Archive of SID

مجله کشاورزی، دوره 9، شماره 2، پاییز 1386، صص 46-37

اثر سطوح مختلف مکمل معدنی مولیبدن، گوگرد و آهن بر جذب مس و کیفیت الیاف بز مرخز و گوسفند سنجابی

محمد مهدی معینی [*]، منوچهر سوری [**]، فردین هژبری [**] و ابراهیم نوریان [***]

چکیده

در این پژوهش اثر سطوح مختلف مکمل مولیبدن، گوگرد و آهن بر متابولیسم و جذب مس و همچنین خصوصیات کیفی الیاف بررسی شد. بدین منظور از تعداد چهار رأس بز نر مرخز یک ساله با میانگین وزن (2±)31 و چهار رأس گوسفند نر سنجابی 11 ماهه با میانگین وزن (2/1±)33 کیلوگرم استفاده شد. دام‌ها در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شده و پس از دوره عادت‌پذیری به جیره پایه (شامل یونجه، ذرت و جو)، مکمل گوگرد (2/5-1 گرم) سولفات آهن (400-100 میلی‌گرم) و آمونیوم مولیبدات (30-5 میلی‌گرم) به هر کیلوگرم کنسانتره اضافه شد. به منظور اندازه‌گیری میزان مس و تیومولیبدات مس پلاسما در هر سه هفته یک بار خون-گیری انجام شد. برای اندازه‌گیری مس، قطر و رشد الیاف از سطح پوست و از پهلوی سمت چپ هر حیوان با استفاده از یک کلیشه 10 در 10 سانتی‌متر نمونه‌های الیاف برداشت شد. با افزایش مکمل عناصر معدنی در جیره، مس پلاسما به‌تدریج کاهش یافت و در سطح 30-25 میلی‌گرم مولیبدن و 2/5-2 گرم گوگرد در کیلوگرم ماده خشک جیره، علایم بالینی کمبود مس با کاهش شفافیت و رنگدانه‌های الیاف ظاهر شد. این علایم در حیوانات مورد آزمایش که از جیره پایه حاوی 8-7 میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک استفاده می‌کردند پس از چهار ماه مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف بیش از 30-25 میلی‌گرم مولیبدن به همراه 2/5 گرم گوگرد و 400 گرم آهن در جیره روزانه گوسفند و بز موجب کاهش سطح مس در خون و الیاف شد. حساسیت بز مرخز به افزایش این مواد معدنی بیش از گوسفند و علایم بالینی و تغییرات الیاف در بز مرخز زودتر مشاهده شد.

کلمات کلیدی : آهن، الیاف دامی، بز مرخز، گوسفند سنجابی، گوگرد، مس، مولیبدن

[*] - استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه - ایران (mmoeini2008@yahoo.com)

[**] - استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه - ایران

[***] - مربی، گروه دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه رازی، کرمانشاه - ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تأثیر کمبود مواد معدنی و یا عدم تعادل آن‌ها بر رشد، تولید و تولیدمثل دام‌ها بسیار زیاد است. عوامل متعددی در قابلیت دسترسی حیوانات به مواد معدنی (از جمله اثر متقابل بین مواد معدنی) مؤثر می‌باشند. تغییر در روش نگهداری دام‌ها (به‌ویژه تغییر از سیستم بسته به مرتع) می‌تواند از عوامل مهم در عدم تعادل و کاهش مواد معدنی در بدن باشد. لذا اکثر گزارشات موجود در مورد بروز علایم کمبود و یا زیاد بودن عناصر معدنی در حیوانات موجود در مرتع می‌باشد (11، 12 و 14).

مس از عناصر معدنی کم نیاز است که کمبود آن باعث بروز علایم بالینی (نظیر کاهش خصوصیات کیفی و مقدار الیاف دامی) می‌شود. علایم کمبود مس در بدن نه تنها با کمبود این عنصر در غذای دام بلکه در اثر وجود بعضی دیگر از عناصر معدنی به‌ویژه مولیبدن و گوگرد (دارای اثرات متقابل با مس) بروز می‌نماید. علی‌رغم این‌که افزایش آهن در جیره غذایی موجب کاهش جذب مس می‌شود ولی وجود 400 میلی‌گرم آهن در کیلوگرم ماده خشک جیره موجب بروز علایم بالینی در گاو و گوسفند نمی‌شود (2، 9 و 10).

در حیوانات نشخوارکننده درصورت وجود مقادیر زیاد عناصر مولیبدن و گوگرد در جیره غذایی و یا از طریق بلع خاک، جذب مس دچار مشکل می‌شود. نحوه واکنش حیوانات به تغییرات جیره غذایی و یا مقدار عناصر معدنی بستگی به گونه، نژاد و ذخیره کبدی آن‌ها دارد. قابلیت جذب عناصر معدنی به عوامل دیگری نظیر عامل فردی و همچنین روشهای اندازه‌گیری بستگی دارد. اثر متقابل عناصر معدنی مولیبدن و گوگرد علاوه بر کاهش قابلیت جذب مس موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های وابسته به مس (نظیر سرولوپلاسمین) و درنتیجه موجب کاهش تولید و تولیدمثل دام‌ها و بروز علایم بالینی و یا تحت بالینی می‌گردد. شدت این اختلالات بستگی به تولید کمپلکس غیرقابل حل تیومولیبدات مس دارد (7 و 10).

در پژوهش حاضر اثر سطوح مختلف مولیبدن، گوگرد و آهن بر جذب مس و بروز علایم بالینی و خصوصیات کمی و کیفی الیاف دامی در گوسفندان سنجابی و بز مرخز بررسی شد. میزان حساسیت و تحمل این دام‌ها نسبت به افزایش این عناصر اصلی آنتاگونیست با مس در شرایط پرورش در جایگاه بسته بررسی شد.

مواد و روشها

حیوانات و جیره غذایی

در این آزمایش چهار رأس بز نر مرخز یکساله با میانگین وزن (2±) 31 کیلوگرم و چهار رأس گوسفند نر سنجابی 11 ماهه با میانگین وزن (2/1 ±) 33 کیلوگرم به طور تصادفی از گله‌های اصلی جدا و در واحد گوسفندداری دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی نگهداری شدند. دام‌ها در جایگاه‌های انفرادی قرار گرفتند و پس از گذراندن دوره عادت‌پذیری (15 روز) به محیط و جیره پایه (متشکل از یونجه و جو و ذرت) در حد

www.SID.ir

Archive of SID

نگهداری تغذیه شدند. این جیره غذایی حاوی 7-8 میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک بود (جدول 1). جیره غذایی دام‌ها روزانه در دو نوبت صبح و عصر در اختیار دام‌ها قرار گرفت و پس از دوره عادت‌پذیری، هر سه هفته یک بار مکمل مواد معدنی (شامل آمونیوم مولیبدات، گوگرد و سولفات آهن) به کنسانتره اضافه شد (جدول 1). برای تسریع در کاهش مس خون و بروز علایم بالینی هر سه هفته یک بار مقدار مکمل افزایش یافت. برای اطمینان از توزیع یکنواخت عناصر، مقادیر مواد معدنی موردنظر در 0/5 کیلوگرم کنسانتره به طور کامل مخلوط و سپس در مقادیر بیشتر کنسانتره مخلوط شد.

توزین دام و نمونه‌برداری از پشم

دام‌ها در شروع آزمایش و سپس هر سه هفته یک نوبت در سه روز متوالی توزین شدند.

قبل از شروع آزمایش (مرحله صفر) و سپس هر سه هفته یک بار از الیاف دام‌ها برای اندازه‌گیری مقدار مس، نمونه‌برداری شد. بدین منظور از پهلوی دام‌ها با استفاده از یک قاب 10 در 10 سانتی‌متری نمونه‌های پشم از انتهای پوست چیده شد. وزن و طول تارها اندازه‌گیری و برای تعیین قطر الیاف در کیسه‌های مخصوص، به آزمایشگاه مرکز تحقیقات علوم دامی کشور فرستاده شد. در هفته هشتم یکی از بزها به دلیل بیماری و کاهش شدید وزن از آزمایش خارج شد.

نمونه‌گیری خون و آماده نمودن پلاسما

قبل از شروع آزمایش (مرحله صفر) و هر سه هفته یک بار، سه ساعت پس از وعده خوراک صبح از سیاهرگ ورید دام‌ها خون‌گیری شد. برای جلوگیری از انعقاد خون تا زمان جدا کردن پلاسما از ماده EDTA استفاده شد (12 و 14). با استفاده از سانتریفیوژ (3000 دور در دقیقه به مدت 15 دقیقه) پلاسمای نمونه‌های خون جدا و به تیوپ‌های مخصوص برای ذخیره شدن در فریزر منتقل شدند. سپس 0/5 میلی‌لیتر از هر نمونه برداشته و در لوله جدید ریخته شد و سپس 4/5 میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر به آن اضافه شد و برای اندازه‌گیری پارامترهای موردنظر از دستگاه جذب اتمی استفاده شد (3).

اندازه‌گیری اسید تری‌کلرواستیک - مس

مقدار دو میلی‌لیتر از پلاسما را پس از خارج کردن از فریزر و ذوب شدن کامل برداشت و دو میلی‌لیتر محلول TCA (10 گرم در 100 میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر) به آن اضافه شد و سپس با سرعت 3000 دور در دقیقه به مدت 15 دقیقه سانتریفیوژ شد. از قسمت شفاف نمونه سانتریفیوژ شده به مقدار 0/5 میلی‌لیتر جدا نموده و به آن دو میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر اضافه گردید. از دستگاه جذب اتمی برای اندازه‌گیری استفاده شد.

باتوجه به اینکه اسید تری‌کلرواستیک (TCA) کمپلکس‌های مس پروتیینی را شسته و رسوب می‌دهد، از تفریق مقدار مس پلاسما و TCA، مقدار تیومولیبدات مس (CuMoS) برآورد گردید (14).

آماده کردن استانداردها

باتوجه به این‌که مقدار سطح مس در خون به صورت قسمت در میلیون (ppm) و یا میکروگرم

www.SID.ir

Archive of SID

در میلی‌لیتر درنظر گرفته می‌شود، استانداردهای موردنظر در حد 0/05، 0/2، 0/1 و 0/5 میلی‌گرم در لیتر تهیه و سپس داده‌ها به ماکرومول بر لیتر تبدیل شد. نمونه‌های پلاسما و الیاف پس از شستشو و هضم در اسیدنیتریک برای اندازه‌گیری مس به آزمایشگاه گروه شیمی دانشگاه رازی ارسال و با استفاده از دستگاه جذب اتمی با استانداردهای فوق اندازه‌گیری شدند.

برای مقایسه میانگین‌های مس و تیومولیبدات مس پلاسما از آزمون t و مقایسه میزان مس موجود در الیاف و بررسی تغییرات قطر الیاف از تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

جدول 1 - مقدار مکمل معدنی اضافه شده به جیره روزانه (ماده خشک)

هفته	گوگرد (کیلوگرم/گرم)	آهن (کیلوگرم/میلی‌گرم)	مولیبدن (کیلوگرم/میلی‌گرم)
1	1/0	40	5
3	1/0	100	10
6	1/5	200	15
9	1/5	300	20
12	2/0	400	20
15	2/0	400	25
18	2/5	400	30

خوراک روزانه هر دام شامل 800-700 گرم یونجه و 120-100 گرم کنسانتره (مخلوط جو و ذرت) بود.

نتایج و بحث

تغییرات وزن دام‌ها در جدول (2) ارایه شده است. میانگین وزن دام‌ها در ابتدای آزمایش مقداری افزایش و سپس کاهش یافت ($P< 0/05$). مولیبدن در مقدار کم با اثر بر فعالیت مولیبدوآنزیم‌ها بر افزایش وزن دام‌ها اثر مثبت داشته است اما با افزایش مقدار آن در جیره اثر منفی آن ظاهر شده است که با سایر گزارشات نیز تطابق دارد. به نظر می‌رسد علایم تحت بالینی کمبود مس با کاهش رشد و اختلالات آنزیمی ارتباط داشته باشد (9 و 10).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2 - تغییرات وزن دام‌ها در طول دوره آزمایش (کیلوگرم)

حیوان	هفته							P
	1	3	6	9	12	15	18	
گوسفند	33 ± 2/1	34 ± 2/2	34/2 ± 1/8	33/7± 1/9	33/0± 2/4	32/5± 2/1	32/0± 2/2	*
بز	31 ± 2/0	33 ± 2/1	33/6±2/0	33/3± 2/4	32/4± 2/6	32/1± 2/3	31/2± 1/7	*

تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف در سطح 5 درصد معنی‌دار است.

علایم بالینی کمبود مس

مقدار مس پلاسما با اضافه کردن مواد معدنی آنتاگونیست با مس به جیره روزانه حیوانات، به‌طور نسبی کاهش یافت. ولی این تغییرات تا آخرین مراحل آزمایش (تا چهار ماه پس از شروع) معنی‌دار نبود (جدول 3).

در مرحله پنجم آزمایش یعنی زمانی‌که حدود 25-30 میلی‌گرم مولیبدن و 2/5 گرم گوگرد و 400 میلی‌گرم آهن به هر کیلوگرم ماده خشک جیره اضافه شد تفاوت مس و TCA پلاسما معنی‌دار بود که افزایش سطح تیومولیبدات در خون را نشان می‌دهد (نمودار 1 و 2). از هفته پانزدهم تفاوت میزان مس پلاسما و تیومولیبدات نسبت به مراحل قبل معنی‌دار بود ($p<0/05$). در این مرحله با کاهش سطح مس پلاسما به کمتر از 10-12 ماکرومول در لیتر علایم تحت بالینی (شامل تغییر نسبی در شفافیت و رنگ تارهای پشم و موهر) ظاهر شد که با سایر گزارشات مطابقت دارد (11 و 14). بروز این علایم در بزها بیش از گوسفندان بود. در مطالعات دیگر نیز نشان داده شده است که بین گونه‌ها و نژادها و حد تحمل آنها در پاسخ به مکمل مس تفاوت وجود دارد (8 و 14).

در یک تحقیق نشان داده شد که علایم بالینی کمبود مس در گوسفندان پنج ماه پس از دادن عناصر معدنی مولیبدن، گوگرد و آهن ظاهر شد (7 و 8). در این آزمایش ابتدا با نمونه‌برداری از کبد بروش بیوپسی مقدار تقریبی ذخیره کبدی مس تعیین شد. سپس ذخیره کبدی مس با استفاده از خوراک عاری از مس به‌طور نسبی تخلیه شد. مقادیر مس خوراک نیز کنترل و از خوراک عاری از مس (درحد کمتر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم) استفاده شد. با توزین عناصر مولیبدن، آهن و گوگرد به‌ترتیب پنج و 400 میلی‌گرم و 2/5 گرم در هر کیلوگرم ماده خشک خوراک پس از شش هفته سطح پلاسمای خون به کمتر از 12 میکرومول در لیتر و سرولوپلاسمین پلاسما به

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3 - میانگین مس پلاسما و تیومولیبدات مس در مراحل مختلف خونگیری (ماکرومول بر لیتر)

هفته	گوسفند		بز	
	مس پلاسما	TCA پلاسما	مس پلاسما	TCA پلاسما
شروع آزمایش	15/2^{b} ± 1/0	14/8^{a} ± 1/1	14/8 ± 0/9	14/5^{a} ± 1/1
3	14/7^{b} ± 0/8	14/4^{a} ± 0/9	14/6 ± 1/0	14/3^{a} ± 1/2
6	13/7^{b} ± 0/9	13/2^{a} ± 1/0	13/7 ± 0/9	12/9^{a} ± 0/8
9	13/6^{ab} ± 0/8	12/8^{ab} ± 0/9	13/7 ± 1/1	12/4^{ab} ± 0/9
12	12/8^{a} ± 0/7	11/6^{ab} ± 0/8	13/1^{a} ± 0/7	11/6^{b} ± 0/9
15	12/4 ^{a} ± 0/8	11/1^{b} ± 0/9	12/4 ^{a} ± 0/7	۱۰/8^{b} ± 0/9
18	11/7 ^{a} ± 0/9	9/7^{b} ± 0/7	11/4 ^{a} ± 0/7	9/3 ^{b} ± 0/6

در هر ستون تفاوت ارقام دارای حروف متفاوت معنیدار است ($p < 0/05$).

شش میلیگرم در 100 میلیلیتر کاهش یافت و علایم بالینی کمبود مس با بیرنگ شدن تارهای پشم و کاهش جعد ظاهر گردید. محققین متعددی نیز گزارش نمودهاند که همبستگی مس پلاسما و فعالیت آنزیم سروپلاسمین زیاد است (6 و 10) و علایم کلینیکی کمبود مس با تولید کمپلکس تیومولیبدات و کاهش فعالیت آنزیم سرولوپلاسمین در بدن بروز مینماید.

در این آزمایش گوسفندان سنجابی و بز مرخز با دریافت جیره معمولی حاوی 8-7 میلیگرم مس در کیلوگرم ماده خشک تا چهار ماه به مقادیر زیاد عناصر فوق مقاومت نشان دادند. یکی از عوامل مهم در این تحمل و تأخیر در بروز علایم کمبود، ذخیره کبدی حیوانات میباشد. حساسیت بز مرخز به افزایش مکمل عناصر معدنی بیش از گوسفند سنجابی و تغییرات کمی و کیفی الیاف موهر نیز زودتر آشکار و بیش از تغییرات تارهای پشم بود. محققین متعددی گرایش نمودهاند که هرچند که افزودن آهن به جیره گاو و گوسفند (بیش از 200 میلیگرم) باعث کاهش جذب مس میگردد اما موجب بروز علایم بالینی کمبود مس در گاو و گوسفند نشد (2، 9، 10 و 14). در این آزمایش نیز با افزودن حدود 400 میلیگرم آهن به جیره معمولی دامها، علایم بالینی مشاهده نشد.

در مورد اثر سطح و مقدار مس جیره بر فعالیت آنزیمهای مؤثر بر رشد و نمو و کیفیت الیاف دامی (بهویژه جعد و رنگ و شفافیت تارهای پشم و مو) مطالعات مختلفی انجام شده که نشان میدهد اثر کمبود نسبی مس بر مقدار مس الیاف و کیفیت الیاف دامی (بهویژه جعد و شفافیت و رنگدانهای الیاف) زیاد است(1 و 11).

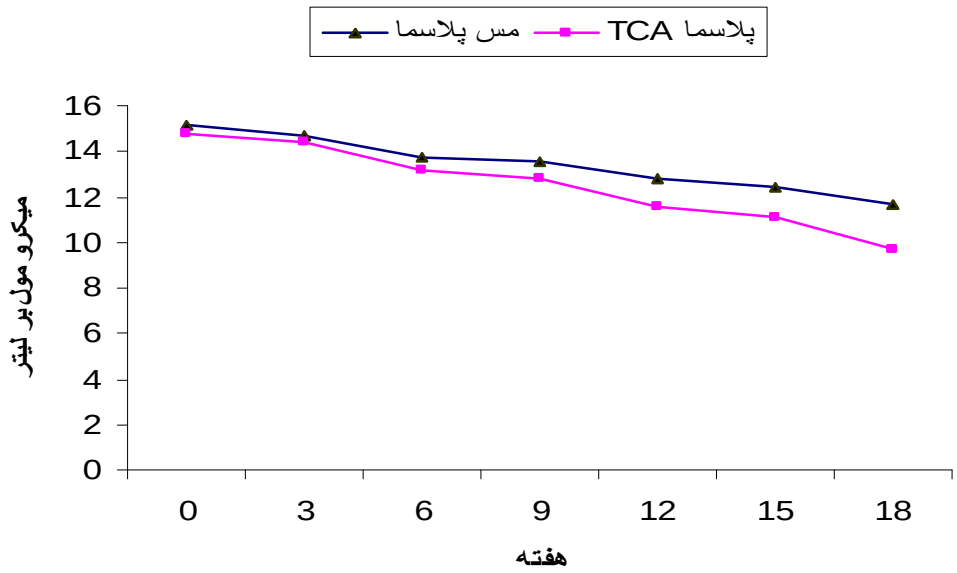
www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4 - میانگین مقادیر مس الیاف در طول آزمایش (میلی‌گرم در کیلوگرم)

هفته	گوسفند	بز
شروع آزمایش	$8/1^{a} \pm 0/85$	$7/63^{a} \pm 0/5$
9	$7/2^{a} \pm 0/73$	$6/35^{b} \pm 0/65$
18	$5/6^{b} \pm 0/85$	$4/17^{c} \pm 0/93$

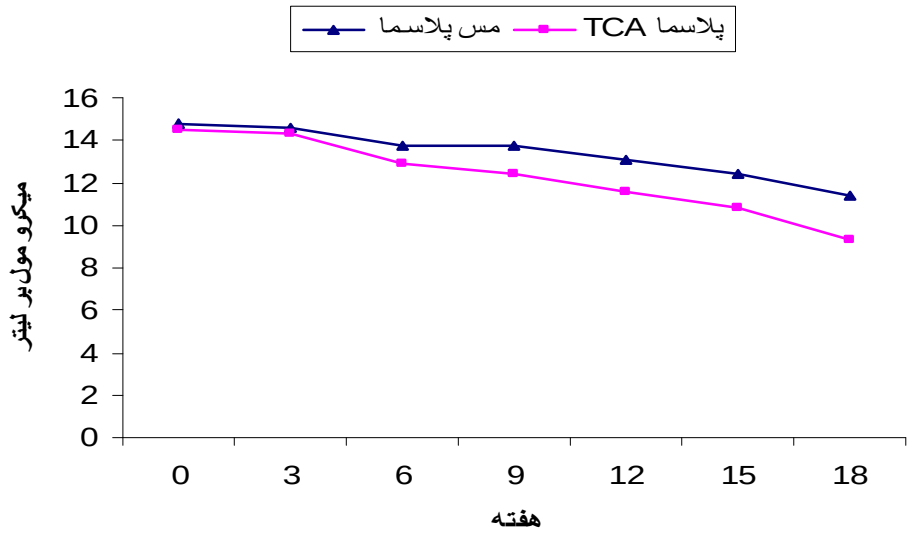
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح 5 درصد معنی‌دار است ($p < 0/05$).



نمودار 1 - میانگین مقدار مس و TCA پلاسما و برآورد تیومولیبدات مس در گوسفندان سنجابی

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار 2 - میانگین مقدار مس و TCA پلاسما و برآورد تیومولیبدات مس در بز مرغوز

در طول 120 روز طول تارهای الیاف در گوسفندان سنجابی 65-55 و در بزهای مرخز 58-51 میلی‌متر و تولید پشم شسته شده در گوسفندان سنجابی 16-14 و در بزهای مرخز 12-11 گرم در 100 سانتی‌متر مربع بود.

از نظر ظاهری، جعد و پیچش تارها کاهش یافت و کاهش شفافیت و بی‌رنگ شدن نسبی الیاف که از علایم مهم بالینی است در آخرین مراحل آزمایش نمایان شد.

رشد پوشش در بزهای مرخز 2/5-1/3 و در گوسفندان سنجابی 3/4-2/6 گرم در روز برآورد شد. در طول مدت تحقیق الیاف پشم شکننده و قطر الیاف پشم افزایش یافت اما این تغییرات معنی‌دار نبود (جدول 5) ($p > 0/05$). اگر تفاوت مس پلاسما و TCA بیش از دو واحد باشد کاهش فعالیت سرولوپلاسمین را نشان می‌دهد (6 و 12). در یک تحقیق با آنالیز تعداد زیادی نمونه از دامداری‌های مختلف مشخص شد که همبستگی مقدار مس پلاسما و فعالیت سرولوپلاسمین زیاد است و مقدار مس پلاسما حدود دو برابر آنزیم

www.SID.ir

Archive of SID

سرولوپلاسمین می‌باشد (5). در شـرایط طبیعـی و مصرف مس در حد نیاز از طریق خوراک و آب نیز امکان اختلال در قابلیت دسترسی به مـس و بـروز علایم بالینی کمبود آن (نظیر کاهش مقدار تولیـد و کیفیت الیاف دام نظیر بی‌رنگ شدن الیـاف) وجـود دارد.

تشکر و قدردانی

از مدیریت دانشگاه رازی برای تأمین اعتبار لازم و مدیر و کارشناسان محترم گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و همچنین مدیر محترم گروه شیمی دانشکده علوم و مرکز تحقیقات علوم دامی کشور، تشکر می‌شود.

جدول 5 - میانگین قطر الیاف در طول دوره آزمایش (میکرون)

هفته	گوسفند	بز
3	35/98 ± 2/15	35/98 ± 2/15
6	35/65 ± 2/20	35/65 ± 2/20
9	36/75 ± 2/80	36/75 ± 2/80
12	36/38 ± 2/50	36/38 ± 2/50
15	35/98 ± 2/15	35/98 ± 2/15
18	35/98 ± 2/15	35/98 ± 2/15

منابع مورد استفاده

1 - علیدادی، ن.، احمدی پیدانی، ر.، برزگر، ا. و عصری رضایی، س. 1380. بررسی وقوع کمبود مس در گوسفندان چراگاه‌های ارومیه. پژوهش و سازندگی، 51 : 51-48.

www.SID.ir

Archive of SID

2 . Bremner I, Humphries WR, Phillippo M, Walker MJ and Morrice PC (1987) Iron-induced copper deficiency in claves Dose response relationship and interaction with molybdenum and sulphur. Animal Production 45: 403.

3 . Field AC (1957) Observations of copper deficiency in cattle in East Anglia. Vet. Rec. 69: 832.

4 . Howell MC and Cawthorne J (1985) Copper in animal and man. Vol. 2. CRC press, USA. 441 pp.

5 . Mackenzie AM, Illingworth DV, Jackson DW and Telfer SB (1997) A comparison methods of assessing copper status in animal. In; Trace element in man and Animals-Tema. P: 9.

6 . Mackenzie AM, Moeini MM and Telfer SB (1998) The effect of Cosecure on the conception rate and trace element status of dairy cattle. World Buiatric Association. Nutrition proceedings, AACV Sydney Australia. P: 1055.

7 . Moeini MM, Sanjabi MR and Telfer SB (2001) Thiomolybdate, the major factor on clinical copper deficiency. 11th ICPD Conference. Copenhagen, proceedings, Denmark. 12-16 Aug. (Abst.)

8 . Moeini MM and Souri M (2004) Copper, molybdenum, iron and sulphur interactions on clinical deficiency in sheep and goat, 23rd World Buiatrics Congress, Quebec, 2004, Canada (12-17 July) (Abst.).

9 . Moeini MM (1997) Copper, molybdenum, iron and sulphur interactions on clinical deficiency in dairy cattle and sheep. Ph.D. Thesis, University of Leeds, UK.

10 . Phillippo M, Humphries WR and Garthwaite PH (1987) The effect of dietary molybdenum and iron on copper status and growth in cattle. J. Agri. Sci., 109: 315.

11 . Suttle NF and Underwood EJ (1999) Mineral nutrition of livestock. CAB international. PP: 598.

12 . Suttle NF (1991) The interaction between copper, molybdenum and sulphur in ruminants nutrition. Annual Review of Nutrition 11: 121.

13 . Wiener G, Suttle NF, Field AC and Williams JA (1978) Breed differences in copper metabolism in Sheep. Jou. Agri. Sci. 91: 433.

14 . Zervas GP (1983) The prevention of Copper deficiency in ruminants by means of soluble glass rumen bullets. Ph.D. Thesis, University of Leeds.

www.SID.ir