مقاله پژوهشی

اثرات جایگزینی مکمل سلنیوم معدنی با نانوذرات سلنیوم بر متابولیت‌های خونی گوساله‌های شیرخوار

محمد کریمی*، مهدی گنج خانلو، فرهنگ فاتحی

گروه علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران

*مسئول مکاتبات: mk3433967@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۹

DOI: 10.22034/ascij.2023.2003506.1572

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی اثرات جایگزینی مکمل سلنیوم معدنی با ذرات نانو سلنیوم در تغذیه گوساله‌های شیرخوار و اثرات آن بر متابولیت‌های خون گوساله‌های شیرخوار بود. تعداد ۳۲ راس گوساله هلشتاین تازه متولد شده با میانگین وزن بدن ۴/۳۵ ± ۳۷/۸۵ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار (هشت گوساله در هر تیمار) به مدت ۸۳ روز با توجه به مصرف مکمل شیر یا آب آشامیدنی با منابع مختلف سلنیوم قرار گرفتند. تیمارهای شامل: ۱- سلنیوم معدنی(سلنیت سدیم): حاوی ۰/۳میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک ، ۲- سطح پایین نانو سلنیوم: حاوی ۰/۱۵ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم، ۳- سطح متوسط نانو سلنیوم: حاوی ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم، ۴- سطح بالای نانوسلنیوم: حاوی ۰/۴۵ میلی‌گرم سلنیوم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم. نتایج نشان داد گوساله‌هایی که نانوسلنیوم دریافت کردند تفاوت معنی دار در پارامترهای آسپارتات ترانسفراز و آلانین ترانس آمیناز نسبت به سلنیت سدیم نداشتند. غلظت گلوتاتیون پروکسیداز در ۴۲ روزگی در تیمارهای نانوسلنیوم نسبت به سلنیوم معدنی بطور خطی افزایش و مالون دی آلدئید کاهش معنی دار خطی ($p = ۰/۰۳$) داشت. نتایج این مطالعه نشان داد که نانوسلنیوم در بهبود وضعیت آنتی اکسیدانی خون گوساله در طول پس از شیرگیری موثر بود.

کلمات کلیدی: نانوسلنیوم، سلنیت سدیم، گوساله هلشتاین، متابولیت خونی.

مقدمه

مواد معدنی به اندازه ویتامین‌ها از اهمیت بالایی برخوردارند و برای فرآیندهای بسیاری در بدن، به ویژه تعادل مایع، حفظ و نگهداری از استخوان‌ها و دندان‌ها، انقباض عضلانی و عملکرد سیستم عصبی و همین طور سیستم ایمنی بدن ضروری هستند. از آنجایی که گوساله‌های تازه متولد شده هیچ آنتی‌بادی در جریان خون خود ندارند، سیستم ایمنی آنها از نظر عملکردی نابالغ است. اگرچه این مشکل در طبیعت از طریق انتقال ایمونوگلوبولین‌ها از طریق آغوز مادر به گوساله پس از تولد، حل می‌شود (۸)، اما به‌هرحال گوساله‌های تازه متولد شده مستعد ابتلا به بیماری-هایی هستند که سیستم ایمنی آنها را به چالش می-کشد. نقش و اهمیت سلنیوم به عنوان یک عنصر ضروری در تغذیه دام از سال ۱۹۵۰ شناخته شده است، با این وجود کمبود این عنصر چه در دام و چه در انسان به عنوان یک مشکل تغذیه‌ای در اکثر نقاط

دنیا مشاهده می‌شود (۱۱). سلنیوم، به عنوان یک عنصر کمیاب غذایی ضروری، نقش بیولوژیکی مهمی در سلامت و عملکرد رشد گاو و گاو شیری دارد (۲۱). عملکرد این عنصر با فعالیت سلنوآنزیم‌های دخیل در تولیدمثل، فعال شدن هورمون تیروئید، مکانیسم ردوکس تنظیمی وابسته به Se، هموستاز انرژی، تولید DNA و فعالیت ضد رادیکال‌های آزاد در برابر آسیب DNA مرتبط است (۱۶). سلنیوم از اجزای ساختامنی تعداد زیادی از پروتئین‌ها می‌باشد (۱۴) و نقش حیاتی آن در ارگانیسم‌های زنده از طریق سلنوپروتئینهای متنوع که در سلولها وجود دارند، مشاهده می‌گردد. سلنیوم جزء بیوشیمیائی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و همچنین هورمون‌های تیروئیدی می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند که همبستگی مثبتی بین فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز اریتروسیت‌ها و غلظت سلنیوم خون در گاوهای شیری و پرواری وجود دارد، بنابراین می‌توان با اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم، میزان سلنیوم خون را ارزیابی نمود (۷، ۸). اگرچه مصرف مکمل سلنیوم برای گاوهای شیری رایج است، ولی هنوز اهمیت منبع تامین کننده سلنیوم مشخص نشده است (۶). چندین نوع منبع سلنیوم در نشخوارکنندگان برای برآوردن نیازهای این عنصر استفاده شده است. سدیم غیر آلی سلنیت منبع مرسوم سلنیوم است که در خوراک دام استفاده می‌شود. اگرچه سمیت کم و جذب آسان سلنیوم آلی توسط نشخوارکنندگان در مقایسه با منابع معدنی گزارش شده است (۳، ۲۰)، با این حال، نانوذرات سلنیوم به عنوان منبع جدید این عنصر دارای کارایی بالاتری در مقایسه با منبع معدنی آن (سلنیت سدیم) یا آلی آن (سلنومتیونین و سلنوسیستئین) است (۲۷)، و سمیت کمتری از خود نشان داده است (۲۹). هدف از این تحقیق بررسی این موضوع است که آیا مکمل سلنیوم بصورت نانوذرات سلنیوم نسبت به مکمل سلنیت سدیم از نظر متابولیت‌های خون گوساله‌های شیرخوار برتری دارد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران انجام شد. تمام مراحل آزمایشی بر اساس دستورالعمل استفاده از حیوانات آزمایشی و مطابق با الزامات کمیته اخلاق و محیط زیست حیوانات دانشگاه تهران بود. در طول آزمایش میانگین دما در ایستگاه تحقیقاتی بین ۲۱ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بین ۶۰ تا ۶۹ درصد بود.

تیمارهای آزمایشی، گوساله‌ها و مدیریت تغذیه: مطالعه حاضر با استفاده از ۳۲ رأس گوساله هلشتاین نر و ماده، با میانگین وزن بدن ۴/۳۵ ± ۳۷/۸۵ کیلوگرم، از روز ۳ تا ۸۳ اجرا شد. گوساله‌ها به‌طور تصادفی در جایگاه‌های جداگانه (۱/۳ × ۲/۵ متر) پوشیده با شن و ماسه نگهداری شدند که هر ۲۴ ساعت یکبار تجدید می‌شد. بلافاصله پس از تولد، گوساله‌ها از مادران چند شکم‌زا سالم خود جدا شدند، وزن شدند و به جایگاه‌های جداگانه منتقل شدند. گوساله‌ها در ۱۲ ساعت اول زندگی با ۶ لیتر آغوز (۳ لیتر در ۱ ساعت پس از تولد و ۳ لیتر در ۱۲ ساعت پس از اولین تغذیه) تغذیه شدند. آغوز برای ۲ روز اول زندگی تغذیه شد. از روز ۳ تا ۱۰، گوساله‌ها ۳/۸ لیتر در روز شیر کامل (۱۰ درصد وزن اولیه بدن) را در سطل‌های آلومینیومی در ۲ بار تغذیه روزانه در ساعت ۰۹۰۰ و ۱۸۰۰ ساعت و ۷/۶ لیتر در روز (۲۰ درصد وزن اولیه بدن) از روز ۱۱ تا ۵۲ دریافت کردند. به دنبال آن ۳ لیتر در روز (۸ درصد وزن اولیه) از روز ۵۳ تا ۶۵ دریافت کردند. مصرف استارتر گوساله روزانه با وزن کردن تفاوت بین میزان استارتر ارائه شده و میزان باقیمانده ثبت شد. گوساله‌ها در

روزهای ۳، ٦٥ و ۸۳ آزمایش وزن شدند. گوساله‌ها پس از بررسی وضعیت سلامت طبیعی به طور تصادفی در روز ۳ سن شان به ٤ تیمار آزمایشی اختصاص داده شد. ۱) سلنیوم معدنی (سلنیت سدیم): حاوی ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک ، ۲) سطح پایین نانو سلنیوم: حاوی ۰/۱۵ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم، ۳) سطح متوسط نانو سلنیوم: حاوی ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم، ٤) سطح بالای نانوسلنیوم: حاوی ۰/٤٥ میلی‌گرم سلنیوم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم سلنیت سدیم به عنوان منبع معدنی سلنیوم از نوع تجاری (حاوی ٤٥/۸٥ درصد سلنیوم) و نانوذرات سلنیوم مطابق با ژانگ و همکاران (۲۰۰٤) تهیه شد. برای برآوردن دوزهای تجویز شده روزانه به ازای هر کیلوگرم مصرف ماده خشک (ماده خشک استارتر + ماده خشک شیر) در طول دوره قبل از شیرگیری، غلظت های مورد نیاز مکمل‌های سلنیوم تجاری با توجه به خلوص محصولات مورد استفاده تهیه شد و در وعده شیر صبحگاهی در هر سطل حل شد. گوساله‌ها در طول دوره پس از شیرگیری، مکمل سلنیوم به صورت خوراکی از طریق آب آشامیدنی دریافت کردند. شیر کامل به صورت هفتگی نمونه برداری شد و با استفاده از دستگاه آنالیز شیر (Delta Instruments CombiScope FTIR 600HP) از نظر چربی، پروتئین، لاکتوز و کل جامد آنالیز گردید. میانگین ترکیب شیر ارائه شده ۰/۰۹ ± ۳/۱۲ درصد چربی، ۰/۰۷ ± ۳/۰۹ درصد پروتئین، ۰/۰٦ ± ٤/٦۱ درصد لاکتوز و ۰/٥٥ ± ۱۱/۲درصد کل جامد بود. همه گوساله‌ها در روز ٦٥ از شیر گرفته شدند و تا ۸۳ سالگی در مطالعه باقی ماندند. خوراک آغازین با استفاده از سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (CNCPS؛ نسخه ٦/٥، دانشگاه کرنل، ایتاکا، نیویورک، ایالات متحده آمریکا) برای برآوردن نیازهای مواد مغذی فرموله شد. مواد تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره استارتر در جدول ۱ ارائه شده است. خوراک استارتر به طور آزاد تغذیه شد. گوساله‌ها در طول دوره آزمایشی دسترسی آزاد به آب داشتند. سلامت گوساله روزانه توسط دامپزشک بررسی می‌شد و هیچ نشانه بالینی بیماری سیستمیک یا مرگ و میر در طول آزمایش نداشتند.

نمونه‌گیری و آنالیز خون: نمونه‌های خون از ورید گردن گوساله‌ها در لوله‌های ۱۰ میلی‌لیتری از پیش تخلیه شده در روزهای ۲۸، ٤۲ و ٦٥ سه ساعت پس از غذای صبح جمع‌آوری شد. دو تیوپ مجزا برای هر گوساله برای به دست آوردن نمونه‌های سرم (لوله‌های بدون افزودنی) و پلاسما (لوله‌های هپارینه شده) استفاده شد. نمونه‌های خون روی یخ لخته شدند و بلافاصله (۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد) برای جداسازی سرم سانتریفیوژ شدند و سپس در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. (آسپارتات ترانس آمیناز (AST) و آلانین ترانس آمیناز (ALT) در نمونه‌های سرم خون گوساله‌ها با استفاده از کیت‌های تجاری آنالیز خون ارائه شده توسط شرکت پارس آزمون (تهران، ایران) و یک دستگاه اتوماتیک آنالایزر (آبوت، مدل Alcyon 300، ایالات متحده آمریکا). آنالیز شد. گلوتاتیون پراکسیداز (GSH-Px) در پلاسما با استفاده از کیت (Randox ®Randox، Antrim، UK) تعیین شد. ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC) و مالون دی آلدئید (MDA) در سرم با استفاده از کیت سنجش رنگ سنجی (Zelbio، آلمان) اندازه‌گیری شد. سطوح سرمی هورمون محرک تیروئید (TSH)، تیروکسین (T3)، ۳،٥،۳'-تری یدوتیرونین (T4) و با استفاده از روش ایمونوسوربنت متصل به آنزیم (ELISA-پیشتاز طب، تهران-ایران) تعیین شد.

تحلیل آماری: تقارن مرکب (CS) به عنوان ساختار کوواریانس در مدل پس از آزمایش ساختارهای کوواریانس مختلف) شامل CS، Simple، UN، TOEP، AR (1)، ARH (1) و ANTE (1) برای یافتن بهترین ساختار متناسب استفاده شد. ساختار برازش مدل بر اساس کمترین معیار اطلاعات آکایک (Akaike)اصلاح شده AIC، لیتل، تفاوت بین تیمارها با استفاده از LSMEENS با بیانیه PDIFF تعیین شد. سطح معنی‌داری در $p \leq ۰/۰۵$ اعلام شد. متابولیت‌های خون که در طول دوره‌های خاصی اندازه‌گیری شدند به عنوان یک طرح کاملا تصادفی با استفاده از روش GLM MODEL (موسسه SAS، ۲۰۱۳) طبق مدل زیر تجزیه و تحلیل شدند: $Yij = \mu + Ti + \varepsilon ij$ که Yij= مشاهدات متغیرهای وابسته، μ= میانگین کلی، T= اثر ثابت تیمار و εij = خطای باقیمانده تصادفی می‌باشد.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی (در صد ماده خشک) استارتر آزمایشی مورد استفاده در تغذیه گوساله‌های هلشتاین

اجزاء	درصد ماده خشک	ترکیب مواد مغذی	درصد ماده خشک
یونجه	۱۰/۰	ماده خشک	۹۰/۰
جو آسیاب شده	٤/٥۰	پروتئین خام	۲۰/۲
ذرت آسیاب شده	٤٥/۰	الیاف نا محلول در شوینده خنثی	۱٦/۹
سبوس گندم	٦/۹۳	عصاره اتری	۳/۸۰
کنجاله سویا	۲٤/۳	خاکستر خام	٥/٦۰
گلوتن ذرت	۲/۷۰	کلسیم	۱/۱۲
پودرچربی	۰/۹۰	فسفر	۰/٥٤
پیش مخلوط	٥/٦۷	سلنیوم، میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک	۰/۲۲
جمع	۱۰۰	انرژی متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)	۲/۹۸

[1] هر کیلوگرم مکمل حاوی ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین آ، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین دی، ۲۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین ایی، ٥ گرم منگنز، ۱۰۰ گرم کلسیم، ٦ گرم روی، ۲۰ گرم فسفر، ٤۰ گرم منیزیم، ۳۰ گرم سدیم، ۱٥ میلی‌گرم آهن، ۲۰ گرم گوگرد، ٤۰ میلی‌گرم کبالت، ۲ گرم مس و ۸۰ میلی‌گرم ید.

نتایج

اثر جایگزینی سلنیت سدیم با نانوسلنیوم بر آنزیم‌های کبدی در گوساله‌های هلشتاین در سنین مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. جایگزینی مکمل سلنیت سدیم با نانوذرات سلنیوم بر غلظت آسپارتات ترانسفراز و آلانین ترانس آمیناز تأثیر معنی‌داری نداشت. بطور کلی آنزیم‌های کبدی با جایگزینی سلنیت سدیم مکمل با نانوسلنیوم تحت تأثیر قرار نگرفتند. اثر جایگزینی سلنیت سدیم با نانوسلنیوم بر نشانگرهای اکسیداتیو در سرم گوساله‌های هلشتاین در سنین مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. غلظت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در روز ٤۲ با افزایش سطوح نانوسلنیوم افزایش نشان داد و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل برای مکمل نانوسلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم بطور خطی تمایل به افزایش داشت. در سن ٤۲ روزگی، سطح مالون دی آلدئید به عنوان نشانگر پراکسید لیپیدی در سرم گوساله‌هایی که مکمل نانوسلنیوم را در شیر دریافت می‌کردند در مقایسه با آنهایی که منبع معدنی Se را دریافت می‌کردند کاهش یافت. مطالعه حاضر نشان داد که مکمل نانوسلنیوم باعث افزایش فعالیت GSH-Px در پلاسمای

گوساله‌های ۴۲ روزه در مقایسه با مکمل سدیم سلنیت می شود. اثر جایگزینی سلنیت سدیم با نانوسلنیوم بر هورمون‌های تیروئیدی در سرم گوساله‌های هلشتاین در سنین مختلف در جدول ٤ ارائه شده است. تغذیه گوساله‌های شیر خوار با منبع نانوسلنیوم تاثیر معنی داری بر غلظت هورمون محرک تیروئید، تیروکسین، تری یدوتیرونین و نسبت تیروکسین به تری‌یدوتیرونین در سرم آنها نداشت.

جدول ۲- تاثیر نانو سلنیوم روی آنزیم‌های کبدی در سرم گوساله‌های هلشتاین

	نانو سلنیوم						
عنوان	سلنیت سدیم	پایین	متوسط	بالا	SEM	خطی	درجه دوم	درجه سوم
آسپارتات ترانسفراز[1]، U/l								
روز ۲۸	۳۰/٦۷	۳٦/۰۰	۲۹/۳۳	٤۲/٦۷	۹/٥٥۲	۰/٥۱	۰/٦۹	۰/٤۸
روز ٤۲	٤٤/٦۷	۳٤/٦۷	۳۸/۰۰	۳۹/۰۰	٦/٥٤۳	۰/٦۳	۰/٤۳	۰/٦۱
روز ٦٥	۳٤/۰۰	٥۳/۳۳	۳۸/۳۳	٥۹/٦۷	۱۳/۷٦۳	۰/۳٦	۰/۹۹	۰/۲٥
کل دوره	۳٦/٤٤	٤۲/۰۰	۳٥/۲۲	٤۷/۱۱	۷/۸۸۹	۰/٥۰	۰/۷۰	۰/٤۱
آلانین ترانس آمیناز[2]، U/l								
روز ۲۸	۱۹/٦۷	۱۷/۳۳	۱٦/۰۰	۱۲/۰٦	۳/۳۹٦	۰/۱٥	۰/۸۲	۰/۸۲
روز ٤۲	۲۰/۳۳	۱۹/۰۰	۱۸/٦۷	۱۹/۰۰	۱/۹٥۱	۰/٦۳	۰/٦۸	۰/۹۷
روز ٦٥	۲۲/٦۷	۲٥/۳۳	۳۱/٦۷	۲۱/۳۳	٥/۲۹٤	۰/۹۲	۰/۲٥	۰/٤۲
کل دوره	۲۰/۸۹	۲۰/٥٦	۲۲/۱۱	۱۷/٤۷	۲/۱٦۸	۰/٤۰	۰/۳٥	۰/٤۳

جدول ۳- تاثیر نانو سلنیوم روی نشانگرهای اکسیداتیو در سرم گوساله‌های هلشتاین

	نانو سلنیوم						
عنوان	سلنیت سدیم	پایین	متوسط	بالا	SEM	خطی	درجه دوم	درجه سوم
گلوتاتیون پراکسیداز (U/gHb)								
روز ۲۸	٤۳/٦۳	۳۹/٥۳	۳۹/٤۰	٤۱/۳۰	٤/۸۳	۰/۷٥	۰/٥٥	۰/۹۳
روز ٤۲	۳٦/۱۳^{b}	۳٦/۷۳^{ab}	٤٤/۲۰^{ab}	٥٥/۰٦^{a}	٥/۷٤	۰/۰۳	۰/۳٥	۰/۸۳
روز ٦٥	٤۳/٦۳	٤۷/۰۳	٤۹/۲۷	٥۱/۸۷	٦/۱٤	۰/۳٦	۰/۹٥	۰/۹٦
کل دوره	٤۷/٤٤	٤۳/٥۹	٤۱/٦۰	٤۳/۳۰	٤۷/۰۰	۰/٤٤	۰/٥۱	۰/۹۲
ظرفیت تام آنتی اکسیدانی (mmol/l)								
روز ۲۸	۰/۱۷	۰/۱٥	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۰۲۸	۰/۲٥	۰/٤٦	۰/۷۸
روز ٤۲	۰/۱٦	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۰۲٤	۰/۰۸	۰/٤۳	۰/۸۱
روز ٦٥	۰/۱٦	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۰۲۲	۰/۱٥	۰/٦۱	۰/۹۷
کل دوره	۰/۱٦	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۹	۰/٦٤	۰/۹٦
مالون دی آلدهید (nmol/ml)								
روز ۲۸	۱/۳٦	۱/٥۳	۱/۲۳	۲/۰۳	۰/٤٥٤	۰/٤۳	۰/٥۰	۰/٤٦
روز ٤۲	۲/۷۰^{a}	۱/٥۷^{ab}	۱/۱۳^{b}	۱/۱۳^{b}	۰/٤٥٦	۰/۰۳	۰/۲٤	۰/۸۹
روز ٦٥	۱/۹۰	۱/٤۰	۲/۰۷	۱/٤۷	۰/۲۸۸	۰/٦۳	۰/۸۷	۰/۰۹
کل دوره	۱/۹۹	۱/٥۰	۱/٤۸	۱/٥٤	۰/۲۳۹	۰/۲٤	۰/۲۸	۰/۷۳

[۱] میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز بر حسب واحد به ازای هر میلیلیرت حجم سلولهای قرمز خون (PCV)در دمای ۳۷ درجه سانتی-گراد

جدول ٤- تاثیر نانو سلنیوم روی هورمون‌های تیروئیدی در سرم گوساله‌های هلشتاین

	نانو سلنیوم							
عنوان	سلنیت سدیم	پایین	متوسط	بالا	SEM	خطی	درجه دوم	درجه سوم
هورمون محرک تیروئید (µU/ml)								
روز ۲۸	۰/۷۳	۰/٦۷	۰/٦۷	۰/۵۳	۰/۱۹۰	۰/۵۰	۰/۸٦	۰/۸۲
روز ٤۲	۰/٦۰	۱/۸۷	۰/۵۷	۰/۵۰	۰/٦٦۲	۰/٦۰	۰/۳٤	۰/۲٤
روز ٦۵	۰/۵۷	۰/۵۰	۰/۵۷	۰/۵۰	۰/۰۳۷	۰/٤٤	۰/۹۹	۰/۱۵
کل دوره	۰/٦۳	۱/۰۱	۰/٦۰	۰/۵۱	۰/۳۰۵	۰/٤٤	۰/۳۱	۰/۲۸
تیروکسین یا T3 (ng/ml)								
روز ۲۸	۰/٦۷	۰/٦۳	۰/۵۷	۰/٦۰	۰/۱۰٤	۰/۵۸	۰/۷۵	۰/۷۸
روز ٤۲	۱/٤۰	۱/۰۷	۰/٦۰	۱/۲۷	۰/٤۹۳	۰/۷۰	۰/۳٤	۰/۵۸
روز ٦۵	۱/۹۰	۰/۹۰	۱/۸۷	۱/۰۷	۰/۳۹۵	۰/٤۱	۰/۸۱	۰/۰٦
کل دوره	۱/۳۲	۰/۸۷	۱/۰۱	۰/۹۸	۰/۲۳۸	۰/٤۳	۰/٤۰	۰/٤۹
تری یدوتیرونین یا T4 (ng/ml)								
روز ۲۸	٤/٤۸	٤/۷۹	٤/۵۰	٤/٦۵	۰/۵۱۱	۰/٦٦	۰/۸۸	۰/۷۵
روز ٤۲	٤/۳۸	٤/۳۸	٤/٤٤	٤/۸۳	۰/٤۹٤	۰/۸۱	۰/٦۵	۰/٤۲
روز ٦۵	۵/۷۳	۵/۹٤	۵/۱۷	۵/٤۳	۰/٦۱۲	۰/۸٤	۰/۹٤	۰/۲٤
کل دوره	٤/۸۳	۵/۳۲	٤/۷۰	۵/۰٤	۰/۵٤۱	۰/۸٤	۰/۷۵	۰/۵۱
T_3:T_4								
روز ۲۸	۰/۱٤٤	۰/۱٤۰	۰/۱۱۹	۰/۱۳٤	۰/۲٤۰	۰/٦٤	۰/٦۹	۰/٦۲
روز ٤۲	۰/۲۹۰	۰/۲۳۹	۰/۱۳۷	۰/۲۹۰	۰/۱۰۹	۰/۸٤	۰/۳۸	۰/۵۵
روز ٦۵	۰/۳۵۰	۰/۱۷٤	۰/۳۱۵	۰/۱۸۵	۰/۷٤٤	۰/۳۲	۰/۷٦	۰/۱۲
کل دوره	۰/۲٦۲	۰/۱۸۵	۰/۱۹۰	۰/۲۰۳	۰/۰۵۲	۰/٤۸	۰/٤۱	۰/۷٦

بحث

فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم به طور گسترده برای ارزیابی وضعیت تغذیه، سلامت و متابولیک حیوانات استفاده می شود. فراسنجه‌های خون اندازه گیری شده در محدوده طبیعی مشاهده شده در گوساله‌های شیرخوار بودند (۱۰، ۹، ۱٤، ۱۹). لیو و همکاران (۲۰۱۹) گزارش داد که مکمل سلنیت سدیم محافظت شده در شکمبه در گاوهای نر در مقایسه با سلنیت سدیم، گلوکز سرم بهتری (۲۹.۱ در مقابل ۲۷.۳ نانومول در لیتر) دارد. با این حال، سطوح سرمی سلنیوم، انسولین و کلسترول تام در هر دو گروه سلنیوم مشابه بود(۱۲). با این حال، ابراهیمی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که به دلیل اثر شبه

انسولین سلنیوم، استفاده از مکمل‌های سلنیوم باعث کاهش گلوکز سرم می‌شود (٤). به طور مشابه، فورنیسون و همکاران (۱۹۹٦) نشان داد که سلنیوم سرعت گلیکولیز و همچنین انتقال گلوکز را در عضله جدا شده موش افزایش می‌دهد (٦). ازاکی (۱۹۹۰) اثرات سلنیوم را به صورت شبه-انسولین تأیید کرد زیرا سلنیوم باعث افزایش انتقال گلوکز، فسفوریلاسیون پروتئین ریبوزومی S6 و فعالیت cAMP فسفودی استراز حساس به انسولین در سلولهای چربی موش صحرایی شد(٥). اگرچه، مطابق با نتایج ما، استفاده از منابع مختلف مکمل‌های سلنیوم به‌عنوان سلنیوم معدنی در مطالعات قبلی، تأثیر معنی‌داری بر غلظت کل پروتئین و آلبومین نداشت (۱۸). شواهد نشان داده است که گاماگلوبولین سرم، پروتئین تام و کلسترول می‌تواند تحت تأثیر مکمل سلنیوم قرار گیرد (۱۳). نکروز یا بیماری کبد اغلب منجر به افزایش چشمگیر فعالیت آسپارتات ترانس آمیناز و آلانین ترانس آمیناز سرم می‌شود (۸). عدم وجود تفاوت معنی‌دار مرتبط با فعالیت‌های ALT و AST در گروه نانوسلنیوم در مقایسه با گروه سلنیت سدیم نشان داد که مکمل‌سازی نانوذرات سلنیوم هیچ اثر معنی‌داری بر عملکرد بافت ندارد. در مطالعه ای دیگر هیچ تفاوت معنی داری در فعالیت های AST و ALT در گوساله‌های گاومیش با توجه به تیمارهای سلنیوم به دست نیامد(۱۲). گلوتاتیون پراکسیداز یک آنزیم مهم حاوی سلنیوم در خون و بافت حیوانات است، جایی که با کاهش پراکسید هیدروژن به آب و هیدروپراکسیدهای لیپیدی به الکل از طریق کاهش گلوتاتیون به عنوان یک آنتی اکسیدان عمل می‌کند (۱٥). گونه های فعال اکسیژن توسط آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز حذف می شوند و مالون دی آلدئید محصول نهایی تنش اکسیداتیو است که به عنوان شاخصی از وضعیت آنتی‌اکسیدانی عمل می‌کند (۲۳).

بر اساس نتایج ارائه‌شده، افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در پلاسمای گوساله‌های ٤۲ روزه دریافت‌کننده نانوسلنیوم نشان داد که وضعیت آنتی‌اکسیدانی توسط نانوسلنیوم در مقایسه با مکمل سدیم سلنیت بهبود یافته است. کاهش مالون دی آلدئید اثرات مثبت بر وضعیت آنتی اکسیدانی گوساله‌های تغذیه شده با شیر حاوی نانوسلنیوم را در مقایسه با سلنیوم غیر آلی تایید کرد. اطلاعات کمی در مورد تأثیر منبع مکمل سلنیوم بر GSH-Px پلاسما در دسترس است. در مطالعه دیگری فعالیت GSH-Px خون بالاتری را در گاوهایی که مخمر حاوی سلنیوم را دریافت کردند در مقایسه با گاوهایی که سلنیت سدیم دریافت کردند، گزارش کردند(۱۰). همین گزارش‌ها توسط چندین مقاله (۲٤، ۲٦) مشاهده شده است که نشان می‌دهد نانو سلنیوم زیست فراهمی بسیار خوبی دارد، زیرا نانو سلنیوم راندمان کاتالیزوری بالا، توانایی جذب قوی و سمیت کم دارد. همه این ویژگی‌های خاص نانوسلنیوم و الگوهای جذب مختلف ممکن است زیست فراهمی بیشتر نانو سلنیوم را در مقایسه با سلنیوم معدنی توضیح دهد (۲۳). هورمون‌های تیروئید برای بسیاری از عملکردهای متابولیک مانند تنظیم حرارت، متابولیسم میانی، تولید مثل و عملکرد عصبی عضلانی مهم هستند (۱۱). یدوتیرونین-٥'-دیودیناز نوع I، یک آنزیم وابسته به سلنیوم، یک آنزیم دیودیناز اصلی در کبد، کلیه و عضله اسکلتی است. این آنزیم مسئول یدزدایی T4 به شکل فعال‌تر آن یعنی T3 است. آرتور و همکاران (۱۹۸۸) کاهش غلظت T3 و افزایش غلظت T4 را در گوساله‌های تغذیه شده با جیره ای که دارای کمبود سلنیوم بود را گزارش کردند (۲).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که با تغذیه نانوذرات سلنیوم، فراسنجه‌های سرم خون، مالون‌دی‌آلدئید کاهش و هورمون‌های تیروئیدی تحت تاثیر نانوذرات سلنیوم قرار نگرفتند. نتایج نشان داد که نانوذرات سلنیوم در تغذیه گوساله‌های شیر خوار، وضعیت آنتی‌اکسیدانی را بهبود بخشید.

منابع

1. AOAC International. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC International, Arlington, VA.

2. Arthur J.R., Morrice P.C., Beckett G.J. 1988. Thyroid hormone concentrations in selenium deficient and selenium sufficient cattle. *Research in Veterinary Science*, 45:122-123.

3. Doucha J., Lívansky´ K., Kotrbácek V., Zachleder V. 2009. Production of Chlorella biomass enriched by selenium and its use in animal nutrition: a review. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 83:1001-1008.

4. Ebrahimi M., Towhidi A., Nikkhah A. 2009. Effect of organic selenium (Sel-Plex) on thermometabolism, blood chemical composition and weight gain in Holstein suckling calves. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22:984-992.

5. Ezaki O. 1990. The insulin like effect of selenate in rat adipocytes. *Journal of Biological Chemistry*, 265:1124-1128.

6. Furnsinn C., Englisch R., Ebner K., Nowotny P., Vogl C., Waldhausl W. 1996. Insulin-like vs. non insulin-like stimulation of glucose metabolism by vanadium, tungsten and selenium compounds in rat muscle. *Life Sciences*, 59:1989-2000.

7. Goff J.P. 2006. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of Dairy Science*, 89:1291-1301.

8. Huang L., Heinloth A.N., Zeng Z.B., Paules R.S., Bushel P.R. 2008. Genes related to apoptosis predict necrosis of the liver as a phenotype observed in rats exposed to a compendium of hepatotoxicants. *BMC Genomics*, 9:288.

9. Kanani M., Kargar S., Zamiri M.J., Ghoreishi S.M., Mirzaei M. 2019. Reciprocal combinations of alfalfa hay and corn silage in the starter diets of Holstein dairy calves: effects on growth performance, nutrient digestibility, rumen fermentation and selected blood Metabolites. *Animal*, 13: 2501-2509.

10. Kazemi-Bonchenari M., Falahati R., Poorhamdollah M., Heidari S.R., Pezeshki A. 2018. Essential oils improved weight gain, growth and feed efficiency of young dairy calves fed 18 or 20 % crude protein starter diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102:652-661.

11. Koenig K.M., Beauchemin K.A. 2009. Supplementing selenium yeast to diets with adequate concentrations of selenium: Selenium status, thyroid hormone concentrations and passive transfer of immunoglobulins in dairy cows and calves. *Canadian Journal of Animal Science*, 89:111-122.

12. Liu Y., Wang C., Liu Q, Guo G., Huo W., Zhang Y., Pei C., Zhang S., Zhang J. 2019. Effects of sodium selenite addition on ruminal fermentation, microflora and urinary excretion of purine derivatives in Holstein dairy bulls. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103:1719-1726.

13. Liu Y., Zhang Z., Dai S., Wang Y., Tian X., Zhao J., Wang C., Liu Q., Guo G., Huo W. 2020. Effects of sodium selenite and coated sodium selenite addition on performance, ruminal fermentation, nutrient digestibility and hepatic gene expression related to lipid metabolism in dairy bulls. *Livestock Science*, 237:104062.

14. Makizadeh H., Kazemi-Bonchenari M., Mansoori-Yarahmadi H., Fakhraei J., Khanaki H., Drackley J.K., Ghaffari M.H.

2020. Corn-processing and crude protein content in calf starter: effects on growth performance, ruminal fermentation, and blood metabolites. *Journal of Dairy Science*, 103:9037-9053.

15. McPherson A. 1994. Selenium vitamin E and biological oxidation. In: Cole DJ, Garnsworthy PJ editors. Recent advances in animal nutrition. Oxford: Butterworth and Heinemann's; p:3-30.

16. Mehdi Y., Dufrasne I. 2016. Selenium in cattle: a review. *Molecules*, 21:545.

17. Metery G.H., Youssef R.H., Khattab R.M. 1999. Studies on selenium and or vitamin E administration to Egyptian buffalo calves. *Mansoura University Journal of Agricultural Sciences*, 24:4625-4635.

18. Mohri M., Ehsani A., Norouzian M.A., Bami M.H., Seifi H.A. 2011. Parenteral selenium and vitamin E supplementation to lambs: hematology, serum biochemistry, performance, and relationship with other trace elements. *Biological Trace Element Research*, 139:308-316.

19. Mohtashami B., Khalilvandi-Behroozyar H., Pirmohammadi R., Dehghan-Banadaky M., Kazemi-Bonchenari M., Dirandeh E., Ghaffari M.H. 2022. The effect of supplemental bioactive fatty acids on growth performance and immune function of milk-fed Holstein dairy calves during heat stress. *British Journal of Nutrition*, 127:188-201.

20. Qin S., Gao J., Huang K. 2007. Effects of different selenium sources on tissue selenium concentrations, blood GSH-Px activities and plasma interleukin levels in finishing lambs. *Biological Trace Element Research*, 116:91-102.

21. Rodríguez A.M., Valiente S.L., Brambilla CE, Fernández EL., Maresca S. 2020. Effects of inorganic selenium injection on the performance of beef cows and their subsequent calves. *Research in Veterinary Science*, 133:117-123.

22. SAS Institute. 2013. SAS User's Guide. Retrieved on 25 March 2019, from https://support.sas.com/documentation/cdl/en/procstat/66703/PDF/default/procstat.pdf.

23. Shi D., Liao S., Guo S., Li H., Yang M., Tang Z. 2015. Protective effects of selenium on aflatoxin B1-induced mitochondrial permeability transition, DNA damage, and histological alterations in duckling liver. *Biological Trace Element Research*, 163:162-168.

24. Xu B.H., Xu Z.R., Xia M.S. 2003. Effect of Nano red elemental selenium on GPx activity of broiler chick kidney cells in vitro. *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 8:1161-1166.

25. Xu Z.Y., Li J., Han J.W. 2007. Effects of se-yeast in dairy ration on somatic cell and anti-oxidation performance. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 19:753-757.

26. Zhan X., Wang M., Zhao R., Li W., Xu Z. 2007. Effects of different selenium source on selenium distribution, loin quality and antioxidant status in finishing pigs. *Animal Feed Science Technology*, 132:202-211.

27. Zhang G.W., Wang C., Du H.S., Wu Z.Z., Liu Q., Guo G., Huo W.J., Zhang J., Zhang Y.L., Pei C.X., Zhang S.L. 2020. Effects of folic acid and sodium selenite on growth performance, nutrient digestion, ruminal fermentation and urinary excretion of purine derivatives in Holstein dairy calves. *Livestock Science*, 231:103884.

28. Zhang J., Wang H., Bao Y., Zhang L. 2004. Nano red elemental selenium has no size effect in the induction of seleno-enzymes in both cultured cells and mice. *Life Science*, 75:237-244.

29. Zhang J.S., Gao X.Y., Zhang L.D., Bao Y.P. 2001. Biological effects of a Nano red elemental selenium. *BioFactors*, 15:27-38.

Effects of Replacing Mineral Selenium Supplement with Selenium Nanoparticles on Blood Parameters of Dairy Calves

Mohammad Karimi*, Mehdiganj Khanlou, Farhang Fatehi

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of replacing mineral selenium supplements with nano selenium particles in the feeding of dairy calves and its effects on blood metabolites, and improving the growth performance and skeletal structure of infant calves. The number of 32 newborn Holstein calves with an average body weight of 37.85 ± 4.35 kg in the form of a completely randomized design with 4 treatments (eight calves in each treatment) for 83 days according to the supplemental consumption of milk or drinking water with sources Different selenium were placed. Treatments include: 1) inorganic selenium: providing 0.3 mg of selenium per kilogram of dry matter with sodium selenite, 2) low level of nano selenium: providing 0.15 mg of selenium per kilogram of dry matter with nanoparticles prepared from selenium, 3 (Medium level of nano-selenium: providing 0.3 mg of selenium per kilogram of dry matter with nanoparticles prepared from selenium, 4) High level of nano-selenium: providing 0.45 mg of selenium per kilogram of dry matter with nanoparticles prepared from selenium. The results showed that the calves that received nano selenium had no significant difference in the parameters of aspartate transferase and alanine transaminase compared to sodium selenite. The concentration of glutathione peroxidase in 42 days in nano selenium treatments increased and malondialdehyde decreased linearly significantly compared to mineral selenium (P=0.03). The results of this study showed that nano selenium was effective in improving the antioxidant status of calf blood during post-weaning.

Keywords: Nano-selenium, Sodium selenite, Holstein calf, Blood metabolites.