Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

Effect of Anionic diets withdraw on metabolic response, milk production, and reproductive performance of Holstein cows during transition period

Sajjedeh Sadate Sharifi[1], Essa Dirandeh[2*], Hamid Deldar[3], Ammar Mollaei[4]

[1]MS.c. student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[2]Associate professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, Email: Dirandeh@gmail.com
[3] Associate professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[4] Mahdasht milk and Meat Company, Sari, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 07/23/2022
Revised: 08/26/1401
Accepted: 08/27/1401

Keywords:
Anionic
Dairy cow
Production and reproduction
Transition period

ABSTRACT

Background and Objectives: Although nutrient imbalance does not play a role in the etiology of hypocalcemia and the existence of defects in physiological adaptations is the main cause of occurrences, the most common processes used to prevent the occurrences of hypocalcemia are nutritional and involve the use of some factors. Management in animal diets is close to calving. The aim of this study was to consider the effects of Anionic diet withdrawal on metabolic response and productive and reproductive performance of Holstein cows during the transition period.

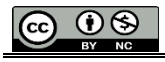
Materials and Methods: Holstein cows (n = 200) with averaged parity 3.0±1.0 and BCS 3.5±0.5 randomly selected according to previous milk yield and assigned into one of two treatments: 1) control diet (DCAD= +100 mEq/kg dietary DM) and 2) Anionic diet (DCAD= -100 mEq/kg dietary DM). Diets fed from 3 weeks before expected calving. At calving, 6, 12, 24, 36, and 48 h after calving and at 7, 14, 44, and 74 DIM serum concentrations of Ca, P, and Mg were measured. Blood metabolites and liver enzymes were assessed on d 7 and 14 after calving. Dry matter intake (DMI) was monitored within the first 24 h of calving. Milk yield was recorded daily through 23 DMI thereafter it was recorded monthly until 2 months of lactation.

Results: The yield of milk was greater in cows fed an anionic diet compared to the control group (40.39±0.73 vs. 39.27±0.55) within 3 weeks of lactation. Dry matter intake was lower in cows fed an anionic diet compared to the control group (12.10±0.12 vs. 12.90±0.13). Serum concentrations of P, Mg, beta-hydroxybutyric acid, and non-esterified fatty acids were similar between groups. Mean concentrations of Ca in serum were not different between treatment groups at calving (0), 6, and 12 h after calving but were higher at 24 and 48 h after calving for cows that received anionic diets ($P< 0.05$). Incidence rates of dystocia retained placenta and subclinical hypocalcemia ($P< 0.05$) were less in cows who received anionic diets. There were no differences between the two groups in the incidence rate of clinical hypocalcemia, endometritis, and ovarian cysts ($P> 0.05$). The number of days to first service was shorter, the conception rate at first service was greater and open days were shorter in cows that received anionic diets ($P<0.05$). However, services per conception and Cows pregnant before 180 DIM were unchanged between the two groups.

Conclusion: The results of the present study showed that the anionic diets

increased milk production and first service conception rate via improve in the health status of dairy cows.

Cite this article: Sadate Sharifi, S., Dirandeh, E., Deldar, H., Mollaei, Ammar. (2022). Effect of Anionic diets withdraw on metabolic response, milk production and reproductive performance of Holstein cows during transition period. *Journal of Ruminant Research*, 10 (4), 89-104.



© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejrr.2022.20448.1858
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

تأثیر حذف جیره‌های آنیونیک بر پاسخ متابولیکی، تولید شیر و عملکرد تولیدمثلی گاوهای هلشتاین طی دوره انتقال

ساجده سادات شریفی[۱]، عیسی دیرنده[۲*]، حمید دلدار[۳]، عمار ملایی[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی دام، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۲]دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، رایانامه: dirandeh@gmail.com
[۳]دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۴]کارشناس شرکت شیر و گوشت مهدشت ساری

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۶/۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۵

واژه‌های کلیدی:
آنیونیک
تولید و تولیدمثل
دوره انتقال
گاو شیری

چکیده

سابقه و هدف: اگر چه عدم توازن مواد مغذی نقشی در سبب شناسی بروز هیپوکلسیمی نداشته و وجود نقص در سازگاری فیزیولوژیکی دلیل عمده‌ی بروز است، متداول‌ترین فرآیندهای مورداستفاده برای پیشگیری از بروز هیپوکلسیمی تغذیه‌ای بوده و شامل به‌کارگیری برخی عوامل مدیریتی در جیره حیوانات نزدیک به زمان زایش است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر حذف جیره‌های آنیونیک بر پاسخ متابولیکی، تولید شیر و عملکرد تولیدمثلی گاوهای هلشتاین طی دوره انتقال بود.

مواد و روش‌ها: دویست رأس گاو هلشتاین با نوبت زایش ۱/۰ ± ۳/۰، نمره وضعیت بدنی ۰/۵ ± ۳/۵۰ و وزن بدن ۴۵/۰ ±۷۴۰ کیلوگرم، در قالب طرح کاملاً تصادفی به تیمارهای آزمایشی اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد (تفاوت آنیون-کاتیون۱۰۰+ میلی اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی) و ۲- جیره آنیونیک (تفاوت آنیون-کاتیون۱۰۰- میلی اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی) بود. تغذیه جیره‌ها از سه هفته مانده به زایش شروع و تا زمان زایش ادامه یافت. غلظت‌های سرمی کلسیم، فسفر و منیزیم در زمان زایش (۰)، ۶، ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت بعد از زایش اندازه‌گیری شدند. غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه، بتاهیدروکسی بوتیرات و آنزیم‌های کبدی در روزهای ۷ و ۱۴ بعد از زایمان ارزیابی شدند. ماده خشک مصرفی در ۴۸ ساعت اول پس از زایمان بررسی شد. تولید شیر روزانه طی ۲۳ روز اول شیردهی ثبت شد و پس از آن به‌طور ماهانه به مدت دو ماه ثبت شد.

یافته‌ها: میانگین تولید شیر (۰/۵۵±۳۹/۲۷ در مقابل ۰/۷۳±۴۰/۳۹ کیلوگرم در روز) در گروهی که نمک آنیونیک مصرف کردند به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود. میانگین ماده خشک مصرفی (۰/۱۳±۱۲/۹۰ در مقابل ۰/۱۲±۱۲/۱۰ کیلوگرم در روز) در گروهی که نمک آنیونیک مصرف کردند به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود. جیره‌های آنیونیک هیچ اثری بر غلظت فسفر، منیزیم، اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات خون در مقایسه با گاوهای شاهد نداشت. غلظت کلسیم تنها در ۲۴ و ۴۸ ساعت اول پس از زایش در گروهی که جیره آنیونیک مصرف کردند، بیشتر از گروه شاهد بود (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد استفاده از جیره‌های آنیونیک در مقایسه با گروه شاهد درصد سخت‌زایی، جفت‌ماندگی، متریت و هیپوکلسیمی تحت بالینی را کاهش داد و تأثیری بر درصد بروز اندومتریت،

هیپوکلسیمی بالینی و کیست‌های تخمدانی نداشت (P>۰/۰۵). نتایج پژوهش حاضر نشان داد، که پس از زایمان جیره‌های آنیونیک اثر معنی‌داری بر فاصله زایش تا اولین تلقیح، فاصله زایش تا آبستنی و درصد گیرایی اولین تلقیح داشتند. اما تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی از نظر میانگین تعداد تلقیح به هر ازای آبستنی و درصد گیرایی کل تلقیحات تا روز ۱۸۰ شیردهی مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد استفاده از جیره آنیونیک سبب افزایش تولید شیر شد و با بهبود سلامت دام پس از زایش درصد گیرایی اولین تلقیح پس از زایش را افزایش داد.

استناد: سادات شریفی، س.، دیرنده، ع.، دلدار، ح.، ملایی، ع. (۱٤۰۱). تأثیر حذف جیره‌های آنیونیک بر پاسخ متابولیکی، تولید شیر و عملکرد تولیدمثلی گاوهای هلشتاین طی دوره انتقال. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۰ (٤)، ۱۰٤-۸۹.

DOI: 10.22069/ejrr.2022.20448.1858

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

رخداد هیپوکلسیمی تحت بالینی، به‌عنوان کاهش کلسیم خون به زیر هشت میلی‌گرم در دسی‌لیتر تعریف‌شده است (Hu و Murphy، ۲۰۰٤). هنگامی‌که بسیج کردن کلسیم به اندازه کافی برای جبران کلسیم خون سریع نباشد، گاو مستعد به هیپوکلسیمی تحت بالینی شده و قدرت عضلانی خود را از دست می‌دهد. هیپوکلسیمی با افزایش سن و دوره‌های شیردهی افزایش می‌یابد. در گله‌های آمریکا بروز هیپوکلسیمی از دوره‌های شیردهی ۱ تا ٦ (غلظت کلسیم کمتر از ۸ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، به ترتیب ۲۵، ٤۱، ٤۹، ۵۱، ۵٤ و ٤۲ درصد) گزارش‌شده است (Reinhardt و همکاران، ۲۰۱۱؛ Sammad و همکاران، ۲۰۲۲). Goff و همکاران (۱۹۹٦) نشان دادند که بسیاری از گاوها، هیپوکلسیمی تحت بالینی را در هفته اول شیردهی تجربه می‌کنند (Goff و همکاران، ۱۹۹٦). به‌طورمعمول، افت کلسیم خون بین ۱۲ و ۲٤ ساعت بعد از زایمان رخ می‌دهد و نمونه خون به‌دست‌آمده در این زمان مقدار هیپوکلسیمی تجربه‌شده توسط گله‌های گاو شیری را نشان می‌دهد (Goff و همکاران، ۱۹۹٦). هیپوکلسیمی تحت بالینی پرهزینه‌تر از هیپوکلسیمی بالینی است، به دلیل اینکه درصد بسیار بالاتری از گاوها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Oetzel، ۲۰۱۱). برای مثال، اگر یک گله با ۲۰۰۰ رأس گاو شیری ۲ درصد بروز سالیانه هیپوکلسیمی بالینی داشته باشد و هزینه هر مورد از هیپوکلسیمی بالینی ۳۰۰ دلار در نظر گرفته شود، زیان واردشده به گله از موارد بالینی در حدود ۱۲۰۰۰ دلار در هرسال است (Guard، ۱۹۹٦).

اگرچه عدم توازن مواد مغذی نقشی در بروز هیپوکلسیمی نداشته و وجود نقص در سازگاری فیزیولوژیکی دلیل عمده‌ی بروز هیپوکلسیمی است، متداول‌ترین فرایندهای پیشگیرانه مورداستفاده برای پیشگیری از بروز هیپوکلسیمی تغذیه‌ای بوده و شامل به‌کارگیری برخی عوامل مدیریتی در جیره حیوانات نزدیک به زایش است. افزودن مکمل ویتامین D، تصحیح نسبت کلسیم به فسفر، استفاده از جیره‌های کم کلسیم و درنهایت استفاده از نمک‌های آنیونی متداول‌ترین راه‌کارها و راهبرد استاندارد در پیشگیری از بروز هیپوکلسیمی هستند (Boda و Cole، ۱۹۵٦).

استفاده از جیره‌های با تفاوت آنیون-کاتیون مختلف برای جلوگیری از هیپوکلسیمی به‌طور گسترده مطالعه و بررسی‌شده است (Wilkens و همکاران، ۲۰۲۰). مقادیر بالای پتاسیم موجود در علوفه‌ها علاوه بر اثر غیرمستقیم بر افزایش خطر بروز هیپوکلسیمی به‌واسطه‌ی تأثیر بر فراهمی منیزیم، مهم‌ترین عامل افزایش تفاضل کاتیون– آنیون در جیره‌ی گاوهای خشک نزدیک به زایش است که به نوبه خود یک عامل منفی غیرمستقیم برای هیپوکلسیمی است (Moore و همکاران، ۲۰۰۰؛ Charbonneau و همکاران، ۲۰۰٦؛ Lean و همکاران، ۲۰۰٦). پژوهش‌ها نشان‌دهنده‌ی تأثیر منفی استفاده از نمک‌های آنیونی بر خوش‌خوراکی و توان مصرف خوراک است (Oetzel و همکاران، ۱۹۹۱). باید توجه داشت استفاده از این ترکیبات در قالب جیره‌های کاملاً مخلوط و تعدیل استفاده از آن‌ها به‌واسطه‌ی کاهش حداکثری در مقدار پتاسیم جیره‌ی غذایی، باعث کاهش اثر این ترکیبات بر مقدار ماده خشک مصرفی خواهد بود (Charbonneau و همکاران، ۲۰۰٦). بااین‌حال، در صورت عدم وجود امکان استفاده از جیره‌های کاملاً مخلوط در دوره‌ی قبل از زایش، استفاده از نمک‌های آنیونی منجر به کاهش خوراک مصرفی و محدود شدن کارایی استفاده از این فرآیند می‌شود (Martín-Tereso و همکاران، ۲۰۱٤). با توجه به موارد گفته‌شده هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر حذف جیره‌های آنیونیک بر پاسخ متابولیکی، تولید

شیر و عملکرد تولیدمثلی گاوهای هلشتاین طی دوره انتقال بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شرکت شیر و گوشت مهدشت ساری در فصل زمستان انجام شد. بدین منظور دویست رأس گاو هلشتاین با نوبت زایش ۱/۰ ± ۳/۰، نمره وضعیت بدنی ۰/۵ ± ۳/۵۰ و وزن بدن ٤٥/۰ ± ۷٤۰ کیلوگرم، در قالب طرح کاملاً تصادفی به تیمارهای آزمایشی اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد (تفاوت آنیون-کاتیون ۱۰۰+ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی) و ۲- استفاده از جیره آنیونیک (تفاوت آنیون-کاتیون ۱۰۰- میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی) بود. گاوها از ۲۱ روز مانده به زایش با جیره‌های موردنظر تغذیه شدند. پس از زایمان (طی مدت ۲۰ روز) گاوها به مدت دو روز در جایگاه‌های انفرادی به ابعاد ٦/۸×٦/۸ متر در زایشگاه نگهداری شدند. سپس به مدت ٤۰ روز پس از زایش در بهاربند تازه‌زا نگهداری شدند و با جیره‌های یکسان و کاملاً مخلوط تنظیم‌شده مطابق توصیه انجمن تحقیقات ملی (NRC) سه بار در روز تغذیه شدند. ترکیب و آنالیز جیره‌های پیش و پس از زایمان در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. قرار گرفتن گاوها برای تیمارهای آزمایشی در هر گروه به‌طور کاملاً تصادفی انجام شد. گاوها به آب و خوراک یکسان دسترسی آزاد داشتند.

منظور اندازه‌گیری مصرف خوراک، خوراک موردنظر پس از زایمان توزین و در اختیار دام قرار داده شد. مقدار مصرف خوراک طی دو روز اول پس از زایمان که گاوها در جایگاه انفرادی بودند، ثبت شد. هر ۱۲ ساعت خوراک موجود در آخور جمع‌آوری و توزین و سپس خوراک تازه در اختیار گاوها قرار گرفت. جمع مقدار خوراک باقی‌مانده بعد از ٤۸ ساعت در آخور معیار مصرف خوراک توسط گاوها بود. گاوها پس از گذشت دو روز از زایمان از زایشگاه خارج و به بهاربند گاوهای تازه‌زا منتقل شدند. در این بهاربند گاوها سه بار در روز در ساعت‌های ۸ ،۱٤و ۲۲ دوشیده شدند. جهت ثبت تولید شیر روزانه رکورد شیر سه وعده گاوها از روز سه تا ۲۰ پس از زایش ثبت شد.

خون‌گیری بلافاصله پس از زایمان (صفر)، ٦، ۱۲، ۲٤، ۳٦ و ٤۸ پس از زایمان و روزهای ۷ و ۱٤ پس از زایمان ساعت ۱۱ صبح از سیاهرگ دمی گاوها گرفته شد. نمونه‌گیری توسط لوله خلأ دارای هپارین انجام شد سپس نمونه خون‌ها با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده، پلاسما حاصله داخل میکروتیوپ‌های دو سی‌سی ریخته و تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد زیر صفر نگهداری شد. تعیین غلظت کلسیم، منیزیم، فسفر، گلوکز، تری‌گلیسرید، کراتینین، اوره، کلسترول، آلبومین و آنزیم‌های کبدی شامل، آسپارتات آمینوترانسفراز (AST)، آلکالین فسفاتاز (ALP)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT) توسط کیت‌های ساخت شرکت پارس آزمون (ایران) و غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه (NEFA) و بتاهیدروکسی بوتیرات (BHBA) توسط کیت‌های ساخت شرکت Randox (انگلیس) و دستگاه اتوآنالایزر مدل میندرای بی اس-۱۲۰ ساخت کشور چین انجام شد.

گاوهایی که پس از زایمان زمین‌گیر شدند و برای برخاستن تلاش کرده اما نمی‌توانستند روی پاهای خود بایستند، به‌عنوان هیپوکلسیمی بالینی در نظر گرفته شدند.

جدول ۱- اجزای خوراکی جیره‌های آزمایشی (درصد)

Table 1. Ingredients of experimental diets (% dry matter)

آنیونیک (Anionic)	شاهد (Control)	ماده خوراکی (Ingredients)	
15.81	16.11	(Alfalfa hay)	علف یونجه
30.52	31.11	(Corn silage)	سیلوی ذرت
6.25	6.37	(Wheat straw)	کاه گندم
0.22	3.94	(Wheat bran)	سبوس گندم
11.81	11.82	(Barley ground)	جو خردشده
11.94	11.96	(Corn ground)	ذرت خردشده
12.93	10.94	(Soybean meal)	کنجاله سویا
2.68	3.57	(Canola meal)	کنجاله کانولا
1.78	1.88	(Corn gluten meal)	کنجاله گلوتن ذرت
0.93	0.98	(Propylene glycol)	پروپیلن گلایکول
0.93	0.98	(Vit-Min premix)	مکمل ویتامینی/ معدنی
1.31	-	(Calcium carbonate)	کربنات کلسیم
0.33	0.34	(Magnesium oxide)	اکسید منیزیم
0.85	-	(Calcium chloride)	کلرید کلسیم
0.96	-	(Magnesium sulphate)	سولفات منیزیم
0.75	-	(Calcium sulphate)	سولفات کلسیم
تجزیه شیمیایی، تعادل آنیون-کاتیون و انرژی خالص			
Chemical composition, cation-anion difference and net energy of (%; otherwise stated)			
16.22	16.24	(Crude protein)	پروتئین خام
1.00	0.44	(Ca)	کلسیم
0.31	0.36	(P)	فسفر
0.44	0.44	(Mg)	منیزیم
0.25	0.16	(Cl)	کلر
1.32	1.26	(K)	پتاسیم
0.05	0.05	(Na)	سدیم
0.28	0.22	(S)	گوگرد
1.53	1.58	(Net energy)	انرژی خالص (مگاکالری/کیلوگرم)
-100	100	(mEq/kg dietary DM)	تفاوت آنیون-کاتیون (DCAD)

هر کیلوگرم از مکمل مورداستفاده دارای ۱۹ گرم منیزیم، ۱۲ گرم آهن، ۱۳ گرم روی، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۳۰ میلی گرم سلنیم، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۵ میلیون واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱ میلیون واحد بین‌المللی ویتامین D و ۳۰ میلی‌گرم ویتامین E بود.

Each kg of vitamin-mineral premix in experimental diets contained: 19 g Mg, 12 g Fe, 10 g Mn, 13 g ZN, 300 mg Cu, 100 mg Co, 30 mg Se, 100 mg I, 5 million IU vitamin A, 1 million IU vitamin D3 and 30 mg vitamin E.

به گاوهایی که تا ۱۲ ساعت پس از زایمان قادر به‌دقت جفت به‌طور کامل نبودند، جفت‌مانده اطلاق شد. گاوهای دارای غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات بیشتر از ۰/۶ میلی‌مول بر لیتر در روز هفت پس از

زایمان مبتلا به‌کتوز در نظر گرفته شدند. گاوها روز هفت پس از زایمان و روز ۲۱ پس از زایمان برای تعیین اندومتریت و کیست تخمدانی توسط دامپزشک معاینه شدند. اندومتریت بالینی روز ۲۱ پس از زایمان با بررسی واژن و قطر گردن رحم تشخیص داده شد. بروز کیست تخمدان با استفاده از دستگاه سونوگرافی در روزهای ۲۱ و ۳۵ پس از زایمان توسط دامپزشک ارزیابی شد. تشخیص آبستنی با استفاده دستگاه سونوگرافی ۳۲ روز پس از تلقیح مصنوعی انجام شد.

داده‌های تولید شیر، کلسیم، منیزیم، فسفر و گلوکز که در چند زمان نمونه‌گیری شده بودند با استفاده از رویه MIXED نرم‌افزار SAS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. داده‌های مربوط به سلامتی (هیپوکلسیمی، متریت، اندومتریت، جفت‌ماندگی، کتوز، کیست تخمدان و داده‌های عملکرد تولیدمثلی (فاصله زایش تا اولین تلقیح و آبستنی، میانگین تعداد تلقیح به ازای آبستنی و درصد گیرایی اولین تلقیح و کل تلقیح‌ها با رویه GLMMIX تجزیه‌وتحلیل شدند.

نتایج و بحث

میانگین ماده خشک مصرفی (۰/۱۳±۱۲/۹۰ در مقابل ۰/۱۲±۱۲/۱۰ کیلوگرم در روز) در گروهی که نمک آنیونیک مصرف کردند به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود. این مسئله با توجه به عدم خوش‌خوراکی نمک‌های آنیونیک قابل پیش‌بینی بوده و با نتایج پژوهش‌های پیشین تطابق داشت (Joyce و همکاران، ۱۹۹۷؛ Seifi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Goff و Koszewski، ۲۰۱۸؛ Jahani-Moghadam و همکاران، ۲۰۲۰). نتایج گزارش‌ها در تأیید این مطلب است که کاهش مصرف خوراک که به دلیل مصرف نمک‌های آنیونی در دوره انتظار زایش به وجود می‌آید، با افزایش مصرف خوراک در روزهای آغازین شیردهی جبران خواهد شد. همچنین افزودن مواد با خاصیت بافری به جیره گاوهای اوایل شیردهی، باعث کاهش اسیدیته شکمبه، بهبود وضعیت تعادل اسید- باز بدن و همچنین ظرفیت بافری و pH شکمبه شده که درمجموع این اتفاقات افزایش مصرف خوراک توسط حیوان را به دنبال خواهد داشت (Joyce و همکاران، ۱۹۹۷؛ Moore و همکاران، ۲۰۰۰؛ Martinez و همکاران، ۲۰۱۲).

میانگین تولید شیر (۰/۵۵±۳۹/۲۷ در مقابل ۰/۷۳±٤۰/۳۹ کیلوگرم در روز) در گروهی که نمک آنیونیک مصرف کردند به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود. با توجّه به ماهیّت نمک‌های آنیونیک و تأثیر آن‌ها بر توازن آنیون-کاتیون و در نهایت اثر آن بر تولید شیر و فراسنجه‌های مرتبط، به نظر می‌رسد علی‌رغم غیر خوش‌خوراکی این مواد تأثیر آن‌ها بر هموستازی کلسیم و جلوگیری از بروز اختلالات متابولیکی مؤثر بر عملکرد تولیدی دام قابل‌توجه بوده و منجر به بهبود عملکرد گاوهای مصرف‌کننده می‌شود (Joyce و همکاران، ۱۹۹۷؛ Moore و همکاران، ۲۰۰۰). درعین‌حال توازن کاتیون-آنیون به سمت منفی اثر بارزتری در حفظ تعادل هموستازی بدن گاو داشته و سبب حفظ سلامتی و بهبود تولید آن خواهد شد. دراین‌ارتباط بیان‌شده تغذیه گاو شیری با جیره‌های دارای سطح اختلاف کاتیون-آنیون منفی در دوره انتظار زایمان باعث افزایش سطح کلسیم خون و تولید شیر بعد از زایمان خواهد شد (Drackley و همکاران، ۲۰۰۵).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از جیره‌های آنیونیک تنها باعث افزایش غلظت کلسیم در ٢٤ و ٤٨ ساعت اول پس از زایش شد و قبل و بعد از این زمان تأثیری بر غلظت کلسیم نداشت (جدول ۲). تغییر در تفاضل کاتیون- آنیون جیره‌ی غذایی با استفاده از نمک‌های آنیونی، هنگامی دارای بیشترین تأثیر است که تفاضل کاتیون- آنیون تا ۵۰- تا ۱۵۰-

میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم ماده خشک و مقدار کلسیم جیره در محدوده ۱ تا ۱/۵درصد ماده خشک جیره باشد (Lean و همکاران، ۲۰۰۶؛ Charbonneau و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج مطالعه حاضر نشان داد غلظت فسفر و منیزیم سرم تحت تأثیر جیره‌های آنیونیک قرار نگرفت. در پژوهش‌های قبلی زمانی که پس از زایمان برای جلوگیری از هیپوکلسیمی تحت بالینی از طریق دهان، تزریق وریدی یا زیر جلدی کلسیم تجویز شد، هیچ اثری در سطح فسفر خون گزارش نشد (Dhiman و Sasidharan، ۱۹۹۹؛ Melendez و همکاران، ۲۰۰۲؛ Mohebbi-Fani و Azadnia، ۲۰۱۲).

در تأیید نتایج پژوهش حاضر، Mohebbi-Fani و Azadnia (۲۰۱۲) غلظت‌های بیشتر و تقریباً طبیعی فسفر را در گروه تزریق زیر جلدی کلسیم گزارش کردند (Mohebbi-Fani و Azadnia، ۲۰۱۲). ممکن است کلسیم خون بیشتر در تزریق زیر جلدی کلسیم مربوط به ترشح کمتر هورمون پاراتیروئید و دفع کمتر کلیوی و بزاقی فسفر باشد (Goff، ۲۰۰۰). یک افزایش تدریجی در غلظت فسفر طی شش ساعت اول در گروه بولوس وجود داشت. در موافقت با نتایج پژوهش حاضر، Dhiman و Sasidharan (۱۹۹۹) پس از ۱۸ ساعت از مصرف مکمل دهانی کلسیم غلظت بیشتر فسفر را نسبت به گروه شاهد مشاهده کردند (Goff و همکاران، ۱۹۹۶). افزایش غلظت فسفر در تمام تیمارها نشان می‌دهد در طول دوره پس از زایمان گاوها قادر به حفظ غلظت فسفر خون از طریق جذب از رژیم غذایی و یا از طریق حفاظت از کلیه بوده‌اند (Oetzel، ۱۹۸۸). بر اساس نتایج تحقیقات موجود، اثر جیره‌های آنیونی و مکمل‌های کلسیمی جیره بر تغییر فراسنجه‌های فسفر و منیزیم خون بسیار متناقض است (Joyce و همکاران، ۱۹۹۷). این تناقض ممکن است یک اثر ثانویه و نتیجه‌ای از تغییر هموستازی فسفر یا منیزیم در ارتباط با مکانیسم عمل متابولیسم کلسیم در بدن باشد (Goff، ۲۰۰۰). به‌علاوه، در جیره‌های انتظار زایش مقدار فسفر و منیزیم معمولاً به ترتیب در حد ۰/۳۰ و ۰/۴۰ درصد ماده خشک جیره در نظر گرفته می‌شود که سطح کافی و موردنیاز برای این مرحله فیزیولوژیک گاو را فراهم می‌آورد (Joyce و همکاران، ۱۹۹۷؛ Hu و Murphy، ۲۰۰۴؛ Sammad و همکاران، ۲۰۲۲). افزایش یا کاهش تدریجی مقدار فسفر و منیزیم در نتایج این تحقیق در بین تیمارها می‌تواند به دلیل فراخوانی آهسته این عناصر در بدن باشد. زیرا سازوکار آن‌ها مستقیم و متفاوت از کلسیم نبوده و با آن همبستگی نشان می‌دهند. حتی در این خصوص پیشنهادشده که گاوهای در انتظار زایمان قادرند سطح سرمی فسفر و منیزیم خون خود را تا حد زیادی از طریق تعدیل جذب از جیره یا فعّال شدن بیشتر سازوکار پشتیبانی کلیه‌ها حفظ کنند و نیاز چندانی به مکمل غذایی نخواهند داشت (Goff و همکاران، ۱۹۹۶؛ Oetzel و Miller، ۲۰۱۲). بنابراین به نظر می‌رسد راه‌کار عملی در پیشگیری مؤثر از هیپوکلسیمی و کاهش سطح سرمی فسفر و منیزیم به‌جز استفاده از جیره‌های آنیونیک، استفاده از مکمل‌های خوراکی قابل‌جذب کلسیم و مواد معدنی است (Goff، ۲۰۰۰؛ Timothy و همکاران، ۲۰۱۱).

بر اساس آنچه در پژوهش حاضر مشاهده شد، جیره آنیونیک هیچ اثری بر غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات خون در مقایسه با گاوهای شاهد نداشتند (جدول ۲). در توافق با نتایج بررسی حاضر، Melendez و همکاران (۲۰۰۲) و Dhiman و Sasidharan (۱۹۹۹) با مکمل کلسیم خوراکی پس از زایمان اثری بر غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات خون پس از زایمان گزارش نکردند (Dhiman و Sasidharan، ۱۹۹۹؛ Melendez و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر سطح فراسنجه‌های خونی گاوها ۷ روز مانده به زایش تا ۷ روز بعد از زایش (میانگین حداقل مـربعات)

Table 3. Effect of different treatments on blood metabolites of cows at 7 days before calving to 7 days after calving

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)		مورد (Item)	
		آنیونیک(Anionic)	شاهد (Control)		
				(7 day before calving)	۷ روز مانده به زایش
0.03	0.01	7.04[b]	7.32[a]	pH-blood	
0.03	0.06	6.22[b]	7.43[a]	pH-urine	
0.49	0.15	9.39[a]	9.35[a]		کلسیم (Ca)، mg/dl
0.01	0.11	6.43[a]	6.25[a]		فسفر (P)، mg/dl
0.77	0.06	2.30[a]	2.22[a]		منیزیم (Mg)، mg/dl
0.01	0.11	4.76[a]	4.39[b]		کلسیم یونیزه (Ca^{++})، mg/dl
0.01	0.002	0.50[b]	0.46[b]	Ca^{++}/Ca	
0.01	0.03	0.69[a]	0.75[a]	mM/L(BHBA)	بتاهیدروکسی بوتیرات
0.52	0.02	0.29[a]	0.28[a]	mM/L(NEFA)	اسیدهای چرب غیر استریفه
				(Calving, 0)	زمان زایش (صفر)
0.01	0.13	7.27[b]	7.65[a]		کلسیم (Ca)، mg/dl
0.02	0.10	3.69[a]	3.55[b]		کلسیم یونیزه (Ca^{++})، mg/dl
0.03	0.002	0.50[a]	0.46[b]	Ca^{++}/Ca	
				(6 h after calving)	٦ ساعت پس از زایش
0.72	0.13	7.83[a]	7.79[a]		کلسیم (Ca)، mg/dl
0.02	0.10	3.93[a]	3.59[b]		کلسیم یونیزه (Ca^{++})، mg/dl
0.01	0.002	0.50[a]	0.46[b]	Ca^{++}/Ca	
				(12 h after calving)	۱۲ ساعت پس از زایش
0.75	0.15	7.96[a]	7.88[a]		کلسیم (Ca)، mg/dl
0.01	0.11	4.16[a]	4.00[b]	Ca^{++} mg/dl	
0.02	0.002	0.52[a]	0.50[b]	Ca^{++}/Ca	
				(24 h after calving)	٢٤ ساعت پس از زایش
0.01	0.22	8.98[a]	8.10[a]		کلسیم (Ca)، mg/dl
0.01	0.17	4.77[a]	4.08[b]		کلسیم یونیزه (Ca^{++})، mg/dl
0.02	0.03	0.53[a]	0.50[b]	Ca^{++}/Ca	
0.01	0.09	4.45[a]	4.31[a]		فسفر (P)، mg/dl
0.01	0.04	0.50[a]	0.48[a]		منیزیم (Mg)، mg/dl
				(48 h after calving)	٤٨ ساعت پس از زایش
0.01	0.20	9.85[a]	9.12[b]		کلسیم (Ca)، mg/dl
0.02	0.12	4.65[a]	4.32[b]		کلسیم یونیزه (Ca^{++})، mg/dl
0.01	0.01	0.10[a]	0.49[b]	Ca^{++}/Ca	
					۷ روز پس از زایش (7 d after calving)
0.46	0.05	0.79[a]	0.80[a]		بتاهیدروکسی بوتیرات (mM/L(BHBA
0.59	0.03	0.19[a]	0.21[a]		اسیدهای چرب غیر استریفه (mM/L(NEFA

[a,b] حروف غیرمتشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد است (P<۰/۰۵)

SEM=Standard Error of Mean

[a,b] The different superscript letters indicate significant difference at $P \leq 0.05$.

همچنین Jahani-Moghadam و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند استفاده از بولوس کلسیم در غلظت اسیدهای چرب غیراستری یا بتاهیدروکسی بوتیرات در خون تأثیر نمی‌گذارد. Goff و همکاران (۱۹۹۶) گزارش دادند که به‌کاربردن کلسیم خوراکی در بروز کتوز اولیه در مطالعات آن‌ها تأثیری نداشته است (Goff و همکاران، ۱۹۹۶). نتایج نشان دادند که استفاده از جیره آنیونیک در مقایسه با گروه شاهد درصد سخت‌زایی، جفت ماندگی، متریت و هیپوکلسیمی تحت بالینی را کاهش داد. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج پژوهش‌های زیادی مطابقت نشان داد (Wu و همکاران، ۲۰۰۸؛ Seifi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Kerwin و همکاران، ۲۰۱۷؛ Khachlouf و همکاران، ۲۰۱۹). از نظر فیزیولوژیکی تعادل غلظت کلسیم در دوران انتظار زایش باعث بهبود حرکات ماهیچه‌های صاف پوششی و افزایش انقباضات جداره رحم می‌شود که درنتیجه خروج جنین، جفت، پرده‌های پوششی جنین و ترشحات بعد از زایش آسان‌تر انجام‌شده و درصد اختلالات یادشده را به‌طور معنی‌دار کاهش می‌دهد (Dhiman و Sasidharan، ۱۹۹۹؛ Oetzel و Miller، ۲۰۱۲؛ Wilkens و همکاران، ۲۰۲۰). به‌طورکلی تعدیل اختلاف سطح کاتیون-آنیون جیره‌های انتظار زایش و استفاده از مواد آنیونیک یا مکمل‌های دارای بافر تعدیل‌کننده سطح سرمی کلسیم جزء مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر سلامتی گاو شیری محسوب شده و تأثیر مثبتی بر مقدار مصرف خوراک و عملکردهای تولیدی و تولیدمثلی گاوها دارد به‌طوری‌که با جلوگیری از کاهش مصرف خوراک و دریافت انرژی در زمان انتظار زایش گاوها، بروز بیماری‌های متابولیکی و ناهنجاری‌های تولیدمثلی را تا حد بسیار زیادی کاهش خواهند داد (Joyce و همکاران، ۱۹۹۷؛ Wu و همکاران، ۲۰۰۸؛ Chapinal و همکاران، ۲۰۱۲).

بر اساس آنچه بررسی حاضر نشان داد، غلظت کلسیم خون پس از زایمان تأثیری بر روند بروز اندومتریت نداشت، این در توافق با پژوهش‌های قبلی است (Chapinal و همکاران، ۲۰۱۲؛ Chamberlin و همکاران، ۲۰۱۳). Chamberlin و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند گاوها با غلظت کلسیم کمتر از هشت میلی‌گرم در دسی‌لیتر در زایمان شیوع مشابهی از ناهنجاری‌های مرتبط با سلامتی از جمله متریت نسبت به گاوهای که غلظت کلسیم بیشتر از ۸ میلی‌گرم در دسی‌لیتر داشتند.

جدول ۳- تأثیر تیمارهای مختلف بر وضعیت سلامت و ناهنجاری‌های پس از زایمان (n = ۲۰۰)

Table 4. Effect of different treatments on health status and parturition disorders (n = 200)

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)		مورد (Item)	
		آنیونیک (Anionic)	شاهد (Control)		
0.03	0.01	1.04^{b}	1.32^{a}	(Dystocia)	سخت زایی
0.02	0.06	3.2^{2b}	9.43^{a}	(Retained placenta)	جفت ماندگی
0.49	0.15	9.39^{a}	9.35^{a}	(Clinical hypocalcemia)	هیپوکلسیمی بالینی
0.01	0.11	15.43^{b}	21.25^{a}	(Sub-clinical hypocalcemia)	هیپوکلسیمی تحت بالینی
0.77	0.06	9.30^{a}	9.22^{a}	(Metrit)	متریت
0.44	0.61	12.76^{a}	15.39^{a}	(Endometrit)	اندومتریت
0.51	0.009	6.50^{a}	9.46^{a}	(Ovarian cyst)	کیست تخمدانی

a, bحروف غیرمتشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد است (P<۰/۰۵)

SEM=Standard Error of Mean

a,b The different superscript letters indicate significant difference at $P \leq 0.05$.

نتایج بررسی حاضر نشان داد که جیره آنیونیک پس از زایمان اثر معنی‌داری بر فاصله زایش تا اولین تلقیح، فاصله زایش تا آبستنی و درصد گیرایی اولین تلقیح داشت. اما تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی از نظر میانگین تعداد تلقیح به هر ازای آبستنی و درصد گیرایی کل تلقیحات تا روز ۱۸۰ شیردهی مشاهده نشد (جدول ۳).

هیپوکلسیمی از طریق دو مسیر بر عملکرد تولیدمثل اثر می‌گذارد. مسیر اول، باعث کاهش دسترسی به کلسیم توسط سلول‌های ایمنی بدن می‌شود (Kimura و همکاران، ۲۰۰٦)، که باعث کاهش عملکرد نوتروفیل می‌شود (Martinez و همکاران، ۲۰۱٦ a). که منجر به افزایش خطر بیماری‌های عفونی رحم می‌شود. ضعف ناشی از ناتوانی رحم برای خارج کردن محتویات رحم به دلیل ضعف در انقباضات عضلات ناشی از کمبود کلسیم است (Hansen و همکاران، ۲۰۰۳). در مسیر دوم، هیپوکلسیمی موجب تشدید تعادل منفی انرژی (Reinhardt و همکاران، ۲۰۱۱) شده و متابولیسم لیپید را کاهش می‌دهد (Chamberlin و همکاران، ۲۰۱۳). کاهش دسترسی به انرژی باعث اختلال عملکرد سلول‌های ایمنی و افزایش وقوع بیماری‌های رحمی می‌شود (Galvao و همکاران، ۲۰۱۰).

باروری کم در گاوها با غلظت کلسیم خون پایین می‌تواند به‌علت اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی در بازگشت به چرخه تخمدانی و توانایی در آبستن شدن و ابقاء آبستنی باشد (Wu و همکاران، ۲۰۰۸؛ Wilkens و همکاران، ۲۰۲۰). سازوکارهای احتمالی که ممکن است منجر به کاهش باروری شود عبارت‌اند از افزایش تعادل انرژی منفی در گاوها با کاهش کلسیم خون (Chamberlin و همکاران، ۲۰۱۳؛ Reinhardt و همکاران، ۲۰۱۱؛ Martinez و همکاران، ۲۰۱٦ a)، کاهش گردش خون تخمدانی (Kimura و همکاران، ۲۰۰٦)، کاهش در عملکرد سیستم ایمنی (Martinez و همکاران، ۲۰۱۲) و کاهش انقباضات رحمی و در گاوهای که کلسیم خون پایین‌تری دارند (Al-Eknah و Noakes، ۱۹۸۹).

غلظت کلسیم خون در پیرامون زایمان نیز به کاهش پاسخ تولیدمثل به روش‌های هم‌زمانی و کاهش شانس آبستنی برای حیوانات مربوط می‌شود (Chapinal و همکاران، ۲۰۱۲؛ McNally و همکاران، ۲۰۱٤). گزارش شد با گاوهای که دارای غلظت غیرطبیعی کلسیم در سه روز اول پس از زایمان بودند، به‌خصوص گاوهای مبتلا به هیپوکلسیمی مزمن که احتمال کمتری برای فعال شدن تخمدان‌های توسط روش‌های هم‌زمان‌سازی وجود دارد و زمان شروع تخمک ریزی بر کارایی روش‌ها و بر شانس پایین‌تر بودن آبستنی در اولین تلقیح تأثیر دارد (Santos و همکاران، ۲۰۰۹؛ Bisinotto و همکاران، ۲۰۱۰).

در پژوهش حاضر، گاوهایی که جیره آنیونیک دریافت کردند، گیرایی اولین تلقیح بیشتری نسبت به گاوهای گروه شاهد داشتند، که با سایر گزارش‌ها همخوانی دارد (جدول ٤). گزارش‌شده است که در گاوهای مبتلا به هیپوکلسیمی با تأخیر در از سرگیری چرخه‌های تخمدانی (Ribeiro و همکاران، ۲۰۱۳) آبستنی در اولین تلقیح (Chamberlin و همکاران، ۲۰۱۳) و آبستنی به ازای هر تلقیح تا روز ۱۲۰ پس از زایمان کاهش یافت (Martinez و همکاران، ۲۰۱٦ a؛ Martinez و همکاران، ۲۰۱٦ b). در گاوهای شیری، رشد فولیکول از ابتدا تا قبل از تخمک‌ریزی حدود ٦۰ تا ۸۰ روز طول می‌کشد (Wilkens و همکاران، ۲۰۲۰)، و رویدادهایی که در اوایل شیردهی رخ می‌دهد بر تولیدمثل اثر می‌گذارد (Santos و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین گاوهایی که بیشتر تحت تأثیر

هیپوکلسیمی قرار دارند، ممکن است از مزایای استفاده از مکمل کلسیم خوراکی که در نتیجه اثرات جانبی آن‌ها بر باروری است، بهره‌مند شوند (Martinez و همکاران، a ۲۰۱٦؛ Martinez و همکاران، b ۲۰۱٦).

جدول ٤- تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد تولیدمثلی گاوها (n = ۲۰۰)

Table 5. Effect of different treatments on reproductive performances of cows (n = 200)

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی (Experimental treatments)		شاخص (Index)
		آنیونیک (Anionic)	شاهد (Control)	
0.01	2.50	70.14[b]	78.32[a]	فاصله زایش تا اولین تلقیح، روز Calving to first service, d
0.02	1.96	93.22[b]	109.43[a]	فاصله زایش تا آبستنی، روز Calving to pregnancy, d
0.29	0.50	1.62[a]	1.95[a]	میانگین تعداد تلقیح به هر ازای آبستنی Service per conception
0.01	4.5	65.50[a]	40.25[b]	گیرایی اولین تلقیح، درصد Conception rate of first service, %
0.43	2.5	87.30[a]	90.22[a]	گیرایی کل تلقیحات تا روز ۱۸۰ شیردهی، درصد Conception rate of all service to 180 DIM, %

[a, b] حروف غیرمتشابه نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

SEM=Standard Error of Mean

[a,b] The different superscript letters indicate significant difference at $P \leq 0.05$.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد استفاده از جیره آنیونیک سبب افزایش تولید شیر شد و با بهبود سلامت دام پس از زایش درصد گیرایی اولین تلقیح پس از زایش را افزایش داد.

سپاسگزاری

نویسندگان از همکاری شرکت شیر و گوشت مهدشت ساری در طول این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند. همچنین از شرکت کیمیا دانش الوند برای در اختیار قرار دادن نمک‌های آنیونیک کمال تشکر را دارند.

منابع

Al-Eknah, M.M. and Noakes, D.E. 1989. A preliminary study on the effect of induced hypocalcaemia and nifedipine on uterine activity in the parturient cow. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics, 12: 237–239.

Bisinotto, R.S., Chebel, R.C. and Santos, J.E. 2010. Follicular wave of the ovulatory follicle and not cyclic status influences fertility of dairy cows. Journal of Dairy Science, 93: 3578-3587.

Boda, J.M. and Cole, H.H. 1956. Calcium metabolism with special references to parturient paresis (milk fever) in dairy cattle: A review. Journal of Dairy Science, 39: 1027-1054.

Chamberlin, W.G., Middleton, J.R., Spain, J.N., Johnson, G.C., Ellersieck, M.R. and Pithua, P. 2013. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows. Journal of Dairy Science, 96: 7001–7013.

Chapinal, N., Carson, M.E., LeBlanc, S.J., Leslie, K.E., Godden, S., Capel, M., Santos, J.E.P., Overton, M.W. and Duffield, T.F. 2012. The association of serum metabolites in the transition period with milk production and early lactation reproductive performance. Journal of Dairy Science, 95: 5676- 5682.

Charbonneau, E., Pellerin, D. and Oetzel, G.R. 2006. Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: A meta-analysis. Journal of Dairy Science, 89: 537-548.

Dhiman, T. and Sasidharan, V. 1999. Effectiveness of calcium chloride in increasing blood calcium concentrations of periparturient dairy cows. Journal of Animal Science, 77: 1597–1605.

Galvao, K.N., Frajblat, M., Butler, W.R., Brittin, S.B., Guard, C.L. and Gilbert, R.O. 2010. Effect of early postpartum ovulation on fertility in dairy cows. Reproduction in Domestic Animals, 45: 207-211.

Goff, J.P., Horst, R.L. and Jardon, P.W. 1996. Field trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows. Journal of Dairy Science, 79: 378-383.

Goff, J.P. 2000. Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. Veterinary clinics of North America: Food Animal Practice, 16: 319-337.

Goff, J.P. and Koszewski, N.J. 2018. Comparison of 0.46% calcium diets with and without added anions with a 0.7% calcium anionic diet as a means to reduce periparturient hypocalcemia. Journal of Dairy Science, 101: 5033–5045.

Guard, C.L. 1996. Fresh cow problems are costly; culling hurts the most. Hoard's Dairyman, 141:8.

Hansen, S.S., Blom, J.Y., Ersboll, A. and Jorgensen, R.J. 2003. Milk fever control in Danish dairy herds. Acta Veterinaria Scandinavica , 97: 137-139.

Hu, W. and Murphy, M.R. 2004. Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cows: A meta-analysis. Journal of Dairy Science, 87: 2222–2229.

Jahani-Moghadam, M., Teimouri Yansari, A., Chashnidel, Y., Dirandeh, E. and Mahjoubi, E. 2020. Short- and long-term effects of postpartum oral bolus v. subcutaneous Ca supplements on blood metabolites and productivity of Holstein cows fed a prepartum anionic diet. Animal, 14: 983-990.

Joyce, P.W., Sanchez, W.K. and Goff, W.K. 1997. Effect of anionic salts in prepartum diets based on alfalfa. Journal of Dairy Science, 80: 2866-2875.

Khachlouf, K., Hamed, H., Gdoura, R. and Gargouri, A. 2019. Effects of dietary Zeolite supplementation on milk yield and composition and blood minerals status in lactating dairy cows. Journal of Applied Animal Research, 47: 54-62.

Kimura, K., Reinhardt, T.A. and Goff, J.P. 2006. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immunecells of dairy cattle. Journal of Dairy Science, 89: 2588-2595.

Kerwin, A.L., Ryan, C.M., Leno, B.M., Jakobsen, M., Theilgaard, P. and Overton, T.R. 2017. The effect of feeding sodium aluminum silicate in the prepartum period on serum mineral concentrations in multiparous Holstein Cows. Presented at the 2017 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Syracuse, NY, USA.

Lean, I., DeGaris, P., McNeil, D.M. and Block, E. 2006. Hypocalcemia in dairy cows: meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. Journal of Dairy Science, 89: 669–684.

Martín-Tereso, J., Wijlen, H.T., Laar, H.V. and Verstegen, M.W.A. 2014. Peripartal calcium homoeostasis of multiparous dairy cows fed rumen-protected rice bran or a lowered dietary cation/anion balance diet before calving. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 98: 775–784.

Martinez, N., Risco, C.A., Lima, F.S., Bisinotto, R.S., Greco, L.F. and Santos, P. 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.

Martinez, N., Sinedino, L.D.P., Bisinotto, R.S., Daetz, R., Lopera, C., Risco, C.A., K.N. Galvão, K.N., Thatcher, W.W. and Santos, J.E.P. 2016a. Effects of oral calcium

supplementation on mineral and acid-base status, energy metabolites and health of postpartum dairy cows. Journal of Dairy Science, 99: 8397-8416.

Martinez, N., Sinedino, L.D.P., Bisinotto, R.S., Daetz, R., Risco, C.A., Galvão, K.N., Thatcher, W.W. and Santos, J.E.P. 2016b. Effects of oral calcium supplementation on productive and reproductive performance in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 99: 8417-8430.

McNally, J.C., Crowe, M.A., Roche, J.F. and Beltman, M.E. 2014. Effects of physiological and or disease status on the response of postpartum dairy cows to synchronization of estrus using an intravaginal progesterone device. Theriogenology, 82: 1263-1272.

Melendez, P., Donovan, A., Risco, C.A., Hall, M.B., Littell, R. and Goff, J.P. 2002. Metabolic responses to transition Holstein cows fed anionic salts and supplemented at calving with calcium and energy. Journal of Dairy Science, 85:1085-1092.

Mohebbi-Fani, M. and Azadnia, P. 2012. The effect of subcutaneous injection of calcium borogluconate on serum levels of calcium, phosphorus and magnesium in newly calved cows. Comparative Clinical Pathology, 21: 1647–1652.

Moore, S.J., Vander, M.J., Sharma, B.K., Pilbeam, T.E., Beede, D.K., Bucholtz, H.F., Liesman, J.S., Horst, R.L. and Goff, J.P. 2000. Effects of altering dietary difference on calcium and energy metabolism in peripartum cows. Journal of Dairy Science, 83: 2095–2104.

Oetzel, G.R. 1988. Parturient paresis and hypocalcemia in ruminant livestock. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 4: 351–364.

Oetzel, G.R., Fettman, M.J., Hamar, D.W. and Olsen, J.D. 1991. Screening of anionic salts for palatability, effects on acid-base status, and urinary calcium excretion in dairy cows. Journal of Dairy Science, 7: 965–71.

Oetzel, G.R. 2011. Non-infectious diseases: Milk Fever in Encyclopedia of Dairy Sciences. Vol. 2. Academic Press, San Diego. 268 p.

Oetzel, G.R. and Miller, B.A. 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.

Reinhardt, T.A., Lippolis, J.D., McCluskey, B.J., Goff, J.P. and Horst, R.L. 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. The Veterianry Journal, 188: 122–124.

Ribeiro, E., Lima, F., Greco, L., Bisinotto, R., Monteiro, A., Favoreto, M., Ayres, H., Marsola, R.S., Martinez, N., Thatcher, W. and Santos, J. 2013. Prevalence of periparturient diseases and impacts on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. Journal of Dairy Science, 96: 5682–5697.

Santos, J.E.P, Rutigliano, H.M. and Sa Filho, M.F. 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. Animal Reproduction Science, 110: 207-221.

Seifi, H., Mohri, A., Farzaneh, M., Nemati, N. and VahidiNejhad, S. 2010. Effects of anionic salts supplementation on blood pH and mineral status, energy metabolism, reproduction and production in transition dairy cows. Research in Veterinary Science, 89: 72–77.

Sammad, A., Khan, M.Z., Abbas, Z., Hu, L., Ullah, Q., Wang, Y., Zhu, H. and Wang, Y. 2022. Major nutritional metabolic alterations influencing the reproductive system of postpartum dairy cows. Metabolites, 12: 60.

Timothy, A., Reinhardt, A., John, D., Lippolis, A., Brian, J., McCluskey, B., Goff, J.P., Ronald, L. and Horst, L. 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds, The Veterinary Journal, 188: 122-124.

Drackley, J.K., Dann, H.M., Douglas, N., Guretzky, N.A.J., Litherland, N.B., Underwood, J.P. and Loor, J.J. 2005. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. Italian Journal of Animal Science, 4: 323-344.

Wilkens, M.R., Nelson, C.D., Hernandez, L.L. and McArt, J.A.A. 2020. Symposium review: Transition cow calcium homeostasis Health effects of hypocalcemia and strategies for prevention. Journal of Dairy Science, 103: 2909-2927.

Wu, W.X., Liu, J.X., Xu, G.Z. and Ye, J.A. 2008. Calcium homeostasis acid-base balance and health status in preparturient Holstein cows fed diets with low cation-anion difference. Livestock Science, 117: 7-14.