

تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷

صفحه‌های ۱۹۰-۱۷۷

اثر سطح و نوع مکمل کبالت بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم، هماتولوژی و عملکرد در بزغاله نر

سیدامیرحسین دزفولیان^۱ و حسنعلی عربی^{۲*}

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۰۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۰۹

چکیده

برای بررسی تأثیر سطح و نوع کبالت بر فراسنجه‌های خونی و عملکرد تعداد ۳۰ رأس بزغاله نر ۳ تا ۵ ماهه نژاد بومی، با میانگین وزنی $17/8 \pm 2/5$ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۵ تیمار شامل: ۱. جیره پایه حاوی $0/076$ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک (شاهد)؛ ۲. جیره پایه + $0/25$ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک به شکل سولفات کبالت (سولفات $0/25$)؛ ۳. جیره پایه + $0/5$ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک به شکل سولفات کبالت (سولفات $0/5$)؛ ۴. جیره پایه + $0/25$ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک به شکل گلوکوهپتونات (گلوکوهپتونات $0/25$) و ۵. جیره پایه + $0/5$ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک به شکل گلوکوهپتونات (گلوکوهپتونات $0/5$) اختصاص داده شدند. ماده خشک مصرفی بزغاله‌هایی که در جیره خود $0/5$ قسمت در میلیون کبالت، از منبع گلوکوهپتونات دریافت کردند، بیشتر از گروه شاهد بود. وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه، تحت تأثیر سطح مکمل قرار گرفت و در تیمارهای دریافت‌کننده سطح بالاتر کبالت به‌طور معناداری بالاتر از سایر تیمارها بود. با این وجود ضریب تبدیل خوراک، تفاوت معناداری بین تیمارها نداشت و تنها تفاوت عددی مشاهده شد. مکمل کبالت بر میزان گلوکز و ویتامین B_{12} سرم تأثیرگذار و بیشترین تفاوت مربوط به تیمار گلوکوهپتونات $0/5$ بود. هرچند تیمار گلوکوهپتونات $0/5$ از نظر گلوکز با تیمار شاهد تفاوت معناداری داشت. اما تفاوت آن با سایر تیمارهای دریافت‌کننده کبالت معنادار نبود. تیمارهای کبالت تأثیر معناداری بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم و هماتولوژی نداشتند. به‌طور کلی سطح کبالت تأثیر معناداری بر عملکرد بزها داشت به‌طوری که سطوح بالاتر کبالت سبب مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه بیشتری شد. نتایج تحقیق حاضر، نشان داد که سطح نیاز $0/07$ میلی‌گرم کبالت در روز که برای بزها تعیین شده، در محدوده مرزی نیاز قرار دارد. مکمل آلی کبالت در شکمبه، بازده بهتری برای ساخت ویتامین B_{12} و همچنین گلوکز داشت و عملکرد بزها در سطح $0/5$ بهتر از سطح $0/25$ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک بود.

کلیدواژه‌ها: بزغاله، جیره‌های پرواری، کبالت، گلوکز، ویتامین B_{12} .

مقدمه

مقایسه با تیمار شاهد در گاوهای اخته افزایش داشت و این افزایش در مقایسه بین کربنات کبالت با پروتئینات به نفع تیمار پروتئینات بود [۲۳]. افزایش آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز و اسپاراتات ترانس آمیناز و همچنین پروتئین کل سرم در بزهای دریافت‌کننده جیره‌های دچار کمبود کبالت گزارش شده است [۴]. براساس نتیجه‌گیری محققان، یکی از علائم وقوع لپیدوز کبدی که ناشی از کمبود کبالت است، افزایش آنزیم آلکالین فسفاتاز است [۸].

حیوانات نشخوارکننده نسبت به غیرنشخوارکنندگان در برابر کمبود کبالت حساس‌تر هستند، و در این بین گوسفند از گاو و بز حساس‌تر است [۱۹]. احتیاجات کبالت بزغاله‌ای با ۲۰ کیلوگرم وزن در حدود ۰/۰۷ میلی‌گرم کبالت در روز است [۱۹]. توصیه‌ی مقادیر ۰/۱-۰/۲ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم ماده خشک در گوسفند عمدتاً براساس تحقیقاتی است که روی حیوانات چراکننده انجام شده است [۲۴]. بز اغلب در محدوده‌ی بین گوسفند و گاو در نظر گرفته شده است. هرچند، براساس چندین تحقیق [۱، ۲، ۶، ۸ و ۲۴] سطح ۰/۱-۰/۲ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم ماده خشک احتیاجات میکروبی شکمبه به کبالت برای سنتز ویتامین B_{۱۲} را در گوسفند یا بز تأمین نمی‌کند. برخی محققان این باور عمومی را که بزها نسبت به گوسفند حساسیت کمتری به کمبود کبالت دارند رد کرده‌اند و با تحقیق بر بزهای عمانی این ادعا را مردود دانسته‌اند [۴ و ۸]. تا آنجا که بررسی‌های ما مشخص ساخته نتایج قطعی درباره‌ی مقایسه منابع کبالت و تأثیر آنها در بز موجود نیست. بنابراین تحقیق حاضر با این هدف طراحی شد که اثر دو نوع مکمل کبالت (معدنی در برابر آلی) را در دو سطح (۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک) بر برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم، هماتولوژی و عملکرد در بزغاله‌های نر بررسی کند.

کمبود کبالت در نشخوارکنندگان چراکننده‌ای که در دامنه وسیعی از خاک‌ها و اقلیم‌ها از نواحی گرمسیری تا مناطقی با درجه حرارت سرد پراکنده بودند، به شکل گسترده‌ای دیده شده است [۲۲]. میکروارگانیزم‌های شکمبه برای سنتز ویتامین B_{۱۲} به کبالت نیاز دارند؛ زیرا ۴/۴ درصد از این ویتامین را کبالت تشکیل می‌دهد. کبالت، به‌طور طبیعی به مقادیر زیادی در داخل بدن ذخیره نمی‌شود، مقدار اندک ذخیره شده نیز نمی‌تواند به راحتی به داخل شکمبه یا روده برگردد. یعنی مکانی که میکروارگانیزم‌های شکمبه می‌تواند از آن برای سنتز ویتامین B_{۱۲} استفاده کند. بنابراین نشخوارکنندگان باید به‌طور مداوم در جیره، برای سنتز ویتامین B_{۱۲}، کبالت کافی دریافت کنند [۵]. در حیوانات، ویتامین B_{۱۲} کوفاکتور دو آنزیم متیل مالونیل کوآنزیم آ موتاز و متیونین سنتاز است و بنابراین در سوخت‌وساز انرژی و پروتئین بسیار حائز اهمیت است [۲۳].

یکی از عوارض کمبود کبالت، کاهش سنتز ویتامین B_{۱۲} است که به نوبه خود می‌تواند به کم‌خونی منجر شود [۱۶]. نشان داده‌اند که بزها و بره‌های دریافت‌کننده جیره‌های با کبالت کم در مقایسه با تیمارهای دریافت‌کننده مکمل کبالت شمارش گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت پایین‌تری داشتند [۴ و ۲۴]. از فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم یا پلاسما که ممکن است تحت تأثیر سطوح کبالت قرار گیرند می‌توان به گلوکز، آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز، اسپاراتات ترانس آمیناز، آلانین ترانس آمیناز و پروتئین سرم اشاره کرد. در تحقیقی که بر گاوهای هلستاین انجام شد، تفاوتی در میزان گلوکز پلاسما در بین تیمارهای دریافت‌کننده کربنات کبالت، کبالت گلوکوهپتونات یا ویتامین B_{۱۲} تزریقی مشاهده نشد [۳]. هرچند، برخلاف این نتایج، در تیمارهای دریافت‌کننده کبالت به شکل کربنات و پروتئینات، مقدار گلوکز خون در

تولیدات دامی

مواد و روش‌ها

خشک به شکل کبالت گلوکوهیپتونات (گلوکوهیپتونات (۰/۲۵) و ۵. جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک به شکل کبالت گلوکوهیپتونات (گلوکوهیپتونات (۰/۵) تقسیم شدند. این پژوهش به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون توکی و فرض خطای ۰/۰۵ انجام شد. در مقایسه میانگین صفاتی که در آنها مشاهده از دست رفته وجود داشت از میانگین‌های تصحیح شده براساس حداقل مربعات استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS ویرایش ۹/۲ انجام شد. جیره پایه براساس نیاز بزغاله‌های نر با وزن بین ۱۵-۲۰ کیلوگرم [۱۹] طوری تنظیم شد که تمامی احتیاجات غذایی این حیوانات را تأمین کند (جدول ۱).

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، در سال ۱۳۹۴ انجام شد. تعداد ۳۰ رأس بزغاله نر ۳ تا ۵ ماهه نژاد بومی، با میانگین وزنی $17/8 \pm 2/5$ کیلوگرم پس از گذراندن دوره عادت‌پذیری به مدت دو هفته و دریافت داروهای ضد انگل و واکسیناسیون، به صورت تصادفی به ۵ تیمار شامل: ۱. جیره پایه حاوی ۰/۰۷۶ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک (شاهد)؛ ۲. جیره پایه + ۰/۲۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک به شکل سولفات کبالت (سولفات ۰/۲۵)؛ ۳. جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک به شکل سولفات کبالت (سولفات ۰/۵)؛ ۴. جیره پایه + ۰/۲۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده

جدول ۱. اجزاء و ترکیب شیمیایی مواد خوراکی و جیره پایه^۱ بر حسب درصدی از ماده خشک

ماده خوراکی و سهم آن از جیره			مواد مغذی
سویا (۹ درصد)	دانه جو (۳۰ درصد)	یونجه (۶۱ درصد)	
۹۳/۵	۹۳	۹۲/۵	ماده خشک (درصد)
۹۲/۶۳	۹۵/۲	۹۰/۸۷	ماده آلی (درصد ماده خشک)
۴۴/۹	۱۲/۵	۱۴/۵	پروتئین خام (درصد ماده خشک)
۲/۱	۱/۶۵	۱/۶	عصاره اتری (درصد ماده خشک)
۲۷/۷۳	۲۰/۰۵	۵۴/۳۵	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک)
۱۷/۹	۶۱	۲۰/۴۲	کربوهیدرات غیر فیبری (درصد ماده خشک)
۷/۳۷	۴/۸	۹/۱۳	خاکستر خام (درصد ماده خشک)
۳/۱۸	۳/۰۴	۲/۱۷	انرژی قابل سوخت‌وساز (مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک)
۰/۳	۰/۰۶	۱/۳۵	کلسیم (درصد)
۰/۷۱	۰/۴۳	۰/۲۵	فسفر (درصد)
۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۱۹	منیزیم (درصد)
۵۳	۱۹/۸	۲۵/۲	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک)
۲۱	۹/۳	۱۰/۵	مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک)
۱۸۵	۹۵/۵	۱۴۵	آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک)
۰/۱	۰/۰۴	۰/۰۹	کبالت (میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک)

۱. مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز براساس جداول [۱۹] محاسبه و سایر اجزاء جیره اندازه‌گیری شدند.

تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷

برداشته شد. در هر نوبت خوراک‌دهی صبح مخلوط مکمل+کنسانتره به همراه بخش کنسانتره خوراک در اختیار بزها قرار گرفت.

خون‌گیری از طریق سیاهرگ و داج در روزهای صفر، ۳۵ و ۷۵ آزمایش [۶] و قبل از خوراک‌دهی صبح و وزن‌کشی انجام شد. به منظور جلوگیری از تابش نور به نمونه‌ها و از بین رفتن ویتامین B_{۱۲} لوله‌های آزمایش ونوجکت ۱۰ میلی‌لیتری توسط فویل آلومینیومی پوشیده شدند. برای جداسازی سرم، نمونه‌های خون به مدت ۲۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و مقدار ۲ میلی‌لیتر از سرم، با سمپلر به داخل میکروتیوب‌های ۲ میلی‌لیتری ریخته و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شد. اندازه‌گیری ویتامین B_{۱۲} سرم با استفاده از کیت الایزای ویتامین B_{۱۲} (شرکت Monobind ساخت کشور آمریکا) انجام شد. برای این منظور از دستورالعمل کیت آزمایشی و دستگاه reader (مدل Rayto RT-2100C ساخت چین) استفاده کردند. اساس این آنالیز برپایه آنالیز آنزیمی رقابتی تأخیری است. برای اندازه‌گیری غلظت گلوکز، BUN، فعالیت آنزیم‌های آسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین ترانس آمیناز، آلکالین فسفاتاز، بیلی‌روبین، گاما‌گلوتامیل ترانسفراز، پروتئین کل در سرم خون، نمونه‌های مربوط به روزهای صفر، ۳۵ و ۷۵ به آزمایشگاه تشخیص پزشکی ارسال و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (مدل Hitachi 912 ساخت کشور ژاپن) و کیت‌های آزمایشی (شرکت پارس آزمون) آنالیز شدند. برای اندازه‌گیری و محاسبه فراسنجه‌های خونی در نمونه‌های خون از دستگاه سلول شمار اتوماتیک (Systemx مدل KX-21 N) استفاده شد.

برای صفاتی مثل وزن بدن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل غذایی، قابلیت هضم مواد خوراکی از مدل آماری ۱ استفاده شد و وزن اولیه به‌عنوان کوواریت در نظر گرفته شد.

این آزمایش در ۷۵ روز انجام پذیرفت و در آن تأثیر تیمارها بر فراسنجه‌های عملکردی بزها شامل افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی، فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم شامل ویتامین B_{۱۲}، گلوکز، فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز، آسپاراتات ترانس آمیناز، آلانین ترانس آمیناز، پروتئین کل، گاما‌گلوتامیل ترانسفراز، بیلی‌روبین، کراتینین و ازت اورهای خون و همچنین فراسنجه‌های هماتولوژی شامل شمارش گلبول‌های قرمز خون، هماتوکریت، هموگلوبین، متوسط اندازه سلول‌های قرمز، مقدار هموگلوبین به ازای هر گلبول قرمز، اندازه سلول به ازای هر گلبول قرمز، شمارش گلبول‌های سفید و لمفوسیت‌ها در آن بررسی شد.

بزغاله‌ها در جایگاه‌های انفرادی قرار داده شدند و در دو نوبت صبح و بعدازظهر (۸:۰۰ و ۱۶:۰۰) با جیره کاملاً مخلوط تغذیه شدند و آب به‌طور دائم در اختیارشان بود. مواد معدنی و کبالت آب اندازه‌گیری شدند ولی به دلیل اینکه مقدار کبالت آب بسیار ناچیز بود در جدول وارد نشده است. بزغاله‌ها در ابتدای دوره آزمایشی (روز صفر) و پس از آن در فواصل دوهفته‌ای، قبل از نوبت خوراک‌دهی صبح و پس از ۱۶ ساعت گرسنگی و تشنگی وزن‌کشی شدند. مقدار خوراک مصرفی و باقیمانده خوراک روزانه توزین و ثبت شد. مقدار خوراک روزانه با توجه به پسماند روز قبل طوری تنظیم شد که ۵ تا ۱۰ درصد باقیمانده داشته باشد. مکمل سولفات کبالت (محصول شرکت مرک آلمان) به شکل CoSO₄.7H₂O بود و کبالت گلوکوهِپتونات (ZinPro آمریکا با نام تجاری COPRO) از شرکت یسنامهر تهران تهیه شد. نخست مکمل‌های کبالت با کنجاله سویای آسیاب شده به‌عنوان حامل مخلوط شدند. سپس با توجه به میزان خوراک مصرفی روزانه هر بز، مقدار معینی از مخلوط مکمل+کنسانتره که معادل با غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ قسمت در میلیون مورد نظر بود

تولیدات دامی

اثر سطح و نوع مکمل کبالت بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم، هماتولوژی و عملکرد در بزغاله نر

قسمت در میلیون کبالت از منبع گلوکوهپتونات دریافت کردند بیشتر از گروه شاهد بود ($p < 0.05$). وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه تحت تأثیر نوع مکمل قرار گرفت و در تیمارهای دریافت‌کننده سطح بالاتر کبالت به‌طور معناداری بالاتر از سایر تیمارها بود. با این وجود ضریب تبدیل خوراک تفاوت معناداری بین تیمارها نداشت و تنها تفاوت عددی مشاهده شد. در تحقیق حاضر نیز جیره پایه، حاوی ۰/۰۷۶ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک بود که به نظر می‌رسد با دادن ۰/۲۵ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم ماده خشک نتوانست نیاز بزغاله‌های درحال رشد را تأمین کند و افزودن سطح ۰/۵ میلی‌گرم سبب بهبود رشد شد. سطح ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک سطح بهینه‌ای برای عملکرد بره‌ها گزارش شده است [۶ و ۲۴].

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (1)$$

که Y_{ij} مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام، μ اثر میانگین، T_i اثر تیمار i ام و e_{ij} اثر خطای آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام است. فراسنجه‌های خونی با استفاده از رویه MIXED در نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) برای مدل ۲ تجزیه شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + D_j + TD_{ij} + Ea + Eb \quad (2)$$

که μ میانگین کل متغیر مورد بررسی، T_i اثر تیمار؛ D_j اثر زمان؛ TD_{ij} برهم‌کنش تیمار و زمان؛ Ea خطای اصلی؛ و Eb خطای فرعی بود.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به عملکرد بزغاله‌ها در جدول ۲ آمده است. ماده خشک مصرفی بزغاله‌هایی که در جیره خود ۰/۵

جدول ۲. اثر سطح و نوع کبالت بر ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بزغاله‌های نر

تیمارهای آزمایشی ^۱	وزن اولیه (کیلوگرم)	وزن نهایی (کیلوگرم)	ماده خشک مصرفی (گرم در روز)	میانگین افزایش وزن روزانه (گرم در روز)	ضریب تبدیل
شاهد	۱۸/۳۸	۲۷/۸۰ ^b	۶۰۲/۶۲ ^b	۵۹/۰۳ ^b	۱۰/۲۹
سولفات ۰/۲۵	۱۷/۶۳	۲۸/۱۲ ^b	۶۰۹/۰۰ ^{ab}	۵۷/۲۰ ^b	۱۰/۷۳
سولفات ۰/۵	۱۷/۸۸	۲۹/۴۲ ^{ab}	۶۷۷/۵۴ ^{ab}	۷۱/۱۹ ^a	۹/۵۲
گلوکوهپتونات ۰/۲۵	۱۸/۱۵	۲۸/۸۸ ^b	۶۱۷/۴۳ ^{ab}	۶۱/۳۱ ^b	۱۰/۲۸
گلوکوهپتونات ۰/۵	۱۷/۳۶	۳۰/۵۵ ^a	۶۸۷/۵۶ ^a	۷۰/۶۳ ^a	۹/۷۸
	۱/۷۷	۱/۱۲	۲۲/۶۹	۲/۸۲	۰/۵۴
SEM					
Pvalue تیمار	۰/۹۹۴	۰/۰۰۴	۰/۰۵۷	۰/۰۰۳	۰/۶۲

۱. شاهد: جیره پایه (۰/۰۷۶ قسمت در میلیون عنصر کبالت)، سولفات ۰/۲۵: جیره پایه + سولفات کبالت (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، سولفات ۰/۵: جیره پایه + سولفات کبالت (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۲۵: جیره پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۵: جیره پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷

جدول ۳. اثر سطح و نوع مکمل کبالت بر ویتامین B₁₂ و گلوکز سرم در بزغاله‌های نر

گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	ویتامین B ₁₂ (بیکوگرم بر میلی‌لیتر)	تیمارهای آزمایشی ^۱
۵۶/۱۱ ^b	۳۱۶/۵ ^c	شاهد
۵۹/۲۰ ^{ab}	۳۵۰/۰ ^c	سولفات ۰/۲۵
۵۸/۲۶ ^{ab}	۳۹۵/۴ ^{bc}	سولفات ۰/۵
۶۰/۶۴ ^{ab}	۵۰۴/۸ ^{ab}	گلوکوهیتونات ۰/۲۵
۶۲/۰۰ ^a	۶۰۳/۳ ^a	گلوکوهیتونات ۰/۵
۱/۲۸	۳۸/۳	SEM
۰/۰۲۴	<۰/۰۰۰۱	Pvalue تیمار

۱. شاهد: جیره پایه (۰/۰۷۶ قسمت در میلیون عنصر کبالت)، سولفات ۰/۲۵: جیره پایه + سولفات کبالت (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، سولفات ۰/۵: جیره پایه + سولفات کبالت (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهیتونات ۰/۲۵: جیره پایه + کبالت گلوکوهیتونات (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مکمل کبالت بر میزان گلوکز و ویتامین B₁₂ سرم تأثیرگذار و بیشترین تفاوت مربوط به تیمار گلوکوهیتونات ۰/۵ بود. هرچند تیمار گلوکوهیتونات ۰/۵ از نظر گلوکز با تیمار شاهد تفاوت معناداری داشت؛ اما تفاوت آن با سایر تیمارهای دریافت‌کننده کبالت معنادار نبود.

ویتامین B₁₂ همواره به‌عنوان شاخصی از وضعیت کبالت بدن و تغذیه استفاده می‌شود. در تحقیق حاضر، اثر مثبت مکمل کبالت بر غلظت ویتامین B₁₂ کاملاً مشهود است. غلظت سرمی ویتامین B₁₂ در تیمارهای گلوکوهیتونات بیشتر از تیمارهای سولفات بود که بیان می‌کند مکمل آلی یا همان گلوکوهیتونات کبالت، برای میکروارگانیزم‌های شکمبه، قابلیت دسترسی بیشتری دارد. افزودن کبالت در سطح ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک در گوسفند ایرانی سبب افزایش ویتامین B₁₂ و گلوکز خون شد؛ اما بالاتر از آن تأثیر معناداری بر این پارامترها نگذاشت [۱ و ۲]. افزودن کبالت به جیره‌های

در نشخوارکنندگان، کمبود ویتامین B₁₂ ناشی از کمبود کبالت، سبب کاهش مصرف خوراک و کاهش افزایش وزن روزانه می‌شود [۲۱]. همچنین متوسط افزایش وزن روزانه گاوهای پرواری در تیمارهای دریافت‌کننده کبالت در کل دوره پایانی بالاتر بود، اما در دوره رشد گاوها تفاوت معناداری بین تیمار شاهد و تیمارهای دریافت‌کننده کبالت از دو منبع معدنی و آلی مشاهده نشد [۲۳]. در تحقیقی بر گوسفند، متوسط افزایش وزن روزانه و متوسط ماده خشک مصرفی در تیمارهای دریافت‌کننده کبالت بالاتر از تیمار شاهد بود و همچنین راندمان افزایش وزن به خوراک مصرفی نیز تفاوت معناداری داشت [۱۸]. همچنین در تحقیق بر گوسفند نشان داده شد که تیمارهای دریافت‌کننده کبالت نسبت به شاهد اشتها و افزایش وزن بالاتری داشتند [۲۴]. در گاوهای اخته نیز جیره‌هایی که از نظر میزان کبالت در سطح مرزی یا حاشیه‌ای هستند تأثیر نامطلوبی بر عملکرد می‌گذارند [۲۲].

نتایج مربوط به ویتامین B₁₂ و گلوکز سرم در جدول ۳

تولیدات دامی

داشت که برخلاف ویتامین B₁₂ سطح مکمل کبالت تأثیرگذار بوده، نه نوع آن. کبالت علاوه بر نقشی که در سنتز ویتامین B₁₂ دارد، نقش دیگری نیز در دستگاه گوارش ایفا می‌کند، که کمک به هضم فیبر خصوصاً در خوراک‌های علوفه‌ای کم کیفیت است [۱۴]. به نظر می‌رسد افزودن مکمل کبالت در مقادیری بیش از آنچه برای سنتز ویتامین B₁₂ ضروری است (۰/۲۵ تا ۰/۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک) سبب بهبود هضم شکمبه‌ای مواد خوراکی می‌شود. در تحقیق حاضر، عدم تفاوت معنادار بین نوع مکمل کبالت در افزایش عملکرد بیانگر این موضوع است که کبالت در قالب سولفات یا گلوکوهپتونات در داخل شکمبه تأثیر مشابهی بر هضم شکمبه‌ای داشته است و عامل مهم سطح عنصر بوده است، که توانسته عملکرد را بهبود بخشد.

افزودن مکمل کبالت در جیره بزغاله‌های نر، تأثیر معناداری بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم شامل آلکالین فسفاتاز، پروتئین کل، گاماگلوبولین ترانسفراز، بیلی روبین، آسپارات آمینوترانسفراز، آلانین ترانس آمیناز، کراتینین و ازت اوره‌ای خون نداشت (جدول ۴).

فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز سرم در بزهایی که مکمل کبالت دریافت می‌کردند در محدوده ۱۱۳ تا ۱۳۵ واحد بر لیتر باقی ماند ولی در تیمار شاهد که دچار کمبود کبالت بودند مقدار آلکالین فسفاتاز از ۱۲۰ به ۶۵۴ واحد بر لیتر افزایش داشت [۸]. سطح طبیعی آلکالین فسفاتاز سرم برای بز بین ۲۷ تا ۳۸۷ واحد بین‌المللی بر لیتر است [۱۱]. در تحقیق حاضر فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز تا روز ۷۵ در تمامی تیمارها در محدوده طبیعی بود. در برخی تحقیقات [۱۷و۸] گزارش کرده‌اند که سطوح کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم ماده خشک در بز، به بیماری کبد سفید گوسفندی و آسیب کبدی در آنها می‌انجامد، از این رو فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم آنالیز شدند تا از وضعیت سلامت کبد دام‌ها در شروع آزمایش و در ادامه تحقیق مطمئن شده و آثار کمبود احتمالی کبالت در تیمار شاهد بررسی شود.

حاوی ۰/۰۷ تا ۰/۰۸ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم ماده خشک در گاوهای نر در حال رشد سبب افزایش غلظت ویتامین B₁₂ پلاسما و کبد شد [۲۱]. برخی محققان نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند [۲۳]. طبق گزارش این محققان، افزایش سطح مکمل کبالت از دو منبع متفاوت در جیره گاوهای اخته، سبب افزایش غلظت ویتامین B₁₂ در پلاسما می‌شود؛ اما نوع مکمل، تأثیری در میزان سنتز ویتامین B₁₂ ندارد. در تحقیقی روی بره‌های نر مهربان گزارش شد که سطح ۰/۵ میلی‌گرم کبالت به‌طور معناداری از سطح ۰/۲۵ و شاهد ویتامین B₁₂ بالاتری در بره‌های در حال رشد داشت؛ اما تفاوت آن با سطح ۱ میلی‌گرم معنادار نبود [۶]. در بز نیز ویتامین B₁₂ سرم در بزهای دچار کمبود کبالت نسبت به بزهای دریافت کننده مکمل افت کرد و به ۱۴۰ پیکوگرم بر میلی‌لیتر رسید [۷] که پایین‌تر از سطح طبیعی گزارش شده برای بزها است [۱۵].

اندازه‌گیری غلظت گلوکز در کنار اندازه‌گیری ویتامین B₁₂ ضروری است چون ویتامین B₁₂ به‌عنوان کوفاکتور آنزیم متیل‌مالونیل‌کوآنزیم آ موتاز در تبدیل پروپیونیک اسید به سوکسینیک اسید نقش دارد [۹] و هرگونه کمبود ویتامین B₁₂، می‌تواند به کاهش فعالیت این آنزیم و متعاقباً افت گلوکز خون بیانجامد. در تحقیق حاضر غلظت گلوکز سرمی در تمامی تیمارها در محدوده طبیعی (۵۷ تا ۶۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) است. در گوسفند، کمبود کبالت باعث نقص در سوخت‌وساز پروپیونات می‌شود و این مهار سوخت‌وساز می‌تواند به کاهش قند خون منجر شود. زیرا گلوکونئوزنز کاهش می‌یابد [۲۴]. در گاوهای شیردهی که سطوح مختلفی از کبالت را دریافت می‌کردند؛ غلظت گلوکز سرم تفاوت معناداری با هم نداشت [۱۲].

در تحقیق حاضر با مقایسه بین نتایج عملکرد و ویتامین B₁₂ سرم، مشاهده می‌شود که افزایش کبالت جیره، سبب بهبود تولید ویتامین B₁₂ و متعاقباً بهبود عملکرد نسبت به تیمار شاهد شده است. درباره عملکرد، بایستی در نظر

تولیدات دامی

جدول ۴. اثر نوع و سطح مکمل کبالت بر فراستجه‌های بیوشیمیایی سرم در بزغاله‌های نر

تیمارهای آزمایشی ^۱	BUN (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	کراتینین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	ALT (واحد بین‌المللی بر لیتر)	AST (واحد بین‌المللی بر لیتر)	بیلی‌روبین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	GGT (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پروتئین کل (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	ALP* (واحد بین‌المللی بر لیتر)
شاهد	۱۷/۲۸	۰/۸۰۰	۱۷/۰	۸۷/۵	۰/۹۲	۶/۶۱	۶/۸۵	۲۲۲۳
سولفات ۰/۲۵	۱۷/۰۶	۰/۸۲۱	۱۶/۲۶	۷۲/۶	۰/۱۰۵	۶۳/۶۳	۷/۰۹	۲۵۶/۱
سولفات ۰/۵۰	۱۶/۰۸	۰/۸۵۷	۱۷/۲	۸۵/۰	۰/۸۸	۶۲/۳۹	۶/۳۸	۲۴۸/۸
گلوکوهیونات ۰/۲۵	۱۵/۸۷	۰/۸۱۹	۱۶/۳	۸۴/۵	۰/۹۷	۶۵/۱۸	۶/۴۸	۲۰۴/۹
گلوکوهیونات ۰/۵۰	۱۶/۰۰	۰/۸۰۱	۲۰/۲۶	۸۵/۲	۰/۱۰۱	۵۵/۲۴	۶/۵۷	۱۹/۰۹
SEM	۰/۸۷	۰/۱۳۶	۱/۳۳	۴/۸۲	۰/۱۱	۰/۶۳	۰/۲۱	۲۵/۱۱
Pvalue تیمار	۰/۶۶	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۸۷	۰/۱۶	۰/۶۶

* ALP: آنالیز فسفاتاز؛ GGT: گاماگوتامیل ترانسفراز؛ AST: آسپارات آمینو ترانسفراز؛ ALT: آلانین ترانس آمیناز؛ BUN: اورت اوره‌ای خون.

۱. شاهد: جیره پایه (۰/۰۲۶) قسمت در میلیون عنصر کبالت، سولفات کبالت (۰/۲۵) قسمت در میلیون کبالت (۰/۲۵) قسمت در میلیون کبالت + سولفات کبالت (۰/۲۵) قسمت در میلیون کبالت، گلوکوهیونات (۰/۲۵) جیره پایه + کبالت گلوکوهیونات (۰/۲۵) قسمت در میلیون کبالت، گلوکوهیونات (۰/۲۵) جیره پایه + کبالت گلوکوهیونات (۰/۲۵) قسمت در میلیون کبالت

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

اثر سطح و نوع مکمل کبالت بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم، هماتولوژی و عملکرد در بزغاله نر

جدول ۵. اثر نوع و سطح مکمل کبالت بر فراسنجه‌های خون‌شناسی در بزغاله‌های نر

تیمارهای آزمایشی ^۱	RBC* ($\times 10^6$ بر میکرولیتر)	PCV (درصد)	Hb (گرم بر دسی لیتر)	MCV (فمتولیترا)	MCH (پیکوگرم)	MCHC (گرم بر دسی لیتر)	WBC ($\times 10^3$ بر میکرولیتر)	LYM ($\times 10^3$ بر میکرولیتر)
شاهد	۱۷/۵۲	۱۹/۰۱	۸/۷۰	۱۱۲/۳	۵۳/۹	۴۷/۹۶	۱۵/۲۳	۸/۸۹
سولفات ۰/۲۵	۱۷/۸۳	۲۳/۹۷	۸/۲۰	۱۱۵/۰	۳۹/۹	۳۴/۹۳	۱۲/۶۲	۷/۸۲
سولفات ۰/۵۰	۱۸/۳۱	۲۲/۶۵	۹/۳۱	۱۱۰/۴	۵۰/۷	۳۹/۷۵	۱۴/۲۸	۹/۳۰
گلوکوهپتونات ۰/۲۵	۱۸/۴۴	۲۲/۷۶	۸/۸۸	۱۱۷/۹	۵۴/۴	۴۶/۰۵	۱۵/۱۰	۹/۱۸
گلوکوهپتونات ۰/۵۰	۱۸/۱۱	۲۲/۰۹	۸/۱۹	۱۱۹/۴	۴۵/۵	۳۷/۹۹	۱۴/۸۸	۷/۹۷
SEM	۰/۹	۲/۶۲	۰/۴۰	۱/۹۷	۵/۹۳	۴/۲۲	۰/۹۵	۰/۷۸
Pvalue تیمار	۰/۹۵	۰/۷۲	۰/۱۹	۰/۰۷۲	۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۴۶

* RBC: شمارش گلبول‌های قرمز خون؛ PCV: هماتوکریت؛ Hb: هموگلوبین؛ MCV: متوسط اندازه سلول‌های قرمز؛ MCH: مقدار هموگلوبین به ازای هر گلبول قرمز؛ MCHC: اندازه سلول به ازای هر گلبول قرمز؛ WBC: شمارش گلبول‌های سفید و LYM: لمفوسیت‌ها
 ۱. شاهد: جیره پایه (۰/۰۷۶ قسمت در میلیون عنصر کبالت)، سولفات ۰/۲۵: جیره پایه + سولفات کبالت (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، سولفات ۰/۵: جیره پایه + سولفات کبالت (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۲۵: جیره پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۵: جیره پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)
 SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها

آنزیم سیتوپلاسمی گاماگلوتامیل ترانسفراز، نخستین آنزیمی است که حتی در آسیب‌های کبدی خفیف افزایش می‌یابد [۱۰]. سطح طبیعی گاماگلوتامیل ترانسفراز در بز بین ۲۰ تا ۵۰ واحد بین‌المللی بر لیتر و بیلی روبین بین ۰/۱ تا ۰/۲ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر گزارش شده است [۱۳]. در بزهایی که دچار لیپیدوز کبدی و ضایعات ناشی از آن در کبد بودند سطح گاماگلوتامیل ترانسفراز سرم و بیلی روبین کل افزایش داشت [۸]. در مقایسه با گزارش این محققان مشاهده می‌شود که سطح گاماگلوتامیل ترانسفراز و بیلی روبین کل در سرم بزهای شاهد در تحقیق حاضر تفاوت معناداری با تیمارهای دریافت‌کننده کبالت نداشته است. البته طول دوره آزمایش در تحقیق مذکور [۸]، ۱۰ ماه بود در حالی که تحقیق اخیر، در حدود دو ماه به طول انجامید. سطح طبیعی برای آنزیم‌های اسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین ترانس آمیناز در بز

افزایش آلکالین فسفاتاز اغلب در بیماری‌های مزمن کبدی، فیروز کبدی، التهاب کیسه صفرا و بیشتر مواقع در لیپیدوز کبدی گزارش می‌شود [۲۰]. ویتامین B_{۱۲} نقش مهمی در سوخت‌وساز کلی پروتئین دارد و کمبود آن می‌تواند به افت سطح پروتئین کل سرم بیانجامد. با این وجود، دلیل افت پروتئین کل سرم در بزهای دچار کمبود کبالت/ویتامین B_{۱۲} را نتیجه افت خوراک مصرفی دانسته‌اند [۸]. سطح طبیعی پروتئین کل سرم در بز بین ۶/۴ تا ۷ گرم بر دسی‌لیتر گزارش شده است [۱۱]. در تحقیق حاضر عدم تفاوت بین تیمارها از نظر پروتئین کل سرم پس از ۷۵ روز، بیانگر این حقیقت است که سطح کبالت در جیره پایه، در حدی پایین نبوده که سبب ایجاد تغییرات زیان‌باری در سوخت‌وساز کبدی و سوخت‌وساز پروتئین بدن شود.

تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷

به ترتیب ۶۶-۲۳۰ و ۱۵-۵۲ واحد بین‌المللی بر لیتر بیان شده است [۱۳]. در تحقیق حاضر در تمامی تیمارها سطح این آنزیم‌های عمدتاً کبدی در محدوده طبیعی قرار داشت. بررسی وضعیت پروتئین تام، کراتینین و اوره خون نشان می‌دهد که سطح کبالت در تیمار شاهد در حدی پایین نبوده که بر سوخت‌وساز پروتئین در بدن آنها اختلالی ایجاد کند. و به نظر می‌رسد سطح ۰/۰۷۶ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم ماده خشک در حفظ سطح طبیعی سوخت‌وساز پروتئین در بدن کافی باشد.

در جدول ۵ اثر سطح و نوع مکمل کبالت بر فراسنجه‌های خون‌شناسی بزغاله‌ها آمده است. تیمارها بر فراسنجه‌های خون‌شناسی شمارش گلبول‌های قرمز خون، هماتوکریت، هموگلوبین، متوسط اندازه سلول‌های قرمز، مقدار هموگلوبین به ازای هر گلبول قرمز، اندازه سلول به‌ازای هر گلبول قرمز، شمارش گلبول‌های سفید و لمفوسیت‌ها اثر معناداری نداشتند.

در تحقیق حاضر برخلاف [۴] بزهای تیمار شاهد با کبالت دریافتی ۰/۰۷۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک تفاوت معناداری از نظر هیچ‌کدام از فراسنجه‌های هماتولوژی با تیمارهای دریافت‌کننده کبالت نداشتند. دلیل این امر می‌تواند به کفایت سطح کبالت جیره پایه در حفظ فراسنجه‌های هماتولوژی در محدوده طبیعی برگردد. تفاوت کبالت جیره پایه، گونه، نژاد و حتی سن حیوان می‌تواند عواملی بسیار تعیین‌کننده در تفاوت‌هایی باشند که بین تحقیقات مختلف دیده می‌شود. یکی از عوارض کمبود کبالت کاهش سنتز ویتامین B_{۱۲} است که به نوبه خود می‌تواند به کم‌خونی منجر شود [۱۶]. بزهای دریافت‌کننده جیره‌ای با حدود ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم کبالت نسبت به بزهای تیمار شده با ویتامین B_{۱۲} در پایان دوره ۱۰ ماهه از نظر فراسنجه‌های خونی به‌طور معناداری پایین‌تر بودند [۴]. محققان بیان داشتند که بزهای مورد آزمایش به میزان

زیادی شبیه به بزهای [۱۷] مبتلا به کبد سفید گوسفندی بودند که جیره‌های حاوی کمتر از ۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک کبالت دریافت می‌کردند. کمبود کبالت سبب کاهش سنتز ویتامین B_{۱۲} و متعاقباً اختلال در سوخت‌وساز چربی و پروتئین می‌شود. یکی از مهم‌ترین عوارض ناشی از اختلال در سوخت‌وساز چربی تجمع آن در سلول‌های کبدی و ایجاد کبد چرب موسوم به کبد سفید گوسفندی است. سطح طبیعی گلبول‌های سفید و لمفوسیت‌ها در بز به ترتیب ۴-۱۵ و ۲-۹ (×۱۰^۳) بر میکرولیتر) است [۱۳]. سطح سلول‌های سفید خون و لمفوسیت‌ها شاخصی از سلامت سیستم ایمنی حیوان هستند و با توجه به اینکه برخی از حیوانات طرح حاضر پیش از شروع طرح با چالش بیماری روبه‌رو بودند و دوره درمانی را سپری کرده بودند این فراسنجه‌ها اندازه‌گیری شدند تا از سلامت حیوانات اطمینان حاصل شود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود میزان این دو فراسنجه در تمامی تیمارها در محدوده طبیعی است. با توجه به نتایج به‌دست آمده مکمل آلی کبالت در شکمبه راندامان بهتری در سنتز ویتامین B_{۱۲} و متعاقباً گلوکز دارد و سطح ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک آن سبب بهبود عملکرد بزها می‌شود.

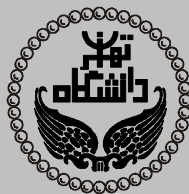
منابع

- [۱]. بابایی م، چاشنی دل ی و دیرنده ع (۱۳۹۵) اثر کبالت و فراوری دانه جو بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی در بره‌های پرواری. تحقیقات تولیدات دامی ۵(۱): ۱-۱۳.
- [۲]. بیشه‌سری ش، علی عربی ح و طباطبایی م (۱۳۹۱) اثر سطوح مختلف کبالت در جیره بر عملکرد، غلظت ویتامین B_{۱۲} پلاسما و سنتز پروتئین میکروبی در بره‌های نر مهربان. مجله علوم دامی ایران ۴۳(۱): ۲۳-۳۱.

تولیدات دامی

- [3]. Akins MS, Bertics S, Socha M and Shaver R (2013) Effects of cobalt supplementation and vitamin B12 injections on lactation performance and metabolism of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96:1755-1768.
- [4]. Al-Habsi K, Johnson EH, Kadim IT, Srikandakumar A, Annamalai K, Al-Busaïdy R and Mahgoub O (2007) Effects of low concentrations of dietary cobalt on liveweight gains, haematology, serum vitamin B 12 and biochemistry of Omani goats. *The Veterinary Journal* 173(1):131-137.
- [5]. Berger LL and Cunha TJ (1993) Salt and trace minerals for livestock, poultry and other animals (pp. 17-23). Alexandria, Va, USA: Salt Institute.
- [6]. Bishehsari S, Tabatabaei MM, Aliarabi H, Alipour D, Zamani P and Ahmadi A (2010) Effect of dietary cobalt supplementation on plasma and rumen metabolites in Mehraban lambs. *Small Ruminant Research* 90(1):170-173.
- [7]. Clark RG, Mantelman L and Vervek GA (1986) Failure to obtain a weight gain response to vitamin B12 treatment in young goats grazing pasture that was cobalt deficient for sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 35:38-39.
- [8]. Johnson EH, Al-Habsi K, Kaplan E, Srikandakumar A, Kadim IT, Annamalai K and Mahgoub O (2004) Caprine hepatic lipidosis induced through the intake of low levels of dietary cobalt. *The Veterinary Journal* 168(2):174-179.
- [9]. Kadim IT, Johnson EH, Mahgoub O, Srikandakumar A, Al-Ajmi DS, Ritchie A, Annamalai K and AlAlhaliAS (2003) Effect of low levels of dietary cobalt on apparent nutrient digestibility in Omani goats. *Animal Feed Science and Technology* 109:209-216.
- [10]. Kaneko JJ, Harvey JW and Bruss ML (1997) *Clinical biochemistry of domestic animals*. Academic press, Inc., San Diego, London, Boston, New York, Sydney.
- [11]. Kaneko JJ, Harvey JW and Bruss ML (2008) *Clinical biochemistry of domestic animals*. Academic press.
- [12]. Kincaid R, Lefebvre L, Cronrath J, Socha M and Johnson A (2003) Effect of dietary cobalt supplementation on cobalt metabolism and performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 86:1405-1414.
- [13]. Latimer KS (Ed.) (2011) *Duncan and Prasse's veterinary laboratory medicine: clinical pathology*. John Wiley & Sons.
- [14]. Lopez-Guisa JM and Satter LD (1992) Effect of copper and cobalt addition on digestion and growth in heifers fed diets containing alfalfa silage or corn crop residues. *Journal of Dairy Science* 75(1):247-256.
- [15]. Mburu JN, Kamau JMZ and Badamana MS (1993) Changes in serum levels of vitamin B12, feed, live weight and haematological parameters in cobalt deficient small East African goats. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 63:135-139.
- [16]. McDowell LR (2003) *Minerals in animal and human nutrition*. Elsevier Science BV, Amsterdam, Netherlands.
- [17]. Mgongo FOK, Ogaa JS and Gombe S (1985) Effects of cobalt deficiency on hypophysis in goats. *Indian Veterinary Journal (India)*.
- [18]. Nasser MEA and Ismail AM (2011) Effect of cobalt supplementation on gas production

- measurements, estimated energy values and microbial protein, in vitro. *Lucrari stiintifice. Seria Zootehnie-Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara Ion Ionescu de la Brad (Romania)*.
- [19]. National Research Council (2007) Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academies Press, Washington DC.
- [20]. Smith BP (1996) Alterations in alimentary and hepatic function. In: Smith, B.P. (Ed.), *Large Animal Internal Medicine*. Mosby, St.Louis, MO, pp. 118–142.
- [21]. Stangl GI, Schwarz FJ, Müller H and Kirchgessner M (2000) Evaluation of the cobalt requirement of beef cattle based on vitamin B12, folate, homocysteine and methylmalonic acid. *British Journal of Nutrition* 84:645–653.
- [22]. Tiffany M and Spears J (2005) Differential responses to dietary cobalt in finishing steers fed corn-versus barley-based diets. *Journal of Animal Science* 83:2580-2589.
- [23]. Tiffany ME, Spears JW, Xi L and Horton J (2003) Influence of dietary cobalt source and concentration on performance, vitamin B status, and ruminal and plasma metabolites in growing and finishing steers. *Journal of animal science* 81(12):3151-3159.
- [24]. Wang RL, Kong XH, Zhang YZ, Zhu XP and Jia ZH (2007) Influence of dietary cobalt on performance, nutrient digestibility and plasma metabolites in lambs. *Animal Feed Science and Technology* 135(3):346-352.
- [25]. Patel PK, Edwards HM and Baker DH (1997) Removal of vitamin and trace mineral supplements from broiler finisher diets. *Journal Applied Poultry Research* 6: 191-198.
- [26]. Regilda SDR, Moreira JFF, Zapata MDF, Mria DFF, Fuentes EM and Sampaio GAM (1998) The effect of dietary vitamin and mineral supplements withdrawal on broiler carcass yield and meat composition. *Ciencia Tecnologia Alimentaria* 18: 192-198.
- [27]. Ruiz N and Harms RH (1990) The lack of response of broiler chickens to supplemental niacin when fed a corn-soya bean meal diet from 3 to 7 weeks of age. *Poultry Science* 69: 2231-2234.
- [28]. SAS (2003) SAS user's guide. Release 9.1. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.
- [29]. Skinner JT, Waldroup AL and Waldroup PW (1992) Affects of removal mineral supplements from grower and finisher diets on live performance and carcass composition of broilers. *Journal Applied Poultry Research* 1: 280-286.
- [30]. Waldroup PW, Bowen TE, Morrison HL, Hull SJ and Tollett VE (1991) The influence of EDTA on performance of chicks fed corn-soybean meal diets with and without trace mineral supplementation. *Poultry Science* 47: 956-960.



**Journal of
Animal Production**
(College of Abouraihan – University of Tehran)
Vol. 20 ■ No. 1 ■ Spring 2018

Effect of level and source of cobalt on serum biochemistry, hematology and performance of male goat kids

Seyed Amir Hossein Dezfoulian¹, Hasan Aliarabi^{2}*

1. Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: June 29, 2016

Accepted: April 22, 2017

Abstract

To evaluate the effect of cobalt source and level on blood parameters and performance, 30 indigenous breed male goat kids of 3-5 months age, with an average BW of 17.8 ± 2.5 kg were assigned to five treatments in a completely randomized design: 1. Basal diet containing 0.076 mg Co/kg DM (Control), 2. basal diet + 0.25 mg Co/kg DM as Co-sulphate (sulphate 0.25), 3. basal diet + 0.5 mg Co/kg DM as Co-sulphate (sulphate 0.5), 4. basal diet + 0.25 mg Co/kg DM as co-glucoheptonate (glucoheptonate 0.25), 5. basal diet + 0.5 mg Co/kg DM as Co-glucoheptonate (glucoheptonate 0.5). Goat kids receiving 0.5 ppm of Co from glucoheptonate had higher DMI compared to control. Final body weight and average daily gain was affected by the level of Co supplement and was significantly higher in 0.5 ppm receiving treatments. However, feed conversion ratio did not differ significantly between treatments and differences were only numerical. Cobalt supplements affected serum glucose and vitamin B₁₂ and the highest difference was for glucoheptonate 0.5 treatment. Although the glucoheptonate 0.5 treatment differed significantly with control, there were no significant differences with other treatments. Cobalt treatments had no significant effect on serum biochemical and hematological parameters. In general, the level of cobalt had a significant effect on goat performance given that higher levels of cobalt caused greater dry matter intake and average daily gain. The results of the present study showed that the requirement level of 0.07 mg/d for goats is marginally adequate and the organic Co source performed better in the rumen for vitamin B₁₂ synthesis and consequently glucose and goat performance was better at 0.5 as compared to 0.25 mg Co/Kg DM.

Keywords: cobalt, fattening ration, glucose, goat kid, vitamin B₁₂.