Archive of SID

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد ششم، شماره اول، ۱۳۹۷
http://ejrr.gau.ac.ir

بررسی اثر مکمل‌های مختلف مس بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های خون و پاسخ ایمنی هومورال در بره‌های نرسنجابی

*فردین هژبری[۱]، مهین دارابی[۲] و محمدمهدی معینی[۱]
[۱]دانشیار و [۲]دانش آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: مس از عناصر کم‌مصرف می‌باشد که در بسیاری از فرآیندهای مهم بدن حضور دارد و نقش حیاتی ایفا می‌کند. کمبود مس در برخی نواحی جهان یک مشکل عمده در نشخوارکنندگان محسوب می‌شود. به همین منظور در تنظیم جیره غذایی گوسفند برای جبران کمبود مس معمولاً از مکمل‌های تغذیه‌ای استفاده می‌شود. بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی اثر دو فرم مکمل مس بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های خونی و صفات لاشه بره‌های نر سنجابی طراحی شد.

مواد و روش‌ها: تعداد ۱۵ راس بره نر (۳/۳۸±۲۶/۰٤ کیلوگرم؛ ۳-٤ ماهه) در سه گروه پنج راسی در قالب طرح کاملاً تصادفی در جایگاه انفرادی به‌مدت ۹۰ روز نگهداری شدند. تیمارها شامل جیره پایه (شاهد، محتوی ۵/٦ میلی‌گرم در کیلوگرم مس) بدون مکمل مس، جیره پایه+۱۵ میلی‌گرم مس- لایزین در کیلوگرم ماده خشک و جیره پایه+ ۱۵ میلی‌گرم نانومس در کیلوگرم ماده خشک بودند. مکمل‌ها روزانه به‌همراه جیره پایه در اختیار بره‌ها قرار گرفتند. در روزهای صفر، ٦۰، ۳۰ و ۹۰ آزمایش از ورید وداج بره‌ها خونگیری به عمل آمد و میزان مس و روی پلاسما، میزان سرولوپلاسمین سرم، فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، شاخص مالون‌دی‌آلدهید، شمارش تفریقی گلبول‌های سفید خون و هماتوکریت تعیین گردید. در پایان آزمایش، تعداد ۳ راس بره از هر گروه به روش استاندارد ذبح گردید و از بافت‌های چهارسر ران، کبد، کلیه و طحال برای اندازه‌گیری میزان مس، نمونه‌برداری شد.

یافته‌ها: استفاده از مکمل مس در فرم‌های مختلف تأثیری بر عملکرد رشد بره‌ها نداشت. استفاده از مکمل مس تأثیری بر فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نداشت ولی شاخص مالون‌دی‌آلدئید سرم خون در مقایسه با گروه شاهد کمتر بود (P<۰/۰۵). درصد هماتوکریت دربره‌های تغذیه شده با جیره حاوی مکمل مس نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) ولی درصد لنفوسیت در بره‌های دریافت‌کننده مس- لایزین و درصد نوتروفیل در بره‌های گروه نانومس کمترین بود (P<۰/۰۵). افزودن مکمل مس- لیزین به جیره غلظت مس پلاسما را نسبت به گروه‌های شاهد و مکمل نانو مس افزایش داد (P<۰/۰۱) و غلظت روی پلاسما روند کاهشی داشت (P>۰/۰۵). همچنین مکمل‌نمودن جیره با مس تأثیر معنی‌داری بر غلظت سرولوپلاسمین نداشت. میزان ذخیره عنصر مس در بافت‌های کبد و طحال گروه‌های دریافت‌کننده مکمل مس نسبت به گروه شاهد بیشتر بود (P<۰/۰۵).

*مسئول مکاتبه: hozhabri@razi.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج نشان داد که استفاده از مکمل مس به فرم‌های آلی یا نانو تأثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد بره‌ها نداشت. علاوه‌بر این وضعیت آنتی‌اکسیدانی و سیستم هموورال بره‌ها نیز تحت تأثیر قرار نگرفت هرچند سبب بهبود شاخص مالون‌دی‌آلدئید سرم خون شد.

واژه‌های کلیدی: مس آلی، نانو مس، سرولوپلاسمین، آنتی‌اکسیدان

مقدمه

مس از عناصر کم مصرف می‌باشد که در بسیاری از فرآیندهای مهم بدن حضور دارد و نقش حیاتی ایفا می‌کند. کمبود مس در برخی نواحی جهان یک مشکل عمده در نشخوارکنندگان محسوب می‌شود (٤٢). آنزیم‌هایی چون سرولوپلاسمین، سیتوکروم سی‌اکسیداز، مس- روی سوپراکسیددیسموتاز و چندین آنزیم دیگر در بافت‌های پستانداران به مس وابسته هستند (٤٦). نقش مس در فعالیت این آنزیم‌ها سبب گردیده است که این عنصر در عملکرد فیزیولوژیکی دام نظیر خون‌سازی، سلامت سیستم ایمنی، محافظت در برابر اکسیدان‌ها و عملکردهای دیگر، نقش مهمی داشته باشد. کمبود مس در خاک می‌تواند روی میزان مس موجود در گیاهانی که در این مناطق رشد می‌کنند اثر گذاشته و سبب پایین بودن مقدار مس در این گیاهان شود (٤٦). از طرفی کمبود مس در مناطق مختلف کشور تایید شده است (١٩). با وجود این، احتیاجات مس در گوسفند آن قدر به عوامل جیره‌ای و ژنتیکی وابسته است که بدون مشخص‌کردن وضعیت آنها تعیین احتیاجات حیوان دشوار خواهد بود (٣٠). به همین منظور در تنظیم جیره غذایی گوسفند برای جبران کمبود مس معمولاً از مکمل‌های تغذیه‌ای استفاده می‌شود. هرچند مقدار مس موردنیاز، به وضعیت فیزیولوژیکی و رژیم غذایی حیوان وابسته است. اما عوامل دیگری مانند مقدار مولیبدن و گوگرد جیره غذایی نیز جذب و یا زیست‌فراهمی آن‌را در بدن تحت تأثیر قرار داده و ممکن است باعث افزایش نیاز مس شوند. همچنین نوع مکمل مس مورد استفاده بر میزان کارایی آن در بدن حیوانات مؤثر است. مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از مکمل نانومس در مقایسه با سولفات مس، سبب بهبود رشد و عملکرد و همچنین کاهش مس مدفوع می‌شود (١٥). از طرفی زیست‌فراهمی بالاتر منابع آلی نسبت به منابع غیرآلی (٢٣)، نیاز غذایی روزانه را کمتر کرده و در نتیجه یک نوع دوستی با طبیعت محسوب می‌شود زیرا دفع مواد معدنی از طریق مدفوع و ورود به محیط را کمتر می‌کند (٣١). همچنین به‌دلیل افزایش زیست‌فراهمی منابع آلی در برابر منابع معدنی عناصر کم‌مصرف، استفاده از شکل آلی این عناصر بیشتر مورد توجه است (١٦). به همین منظور، در این پژوهش دو فرم آلی و نانوی مکمل مس مورد مطالعه قرار گرفت و سعی شده است تفاوت‌های اثر این دو فرم مکمل مس بر عملکرد رشد و برخی فراسنجه‌های خونی بره‌های نر سنجابی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از ١٥ راس بره نر سنجابی ٤-٣ ماهه با میانگین وزنی ٣/٣٨±٢٦/٠٤ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و پنج تکرار در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی انجام شد. قبل از شروع آزمایش، از قرص‌های ضد انگل دستگاه گوارش استفاده شد. جیره غذای پایه بر اساس احتیاجات غذایی توصیه

www.SID.ir

Archive of SID

شده توسط انجمن تحقیقات ملی (۳۰) به غیر از مس تنظیم شد. ترکیب شیمیایی اجزای جیره که در جدول ۱ گزارش شده است بر اساس توصیه انجمن متخصصین شیمی تجزیه (۳) تعیین گردید. بعد از دو هفته عادت‌پذیری حیوانات به جیره پایه و توزین بره‌ها، به‌طور تصادفی به ۳ گروه و هرگروه شامل ۵ بره تقسیم شدند. تیمارها شامل گروه اول جیره پایه بدون مکمل مس (محتوی ۵/٦ میلی‌گرم در کیلوگرم مس، شاهد)، گروه دوم جیره پایه به‌علاوه ٦۰ میلی‌گرم لیزین- مس با خلوص ۲۵ درصد در کیلوگرم ماده خشک (۱۵ میلی‌گرم مس خالص در کیلوگرم ماده خشک) و گروه سوم جیره‌ی پایه به علاوه‌ی ۱۵ میلی‌گرم نانومس به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی روزانه بودند. غذادهی به حیوانات روزانه در دو نوبت صبح و بعدازظهر انجام شد. مکمل‌ها به‌صورت محلول تهیه و در نوبت صبح در اختیار بره‌ها قرار گرفتند. در روزهای صفر، ۳۰، ٦۰ و ۹۰ آزمایش، قبل از خوراک‌دهی نوبت صبح، خون از ورید وداج تمام بره‌ها گرفته و به دو لوله یکی حاوی ماده ضد انعقاد[1] و دیگری بدون آن، منتقل شد.

جهت شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، گسترش خونی تهیه و پس از رنگ‌آمیزی با رنگ گیمسا و با میکروسکوپ نوری شمارش انجام شد. از نمونه خون حاوی ماده ضد انعقاد برای تعیین هماتوکریت به روش میکروهماتوکریت، استفاده شد. میزان سرولوپلاسمین سرم خون و فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز خون با استفاده از کیت (بایرکس، فرانسه) تعیین شد. اندازه‌گیری وضعیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم طبق روش بلیوس (۱۹۵۸) انجام شد (٦). اندازه‌گیری میزان مالون دی‌آلدهید جهت سنجش میزان پراکسیداسیون لیپیدها در نمونه سرم خون به روش پلیسر و همکاران (۱۹۹٦) انجام شد (۳۳). جهت اندازه‌گیری میزان مس و روی در پلاسمای خون از دستگاه جذب اتمی[2] استفاده شد (۳). غلظت مس و روی در نمونه‌های هضم شده به ترتیب درطول موج ۳۲٤/۸ و ۲۱۳/۹ نانومتر قرائت گردید. در پایان دوره آزمایش، تعداد سه راس بره از هر گروه به روش استاندارد ذبح گردید و از بافت‌های چهارسر ران، کبد، کلیه و طحال برای اندازه‌گیری میزان مس نمونه‌برداری شد نمونه‌های کبد، کلیه و سایر بافت‌ها به روش راموس و همکاران (۲۰۱۲) هضم شدند و مواد معدنی نمونه‌های بافت‌ها به کمک دستگاه جذب اتمی تعیین شد و در طول موج ۳۲٤/۸ نانومتر بر اساس منحنی استاندارد قرائت گردید (۳٤).

1- Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)

2- Varian 220, Australia

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ١: اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره پایه.

Table 1. Composition of basal diet.

فراسنجه	Parameter	درصد (%)
اجزاء جیره پایه	Diet ingredients	
یونجه	Alfalfa hay	57.5
ذرت	Corn	15
جو	Barley	15
کنجاله سویا	Soya meal	10
بی کربنات سدیم	Sodium bicarbonate	0.5
نمک	Salt	0.5
دی کلسیم فسفات	Di-calcium phosphate	1.5
ترکیب شیمیایی جیره	Diet composition	
ماده خشک (درصد)	Dry matter	90
انرژی متابولیسمی (مگاکالری/ کیلوگرم ماده خشک)*	Metabolisable energy (Mcal/kgDM)	2.50
پروتئین خام (درصد)	Crude protein	14.5
کلسیم (درصد)	Calcium	0.87
فسفر (درصد)	Phosphorus	0.49
سولفور (درصد)	Sulphur	0.19
مس (میلی‌گرم/ کیلوگرم ماده خشک)	Cu (mg/kgDM)	5.6
روی (میلی‌گرم/ کیلوگرم ماده خشک)	Zn (mg/kgDM)	24.93
مولیبدن (میلی‌گرم/ کیلوگرم ماده خشک)	Mo (mg/kgDM)	1.86

* محاسبه شده بر اساس انجمن تحقیقات ملی (٣٠).

داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ٩/٤ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند (٣٨). داده‌های مربوط به عملکرد و فراسنجه‌های خونی که در ماه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته بودند با استفاده از رویه Mixed و به‌صورت اندازه‌گیری‌های تکرارشده در واحد زمان، تجزیه و تحلیل شدند. برای این صفات از مدل آماری زیر استفاده شد:

$$Yijk = \mu + \tau i + \delta ij + tk + (\tau \times t)ik + \varepsilon ijk$$

که در آن Y_{ijk} مشاهده مربوط به تیمار i در تکرار k، μ میانگین مشاهدات، τi اثر i امین تیمار، σij اشتباه تصادفی با میانگین صفر و واریانس δ^2 (واریانس حیوانات آزمایشی)، t_k اثر k امین زمان، $(\tau \times t)ik$ اثر متقابل i امین تیمار و k امین زمان، εijk اثر اشتباه آزمایشی بودند. برای میانگین وزن زنده در انتهای دوره، وزن زنده اولیه بره به‌عنوان متغییر کمکی (کوواریت) در نظر گرفته و در مدل آماری وارد گردید. مقایسات میانگین‌ها با استفاده از آزمون کم‌ترین تفاوت معنی‌دار صورت گرفت. مدل آماری که برای این صفات استفاده گردید به شکل زیر بود: $Yij = \mu + \tau i + \delta ij + b(x - \bar{x}) + \varepsilon ij$ که در آن Y_{ij} j امین مشاهده از i امین تیمار، μ میانگین مشاهدات، τi اثر i امین تیمار، $b(x - \bar{x})$ اثر متغییر کمکی (کوواریت)، δij اشتباه تصادفی با میانگین صفر و واریانس δ^2 (واریانس حیوانات آزمایشی)، εij اثرخطای آزمایش بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

عملکرد: اثر مکمل مس بر وزن نهایی، میانگین خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نبود (جدول ۱) اما افزایش وزن روزانه در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف داشت (P<۰/۰۱) به‌طوری‌که تیمارهای حاوی مس میانگین افزایش وزن کمتری در مقایسه با تیمار شاهد داشتند. مطالعات نشان دادند که منابع آلی مس بهتر از منابع معدنی بر عملکرد مؤثرند و کمپلکس عناصر معدنی کم مصرف با مولکول‌های زیست‌فراهمی بالاتری نسبت به عناصر معدنی کم مصرف به تنهایی دارند (۲۳) در تحقیق حاضر عدم تأثیر معنی‌دار مکمل‌های مس بر وزن نهایی، احتمالاً به‌دلیل میزان مس موجود در جیره پایه باشد که برای تأمین نیاز دام‌ها کافی بوده است. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، گزارش‌های مشابهی مبنی‌بر عدم تأثیر مکمل‌های آلی و معدنی مس بر عملکرد رشد بره‌های نر (۱ و ٤) و در بزغاله‌های از شیر گرفته شده (۲۵) مشاهده می‌شود. گزارش شده است که افزودن ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منابع آلی مس به جیره پایه دارای مقادیر کافی روی در بره‌های نرمهربان، تغییری درمیزان افزایش وزن روزانه نداشت (۱). هرچند، افزودن مس به میزان ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده‌خشک جیره دربزهای کشمیری، سبب افزایش وزن روزانه نسبت به گروه شاهد شد (٤۹). همچنین افزودن مس آلی به میزان ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده‌خشک جیره بره‌های نژاد زندی سبب بهبود افزایش وزن روزانه بره‌ها نسبت به گروه شاهد شد (۱۹). نتایج تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که در صورت تأمین بودن نیاز دام، مکمل نمودن جیره با مس اضافی تأثیر چندانی بر افزایش وزن روزانه بره‌ها ندارد، هرچند افزودن مقادیر بیشتر ممکن است تأثیر منفی بر نیاز سایر مواد معدنی نظیر روی داشته باشد. با این وجود، گزارش شده است که افزودن مس تا ۳۰ میلی‌گرم درکیلوگرم ماده‌خشک تأثیری برمیانگین خوراک مصرفی روزانه بزغاله‌های از شیر گرفته، نداشت (۲۵). علی عربی و همکاران (۲۰۱۱) نیز عدم تاثیر مکمل آلی مس بر ضریب تبدیل خوراک بره‌ها را مورد تأکید قرار داده است (۱). از طرفی بر خلاف این نتایج، گزارش شده است که به دنبال مکمل‌نمودن جیره بره‌های زندی با مس آلی، ضریب تبدیل خوراک مصرفی افزایش یافت (۱۹). باتوجه به این‌که مطالعات کمی به بررسی مکمل نانومس در گوسفند پرداخته است، گونزالس و همکاران (۲۰۰۹) به‌این نتیجه رسیدند که مکمل نانومس در مقایسه با سولفات مس سبب بهبود رشدخوک و کاهش مس مدفوع شد (۱۵). هرچند، گزارش شده است که افزودن ۲۰ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره در بزهای کشمیری، افزایش وزن روزانه بالاتری نسبت به گروه شاهد داشتند (٤۹).

غلظت مواد معدنی پلاسما: افزودن مکمل آلی مس، غلظت مس پلاسما را تحت تأثیر قرار داد (P<۰/۰۱). هرچند مشابه این روند در مورد افزودن مکمل نانو مس به جیره خوراکی مشاهده نشد و تغییری در غلظت مس پلاسما بین بره‌های دریافت‌کننده جیره شاهد و دریافت‌کننده مکمل نانومس مشاهده نشد (جدول ۳). غلظت مس پلاسما در نشخوارکنندگان بین ۰/۹۵-۰/۵۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (٤۵). کاملا مشخص است که غلظت مس پلاسما در بره‌های دریافت‌کننده مکمل لیزین- مس ازاین مقدار بالاتر رفته و تا حدود ۱/۵۸۲ میلی‌گرم در لیتر نیز رسیده است. نکته حائز اهمیت در این است که این مقدار از مس می‌تواند زمینه‌ساز مسمومیت با مس باشد ولی هیچ‌گونه علائم بالینی مسمومیت با مس شامل ضعف، بی‌اشتهایی، زردی و اسهال در بره‌ها تا پایان دوره آزمایش مشاهده نشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٢: اثر مکمل‌های نانومس و لیزین- مس بر عملکرد بره‌های نر.

Table 2. The effect of Nano Cu and Cu-lysine on male lamb performance.

تیمار Treatment	وزن اولیه (کیلوگرم) Initial Wt (kg)	وزن نهایی (کیلوگرم) Final Wt (kg)	افزایش وزن (گرم در روز) Daily gain($gday^{-1}$)	خوراک مصرفی (گرم در روز) feed Intake($gday^{-1}$)	ضریب تبدیل خوراک Feed efficiency
شاهد Control	25.87	45.02	214.83[a]	1387	7.08
نانومس Nano Cu	26.15	43.94	195.51[b]	1379	7.39
مس- لیزین Cu-Lys	26.11	43.90	197.00[b]	1394	7.36
SEM	3.36	3.98	3.16	9.02	0.08
P - value	0.99	0.82	0.005	0.52	0.06

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف آزمایشی است (P<٠/٠٥).

با توجه به شواهد موجود، افزودن مکمل مس سبب افزایش غلظت مس پلاسمامی‌شود؛ حال آنکه زیست فراهمی و جذب مس در مکمل‌های آلی نسبت به مکمل‌های معدنی بالاتر است (١٦). به‌طور مشابه، با افزایش سطح مکمل مس در جیره بزغاله‌ها، غلظت مس سرم افزایش یافت (٤١). هرچند بهاری و همکاران (٢٠١٢) گزارش کردند که مکمل‌های آلی و معدنی مس تأثیری بر غلظت مس پلاسمای بره‌های نر مهربان نداشتند (٤). محققین دیگر نیز تغییر معنی‌داری در غلظت مس پلاسما به‌ترتیب در بزها و گاوهای نر مشاهده نکردند (١٠ و ٤٢). همچنین در میش افزایش سطح مکمل مس تأثیری بر غلظت مس پلاسما نداشت (٨). از طرفی افزودن مکمل مس به جیره تأثیر معنی‌داری بر غلظت روی پلاسما در بره‌های نر سنجابی نداشت (P>٠/٠٥) هرچند در بره‌های دریافت‌کننده مکمل لیزین- مس روند کاهشی در غلظت روی مشاهده شد. غلظت روی پلاسما در نشخوارکنندگان بین ٠/٨ تا ١/٤ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (٤٦). از نتایج آزمایش‌های متعدد می‌توان این‌گونه برداشت کرد که میزان روی کافی جیره پایه در شروع آزمایش در بسیاری از موارد نتیجه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با این حال، افزودن سطوح پائین مس رابطه آنتاگونیستی با روی نشان نداده است که با نتایج مطالعه ایکرت و همکاران (١٩٩٩) که نشان دادند در میش‌های دریافت‌کننده سطوح ١٠، ٢٠ و ٣٠ گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل مکمل‌های آلی و معدنی، تأثیری بر زیست‌فراهمی روی در طول دوره ٧٣ روزه نداشته است، همخوانی دارد (٨). از طرفی افزودن مکمل مس به جیره بره‌های سنجابی با افزایش طول دوره آزمایش سبب افزایش غلظت مس پلاسما از ١/٠٩ به ١/٦٥ میلی‌گرم در لیتر شد در حالی‌که غلظت روی پلاسما در دوره مشابه از ١/٠١ به ٠/٦٣ میلی‌گرم در لیتر (جدول ٣) کاهش یافت. در واقع این روند احتمالاً بیانگر نوعی رقابت ضعیف بین مس و روی باشد به نحوی که بالا رفتن غلظت مس در خون سبب کاهش غلظت روی شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: اثر مکمل‌های معدنی برغلظت‌های مس و روی پلاسما در بره‌های نرسنجابی.

Table 3. The effect of mineral supplements on plasma concentrations of Cu and Zn in Sanjabi lambs.

غلظت روی (میلی‌گرم برلیتر) $Zn\ (mgL^{-1})$	غلظت مس (میلی‌گرم برلیتر) $Cu\ (mgL^{-1})$	فراسنجه parameters	
			تیمار
		Treatment	
0.722	1.307^{b}		شاهد
		Control	
0.779	1.325^{b}		نانومس
		Nano Cu	
0.776	1.582^{a}		لیزین – مس
		Cu-Lys	
0.02	0.03	SEM	
0.07	0.003	P – value	
		period (day)	دوره (روز)
1.09^{a}	1.09^{c}	0	
0.77^{b}	1.48^{b}	30	
0.62^{c}	1.39^{b}	60	
0.63^{c}	1.65^{a}	90	
0.02	0.03	SEM	
0.001	0.001	P – value	

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف آزمایشی است (P<۰/۰۵).

فعالیت آنزیمی: فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز با افزودن مکمل‌های مختلف تأثیر قرار نگرفت (جدول ٤). گلبول‌های قرمز دارای یک جزء آزاد مس می‌باشند که اتصال ضعیفی با پروتئین برقرار کرده و یک جزء دیگر مس که اتصال پایدارتری با سوپراکسیددیسموتاز دارند. حدود ٦٠ درصد مس موجود در گلبول‌های قرمز مرتبط با سوپراکسیددیسموتاز است. فعالیت سوپراکسید دیسموتاز اندازه‌گیری حساسی از وضعیت مس نیست زیرا فعالیت سوپراکسیددیسموتاز با کمبود مصرف خوراکی مس کاهش نمی‌یابد مگر آنکه غلظت پلاسمایی مس و سرولوپلاسمین کاهش یابد (۲۱). آنزیم سوپراکسیددیسموتاز در ساختمان خود حاوی عنصر مس و روی بوده و کاهش فعالیت این آنزیم در غشای سلول‌های بدن از جمله گلبول‌های قرمز منجر به افزایش آسیب‌های ناشی از محصولات تنش اکسیداتیو می‌شود (١٤).

در طول دوره ۹۰ روزه آزمایش نیز مکمل‌های مس تأثیری بر فعالیت سوپراکسیددیسموتاز نداشتند. دزفولیان و همکاران (۲۰۱۲) افزایشی در فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز در اوایل دوره مشاهده نمودند و دلیل آن را میزان مولیبدن جیره دانستند ولی در طول دوره، فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز کاهش یافت (۷). در مطالعه حاضر میزان مولیبدن جیره حدوداً یک سوم میزان مس بود که مطابق گزارش و توصیه محققین (٤٦) بود. کاهش فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز به دنبال استفاده از مکمل مس در جیره، مشاهده شده است (۳۷). هر چند محققین دیگری گزارش نمودند که افزودن مکمل مس سبب افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز شد

www.SID.ir

Archive of SID

(٤٠). ولی برخی محققین گزارش نمودند که با افزودن مکمل مس به جیره، علی‌رغم افزایش غلظت مس پلاسما، تأثیری بر فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز نداشت (١).

میزان سرولوپلاسمین سرم با افزودن مکمل‌های مختلف مس تحت تأثیر قرار نگرفت (جدول ٤). هرچند در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل مس میزان سرولوپلاسمین بیشتر بود اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی وجود نداشت ($P>0/05$). مس در ارتباط با سرولوپلاسمین است و از اینرو در گوسفند نیز مانند سایر دام‌ها فعالیت سرولوپلاسمین همبستگی نزدیکی با مس سرم دارد؛ هرچند در تحقیق دیگری همبستگی معنی‌داری بین میزان مس پلاسما و سرولوپلاسمین سرم دیده نشد (٥). این محققین اشاره نمودند که رابطه مس پلاسما با سرولوپلاسمین همواره یک رابطه خطی نیست و افزایش مس تا یک حدی سبب افزایش سرولوپلاسمین شده و پس از آن ممکن است اثر منفی بر فعالیت آن بگذارد. در مطالعات گزارش شده در مورد بره‌ها (٤) و میش‌ها (٧ و ٨)، نتایج حاکی از افزایش میزان سرولوپلاسمین سرم هنگام استفاده از مکمل‌های آلی مس دارد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل سرم با استفاده از مکمل نانو مس تمایل به افزایش نشان داد ($P>0/05$) ولی مکمل آلی مس تغییر محسوسی در این فراسنجه ایجاد نکرد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل سرم، به‌عنوان شاخص جامع برای تعیین کارایی سیستم‌های دخیل در فرایند آنتی‌اکسیدانی بدن تعیین می‌شود. در واقع ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، برآوردی ساده جهت توصیف موازنه پویا بین پرواکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های خون دام مورد مطالعه است (١٣). گزارش شده است که افزودن مکمل روی با و یا بدون مس، میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل سرم تحت تأثیر قرار نگرفت ولی روند تغییرات مشابه با روند تغییرات آنزیم سوپراکسیددیسموتاز بود (١). ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی تنها وابسته به فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز نیست و آنزیم‌های دیگری شامل کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز و دیگر آنتی‌اکسیدان‌ها شامل ویتامین E، آلبومین، بتاکاروتن نیز در این امر دخیل هستند (٢٦). در مطالعه‌ای افزودن مکمل مس در کل سبب افزایش میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم شد، اما روند تغییرات آن مشابه روند تغییرات آنزیم سوپر اکسیددیسموتاز بود و در کل در اواخر دوره کاهش یافت (٧). در گوسفند، تحقیقات زیادی روی ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی انجام نشده است و نتایج گزارش شده، بسیار محدود می‌باشند.

افزودن مکمل‌های مس سبب کاهش شاخص مالوندی‌آلدئید شد ($P<0/01$). فرم مکمل مس تأثیری بر غلظت این شاخص نداشت وبین دوگروه مس آلی و مس نانو اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ٤). مالوندی‌آلدئید محصول نهایی پراکسیداسیون چربی‌ها می‌باشد (١٨). استرس اکسیداتیو در بدن، نشان‌دهنده عدم تعادل بین تولید گونه‌های اکسیژن فعال و توان دفاع آنتی‌اکسیدانی برای سم‌زدایی این واسطه‌های فعال می‌باشد. افزایش گونه‌های اکسیژن فعال موجب آسیب به اجزای سلولی مانند پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک می‌شود. استرس اکسیداتیو بیش از حد می‌تواند منجر به آپوپتوز و نکروز شود (٣٥). عدم تنظیم متابولیسم گونه‌های اکسیژن فعال میتوکندریایی و بعضی آسیب‌ها مانند آسیب آندوتلیال (٤٨) و دیابت (٢٨) ثابت شده است. گونه‌های فعال اکسیژن با اثرات سمی خود منجر به پراکسیداسیون لیپیدهای غشائی و تولید مالوندی‌آلدئید می‌گردند (٤٧).

فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در طول دوره آزمایش تغییر

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری نداشت و تحت تأثیر مکمل مس قرار نگرفت (جدول ٤). غلظت مـــالون‌دی‌آلدئیـــد در روزهای ۳۰ و ٦۰ نسبت به روزهـای صفر و ۹۰ روند افزایشی داشت (P>۰/۰۵). میزان سرولوپلاسمین در روز ۳۰ افزایش یافت اما با روزهای ٦۰ و ۹۰ اختلاف قابل ملاحظه نداشت این در حالی بود که در پایان دوره (روز ۹۰) میزان این فراسنجه روند کاهشی نشان داد.

جدول ٤: اثرمکمل‌های معدنی بر فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز (واحد در میلی‌لیتر)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی‌کـل (میلـی‌مـول در لیتر)، میزان سرولوپلاسمین (میلی‌گرم در دسی لیتر) و شاخص مالون‌دی‌آلدئید (نانومول بر میلی‌لیتر).

Table 4. The effect of mineral supplementation on activity of superoxide dismutase (unitml^{-1}), total antioxidant capacity (mmoll^{-1}), ceruloplasmin content (mgdl^{-1}) and malondialdehyde index (nmoll^{-1}).

فراسنجه	سرولوپلاسمین	سوپراکسیددیسموتاز	مالون‌دی‌آلدئید	ظرفیت آنتی‌آکسیدانی‌کل
Parameter	Cp	DOS	MDA	TAC
تیمار Treatment				
شاهد Control	19.41	0.7098	1.80^{a}	5.15
نانومس Nano Cu	19.66	0.7098	1.49^{b}	5.26
لیزین- مس Cu-Lys	19.88	0.7088	1.54^{b}	5.16
SEM	0.244	0.002	0.062	0.03
P- value	0.26	0.40	0.01	0.07
دوره (روز) Period (day)				
0	19.66^{ab}	0.7087	1.57	5.22
30	20.39^{a}	0.7096	1.63	5.19
60	19.70^{ab}	0.7105	1.84	5.20
90	19.28^{b}	0.7091	1.42	5.16
SEM	0.284	0.0004	0.082	0.033
P– value	0.06	0.39	0.08	0.68

حروف متفاوت در هرستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف آزمایشی است.

فراسنجه های خونی: درصد هماتوکریت تحت تـأثیر مکمل‌هـــای مختلف مس قرار نگرفت و تفاوتی بین گروه‌هـای آزمایشـی از لحـاظ ایـن فراسـنجه وجـود نداشـت (جـدول ۵). محـدوده طبیعـی هماتوکریـت ٤٧-۲۵ درصد گزارش شده اسـت (۲۰). در مطالعـه حاضر میزان هماتوکریت خون در همـین دامنـه قـرار داشت. مسمومیت با مس موجب کم‌خونی همولیتیـک و کاهش مقادیر فراسنجه‌هایی چون تعداد گلبول‌هـای قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت می‌شود (۱۱). نتـایج بهاری و همکاران (۲۰۱۲) نیز حاکی از عـدم تفـاوت بـین اثـرات مکمـل‌هـای آلـی و معـدنی مـس بـر فراسنجه‌های خونی می‌باشد (٤). با افزایش سن بره‌ها طی دوره‌های آزمایش، درصـد هماتوکریـت افـزایش یافت (جدول ۵). همچنین گـزارش شـده اسـت کـه هیچ‌کدام از دو منبع پروتئینات مس و سـولفات مـس بر میزان هموگلوبین و هماتوکریت تاثیرگـذار نبودنـد ولـی اسـتفاده از سـطوح ۲۰ بـه‌جـای ۱۰ گـرم در کیلوگرم، بر میـزان ایـن دو فراسـنجه تـاثیر معنـی‌دار داشتند (۷).

www.SID.ir

Archive of SID

در سنین پس از شیرگیری، گلبول‌های قرمز خون افزایش می‌یابد که به‌دلیل فعالیت خون‌سازی در گوسفند است (۲۹). مقادیر هماتوکریت بالا در حیوانات جوان‌تر ممکن است به‌دلیل هیجان‌ها، فعالیت‌های عضلانی و ترس باشد که این فعالیت باعث ترشح بیشتر آدرنالین و در نتیجه انقباض طحال می‌شود و در نهایت باعث ترشح بیشتر گلبول‌های قرمز به جریان خون می‌شود و هماتوکریت افزایش می‌یابد (۱۲). هم‌چنین بین دوره‌های مختلف آزمایش، تفاوت معنی‌داری از لحاظ درصد هماتوکریت خون بره‌های نر سنجابی وجود داشت (P<۰/۰۱)؛ به‌طوری‌که، درصد هماتوکریت در اوخر دوره به مراتب بیشتر ازاوایل دوره بود. اثر دوره بر شمارش گلبول‌های سفید خون نیز معنی‌دار بود. روند تغییرات در اجزای گلبول‌های سفید متفاوت بود؛ به‌طوری‌که درصد نوتروفیل در دوگروه شاهد و آلی بیشتر از گروه مس نانو بود و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (P<۰/۰۱). درصد لنفوسیت روندی کاملاً بر عکس نوتروفیل‌ها داشت به‌نحوی‌که درصد لنفوسیت‌ها در حضور نانو مس کمترین بود (P<۰/۰۱) ولی مکمل مس آلی تغییری در درصد این فراسنجه در مقایسه با گروه شاهد ایجاد نکرد. درصد مونوسیت‌ها در حضور مکمل‌های مس تمایل به افزایش داشت (P>۰/۰۵). نسبت نوتروفیل به لنفوسیت‌ها تحت تاثیر مکمل نانو مس قرار گرفت به نحوی که این نسبت با افزودن مکمل نانو مس کاهش یافت (P<۰/۰۵) ولی لیزین- مس تأثیری بر این فراسنجه در مقایسه با گروه شاهد نداشت. علاوه‌بر نقش مس در بهبود پاسخ و عملکرد ایمنی، گزارش‌های زیادی مبنی برضرورت دو عنصر روی و آهن جهت کارکرد مناسب سیستم ایمنی وجود دارد؛ به‌طوری‌که ساخت DNA در بافت‌های لنفاوی ممکن است بر اثر کمبود آهن و روی دچار اختلال شود (۳٦). هم‌چنین گزارش شده است که مس، آهن و روی برای بلوغ طبیعی لنفوسیت‌ها وتنظیم عملکرد سیستم ایمنی ضروری است (۲). گزارش‌هایی که در مورد مقادیر طبیعی فراسنجه‌های خون و ایمنی گوسفندان نژادهای مختلف وجود دارد، نشان‌دهنده متفاوت بودن این مقادیر دارد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، درصد مونوسیت و لنفوسیت با افزایش سن، بالا رفت و درصد نوتروفیل کاهش یافت. همچنین گزارش شده است که درصد لنفوسیت‌های خون به تدریج با افزایش سن افزایش می‌یابد (۹). در گوساله‌ها نیز با افزایش سن، درصد نوتروفیل‌ها کاهش می‌یابد (۳۲). هرچند نیکبخت بروجنی و طالبی (۲۰۰۰) اظهار نمودند که افزایش سن بره‌ها با افزایش تعداد گلبول‌های سفید و افزایش نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها همراه است و این افزایش می‌تواند به‌دلیل تقویت سیستم ایمنی و برخورد با عوامل عفونی باشد (۲۹).

در گوساله، بره و بزغاله در روزهای ابتدایی بعد از تولد، درصد نوتروفیل‌ها بیشتر از لنفوسیت‌ها است و نوزاد نشخوارکننده حیات خود را با لنفوسیت کمتر نسبت به نوتروفیل آغاز می‌کند ولی از هفته دوم بعد از تولد، تعداد لنفوسیت‌ها بیشتر می‌شود به‌طوری‌که نسبت بین نوتروفیل به لنفوسیت در بره و گوساله به ۰/۵ و در بزغاله به ۰/٦ می‌رسد ولی از ماه سوم لنفوسیت‌ها ۸۰-۷۰ درصد گلبول‌های سفید خون را شامل می‌شوند. هرچند با افزایش سن، مقادیر لنفوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها کم می‌شود ولی هم‌چنان درصد لنفوسیت‌ها بیشتر از نوتروفیل‌ها می‌باشد (۳۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: اثر مکمل‌های معدنی بر هماتوکریت و گلبول‌های سفید خون.

Table 5. The effect of mineral supplementation on hematocrit and with blood cells.

نوتروفیل به لنفوسیت Neutrophil to Lymphosyte	مونوسیت Monocyte (%)	لنفوسیت Lymphocyte (%)	نوتروفیل Neutrophil (%)	هماتوکریت Hematocrit (%)	فراسنجه Parameter	
					Treatment	تیمار
1.60^{ab}	2.73	37.85^{a}	60.85^{a}	25.90	Control	شاهد
1.55^{b}	3.43	38.07^{a}	59.80^{b}	26.75	Nano Cu	نانومس
1.65^{a}	3.30	36.60^{b}	60.05^{a}	26.85	Cu-Lys	لیزین- مس
0.03	0.20	0.62	0.22	2.62	SEM	
0.04	0.09	0.02	0.02	0.66	P- value	
					Period (day)	دوره (روز)
1.73^{a}	2.85^{b}	36.04^{c}	61.33^{a}	24.60^{b}	0	
1.64^{b}	3.05^{ab}	36.85^{b}	60.80^{a}	25.60^{b}	30	
1.59^{b}	3.13^{ab}	37.60^{b}	59.60^{b}	27.40^{a}	60	
1.45^{c}	3.86^{a}	39.40^{a}	56.73^{c}	28.40^{a}	90	
0.02	0.24	0.38	0.24	0.59	SEM	
0.001	0.007	0.001	0.001	0.001	P – value	

حروف متفاوت درهرستون بیانگروجوداختلاف معنی دار بین گروه‌های مختلف آزمایشی است.

ذخیره مس در بافت‌های مختلف: میزان ذخیره عنصر مس در بافت‌های عضله چهار سر ران و کلیه‌ها در سه گروه شاهد، نانومس و لیزین- مس تفاوتی از لحاظ آماری نداشتند (جدول ٦). هرچند، میزان ذخیره عنصر مس در بافت کبد در گروه دریافت‌کننده مکمل مس نسبت به گروه شاهد تفاوت داشت ($P<۰/۰۵$)؛ به‌نحوی‌که در بره‌های دریافت‌کننده مکمل‌های نانو و آلی بیشتر از بره‌های گروه شاهد بود. در بافت طحال بره‌های دریافت‌کننده مکمل نیز میزان عنصر مس بیشتر از گروه شاهد بود ($P<۰/۰۱$)؛ هرچند این میزان در گروه تغذیه‌شده با مکمل نانومس از لحاظ آماری بیشتر از گروه تغذیه شده با مکمل لیزین- مس بود ($P<۰/۰۱$).

با توجه به این‌که گوشت یک ماده ضروری در رژیم غذایی انسان است و منبع ارزشمند برخی عناصر ضروری نظیر مس، روی، آهن و سلنیوم می‌باشد (٢٤)؛ این مسئله اهمیت بررسی غلظت این مواد را در عضلات مختلف و همچنین امعا و احشاء نشان می‌دهد. البته اطلاعات محدودی در رابطه با زیست‌فراهمی منابع آلی و معدنی عناصر کم مصرف در گوسفند وجود دارد (۳۱). شکل غیر ارگانیک مواد معدنی برای جذب و ماندگاری مناسب نیست، شکل ارگانیک آنها در مقایسه با شکل غیر آلی کاملاً جذب و در بافت‌ها باقی می‌ماند، این امر کارایی، ایمنی و تولیدمثل را افزایش می‌دهد (٤٣). در مطالعاتی که با استفاده از دام‌های مختلف انجام شده است، میزان غلظت بافتی مس و روی با استفاده از منابع آلی نسبت به منابع غیر آلی بیشتر افزایش یافته است (۱۷ و ٤٤). شاخص‌های مقادیر بافتی، فعالیت آنزیمی و جذب روده‌ای برای تعیین زیست‌فراهم نسبی استفاده می‌شوند (۳۱). لذا نتایج تحقیق‌های متعدد نشان‌دهنده زیست‌فراهمی بالاترمنابع آلی نسبت به منابع غیرآلی است که به دنبال آن نیازغذایی روزانه کمترشده ودرنتیجه آن یک نوع دوستی با طبیعت محسوب ایجاد می‌شود زیرا دفع موادمعدنی از طریق مدفوع و ورود به محیط زیست کاهش می‌یابد (۳۱). کبد عضو

www.SID.ir

Archive of SID

کلیدی در حفظ تعادل مس است. مس جذب شده به سرعت توسط کبد مورد سوخت و ساز قرارگرفته و مقدار اضافی آن ازطریق صفرا دفع می‌شود. تجمع مس در کبد زمانی اتفاق می‌افتد که میزان آن از ظرفیت دفع صفراوی تجاوز نماید (٢٢). در میان بافت‌های بدن، کبد، خون، طحال، شش‌ها و مغز استخوان به‌طور ویژه‌ای به تفاوت‌ها درمصرف غذایی مس واکنش نشان می‌دهند در حالی‌که غدد داخلی، عضلات و قلب کمترتحت تاثیر قرار می‌گیرند (٢٢).

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج آزمایش نشان که استفاده از مکمل مس به فرم‌های آلی و نانو در سطح ١٥ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک علاوه‌بر اینکه تاثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد بره‌ها نداشت، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و صفات ایمنی بره‌ها را نیز تحت تأثیر قرار نداد هرچند سبب بهبود شاخص مالوندی‌آلدئید سرم خون شد.

جدول ٦: اثر مکمل‌های معدنی بر میزان ذخیره مس (میلی‌گرم برکیلوگرم ماده خشک) در بافت‌های مختلف.

Table 6. The effect of mineral supplements on deposited Cu (mgKgDM^{-1}) in the different tissues.

P – value	SEM	Treatments گروه‌های آزمایشی			بافت Tissue
		مس- لیزین Cu – Lys	مس نانو Nano Cu	شاهد Control	
0.93	0.45	1.36	1.24	1.36	چهار سر ران Quadriceps femoris muscle
0.05	0.16	1.67^{a}	1.75^{a}	0.82^{b}	کبد Liver
0.14	0.09	1.89	1.39	1.21	کلیه Kidney
0.01	0.01	0.73^{b}	0.86^{a}	0.60^{c}	طحال Spline

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف آزمایشی است.

منابع

1. Aliarabi, H., Tabatabaee, M.M., Fadayifar, A., Torkashvan, S., Bahari, A.A., Zamani, P., Alipour, D., and Dezfoulian, A.H. 2011. The effect of addition of organic zinc supplementation with and or without Cu on performance plasma minerals profile and some enzyme activity in male Mehraban lambs. Journal of Animal Science Researches. 21: 111-121. (In Persian)
2. Allan, J.I., Kay, N.E., and McClain, C.J. 1981. Severe zinc deficiency in humans, associate with reversible T lymphocyte dysfunction. Annals Internal Medicine. 95: 154-157.
3. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington. D.C.
4. Bahari, A. 2012. The effect of level and kind of Cu supplementation on haematology parameters, ceruloplasmin and plasma concentration of Cu, Zn and Fe in male Mehraban lambs. Iranian Journal of Animal Science. 43: 161-174. (In Persian)
5. Blakley, B.R., and Hamilton, D.L. 1985. Ceruloplasmin as an indicator of copper status in cattle and sheep. Canadian Journal of Comparative Medicine. 49: 405-408.
6. Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature. 181: 1199 – 1200.
7. Dezfoulian, A.H, Aliarabi, H., Tabatabaei, M.M., Zamani, P., Alipour, D., Bahari, A., and Fadayifar, A. 2012. Influence of different levels and sources of copper supplementation on

www.SID.ir

Archive of SID

performance some blood parameters, nutrient digestibility and mineral balance in lambs. Journal of Livestock Science. 147: 9–19.
8. Eckert, G.E., Greene, L.W., Carstens, G.E., and Ramsey, W.S. 1999. Copper status of ewes fed increasing amounts of copper from copper sulfate or copper proteinate. Journal of Animal Science. 77: 244-249.
9. Egbe-Nwiyi, T.N, Nwaosu, S.C., and Salami, H.A. 2000. Haematological values of apparently healthy sheep and goats as influenced by age and sex in arid zone of Nigeria. African Journal of Biomedical Research. 3: 109 –115.
10. Engle, T.E., and Spears, J.W. 2000. Effects of dietary copper concentration and source on performance and copper status of growing and finishing steers. Journal of Animal Science. 78: 2446-2451.
11. Fenger, C.K., Hoffsis, G.F., and Kociba, G.J. 1992. Idiopathic immune-mediated hemolytic anemia in a calf. Journal of the American Veterinary Medical Association. 201: 97-99.
12. Gartner, R.J.W., Callow, L.L., Granzien, C.K., and Pepper, P.M. 1969. The concentration of blood constituents in relation to handling of cattle. Research Veterinary Science. 10: 7-12.
13. Ghiselli, A., Serafini, M., Natella, F., and Scaccini, C. 2000. Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: critical view and experimental data. Journal of Free Radical Biology and Medicine. 29: 1106–1114.
14. Glass, G.A., and Gershon, D. 1984. Decreased enzymic protection and increased sensitivity to oxidative damage in erythrocytes as a function of cell and donor aging. Biochemistry Journal. 218: 531–537.
15. Gonzales-Eguia, A., Chao-Ming, F., Fu-Yin, L., and Tu-Fa, L. 2009. Effects of Nano-copper on copper availability and nutrients digestibility, growth performance and serum traits of piglets. Journal of Livestock Science. 126: 122-129.
16. Harmon, R.J. 2000. When chelated minerals are justified Kentucky Ruminant Nutrition, Pp: 47-54.
17. Hatfield, P.G., Swenson, C.K., Kott, R.W., Ansotegui, R.P., Roth, N.J., and Robinson, B.L. 2001. Zinc and copper status in ewes supplemented with sulfate- and amino acid-complexed forms of zinc and copper. Journal of Animal Sciences. 79: 261.266.
18. Holvet, P. 2008. Relationship between metabolic syndrome, oxidative stress and inflammation and cardiovascular disease. Verhandelingen- Koninklijke Academie voor Geneeskunde van Belgie. 70: 193-219.
19. HosianPour, N., Nourozian, M.A., and Afzalzadeh, A. 2014. The effect of different sources of Cu on gas production parameters and nutrient digestibility in Zandi sheep. Journal of Animal Production. 16: 93-101. (In Persian)
20. Jain, N.C. 2000. Schalm's Veterinary Hematology. 5th edition, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 1075-1084.
21. Kincaid, R.L., and Rock, M.J. 1999. Selenium intakes during late gestation on immunoglobulins and thyroid hormones in sheep. FASEB Journal. 13: 42-49.
22. Leach, R.M., Rosenblum, C.I., Amman, M.J., and Burdette, J. 1990. Broiler chickens fed low-calcium diets increased sensitivity to copper toxicity. Journal of Poultry Science. 69: 1905-1910.
23. Lim, H.S., and Paik, I.K. 2006. Effects of dietary supplementation of copper chelates in the form of methionine, chitosan and yeast in laying hens. Asian-Australian Journal of Animal Science. 19: 1174-1178.
24. Lopez, A., M., Benedito, J.L, Miranda, M, Castillo, C., Hernandez, J., and Shore, R.F. 2002. Contribution of cattle products to dietary intake of trace and toxic elements in Galicia, Spain. Food Additives Contaminants. 19: 533-541.
25. Luginbuhl, J.M., Poore, M.H., Spears, J.W., and Brown, T.T. 2000. Effect of dietary copper level on performance and copper status of growing meat goats. Sheep and Goat Research Journal. 16: 65-71.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Miller, N.J., and Rice-Evans C. 1997. Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS·+ radical cation assay. Free Radical Research. 26: 195-199.
27. Mohri, M., Jannatabadi, A.A., and Aslani, M.R. 2005. Studies on haemoglobin polymorphism of two breeds of Iranian sheep and its relationship to concentrations of iron, copper, haemoglobin, and RBC number. Veterinary Research Communications. 29: 305-312.
28. Naudi, A., Jove, M., Ayala, V., Cassanye, A., Serrano, J., Gonzalo, H., Boada, J., Prat, J., Portero-Otin, M., and Pamplona, R. 2012. Cellular dysfunction in diabetes as maladaptive response to mitochondrial oxidative stress. Experimental Diabetes Research. 20: 1-14.
29. Nikbakht Brojeni, G.R., and Talebi, M.A. 2000. Determination of hematological values Lori Bakhtiari sheep. Journal of Veterinary Research. 55: 2-9 (In Persian)
30. NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants Sheep, Goats, Cervids, and new world camelids. National Academy Press, Washington, D.C.
31. Pal, D.T., Gowda, N.K.S., Prasad, C.S., Amarnath, R., Bharadwaj, U., SureshBabu, G., and Sampath, K.T. 2010. Effect of copper and zinc-methionine supplementation on bioavailability, mineral status and tissue concentrations of copper and zinc in ewes. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 24: 89-94.
32. Panivivat, R., Kegley, E.B., Penington, J.A., Kellogg, D.W., and Krumpelman, S.L. 2004. Growth performance and health of dairy calves bedded with different types of materials. Journal of Dairy Science. 87: 3736 – 3745.
33. Placer, Z.A., Cushman, L.L., and Johnson, B.C. 1966. Estimation of product of lipid peroxidation (malondialdehyde) in biochemical systems. Annual Biochemistry. 16: 359-364.
34. Ramos, A., Cabrera, M.C., and Saadoun, A. 2012. Bioaccessibility of Se, Cu, Zn, Mn and Fe, and heme iron content in unaged and aged meat of Hereford and Braford steers fed pasture. Meat Science. 91: 116-124.
35. Rosenfeldt, F., Wilson, M., Lee, G., Kure, C., Ou, R., Braun, L., and de Haan, J. 2013. Oxidative stress in surgery in an ageing population: pathophysiology and therapy. Experimental Gerontology. 48: 45-54.
36. Rothenbacher, H., and Sherman, A.R. 1980. Target organ pathology in iron-deficient suckling rats. Journal of Nutrition. 110: 1648-1654.
37. Sansinanea, A.S., Silvia, I., Cerone, DVM., Quiroga, M., and Auza, N. 1993.Antioxidant capacity of erythrocytes from sheep chronically poisoned by copper. Nutrition Research. 13: 891-899.
38. SAS. 2004. User's Guide: Statistics, Version 9.2. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
39. Schalm, O.W., Jain, N.C., and Carroll, E.J. 1975. Veterinary Hematology. 3rd ed., Philadelphia. 487-556.
40. Senthilkumar, P., Nagalakshmi, D., Ramana Reddy, Y., and Sudhakar, K. 2009. Effect of different level and source of copper supplementation on immune response and copper dependent enzyme activity in lambs. Journal of Trophy Animal Health Production. 41: 645-653.
41. Solaiman, S.G., Maloney, M.A., Qureshi, M.A., Davis, G., and D'Andrea, G. 2001. Effects of high copper supplements on performance, health, plasma copper and enzymes in goats. Journal of Small Ruminant Research. 41: 127-139.
42. Solaiman, S.G., Shoemaker, C.E., and D'Andrea, G.H. 2006. The effect of high dietary Cu on health, growth performance, and Cu status in young goats. Journal of Small Ruminant Research. 66: 85-91.
43. Spears, J.W. 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. Journal of Animal Feed Science and Technology. 5: 151–163.
44. Spears, J.W. 2003. Trace mineral bioavailability in ruminants. Journal of Nutrition. 133: 1506–1509.
45. Suttle, N.F. 1994. Meeting the copper requirements of ruminants. P 173–188, In: P.C. Garnsworthy and D.J.A. Cole (eds), Recent Advances in Animal Nutrition. Nottingham University Press, Nottingham.

www.SID.ir

Archive of SID

46. Underwood, E.J., and Suttle, N.F. 1999. The mineral nutrition of livestock. 3rd edition. CABI Publishing Company. New York. 283-3423.
47. Videla, L.A., Rodrigo, R., Orellana, M., Fernandez, V., Tapia, G., Quinones, L., Varela, N., Contreras, J., Lazarte, R., Csendes, A., Rojas, J., Maluenda, F., Burdiles, P., Diaz, J.C., Smok, G., Thielemann, L., and Poniachik, J. 2004. Oxidative stress–related parameters in the liver of non-alcoholic fatty liver disease patients. Clinical Science. 106: 261-268.
48. Widlansky, M.E., and Gutterman, D.D. 2011. Regulation of endothelial function by mitochondrial reactive oxygen species. Antioxidant Redox Signal. 15: 1517–30.
49. Zhang, W., Wang, R., Kleemann, D.O., Lu, D., Zhu, X., Zhang, C., and Jia, Z. 2008. Effects of dietary copper on nutrient digestibility, growth performance and plasma copper status in Cashmere goats. Journal of Small Ruminant Research. 74: 188-193.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 6(1), 2018
http://ejrr.gau.ac.ir

Assessing the various copper supplements effect on performance, some blood parameters and humoral immune response of male Sanjabi lambs

***F. Hozhabri[1], M. Darabi[2] and M.M. Moeini[1]**
[1]Associate Prof., and [2]M.Sc. Gratuated, Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Razi University
Received: 01/31/2018; Accepted: 05/07/2017

Abstract

Background and objectives: Copper is a microelement that is present in many important processes in the body and plays a vital role. Copper deficiency in some parts of the world is a major problem in ruminants. For this reason, dietary supplements are commonly used to regulate the diet of sheep to compensate for copper deficiency. Therefore, this study was carried out to evaluate the effects of two forms of copper supplement on performance, some blood parameters and carcass traits of male Sanjabi lambs.

Materials and methods: A total of 15 male lambs (26.04±3.38 Kg, 3-4 months) in three groups of five placed in individual pens for a period of 90 days using completely randomized design. The treatments included: (1) basal diet (containing 5.6 mg Cu/kg DM; control) without supplementary Cu, (2) basal diet + 15 mg/kg DM Cu- Lys and (3) basal diet + 15 mg/kg DM Nano-Cu. Supplements on a daily basis were allocated to the lambs along with basal diet. Blood samples were taken from jugular vein on days zero, 30, 60 and 90 and the concentration of plasma Cu and Zn, serum ceruloplasmin level, superoxide dismutase enzyme activity (SOD), total antioxidant capacity (TAC), malondialdehyde index (MDA), differential count of white blood cells and hematocrit was determined. At the end of the experiment, three lambs were slaughtered from each group using standard method. Samples from quadriceps muscle, liver, kidney and spleen were taken to measure the level of Cu and some carcass traits.

Results: The use of Cu supplement in various forms had no effect on growth performance of lambs. Copper supplementation had no effect on SOD and TAC, but the MDA index of blood serum was lower compared to the control ($P<0.05$). Hematocrit in lambs fed diets containing Cu supplements were not significantly different than the control but the percentage of lymphocyte in lambs received organic Cu and neutrophil percentage in lambs of Nano Cu group were lowest ($P<0.05$). Addition of Cu-Lys to the diet increased plasma Cu concentration compared to control and Nano-Cu groups ($P<0.01$) and plasma Zn concentration tended to decrease ($P>0.05$). Also, supplementation of diet with Cu had no effect on ceruloplasmin concentration, significantly. The amount of copper deposited in liver and spleen tissues of Cu supplemented groups were higher than those of the control ($P<0.05$).

Conclusion: In general, the results showed that the uses of Cu supplement in the form of organic or Nano did not influence growth performance. In addition, antioxidant status and humoral systems of lambs were not affected; however, malondialdehyde index was improved.

Keywords: Antioxidant, Ceruloplasmin, Nano copper, Organic copper

*Corresponding author: hozhabri@razi.ac.ir

www.SID.ir