Journal of Animal Biology, Summer 2024; 16(4):113-122

Research Article

Effects of Replacing Mineral Selenium Supplement with Selenium Nanoparticles on Growth Performance of Dairy Calves

Mohammad Karimi[1], Mahdi Ganjkhanlou[1*], Farhang Fatehi[1], Abolfazl Zali[1], Mostafa Sadeghi[1], Ronak Rafipour[2]

1- Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Department of Chemistry, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran
*Corresponding author: ganjkhanlou@ut.ac.ir

Received: 22 October 2023 Accepted: 7 December 2023

DOI: 10.22034/ascij.2023.1999522.1555

Abstract

Selenium, as an essential dietary trace element, has an important biological role in the health and growth performance of cows and dairy cows. The purpose of this study was to investigate the effects of replacing mineral selenium supplement with nano selenium particles in the feeding of suckling calves and its impacts on the growth performance and skeletal structure of suckling 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 supplementing milk with selenium nanoparticles did not affect the performance of calves during the pre-weaning period, but significantly improved it after weaning compared to calves fed sodium selenite. So the daily gain and feed efficiency in the second period increased secondarily ($p <$ 0.01) and the medium level was the highest

Keywords: Nano-selenium, Sodium selenite, Holstein calf, Growth performance.

زیست‌شناسی جانوری، سال شانزدهم، شماره چهارم، تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۱۲۲-۱۱۳

مقاله پژوهشی

اثرات جایگزینی مکمل سلنیوم معدنی با نانوذرات سلنیوم بر عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار

محمد کریمی[۱]، مهدی گنج خانلو[۱*]، فرهنگ فاتحی[۱]، ابوالفضل زالی[۱]، مصطفی صادقی[۱]، روناک رفیع‌پور[۲]

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

۲- گروه شیمی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

*مسئول مکاتبات: ganjkhanlou@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۶

DOI: 10.22034/ascij.2023.1999522.1555

چکیده

سلنیوم به عنوان یک عنصر کمیاب غذایی ضروری، نقش بیولوژیکی مهمی در سلامت و عملکرد رشد گاو و گاو شیری دارد. هدف از این مطالعه بررسی اثرات جایگزینی مکمل سلنیوم معدنی با ذرات نانو سلنیوم در تغذیه گوساله‌های شیرخوار و اثرات آن بر عملکرد رشد و ساختار اسکلتی 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 ٤ 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: ارائه ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با سلنیت سدیم، ۲- سطح پایین نانو سلنیوم: ارائه ۰/۱۵ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم، ۳- سطح متوسط نانو سلنیوم: ارائه ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم، ٤- سطح بالای نانوسلنیوم: ارائه ۰/٤٥ میلی‌گرم سلنیوم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم. نتایج نشان داد تکمیل شیر با نانوذرات سلنیوم تاثیری روی عملکرد گوساله‌ها در طول دوره پیش از شیرگیری نداشت، اما در بعد از شیرگیری در مقایسه با گوساله‌هایی که سلنیت سدیم تغذیه شده بودند، بطور معنی‌داری بهبود بخشید. بطوریکه افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در دوره دوم بطور درجه دوم افزایش یافت ($p < ۰/۰۱$) و سطح متوسط بیشترین مقدار بود.

کلمات کلیدی: نانوسلنیوم، سلنیت سدیم، گوساله هلشتاین، عملکرد رشد.

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 آنتی بادی 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 (۷)، اما بهرحال گوساله‌های تازه متولد شده مستعد ابتلا به بیماری-هایی هستند که سیستم ایمنی آنها را به چالش می-

کشد. سلنیوم (Se)، به عنوان یک عنصر کمیاب غذایی ضروری، نقش بیولوژیکی مهمی در سلامت و عملکرد رشد گاو و گاو شیری دارد (۱۶، ۱۸، ۱۹). عملکرد این عنصر با فعالیت سلنوآنزیم های دخیل در تولید مثل، فعال شدن هورمون تیروئید، مکانیسم ردوکس تنظیمی وابسته به سلنیوم، هموستاز انرژی، تولید DNA و فعالیت ضد رادیکال‌های آزاد در برابر آسیب DNA مرتبط است (۱۳، ۲۰). علاوه بر این، برخی از پارامترهای تولیدی مانند افزایش وزن (۶، ۹، ۲۱) می‌تواند تحت تأثیر وضعیت سلنیوم آنها قرار گیرد. با این وجود، دیستروفی عضلانی تغذیه یا بیماری عضله سفید ناشی از کمبود سلنیوم است. کمبود سلنیوم در گاوهای گوشتی باعث مرگ‌ومیر گوساله‌ها به دلیل ضایعات دژنراتیو در میوکارد می‌شود (۱۵). 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. 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 و سمیت کمتری از خود نشان داده است (۲۲). هدف از این تحقیق بررسی این موضوع است که آیا مکمل سلنیوم بصورت نانوذرات سلنیوم نسبت به مکمل سلنیت سدیم از نظر افزایش قابلیت هضم مواد مغذی، ویژگی‌های تخمیر شکمبه و متابولیت‌های خون و ارتقای عملکرد رشد و ساختار اسکلتی 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 شکم زا 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 سطل های 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، ۶۵ و ۸۳ آزمایش وزن شدند. گوساله‌ها پس از بررسی وضعیت سلامت طبیعی به طور تصادفی در روز ۳ سن شان با تیمارهای آزمایشی آزمایشی تغذیه شدند. چهار تیمار (هشت گوساله در

هر تیمار) با توجه به مکمل مصرفی شیر با منابع مختلف سلنیوم اختصاص داده شد. سلنیوم معدنی: ارائه ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با سلنیت سدیم، سطح پایین نانو سلنیوم: ارائه ۰/۱۵ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم، سطح متوسط نانو سلنیوم: ارائه ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک با نانوذرات تهیه شده از سلنیوم، سطح بالای نانوسلنیوم: ارائه 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 ٤٥/٨٥ 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، غلظت‌های 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 همان روش در آب آشامیدنی تجویز شد. 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 ۰/۵۵ ± ۱۱/۲ درصد کل جامد بود. همه گوساله‌ها در روز ٦۵ 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 ٦/۵، 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 شدند و مجاز بود تا حداقل ۱۰ درصد در یک دوره ۲٤ ساعته اضافه ارائه گردد. 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.

نمونه‌برداری و آنالیز شیمیایی: بقایای جیره غذایی استارتر روزانه در ساعت ۰۷:۳۰ جمع آوری و ثبت شد و استارتر تازه در ساعت ۰۹:۰۰ تغذیه شد. وزن بدن با استفاده از ترازوی الکترونیکی هر ۱۰ روز (٦ رکورد قبل از شیر گرفتن و ۲ رکورد بعد از شیرگیری) ثبت شد. میانگین افزایش روزانه (گرم در روز) به عنوان تفاوت بین وزن بدن گرفته شده در هر ۱۰ روز، تقسیم بر ۱۰ محاسبه گردید. نمونه‌های فرعی از خوراک‌ها و باقیمانده‌ها، خشک شده و کاملاً مخلوط و در آسیاب (شرکت Ogaw Seiki، توکیو، ژاپن) آسیاب شدند تا از الک ۱ میلی‌متری عبور کنند و تا تجزیه و تحلیل شیمیایی در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد ذخیره شدند.

اندازه‌گیری رشد و فراسنجه‌های اسکلتی: اندازه‌گیری‌های رشد، از جمله طول بدن (فاصله بین نقاط شانه و کفل)، طول مورب بدن، دور سینه، ارتفاع از جدوگاه (فاصله از قاعده پاهای جلو تا جدوگاه)، ارتفاع از پشت، ارتفاع از خاصره (طول از پایه پای عقب تا استخوان هوک)، عرض لگن (فاصله بین نقاط استخوان هوک)، ارتفاع پین، طول کارپوس و طول تارس با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد و در روزهای ۳، ۲۸ ٤۲، ۵٦، ٦۵ و ۸۳ روزگی برای گوساله‌های شیرخوار ثبت شد.

تحلیل آماری: مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه، وزن بدن، راندمان خوراک، پارامترهای رشد اسکلتی و متغیرهای سرمی برای سه دوره مجزا: پیش از شیرگیری (از ۳ تا ٦٥ روزگی)، پس از شیرگیری (از ٦٦ تا ۸۳ روزگی) و کل دوره (از ۳ تا ۸۳ روزگی) مورد تحلیل آماری قرار گرفتند. داده های مربوط به این متغیرها در کل دوره با استفاده از روش MIXED MODEL (SAS، ۲۰۱۳) بر اساس مدل زیر تجزیه و تحلیل شد:

$$Yijk = \mu + Ti + Aij + Dk) + TD(ik + \varepsilon ijk$$

که در آن Yijk پاسخ در روز k روی حیوان j در تیمار i است، μ میانگین کلی است، Ti اثر ثابت تیمار i، Aij اثر تصادفی حیوان j در گروه تیمار i ، Dk اثر ثابت روز است. k، ik (TD) اثر متقابل ثابت تیمار i با روز k است و eijk خطای تصادفی در روز k روی حیوان j در تیمار i است. روش برآورد REML و روش درجات آزادی بین-درون بود. تقارن مرکب (CS) به عنوان ساختار کوواریانس در مدل پس از آزمایش ساختارهای کوواریانس مختلف) شامل CS، Simple، UN، TOEP،(1) AR ، (1) ARH و (1) ANTE برای یافتن بهترین ساختار متناسب استفاده شد. ساختار برازش مدل بر اساس کمترین معیار اطلاعات آکایک (Akaike) اصلاح شده (AIC, 2002). تفاوت بین تیمارها با استفاده از LSMEENS با بیانیه PDIFF تعیین شد. اهمیت آماری در $p \leq$ ۰/۰۵ تا $p \leq$ ۰/۰۱ اعلام شد. قابلیت هضم مواد مغذی، ویژگی‌های تخمیر شکمبه و همه متغیرهای ذکر شده در بالا که در طول دوره‌های خاصی اندازه‌گیری شدند (به استثنای کلی) به عنوان یک طرح کاملا تصادفی با استفاده از روش GLM MODEL (موسسه SAS، ۲۰۱۳) طبق مدل زیر تجزیه و تحلیل شدند: Yij = μ + Ti + εij. جایی که Yij= مشاهدات متغیرهای وابسته. μ = میانگین کلی، T = اثر ثابت تیمار، و εij = خطای باقیمانده تصادفی (۱).

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

Table 1. Ingredients and chemical composition (percent dry matter) of the experimental starter used in feeding Holstein calves

Item	Value
Ingredient	
Alfalfa hay, chopped	10.0
Barley grain, ground	4.50
Corn grain, cracked	45.0
Wheat bran	6.93
Soybean meal, 45% CP	24.3
Corn gluten meal	2.70
Fat powder	0.90
Calcium carbonate	1.35
Dicalcium phosphate	0.18
Sodium bicarbonate	0.90
Sodium chloride	0.45
Bentonite powder	0.45
Toxin binder	0.27
Magnesium oxide	0.27
Vitamin and mineral mix[1]	1.80
Nutrient composition [% of DM]	
DM [% as fed]	90.0
Crude protein	20.2
NDF	16.9
Ether extract	3.80
Ash	5.60
Calcium[2]	1.12

Phosphorus[2]	0.54
Se, mg/kg of DM	0.22
ME [Mcal/kg][b]	2.98

۱: هر کیلوگرم مکمل حاوی: ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D ، ۲۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۵ گرم منگنز، ۱۰۰ گرم کلسیم، ٦ گرم روی، ۲۰ گرم فسفر، ٤٠ گرم منیزیم، ۳۰ گرم سدیم، ۰/۱۵ گرم آهن، ۲۰ گرم گوگرد، ٤٠ میلی گرم کبالت، ۲ گرم مس، و ۸۰ میلی‌گرم ید. ۲: با استفاده از سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل، نسخه ۵.٦ (CNCPS) محاسبه شد.

1: Each kilogram of the supplement contains: 800,000 IU of vitamin A, 100,000 IU of vitamin D, 2,000 IU of vitamin E, 5 g of Mn, 100 g of Ca, 6 g of Zn, 20 g of P, 40 g of Mg, 30 g of Na, 0.15 g of Fe, 20 g of S, 40 mg of Co, 2 g of Cu, and 80 mg of I. [2] Calculated using the Cornell Net Carbohydrate and Protein System, version 6.5 (CNCPS).

نتایج

گوساله‌هایی که با نانوسلنیوم مکمل شده بودند، در مقایسه با گوساله‌های گروه سلنیت سدیم در مصرف خوراک استارتر، شیر و کل ماده خشک مصرفی (رکورد روزانه) تغییری ایجاد نکردند (جدول ۲). در قبل از شیرگیری پارامترهای عملکردی مثل افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه، وزن بدن و بازده خوراک تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. در کل دوره و بعد از شیرگیری پارامترهای مصرف خوراک روزانه و وزن بدن تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. گوساله‌های شیرخوار در طول پس از شیرگیری، در مقایسه با آنهایی که با سلنیت سدیم تغذیه شدند، عملکرد بهتری داشتند. افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در بعد از شیرگیری و کل دوره تحت تاثیرهای آزمایشی قرار گرفت بطوریکه مکمل خوراکی نانوذرات سلنیوم در سطوح پایین و متوسط نسبت به نانو سلنبوم معدنی و سطح بالا نانوذرات سلنیوم بطور معنی‌داری بالاتر بود. وزن بدن در گوساله‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی نانوذرات در طول آزمایش تغییری نکرد. گوساله‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی نانوسلنیوم عملکرد رشد مشابهی داشتند. در طول دوره قبل یا بعد از شیرگیری، وزن بدن در مطالعه حاضر به دلیل مصرف خوراک مشابه، تحت تأثیر جایگزینی منبع معدنی سلنیوم با نانوذرات آن قرار نگرفت.

جدول ۲- تاثیر منابع مختلف سلنیوم روی مصرف استارتر، افزایش وزن روزانه، بازده خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی در گوساله‌های هلشتاین

Table 2. Effect of different sources of selenium on starter consumption, daily weight gain, feed efficiency and digestibility of nutrients in Holstein calves

Item	Selenit Sodium	Nano selenium			SEM	Linear	Quadratic	Cubic
		Low	Medium	High				
Total dry matter intake, gr per day								
Before weaning (days 3 to 65)	1223	1255	1266	1136	77.56	0.48	0.31	0.73
After weaning (days 66 to 83)	2263	2312	2278	2295	24.65	0.57	0.51	0.23
The whole period (days 3 to 83)	1743	1784	1772	1716	45.02	0.81	0.91	0.61
Average Daily gain, gr per day								
Before weaning (days 3 to 65)	485	524	516	423	56.62	0.45	0.25	0.88
After weaning (days 66 to 83)	970[b]	1068[a]	1089[a]	998[b]	22.29	0.30	<0.01	0.73
The whole period (days 3 to 83)	728	796	803	711	36.97	0.79	0.04	0.83

Body weight, kg								
Primary (day 3)	38.62	40	38	36.5	1.41	0.19	0.32	0.55
Weaning (day 65)	68.25	72	69.5	62.31	4.08	0.28	0.19	0.93
Final (day 83)	85.71	91.23	89.11	80.28	4.35	0.35	0.11	0.96
Feed efficiency								
Before weaning (days 3 to 65)	0.39	0.42	0.40	0.36	0.31	0.5	0.28	0.90
After weaning (days 66 to 83)	0.43^{c}	0.46^{ab}	0.48^{a}	0.43^{bc}	0.009	0.45	<0.01	0.34
The whole period (days 3 to 83)	0.41	0.44	0.44	0.40	0.018	0.70	0.06	0.88

جدول ۳- تاثیر نانو سلنیوم روی فراسنجه‌های رشد اسکلتی (سانتی متر)در گوساله‌های هلشتاین

Table 3. Effect of nano selenium on parameters of skeletal growth (cm) in Holstein dairy calves

Item	Selenit Sodium	Nano selenium			SEM	Linear	Quadratic	Cubic
		Low	Medium	High				
body length								
Day 28	66.1^{bc}	69.1^{a}	67.6^{ab}	64.6^{c}	0.981	0.18	0.01	0.49
Day 42	71.1	71.5	71.4	68.2	1.290	0.14	0.18	0.68
Day 56	74.1^{ab}	75.1^{a}	75.1^{a}	72.1^{b}	0.845	0.12	0.02	0.58
Day 65	74.9^{ab}	77.6^{a}	76.5^{a}	73.3^{b}	0.965	0.18	0.01	0.74
Day 83	76.3^{b}	79.2^{ab}	80.1^{a}	75.8^{b}	1.185	0.87	0.01	0.54
Heart girth								
Day 28	84.5^{ab}	87.7^{a}	86.1^{a}	80.7^{b}	1.547	0.07	<0.01	0.87
Day 42	90.0^{a}	91.1^{a}	90.0^{a}	85.1	1.368	< 0.01	0.03	0.80
Day 56	91.5	93.2	94.4	90.3	1.962	0.76	0.15	0.58
Day 65	93^{ab}	98.8^{a}	96.6^{ab}	91.8^{b}	1.977	0.50	0.01	0.57
Day 83	96.7^{b}	102.7^{ab}	107.1^{a}	95.9^{b}	2.989	0.88	0.01	0.31
Withers height								
Day 28	79.9^{ab}	82^{a}	81^{a}	77.6^{b}	0.961	0.08	0.01	0.86
Day 42	83.8^{a}	84.3^{a}	84.2^{a}	80.7^{b}	1.051	0.05	0.07	0.58
Day 56	87.3^{a}	88.3^{a}	87.4^{a}	82.9^{b}	0.923	0.01	0.01	0.9
Day 65	88.9^{a}	89.5^{a}	88.2^{a}	84.6^{b}	0.938	< 0.01	0.03	0.94
Day 83	91.5^{b}	91.9^{b}	96.6^{a}	89.9^{b}	1.169	0.99	< 0.01	< 0.01
Hip height								
Day 28	81.9^{ab}	84.1^{a}	83^{ab}	81.3^{b}	0.909	0.47	0.03	0.50
Day 42	85.8^{ab}	86.6^{a}	86.3^{a}	83.5^{b}	0.925	0.09	0.06	0.71
Day 56	88.8^{a}	90.3^{a}	89.3^{a}	85.8^{b}	0.875	0.01	< 0.01	0.98
Day 65	90.4^{a}	90.8^{a}	89.4^{a}	86.4^{b}	0.762	< 0.001	0.03	0.96
Day 83	91.5^{ab}	90.9^{b}	93.8^{a}	89.8^{b}	0.955	0.63	0.09	0.01
Hip width								
Day 28	23.6^{bc}	24.8^{a}	24.1^{ab}	23.0^{c}	0.315	0.08	< 0.01	0.38
Day 42	24.9^{ab}	25.6^{a}	24.9^{ab}	24.3^{b}	0.406	0.17	0.11	0.42
Day 56	25.4^{b}	26.4^{a}	26.4^{a}	25.4^{ab}	0.350	0.93	0.01	0.90
Day 65	26.6^{bc}	27.8^{a}	27.1^{ab}	25.8^{c}	0.349	0.04	< 0.01	0.35
Day 83	28^{b}	29.8^{a}	30.4^{a}	28.1^{b}	0.460	0.68	< 0.01	0.46
Pin width								
Day 28	80.1^{a}	81.9^{a}	80.6^{a}	76.6^{b}	0.742	< 0.01	< 0.01	0.94
Day 42	83.1^{a}	83.7^{a}	82.9^{a}	80.0^{b}	0.946	0.02	0.07	0.89
Day 56	85.9^{a}	87.8^{a}	86.5^{a}	83.1^{b}	0.942	0.02	< 0.01	0.78
Day 65	87.9^{a}	88.2^{a}	86.4^{a}	83.4b	0.725	0.01	002	0.73
Day 83	88.9^{ab}	90.4^{a}	87.9^{bc}	86.3^{c}	0.734	< 0.01	0.04	0.14

بحث

عدم تاثیر نانوذرات بر مصرف ماده خشک در این مطالعه با یافته‌های قبلی مطابقت دارد (۱۰، ۲۲). اگرچه بسیاری از مطالعات دیگر گزارش کردند که مکمل‌سازی سطوح و منابع مختلف سلنیوم، مانند مکمل‌های معدنی، آلی و نانو سلنیوم، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد در گوساله‌های شیرخوار ندارد (۵، ٤، ١٤)، اما در مطالعه حاضر پاسخ‌های مثبت و معنی‌دار افزایش وزن روزانه بویژه در دوره بعد از شیرگیری مشاهده گردید. با اینحال در مطالعات قبلی مکمل سلنیوم به صورت منبع ذرات نانو در گوساله‌ها بر عملکرد رشد گوساله تأثیری نداشت (۸). ویچتل و همکاران (۱۹۹٦) مشاهده کردند که مکمل خوراکی گوساله‌های تلیسه با سلنیوم باعث افزایش پاسخ تری یدوتیرونین در چالش با هورمون آزادکننده تیروتروپین، افزایش وزن بدن و تمایل به افزایش غلظت IGF-I در پلاسما شد. با این حال، غلظت T3 در مطالعه حاضر تحت تاثیر قرار نگرفت. در مطالعه دیگری، پاسخ‌های مثبت و معنی‌دار افزایش وزن روزانه هنگامی که گوساله‌های در کمبود با تزریق سلنیوم (۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در مقایسه با گروه شاهد تیمار شدند، گزارش شد (۲). به نظر می‌رسد که وضعیت سلنیوم گوساله‌ها قبل و در حین مصرف مکمل سلنیوم، نوع پاسخ به مکمل سلنیوم را تضمین می‌کند. وزن بدن از شیر گرفتن تحت تأثیر گنجاندن نانوسلنیوم قرار نگرفت، ولی افزایش وزن روزانه پس از شیرگیری و راندمان خوراک تحت تأثیر قرار گرفتند. افزایش راندمان خوراک با مکمل ذرات نانوسلنیوم ممکن است به دلیل افزایش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و پروتئین خام در استفاده از مکمل نانوسلنیوم باشد. در طول دوره قبل یا بعد از شیرگیری وزن بدن در مطالعه حاضر به دلیل مصرف خوراک مشابه، تحت تأثیر جایگزینی منبع معدنی سلنیوم با نانوذرات آن قرار نگرفت. این نتایج با نتایج مطالعات قبلی مطابق بود (۱۷). علاوه بر این، در مطالعات دیگر هیچ پاسخ مثبتی در استفاده از مکمل غذایی گوساله‌های نر در حال رشد با سلنیت سدیم به همراه ویتامین E مشاهده نکردند. عملکرد پایین رشد با مکمل نانوسلنیوم سطح ۰/٤٥ میلی‌گرم نانوسلنیوم بر کیلوگرم ماده خشک به جای سلنیت سدیم سوال برانگیز بود و احتمالاً ترن اور بیشتر سلنیوم را در این گروه‌ها نشان داد (۳). جنکینز و هیدیروگلو (۱۹۸٦) گزارش کردند که مکمل جایگزین شیر خشک بدون چربی با ۱۰ پی‌پی‌ام سلنیت سدیم تا سن شیرگیری باعث کاهش ADG و راندمان خوراک شد اما آنها هیچ تفاوتی در افزایش روزانه یا بازده خوراک تا غلظت ۵ پی‌پی‌ام پیدا نکردند. این مطالعه تایید کرد که کاهش عملکرد گوساله در جایی بین ۵ تا ۱۰ پی‌پی‌ام سلنیوم شروع شد (۱۱). جونیپر و همکاران (۲۰۰۸) به دلیل نگرانی در مورد سمیت احتمالی سلنیوم، ۱۰ برابر حداکثر مقدار مجاز برای سلنیوم مخمر توصیه شده توسط اتحادیه اروپا برای خوراک گوساله را تجویز کردند (۰/۱۵ تا ۵/٦ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک) اما هیچ تفاوتی را در عملکرد گوساله‌ها مشاهده نکردند (۱۲). مهدی و دوفراسن (۲۰۱٦) نشان دادند که دوز سلنیوم نقش مستقیمی در تقویت و تحریک رشد گوساله‌ها ندارد. همچنین مشاهده کردند که مکمل سلنیوم به عنوان یک محرک رشد عمل نمی‌کند و اثرات مثبت مکمل سلنیوم هنگامی که گوساله‌ها با کمبود سلنیوم مواجه می‌شوند مشاهده می‌گردد (۱۳).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که نانوذرات سلنیوم با اینکه روی مصرف ماده خشک در هیچ یک از دوره‌ها نداشت ولی در بعد از شیرگیری باعث بهبود عملکرد گوساله‌ها و بازده خوراک گردید. اکثر فراسنجه‌های اسکلتی با مکمل نانوذرات سلنیوم بهبود یافت. بطور کلی نتایج نشان داد که استفاده از نانوذرات سلنیوم در تغذیه گوساله‌های شیر خوار، بازده خوراک را بهبود بخشید.

منابع

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

2. Castellan D.M., Maas J.P., Gardner I.A., Oltjen J.W., Sween M.L. 1999. Growth of suckling beef calves in response to parenteral administration of selenium and the effect of dietary protein provided to their dams. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 214:816-821.

3. Droke E.A., Loerch S.C. 1989. Effects of parenteral selenium and vitamin E on performance, health and humoral immune response of steers new to the feedlot environment. *Journal of Animal Science*, 67:1350-1359.

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. Fokkink W.B., Hill T.M., Bateman H.G., Aldrich J.M., Schlotterbeck R.L. 2009. Selenium yeast for dairy calf feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 153:228-235.

6. Gleed P.T., Allen W.M., Mallinson C.B., Rowlands G.J., Sansom B.F., Vagg M.J., Caswell R.D. 1983. Effects of selenium and copper supplementation on the growth of beef steers. *The Veterinary Record*, 113:388-392.

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

8. Gunter S.A., Beck P.A., Phillips J.M. 2003. Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves. *Journal of Animal Science*, 81:856–864.

9. Hall J.A., Bobe G., Hunter J.K., Vorachek W.R., Stewart W.C., Vanegas J.A., Estill C.T., Mosher W.D., Pirelli G.J. 2013. Effect of feeding selenium-fertilized alfalfa hay on performance of weaned beef calves. *PLoS One*, 8:2-9.

10. Jamali M., Rezayazdi K., Sadeghi M., Zhandi M., Moslehifar P., Rajabinejad A., Fakooriyan H., Gholami H., Akbari R., Salehi Dindarlou M. 2022. Effect of selenium on growth performance and blood parameters of Holstein suckling calves. *Journal of Central European Agriculture*, 23:1-8.

11. Jenkins K.J., Hidiroglou M. 1986. Tolerance of the preruminant calf for selenium in milk replacer. *Journal of Dairy Science*, 69:1865-1870.

12. Juniper D.T., Phipps R.H., Givens D.L., Jones A.K., Green C., Bertin G. 2008. Tolerance of ruminants animals to high dose in-feed administration of aselenium-enriched yeast. *Journal of Animal Science*, 86:197-204.

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

14. 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.

15. Rodriguez A.M., Schild C.O., Cantón G.J., Riet-Correa F., Armendano J.I., Caffarena R.D., Brambilla E.C., García J.A., Morrell E.L., Poppenga R., Giannitti F. 2018. White muscle disease in three selenium deficient beef and dairy calves in Argentina and Uruguay. *Ciencia Rural*, 48(5):e20170733.

16. Rodríguez A.M., Valiente S.L., Brambilla C.E., Fernández E.L., 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.

17. Rowntree J.E., Hill G.M., Hawkins D.R., Link J.E., Rincker M.J., Bednar G.W., Kreft R.A. 2004. Effect of Se on selenoprotein activity and thyroid hormone metabolism in beef and dairy cows and calves. *Journal of Animal Science*, 82:2995-3005.

18. Salles M.S.V., Zanetti M.A., Junior L.C.R., Salles F.A., Azzolini A.E.C.S., Soares E.M., Faccioli L.H., Valim Y.M.L. 2014. Performance and immune response of suckling calves fed organic selenium. *Animal Feed Science and Technology*, 188:28-35.

19. 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.

20. 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.

21. Wichtel J.J., Craigie A.L., Freeman D.A., Varela-Alvarez H., Williamson N.B. 1996. Effect of selenium and iodine supplementation on growth rate, hyroid and somatotropic function in dairy calves at pasture. *Journal of Dairy Science*, 79:1865-1872.

22. 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*, 231:103884-103896.