابلیت هضم خوراک، سبب کاهش بهره‌وری سوخت و ساز مواد مغذی، افزایش تولید حرارت و کاهش ابقای پروتئین، تضعیف سیستم ایمنی به دلیل آسیب اندام-های لنفاوی اولیه و کاهش پاسخ ایمنی جوجه‌ها در زمان روبرو شدن با برخی از عوامل تنش‌زا و بیماریزا می‌شود و در نهایت باعث کاهش عملکرد و افزایش تلفات می‌گردد (۱۰). تنش گرمایی با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد مضر حاصل از اکسیژن در بدن،

کارآمدی سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی سلولی برای خنثی‌سازی اثرات مخـرب ایـن رادیکال‌های آزاد را کاهش می‌دهد (۷، ۳٤). از این رو توجه اکثر پرورش‌دهندگان طیور به گرمایش کره زمین و راه‌های مقابله با آن‌ها معطوف گردیده است، به نحوی که علاوه بر استانداردهای تأسیس مرغداری جهت کنترل دما و رطوبت، راهکارهای تغذیه‌ای را به منظور کاهش اثرات مضر تنش گرمایی پیشنهاد نموده‌اند (۳۱).

بر اساس مطالعات صورت گرفته از جمله راهکارهای تغذیه‌ای پیشنهاد شده در کاهش اثرات تنش گرمایی طیور، استفاده از مکمل‌های ویتامینی و آمینواسیدی در جیره طیور در هنگام تنش گرمایی می‌باشد (۱۹). ویتامین C از جمله مکمل‌های ویتامینی است که در زمینه استفاده از آن برای غلبه بر شرایط تنش گرمایی در طیور مورد توجه بوده است. ویتامین C می‌تواند در شرایط تنش گرمایی بر اثرات منفی ناشی از تنش گرمایی غلبه کند و موجب تقویت عملکرد رشد، سیستم ایمنی و دفاعی در جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی گردد (۱۱، ۱۸).

یکی دیگر از مکمل‌های غذایی که موجب تعدیل اثرات تنش گرمایی طیور می‌گردد، مکمل‌های آمینو-اسیدی می‌باشد. از آنجایی که تنش حرارتی موجب وقوع واکنش‌های اکسیداتیو در لیپیدها و پروتئین‌های بدن می‌گردد، اسیدهای‌آمینه ضروری که بدن قادر به سنتز آن‌ها نیست باید به جیره غذایی افزوده گردد (۱۳).

متیونین به‌عنوان نخستین اسیدآمینه محدودکننده و ضروری در جیرهٔ طیور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در شرایط تنش اگر متیونین به میزان کافی در جیره غذایی وجود نداشته باشد، بدن قادر به رشد و تولید پروتئین به میزان کافی نخواهد بود، بنابراین باید جیره‌های غذایی طیور را با افزودن آن تکمیل نمود. در این میان نوع منبع متیونین استفاده شده در جیره بسیار مهم می باشد (۱٦).

یکی از منابع متیونین که کارایی چشمگیری در صنعت دامپروری دارد، متیونین هیدرو کسی آنالوگ می‌باشد. اصول فیزیولوژیکی برای جذب، تبدیل و بهره‌وری این منبع از متیونین برای سنتز پروتئین در مقایسه با دی-ال متیونین در آزمایشگاه و مزرعه مورد مطالعه قرارگرفته است. مطالعات صورت گرفته نشان داده است که در هنگام وجود شرایط استرس گرمایی، استفاده از متیونین هیدروکسی آنالوگ در جیره طیور توانسته عملکرد بهتری از دی-ال متیونین داشته باشد (٦).

مطالعات مختلف اختلالات منفی تغذیه‌ای و عملکردی رشد طیور را همراه با عوارض ناشی از تنش گرمایی گزارش نموده‌اند (۳۱). از طرفی در اغلب اختلالات تغذیه‌ای، کبد دچار آزردگی و کاهش فعالیت می‌شود و به دنبال آن سیستم عمومی بدن ضعیف شده و حیات موجود زنده مورد تهدید جدی قرار می‌گیرد (۸). در این راستا در نتایج برخی از محققین گزارش شده است که پرورش پرندگان در شرایط تنش حرارتی منجر به افزایش میزان گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)، اختلالات سیستم‌های اکسیدان و آنتی‌اکسیدان بافت کبدی و همچنین آسیب کبدی می‌شود (۲۰، ۲٤).

با توجه به اثرات مخرب ناشی از تنش گرمایی بر طیور نظیر افزایش رادیکال‌های آزاد و استرس اکسیداتیو و همچنین اختلال در عملکرد رشد و آسیب سلولی بافت‌ها، آزمایش حاضر با هدف بکار بردن ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ با خاصیت تعدیل کننده آثار منفی تنش گرمایی، بر عملکرد و بافت شناسی کبد جوجه‌های گوشتی تحت شرایط تنش گرمایی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی و آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج واقع در ماهدشت انجام گرفت (طول جغرافیایی ۱۱ ۵۰ تا ۲۹ ۵۱ و عرض جغرافیایی ۳۱ ۳۵ تا ۱۲ ۳۶).

جهت انجام آزمایش از ٤۰۰ قطعه جوجه نر یکروزه سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ٤ تیمار و ۵ تکرار (هر تکرار حاوی ۲۰ قطعه جوجه) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار ۱) جیره پایه بر اساس ذرت–سویا (شاهد)، تیمار ۲) جیره پایه به همراه ۰/۲ درصد ویتامین C، تیمار ۳) جیره پایه به همراه ۰/٤٦، ۰/۳٦ و ۰/۳۲ درصد متیونین هیدروکسی آنالوگ به ترتیب در دوره آغازین، رشد و پایانی و تیمار ٤) جیره پایه به همراه مخلوط ۰/۲ درصد ویتامین C و ۰/٤٦، ۰/۳٦ و ۰/۳۲ درصد متیونین هیدروکسی آنالوگ به ترتیب در دوره اغازین، رشد و پایانی بودند. جیره‌ها بر پایه احتیاجات غذایی توصیه شده توسط راس ۳۰۸ تنظیم شدند. برای تنظیم جیره‌ها از نرم افزار UFFDA استفاده شد. مکمل ویتامین C و متیونین هیدرو کسی آنالوگ به ترتیب از شرکت‌های Dsm و Adiseo تهیه شدند. متیونین هیدرو کسی آنالوگ (MHA) بسته به نیاز متیونین جیره، جایگزین DL-Met شد. برای اضافه نمودن مکمل ویتامین سی به جیره به منظور تهیه مخلوط دقیق‌تر و همگن خوراک، ابتدا مقدار پروبیوتیک مورد نیاز را با پرمیکس مخلوط گردید و سپس به اجزاء پر مصرف جیره افزوده شد.

داخل سالن آزمایش تعداد ۲۰ جایگاه محصور (پن) با ابعاد ۱/۲۰ × ۱/۳ × ۱/٤ سانتی‌متر استفاده شد و در هر جایگاه ۲۰ قطعه جوجه گوشتی (مجموعاً ٤۰۰ قطعه) پرورش یافت. جوجه‌ها به‌طور تصادفی با میانگین وزنی ۵±٤۰۰ گرم به پن‌ها منتقل شدند، سپس شماره تیمار و تکرار هر قفس به‌طور تصادفی مشخص گردید.

در ۲٤ ساعت اول ورود جوجه‌ها، نور دائم و از روز دوم به بعد در طول شبانه روز ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی در شب اعمال می‌شد.

هر پن دارای یک دان خوری و یک آبخوری بود. در طول دوره پرورش از دو نوع دان خوری و آبخوری استفاده شد. در طول هفته اول پرورش از آبخوری‌های کله‌قندی و از سینی‌های دان‌خوری جوجه یک‌روزه استفاده شد. پس از آن دان خوری‌ها و آبخوری‌های آویز تا آخر دوره استفاده و متناسب با افزایش سن جوجه‌ها، ارتفاع آن‌ها با سطح پشت پرنده تنظیم گردید. جیره مربوط به هر تکرار و تیمار آزمایشی در طول پرورش در سطل‌های درب‌دار مشخص‌شده با عدد خاص آن تیمار و تکرار ریخته شد و پس از توزین در کنار پن‌های مربوط به هر تیمار قرار داده شدند.

در بدو ورود جوجه‌ها دمای سالن ۳۲ درجه سلسیوس بوده و دما تا روز ۲۸ پرورش برطبق راهنمای پرورش جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ (۲۶) به ۲۲ درجه سلسیوس تقلیل پیدا کرد. رطوبت در طول این دوره ٥٤ درصد در نظر گرفته شد. جهت وارد آوردن تنش حرارتی، از سن ۲۹ الی ٤۲ روزگی به صورت ۷ ساعت در شبانه روز (۱۱ صبح الی ۱۷ بعد از ظهر) دمای ۳۲ تا ۳٤ درجه سلسیوس و رطوبت ٦۰ تا ۷۰ درصد اعمال شد.

عملکرد: در طول دوره، شرایط پرورش برای همه جوجه‌ها یکسان و دسترسی به خوراک به صورت آزاد در نظر گرفته شد. خوراک‌های هر تکرار قبل از مصرف، وزن شده و با مشخص کردن وزن خوراک-های باقی‌مانده در پایان هر دوره، در نهایت مقدار خوراک مصرفی هر تیمار برای دوره‌های اغازین، رشد و پایانی محاسبه گردید. همچنین وزن کشی جوجه‌ها

در ابتدا و انتهای هر دوره انجام شد و در پایان هر دوره افزایش وزن و ضریب تبدیل تعیین گردید.
/متوسط خوراک مصرفی) = ضریب تبدیل غذایی
(متوسط افزایش وزن

بافت شناسی کبد: به منظور بررسی مورفولوژی کبد کوچک، در روز ٤٢ دوره پرورش جهت نمونه برداری از کبد و بررسی هیستولوژی هپاتوسیت‌ها از هر واحد آزمایشی دو قطعه پرنده انتخاب و کشتار گردید. پس از کالبدگشایی نمونه‌گیری از کبد انجام شد. برای بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناختی، کبد را از اتصالات احشایی آزاد کرده و قطعه‌ای به طول سه سانتیمتر جدا گردید. نمونه‌های بافت کبد در محلول فرمالین ده درصد بافر خنثی پایدار گردیدند و مراحل آماده‌سازی بافت‌ها انجام و بلوک‌های پارافینی تهیه شد. سپس قطعاتی از بافت‌های پایدار شده انتخاب و با استفاده از دستگاه میکروتوم چرخشی (مدل RM2245- ساخت کمپانی Leica آمریکا) مقاطعی به قطر ۵ میکرون برش داده شد. قطعات برش یافته با استفاده از سری‌های زایلن و الکل پارافین زدایی شدند و با استفاده از روش هماتوکسلین-ائوزین جهت آزمایشات هیستوپاتولوژیکی رنگ‌آمیزی شدند. پس از رنگ-آمیزی نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ٤٠٠ برابر مورد مشاهده قرار گرفتند (۲۱).

آنالیز آماری: داده‌های جمع‌آوری شده در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از مدل خطی عمومی (GLM) و به وسیله نرم افزار آماری SAS (۲۰۰٤) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. مدل آماری طرح به صورت $Y(i)= \mu + Ti + \varepsilon ij$ بود که در این فرمول $Y(i)$: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین صفت در جامعه مورد نظر، Ti: اثر جیره های آزمایشی و εij: اثر خطای آزمایش می باشند.

نتایج

نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین در جدول ٤ ارائه شده است. افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل هیچ یک از تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (p >۰/۰۵). نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه های گوشتی در دوره رشد در جدول ۵ ارائه شده است. برای افزایش وزن در هیچ یک از تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده نشد (p >۰/۰۵). خوراک مصرفی در تیمار حاوی متیونین هیدروکسی آنالوگ افزایش معنی‌داری با شاهد داشت (p <۰/۰۵). همچنین ضریب تبدیل تیمارهای حاوی ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ با شاهد افزایش معنی‌داری داشت (p < ۰/۰۵).

جدول ٦ نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی را نشان می‌دهد. اختلاف افزایش وزن و خوراک مصرفی در هیچ یک از تیمارهای ازمایشی معنی‌دار نشد (p > ۰/۰۵). ضریب تبدیل خوراک در تیمارهایی که از مخلوط ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ استفاده کرده بودند بهبود معنی‌داری با شاهد داشتند (p < ۰/۰۵).

جدول ۷ نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر بافت کبد جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد. قطر هپاتوسیت و قطر هسته هپاتوسیت در جوجه‌هایی که از ویتامین C و مخلوط ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ استفاده کرده بودند کاهش معنی‌داری با شاهد داشتند (p < ۰/۰۵).

جدول ۱- ترکیبات و تجزیه و تحلیل شیمیایی جیره دوره آغازین (۱ تا ۱۱ روزگی)

اجزاء جیره	تیمارها			
	شاهد	ویتامین C	متیونین هیدروکسی آنالوگ	ویتامین C + متیونین هیدروکسی آنالوگ
ذرت	۵۲/۸۶	۵۲/۶۶	۵۳	۵۲/۸
کنجاله دانه سویا (۴۴ درصد پروتئین خام)	۳۸/۶	۳۸/۶	۳۸/۴	۳۸/۴
روغن	۴	۴	۴	۴
کربنات کلسیم	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
دی کلسیم فسفات	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱
نمک	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی- ال متیونین	۰/۴	۰/۴	۰	۰
متیونین هیدروکسی آنالوگ	۰	۰	۰/۴۶	۰/۴۶
پرمیکس ویتامین سی	۰	۰/۲	۰	۰/۲
لایزین هیدروکلراید	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳
ترئونین	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تجزیه و تحلیل شیمیایی				
انرژی متابولیسمی (کیلوکالری/ کیلوگرم)	۳۰۳۰	۳۰۲۴	۳۰۳۴	۳۰۲۴
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۶	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵
کلسیم (درصد)	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸
سدیم (درصد)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
لیزین (درصد)	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳
متیونین (درصد)	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸
متیونین + سیستئین (درصد)	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶
ترئونین (درصد)	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶
تریپتوفان (درصد)	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶
والین (درصد)	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵

[1] هر ۱ کیلوگرم مکمل ویتامینی شامل: ویتامین A ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D_3 ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۷۲۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین K_3 ۸۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B_1 ۶۸۰ میلی گرم، ویتامین B_2 ۲۵۵۰ میلی‌گرم، ویتامین B_3 ۳۹۲۰ میلی‌گرم، ویتامین B_5 ۱۱۸۶۰ میلی‌گرم، ویتامین B_6 ۱۱۷۶ میلی‌گرم، ویتامین B_9 ۴۰۰ میلی گرم، ویتامین B_{12} ۶ میلی‌گرم، بیوتین ۴۰ میلی‌گرم، کولین کلراید ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدان ۴۰۰ میلی‌گرم. [2] هر ۱ کیلوگرم مکمل معدنی شامل: ۴۸۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۸۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۴۴۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۶۴۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید و ۱۲۰ میلی‌گرم سلنیم. [3] هر کیلوگرم پرمیکس ویتامین سی حاوی ۱۰۰ گرم اسید اسکوربیک است.

جدول ۲- ترکیبات و تجزیه و تحلیل شیمیایی جیره دوره رشد (۱۲ تا ۲۴ روزگی)

اجزاء جیره	تیمارها			
	شاهد	ویتامین C	متیونین هیدروکسی آنالوگ	ویتامین C + متیونین هیدروکسی آنالوگ
ذرت	۵۹/۴۶	۵۹/۲۶	۵۹/۴۲۵	۵۹/۲۲۵
کنجاله دانه سویا (۴۴ درصد پروتئین خام)	۳۳/۵	۳۳/۵	۳۳/۵	۳۳/۵
روغن	۳	۳	۳	۳
کربنات کلسیم	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳
دی کلسیم فسفات	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
نمک	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
بی کربنات سدیم	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
مکمل ویتامینی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی- ال متیونین	۰/۳۳	۰/۳۳	۰	۰
متیونین هیدروکسی آنالوگ	۰	۰	۰/۳۶۵	۰/۳۶۵
پرمیکس ویتامین سی	۰	۰/۲	۰	۰/۲
لایزین هیدروکلراید	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
ترئونین	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تجزیه و تحلیل شیمیایی				
انرژی متابولیسمی (کیلوکالری/ کیلوگرم)	۳۰۳۷	۳۰۲۸	۳۰۳۵	۳۰۲۷
پروتئین خام (درصد)	۲۰/۷	۲۰/۷	۲۰/۷	۲۰/۷
کلسیم (درصد)	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
سدیم (درصد)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
لیزین (درصد)	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۱۳
متیونین (درصد)	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
متیونین + سیستئین (درصد)	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵
ترئونین (درصد)	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
تریپتوفان (درصد)	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴
والین (درصد)	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸

جدول ۳- ترکیبات و تجزیه و تحلیل شیمیایی جیره دوره پایانی (۲۳ تا ۴۲ روزگی)

اجزاء جیره	تیمارها			
	شاهد	ویتامین C	متیونین هیدروکسی آنالوگ	ویتامین C + متیونین هیدروکسی آنالوگ
ذرت	٦٤/٩	٦٤/٧	٦٤/٨٦	٦٤/٦٦
کنجاله دانه سویا (٤٤ درصد پروتئین خام)	٢٨/٥	٢٨/٥	٢٨/٥	٢٨/٥
روغن	٣	٣	٣	٣
کربنات کلسیم	٠/٦	٠/٦	٠/٦	٠/٦
دی کلسیم فسفات	١/٦	١/٦	١/٦	١/٦
نمک	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥
بی کربنات سدیم	٠/١٥	٠/١٥	٠/١٥	٠/١٥
مکمل ویتامینی	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥
مکمل مواد معدنی	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥
دی- ال متیونین	٠/٢٨	٠/٢٨	٠	٠
متیونین هیدروکسی آنالوگ	٠	٠	٠/٣٢	٠/٣٢
پرمیکس ویتامین سی	٠	٠/٢	٠	٠/٢
لایزین هیدروکلراید	٠/١٦	٠/١٦	٠/١٦	٠/١٦
ترئونین	٠/٠٦	٠/٠٦	٠/٠٦	٠/٠٦
جمع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
تجزیه و تحلیل شیمیایی				
انرژی متابولیسمی (کیلوکالری/ کیلوگرم)	٣١٠٠	٣٠٩٣	٣٠٩٨	٣٠٩١
پروتئین خام (درصد)	١٨/٧	١٨/٧	١٨/٧	١٨/٧
کلسیم (درصد)	٠/٧	٠/٧	٠/٧	٠/٧
فسفر قابل دسترس (درصد)	٠/٣٨	٠/٣٨	٠/٣٨	٠/٣٨
سدیم (درصد)	٠/١٦	٠/١٦	٠/١٦	٠/١٦
لیزین (درصد)	١	١	١	١
متیونین (درصد)	٠/٥٣	٠/٥٣	٠/٥٣	٠/٥٣
متیونین + سیستئین (درصد)	٠/٧٧	٠/٧٧	٠/٧٧	٠/٧٧
ترئونین (درصد)	٠/٦٣	٠/٦٣	٠/٦٣	٠/٦٣
تریپتوفان (درصد)	٠/٢١	٠/٢١	٠/٢١	٠/٢١
والین (درصد)	٠/٨	٠/٨	٠/٨	٠/٨

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی) (خطای استاندارد ± میانگین)

تیمارهای آزمایش	افزایش وزن (گرم)	مصرف دان (گرم/پرنده)	ضریب تبدیل غذایی
شاهد	۱٦۹/۹٦ ± ٦/٤۹	۱۹٤/۸٦ ± ۹/۹	۱/۵۲ ± ۰/۰۵^{ab}
ویتامین C	۱۷۳/٦۷ ± ۱۰/۱۲	۱۹۰/۲٤ ± ۲۰/۸	۱/٤٤ ± ۰/۱۱^{b}
متیونین هیدروکسی آنالوگ	۱٦۷/۱۹ ± ۱۲/۹٦	۱۹۸/۳۳ ± ۱۲/۵۷	۱/۵۹ ± ۰/۱۱^{ab}
ویتامین C + متیونین هیدروکسی آنالوگ	۱٦۵/۷۲ ± ۱۰/۸۲	۲۰۱/۹۵ ± ۲۰/٤٤	۱/٦۳ ± ۰/۱٤^{a}
سطح معنی‌داری	۰/٦٤	۰/۷۲	۰/۰۱
خطای استاندارد میانگین	۱۰/۰۱	۱۵/۸۹	۰/۱۲

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره رشد (۱۱ تا ۲٤ روزگی) (خطای استاندارد ± میانگین)

تیمارهای آزمایش	افزایش وزن (گرم)	مصرف دان (گرم/پرنده)	ضریب تبدیل غذایی
شاهد	۹۲۳/۰۵ ± ۳۰/۳۵	۱۱۵٤/۵۲ ± ۷٤/٦۸^{b}	۱/۵۳ ±۰ /۰۸^{b}
ویتامین C	۹۱۹/٤۹ ± ٤۰/۱٦	۱۲۳٦/۷۹ ± ۹۵/۲۸^{ab}	۱/٦۵ ± ۰/۰٦^{a}
متیونین هیدروکسی آنالوگ	۹۳۷/۷۱ ± ۳٦/۰۱	۱۲٦۷/۹٤ ± ۷۳/٦٦^{a}	۱/٦٤ ±۰ /۰۵^{a}
ویتامین C + متیونین هیدروکسی آنالوگ	۹۱۸/۱ ± ۱۷/۱۲	۱۱۹۱/±۸۷ ٤۹/۰۱^{ab}	۱/۵۸ ±۰ /۰۵^{ab}
سطح معنی‌داری	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱
خطای استاندارد میانگین	۳۰/۵۳	۸۱/۸۲	۰/۰۸

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی (۲۵ تا ٤۲ روزگی)

تیمارهای آزمایش	افزایش وزن (گرم)	مصرف دان (گرم/پرنده)	ضریب تبدیل غذایی
شاهد	۲۳٤۱/۷٦ ± ۱۰۱/۱۱	۲٦۸۹/۰۰ ± ۱۱۸/۹٤	۱/۹۵ ± ۰/۰۹^{a}
ویتامین C	۲٤۱۵/۱٤ ± ۷۲/۹۸	۲٦۹۱/٦۲ ± ۱۲٤/۸۵	۱/۸۵ ± ۰/۰٦^{ab}
متیونین هیدروکسی آنالوگ	۲۳۸۵/۰۵ ± ۱٦۲/۳۷	۲٦۵۸/۸۱ ± ۱۹۳/۲۸	۱/۸۹ ±۰ /۰۸^{ab}
ویتامین C + متیونین هیدروکسی آنالوگ	۲٤۲۲/۲۹ ± ۱۳۰/۳	۲٦۱۱/٦۲ ± ۹۱/۵٤	۱/۷۹ ±۰ /۱٤^{b}
سطح معنی‌داری	۰/۷۱	۰/۷۷	۰/۰۳
خطای استاندارد میانگین	۱۱٦/۰۱	۱۳۰/۳۱	۰/۱۱

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر بافت کبد جوجه‌های گوشتی

تیمارهای آزمایش	قطر هپاتوسیت (میکرومتر)	قطر هسته هپاتوسیت (میکرومتر)
شاهد	۸/۸۷ ± ۱/۷۲[a]	٤/۱۸ ± ۰/٦٥[a]
ویتامین C	۷/٤۹ ± ۰/۲٥[b]	۳/٥۲ ± ۰/٤۹[b]
متیونین هیدروکسی آنالوگ	۸/۷٤ ±۰ /۸۸[a]	٤/۱ ± ۰/٤۹[a]
ویتامین C + متیونین هیدروکسی آنالوگ	٥/۸۹ ± ۰/٦[c]	۳/٤۹ ±۰ /٥۲[b]
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۲٥
خطای استاندارد میانگین	۱/٦٥	۰/٦٤

بحث

در دوره آغازین ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌هایی که از ویتامین C استفاده کرده بودند نسبت به تیمارهایی حاوی مخلوط ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ کاهش معنی‌داری داشتند. همچنین در دوره پایانی ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌هایی که از مخلوط ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ استفاده کرده بودند بهبود معنی‌داری با شاهد داشتند. علت کاهش معنی‌دار شدن ضریب تبدیل در این تیمار مربوط به افزایش وزن جوجه‌های این تیمار می‌باشد. همانطور که در نتایج ازمایش حاضر دیده شد افزایش ضریب تبدیل برای تیمارهای حاوی ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ در دوره رشد احتمالا بدلیل افزایش خوراک مصرفی در این تیمارها می‌باشد تا جایی که حتی خوراک مصرفی برای تیمار حاوی متیونین هیدروکسی آنالوگ با شاهد معنی‌دار شد.

نتایج آزمایشی که توسط Sahin و همکاران در سال (۲۰۰۹) صورت گرفت، نشان داد که استفاده از مکمل ویتامین C در جیره جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی باعث افزایش مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل شده است که با نتایج ازمایش حاضر مطابقت دارد (۲۷).

بدن طیور در هنگام تنش دچار تغییراتی می‌شود. غده هیپوتالاموس اولین واکنش دهنده به استرس‌ها می‌باشد. تحریک هیپوتالاموس منجر به تحریک هیپوفیز و افزایش هورمون کورتیکوتروپین (ACTH) می‌شود که ترشح این هورمون با تاثیر بر غدد فوق کلیوی منجر به تحریک ترشح کورتیکوسترون‌های می‌شود. این هورمون از طریق خون به تمام سطح بدن انتقال می‌یابد (۱۵).

از تاثیرات این هورمون بر طیور می‌توان به افزایش ضربان قلب و فشار خون اشاره نمود که در این حالت مقدار مصرف دان کاهش می‌یابد و منجر به کاهش تولید آنتی‌بادی و کاهش رشد شود. از طرفی گلوکوکورتیکوئیدهای ترشح شده در پاسخ به تنش با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد، سازوکارهای پروتئولیتیک را در ماهیچه‌ها به ویژه ماهیچه‌های اسکلتی به راه انداخته و سبب تحلیل عضلات می‌گردند (١٤). ویتامین C در شرایط تنش از فعالیت آنزیم‌های ۲۱-هیدروکسیلاز و ۱۱-بتا هیدروکسیلاز (آنزیم‌های کلیدی در مسیرهای بیوشیمیایی کورتیکوسترون) جلوگیری می‌کند. در نتیجه این کاهش در ترشح کورتیکوسترون‌ها به وسیله ویتامین C، از تأثیرات منفی تنش گرمایی جلوگیری می‌شود و در نتیجه عملکرد مطلوب می‌گردد (٤).

Daenner و Bessei (۲۰۰۳) در نتایج خود بیان کردند که در مرحله تنش گرمایی، جوجه‌های تغذیه‌شده با متیونین هیدرو کسی آنالوگ به طور معنی‌داری مصرف خوراک بالاتر داشتند و همچنین استفاده از

متیونین هیدرو کسی آنالوگ مایع سبب افزایش وزن بالاتر و ضریب تبدیل غذایی بهتر شد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد (۵).

همچنین Kaszuba و همکاران (۲۰۰۵) کارایی متیونین هیدرو کسی آنالوگ مایع را نسبت به دی-ال متیونین در افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی به ترتیب ٦٤ و ۵۹ درصد گزارش کردند (۵).

Yang و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که هر عاملی بتواند آزادسازی گرما را از بدن پرنده در شرایط تنش حرارتی بکاهد می‌تواند در رشد پرنده موثر واقع شود. از آنجایی‌که دی ال متیونین توسط انتقال فعال در سرتاسر غشاء روده جذب می‌شود، فرایندی انرژی‌زا بوده و گرما آزاد می‌سازد و پرنده باید این انرژی را پراکنده کند که در نتیجه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای در شرایط تنش حرارتی جذب آن کاهش می‌یابد (۹). اما جذب متیونین هیدروکسی آنالوگ مایع از طریق انتشار غیرفعال و ساده بوده که مکانیسم و سرعت انتقال آن تحت تأثیر استرس گرمایی قرار نگرفته و این خود می‌تواند توانایی بهتر جذب متیونین از منبع متیونین هیدرو کسی آنالوگ مایع را برای رشد و توسعه پرنده فراهم سازد (۱، ۲۵).

در دوره پایانی پرورش ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها برای تیمارهای حاوی مخلوط MHA و ویتامین C بهبود بهتری نسبت به سایر تیمارها داشتند که این بدلیل نقش مثبت آنتی‌اکسیدانی MHA و ویتامین C می‌باشد که سبب تغییرات متابولیکی ناشی از تنش گرمایی در ارتباط با رادیکال‌های ازاد ایجاد شده می‌باشد (۲۸، ۳۵).

نتایج هیستومرفومتریک کبد در بررسی حاضر شامل کاهش معنی‌دار قطر هپاتوسیت‌ها و قطر هسته هپاتوسیت‌ها در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با ویتامین C و مخلوط ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ می‌باشد. مکانیسم‌های موجود برای آسیب کبدی توسط تنش‌های حرارتی با فرضیات مختلفی مطرح شده است که مهمترین آن‌ها آسیب با واسطه تولید رادیکال‌های آزاد و استرس اکسیداتیو ناشی از آن می‌باشد (۲).

در مطالعات قبلی نشان داده شده است که تنش حرارتی باعث افزایش رادیکال‌های آزاد و کاهش مواد آنتی‌اکسیدان سلولی، از جمله گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و افزایش مالون‌دی‌الدئید در بافت کبد می‌شود و در نتیجه موجب آسیب به بافت کبد می‌گردد (۱۷).

ویتامین C یکی از آنتی اکسیدان‌های قوی می‌باشد که باعث کاهش رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از پراکسیداسیون غشاهای چربی به وسیله رادیکال‌های آزاد و در نتیجه منجر به بقای سلول‌های ارگان‌های مختلف از جمله کبد در مقابل آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌شود (۳۲).

همچنین افزایش دمای محیط باعث بالارفتن دمای بدن و ایجاد تنش می‌گردد، که این عامل کاتابولیسم پروتئین را القا نموده و متعاقباً منجر به افزایش گونه-های فعال اکسیژن (ROS) و پراکسیداسیون لیپیدها و افزایش آنزیم‌های کبدی نیز می‌شود (۲۲).

از آنجایی‌که کبد جایگاه اصلی بسیاری از فعالیت‌های حیاتی از قبیل متابولیسم ازت و چربی، سمیت زدایی و غیره می‌باشد، بدیهی است تا فرض شود که انعکاس تغییرات مربوط به ترکیب جیره را بتوان در فعالیت و سلامت کبد جستجو نمود (۲۳).

متیونین اسید آمینه ضروری و پیش‌ساز پروتئین در جیره طیور محسوب می‌شود. زمانی که این ماده اولیه برای سنتز پروتئین در دسترس نباشد تجزیه پروتئین و پراکسیداسیون لیپیدها باعث آسیب کبدی می‌شوند. از آنجایی‌که در هنگام تنش متیونین هیدروکسی آنالوگ از قدرت جذب بهتری برخوردار می‌باشد، با

در دسترس بودن متیونین در بدن اثرات منفی تنش بر آسیب بافت کبد نیز کاهش می‌یابد (۳۰).

به طور کلی نتایج نشان داد که استفاده از مخلوط ویتامین C و متیونین هیدروکسی آنالوگ بهتر از کاربرد جداگانه آن‌ها می‌تواند از آثار منفی تنش حرارتی در جوجه‌های گوشتی جلوگیری نماید.

منابع

1. Akbarian A., Michiels J., Degroote J., Majdeddin M., Golian A., De Smet S. 2016. Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7(37): 1-14.

2. Butler E.J. 1976. Fatty liver diseases in the domestic fowl. *Avian Pathology*, 5: 1-4.

3. Celik L., Öztürkcan O. 2003. Effects of dietary supplemental L-carnitine and ascorbic acid on performance, carcass composition and plasma L-carnitine concentration of broiler chicks reared under different temperature. *Archives of Animal Nutrition*, 57(1): 27-38.9.

4. Chand N., Naz S., Khan A., Khan S., Khan R.U. 2014. Performance traits and immune response of broiler chicks treated with zinc and ascorbic acid supplementation during cyclic heat stress. *International Journal* of *Biometeorology*, 58: 2153-2157.

5. Daenner E., Bessei W. 2003. Influence of supplementation with liquid DL-methionine hydroxy analogue-free acid (Alimet) or DL-methionine on performance of broilers. *Journal of Applied Poultry*, 12: 101-105.

6. Dibner J.J., Richards J.D., Kitchell M.L., Quiroz M.A. 2007. Metabolic challenges and early bone development. *Journal of Applied Poultry Research*, 16: 126-137.

7. Estévez M. 2015. Oxidative damage to poultry: From farm to fork. *Poultry Science*, 94: 1368–1378.

8. Fonseca-García I., Escalera-Valente F., Martínez-González S., Carmona- Gasca C.A., Gutiérrez-Arenas D.A., Ávila-Ramos F. 2017. Effect of oregano oil dietary supplementation on production parameters, height of intestinal villi and the antioxidant capacity in the breast of broiler. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 49: 83-89.

9. Goodson J., Robert L.P. 2007. Synthetic methionine sources vary in effectiveness. *Journal of Feed Management*, 9: 20-21.

10. Hajati H., Hassanabadi A., Golian A., Nassiri-Moghaddam H., Nassiri M.R. 2018. The effect of grape seed extract supplementation on performance, antioxidant enzyme activity, and immune responses in broiler chickens exposed to chronic heat stress. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 8(1): 109-117.

11. Jena B.P., Panda N., Patra R.C., Mishra P.K., Behura N.C., Panigrahi, B. 2013. Supplementation of vitamin E and C reduces oxidative stress in broiler breeder hens during summer. *Food and Nutrition Sciences*, 4: 33–37.

12. Kaszuba A., Koreleski J., Swiqtkiewicz S., Szczurek W., Lemme A. 2005. Polish dose response data demonstrate superiority of DL-methionine over liquid methionine hydroxy analoque in broilers. *European Symposium on Poultry Nutrition*, 15: 493-495.

13. Kaur D., Singh Nagraa S., Sodhib S., Padam Nath D. 2013. Comparative performance of commercial broilers fed Herbomethione® as a replacement for DL-methionine in diet. *Journal of Applied Animal Research*, 41(4): 410-416.

14. Khan R.U., Naz S., Nikousefat Z., Selvaggi M., Laudadio V., Tufarelli V. 2012. Effect of ascorbic acid in heat-stressed poultry. *World's Poultry Science Journal*, 68: 477-490.

15. Khattak F.M., Acamovic T., Sparks N., Pasha T.N., Joiya M.H., Hayat Z., Ali Z. 2012. Comparative efficacy of different

characteristics, intestinal morphology and ghrelin gene expression on broiler chickens. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 24(2): 169-178.

24. Rafat Khafar K., Mojtahedin A., Rastegar N., Kalvani Neytali M., Olfati A. 2019. Dietary inclusion of thyme essential oil alleviative effects of heat stress on growth performance and immune system of broiler chicks. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 9(3): 509-517.

25. Richards J.D., Atwell C.A., Va´zquez-An˜o n M., Dibner J.J. 2005. Comparative in vitro and in vivo absorption of 2-hydroxy-4 (methylthio) butanoic acid and methionine in the broiler chicken. *Journal of Poultry Science*, 84: 1397-1405.

26. Ross J.G., Christie W.G., Jones R.M. 1976. Determination of hematology and blood chemistry values in healthy six-week-old broiler hybrids. *Avian Patholgy*, 5: 273-281.

27. Sahin N., Tuzcu M., Orhan C., Onderci M., Eroksuz Y., Sahin K. 2009. The effects of vitamin C and E supplementation on heat shock protein 70 responses of ovary and brain in heat-stressed quail. *British Poultry Science*, 50: 259-265.

28. Saiz del Barrio A., Mansilla W.D., Navarro-Villa A., Mica J.H., Smeets J.H., den Hartog L.A., García-Ruiz A.I. 2020. Effect of mineral and vitamin C mix on growth performance and blood corticosterone concentrations in heat-stressed broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 29(1): 23-33.

29. SAS Institute. (2004). SAS®/STAT Software, Release 9.4. SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA.

30. Sauer N., Emrich K., Piepho H.P., Lemme A., Redshaw M.S., Mosenthin R. 2008. Meta-analysis of the relative efficiency of methionine-hydroxy-analogue-free-acid compared with DL-methionine in broilers using nonlinear mixed models. *Journal of Poultry Science*. 87: 2023-2031.

supplements used to reduce heat stress in broilers. *Pakistan Journal of Zoology*, 44: 31-41.

16. Khosravi H., Mehri M., Bagherzadeh-Kasmani F., Asghari-Moghadam M. 2016. Methionine requirement of growing Japanese quails. *Animal Feed Science and Technology*, 212: 122-128.

17. Lara L.J., Rostagno M.H. 2013. Impact of Heat Stress on Poultry Production. *Animals*, 3(2): 356-369.

18. Leskovec J., Levart A., Nemec Svete A., Peric L., Dukic Stojcic M., Zikic D., Salobir J., Rezar V. 2018. Effects of supplementation with α-tocopherol, ascorbic acid, selenium, or their combination in linseed oil-enriched diets on the oxidative status in broilers. *Poultry Science*, 97: 1641-1650.

19. Lin H., Jiao H.C., Buyse J., Decuypere E. 2006. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 62(1): 71-86.

20. Lopes T.V., Gonçalves Brito J.A., Machado A.C., de Lima Silva F., Moraes Pinheiro A. 2020. Low levels of protected ascorbic acid improve broiler chicken performance after long fasting on housing. *Technology*, 261: 114395-114401.

21. Merkley J.W., Maxwell R.J., Phillips J.G., Huff W.E. 1987. Hepatic fatty profiles in aflatoxim-exposed broiler chickens. *Poultry Science*, 66: 59-67.

22. Najafi P., Zulkifli I., Jajuli N.A., Farjam A.S., Ramiah S.K., Amir A.A., O'Reily E., Eckersall D. 2015. Environmental temperature and stocking density effects on acute phase proteins, heat shock protein 70, circulating corticosterone and performance in broiler chickens. *International Journal of Biometeorology*, 59(11): 1577–1583.

23. Poorghasemi M., Chamani M., Mirhosseini S.Z., Sadeghi A.A., Seidavi A. 2017. Effect of probiotic and different sources of fat on performance, carcass

oxidative enzymes in broilers. *Biological Trace Element Research*, 146, 53-58.

34. Zangeneh S., Torki M., Lotfollahian H., Abdolmohammadi A. 2018. Effects of dietary supplemental lysophospholipids and vitamin C on performance, antioxidant enzymes, lipid peroxidation, thyroid hormones and serum metabolites of broiler chickens reared under thermoneutral and high ambient temperature. *Journal of Animal Physiology* and *Animal Nutrition*, 102: 1521-1532.

35. Zhang S., Saremi B., Gilbert E.R., Wong E.A. 2016. Physiological and biochemical aspects of methionine isomers and a methionine analogue in broilers. *Poultry Science*, 96(2): 425-439.

31. Tohidi R., Nasiri M.R., Javadmanesh A., Javanmard A. 2020. Expression profile of five stress-related genes of Khorasan native chickens under acute heat stress. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 10(3): 525-533.

32. Yakup E., Tulay E., Hafize U., Habibe T., uncay A., Ethem E. 2010. Effect of vitamin C on oxidative liver injury due to isoniazid in rats. *Pediatrics International*, 52: 69-74.

33. Yang Y., Gao M., Nie W., Yuan J., Zhang B., Wang Z., Wu Z. 2012. Dietary magnesium sulfate supplementation protects heat stress-induced oxidative damage by restoring the activities of anti-

Evaluation of the Effect of Ascorbic Acid and Methionine Hydroxy Analogue on Performance and Liver Histology of Broilers under Heat Stress Conditions

Mahsa Erfani[1], Nima Eila[*], Abolfazl Zarei and Alireza Noshary

Department of Animal Science, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran

Abstract

The present study was aimed at investigating the effect of ascorbic acid and methionine hydroxy analogue (MHA) on performance and liver histology of broilers under heat stress conditions. To perform the experiment, 400 one-day-old male chickens of commercial Ross 308 strain were used in a completely randomized design with four treatments and five iterations (each iteration contained 20 chickens). The experimental treatments included: 1) base diet based on maize-soybean (the control), 2) base diet with 0.2% vitamin C, 3) base diet with 0.46, 0.36, and 0.32% MHA, in the starter, grower, and finisher periods, respectively, and 4) base diet with a mixture of 0.2% vitamin C and 0.46, 0.36, and 0.32% of MHA in the starter, grower, and finisher periods, respectively. During the growth period, feed consumption in the treatment containing MHA had a significant increase compared to the control group ($P < 0.05$). In the final period, feed conversion ratio in treatments using a mixture of vitamin C and MHA had a significant improvement compared to the control group ($P < 0.05$). Hepatocyte diameter and hepatocyte nucleus diameter were significantly reduced in chickens receiving vitamin C and a mixture of vitamin C and MHA compared to the control group ($P < 0.05$). The results of this experiment revealed that the use of a mixture of vitamin C and MHA compared to their separate use in the diet could be effective in reducing the negative effects of heat stress.

Keywords: Liver, Ascorbic Acid, Heat Stress, Methionine Hydroxy Analogue, Broiler Chicken