Archive of SID

Iranian Journal of Animal Science
Vol 50, No 2, Summer 2019 (121-129)
DOI: 10.22059/ijas.2019.250147.653605

علوم دامی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸ (ص ۱۲۹-۱۲۱)

ارزیابی اثر تغذیه شکل کلاته عناصر معدنی کم‌مصرف بر تولید و ترکیبات شیر و فراسنجه‌های خونی گاوهای هلشتاین طی اوایل دوره شیردهی

سید پوریا شاه بدینی[۱]، مهدی دهقان بنادکی[۲*]، کامران رضا یزدی[۳] و محمد حسن نظران[۴]

۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته تغذیه نشخوارکنندگان، استاد و دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۴. شرکت دانش‌بنیان صدور احرار شرق، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۲۷)

چکیده

هدف این پژوهش، مطالعه اثر مکمل معدنی و کلاته عناصر کم‌مصرف بر تولید، ترکیبات شیر و فراسنجه‌های خونی گاوهای هلشتاین شیرده بود. گاوهای هلشتاین شیرده (۲۴ راس) به‌طور تصادفی در یکی از ۴ تیمار زیر قرار گرفتند: ۱) جیره پایه حاوی عناصر معدنی کم‌مصرف به فرم معدنی؛ ۲) ۵۵ میلی‌گرم آهن، ۱۲۵ میلی‌گرم مس، ۳۶۰ میلی‌گرم روی، ۳/۵ میلی‌گرم کروم، ۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲ میلی‌گرم سلنیوم و ۱۲ میلی‌گرم کبالت با تغذیه روزانه ۷ گرم از مکمل کلاته معدنی بن زا پلکس-۷؛ ۳) مقادیر مشابه از چهار عنصر روی، منگنز، مس و کبالت با تغذیه ۷ گرم مکمل کلاته آلی اویلا-۴ در روز؛ ۴) مقدار۷ گرم از مکمل کلاته آلی اویلا-۴ به‌همراه ۳/۵ گرم اویلا - کروم، ۲ گرم اویلا- سلنیوم، ۱ گرم اویلا- آهن تغذیه شد. این مطالعه ۳۵ روز طول کشید. خوراک مصرفی به‌طور روزانه و تولید شیر گاوها سه بار در روز ثبت شد. با وجود بالاتر بودن عددی تولید شیر خام در تیمار مکمل بن زا پلکس ۷، تأثیر معنی‌داری از تیمارها در تولید شیر، ترکیب اصلی شیر و میزان ماده خشک مصرفی و فراسنجه‌های شکمبه‌ای دیده نشد. غلظت گلوکز پلاسما در تیمارهای ۲ الی ۴ تمایل به کاهش (P=۰/۰۷) نشان داد. غلظت تری‌گلیسرید پلاسما در تیمارهای ۲ الی ۴ به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه کنترل کاهش یافت که نشانه افزایش زیست‌فراهمی عناصر تأمین‌شده به‌صورت کلاته در این پژوهش به‌خصوص کروم و مس می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تری‌گلیسرید، کلاته، گاو شیرده، گلوکز، عناصر کم‌مصرف.

Evaluation the effect of feeding chelated from trace mineral on yield and composition of milk and blood parameters of early lactating Holstein cows

Seyed Pouria Shahbedini[1], Mehdi Dehghan Banadaky[2*], Kamran Rezayazdi[3] and Mohammad Hassan Nazaran[4]
1, 2, 3. M. Sc. Student in Ruminant Nutrition, Professor and Associate Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4. Sodour Ahrar Shargh Co., Tehran, Iran
(Received: Jan. 20, 2018 - Accepted: Aug. 18, 2019)

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of mineral supplementation and chelates of trace elements on production, milk composition and blood parameters of lactating Holstein cows. Lactating Holstein cows (n=24) were randomly assigned to one of the following four treatments; 1) the basic diet include inorganic trace minerals (C), 2) 55 mg of iron, 125 mg of copper, 360 mg of zinc, 3.5 mg of chromium, 200 mg of manganese, 2 mg of selenium and 12 mg of cobalt with daily feeding of 7 g of Bonzaplex7 chelated mineral supplement (B), 3) the same amount of zinc, manganese, copper and cobalt was supplied with 7 gr of organic trace mineral supplement Availa4 (A), 4) feeding 7 gr of Availa 4 plus 3.5 gr of Availa-Cr, 2 gr of Availa-Se, 1gr of Availa-Fe (A+3). This study lasted 35 days. Daily feed intake and milk production (3X) were recorded. In spite of more numerical increase in milk yield in treatment B, no effect was observed on the production of milk, milk composition, dry matter intake and rumen metabolites. Plasma glucose concentration in treatments tended to decrease (P=0.07). Plasma triglyceride concentration decreased significantly in treatments (A), (B), (A+3) compared to group (C), present results could be related to increase bioavailability of trace minerals in chelated form specially chromium and copper in present study.

Keywords: Chelate, glucose, lactating cows, trace mineral, triglyceride.

* Corresponding author E-mail: dehghanb@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در گاوهای شیری مدرن، مدل بازده تولید قابل‌توجه است. در گله‌های گاو شیری با تولید بالا و میانگین تولید شیر بیش از ۱۵۰۰۰ کیلوگرم به ازای هر گاو، بیش از ۷۵ درصد انرژی مصرفی خوراک، صرف تولید شیر و دیگر عملکردهای بالای سطح نگهداری می‌شود. این سطح بالای تولید نیاز به کنترل عالی متابولیسم و فعل و انفعالات بین سیستم‌های کلیدی فیزیولوژیک برای حمایت همزمان از تولید بالا، سلامتی و ظرفیت تولید مثل دارد. عناصر معدنی یافت شده در پوسته زمین اغلب به‌عنوان مواد معدنی نامیده می‌شوند. بسیاری از این مواد معدنی برای رشد بهتر، عملکرد فیزیولوژیک و باروری در حیوانات جز ضروری از تغذیه می‌باشند. شانزده عنصر به‌عنوان عناصر معدنی کم‌مصرف ضروری شناخته شده‌اند. این طبقه‌بندی بر اساس غلظت پایین آن‌ها در بافت‌های حیوانات است، که معمولاً دارای رنج زیر میکرو مولار تا محدوه میکرو مولار هستند (Fraga, 2005). عناصر معدنی کم‌مصرف دارای چندین نقش حیاتی در سیستم‌های کلیدی مرتبط با عملکرد سیستم ایمنی، متابولیسم اکسیداتیو و متابولیسم انرژی در نشخوارکنندگان هستند. تا به امروز عناصر اصلی کم‌مصرف مورد علاقه و توجه محققین در جیره گاوهای شیری شامل، روی، مس، منگنز و سلنیوم بود، اگرچه داده‌هایی از نقش بالقوه کروم، کبالت و آهن در جیره نیز پشتیبانی می‌کند.

عناصر معدنی کم‌مصرف مانند، روی، مس، منگز و سلنیوم ضروری هستند. شواهد موجود نشان می‌دهد که عناصر کم‌مصرف می‌تواند متابولیسم اکسیداتیو و عملکرد سیستم ایمنی در گاوهای شیری را به‌خصوص در دوره انتقال و اوایل شیردهی تنظیم کند. نشان داده شده که کروم بر عملکرد سیستم ایمنی و متابولیسم انرژی در گاوها تأثیر دارد. در گاوهای شیری تغذیه شده با کروم طی دوره انتقال و اوایل شیردهی مدارکی دال بر بهبود عملکرد سیستم ایمنی، افزایش تولید شیر و کاهش آندومتریت سایتولوژیکال وجود دارد. عواملی که باعث پیچیده‌شدن سطح مورد نیاز عناصر معدنی کم‌مصرف در سطح مزرعه می‌شوند شامل، وجود تعداد زیادی آنتاگونیست مؤثر بر میزان زیست‌فراهمی عناصر معدنی کم‌مصرف و عدم اطمینان از میزان آن در تمام شرایط فیزیولوژیکی و شرایط مدیریت است، بنابراین، تعیین سطح مطلوب و منبع عناصر معدنی کم‌مصرف در هر موقعیت خاص همچنان به‌عنوان یک چالش است (Roche *et al*., 2013). عناصر معدنی کم‌مصرف مانند روی، منگنز، مس، کبالت نقش مهمی در سنتز پروتئین، متابولیسم ویتامین‌ها، عملکرد بافت پیوندی و عملکرد سیستم ایمنی دارند (Miller *et al*., 1988). تأمین عناصر معدنی کم‌مصرف از چند نظر در عملکرد و سلامتی حیوان، به‌عنوان مثال یکپارچگی سم، باروری، شیردهی، عملکرد ایمنی اثرات مهم دارد (Miller *et al*., 1988). برخی از تعاملات مواد معدنی در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان منجر به کاهش جذب عناصر معدنی کم‌مصرف موجود در جیره غذایی می‌شود (NRC, 2001). تفاوت در مقدار زیست فراهمی منابع کلاته آلی و کلاته معدنی عناصر معدنی کم‌مصرف توسط سطح آنتاگونیست‌ها Paripatananont & Lovell (1995) مانند آهن، گوگرد، مولیبدن و استرس تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Nockels *et al*., 1993). امروزه افزایش یا کاهش تجربی عناصر معدنی کم‌مصرف در خوراک، به‌عنوان وسیله‌ای برای تعیین دامنه مورد نیاز مواد معدنی در رشد دام‌ها، بهبود تولید، تولید مثل و تعیین کمبودها استفاده می‌شود. کمبود عناصر معدنی در خوراک، نارسایی در اخذ و جذب آن‌ها آسیب‌های جدی را در فعالیت‌های بیولوژیکی ایجاد نموده که منجر به ایجاد بیماری و کاهش تولیدات دامی می‌شود (Erdogan *et al*., 2004). هدف از اجرای این پژوهش مقایسه مصرف مکمل کلاته معدنی بن زا پلکس ۷ و مکمل کلاته آلی عناصر معدنی به‌صورت ترکیبات ۴ یا ۷ عنصری در جیره گاوهای شیرده بوده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه آموزشی- پژوهشی گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در جنوب شهر کرج انجام گرفت، مدت این آزمایش ۳۵ روز بود. در این آزمایش از گاوهایی با میانگین تولید

www.SID.ir

Archive of SID

شیر ۲/۷۲±۳۷/۴۳ کیلو و روزهای شیردهی ۲۸±۸۹ استفاده شد. گاوها از نظر سلامت قبل از شروع طرح توسط دامپزشک مزرعه معاینه شدند. میانگین دفعات زایش بین گروه‌های آزمایشی تقریباً یکسان بود. گاوها در جایگاه‌های انفرادی (Tie stall) و مسقف، دارای بستر لاستیکی نگهداری شدند. خوراک به‌صورت کاملاً مخلوط (TMR)[1] و در حد اشتها[2] در دو نوبت (در ساعت ۸:۰۰ و ساعت ۱۵:۰۰) در اختیار گاوهای شیرده قرار گرفت و جیره پایه در همه تیمارها یکسان بود. جیره بر اساس نرم افزار Amino Cow, Mepron Ration Evaluator 3.5 فرموله گردید. گاوها در ابتدای دوره وزن‌کشی شدند و در انتهای دوره نیز وزن‌کشی صورت گرفت. وزن‌کشی پس از شیردوشی صبح و قبل از در اختیار گذاشتن خوراک صورت پذیرفت. وضعیت نمره بدنی[3] در ابتدای دوره و انتهای دوره بر اساس روش Wildman *et al*. (1982) تعیین گردید. این مطالعه دارای ۴ جیره آزمایشی بود که به ترتیب شامل:

جیره ۱) جیره پایه دارای عناصر معدنی کم‌مصرف به فرم معدنی مطابق جداول نیاز غذایی گاو شیری (NRC, 2001) بود.

جیره ۲) مقادیر ۵۵ میلی‌گرم آهن، ۱۲۵ میلی‌گرم مس، ۳۶۰ میلی‌گرم روی، ۳/۵ میلی‌گرم کروم، ۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲ میلی‌گرم سلنیوم و ۱۲ میلی‌گرم کبالت با تغذیه روزانه ۷ گرم از مکمل کلاته معدنی بن‌زا پلکس ۷ (Bonzaplex7) تهیه شده در شرکت دانش بنیان صدور احرار شرق (تهران- ایران) به‌صورت مازاد بر مقدار جیره پایه تأمین شد.

جیره ۳) همین مقدار از چهار عنصر روی، منگنز، مس و کبالت با تغذیه ۷ گرم اویلا-۴ (Availa-4) در روز به‌ازای هر راس گاو تأمین شد.

جیره ۴) همین مقادیر از مواد معدنی کلاته آلی با تغذیه روزانه ۷ گرم اویلا-۴ + ۳/۵ گرم اویلا- کروم (Availa-Cr1000) + ۲ گرم اویلا- سلنیوم (Availa-Se1000) + ۱ گرم اویلا- آهن (Availa-Fe EU6%) تأمین شد.

فرم‌های کلاته آلی اویلا-۴ و مکمل کلاته معدنی بن زا پلکس ۷ به‌صورت سرک و مازاد بر مقدار تأمین شده از مکمل معدنی جیره پایه به جیره‌ها افزوده شد تا شرایط معمول تغذیه فارمی مشابه‌سازی شود (Kegley *et al*., 2012).

جدول ۱. مواد تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره پایه

Table 1. Ingredients and the chemical composition of basal diet

Ingredients (% DM basis)	
Alfalfa hay	18.5
Corn silage	20.0
Wheat straw	1.5
Barley grain	16.0
Maize grain	19.4
Soybean meal	11.8
Extruded soybean seed	2.8
Poultry meat meal	2.4
Wheat bran	3.2
Bentonite	0.8
Sodium bicarbonate	1.2
Calcium carbonate	0.3
Ca-salt fat powder	1.4
Vitamin-mineral premix*	0.4
White Salt	0.3
Chemical composition (in DM)	
NEL (Mcal/kg)	1.65
DM (% in as-sed)	55.2
OM (%)	94.6
CP (%)	16.4
RDP (% of CP)	35
EE (%)	4.8
NDF (%)	27.7
ADF (%)	16.1
NFC (%)	42.2
Ca (%)	0.84
P (%)	0.47
Mg (%)	0.24
Zn (ppm)	42
Mn (ppm)	35
Fe (ppm)	58
Cu (ppm)	15
Se (ppm)	0.4
I (ppm)	0.4
Co (ppm)	0.4

* هر کیلو از مخلوط مواد معدنی و ویتامینی شامل موارد زیر است: ۱۲۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین D3، ۶۰۰۰ واحد بین‌المللی از ویتامین E، ۲۰۰ میلی‌گرم بیوتین، ۱۵۰ میلی‌گرم کلسیم، ۴۰ گرم پتاسیم، ۳۰ گرم منیزیم، ۳ گرم منگنز، ۴ گرم روی، ۰/۵ گرم آهن، ۲ گرم مس، ۶۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۶۰ میلی‌گرم کبالت و ۲۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدانت BHT.

* Each kilogram of vitamin-mineral premix consisted of the following ingredients: 1,200,000 IU vitamin A, 200,000 IU vitamin D3, 6,000 IU vitamin E, 200 mg biotin, 150 mg Ca, 40 g P, 30 g Mg, 3 g Mn, 4 g Zn, 0.5 g Fe, 2 g Cu, 60 mg Se, 100 mg I, 60 mg Co and 2,000 mg Antioxidant BHT.

روش تهیه نمونه

نمونه‌گیری از خوراک به‌صورت دو روز در میان انجام شد و نمونه‌ها در کیسه‌های نایلونی قرار گرفت. در انتهای

1. Total mixed ration
2. Ad libitum
3. Body condition score

www.SID.ir

Archive of SID

دوره آزمایشی (روزهای ۳۱ و ۳۲) نمونه‌گیری از خون در باکس‌های انفرادی انجام شد. نمونه خون از سیاهرگ گردنی وداج[1] توسط لوله‌های تحت خلأ حاوی ماده ضد انعقاد هپارین گرفته شد. نمونه خون گرفته شده در فلاسک حاوی یخ قرار گرفت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه در مدت زمان ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شد، پلاسماهای به‌دست‌آمده برای هر حیوان از طریق پیپت جداگانه از ونوجکت خارج شد و در میکروتیوپ‌های ۱/۵ سی‌سی منتقل شد. نمونه پلاسما تا زمان انجام آنالیز در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد فریز و نگهداری شد. نمونه‌گیری از شیر، سه روز در هفته صورت گرفت و نمونه شیر در ظرف‌های حاوی پتاسیم دی کرومات قرار می‌گرفت و سریعاً برای آنالیز به آزمایشگاه منتقل می‌شد. رکوردبرداری تولید شیر به‌صورت روزانه انجام شد.

روش‌های آزمایشگاهی

آنالیز مربوط به ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام و چربی توسط روش AOAC (1990) محاسبه گردید. نمونه شیرهای گرفته شده پس از انتقال به آزمایشگاه برای بررسی میزان چربی، لاکتوز، پروتئین و کل مواد جامد شیر توسط دستگاه میلکو اسکن (Ekomilk: Milk analyzer type Milkana KAM98-2A) مورد آنالیز قرار گرفت. نمونه‌های پلاسمایی که در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز شده بودند، برای آنالیز گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، پروتئین کل از فریز خارج شدند و با استفاده از کیت پارس آزمون (تهران) و با استفاده از دستگاه الایزا ریدر (Hiperion-model: MPR4+) در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران مورد آنالیز قرار گرفتند. در انتهای دوره آزمایشی به‌منظور تعیین شاخص‌های شکمبه‌ای، حدود چهار ساعت بعد از خوراک‌دهی به‌وسیله لوله مری متصل به ارلن مایر و پمپ مکنده نمونه‌برداری از مایع شکمبه گاوها صورت گرفت. برای کاهش اثرات بزاق بر pH مایع شکمبه بخش اولیه مایع شکمبه دور ریخته شد. نمونه مایع شکمبه با استفاده از پارچه متقال چهارلایه صاف گردید و pH آن بلافاصله با استفاده از pHمتر قابل حمل (Sentron, model A102-003) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های مایع شکمبه مورد استفاده برای اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه به‌وسیله افزودن ۱ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۵۰ درصد به ۵۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه تا زمان اندازه‌گیری نگهداری شد. غلظت آمونیاک مایع شکمبه با استفاده از روش Crooke & Simpson (1971) توسط دستگاه UV spectrophotometer (Shimadzu UV-2100) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD)[2] با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱، ۲۰۰۳) و رویه‌های MIXED و GLM انجام شد. آزمون معنی‌داری میانگین مربعات با استفاده از روش توکی-کرامر انجام پذیرفت. مدل آماری برای هر یک از داده‌های تکرار شونده در زمان و سایر داده‌ها تعریف شد. سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ تعیین شد.

رابطه آماری برای داده‌هایی که در دوره‌های زمانی پر شمار تکرار شدند (تولید و ترکیبات شیر و مصرف خوراک) با رابطه‌ی۱ محاسبه شد.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \delta_{ij} + P_k + (TP)_{ik} + e_{ijk} \qquad (۱)$$

Y_{ijk}= مقدار مشاهده‌شده iامjk، μ= میانگین کل، T_i= اثرات تیمار i ام (اثرثابت)، δ_{ij}= اثر تصادفی حیوان، P_k= اثر دوره نمونه‌گیری در زمان kام (اثر تصادفی)، T_P= اثر متقابل زمان نمونه‌گیری و تیمار، e_{ijk}= اثر اشتباه آزمایشی.

رابطه آماری برای داده‌هایی که تنها یک بار در زمان به‌دست آمد نیز از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \qquad (۲)$$

Y_{ij}= مقدار مشاهده‌شده ijام، μ= میانگین کل، T_i= اثرات تیمار iام (اثر ثابت)، e_{ij}= اثر اشتباه آزمایشی.

نتایج

در جدول ۲ نشان داده شده است که مقایسه میانگین ماده خشک مصرفی، تولید شیر، ترکیبات شیر، نمره

1. Jugular vein

2. Completely randomized design

www.SID.ir

Archive of SID

وضعیت بدنی در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت. آنالیز فراسنجه‌های خون نشان داد که اثر تیمار بر میزان گلوکز پلاسما تمایل به معنی‌داری (P=۰/۰۷۴) داشت و از نظر عددی میزان گلوکز پلاسما در تیمار ۴ نسبت به سایر تیمارها پایین‌تر بود. میانگین گلوکز پلاسما در تیمار ۴ به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (جدول ۳). میزان تری‌گلیسرید پلاسما در تیمارهای ۲، ۳ و ۴ نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. اما اثر تیمار بر کلسترول، نیتروژن اوره‌ای خون و پروتئین کل در پلاسما و نیز فراسنجه‌های سنجش شده در شکمبه معنی‌دار نبود (جدول ۳).

بحث

تجزیه آماری داده‌ها نشان داد (جدول ۲) سطوح مختلف مکمل عناصر معدنی کم‌مصرف اثر معنی‌داری بر میزان ماده خشک مصرفی نداشت. برخلاف نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، ماده خشک مصرفی[1] گاوهای تغذیه‌شده با مکمل‌های کلاته عناصر معدنی کم‌مصرف در مقایسه با مکمل عناصر معدنی کم‌مصرف کاهش یافت، اما این تا حد زیادی توسط تفاوت وزن بدن بین دو تیمار توضیح داده شد (Nemec *et al*., 2012). اما در تحقیقات همسان نشان داده شد که استفاده از عناصر معدنی کم‌مصرف در جیره اثری بر میزان ماده خشک مصرفی ندارد (Hackbart *et al*., 2010; Nunnery *et al*., 2007; Cope *et al*., 2009). نیاز حقیقی این عناصر کم‌مصرف به‌خصوص در سطوح بالای تولید هنوز به‌طور دقیق و مطمئن شناخته‌شده نیست، لذا با تغذیه مازاد بر نیازهای تعیین‌شده این عناصر محققین به‌دنبال یافتن اثرات سودمند هستند.

تجزیه آماری داده‌ها مربوط به تولید شیر نشان داد (جدول ۲) که سطوح مختلف مکمل عناصر معدنی کم‌مصرف اثر معنی‌داری بر میزان تولید شیر نداشت. برخلاف نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، Ballantine *et al*. (2002) افزایش در عملکرد شیردهی را زمانی که بخشی از مس، منگنز، روی و کبالت منبع سولفاته از طریق شکل آلی این مواد معدنی جایگزین شد گزارش کردند. افزایش در تولید شیر ممکن است تا حدی به نقش روی در تقسیم سلولی و سنتز پروتئین نسبت داده شود، افزایش روی می‌تواند یکپارچگی بافت اپیتلیال را مانند سرپستانک‌ها و بافت پستان بهبود دهد (Cook-Mills *et al*., 1993). میانگین تولید شیر در گاوهایی که مکمل هیدروکسی متیونین- مس ($(HMTBA)_2$-Cu)[2] را دریافت کردند بالاتر از دیگر تیمارها بود. این افزایش تولید شیر در گاوهایی که مکمل سولفات مس و هیدروکسی متیونین- مس (SM)[3] را دریافت کردند در روزهای ۴۰ تا ۸۰ آزمایش مشاهده شد و این حالت بلافاصله بعد از دو روز کمبود دانه‌های تخمیری در روزهای ۳۳ و ۳۴ و در طول واکسیناسیون در روز ۶۲ اتفاق افتاد. استنباط نویسنده این است که مکمل هیدروکسی متیونین‌مس در طول این چالش ممکن است به گاوها در مقابله با تنش کمک کرده باشد و این می‌تواند موجب بهبود در تولید شیر شود (Wang *et al*., 2012). در مطالعه Nemec *et al*. (2012) هیچ تأثیری از تیمارها در تولید شیر مشاهده نشد که نتایج این تحقیق موافق با نتایج به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر است.

تجزیه آماری داده‌های مربوط به ترکیبات شیر (جدول ۳) نشان داد که سطوح مختلف مکمل عناصر معدنی کم‌مصرف اثر معنی‌داری بر میزان ترکیبات شیر نداشت. برخلاف نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، Hayirli *et al*. (2001) گزارش کردند که افزایش کروم- متیونین موجب افزایش لاکتوز و چربی شیر می‌شود. McNamara & Valdez (2005) به این نتیجه رسیدند که میزان اضافی کروم ممکن است باعث افزایش استفاده از گلوکز توسط ارگان‌های وابسته به انسولین مانند ماهیچه و بافت چربی شود. بنابراین، حیوانات دریافت‌کننده کروم- متیونین قادر به افزایش تولید شیر بیشتر و پر شدن سریع‌تر بافت چربی هستند. اما در مطاله همسو با نتایج به‌دست‌آمده نشان داده شد درصد پروتئین، لاکتوز، چربی، مواد جامد غیر چربی و کل ماده جامد تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نداشت (Sobhanirad *et al*., 2010).

1. Dry matter intake

2. Methionine hydroxy Cu

3. Cu sulfate and (HMTBA)2- Cu

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تأثیر تغذیه عناصر معدنی کم‌مصرف بر ماده خشک مصرفی و تولید شیر، تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵٪ و ۴٪ چربی

Table 2. Effect of trace mineral nutrition on dry matter and milk production, Fat-corrected milk 3.5% and 4%

Parameters	Treatments*				SEM	P-value
	T1	T2	T3	T4		
Dry matter intake (Kg/d)	21.36	21.20	20.84	20.26	0.318	0.105
Milk, kg/d	34.38	36.46	35.81	35.83	1.237	0.682
3.5% FCM, kg/d	35.87	35.20	37.23	37.02	1.079	0.483
4% FCM, kg/d	33.20	32.59	34.42	34.25	0.984	0.493

* T1= گروه کنترل (مکمل عناصر معدنی کلاته کم‌مصرف را دریافت نکردند)، T2= مقادیر ۵۵ میلی‌گرم آهن، ۱۲۵ میلی‌گرم مس،۳۶۰ میلی‌گرم روی، ۳/۵ میلی‌گرم کروم، ۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲ میلی‌گرم سلنیوم و ۱۲ میلی‌گرم کبالت با تغذیه روزانه ۷ گرم از مکمل کلاته معدنی بن زا پلکس ۷، T3=همین مقدار از چهار عنصر روی، منگنز، مس و کبالت با تغذیه ۷ گرم اویلا-۴، T4= همین مقادیر مواد معدنی کلاته آلی با تغذیه روزانه ۷ گرم اویلا-۴ + ۳/۵ گرم اویلا- کروم + ۲ گرم اویلا- سلنیوم + ۱ گرم اویلا- آهن.

* T1= Control group (did not receive supplemental chelated minerals), T2= 55mg of iron,125mg of copper,360 mg of zinc,3.5mg of chromium, 200mg of manganese,2mg of selenium and 12mg of cobalt with daily feeding of 7 g of Bonzaplex7 chelated trace mineral supplement, T3= In this group, the same amount of zinc, manganese, copper and cobalt was supplied with 7gr of Availa-4 per day, T4= 7gr of Availa-4 organic trace mineral supplement plus 3.5gr of Availa-Cr, 2gr of Availa-Se, 1gr of Availa-Fe EU6%.

جدول ۳. تأثیر تغذیه عناصر معدنی کم‌مصرف بر ترکیبات شیر

Table 3. Effect of trace mineral nutrition on milk compounds

Milk composition	Treatments*				SEM	P-value
	T1	T2	T3	T4		
Fat, %	3.53	3.43	3.79	3.62	0.128	0.209
Fat, kg/d	1.26	1.22	1.35	1.31	0.053	0.327
Protein, %	3.39	3.37	3.40	3.28	0.047	0.311
Protein, kg/d	1.16	1.23	1.22	1.18	0.042	0.663
Lactose, %	4.92	4.90	4.90	4.76	0.070	0.290
Lactose, kg/d	1.69	1.78	1.77	1.71	0.062	0.650
SNF, %	8.98	8.94	9.01	8.69	0.127	0.303
SNF, kg/d	3.09	3.25	3.23	3.12	0.112	0.658

* T1= گروه کنترل (مکمل عناصر معدنی کلاته کم‌مصرف را دریافت نکردند)، T2= مقادیر ۵۵ میلی‌گرم آهن، ۱۲۵ میلی‌گرم مس،۳۶۰ میلی‌گرم روی، ۳/۵ میلی‌گرم کروم، ۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲ میلی‌گرم سلنیوم و ۱۲ میلی‌گرم کبالت با تغذیه روزانه ۷ گرم از مکمل کلاته معدنی بن زا پلکس ۷، T3=همین مقدار از چهار عنصر روی، منگنز، مس و کبالت با تغذیه ۷ گرم اویلا-۴، T4= همین مقادیر مواد معدنی کلاته آلی با تغذیه روزانه ۷ گرم اویلا-۴ + ۳/۵ گرم اویلا- کروم + ۲ گرم اویلا- سلنیوم + ۱ گرم اویلا- آهن.

* T1= Control group (did not receive supplemental chelated minerals), T2= 55mg of iron, 125mg of copper, 360 mg of zinc, 3.5mg of chromium, 200mg of manganese,2mg of selenium and 12mg of cobalt with daily feeding of 7 g of Bonzaplex7 chelated trace mineral supplement, T3= In this group, the same amount of zinc, manganese, copper and cobalt was supplied with 7gr of Availa-4 per day, T4= 7gr of Availa-4 organic trace mineral supplement plus 3.5gr of Availa-Cr, 2gr of Availa-Se, 1gr of Availa-Fe EU6%.

در مطالعه انجام شده مشخص شد (جدول ۴) که تأثیر تیمار بر میزان گلوکز پلاسما تمایل به معنی‌داری دارد. برخلاف نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق Besong *et al.* (1996) گزارش کردند که مکمل کروم هیچ تأثیری بر غلظت گلوکز پلاسما نداشت. اما در مطالعه همسو با نتایج به‌دست‌آمده نشان داده شد مکمل معدنی کروم باعث کاهش میزان گلوکز خون در بزهای نژاد بنگال شده است (Haldar *et al.*, 2009). کروم به‌عنوان بخشی از مولکول کارمودولین، در تقویت کردن عمل انسولین، بعد از اتصال هورمون انسولین به گیرنده نقش دارد (Amata, 2013). انسولین از سه طریق می‌تواند باعث کاهش گلوکز خون شود: ۱) افزایش میزان جذب گلوکز توسط سلول‌های حساس به انسولین (Haldar *et al.*, 2009)، ۲) افزایش سنتز گلیکوژن، ۳) کاهش گلوکونئوژنز[1] کبدی (Mostafa-Tehrani *et al.*, 2006). میزان ۴۰۰ میکروگرم کروم از مکمل کروم- متیونین در هر کیلوگرم جیره گوساله‌های پرواری باعث افزایش پاسخ انسولین به تزریق درون‌رگی گلوکز شده است (Kegley *et al.*, 2000).

در مطالعه انجام‌شده مشخص شد (جدول ۴) که تأثیر تیمارها بر میزان تری‌گلیسرید پلاسما معنی‌دار بود. برخلاف نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه فوق نشان داده شد، که دریافت کروم تأثیری روی پروفایل لیپیدی

1. Gluconeogenesis

www.SID.ir

Archive of SID

نداشت (Abdollahi *et al*., 2013). مشابه با نتایج آزمایش حاضر مکمل کروم، تری‌گلیسرید خون را کاهش داد (Yan *et al*., 2008). تأثیر کروم بر متابولیسم لیپیدها اگرچه قابل پیش‌بینی نیست ولی معمولاً به‌صورت کاهش متابولیت‌های تری‌گلیسرید و کلسترول و تغییر نسبت لیپوپروتئین‌ها در خون بروز می‌کند، که این می‌تواند حکایت از افزایش سنتز لیپیدها در بافت‌های محیطی داشته باشد (عملی که از انسولین قابل انتظار می‌باشد) (NRC, 1997). مکمل آلی کروم در گوساله‌های نر هلشتاین باعث کاهش میزان تری‌گلیسرید خون شده است (Besong *et al*., 2001). کروم باعث افزایش اتصال انسولین به گیرنده‌هایش در سطح کبد می‌شود و به این ترتیب میزان لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین و تری‌گلیسرید در خون کاهش می‌یابد، اما میزان لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا افزایش می‌یابد (Yan *et al*., 2008). در مطالعه انجام‌شده روی بزهای بنگال، مکمل معدنی کروم باعث کاهش میزان تری‌گلیسرید خون شده است (Haldar *et al*., 2009). همچنین، با توجه به وجود مس در هر ۳ تیمار، احتمالاً کاهش میزان تری‌گلیسرید به دلیل افزایش میزان زیست فراهمی مس می‌باشد. در برخی از مطالعات با استفاده از مکمل مس دلیل کاهش تری‌گلیسرید را افزایش زیست‌فراهمی مس تشخیص داده‌اند (Correa *et al*., 2012; Engle, 2011). کمبود مس منجر به انباشت اسیدهای چرب بلند زنجیر در تری‌گلیسرید بافت‌های مختلف موش‌های صحرایی شد. کمبود مس همچنین منجر به افزایش پراکسیداسیون لیپیدها به علت مهار فعالیت پراکسیداز و کاتالاز می‌شود (Abdel-Mageed & Oehme, 1990).

در مطالعه انجام‌شده نشان داده شد (جدول ۴) که استفاده از مکمل عناصر معدنی کم‌مصرف تأثیری بر نیتروژن اوره‌ای و پروتئین کل پلاسما نداشت ($P\geq$۰/۰۵) (جدول ۳). موافق با نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه فوق، تفاوت در نیتروژن اوره‌ای سرم ($P=$۰/۱۹) و پروتئین کل سرم ($P>$۰/۱) در تیمارهای مختلف مشاهده نشد (Wang *et al*., 2012). بر عکس، با این نتایج گزارش شد که مکمل کروم غنی‌شده با مخمر باعث افزایش میزان نیتروژن اوره‌ای و پروتئین تام خون در گوساله‌های پرواری شده است (Chang *et al*., 1992).

نتایج این مطالعه نشان داد (جدول ۴) مقدار pH شکمبه در بین تیمارهای مختلف دارای تفاوت معنی‌داری نیست. مطابق با نتایج فوق نشان داده شد، مکمل آلی کروم تأثیر معنی‌داری بر pH شکمبه در گوسفند نداشته است (Dallago *et al*., 2011). در مطالعه دیگری که از منابع کلاته روی استفاده کردند، نشان داده شد، تفاوت معنی‌داری در میزان pH مایع شکمبه ایجاد نشد (Hassan *et al*., 2011).

جدول ۴. تأثیر تغذیه عناصر معدنی کم‌مصرف بر فراسنجه‌های پلاسما و مایع شکمبه

Table 4. Effect of trace mineral nutrition on plasma and rumen liquid metabolites

Plasma metabolites	Treatments*				SEM	P-value
	T1	T2	T3	T4		
Glucose (mg/dl)	51.82	42.63	52.73	39.92	4.016	0.074
Triglyceride (mg/dl)	150.10[a]	98.72[b]	83.83[c]	100.62[b]	9.304	0.001
Blood urea nitrogen (mg/dl)	23.16	23.20	25.78	22.75	1.554	0.573
Total protein (g/dl)	7.72	6.69	6.85	6.87	0.544	0.404
Cholesterol (mg/dl)	351.11	309.67	305.05	299.26	25.88	0.453
NH3 (mg/dl)	15.04	14.35	16.61	17.75	3.411	0.857
pH	6.38	6.29	6.32	6.30	0.085	0.882

a, b, c, d: در هر ردیف، میانگین‌های دارای حروف غیرهمسان اختلاف معنی‌دار دارند ($P<$۰/۰۵).

T1= گروه کنترل (مکمل عناصر معدنی کلاته کم‌مصرف را دریافت نکردند)، T2= مقادیر ۵۵ میلی‌گرم آهن، ۱۲۵ میلی‌گرم مس،۳۶۰ میلی‌گرم روی، ۳/۵ میلی‌گرم کروم، ۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲ میلی‌گرم سلنیوم و ۱۲ میلی‌گرم کبالت با تغذیه روزانه ۷ گرم از مکمل کلاته معدنی بن زا پلکس۷، T3=همین مقدار از چهار عنصر روی، منگنز، مس و کبالت با تغذیه ۷ گرم اویلا-۴. T4= همین مقادیر مواد معدنی کلاته آلی با تغذیه روزانه ۷ گرم اویلا-۴ + ۳/۵ گرم اویلا-کروم + ۲ گرم اویلا- سلنیوم + ۱ گرم اویلا- آهن.

* T1= Control group (did not receive supplemental chelated minerals), T2= 55mg of iron, 125mg of copper, 360 mg of zinc, 3.5mg of chromium, 200mg of manganese, 2mg of selenium and 12mg of cobalt with daily feeding of 7 g of Bonzaplex7 chelated trace mineral supplement, T3= In this group, the same amount of zinc, manganese, copper and cobalt was supplied with 7gr of Availa-4 per day, T4= 7gr of Availa-4 organic trace mineral supplement plus 3.5gr of Availa-Cr, 2gr of Availa-Se, 1gr of Availa-Fe EU6%.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، که استفاده از مکمل کلاته معدنی عناصر معدنی کم‌مصرف (بن زا پلکس ۷) و کلاته آلی عناصر معدنی اویلا-۴ تأثیری روی میزان ماده خشک مصرفی و ترکیبات اصلی شیر ندارد. استفاده از مکمل کلاته آلی عناصر معدنی و مکمل کلاته معدنی عناصر کم‌مصرف موجب تمایل به کاهش در گلوکز پلاسما گشت و به‌طور معنی‌داری موجب کاهش تری‌گلیسرید پلاسما گردید که نشانه افزایش زیست‌فراهمی عناصر تأمین‌شده به‌صورت کلاته در این پژوهش بخصوص کروم و مس می‌باشد.

REFERENCES

1. Abdel-Mageed, A. B. & Oehme, F. W. (1990). A review of the biochemical roles, toxicity and interactions of zinc, copper and iron: I. Zinc. *Veterinary and Human Toxicology*, 32 (1), 34-39.
2. Abdollahi, M., Farshchi, A., Nikfar, Sh. & Seyedifar, M. (2013). Effect of chromium on glucose and lipid profiles in patients with type 2 diabetes; a meta-analysis review of randomized trials. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 16(1), 99-114.
3. Amata, I. A. (2013). Chromium in livestock nutrition: a review. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 2 (12), 289-306.
4. Ballantine, H. T., Socha, M. T., Tomlinson, Dpl Acan, D. J., Johnson, A. B., Fielding, A. S., Shearer, J. K. & van Amstel, S. R. (2002). Effects of feeding complexed zinc, manganese, copper, and cobalt to late gestation and lactating dairy cows on claw integrity, reproduction, and lactation performance. *The Professional Animal Scientist*, 18(3), 211-218.
5. Besong, S., Jackson, J., Trammell, S. & Amaral-Phillips, D. (1996). Effect of supplemental chromium picolinate on liver triglycerides, blood metabolites, milk yield and milk composition in early lactation cows. *Journal of Dairy Science*, 79 (Suppl 1), 97.
6. Besong, S., Jackson, J. A., Trammell, D. S. & Akay, V. (2001). Influence of supplemental chromium on concentrations of liver triglyceride, blood metabolites and rumen VFA profile in steers fed a moderately high fat diet1. *Journal of Dairy Science*, 84(7), 1679-1685.
7. Chang, X., Mowat, D. N. & Spiers, G. A. (1992). Carcass characteristics and tissue-mineral contents of steers fed supplemental chromium. *Canadian Journal of Animal Science*, 72 (3), 663-669.
8. Cope, C. M., Mackenzie, A. M., Wilde, D. & Sinclair, L. A. (2009). Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health. *Journal of Dairy Science*, 92(5), 2128-2135.
9. Correa, L. B., Zanetti, M. A., Del Claro, G. R., de Melo, M. P., Rosa, A. F. & Netto, A. S. (2012). Effect of supplementation of two sources and two levels of copper on lipid metabolism in Nellore beef cattle. *Meat Science*, 91(4), 466-471.
10. National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. (7^{th} rev. Ed.). National Academy of Sciences, Washington, DC.
11. National Research Council. (1997). *The role of chromium in Animal nutrition*. National Academy Press, Washington, DC.
12. Crooke, W. M. & Simpson, W. E. (1971). Determination of ammonium in Kjeldahl digests of crops by an automated procedure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 22(1), 9-10.
13. Dallago, B. S. L., McManus, C. M., Caldeira, D. F., Lopes, A. C., Paim, T. P., Franco, E., Borges, B. O., Teles, P. H. F., Correa, P. S. & Louvandini, H. (2011). Performance and ruminal protozoa in lambs with chromium supplementation. *Research in Veterinary Science*, 90 (2), 253-256.
14. Engle, T. E. (2011). Copper and lipid metabolism in beef cattle. A review. *Journal of Animal Science*, 89(2), 591-596.
15. Erdogan, S., Celik, S. & Erdogan, Z. (2004). Seasonal and locational effects on serum, milk, liver and kidney chromium, manganese, copper, zinc, and iron concentrations of dairy cows. *Biological Trace Element Research*, 98(1), 51-61.
16. Fraga, C. G. (2005). Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health. *Molecular Aspects of Medicine*, 26 (4), 235-244.
17. Hackbart, K. S., Ferreira, R. M., Dietsche, A. A., Socha, M. T., Shaver, R. D., Wiltbank, M. C. & Fricke, P. M. (2010). Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows. *Journal of Animal Science*, 88 (12), 3856-3870.
18. Haldar, S., Mondal, S., Samanta, S. & Ghosh, T. K. (2009). Effects of dietary chromium supplementation on glucose tolerance and primary antibody response against pestedespetitsruminants in dwarf Bengal goats (*Capra hircus*). *Animal*, 3 (2), 209-217.

www.SID.ir

Archive of SID

19. Hassan, A. A., El Ashry, G. M. & Soliman, S. M. (2011). Effect of supplementation of chelated zinc on milk production in ewes. *Food and Nutrition Sciences*, 2 (7), 706.
20. Hayirli, A., Bremmer, D. R., Bertics, S. J., Socha, M. T. & Grummer, R. R. (2001). Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84(5), 1218-1230.
21. Kegley, E. B., Galloway, D. L. & Fakler, T. M. (2000). Effect of dietary chromium-l-methionine on glucose metabolism of beef steers. *Journal of Animal Science*, 78 (12), 3177-3183.
22. Kegley, E. B., Pass, M. R., Moore, J. C. & Larson, C. K. (2012). Supplemental trace minerals (zinc, copper, manganese, and cobalt) as Availa-4 or inorganic sources for shipping-stressed beef cattle. *The Professional Animal Scientist*, 28(3), 313-318.
23. McNamara, J. P. & Valdez, F. (2005). Adipose tissue metabolism and production responses to calcium propionate and chromium propionate. *Journal of Dairy Science*, 88 (7), 2498-2507.
24. Mostafa-Tehrani, A., Ghorbani, G., Zare-Shahneh, A. & Mirhadi, S. A. (2006). Non-carcass components and wholesale cuts of Iranian fat-tailed lambs fed chromium nicotinate or chromium chloride. *Small Ruminant Research*, 63 (1), 12-19.
25. Nemec, L. M., Richards, J. D., Atwell, C. A., Diaz, D. E., Zanton, G. I. & Gressley, T. F. (2012). Immune responses in lactating Holstein cows supplemented with Cu, Mn, and Zn as sulfates or methionine hydroxy analogue chelates. *Journal of Dairy Science*, 95 (8), 4568-4577.
26. Nunnery, G. A., Vasconcelos, J. T., Parsons, C. H., Salyer, G. B., Defoor, P. J., Valdez, F. R. & Galyean, M. L. (2007). Effects of source of supplemental zinc on performance and humoral immunity in beef heifers. *Journal of Animal Science*, 85 (9), 2304-2313.
27. Paripatananont, T. & Lovell, R. T. (1995). Chelated zinc reduces the dietary zinc requirement of channel catfish, Ictalurus punctatus. *Aquaculture*, 133 (1), 73-82.
28. Roche, J. R., Bell, A. W., Overton, T. R. & Loor, J. J. (2013). Nutritional management of the transition cow in the 21st century–a paradigm shift in thinking. *Animal Production Science*, 53(9), 1000-1023.
29. Sobhanirad, S., Carlson, D. & Kashani, R. B. (2010). Effect of zinc methionine or zinc sulfate supplementation on milk production and composition of milk in lactating dairy cows. *Biological Trace Element Research*, 136 (1), 48-54.
30. Wang, F., Li, S. L., Xin, J., Wang, Y. J., Cao, Z. J., Guo, F. C. & Wang, Y. M. (2012). Effects of methionine hydroxy copper supplementation on lactation performance, nutrient digestibility, and blood biochemical parameters in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 95 (10), 5813-5820.
31. Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., Boman, R. L., Troutt, H. F. & Lesch, T. N. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*, 65 (3), 495-501.
32. Yan, X., Zhang, W., Cheng, J., Wang, R., Kleemann, D. O., Zhu, X. & Jia, Z. (2008). Effects of chromium yeast on performance, insulin activity, and lipid metabolism in lambs fed different dietary protein levels. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(6), 853.

www.SID.ir