نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد نهم، شماره اول، ۱۴۰۰
http://ejrr.gau.ac.ir
۵۵-۶۸
DOI: 10.22069/ejrr.2020.18424.1764

اثرات جایگزینی فرم غیرآلی منگنز، روی، مس و سلنیوم با منبع آلی آنها بر عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار نژاد هلشتاین

علیرضا کسیانی[۱]، *کامران رضایزدی[۲] ، مهدی ژندی[۲]
[۱]دانشجوی دکتری و [۲]دانشیارگروه علوم دامی، پردیس کشاورزی کرج ، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۲۹

چکیده

سابقه و هدف: عناصر معدنی کم مصرف نقش مهمی را در عملکرد رشد و سیستم ایمنی دام ایفا می کنند. امروزه این مواد از طریق مکمل‌های معدنی به فرم غیرآلی (نمک‌های معدنی) به خوراک دام افزوده می شوند. فرم غیرآلی مواد معدنی کم مصرف اغلب به دلیل ایجاد تداخل و رقابت بین عناصر، قابلیت دسترسی پایینی در دستگاه گوارش دارد. یکی از راهکارهای افزایش قابلیت دسترسی عناصر معدنی کم مصرف در دستگاه گوارش دام، استفاده از فرم آلی آنها (کیلاته با پپتید و اسیدهای آمینه)، در مکمل‌های معدنی می باشد برای این منظور اثرات منابع آلی مواد معدنی کم مصرف بر روی عملکرد دام مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این پژوهش بررسی اثرات جایگزینی فرم غیرآلی (معدنی) روی، مس، منگنز و سلنیوم با منبع آلی آنها بر مصرف خوراک آغازین و عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود.

مواد و روش‌ها: جهت انجام این پژوهش از ۳۰ راس گوساله شیرخوار نژاد هلشتاین (میانگین وزنی ۲± ۴۲ کیلوگرم) در دو گروه ۱۵ راسی شاهد و تیمار (۵ راس نر و ۱۰ راس ماده در هر گروه) استفاده شد و در قالب طرح کاملا تصادفی به مدت ۸۰ روز اجرا گردید. آزمایش از سن ٤ روزگی شروع شد و گوساله‌ها تا سن ۸۰ روزگی در جایگاه انفرادی نگهداری شدند. گوساله‌ها در سن ۷۰ روزگی از شیرگرفته شدند و به‌صورت هفتگی تا انتهای آزمایش وزن کشی شدند. در گروه تیمار عناصر مس، منگنز، روی به فرم کیلاته و سلنیوم به فرم سلنیوم مخمری و در گروه شاهد مس به فرم سولفاته، منگنز و روی به فرم اکسیده و همچنین سلنیم به شکل سلنیت سدیم به خوراک آغازین اضافه گردید همچنین مصرف خوراک آغازین به صورت روزانه اندازه گیری شد. فراسنجه‌های خونی و میزان سرمی مس، منگنز و روی و آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکساید دسموتاز در سرم خون در ابتدای آزمایش و در زمان از شیرگیری اندازه گیری شد. مدفوع گوساله‌ها در انتهای آزمایش جمع آوری شد و پس از آماده سازی نمونه‌ها به روش خاکستر مرطوب (انجمن رسمی شیمی‌دانان کشاورزی، ۹۸٤/۲۷) میزان عناصر مس، منگنز و روی اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در گوساله‌هایی که در خوراک آغازین آنها منبع آلی مس، منگنز، روی و سلنیوم اضافه شده بود، میانگین مصرف خوراک آغازین تا زمان از شیرگیری ۸۵/٦ گرم بالاتر و بازدهی مصرف خوراک آغازین ٦/٤٤ درصد بیشتر بود. همچنین افزایش وزن روزانه در این گروه نسبت به گروه شاهد ٦٦ گرم افزایش یافت و این تفاوت تمایل به معنی‌داری داشت

*نویسنده مسئول: rezayazdi@ut.ac.ir

(P<۰/۰۸). تفاوت معنی‌داری درمیزان فراسنجه‌های خونی، میزان سرمی مس و روی، آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپر اکساید دسموتاز، بتا هیدروکسی بوتیرات و ایمونوگلوبولین G در دو گروه مشاهده نشد و تنها میزان منگنز در سرم خون گوساله‌های گروه تیمار ۷ درصدبالاتر بود (P<۰/۰۵). نتایج این تحقیق نشان دادکه میزان دفع منگنز، روی و مس در گوساله‌های شیرخوار تغذیه شده با فرم آلی به‌ترتیب ۲۵، ۱۶ و ۲۲ درصد کاهش یافت (P<۰/۰۱).

نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد که جایگزین نمودن مکمل مس، منگنز، روی و سلنیوم با منبع آلی آنها تاثیر مثبتی در رشد و بازدهی مصرف خوراک آغازین گوساله‌های شیرخوار نژاد هلشتاین داشت لذا پیشنهاد می‌شود عناصر مس، منگنز، روی و سلنیوم کاملا به فرم آلی در مکمل‌های معدنی درخوراک آغازین گوساله‌های شیرخوار استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی، گوساله‌های شیرخوار، مواد معدنی منبع آلی.

مقدمه

اگرچه مواد معدنی کم مصرف[1] کمتر از ۰/۰۱ درصد وزن بدن دام را تشکیل میدهند ولی نقش آنها در عملکرد سلولهای زنده بسیار ضروری است. از مهمترین عناصر کم مصرف مس، روی، منگنزو سلنیوم هستند که در سنتز خون، ساختمان هورمون‌ها، عملکرد تولید مثل، سنتز ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و تکامل و توسعه سیستم ایمنی مورد استفاده قرار می گیرند (۲۷).از طرف دیگر کمبود این عناصر در نشخوارکنندگان جوان بیشتر مشاهده می‌شود. به‌عنوان مثال کمبود روی در گوساله‌ها موجب کاهش اشتها، مصرف خوراک، سرعت رشد و در نتیجه بازدهی خوراک می‌گردد (۳۹). کمبود منگنز می‌تواند موجب اختلال در رشد و ناهنجاری‌های اسکلتی گوساله‌های تازه متولد شده گردد. همچنین سلنیوم نقش حفاظتی سلولهای سیستم ایمنی (فاگوسیتیک) از آسیب اکسیداتیو در هنگام فعالیت تنفس سلولی، نشت رادیکال‌های آزاد از فاگولیزوزوم و سم زدایی نمودن موادحاصل از آن را داشته و موجب بهبود عملکرد ضد میکروبی سلولهای فاگوسیتیک می شود(۱۳). امروزه از نمک‌های غیرآلی (معدنی) این عناصر به صورت مکمل در تغذیه دام استفاده می شود. وجود بارالکتریکی در فرم غیرآلی منجر به ایجاد رقابت در جذب این عناصر در دستگاه گوارش شده و قابلیت دسترسی آنها را کاهش می‌دهد. به همین دلیل در سال‌های اخیر متخصصین تغذیه به مصرف منبع آلی عناصر کم مصرف روی آورده اند. مطالعات نشان می‌دهد که قابلیت دسترسی بهتر منابع آلی این عناصر در دستگاه گوارش موجب بروز اثرات مثبت بر روی دام شده است (۳۶). پینو و همکاران (۲۰۱۸) مشاهده کردند فرم آلی منگنز، مس و روی نسبت به فرم معدنی اثرمثبت بر عملکرد رشد تلیسه داشت (۲۹). در مطالعه درسلر و همکاران (۲۰۱۵) جایگزینی فرم آلی روی موجب افزایش فعالیت آنزیم سوپراکساید دسموتاز در سرم خون گوساله‌ها قبل از شیرگیری گردید(۶). مصرف فرم پروتئینه مس درمقایسه با فرم سولفاته در گاوهای شیری که دچار ورم پستان ناشی از اشرشیاکلی شده بودند، علائم کلینیکی ورم پستان را کاهش داد و بار میکروبی شیر نیز به طور معنی داری کاهش یافت (۳۵). هنری و همکاران (۱۹۹۲) مشاهده کردند که تغذیه فرم آلی منگنز، میزان منگنز پلاسما را افزایش داد(۱۶). تغذیه سلنیوم آلی موجب افزایش زیست فراهمی سلنیوم در بدن نسبت به فرم غیرآلی (سلنیت سدیم) میگردد (۲۵). اغلب مطالعات صورت گرفته نظیر مطالعه متاآنالیز ریبی و همکاران (۲۰۱۰)، اثر مثبت فرم آلی مس، روی، منگنز و سلنیوم برروی بهبود عملکرد تولید را اثبات می‌کند. این آزمایش

1. Trace minerals

بـر روی گوسـاله‌هـای شـیرخوار انجـام شـد چراکـه گوساله‌های شیرخوار بیشتر از بالغین دچار کمبود عناصـر کم مصرف می شوند و ظرفیت کمـی بـرای ذخیـره ایـن عناصر دارند تا بتوانند در هنگام کمبود از ذخـایر موجـود در بدن استفاده کنند از طرفی به علت گران قیمـت بـودن منابع آلی مس، روی، منگنـز و سـلنیوم و همچنـین عـدم انجـام مطالعـات کـافی اثـرات آنهـا بـر عملکـرد رشـد گوساله‌ها، موجب شده است تـا در مکمـل‌هـای معـدنی مورد استفاده جهت خوراک آغازین گوسـاله‌هـا، از منـابع غیرآلی این عناصر استفاده شود. بنابراین در این پـژوهش اثرات جایگزین نمودن کامل فـرم غیـر آلـی روی، مـس، منگنز و سلنیوم با منبع آلی برعملکرد رشـد گوسـاله‌هـای شیرخوار مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

حیوان مورد آزمایش و جیره‌های آزمایشی: در ایـن پژوهش از ۳۰ راس گوساله شیرخوار نژاد هلشتاین در دو گروه شاهد و تیمار استفاده شد و آزمایش در قالب طرح آماری کـاملا تصـادفی در مزرعـه پـرورش گـاو شیری شرکت کشت و صـنعت مـلارد شـیر در پـاییز سال ۱۳۹۸اجرا شـد. در هـر گـروه ۱۵ راس گوسـاله شیرخوار هلشتاین (۵ راس نر و ۱۰ راس ماده) متولـد شده از مادران چند بار زایش کرده با (میانگین وزنی ۲ ± ٤۲ کیلـوگرم) از سـن ٤ روزگـی انتخـاب و بـه صورت تصادفی در دو گـروه شـاهد و تیمـار تقسـیم شدند. گوساله‌ها به صورت انفرادی در باکس‌هـای بـا بستر پوشیده از کاه نگهداری شدند. شیر (براساس ۱۰ درصد وزن بدن) و خوراک آغازین به صورت آزاد در دو نوبت در اختیار هر گوساله قرارگرفت.

جیـره‌هـای آزمایشـی: جیـره‌هـای خـوراک آغـازین آزمایشی با استفاده از جدول انجمـن ملـی تحقیقـات (۲۰۰۱) تنظـیم و از لحـاظ مـواد خـوراکی و ترکیـب شیمیایی و برای تمام گوساله‌های شیرخوار یکسان بود (۲۷). جـدول ۱ ترکیـب شـیمیایی و انـرژی خـوراک آغازین آزمایشی را نشان می‌دهد.

در این آزمایش دو نوع مکمـل ویتامینـه و معـدنی به‌میزان ۲ درصد به خـوراک آغـازین اضـافه شـد کـه مقدار ویتامین‌ها و مواد معدنی در هر دو مکمل شاهد و تیمار یکسان بود ولی در مکمل معدنی گروه شـاهد منگنز، روی، مس و سلنیم بـه‌ترتیـب بـه فـرم اکسـید منگنز، اکسید روی، سولفات مس و سـلنیت سـدیم و در گروه تیمار به فرم مس کیلاته، روی کیلاته، منگنـز کیلاته و سلنیوم مخمری بود (جدول ۲).

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری‌ها: گوساله‌هـا در جایگـاه انفرادی تا سـن ۸۰ روزگـی نگهـداری شـدند و وزن گوساله‌ها از سن ٤ روزگی تا هنگام از شـیرگیری (۷۰ روزگی) به‌صورت هفتگی و نیز جهـت ارزیـابی تـاثیر استرس پس از شیرگیری، بـه فاصـله ۱۰ روز بعـد در انتهای آزمایش (۸۰ روزگـی) توسـط تـرازو دیجیتـال اندازه گیری شد. میزان مصـرف و باقیمانـده خـوراک آغازین گوساله‌ها نیز به‌صـورت روزانـه انـدازه‌گیـری شد. از خوراک آغازین آماده شـده در ابتـدا و انتهـای آزمایش بدون اضافه کردن پیش مخلوط مـواد معـدنی کم مصرف بـه آن، نمونـه بـرداری گردیـد. همچنـین جهت نمونه گیری مدفوع بـرای انـدازه گیـری میـزان عناصـر مـس، منگنـز و روی در مـدفوع، در انتهـای آزمایش به مـدت یـک هفتـه مـدفوع گوسـاله‌هـا بـه صورت روزانه در زمـان مشـخص و فواصـل یکسـان جمع آوری شد و نمونه‌ها به روش خاکستر مرطـوب آماده سازی و میـزان عناصـر مـس، منگنـز و روی در نمونه‌ها به روش (ICP-OES)[1] اندازه‌گیری گردید (۱).

1. Inductively Coupled Plasma- Optical Emission Spectrometry

جدول ۱- مقدار مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی خوراک آغازین آزمایشی (براساس ماده خشک)

Table 1. Ingredients and chemical compositions of experimental starter (based on % DM)

مواد خوراکی (Feedstuff ingredients)	**%**
ذرت آسیاب شده (Corn ground)	50
جوآسیاب شده (Barley ground)	10
کنجاله سویا (Soybean meal)	25
دانه سویا اکسترود شده (Full fat soya)	8
سبوس گندم (Wheat bran)	1
کربنات کلسیم (Calcium carbonate)	1
دی کلسیم فسفات (Di-calcium phosphate)	0.5
بی کربنات سدیم (Sodium bi-carbonate)	1
نمک (Salt)	1
اکسید منیزیم (Magnesium oxide)	0.5
مکمل ویتامین و معدنی* (Minerals & vitamins premix)	2
ترکیبات شیمیایی (Chemical composition)	درصد در ماده خشک
ماده خشک (Dry matter)	88.22
انرژی متابولیسمی (مگاکالری درکیلوگرم ماده خشک) Metabolisable Energy (Mcal/kg)	2.9
پروتئین خام (Crude protein)	19.72
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	13.49
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	6.18
کربوهیدرات‌های غیر الیافی (NFC)	54
عصاره اتری (Ether Extract)	4.43
کلسیم (Calcium)	0.63
فسفر (Phosphorus)	0.54

*ترکیب ویتامین‌ها در هر کیلو گرم پیش مخلوط: ویتامین A دو میلیون واحد بین المللی، ویتامین D3 ۱۷۵ هزار واحد بین المللی، ویتامین E۲۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین K۱۵۰ میلی گرم، بیوتین ۱۰ میلی‌گرم، نیاسین ۱۴۹۳ میلی گرم و ویتامین C ۳۰۰۰۰ میلی گرم

*Contained per kg of premix: vitamin A 2000000 IU, vitamin D3 175000 IU, Vitamin E 2000 IU, vitamin k 150 mg, Biotin 10 mg, Niacin 1493 mg, Vitamin C 30000 mg.

جدول ۲- میزان مس، منگنز، روی و سلنیوم درخوراک آغازین گوساله‌های شیرخوار (بر حسب میلی گرم در کیلوگرم)

Table 2. Level of Cu, Mn, Zn, and selenium in starter of suckling calves (mg per kg)

منبع (Source)	منبع غیرآلی (Inorganic source)	منبع آلی (Organic source)
سلنیت سدیم (Sodium selenite)	0.3	-
سلنیم مخمری (Yeast selenium)	-	0.3
اکسید منگنز (Manganese oxide)	40	-
منگنز پروتئینه (Manganese Proteinate)	-	40
اکسید روی (Zinc oxide)	50	-
روی پروتئینه (Zinc Proteinate)	-	50
سولفات مس (Copper sulphate)	10	-
مس پروتئینه (Copper Proteinate)	-	10

نمونه‌گیری خون: نمونه‌گیری خون دو مرتبه، در ابتدای آزمایش (٤ روزگی) و هنگام از شیرگیری (۷۰ روزگی) صورت پذیرفت و نمونه‌های خون اخذ شده از سیاهرگ دمی گوساله‌ها، در دو سری لوله ونوجکت جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی و سرمی جمع آوری گردید.

جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی، از لوله‌های ونوجکت دارای خلاء حاوی ماده ضدانعقاد هپارین استفاده شد. در این پژوهش هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز، تعدادگلبول‌های سفید، حجم متوسط سلولی، هموگلوبین متوسط سلولی، غلظت متوسط هموگلوبین سلولی، دامنه پراکنندگی حجم گلبولهای قرمز با استفاده از دستگاه شمارشگر سلولی[1] اندازه گیری گردید. شمارش تفریقی گلبول‌های سفید با استفاده از روش دستی رنگ آمیزی رایت گیمسا توسط آزمایش میکروسکوپی صورت گرفت (۱۸).

همچنین جهت اندازه گیری فراسنجه‌های سرمی از لوله‌های ونوجکت دارای خلاء حاوی تسریع کننده لخته استفاده شد و سپس نمونه‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. نمونه‌ها تا زمان اندازه گیری فراسنجه‌های خونی در دمای ۲۰- سانتی‌گراد نگهداری شدند. میزان مس، منگنز و روی در سرم با استفاده از کیت‌های تجاری بایرکس فارس[2] (به‌ترتیب شماره کیت‌های BXC0341, BXC0352, BXC0462) توسط دستگاه میکرو پلیت ریدر اتومات[3] اندازه گیری گردید. همچنین به منظور بررسی عملکرد سیستم ایمنی، اندازه گیری ایمنوگلوبولین G، فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکساید دسموتاز با استفاده از کیت‌های تشخیصی رندوکس و رنسل طبق دستورالعمل شرکت سازنده[4] اندازه‌گیری شد. جهت ارزیابی وضعیت توسعه شکمبه در گوساله‌های شیرخوار میزان بتاهیدروکسی بوتیرات[5] در سرم خون اندازی گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه آماری داده‌های به دست آمده، از نرم‌افزار SAS ۲۰۰۲ ورژن ۹/۳ استفاده شد. داده‌های مصرف خوراک آغازین، میانگین افزایش وزن روزانه و بازدهی مصرف خوراک با استفاده از رویه MIXED و روش داده‌های تکرار شده در نرم افزارمورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مدل آماری صفات عملکردی این پژوهش به شرح زیر است.

$$Yijkl = \mu + Ti + Bj + Wk + Gl + (T\times W)ik + \beta(Xi-X) + eijkl$$

که در مدل آماری، Yijkl: صفت اندازه‌گیری شده μ: اثر ثابت میانگین Ti: اثر ثابت امین تیمار، Bj: اثر تصادفی گوساله، W: اثر ثابت زمان، T×W: اثر متقابل تیمار در زمان، Gl : اثر ثابت جنس گوساله (نر یا ماده)، وزن تولد به‌عنوان کوواریت β(Xi-X) می‌باشند، همچنین داده‌های مصرف خوراک آغازین، میانگین افزایش وزن روزانه و بازدهی مصرف خوراک در سه دوره جداگانه برای قبل از شیرگیری، بعد از شیر گیری و کل دوره آزمایش داده شدند. مدل استفاده شده برای داده‌های پارامترهای خونی و سرمی، اثرات جنس، زمان و اثر متقابل تیمار در زمان را نداشت. مقایسه میانگین‌های حداقل مربعات در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵) توسط آزمون توکی صورت گرفت.

1. Cell counter, MINDRAY BC Vet 2800 (EXIGO. Sweden)
2. Biorexfars Co., Iran
3. EON-BIOTEK, America
4. Randox and Ransel LOT.NO 331RD (made in England)
5. BHBA

نتایج و بحث

مصرف خوراک آغازین، افزایش وزن روزانه و بازدهی مصرف خوراک: نتایج حاصل از تاثیر فرم مواد معدنی کم مصرف بر ماده خشک مصرفی و خوراک آغازین توسط گوساله‌ها در گروه شاهد و تیماردر جدول ۳ نشان داده شده است. یافته‌ها حاکی از آن بود که میزان مصرف ماده خشک و خوراک آغازین تا زمان از شیرگیری (۷۰ روزگی) در گوساله‌هایی که مس، منگنز، روی و سلنیوم به فرم آلی مصرف کرده بودند، افزایش یافته بود که این تفاوت تمایل به معنی داری داشت (P<۰/۰۸). نتایج جدول ٤ نشان می دهدکه این افزایش منجر به افزایش معنی دار وزن ازشیرگیری (P<۰/۰٤) و تمایل به معنی داری بهبود بازدهی خوراک (P<۰/۰۷) و افزایش وزن روزانه (P<۰/۰۸) گردید.

جدول ۳- میانگین خوراک آغازین و ماده خشک مصرفی درگوساله‌های شیرخوار (برحسب گرم)

Table 3. Starter and Dry Matter intake of suckling calves (g)

P value	SEM	گروه: منبع آلی (Organic source)	گروه: منبع غیر آلی (Inorganic source)	
0.08	35	874.8[a]	789.2 [b]	خوراک آغازین مصرفی از ٤ روزگی تا ۷۰ روزگی (گرم در روز) Starter intake to 70 days (g/d)
0.08	35	1474.8[a]	1389.2[b]	کل ماده خشک مصرفی (شیروخوراک آغازین) از ٤ روزگی تا ۷۰ روزگی (گرم در روز) Total Dry matter intake to 70 days (g/d)
0.01	19	1109[a]	1041[b]	خوراک آغازین مصرفی از ٤ روزگی تا ۸۰ روزگی (گرم در روز) starter intake to 80 days (g/d)

SEM= میانگین خطاهای استاندارد، حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار (P≤۰/۰۵) یا میل به معنی دار (۰/۱≥P≥۰/۰۵).

SEM=Standard error of means, Values with different superscript letters within a row are significantly different at (P≤0.05) or significantly trend at (0.05≤P≤0.1)

Inorganic source: Calves were fed with inorganic form of Cu, Mn, Zn, and Se; Organic source: Calves were fed with organic form of Cu, Mn, Zn, and Se

جدول ٤- میانگین وزن نهایی، افزایش وزن روزانه و بازدهی خوراک در گوساله‌های شیرخوارتغذیه شده با جیره آزمایش

Table 4. Result for Weight, ADG, and Feed Efficiency at Weaning of suckling calves

P value	SEM	گروه: منبع آلی (Organic source)	گروه: منبع غیرآلی (Inorganic source)	
0.40	0.46	42.03	42.56	وزن بدن درزمان تولد (کیلوگرم) Initial Body weight (kg)
0.04	1.59	87.82[a]	83.36[b]	وزن بدن در هنگام از شیرگیری (کیلوگرم) Weight at Weaning (kg)
0.08	0.02	674[a]	608[b]	میانگین افزایش وزن روزانه (گرم در روز) Average Daily Gain (g/d)
0.07	0.01	0.463[a]	0.435[b]	بازدهی مصرف خوراک Feed Efficiency

SEM= میانگین خطاهای استاندارد، حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار (P≤۰/۰۵) یا میل به معنی دار (۰/۱≥P≥۰/۰۵).

SEM=Standard error of means, Values with different superscript letters within a row are significantly different at (P≤ 0.05) or significantly trend at (0.05≤P≤0.1).

Inorganic source: Calves were fed with inorganic form of Cu, Mn, Zn, and Se; Organic source: Calves were fed with organic form of Cu, Mn, Zn, and Se

مطالعات نشان می‌دهد منابع آلی مواد معدنی کم مصرف قابلیت دسترسی بهتری نسبت به فرم‌های غیرآلی دارند و این امر موجب تاثیرات مثبت بر عملکرد آنها در بدن می گردد. به‌عنوان مثال مکانیسم جذب منگنز در روده کوچک از طریق بین سلولی غیر قابل اشباع[1] است (۱۲). وجود بار الکتریکی مثبت در فرم غیر آلی منگنز با ایجاد رقابت در جایگاه جذب با کاتیون‌های دیگر در عبور از لایه مخاطی روده کوچک، میزان جذب این عنصر را کاهش می دهد. چنانچه در تحقیق صورت گرفته توسط وایس و همکاران در سال ۲۰۰۵ وفالکنر و همکاران در سال ۲۰۱۷ میزان جذب منگنز از روده کوچک تنها ۷ و ۱۱ درصد بود (۳۸)(۷). میلز در سال ۱۹۹۸ نیز مشاهده کرد که بروز تداخل در جذب روی به فرم غیر آلی با یون‌های دیگر از جمله آهن، کادمیوم و مس در دستگاه گوارش موجب کاهش جذب آن از روده کوچک می گردد(۲٤). همچنین افزایش گوگرد در خوراک گوساله‌ها از عوامل کاهش دهنده جذب روی به شکل غیر آلی (کاتیونی) از روده است (۳۰). درحالیکه فرم آلی (باند شده با پپتید) عناصر روی و منگنز فاقد بارالکتریکی بوده و این امر موجب تسریع در عبور این عناصر از جایگاه‌های جذب و عدم ایجاد تداخل با کاتیون‌های دیگر می شود (۳٦). همچنان که نتایج این تحقیق نشان داد میزان دفع منگنز و روی در گوساله‌های شیرخوار تغذیه شده با فرم آلی به ترتیب ۲۵ و ۱٦ درصد کاهش و میزان منگنز سرم ۷ درصد افزایش یافت که این موضوع را نشان داد جذب منگنز و روی به فرم آلی بیشتر از فرم معدنی آنها بود. مطالعات دیگر از جمله هنری و همکاران در ۱۹۹۲ نشان داد فرم آلی منگنز قابلیت جذب بیشتری نسبت به فرم اکسیده و سولفاته در دستگاه گوارش دارد (۱٦). تحقیق انجام شده برروی منابع روی آلی و معدنی در گوساله‌ها نشان داد که جذب روی به فرم آلی نسبت به فرم معدنی بیشتر است (۳۹). دفرین و همکاران ۲۰۰۹ نشان دادند جایگزینی روی با فرم آلی موجب افزایش عملکرد تولید در گاوهای شیرده شد (۵). مطالعه اخیر توسط فنگتائو و همکاران ۲۰۲۰ استفاده از فرم روی- متیونین موجب بهبود رشد گوساله‌ها، افزایش میزان روی در سرم خون آنها و کاهش معنی دار در بروز اسهال ۲ هفته پس از تولد شد(۸).

با توجه مطالعات انجام شده مبنی بر نقش مهم منگنز در متابولیسم کربوهیرات‌ها و لیپیدها در سلولهای بدن و عملکرد پانکراس و تولید انسولین و تاثیر مثبت آن بر رشد بدن (۳۸) و نیز نقش روی در آزاد نمودن نوروپپتید Y در افزایش اشتها و مصرف خوراک در گوساله‌ها (۲۲)، می توان استنباط نمود که احتمالا افزایش جذب روی و منگنز با فرم آلی، موجب افزایش اشتها، مصرف خوراک و بهبود عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار شد.

فراسنجه‌های خونی و سرمی: نتایج جدول ۵ نشان داد فرم آلی مس تاثیر معنی داری بر روی فراسنجه‌های هماتولوژیک از قبیل میزان هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز، حجم متوسط سلولی، هموگلوبین متوسط سلولی، غلظت متوسط هموگلوبین سلولی، دامنه پراکنندگی حجم گلبولهای قرمز و گلبول‌های سفید نداشت ($P\geq ۰/۰۵$). در این جایگزینی فرم آلی روی تاثیری بر میزان لنفوسیت‌ها و گرانولیست‌ها نداشت ($P\geq ۰/۰۵$).

1. un saturable Para cellular

جدول ۵- نتایج فراسنجه‌های خونی در گوساله‌های شیرخوار

Table 5. Blood parameters experimental suckling calves

P value	SEM	گروه		واحد (Unit)	
		منبع آلی (Organic sources)	منبع غیرآلی (Inorganic sources)		
0.54	0.16	7.40	7.54	10^{12} /l	تعداد گلبول‌های قرمز RBC
0.19	0.29	37.00	36.43	*f/L	حجم متوسط سلولی MCV
0.51	1.03	17.25	18.19	%	دامنه پراکنندگی حجم گلبولهای قرمز RDW
0.68	0.29	15.50	15.34	%	هماتوکریت HCT
0.58	0.48	8.52	8.89	10^{9} /l	گلبول‌های سفید WBC
0.6	0.11	11.48	11.40	g/dl	میزان هموگلوبین HGB
0.72	0.29	15.51	15.37	*pg/cell	هموگلوبین متوسط سلولی MCH
0.66	0.79	41.82	42.29	g/dl	غلظت متوسط هموگلوبین سلولی MCHC
0.65	0.22	4.64	4.78	10^{9} /l	میزان لنفوسیت Lymphocyte
0.87	0.31	2.97	3.04	10^{9} /l	میزان گرانولوسیت Granulocyte
0.89	0.07	0.99	0.97	10^{9} /l	میزان مونوسیت Monocyte

*Inorganic source: Calves were fed with inorganic form of Cu, Mn, Zn and Se; Organic source: Calves were fed with organic form of Cu, Mn, Zn, and Se

Fl: The femtolitre is the metric unit of volume equal to 10^{-15} liters; Pg: The picogram is a unit of mass in the International System of Units, defined as 10^{-15}kilogram

جدول ٦- میزان آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکساید دسموتاز و ایمونو گلوبولین G در سرم خون درهنگام از شیرگیری گوساله‌های شیرخوار.

Table 6. Amounts of antibody IgG, enzymes GPX and SOD in blood serum at weaning of suckling calves

P value	SEM	گروه		
		منبع آلی (Organic sources)	منبع غیرآلی (Inorganic sources)	
0.91	55.17	419.23	419.41	ایمونوگلوبین G (میلی گرم در دسی لیتر) IgG (mg/dl)
0.32	44.2	557.85	495.09	گلوتاتیون پراکسیداز (واحد در لیتر) GPX (IU/L)
0.83	0.07	0.6	0.58	سوپراکساید دسموتاز (واحد در میلی لیتر) SOD (IU/ml)

*Inorganic source: Calves were fed with inorganic form of Cu, Mn, Zn, and Se; Organic source: Calves were fed with organic form of Cu, Mn, Zn, and Se

نتایج در جدول ٦ نشان داد که در این آزمایش، تفاوت معنی داری در میزان آنزیم سوپراکساید دسموتاز و مقدار ایمونو گلوبولین G در سرم خون وجود نداشت ($P\geq$۰/۰۵). همچنین در این آزمایش

تفاوت معنی داری بین میزان فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز درسرم خون گوساله‌های شیرخوار در دو گروه دیده نشد.

نتایج جدول ۷ نشان داد تفاوت معنی داری در میزان مس و روی در سرم گوساله‌های شیرخوار در دو گروه وجود نداشت و تنها میزان منگنز در سرم خون گوساله‌های شیرخوار تغذیه شده با فرم آلی منگنز به صورت معنی داری افزایش یافت (P≤۰/۰۵). همچنین تفاوت معنی داری در میزان بتاهیدروکسی بوتیرات در هنگام از شیرگیری در سرم خون گوساله‌های شیر خوار وجود نداشت (P≥۰/۰۵).

جدول ۷- مقدار عناصر منگنز، روی، مس و بتا هیدروکسی بوتیرات در سرم خون در زمان ازشیرگیری در گوساله‌های شیرخوار

Table 7. Amount of Mn, Zn, Cu, and BHBA in Blood serum at weaning of suckling calves

P value	SEM	گروه		
		منبع آلی (Organic sources)	منبع غیرآلی (Inorganic sources)	
0.018	0.21	15.43[a]	14.54[b]	منگنز (نانوگرم در میلی لیتر) Mn (ng/ml)
0.61	6.64	65.23	69.98	روی (میکروگرم در دسی لیتر) Zn (µg/dl)
0.85	1.55	170.8	169.86	مس (میکروگرم در دسی لیتر) Cu (µg/dl)
0.17	0.014	314	344	بتا هیدروکسی بوتیرات (میلی مول در لیتر) BHBA (mMol/l)

SEM= میانگین خطاهای استاندارد، حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار (P≤۰/۰۵) یا میل به معنی دار (۰/۱≥P≥۰/۰۵).

SEM=Standard error of means, Values with different superscript letters within a row are significantly different at (P≤0.05) or significantly trend at (0.05≤P≤0.1)

*Inorganic source: Calves were fed with inorganic form of Cu, Mn, Zn, and Se; Organic source: Calves were fed with organic form of Cu, Mn, Zn, and Se

نتایج آنالیز عناصر کم مصرف در مدفوع گوساله‌های شیرخوار در جدول ۸ نشان داد که میزان دفع عناصر نگنز، روی و مس در گوساله‌های شیرخوار که با فرم آلی این عناصر تغذیه شده بودند به شکل معنی داری کاهش یافت(P≥۰/۰۵).

جدول ۸. میزان مس، منگنز، روی در مدفوع گوساله‌های شیر خوار برحسب (میلی‌گرم در کیلوگرم)

Table 8. Amount of Mn, Zn, and Cu in manure of suckling calves (mg/kg)

P value	SEM	گروه		
		منبع آلی (Organic sources)	منبع غیرآلی (Inorganic sources)	
0.003	13.64	215[b]	285.87[a]	منگنز (Magnesium)
0.04	16.68	274.16[b]	327.47[a]	روی (Zinc)
0.006	3.28	53.44[b]	68.82[a]	مس (Copper)

SEM= میانگین خطاهای استاندارد، حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار (P≤۰/۰۵) یا میل به معنی دار (۰/۱ ≤P≤۰/۰۵).

SEM=Standard error of means,Values with different superscript letters within a row are significantly different at (P≤0.05) or significantly trend at (0.05≤P≤0.1)

*Inorganic source: Calves were fed with inorganic form of Cu, Mn, Zn, and Se; Organic source: Calves were fed with organic form of Cu, Mn, Zn, and Se

عنصر مس در آنزیم فرواکسیداز نقش حیاتی در انتقال آهن ذخیره شده در کبد به ترانسفرین دارد. ترانسفرین آهن را به هماسیتوبلاست تحویل می دهد که برای تولید هموگلوبین و گلبول‌های قرمز استفاده می شود (۱۷). همچنین کاهش عملکرد نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها با میزان مس در کبد در ارتباط است (۱۵). مطالعات نشان می دهد کمبود مس موجب کاهش حجم متوسط سلولی در گوساله‌ها شده با کم خونی هیپوکرومیک در ارتباط است (۱۷). نتایج این پژوهش نشان داد تغییر فرم مس تاثیر معنی داری بر روی فراسنجه‌های هماتولوژیک نداشت که این موضوع نشان می دهد میزان مس در کبد گوساله‌های شیرخوار در دو گروه شاهد و تیمار به حدی بوده است که تاثیری بر فراسنجه‌های هماتولوژیک نداشته است. از طرف دیگر نتایج در این پژوهش نشان داد، علی رغم کاهش دفع مس به میزان ۲۲ درصد در مدفوع گوساله تغذیه شده با فرم آلی مس، میزان غلظت مس سرم در این گوساله‌ها تغییر معنی‌داری نداشت. این موضوع مطابق با مطالعه‌ای است که بیان می کند تا زمانی که میزان مس در کبد از ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش نیابد، غلظت سرمی مس تغییر نمی‌کند (۳). لذا احتمالا در این پژوهش میزان ذخیره مس در کبد بیش از این میزان بوده و با وجود افزایش جذب مس در فرم آلی، تغییر معنی داری در غلظت سرمی مس ایجاد نشد.

اگر چه استفاده از منابع روی باند شده با گلایسین و هیدروکسی کلراید تاثیر معنی داری بر افزایش میزان لنفوسیت در گاوهای شیرده داشته است (۲۸) ولی در این پژوهش جایگزینی فرم باند شده با پپتید، تاثیری معنی داری بر میزان لنفوسیت‌ها و گرانولیست‌ها نداشت. در تحقیقی که انجام شد افزایش میزان روی در خوراک گوساله‌ها موجب افزایش جذب روی به شکل متالوتیونین شده و این افزایش جذب، در میزان روی در سرم تغییری ایجاد نکرد (۲۷). در این پژوهش نیز با وجود افزایش جذب روی به فرم آلی، تغییر معنی داری در میزان سرمی روی در گوساله‌های شیرخوار ایجاد نشد. در تحقیقات صورت گرفته توسط سنسوم و همکاران ۱۹۷۸ افزایش میزان منگنز در خوراک گاو و گوسفند موجب افزایش منگنز پلاسما گردید (۳۳). در این پژوهش نیز افزایش میزان جذب منگنز به فرم آلی ارتباط مستقیم با افزایش معنی‌داری منگنز در سرم داشت.

منگنز و مس در ساختار آنزیم سوپراکساید دسموتاز وجود دارد که موجب تجمع اکسیژن فعال در میتوکندری می شود از طرفی ۶۰ درصد مس در اریتروسیت‌ها با در ارتباط است. این آنزیم نیز در عملکرد سیستم ایمنی نقش مهمی را ایفا نموده و با مقدار این دو عنصر در بدن ارتباط دارد (۲۷). نتیجه این پژوهش نشان داد علی‌رغم افزایش معنی‌دار در میزان منگنز سرم در گوساله‌های تغذیه شده با فرم آلی، تفاوت معنی داری در غلظت این آنزیم در سرم این گوساله‌ها ایجاد نشد. تحقیقات نشان می دهد، اگرچه منگنز درساختار آنزیم سوپراکساید دسموتاز وجود دارد، ولی تنها فعالیت Mn-SOD در قلب با میزان منگنز خوراک ارتباط دارد. مطالعات قبلی نشان داد که فعالیت آنزیم سوپراکساید دسموتاز تا زمانی که میزان مس در سرم و سروپلاسمین ثابت است، تغییر نمی کند (۱۵). چنانچه در این پژوهش میزان مس سرم در دو گروه شاهد و تیمار تغییر نکرد.

عنصر سلنیوم کوفاکتور مورد استفاده در عملکرد آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز است. این آنزیم به عنوان سد دفاعی در سلول‌های بدن و آنتی اکسیدانت نقش دارد (۱۳). مطالعات نشان می دهد فرم سلنومتیونین سلنیوم به روش انتقال سلولی[1] مانند متیونین جذب می شود. سلنومتیونین نهایتا درکبد به فرم سلنوسیستئین TRNA

1. Trans cellular

که فرم فعال سلنیوم است، تبدیل می شود. فرم سلنیت سلنیوم در بخش انتهایی روده کوچک به روش بین سلولی جذب می شود (۱۲). دراین پژوهش نتایج نشان داد که میزان فعالیت آنزیم در گوساله‌های شیرخوار تغذیه شده با سلنیت سدیم ۴۹۵/۰۹ (واحد در لیتر) بود در حالیکه این میزان گوساله‌های شیرخوار تغذیه شده با فرم آلی سلنیوم به ۵۵۷/۸۵ (واحد در لیتر) افزایش یافت ولی این تفاوت معنی دار نبود. این موضوع نشان می دهد که احتمالا افزایش جذب فرم آلی سلنیوم اثر مثبت بر میزان فعالیت این آنزیم داشت. در تحقیقی میزان جذب سلنیم به فرم سلنیت سدیم در گاوشیری تنها ۱۱ درصد بود. در حالیکه میزان جذب سلنیم به فرم سلنومتیونین در گاو شیری ٤٠ تا ٥٠ درصد بود (۲۵). در مطالعه ای دیگر جایگزینی سلنیوم معدنی با سلنومتیونین در گاوهای شیری، فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز را در سرم خون آنها افزایش داده بود (۲٦).

روی در ساختار سلول‌های اپیتلیال شکمبه نقش دارد (۱۲). مطالعات نشان داده است میزان بتاهیدروکسی بوتیرات *BHBA* در سرم خون ارتباط مستقیمی با توسعه بافت پوششی شکمبه دارد (۳۱). **با** توجه به عدم تغییرمعنی دار در میزان بتاهیدروکسی بوتیرات در سرم خون، می‌توان نتیجه گیری نمود که افزایش جذب روی در گوساله‌های تغذیه شده با فرم آلی روی، تاثیر معنی داری بر روی توسعه بافت شکمبه آنها نداشت.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که جایگزینی فرم معدنی (غیرآلی) عناصر مس، منگنز، روی و سلنیوم با منبع آلی در خوراک آغازین ، موجب کاهش معنی دار در دفع این عناصر از طریق مدفوع و در نتیجه افزایش جذب از دستگاه گوارش شد و این موضوع تاثیر مثبتی در رشد وبازدهی مصرف خوراک گوساله‌های شیرخوار نژاد هلشتاین داشت، حال آنکه این جایگزینی تاثیر معنی داری برمیزان فراسنجه‌های خونی و برخی آنزیم‌های سرمی مرتبط با سیستم ایمنی این گوساله‌ها ایجاد نکرد. بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه گیری نمود که جایگزینی فرم غیر آلی مس، منگنز، روی و سلنیوم با منبع آلی آنها درمکمل معدنی خوراک آغازین، موجب بهبود عملکرد رشد و بازدهی خوراک گوساله‌های شیرخوار نژاد هلشتاین شد. لذا استفاده از، عناصر مس، منگنز، روی و سلنیوم کاملا به فرم آلی در مکمل‌های معدنی درخوراک آغازین گوساله‌های شیرخوار پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

در پایان از شرکت آلتک آمریکا، تولید کننده موادمعدنی کیلاته و همچنین آزمایشگاه شیمی دانشگاه تربیت مدرس تهران و از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش یاری رسانده اند، تقدیر و تشکرمی گردد.

منابع

1. AOAC 2003. Official method of analysis 17th Edition Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 984.27.
2. Asters, D.G., painter, D.I., Briegel, B., Bake, J. and Purse, D. B. 1988. Influence of manganese intake on body, wool and testicular growth of young rams and on the concentration of manganese and the activity of manganese enzymes in tissues. Journal of Agriculture Research. 39: 517-24.
3. Claypool, D.W., Adams, H.W., Pendell, N. A., Hartmann, J. and Bone, J.F. 1975.

Relationship between the level of copper in the blood plasma and liver of cattle. Journal of. Animal. Science. 41: 911-914.
4. Conard, H.R. and Moxon, A.L. 1979. Transfer of dietary selenium to milk. Journal of Animal Science. 62: 404-411.
5. DeFrain, J. M., Socha, M.T., Tomlinson, D. J. and Kluth, D. 2009. Effect of complexed trace minerals on the performance of Lactating Dairy Cows on Commercial Dairy. The Professional Animal Scientist. 25: 709-715.
6. Dresler, S., Illek, J. and Zeman, L. 2016. Effects of organic zinc supplementation in weaned calves. Journal of the University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences in Brno, Czech Republic. 85: 49–54.
7. Faulkner, M.J. Pierre, N.R. and Weiss, W. P. 2017. Effect of source of trace minerals in either forage or by-product–based diets fed to dairy cows: 2. apparent absorption and retention of minerals. Journal of Animal Science.100: 5377-5386.
8. Fengtao, Ma. Yeqianli, Wo. Hongyang, Li. Meinan, Wei. and Peng, Su. 2020. Effect of the source of zinc on the tissue accumulation of source of zinc and jejunal mucosal zinc transporter in Holstein dairy calves. Journal of Animal Science. 10:1246.
9. Flanagan, P.R. 1980. Trace metal interactions involving the intestinal absorption mechanisms of iron and zinc mineral absorption in the monogastric GI tract. Book edited by Frederick, R. Dintzis Joseph, A. pp: 34-45.
10. Genglebach, G.P. and Spears, J.W. 1998. Effects of dietary copper and molybdenum on copper status, cytokine production, and humeral immune response of calves. Journal of Animal Science. 81: 3286–3292.
11. Gibbons, R.A., Dixon, S.N., Hallis, A.M. Russel., Sansom, B.F. And Symond, H.W. 1976. Manganese metabolism in cows and goats. Elsevier Scientific Publishing Company. 444: 1-10.
12. Goff, J.P. 2017. Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status Journal of. Animal. Science. 101:2763–28.
13. Gong, J. and Xiao, M. 2016. Selenium and antioxidant status in dairy cows at different stages of lactation. Biological Trace Elements Research .171: 89–93.
14. Harrison, J and Conard, R. 1988. Effect of dietary calcium on selenium absorption by the non-lactating dairy cow. Journal of Animal Science. 67: 1860-1864
15. Hellman, N. E and Gitlin, G.D. 2002. Ceroluplasmin metabolism and function. Edward Mallinckrodt Department of Pediatrics, Washington University School of Medicine. Journal of Animal Science. 22: 439–58.
16. Henry, P.R., Ammerman, C.B. and Litell, R.C. 1992. Relative bioavailability of manganese from a manganese-methionine complex and inorganic sources for ruminant. Journal of Dairy Science. 75: 3473-3478.
17. Hidroglou, M. 1979. Trace element deficiencies and fertility in ruminants. Journal of Dairy Science. 62: 1195-1206.
18. Jain, N.C. 1998. Essentials of Veterinary Hematology, 2nd Edition. Fibiger Publication, Philadelphia. pp: 65–68.
19. Kincaid, R.L. 2000. Assessment of trace mineral status of ruminants. Journal of Animal Science. 77: 1-10.
20. Kinal, S., Korniewicz, A., Jamroz, D., Zieminski, R. and Slupczynska, M. 2005. Dietary effects of zinc, copper and manganese chelates and sulphates on dairy cows. Journal of Food Agriculture and Environment. 3: 168-172.
21. Levander, O.A., Alfthan, G., Arvilommi , H., Gref, C.G., Huttunen, J.K., Kataja, M., Koivistoinen, P. and Pikkaraine, J. 1983. Bioavailability of selenium to Finnish men as assessed by platelet glutathione peroxidase activity and other blood parameters. American Journal of Clinical Nutrition. 37: 887–897.
22. Miller, J.K. 1960. Development of zinc deficiency in holstein calves fed a

purified Diet. Journal of Animal Science. 43(12): 1854–1856.
23. Miller, N.J. 1996. Trace elements determinations in foods and biological samples using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry and flame atomic absorption spectrometry. Journal of Agriculture Food Chemistry. 44: 2675-2679.
24. Mills, C.F., Dalgarno, A.C., Williams, R. B. and Quarterman, J. 1967. Zinc deficiency and the zinc requirements of calves and lambs. British Journal of Nutrition. 21(03): 751-768.
25. Miranda, S.G., Purdie, N.G., Osborne, V.R., Coomber, B.L. and Cant, L.P. 2011. Selenomethionine increases proliferation and reduces apoptosis in bovine mammary epithelial cells under oxidative stress. Journal of Dairy Science. 94: 165–173.
26. Myers hill, G. and Shannon, M.C. 2019.Biological trace element Research.188: 148-159.
27. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, Washington, DC: The National Academies Press. pp: 132-146.
28. Nematpoor, M. and Reza yazdi, K. 2020. Effects of zinc sources on bioavailability, production performance, and digestibility in early lactation of Holstein dairy cows. Journal of veterinary medicine. Research of Animal Production. 27: 66-73. (in Persian).
29. Pino, F., Urrutia, N.L., Gelsinger, S.L., Gehman, A.M. and Heinrichs, D. 2017. The Professional Animal Scientist 34:51–58.
30. Pogge, D.J., Drewnoski, M.E. and Hansen, S.L. 2014. High dietary sulfur decreases the retention of copper, manganese, and zinc in steers. Journal of Animal Science. 92: 2182–2191.
31. Qugley, J.D., Caldwell, L.A., Sinkso, D., and Heitmann, R.N. 1991. Changes in blood glucose, nonesterified fatty acids, and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. Journal of Animal Science. 74: 250-257.
32. Rabiee, A.R., Lean, I.J., Stevenson, M. A. and Socha, M. T. 2010. Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: a meta-analysis.Journal of Dairy Science. 93: 4239–4251.
33. Sansom, B.F. Symond, H.W.1978. The absorption of dietary manganese by Dairy cows. Research in Veterinary Science 24: 366-369.
34. SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics. Release 9.1.3. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
35. Scaletti, R.W. and Harmon R.J. 2012. Effect of dietary copper source on response to coliform mastitis in dairy cows. Journal of Dairy Science. 95: 654–662.
36. Siciliano, J.L., Socha, M.T., Tomlinson, D.J. and Defrain, J.M. 2008. Effect of trace mineral source on lactation performance, claw integrity and fertility of dairy cattle. Journal of Dairy Science. 91:1985–199.
37. Ward, J.D. and Spear, J.W. 1997. Comparison of copper lysine and copper sulfate as copper sources for ruminants using In vitro methods. Journal of Dairy Science. 76: 2994-2998
38. Weiss, W.P. and Socha, M.T.2005. Dietary manganese for dry and lactating holstein cows. Journal of Dairy Science. 88: 2517–2523.
39. Wright, C.L and Spears, J.W. 2004. Effect of zinc source and dietary level on zinc metabolism in Holstein calves. Journal of Animal Science. 87: 1085–1091.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 8(1), 2020
http://ejrr.gau.ac.ir

Effects of replacing inorganic forms of manganese, zinc, copper and selenium with their organic source on growth performance of suckling Holstein calves

A. Kasiani[1], *K. Rezayazdi[2], M. Zhandi[2]
[1]PhD student and [2]Associate Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran
Received: 10/14/2020; Accepted: 12/19/2020

Abstract

Background and objectives: Trace elements play an important role in growth performance and immune system in livestock. Nowadays, inorganic forms (mineral salts) of these minerals are added to mineral supplements. Because of mineral interaction, inorganic forms have lower bioavailability in the gastrointestinal tract. One of the ways to increase the availability of trace minerals in the digestive tract of livestock is to replace their organic form (chelate with peptides and amino acids) in mineral supplements. For this purpose, the effects of organic sources of trace minerals on livestock performance have been studied. The objective of this experiment was to investigate the effect of replacement of inorganic forms of zinc, copper, manganese, and selenium with organic sources on starter intake and growth performance of Holstein suckling calves.

Materials and methods: 30 Holstein calves (42±2 kg of birth weight) were equally assigned to two groups of 15 (5 males and 10 females) control and treatment. The experiment was conducted in a completely randomized design and lasted for 80 days. The experiment was started at 4 days of age and calves were weaned at 70 days of age and were kept up to 80 days in individual hutches. All calves were equally fed with same starter. Chelated copper, zinc, manganese, and yeast selenium in the treatment group and copper sulfate, manganese oxide, zinc oxide, and sodium selenite in the control group were added to the starter. Weight and starter intake of calves were measured weekly and daily, respectively. Blood parameters and serum levels of zinc, copper, manganese, and glutathione peroxidase and superoxide dismutase enzymes were measured at the start of the experiment and at the time of weaning. Calf feces were collected at the end of the experiment and after preparing the samples by wet ash method (AOAC, 984.27); fecal excretion of copper, zinc, and manganese elements was analyzed.

Results: Results showed that starter intake and feed efficiency increased significantly by 85.6g and 6.44% respectively in the treatment group. Calves were fed with organic form showed a higher average daily gain ($P<0.001$). No significant difference was found in blood parameters, serum levels of copper and zinc. However, the level of manganese in blood serum was significantly higher in the treatment group. It was not found significant changes in the level of glutathione peroxidase, superoxide dismutase, β hydroxybutyrate, and immunoglobulin G in both groups ($P\geq0.05$). In this study, Fecal excretion of manganese, zinc, and copper decreased significantly by 25%, 16%, and 22% respectively for the calves were fed the organic form ($P\leq0.01$).

Conclusion: This study showed that replacing inorganic forms of manganese, zinc, copper, and selenium with their organic source had positive effects on growth performance and feed efficiency of suckling Holstein calves. Therefore, total replacement of copper, manganese, zinc, and selenium with their organic forms is recommended in mineral supplements of calf starter.

***Keywords*:** blood parameters, growth performance, minerals, organic source, suckling calves

*Corresponding author; rezayazdi@ut.ac.ir