



The effect of slow-release oral calcium bolus administration at calving on performance, blood calcium, and reproductive parameters of fresh cows in the summer season

Hamid Reza Dadkhah¹ | GholamReza Ghorbani² | Farzad Hashemzadeh³  |
Abbas Rajaeerad⁴ 

1. Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. E-mail: h.dadkhah73@yahoo.com
2. Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. E-mail: ghorbani@cc.iut.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. E-mail: f.hashemzadeh@iut.ac.ir
4. Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. E-mail: a.rajaeerad@ag.iut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received: January 11, 2022
Received in revised form:
August 11, 2022
Accepted: August 13, 2022
Published online: April 14, 2023

Keywords:

Blood parameters,
Fresh cow,
Milk production,
Oral calcium bolus,
Reproduction.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of feeding two oral Ca boluses at calving and 12 h later on feed intake, milk yield, body weight (BW) changes, blood calcium and some reproductive parameters of high producing dairy cows during summer season. Twenty-four Holstein cows with an average parity of 2.8 ± 0.8 were selected and randomly assigned to one of the two treatments including control or the group receiving slow-release oral Ca bolus at calving and 12 h post-calving. Row milk yield was higher in cows receiving Ca boluses compared to the control treatment during 21 days of lactation ($P = 0.02$). The milk fat ($P = 0.01$) and solid non-fat percentage ($P = 0.05$) were higher in cows that received calcium bolus compared to control treatment. In addition, energy-corrected and fat-corrected milk yields increased in cows received Ca bolus ($P = 0.03$). Plasma glucose and serum calcium concentration as well as BW change were not affected by experimental treatments. The pregnancy per artificial insemination, days to first insemination and open days were not significantly different between the experimental treatments. The results showed that using oral calcium bolus at calving and 12 hours after calving improved milk production and composition, but had no effect on serum Ca, BW change during first 21 days of lactation, and reproduction parameters.

Cite this article: Dadkhah, H. R., Ghorbani, Gh. R., Hashemzadeh, F., & Rajaeerad, A. (2023). The effect of slow-release oral calcium bolus administration at calving on performance, blood calcium, and reproductive parameters of fresh cows in the summer season. *Journal of Animal Production*, 25 (1), 13-24. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2022.336982.623670>





اثر استفاده از بلوس‌های خوراکی کلسیم آهسته‌رهش در زمان زایش بر عملکرد، کلسیم خون و فراسنجه‌های تولید مثلی گاوهای تازه‌زا در فصل تابستان

حمیدرضا دادخواه^۱ | غلامرضا قربانی^۲ | فرزاد هاشم‌زاده^۳ | عباس رجایی‌راد^۴

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: h.dadkhah73@yahoo.com

۲. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: ghorbani@cc.iut.ac.ir

۳. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: f.hashemzadeh@iut.ac.ir

۴. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: a.rajaerad@ag.iut.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

هدف این آزمایش بررسی اثر خوراندن دو عدد بلوس کلسیم در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از آن بر مصرف خوراک، تولید شیر، تغییرات وزن بدن، کلسیم خون و برخی عملکردهای تولید مثلی گاوهای شیری پر تولید در فصل تابستان بود. بیست و چهار راس گاو هلشتاین با میانگین دفعات زایش $2/8 \pm 0/8$ انتخاب شد و به‌طور تصادفی به یکی از دو تیمار شاهد یا گروه دریافت‌کننده بلوس کلسیمی آهسته رهش در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از زایش اختصاص داده شدند. تولید شیر خام در ۲۱ روز اول شیردهی در گاوهای دریافت‌کننده بلوس‌های کلسیمی نسبت به تیمار شاهد بیش‌تر بود ($P=0/02$). درصد چربی ($P=0/01$) و ماده جامد بدون چربی شیر ($P=0/05$) در گاوهای دریافت‌کننده بلوس، بیش‌تر بود. علاوه بر این، شیر تصحیح‌شده بر حسب انرژی و تصحیح‌شده بر حسب چربی نیز در گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیمی بیش‌تر بود ($P=0/03$). غلظت پلاسمایی گلوکز و سرمی کلسیم و همچنین تغییرات وزن بدن تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. تعداد تلقیح به‌ازای آبستنی، فاصله تا اولین تلقیح پس از زایش و روزهای باز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نداشت ($P>0/05$). نتایج نشان داد استفاده از بلوس کلسیمی آهسته رهش در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از زایش تولید و ترکیبات شیر را بهبود داد، اما تأثیری بر کلسیم سرم، تغییرات وزن بدن در ۲۱ روز اول شیردهی و فراسنجه‌های تولید مثلی نداشت.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۲۵

کلیدواژه‌ها:

بلوس کلسیمی،

تولید شیر،

تولید مثل،

فراسنجه‌های خون،

گاو تازه‌زا.

استناد: دادخواه، ح. ر.، قربانی، غ. ر.، هاشم‌زاده، ف. و رجایی‌راد، ع. (۱۴۰۲). اثر استفاده از بلوس‌های خوراکی کلسیم آهسته‌رهش در زمان زایش بر عملکرد، کلسیم خون و فراسنجه‌های تولید مثلی گاوهای تازه‌زا در فصل تابستان. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۵ (۱)، ۱۳-۲۴.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2022.336982.623670>



۱. مقدمه

در انتهای دوره آبستنی تقاضا برای کلسیم نسبت به مراحل شیردهی ناچیز است، اما با شروع زایش نیاز به کلسیم به‌طور فزاینده‌ای برای حمایت از تولید شیر و عملکرد سیستم ایمنی افزایش می‌یابد و بسیاری از گاوها با دامنه مختلفی از کمبود کلسیم خون مواجه می‌شوند [۷]. حدود ۵۰ درصد گاوهای شیری در دومین دوره شیردهی به بعد، هیپوکلسیمی تحت بالینی را تجربه می‌کنند [۴]. عارضه هیپوکلسیمی سبب کاهش مصرف خوراک، افزایش غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه، اختلال در عملکرد سیستم ایمنی و در نهایت افزایش بیماری‌های متابولیک و کاهش تولید شیر می‌شود [۱۲ و ۱۳].

راهبردهای متعددی برای کاهش هیپوکلسیمی بعد از زایش پیشنهاد و بررسی شده است. هرچند استفاده از نمک‌های آنیونی در جیره قبل زایش سبب بهبود نسبی غلظت کلسیم خون در بعد زایش شده است، اما هنوز درصد بالایی از گاوها از هیپوکلسیمی تحت بالینی رنج می‌برند [۵ و ۱۹]. کاهش مصرف خوراک قبل زایش در هنگام استفاده از نمک‌های آنیونی، استفاده از این جیره‌ها را با چالش روبه‌رو کرده است [۱۹]. تنش گرمایی یکی از چالش‌های اصلی صنعت گاو شیری می‌باشد زیرا عملکرد تولیدی و تولید مثلی گاوهای شیری را مختل می‌کند [۳]. تنش گرمایی به‌ویژه در دوره انتقال، موجب کاهش مصرف خوراک، تولید شیر، افزایش دمای راست‌روده، افزایش نرخ تنفس، افزایش تعداد روزهای باز و تعداد تلقیح به‌ازای آبستنی می‌شود [۳]. بنابراین به‌نظر می‌رسد تأثیر منفی تغذیه جیره‌های حاوی نمک‌های آنیونی بر مصرف خوراک در شرایط تنش گرمایی تشدید یافته و عملکرد گاوها در دوره شیرواری بعدی بیش‌تر مختل نماید. از طرفی مطالعات جدید نشان داد که جیره با پتاسیم کم و کلسیم محدودشده همانند جیره‌های آنیونی غلظت کلسیم خون را بهبود داده است و مصرف خوراک ۱۱/۷ درصد قبل زایش و ۸/۶ درصد بعد زایش نسبت به نمک‌های آنیونی افزایش یافته بود [۱۹].

استفاده از بلوس‌های کلسیم خوراکی به‌صورت کلرید کلسیم باعث افزایش سریع کلسیم یونیزه‌شده خون برای جلوگیری از هیپوکلسیمی بالینی می‌شود [۸، ۱۳ و ۱۶]. استفاده از کلسیم خوراکی به شکل بلوس بلافاصله پس از زایش، غلظت کلسیم خون را در سطح بیش از ۲/۱۲۵ میلی‌مول حفظ کرده و وقوع هیپوکلسیمی تحت بالینی و متریت را در دوره بعد از زایش کاهش داد، به‌ویژه هنگامی که بلوس کلسیم تا چهار روز پس زایش استفاده شد [۱۷]. با این وجود نتایج استفاده از بلوس کلسیمی هنوز به‌خوبی مشخص نیست و اطلاعات کمی در خصوص بهره‌گیری از این محصولات و کارایی استفاده از آن‌ها در بهبود وضعیت سلامت و عملکرد گاوهای شیری پس از زایش وجود دارد. برای مثال گزارش شده است که استفاده از بلوس‌های کلسیمی سبب افزایش شیوع بیماری‌های متابولیک در گاوهای زایش اول شده و تنها برای گاوهای چند بار زایش با احتمال بروز هیپوکلسیمی، مفید بود [۱۳].

استفاده از جیره با پتاسیم کم و کلسیم محدودشده در قبل زایش به همراه استفاده از بلوس خوراکی در بعد زایش، ممکن است علاوه بر هم‌افزایی در افزایش غلظت کلسیم خون، تولید شیر و مصرف خوراک پس از زایش را نیز بهبود دهد. هدف این مطالعه اثر خوراندن بلوس‌های کلسیمی آهسته رهش در پس از زایش بر کاهش خطر بروز هیپوکلسیمی و بهبود عملکرد تولیدی و تولید مثلی گاوهای شیری در هنگام استفاده از جیره‌ها با پتاسیم و کلسیم محدودشده در قبل زایش، بود.

۲. مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۲۴ راس گاو هلشتاین با دوره شیرواری یک و بالاتر از آن در روز ۲۵۰ تا ۲۵۵ آبستنی و با میانگین تعداد دفعات زایش $2/8 \pm 0/8$ و سطح تولید شیر ۳۰۵ روز 11358 ± 716 کیلوگرم استفاده شد. این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی لورک دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. گاوها در سه هفته قبل از تاریخ احتمالی زایش، انتخاب شدند. تمامی گاوها در دوره انتظار زایش با جیره مشابه تغذیه شدند که حاوی پتاسیم کم و کلسیم محدودشده بود و نمک‌های آنیونی به جیره اضافه نشد. گاوها با

استفاده از جیره تنظیم شده با نرم افزار جیره نویسی انرژی و پروتئین خالص کرنل و به صورت خوراک کاملاً مخلوط تغذیه شدند (جدول ۱). پس از زایش، گاوها با جیره تنظیم شده برای گاوهای تازه‌زا تغذیه شدند. گاوهای براساس تولید شیر دوره شیرداری قبلی و نمره بدنی قبل از زایش متوازن شده و به طور تصادفی به گروه شاهد (مصرف جیره معمول تنظیم شده در مزرعه برای گاوهای تازه‌زا) و گروه بلوس کلسیم (مصرف جیره شاهد + دو عدد بلوس خوراکی حاوی کلسیم در زمان زایش و ۱۲ ساعت بعد از زایش)، تقسیم شدند. مکمل کلسیم به شکل بلوس خوراکی آهسته‌رهش (دو عدد بلوس ۱۹۰ گرمی حاوی ۴۳ گرم کلسیم) با نام تجاری Bovikal ساخت آلمان تهیه شد. بلوس‌های کلسیمی با پوشش چربی و شامل ترکیبات کلسیم کلراید، کلسیم سولفات، آب، استرهای اسیدهای چرب گیاهی بودند که براساس توصیه شرکت سازنده با استفاده از بلوس خوران ویژه و در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از زایش به گاوهای تازه‌زا خوراندند شد.

جدول ۱. ارقام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پیش و پس از زایش

مواد خوراکی (درصد از ماده خشک)	انتظار زایش	تازه‌زا
یونجه	۰۰/۰۰	۱۱/۷۹
سیلاژ ذرت	۳۸/۲۷	۲۲/۲۰
کاه گندم	۱۶/۱۹	۳/۲۹
تفاله چغندر	۰/۰۰	۹/۲۵
گندم	۰/۰۰	۳/۱۶
جو	۸/۳۹	۱۱/۰۵
ذرت	۱۵/۴۲	۱۴/۱۷
سبوس ذرت	۰/۰۰	۱/۵۸
پودر ماهی	۰/۰۰	۱/۰۷
پودر گوشت	۰/۰۰	۳/۳۷
کنجاله سویا	۱۱/۷۸	۵/۶۰
کنجاله کلزا	۷/۹۶	۵/۹۴
تخم پنبه دانه	۰/۰۰	۲/۷۲
پودر چربی	۰/۰۰	۱/۷۶
اکسید منیزیم	۰/۴۴	۰/۶۴
کربنات کلسیم	۰/۰۰	۰/۳۶
دی کلسیم فسفات	۰/۰۰	۰/۱۱
بی کربنات سدیم	۰/۰۰	۰/۹۵
نمک	۰/۰۰	۰/۳۰
مکمل ویتامینی و معدنی ^۱	۱/۵۴	۰/۷۰
ترکیب شیمیایی محاسبه شده (درصد از ماده خشک)		
ماده خشک	۴۵/۰۰	۴۸/۵
پروتئین خام (درصد)	۱۴/۵۰	۱۵/۸۰
چربی (درصد)	۴/۰	۴/۵
کربوهیدرات غیر فیبری (درصد)	۳۲/۰۰	۳۷/۰
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۴۲/۷۰	۳۵/۲۰
انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم) ^۲	۱/۴۵	۱/۵۵
کلسیم (درصد)	۰/۲۸	۱/۱
پتاسیم (درصد)	۱/۱۵	۱/۲۵
تعادل کاتیون و آنیون جیره (میلی‌اکی والان در کیلوگرم)	+۱۱۷	+۴۶۰

۱. هر کیلوگرم مکمل ویتامین حاوی ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۳۶۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃ و ۱۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E. هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی ۰/۳ گرم مس، ۰/۲ گرم آهن، ۰/۷ گرم منگنز، ۰/۸ گرم روی، ۰/۹ گرم منیزیم، ۰/۰۹ گرم کبالت، ۰/۰۳ گرم سلنیوم و ۰/۰۲ گرم ید بود.

۲. برآورد شده براساس جداول NRC و با نرم‌افزار CPM dairy.

گاوها قبل از زایش به صورت گروهی و پس از زایش در جایگاه‌های انفرادی با ابعاد ۴×۴ متر نگهداری شدند. خوراک به‌طور روزانه تهیه شده و در دوره قبل از زایش یک‌بار در روز و در ساعت ۹:۰۰ و در دوره بعد از زایش دو بار در روز در ساعت‌های ۹:۰۰ و ۱۷:۰۰ به صورت خوراک کاملاً مخلوط و با دسترسی آزاد در اختیار گاوها قرار گرفت، به طوری که حدود ۱۰ درصد پس‌آخور باقی ماند. در مدت اجرای آزمایش گاوها دسترسی آزاد به آب داشتند.

وزن خوراک و باقی‌مانده آن به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. از خوراک مصرفی، علوفه و کنساتره به صورت هفتگی و از باقیمانده به طور روزانه نمونه‌گیری شد. ماده خشک خوراک و علوفه‌ها، با خشک‌کردن نمونه‌ها در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا ثابت ماندن وزن به دست آمد. نمونه‌های باقی‌مانده خوراک هر هفته با هم مخلوط شدند. جیره‌ها به صورت هفتگی براساس ماده خشک علوفه‌ها تصحیح شدند. نمونه‌های خوراک خشک‌شده در پیش و پس از زایش با آسیاب مجهز به الک یک میلی‌متری آسیاب شدند. سپس نمونه آسیاب‌شده برای سنجش غلظت نیترژن، عصاره اتری و خاکستر [۱] و الیاف نامحلول در شوینده خنثی آزمایش شدند [۲۴].

داده‌های مربوط به دما و رطوبت هوا در طول اجرای آزمایش از ایستگاه هواشناسی نزدیک به مرزعه تحقیقاتی لورک، جمع‌آوری شد. براساس داده‌های به دست آمده، میانگین دما و رطوبت محیط به ترتیب $29/38 \pm 1/51$ درجه سانتی‌گراد و $27/98 \pm 5/01$ درصد، بود. میانگین شاخص دمایی-رطوبتی در طول انجام طرح برابر با $74/21 \pm 1/54$ بود که براساس فرمول پیشنهاد شده [۲۵] محاسبه شد. در طول انجام آزمایش از فن و مه‌پاش استفاده نشد و گاوها از سایه‌بان برخوردار بودند.

از روز یک تا ۲۱ پس از زایش، گاوها سه بار در روز در ساعات ۰۸:۰۰، ۱۶:۰۰ و ۲۴:۰۰ دوشیده شدند و تولید شیر به طور روزانه ثبت شد. نمونه‌های شیر به صورت روزانه و از هر سه وعده دوشش جمع‌آوری شد و مقدار چربی، پروتئین، لاکتوز و ماده جامد شیر با استفاده از دستگاه میلکو اسکن (MilkoScan 134BN; FossElectric, Hillerød, Denmark) تعیین شد. نمونه‌های خون با لوله‌های فاقد ماده ضد انعقاد و در زمان‌های ۷۲، ۴۸ و ۲۴ ساعت قبل از زایش، زمان زایش، نیم ساعت پس از زایش و همچنین در پنج، ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از زایش از سیاهرگ دمی گرفته شد. برای اطمینان از زمان دقیق نمونه‌برداری در زمان قبل از زایش، گاوها در هفته قبل از پیش‌بینی زایش به صورت روزانه خون‌گیری شدند.

نمونه‌گیری برای گلوکز خون با استفاده از لوله خون حاوی ماده ضد انعقاد انجام شد و نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد و سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. نمونه‌های سرم و پلاسما (دو میکروتیوب از هر نمونه) در دمای ۲۰- ذخیره شدند. برای اندازه‌گیری غلظت گلوکز، از کیت تجاری پارس آزمون (شماره کاتالوگ ۱۷-۵۰۰-۰۱) استفاده شد. میزان کلسیم با استفاده از کیت تجاری و با استفاده از روش رنگ‌سنجی آنزیمی اندازه‌گیری شد. گاوها در روزهای صفر، هفت، ۱۴ و ۲۱ پس از زایش وزن شدند و ضخامت چربی زیر پوستی توسط دستگاه سونوگرافی پرتابل (SonoVet 600V; BCF Technology Ltd., West Lothian, UK) اندازه‌گیری شد.

داده‌های مربوط به هر فراسنجه با رویه مدل مختلط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) و به صورت تکرار شده در زمان برای مدل (۱) و داده‌های مربوط به عملکرد تولید مثلی برای مدل (۲) تجزیه و میانگین‌ها به کمک آزمون توکی مقایسه شد. سطح $P \leq 0/05$ معنی‌دار و $0/10 < P \leq 0/05$ تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شد. توزیع نرمال داده‌ها و همگنی واریانس برای باقی‌مانده‌ها با رویه تک‌متغیره آزمون شد. ساختارهای واریانس-کوواریانس اتورگرسیو سطح یک، ترکیب متقارن و واریانس‌های ناهمگن برای تعیین بهترین تناسب با معیار آکاییک آزمون شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + t_j + (A \times t)_{ij} + e_{ijk} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این رابطه‌ها، Y_{ijk} و Y_{ij} ، متغیر وابسته؛ μ ، میانگین کل؛ A_i ، اثر ثابت تیمار آزمایشی (شاهد در مقابل بلوس خوراکی)؛ t_j ، اثر ثابت زمان نمونه‌گیری؛ $(A \times t)_{ij}$ ، اثر متقابل دوگانه تیمار × زمان؛ e_{ijk} و e_{ij} ، خطای آزمایش است.

۳. نتایج و بحث

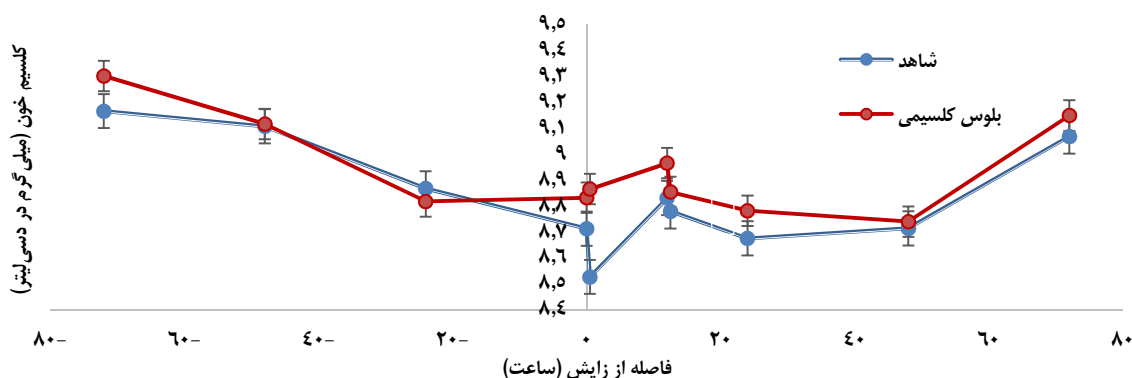
نتایج تغییرات فراسنجه‌های گلوکز و کلسیم در ۷۲ ساعت قبل از زایش تا ۷۲ ساعت بعد از زایش در جدول (۲) و شکل‌های (۱) و (۲) نشان داده شده است. غلظت کلسیم سرم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و همچنین اثر متقابل تیمار × زمان قرار نگرفت. هر چند غلظت کلسیم در ۰/۵ ساعت پس از زایش در گاوهای دریافت‌کننده بلوس بیشتر بود ($P=0/04$).

جدول ۲. اثر خوراندن بلوس‌های کلسیمی در زمان زایش بر غلظت سرمی کلسیم و پلاسمای گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)^۱

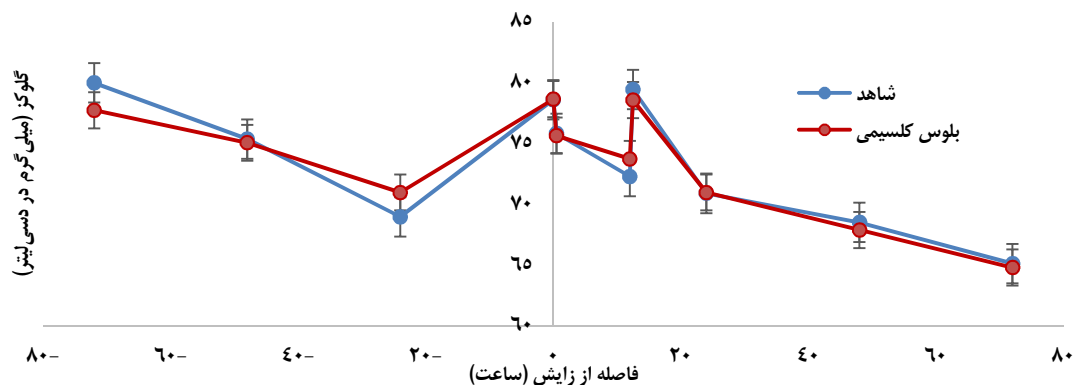
تیمار × زمان	سطح معنی داری	تیمار	خطای استاندارد	جیره‌های آزمایشی ^۲	
				شاهد + بلوس	شاهد
قبل از زایش					
گلوکز	۰/۸۹	۰/۶۹	۰/۴۹	۷۵/۶۳	۷۵/۷۵
کلسیم	۰/۱۶	۰/۸۵	۰/۷۹	۹/۰۹	۸/۹۳
بعد از زایش					
گلوکز	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۴۱	۷۱/۹۶	۷۲/۰۴
کلسیم	۰/۹۴	۰/۲۶	۰/۷۹	۸/۸۹	۸/۷۶

۱. نمونه‌ها در ۴۸، ۷۲، ۲۴ ساعت قبل از زایش، زایش و ۰/۵، ۱۲، ۵، ۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از زایش گرفته شد.

۲. شاهد: گاوهای بدون دریافت بلوس کلسیمی، شاهد + بلوس: گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیمی در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از زایش.



شکل ۱. اثر خوراندن بلوس کلسیمی در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از زایش بر غلظت کلسیم خون. * فقط در نیم ساعت پس از خوراندن بلوس (نیم ساعت پس از زایش)، گاوهای دریافت‌کننده بلوس غلظت کلسیم خون بیش تری داشتند ($P=0/04$).



شکل ۲. اثر خوراندن بلوس کلسیمی در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از زایش بر غلظت گلوکز خون

مطابق نتایج آزمایش حاضر گزارش شد غلظت کلسیم در ۰/۵ ساعت پس از خوراندن بلوس کلسیمی در مقایسه با گروه شاهد بیش‌تر بود و هم‌چنین بعد از خوراندن دومین بلوس به‌طور مجدد غلظت کلسیم در گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیم در مقایسه با شاهد افزایش یافت [۱۵]. هرچند در مطالعه حاضر بعد از دادن بلوس دوم تأثیری در غلظت کلسیم خون دیده نشد. غلظت کلسیم خون در فاصله ۰/۵ تا ۱۲/۵ و ۷۲ ساعت پس از زایش افزایش یافت، اما بین گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیمی و شاهد تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. گزارش شده است که محدودکردن سطح کلسیم جیره قبل از زایش سبب بهبود غلظت کلسیم خون در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از زایش می‌شود [۱۹]. در مطالعه حاضر میانگین غلظت کلسیم خون در ۲۴ ساعت اول پس از زایش در گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیم و شاهد در مقایسه با پژوهش‌گران مطالعه [۱۵]، بیش‌تر بود. در نتیجه می‌توان استنباط کرد که گاوها در مطالعه حاضر چالش کم‌تری از کاهش غلظت کلسیم خون در پس از زایش را تجربه کرده‌اند و غلظت کلسیم خون در آنها در بعد از نیم ساعت پس از زایش تحت تأثیر خوراندن بلوس‌های کلسیمی قرار نگرفته است.

استفاده از بلوس‌های کلسیمی در گاوهای مبتلا به هیپوکلسیمی، سبب افزایش ۸/۲ درصدی در غلظت کلسیم خون شد و گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیم، ۱۳ ساعت پس از زایش نیز غلظت کلسیم خون بیش‌تری در مقایسه با گروه شاهد داشتند [۲۱]. افزایش کلسیم خون در نتیجه مکمل‌سازی ۴۳ گرم کلسیم به شکل بلوس خوراکی پس از زایش نیز گزارش شد [۱۳]. افزایش بسیج کلسیم از استخوان، اصلی‌ترین مکانیسمی است که سبب بهبود غلظت کلسیم خون در جیره‌های کم کلسیم، گزارش شده است [۹ و ۱۰]. از طرفی پژوهش‌گران دیگر [۱۱، ۱۳ و ۱۵] گزارش کردند که گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیمی با جیره آنیونی در قبل زایش از طریق افزایش غلظت ویتامین دی خون، سبب بهبود جذب کلسیم روده‌ای و شکمبه شدند [۱۱]. در نتیجه ممکن است خوراندن بلوس کلسیم در گاوهایی که جیره آنیونی دریافت کردند، غلظت کلسیم خون را افزایش دهد. زیرا جذب شکمبه‌ای و روده‌ای کلسیم از قبل از زایش با جیره‌های آنیونی فعال می‌شود [۷]. هم‌چنین ممکن است رهایش میزان زیاد کلسیم در زمان دادن بلوس کلسیمی و افزایش جذب شکمبه‌ای و روده‌ای، فقط توانسته است غلظت کلسیم خون در نیم ساعت اولیه پس از زایش را افزایش دهد.

غلظت گلوکز خون تحت تأثیر تیمار آزمایشی قرار نگرفت. با این وجود، هر دو گروه از گاوهایی که جیره شاهد یا جیره بلوس کلسیمی مصرف کرده بودند، از ۷۲ تا ۲۴ ساعت قبل از زایش غلظت گلوکز خون در آنها کاهش ($P=0/001$) یافت و در فاصله ۲۴ ساعت تا زمان زایش مجدد افزایش ($P=0/001$) داشت (شکل ۲). موافق با نتایج حاضر گزارش شد خوراندن بلوس‌های کلسیمی در فاصله ۲ و ۱۲ ساعت پس از زایش اثری بر غلظت پلاسمایی گلوکز نداشت [۱۳ و ۱۵].

ماده خشک مصرفی از روز دوم تا روز ۲۱ شیردهی در گاوهای تغذیه‌شده با جیره حاوی بلوس کلسیم (۲۰/۴۳ کیلوگرم در روز) در مقابل شاهد (۲۱/۰۱ کیلوگرم در روز) تفاوت معنی‌داری نداشت ($P=0/66$ ؛ جدول ۳). از روز دوم تا روز ۲۱ شیردهی در هر دو تیمار آزمایشی مصرف ماده خشک از ۱۷/۳ تا ۲۲/۳ کیلوگرم در روز افزایش یافت ($P=0/001$). اثر متقابل تیمار× زمان در مورد ماده خشک مصرفی معنی‌دار نبود ($P=0/81$) و روند افزایش مصرف ماده خشک در هر دو گروه مشابه بود.

هرچند مصرف خوراک تحت تأثیر قرار نگرفت، ولی مطابق جدول (۳) و شکل (۳) تولید شیر در ۲۱ روز اول شیردهی در گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیمی افزایش یافت ($P=0/02$). در مطالعه حاضر غلظت کلسیم خون فقط در نیم ساعت پس از دادن بلوس کلسیمی افزایش یافت. گزارش شده است که خوراندن بلوس کلسیم به گاوهای چند شکم‌زا، تولید شیر استاندارد شده ۳۰۵ روز را بدون تغییر در سطح کلسیم خون، به مقدار ۲/۹ کیلوگرم افزایش داد [۱۸]. بهبود غلظت کلسیم خون پس از زایش با بهبود حرکات شکمبه، مدت زمان نشخوار و افزایش مصرف ماده خشک، سبب

افزایش تولید شیر در گاوهای شیری شده است [۱۳]. مکانیسمی که خوراندن بلوس‌های کلسیمی در پس از زایش، تولید شیر را افزایش می‌دهد، ناشناخته است و مطالعات بیش‌تری در این زمینه نیاز می‌باشد. کاهش بروز اختلالات متابولیکی در بعد از زایش در گاوهای مصرف‌کننده بلوس کلسیمی را عامل بهبود تولید شیر، گزارش کردند [۱۸].

با توجه به تعداد کم دام در مطالعه حاضر، قدرت آماری مدل برای تشخیص تفاوت‌ها در بروز بیماری‌های متابولیک کم‌اهمیت می‌باشد. خوراندن بلوس کلسیمی در زمان زایش به گاوهایی که پتانسیل تولید شیر زیادی داشتند، سبب افزایش تولید شیر شد، اما اثر منفی بر تولید شیر گاوهای اولین دوره شیردهی داشت [۱۳]. با توجه به این مطالعات می‌توان نتیجه گرفت که گاوهای چند شکم‌زا که در دوره شیردهی قبلی تولید شیر بالاتر از میانگین داشته باشند، ممکن است از خوراندن بلوس‌های کلسیمی در زمان زایش سود بیش‌تری ببرند. در مطالعه حاضر میانگین شکم زایش $2/8 \pm 0/8$ و تولید شیر استاندارد $3/05$ روز گاوها در دوره شیردهی قبل 11358 ± 716 کیلوگرم بود.

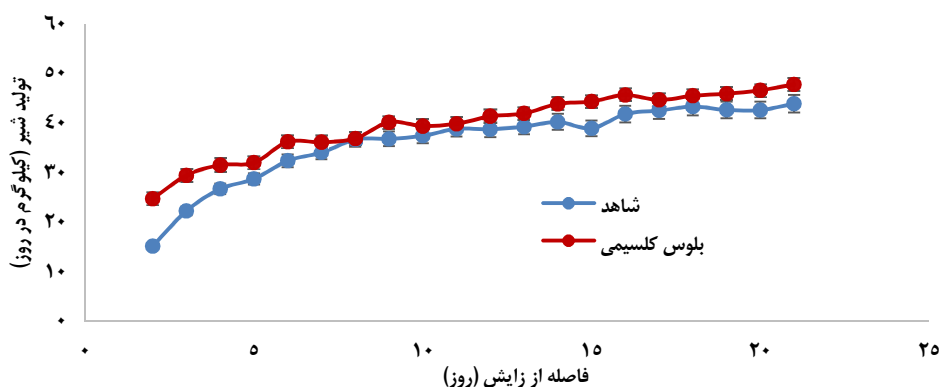
جدول ۳. اثر خوراندن بلوس کلسیم در پس از زایش بر مصرف ماده خشک، تولید شیر و ترکیبات آن

تیمار × زمان	سطح معنی‌داری		خطای استاندارد	جیره‌های آزمایشی ^۱		فراسنجه
	زمان	تیمار		شاهد + بلوس	شاهد	
۰/۸۱	<۰/۰۰۱	۰/۶۶	۰/۷۰	۲۰/۴۳	۲۱/۰۱	ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز) ^۲
۰/۲۳	<۰/۰۰۱	۰/۰۲	۱/۲۲	۳۹/۲۸	۳۵/۳۲	تولید شیر (کیلوگرم در روز) ^۲
۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۱	۳/۴۲	۲/۹۵	چربی (درصد)
۰/۵۷	<۰/۰۰۱	۰/۰۴	۰/۰۶	۱/۱۴	۰/۹۵	چربی (کیلوگرم در روز)
۰/۵۶	<۰/۰۰۱	۰/۴۹	۰/۰۷	۲/۵۴	۲/۴۷	پروتئین (درصد)
۰/۳۷	<۰/۰۰۱	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۸۶	۰/۷۷	پروتئین (کیلوگرم در روز)
۰/۳۲	<۰/۰۰۱	۰/۲۵	۰/۰۹	۴/۶۸	۴/۵۳	لاکتوز (درصد)
۰/۵۳	<۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۱/۶۶	۱/۴۶	لاکتوز (کیلوگرم در روز)
۰/۰۸	<۰/۰۰۱	۰/۰۵	۰/۲۲	۷/۴۷	۶/۸۴	ماده جامد بدون چربی (درصد)
۰/۳۵	<۰/۰۰۱	۰/۰۵	۰/۱۲	۲/۵۳	۲/۱۷	ماده جامد بدون چربی (کیلوگرم در روز)
۰/۴۴	<۰/۰۰۱	۰/۰۳	۱/۴۰	۳۲/۷۳	۲۸/۲۸	شیر تصحیح‌شده برای انرژی (کیلوگرم در روز)
۰/۶۲	<۰/۰۰۱	۰/۰۳	۱/۳۶	۳۱/۵۱	۲۷/۱۲	شیر تصحیح‌شده برای چربی (کیلوگرم در روز)
-	-	۰/۵۲	۱۸/۴۳	۵۴/۰	۴۷/۲	تغییرات وزن بدن ^۳
۰/۵۹	<۰/۰۰۱	۰/۵۰	۰/۵۹	۳۲/۱	۳۱/۵	ضخامت چربی زیر پوستی

۱. شاهد: گاوهای بدون دریافت بلوس کلسیمی، شاهد + بلوس: گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیمی در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از زایش.

۲. مصرف خوراک و تولید شیر و ترکیبات شیر به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد.

۳. تغییرات وزن بدن در زمان زایش نسبت به ۲۱ روز پس از زایش.



شکل ۳. اثر خوراندن بلوس کلسیمی در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از زایش بر تولید شیر

کاهش وزن گاوها تا ۲۱ روز پس از زایش تحت تأثیر تیمار آزمایشی قرار نگرفت ($54/0$ در مقابل $47/2$ کیلوگرم در روز؛ $P=0/52$) و اختلاف معنی‌داری در وزن بدن بین تیمارهای مختلف در طول آزمایش مشاهده نشد (661 در مقابل 666 کیلوگرم، $P=0/52$ ؛ جدول ۳). هرچند شیب کاهش وزن در گاوهای گروه شاهد به لحاظ عددی بیش‌تر از گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیم بود. هم‌چنین میانگین ضخامت چربی بدنی گاوها در تیمار شاهد و حاوی بلوس کلسیمی با هم تفاوت معنی‌داری نداشت ($P=0/50$ ؛ جدول ۳).

آزمایش حاضر در فصل تابستان انجام‌شده و شرایط تنش گرمایی در این دوره می‌تواند پاسخ گاوها به بلوس کلسیم را تحت تأثیر قرار دهد [۲۲]. با توجه به بررسی منابع صورت‌گرفته، اطلاعات در زمینه استفاده از بلوس‌های کلسیمی و یا هر راهبرد دیگر برای بهبود متابولیسم کلسیم در شرایط تنش گرمایی محدود است. در مطالعه‌ای که 927 گاو شیری با شیروراری دوم و بالاتر در زمان زایش و هم‌چنین در حد فاصل 10 تا 35 ساعت بعد زایش دو عدد بلوس کلسیمی دریافت کرده بودند، $2/9$ کیلوگرم شیر بیش‌تری در اولین رکورد داشتند [۱۷]. با توجه به این‌که تنش گرمایی یکی از دغدغه‌های اصلی دامداران در ایران و بیش‌تر کشورهای جهان می‌باشد، پژوهش‌های بیش‌تر در این زمینه توصیه می‌شود.

در مطالعه حاضر درصد و مقدار چربی شیر تحت تأثیر مکمل کلسیمی و زمان نمونه‌برداری قرار گرفت و در گاوهایی که در زمان زایش و 12 ساعت پس از زایش بلوس کلسیم دریافت کردند، بیش‌تر بود ($P=0/04$). درصد پروتئین شیر ($P=0/49$) و تولید آن ($P=0/11$ ؛ جدول ۳) و درصد لاکتوز ($P=0/25$) تحت تأثیر بلوس کلسیمی قرار نگرفت اما اثر زمان بر پروتئین، لاکتوز و ماده جامد فاقد چربی معنی‌دار بود ($P=0/01$). درصد و مقدار ماده جامد فاقد چربی و لاکتوز بین گاوهای گروه شاهد و گاوهایی که بلوس کلسیمی دریافت کردند، تمایل به معنی‌داری داشت ($P=0/08$ ؛ جدول ۳).

ترکیبات شیر به‌طور بسیار محدودی در هنگام استفاده از بلوس‌های کلسیمی مورد‌زیایی قرار گرفته است. مخالف با نتایج حاضر، بیان شد مکمل کلسیم پس از زایش اثری بر مقدار شیر تصحیح‌شده برای 305 روز شیردهی و هم‌چنین تولید مواد جامد، چربی و پروتئین شیر نداشت [۲۳]. هم‌چنین تزریق 500 میلی‌لیتر بروگلوکونات کلسیم قبل یا پس از زایش اثری بر مقدار و درصد چربی نداشت [۲]. با این وجود، در توافق با یافته‌های ما گزارش شد که درصد و تولید پروتئین شیر و درصد لاکتوز تحت تأثیر مکمل‌سازی کلسیم قرار نگرفت [۲۱]. پیش‌تر گزارش شد استفاده از دو عدد بلوس کلسیمی خوراکی حاوی 43 گرم کلسیم خوراکی از نوع کلراید کلسیم و سولفات کلسیم در فاصله 2 و $12/5$ ساعت پس از زایش تأثیری بر فعالیت نشخوار گاوهای شیری تا 30 روز پس از زایش نداشت [۱۵]. فعالیت نشخوار در مطالعه حاضر ارزیابی نشده است. با توجه به این‌که در مطالعه حاضر، جیره گاوهای تازه‌زا حاوی $1/76$ درصد پودر چربی کلسیمی بود، ممکن است خوراندن بلوس کلسیمی کمک مضاعفی به کلسیم‌کردن این اسیدهای چرب و جلوگیری از اثرات منفی آن‌ها بر تخمیر شکمبه‌ای داشته باشد. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهند مکمل اسیدهای چرب کلسیمی در جیره‌های بر پایه یونجه به‌دلیل مقدار کلسیم بالاتر، چربی شیر را نسبت به جیره بر پایه سیلاژ، بهبود داد [۲۰].

هم‌چنین می‌توان چنین فرض کرد که خوراندن حدود 120 گرم کلسیم در فاصله 12 ساعت به گاوهای تازه‌زا با کلسیمی‌کردن اسیدهای چرب آزاد شکمبه‌ای، اثرات منفی آن‌ها را بر روند بیوهیدروژناسیون و تولید اسیدهای چرب ترانس کاهش داده و چربی شیر را بهبود داده است [۲۰]. مطالعات بیش‌تری برای اثبات این فرضیه نیاز است. به‌تازگی در پژوهشی نشان داده شد که خوراندن مکمل کلسیم-انرژی بعد از زایش به گاوهای هلشتاین باعث بهبود چربی شیر در اوایل و اواسط شیروراری شد [۶]. به هر حال برخی عوامل دیگر مانند نوع بلوس و نوع ترکیب کلسیمی، سطح پایه کلسیم خون گاوها قبل از خوراندن بلوس، جیره پایه، سطح تولید شیر، تعداد دفعات زایش و نمره بدنی می‌تواند در نتایج به‌دست‌آمده تأثیر گذار باشد که باید مدنظر قرار گیرد.

اثر خوراندن بلوس کلسیمی در زمان زایش بر عملکرد تولید مثلی گاوها نشان داده شده است (جدول ۴). تعداد تلقیح به‌ازای آبستنی، فاصله تا اولین تلقیح پس از زایش و روزهای باز در گاوهای تغذیه‌شده با جیره شاهد از نظر عددی بیش‌تر از گاوهای دریافت‌کننده بلوس آهسته رهش کلسیم بود اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. خوراندن دو بلوس کلسیمی در زایش و ۲۴ ساعت پس از آن، تعداد تلقیح به‌ازای آبستنی را در گاوهای چند شکم‌زا کاهش و ۱۳ درصد گیرایی گاوها را نیز بهبود داد [۱۴]. در این مطالعه روزهای باز ۲۱ روز در گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیمی کاهش یافته بود. استفاده از مکمل ملاس حاوی کلسیم در تغذیه گاوهای شیری که روی مرتع چرا کردند، نرخ گیرایی اولین تلقیح در گاوهای شکم سوم و بیش‌تر در مقایسه با گروه شاهد را تا ۱۲ درصد افزایش داد [۱۴]. از آنجایی‌که برای ارزیابی فراسنجه‌های تولید مثلی نیازمند تعداد دام بیش‌تر است. جهت ارزیابی دقیق‌تر تأثیر بلوس کلسیمی در زمان زایش، توصیه می‌شود از تعداد دام بیش‌تری استفاده شود. با توجه به نتایج این پژوهش، خوراندن بلوس کلسیمی در فصل تابستان ممکن است غلظت کلسیم خون گاوهای پر تولید را در ساعت‌های اولیه پس از زایش و عملکرد تولیدی آن‌ها را تا ۲۱ روز پس از زایش بهبود دهد.

جدول ۴. اثر خوراندن بلوس‌های کلسیمی در زمان زایش بر عملکردهای تولید مثلی گاوها

P-Value	خطای استاندارد	جیره‌های آزمایشی ^۱		فراسنجه
		شاهد + بلوس	شاهد	
۰/۸۷	۱/۰۴	۴۱/۹۲	۴۱/۲۷	وزن تولد گوساله (کیلوگرم)
۰/۱۷	۰/۴۱	۲/۱۷	۳/۰۰	تعداد تلقیح به‌ازای آبستنی (تعداد)
۰/۳۹	۲/۰۴	۶۴/۷۵	۶۷/۳۱	فاصله زایش تا اولین تلقیح (روز)
۰/۱۵	۱۵/۵۳	۱۰۴/۰۸	۱۳۶/۸۳	روزهای باز (روز)

۱. شاهد: گاوهای بدون دریافت بلوس کلسیمی، بلوس + شاهد + گاوهای دریافت‌کننده بلوس کلسیمی در زمان زایش و ۱۲ ساعت پس از زایش.

۴. تشکر و قدردانی

از مسئولین و کارکنان ایستگاه تحقیقاتی گروه علوم دامی لورک متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان که در انجام این پژوهش مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۶. منابع

1. AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. 15th edition ed. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
2. Amanlou H, Eslamian Farsuni N and Amirabadi Farahani T (2012) Effect of calcium borogluconate injection pre and immediately postpartum on production performance, incidence of metabolic disorders and situation of the uterus after calving in cows fed anionic diets. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 4: 255-264.
3. Baumgard LH and Rhoads RP (2013) Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1: 311-337.
4. Chapinal N, Carson ME, LeBlanc SJ, Leslie KE, Godden S, Capel M, Santos JEP, Overton MW and Duffield TF (2012) The association of serum metabolites in the transition period with milk production and early-lactation reproductive performance. *Journal of Dairy Science*, 95: 1301-1309.

5. Charbonneau E, Pellerin D and Oetzel GR (2006) Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 89: 537-548.
6. Daniel JB, Wilms JN, Mica JH and Martín-Tereso J (2021) Effect of a calcium-energy supplement drink at calving on lactation performance: Milk yield and composition, odds to reach a next lactation, and calving interval. *Journal of Dairy Science*, 104: 9703-9714.
7. Goff JP, Liesegang A and Horst RL (2014) Diet-induced pseudohypoparathyroidism: A hypocalcemia and milk fever risk factor. *Journal of Dairy Science*, 97: 1520-1528.
8. Hosseini SM, Khabbazan MH, Mokhtarzadeh S, Moshiri B, Khoshakhlagh H and Taheri M (2020) Effect of oral slow-release calcium supplementation in anion-fed second parity lactating dairy cows on milk production and composition, blood metabolites and animal health. *Applied Animal Science Research Journal*, 38: 31-40.
9. Green HB, Horst RL, Beitz DC and Littledike ET (1981) Vitamin D Metabolites in Plasma of Cows Fed a Prepartum Low-Calcium Diet for Prevention of Parturient Hypocalcemia. *Journal of Dairy Science*, 64: 217-226.
10. Jorgensen N (1974) Combating milk fever. *Journal of Dairy Science*, 57: 933-944.
11. Leno BM, Ryan CM, Stokol T, Kirk D, Zanzalari KP, Chapman JD and Overton TR (2017) Effects of prepartum dietary cation-anion difference on aspects of peripartum mineral and energy metabolism and performance of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 100: 4604-4622.
12. Martinez N, Risco CA, Lima FS, Bisinotto RS, Greco LF, Ribeiro ES, Maunsell F, Galvão K and Santos JEP (2012) Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *Journal of Dairy Science*, 95: 7158-7172.
13. Martinez N, Sinedino L, Bisinotto R, Daetz R, Risco C, Galvão K, Thatcher W and Santos JP (2016) Effects of oral calcium supplementation on productive and reproductive performance in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 99: 8417-8430.
14. McKay B (1994) Subclinical hypocalcaemia: a possible effect on fertility. Proceedings of the 11th Seminar of the Society of Dairy Cattle Veterinarians of the New Zealand Veterinary Association. Pp 89-98. Dairy Cattle Society of the New Zealand Veterinary Association, Queenstown, 1994.
15. Medrano MBJ (2017) Effect of oral calcium bolus supplementation on rumination and activity patterns in early lactation dairy cows. University of Florida, Ph.D. Dissertation.
16. Melendez P, Donovan GA, Risco CA, Littell R and Goff JP (2003) Effect of calcium-energy supplements on calving-related disorders, fertility and milk yield during the transition period in cows fed anionic diets. *Theriogenology*, 60: 843-854.
17. Oetzel G and Miller BJ (2012) Effect of oral calcium bolus supplementation on early-lactation health and milk yield in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 95: 7051-7065.
18. Oetzel GR (2013) Oral calcium supplementation in peripartum dairy cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29: 447-455
19. Rajaeerad A, Ghorbani GR, Khorvash M, Sadeghi-Sefidmazgi A, Mahdavi AH and Wilkens MR (2021) Low potassium diets with different levels of calcium in comparison with different anionic diets fed to prepartum dairy cows: Effects on sorting behaviour, total tract digestibility, energy metabolism, oxidative status and hormonal response. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105: 14-25.
20. Sadeghi M, Ghorbani GR, Ghasemi E, Kargar S, Leskinen H, Bayat A and Ghaffari M (2019) Source of supplemental dietary fat interacts with relative proportion of forage source in Holstein dairy cows: Production responses, milk fat composition, and rumen fermentation. *Livestock Science*, 227: 143-152.

21. Sampson JD, Spain JN, Jones C and Carstensen L (2009) Effects of calcium chloride and calcium sulfate in an oral bolus given as a supplement to postpartum dairy cows. *Veterinary Therapeutics*, 10: 131-139.
22. Sanchez WK, McGuire MA and Beede DK (1994) Macromineral nutrition by heat stress interactions in dairy cattle: review and original research. *Journal of Dairy Science*, 77: 2051-2079.
23. Stevenson MA, Williamson NB and Hardon DW (1999) The effects of calcium supplementation of dairy cattle after calving on milk, milk fat and protein production, and fertility. *New Zealand Veterinary Journal*, 47: 53-60.
24. Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
25. Vitali A, Segnalini M, Bertocchi L, Bernabucci U, Nardone A and Lacetera N (2009) Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92: 3781-90.