تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰
صفحه‌های ۳۳-۲۱
DOI: 10.22059/jap.2020.300629.623528

مقاله پژوهشی

اثر القای سطوح مختلف اسیدوز متابولیکی خفیف در جیره‌ی آنیونی بر هومئوستاز مواد معدنی و عملکرد گاوهای شیری دوره انتقال

عباس رجایی‌راد[۱]، غلامرضا قربانی[۲*]، محمد خوروش[۲]، علی صادقی سفیدمزگی[۳]، امیر حسین مهدوی[۳]، مسعود برومند جزی[۴]، میرجا روزماری ویلکنس[۵]
۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۴. مربی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان. ایران.
۵. استادیار، مؤسسه فیزیولوژی و زیست‌شناسی سلولی، دانشگاه دامپزشکی هانوفر، هانوفر، آلمان.
۵. استادیار، گروه فیزیولوژی تغذیه حیوانات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گوتینگن، گوتینگن،آلمان.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۰۹

چکیده
اثر سطوح اسیدوز متابولیکی خفیف ایجادشده توسط جیره آنیونی بر عملکرد گاوهای شیری در دوره انتقال، با استفاده از ۱۲ رأس گاو هلشتاین طی بازه زمانی ۲۱ روز پیش از زمان زایش، بررسی شد. در هفته پیش از زایش، گاوها با توجه به pH ادرار (UpH)، به گروه توصیه‌شده ٦/٣ تا ٧ (UpH R) و کم‌تر از ٦/٣ (low UpH) تقسیم شدند. میانگین pH ادرار در گروه R UpH، ٦/٧ و در low UpH، ٥/٨ بود (P<٠/٠١). غلظت سرمی کلسیم در پیش از زایمان تحت تأثیر قرار نگرفت، اما در دو ساعت پس از زایمان، در گروه low UpH افزایش یافت (P<٠/٠١). غلظت فسفر خون گاوهای low UpH در پیش از زایمان تمایل به افزایش داشت (P=٠/٠٨). مصرف خوراک در پیش از زایش تحت تأثیر قرار نگرفت، اما گاوهای low UpH مصرف خوراک و تولید شیر بیش‌تری در هفته اول پس از زایمان داشتند (P < ٠/٠٥). در روز پیش از زایمان، غلظت پروتئین کل و گلوبولین خون درگروه low UpH کاهش یافت (P<٠/٠٥) پس از زایش نیز، غلظت نیتروژن اوره‌ای، پروتئین کل، گلوبولین خون و پروتئین شیر در این گاوها کم‌تر بود (P<٠/٠٥). بنابراین، القای سطوح بالاتر اسیدوز متابولیکی نسبت به سطح توصیه‌شده در پیش از زایش، می‌تواند غلظت کلسیم خون و عملکرد گاوهای دوره انتقال را بهبود دهد.

کلیدواژه‌ها: جیره آنیونی، عملکرد، دوره انتقال، هومئوستاز کلسیم، pH ادرار.

The effect of induction of different levels of mild metabolic acidosis by anionic diet on mineral homeostasis and performance of transition Holstein dairy cows

Abbas Rajaeerad[1], Gholam Reza Ghorbani[2]*, Mohmmad Khorvash[2], Ali Sadeghi-Sefidmazgi[3], Amir Hossein Mahdavi[3], Masoud Boroumand Jazi[4], Mirja Rosmarie Wilkens[5]
1. Ph.D. Student, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
2. Professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
4. Instructor, Animal Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran.
5. Assistant Professor, Institute of Physiology and Cell Biology, University of Veterinary Medicine of Hannover, Hannover, Germany.
5. Assistant Professor, Animal Nutrition Physiology, Agriculture science, University of Gottingen, Gottingen, Germany.
Accepted: August 30, 2020 Received: Aprill 19, 2020

Abstract
The effects of different levels of mild metabolic acidosis by anionic diet on the performance of transition dairy cows were investegieted in 12 cows from 3 weeks (wk) before calving. One wk before calving, cows assigned to two groups according to urine pH (UpH) to recommended level (R UpH=6.2 to 7) and less than 6.3 (low UpH). The average prepartum urine pH was 6.7 and 5.8 for R UpH and low UpH groups, respectively (P<0.01). The prepartum serum concentration of Ca was not affected by the experimental groups, but significantly increased in the low UpH group within 2 h after calving. A trend was observed for higher serum concentration of phosphorus in the low UpH cows before calving. Although no significant difference was observed in prepartum DMI, but postpartum DMI and milk production were higher during wk 1 after calving in low UpH group (P<0.05). Total concentrations of protein and globulin were decreased on the day before calving in low UpH group. Also, after calving the concentrations of BUN, total protein, globulin, and milk protein were lower in this group of cows (P<0.05). Therefore, the induction of higher levels of metabolic acidosis in comparison to the recommended level before calving, can improve serum concentration of Ca and performance of transition cows.

Keywords: Anionic diet, Calcium homeostasis, Transition period, Urine pH, Performance.

* نویسنده مسئول Email: Ghorbani@cc.iut.ac.ir

۱. مقدمه

براساس مطالعات صورت‌گرفته، سیستم هورمونی تنظیم‌کننده کلسیم خون، به‌کندی به تقاضای بالای کلسیم در روزهای ابتدایی پس از زایش پاسخ داده و لذا بسیاری از گاوها کمبود کلسیم در این دوره حساس را تجربه می‌کنند [۷، ۸ و ۲۰]. کاهش کلسیم خون به کم‌تر از ۸/۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر را هیپوکلسمی می‌نامند [۸]. در این شرایط ترشح هورمون انسولین، قدرت فاگوسیتوزی نوتروفیل‌ها و عملکرد سیستم ایمنی کاهش می‌یابد [۱۷ و ۱۹]. این امر سبب می‌شود که گاوها به بروز بسیاری از ناهنجاری‌های متابولیکی هم‌چون جفت‌ماندگی، عفونت رحمی و ورم پستان مستعد بوده و تولید آن‌ها کاهش یابد [۱، ١٤ و ۲۲].

استفاده از یون‌های کلر و گوگرد به فرم نمک‌های آنیونی در دوران پیش از زایش، برای کاهش تعادل کاتیون-آنیون جیره، از مهم‌ترین راه‌کارهای کنترل‌کننده هیپوکلسمی شناخته می‌شوند [۲ و ۲۲]. افزودن آنیون‌ها به جیره، با القای اسیدوز متابولیکی خفیف و کاهش pH ادرار، کارایی هورمون پاراتیروئید و غلظت کلسیم خون گاوها را در دوران پس از زایمان بهبود می‌دهد [۲، ٦ و ۷]. هرچند اعمال چنین شیوه‌هایی می‌تواند سبب کاهش مصرف خوراک پیش از زایمان گاوها شود، اما می‌تواند زمینه‌های بهبود مصرف خوراک و تولید شیر را در دوران پس از زایش فراهم آورد [١٤ و ۲۲].

جهت اعمال برنامه‌های مدیریتی و تغذیه‌ای، ارزیابی pH ادرار می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای سنجش سطح اسیدوز متابولیکی استفاده شود و میزان آن هنگام استفاده از نمک‌های آنیونی، محدوده ٦/۳ تا هفت می‌باشد [۲، ۳ و ۷]. هرچند این توصیه در کاهش هیپوکلسمی بالینی (تب شیر) موفقیت چشم‌گیری داشته است، اما هنوز درصد بالایی از وقوع هیپوکلسمی تحت بالینی در دوران پس از زایش، به‌ویژه در گاوهایی با چند شکم زایش گزارش شده است [۱۵ و ۲۱]. برای مثال، در پژوهشی با کاهش تعادل کاتیون-آنیون جیره پیش از زایمان از ۱۱۰+ به ۱۵۰- میلی‌اکی والان در کیلوگرم ماده خشک، pH ادرار از ۸/۲ به ٦/۷ کاهش و تب شیر از ۱۸ درصد به کم‌تر از پنج درصد کاهش یافته است، ولی هم‌چنان حدود ۷۰ درصد از گاوهای گروه شاهد و ۵۰ درصد گاوهای گروه مصرف‌کننده جیره آنیونی، هیپوکلسمی تحت بالینی را در ٢٤ ساعت بعد زایمان نشان دادند [۲۰].

گزارش شده است که تغذیه جیره با غلظت پتاسیم کم (۱/۲ درصد ماده خشک) و یا جیره آنیونی (با ایجاد pH ادرار ٦/۷) در پیش از زایش، تأثیری بر غلظت کلسیم خون در دوران پس از زایش ندارد [۲۰]. با این‌حال، تغذیه جیره اسیدی‌کننده با القای pH ادرار کم‌تر از شش، سبب بهبود هموستاز کلسیم نسبت به جیره با پتاسیم کم شده بود [۲۲]. در تأیید این یافته‌ها زمانی‌که pH ادرار تا سطح ۵/۸ کاهش داده می‌شود، غلظت ویتامین D سرم، بیان گیرنده هورمون پاراتیروئید و غلظت کلسیم خون افزایش می‌یابد [۹]. این نتایج می‌تواند حمایت‌کننده نظریه‌ای باشد که سطوح بالاتر اسیدوز متابولیکی (pH ادرار کم‌تر از شش)، می‌تواند مزیت‌های بیش‌تری برای کنترل هیپوکلسمی داشته باشد.

براساس مطالعات صورت‌گرفته، به‌نظر می‌رسد که میزان اسیدوز متابولیکی در گاوهای مصرف‌کننده ترکیبات آنیونی می‌تواند تحت تأثیر سطح مصرف خوراک و شرایط فیزیولوژیک فردی دام نیز قرار گیرد [۲ و ۳]. به‌طوری‌که در زمان مصرف جیره‌ای با تعادل کاتیون-آنیونی برابر با ۱۵۰- میلی‌اکی والان در کیلوگرم ماده خشک، pH ادرار گاوها از شش تا ۷/۵ متغیر بوده و بر این اساس میانگین ٦/۷ برای آن در نظر گرفته شده است [۲۰]. لذا این احتمال وجود دارد که به‌دنبال تغذیه سطوح

مشابه آنیون‌ها، درجات متفاوتی از اسیدوز متابولیکی و به دنبال آن غلظت‌های متغیری از کلسیم پلاسمایی در گاوها مشاهده شود.

به‌نظر می‌رسد که تشدید اسیدوز متابولیکی خفیف (ایجاد pH ادرار کم‌تر از ٦/٣) نسبت به اسیدوز متابولیکی توصیه‌شده، می‌تواند از طریق بهبود عملکرد هورمون پاراتیروئید و ویتامین D، سبب بهبود غلظت کلسیم خون، مصرف خوراک و عملکرد در دوران پس از زایش شود. لذا، هدف از این آزمایش، مطالعه اثرسطوح مختلف اسیدوز متابولیکی خفیف در جیره آنیونی (براساسpH ادرار) بر هومئوستاز کلسیم، منیزیم، فسفر، عملکرد تولیدی و نیز پاسخ‌های فیزیولوژیک گاوهای دوره انتقال بود.

۲. مواد و روش‌ها

در روز ٢٤٥ آبستنی، تعداد ١٢ رأس گاو غیر شیرده آبستن از مزرعه تحقیقاتی لورک دانشگاه صنعتی اصفهان انتخاب و به جایگاه‌های انفرادی با مساحت ١٦ مترمربع انتقال داده شدند. گاوها از روز ٢٤٥ تا ٢٥٥ آبستنی، از جیره معمول گاوهای خشک تغذیه کردند. در روز ٢٥٦ آبستنی، جیره گاوها به جیره آنیونی تا زمان زایمان تغییر یافت. گاوها در یک هفته پیش از زایمان، براساس pH ادرار به دو گروه در دامنه توصیه‌شده ٦/٣ تا هفت (R UpH) و کم‌تر (low UpH) تقسیم شدند. مشخصات گاوها در پیش از اختصاص به گروه‌های آزمایشی در جدول (١) آمده است.

گاوها پیش از زایش یک‌بار در روز و پس از آن دو بار در روز، به‌صورت انفرادی تغذیه شده و دسترسی آزاد به آب داشتند. هم‌چنین در پس از زایش از یک جیره استاندارد گاوهای تازه‌زا استفاده شد. جیره آزمایشی پیش و پس از زایمان با نرم‌افزار سیستم پروتئین و کربوهیدرات دانشگاه کرنل (CNCPS؛ نسخه ٥/١) تنظیم شد (جدول ٢). وزن خوراک و باقی‌مانده آن به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. از خوراک مصرفی، علوفه و کنسانتره به‌صورت هفتگی و از باقیمانده به‌طور روزانه نمونه‌گیری شد.

ماده خشک خوراک و علوفه‌ها، با خشک کردن نمونه‌ها در آون ٦٠ درجه سانتی‌گراد تا ثابت‌ماندن وزن، به‌دست آمد. نمونه‌های باقی‌مانده خوراک هر هفته با هم مخلوط شدند. جیره‌ها به‌صورت هفتگی براساس ماده خشک علوفه‌ها تصحیح شدند. نمونه‌های خشک‌شده و باقی‌مانده برای هر گاو، در پیش و پس از زایمان به‌صورت جداگانه با هم مخلوط و با آسیاب مجهز به الک یک میلی‌متری آسیاب شدند.

جدول ١. مشخصات گاوهای تحت آزمایش پیش از شروع مطالعه

فراسنجه	گروه های آزمایشی		SEM	P-value
	R UpH	Low UpH		
میانگین نوبت زایش	٣/٣٣	٣/٥١	٠/١٨	٠/٦٢
نمره وضعیت بدنی[1]	٣/٣٩	٣/٤٥	٠/١٠	٠/٨٧
وزن بدن (کیلوگرم)	٧٤١	٧٦٦	١٥/٦	٠/٧٢
تولید شیر ٣٠٥ روز (کیلوگرم)[2]	١١٧٣٢	١١٥٩٨	٧١٢/٣	٠/٦٣

R UpH: گروه با pH ادرار در دامنه توصیه‌شده ٦/٣ تا ٧ و low UpH: گروه با pH ادرار کم‌تر از ٦/٣.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

١. سه گاو با نوبت زایش دوم و سه گاو با نوبت زایش سوم و بالاتر در پس از زایش

٢. دوره شیردهی پیشین

جدول ۲. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی پیش و پس از زایش براساس درصد ماده خشک

اقلام خوراکی (درصد)	پیش از زایمان	پس از زایمان
سیلوی ذرت	۳٤/٥٦	۳۲/۱۹
کاه گندم	۱٦/۳۳	٤/٥۸
یونجه	۰/۰۰	۱۲/۲٤
دانه جو	٥/٤۹	۱۰/٦۳
دانه ذرت	۱۸/٥۲	۲۰/۲۲
کنجاله سویا	۰/۰۰	۱٦/۱۲
کنجاله کلزا	۱٤/٦۸	۰/۰۰
چربی[۱]	۰/۹٥	۱/٥۹
مکمل ویتامینه[۲]	۰/۷٦	۰/۳٦
مکمل معدنی[۳]	۰/۷٦	۰/۳٦
آنیوفید[٤]	٥/٥۱	۰/۰۰
نمک	۰/۱۹	۰/۳۱
اکسید منیزیم	۰/۳۰	۰/۲۱
کربنات کلسیم	۱/۸٤	۰/۲٤
جوش شیرین	۰/۰۰	۰/۹٥
ترکیب شیمیایی محاسبه‌شده		
ماده خشک (درصد)	٤٥/٥	٤۸/۱
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم)	۱/٤۸	۱/٦
پروتئین خام (درصد)	۱٤/۱	۱٥/۹
NDF (درصد)	۳۹/۷	۳۳/٤
کلسیم (درصد)	۱/۲۸	۰/۸٥
فسفر (درصد)	۰/۳۹	۰/۳۸
پتاسیم (درصد)	۱/۱۸	۱/۳٥
منیزیم (درصد)	۰/٤٤	۰/٤۰
کلر (درصد)	۰/۹۰	۰/۲۸
تعادل کاتیون-آنیون (میلی‌اکی والان در کیلوگرم)[٥]	-۱۱٥	۲۸۰

۱. چربی پالم محافظت شده در شکمبه (Malaysia, Johor).

۲. هر کیلوگرم مکمل ویتامنی حاوی ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۳٦۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3 و ۱٥۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E.

۳. هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی ۰/۳ گرم مس، ۰/۲ گرم آهن، ۰/۷ گرم منگنز، ۰/۸ گرم روی، ۰/۹گرم منیزیوم، ۰/۰۰۹گرم کبالت، ۰/۰۰۳ گرم سلنیوم و ۰/۰۰۲ گرم ید.

٤. کنجاله سویای فرآوری‌شده با اسید کلریدریک (۱۲ درصد کلر و ٤۸ درصد پروتئین).

٥. (مجموع میلی اکی والان کاتیون‌های سدیم و پتاسیم) – (مجموع میلی‌اکی‌والان آنیون‌های کلر و گوگرد) در کیلوگرم جیره.

سپس نمونه آسیاب‌شده برای سنجش غلظت نیتروژن، عصاره اتری، خاکستر و الیاف نامحلول در شوینده خنثی آزمایش شدند [۲٤].

پس از زایمان، بلافاصله جیره گاوها به جیره تازه‌زا تغییر یافت. تولید شیر به‌صورت روزانه و با سه بار دوشش در روز محاسبه شد. ترکیب شیر در روزهای شش، هفت، ۱۳، ۱٤، ۲۰ و ۲۱ پس از زایمان با دستگاه میلکواسکن (Milko-Scan, 134 BN Foss Electric, Hillerød, Denmark) ثبت شد. نمونه ادرار، در هفته پیش از زایمان در شش ساعت بعد از خوراک‌دهی و به‌روش ماساژ فرجی گرفته شد. بلافاصله بعد از گرفتن نمونه ادرار، pH آن با دستگاه (Model HANNA instrument, S/N: 137243, Lisbon, Portugal) ثبت شد.

خون‌گیری در روز پیش از گروه‌بندی گاوها و سپس روزانه تا زمان زایش انجام شد. در پس از زایش نیز نمونه خون در دو، ۱۲ و ۲٤ ساعت پس از زایمان و نیز روزهای دو، سه، چهار، پنج، هفت، ۱٤ و ۲۱ پس از زایمان گرفته شد. نمونه‌های خون با استفاده از لوله‌های ۱۰ میلی‌لیتری در هشت ساعت بعد از خوراک‌دهی گرفته شد. سپس در ۳۰۰۰g برای ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند و نمونه‌های سرم در چهار میکروتیوب ۱/۵ میلی‌لیتری در ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شدند. نمونه‌های سرم در روز پیش از گروه‌بندی گاوها و هم‌چنین روزهای سه، دو و یک پیش از زایش و تمام بازه‌های زمانی پس از زایمان (غیر از روزهای ۱٤ و ۲۱) جهت اندازه‌گیری غلظت کلسیم، منیزیم و فسفر تجزیه شدند. سایر پارامترهای خونی در روز پیش از گروه‌بندی، روزهای سه و یک پیش از زایمان و روزهای یک، هفت و ۲۱ پس از زایمان سنجش شدند. غلظت سرمی کلسیم با روش Cresolphthalein complexon، منیزیم با روش Xildyl blue و فسفر را با روش UV-test و براساس کیت‌های تشخیصی (پارس‌آزمون، تهران، ایران) و با دستگاه اتوآنالیزر (Abbott Aly-con, 300, USA) و مطابق دستورالعمل، اندازه‌گیری شدند.

غلظت سرمی گلوکز با روش آنزیمی (GOD-PAD) و با کیت (پارس‌آزمون، تهران، ایران) و سایر متابولیت‌های خونی نیز با کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون و با همان دستگاه اتوآنالایزر و مطابق دستورالعمل استفاده، اندازه‌گیری شدند. غلظت NEFA با استفاده از روش رنگ‌سنجی آنزیمی و با کیت تجاری (Randox Laboratories Ltd., Ardmore, Uk) و با دستگاه اتوآنالیزر سنجیده شد.

داده‌های فراسنجه‌های خونی، مصرف خوراک، تولید شیر و ترکیبات آن، با استفاده از رویه Mixed نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) برای رابطه (۱) تجزیه شدند.

رابطه (۱) $Y_{ijklo} = \mu+Treat_i+Time_j+(Treat\times Time)_{ij}+ \beta_{lk} +Cow_l+Resid_{ijklo}$

در این رابطه، Y_{ijklo}، متغیر وابسته مانند کلسیم خون یا مصرف خوراک؛ μ، میانگین کل؛ $Treat_i$، اثر ثابت گروه آزمایشی i؛ $Time_j$، اثر ثابت زمان j؛ Cow_l، اثر تصادفی گاو با میانگین صفر و واریانس یکسان معادل با کوواریانس بین اندازه گیری‌های تکرارشونده بین گاوها؛ $Resid_{ijklo}$، اثر باقی‌مانده تصادفی با میانگین صفر و واریانس همگن σ^2 است. از ساختار کوواریانس Autoregressive order 1 که کم‌ترین میزان معیار AICC داشت به‌عنوان ساختارهای نهایی تجزیه برای داده‌های تکرارشونده در زمان استفاده شد. داده‌ها در پیش و پس از زایمان به‌صورت جداگانه تجزیه شدند. داده‌های مربوط به pH ادرار که یک‌بار در طول آزمایش اندازه‌گیری شده بود، با رویه GLM و برای رابطه (۲) تجزیه شدند.

رابطه (۲) $Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ijk}$

که در آن، Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین کل؛ T_i، اثر ثابت گروه آزمایشی و e_{ijk} نیز اثر باقی‌مانده تصادفی با میانگین صفر و واریانس همگن σ^2است.

۳. نتایج و بحث

pH ادرار و هومئوستاز مواد معدنی در گروه‌های آزمایشی در جدول (۳) نشان داده شده است. میانگین pH ادرار در گروه low UpH (۵/۸) نسبت به گروه R UpH (۶/۷) کم‌تر بود (P<۰/۰۱). این یافته‌ها نشان می‌دهد که گاوهای low UpH درجه بیش‌تری از اسیدوز متابولیکی را در خون تجربه کرده‌اند. زیرا براساس بررسی‌های پیشین، دامنه توصیه‌شده pH ادرار در جیره‌های آنیونی، جهت بهبود هومئوستاز کلسیم در پس از زایمان، از ۶/۳ تا هفت است [۸]. گاوها طیف وسیعی از pH ادرار را در حضور مقدار ثابت آنیون‌ها در جیره نشان می‌دهند، ولی مکانیسم آن به روشنی تشریح نشده است. گزارش شده است که سطح مصرف خوراک، pH ادرار را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲ و ۱۰]. در پژوهش حاضر نیز همبستگی منفی بین مصرف خوراک با pH ادرار مشاهده شد (R^2 =۰/۲۹). در مطالعات پیشین پراکنش مصرف خوراک بین گاوها پیش از زایمان گزارش شده است [۱۱]. مصرف خوراک بیش‌تر در یک گاو، به معنی دریافت یون کلر و گوگرد بیش‌تر از خوراک می‌باشد. اهمیت یون کلر حدود ۱۰۰ درصد و گوگرد در حدود ۶۰ درصد است [۸]. پس از آن‌که یون‌ها از طریق خوراک جذب خون شدند، سیستم خونی برای تعادل بار مثبت، یون هیدروژن را به خود جذب می‌کند و در نهایت مجبور به دفع هیدروژن از راه ادرار و در نتیجه pH ادرار کاهش خواهد یافت [۳ و ۱۰]. با این وجود، در مطالعه حاضر گروه low UpH تنها ۴۰۰ گرم مصرف خوراک بیش‌تری داشت. علاوه بر این ممکن است تفاوت‌های فیزیولوژیک انفرادی در بین گاوها نیز منجر به پاسخ‌های متفاوت در pH ادرار شده باشد [۳].

غلظت سرمی کلسیم و منیزیم پیش از زایمان تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۳). ولی فسفر خون پیش از زایمان درگاوهای گروه low UpH تمایل به افزایش داشت (P=۰/۰۸). اثر گروه‌های آزمایشی بر غلظت کلسیم خون پس از زایش، معنی‌دار نشد. اما گاوهای low UpH غلظت بیش‌تری از کلسیم در دو ساعت ابتدایی پس از زایمان (۸/۲۳ در مقابل ۷/۵۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در خون خود داشتند (P<۰/۰۵). این امر سبب شد که اثر متقابل سطوح اسیدوزمتابولیکی× زمان نیز معنی‌دار شود (P<۰/۰۵). غلظت فسفر و منیزیم خون پس از زایش تحت تأثیر سطوح اسیدوز متابولیکی یا اثر متقابل سطوح اسیدوزمتابولیکی× روز قرار نگرفت.

فرض بر این بود که القای اسیدوز متابولیکی به زیر دامنه توصیه‌شده، ممکن است غلظت کلسیم خون را در پس از زایمان بهبود دهد. اما تنها در دو ساعت پس از زایمان بهبود معنی‌دار در گروه low UpH مشاهده شد. هرچند غلظت کلسیم خون گاوهای گروه low UpH در سایر زمان‌ها تا روز هفت بعد از زایش از نظر عددی بیش‌تر بود (شکل ۱).

جذب روده‌ای کلسیم به‌وسیله ویتامین D و هم‌چنین بازجذب کلسیم از استخوان با کمک هورمون پاراتیروئید به‌ترتیب تا ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از زایمان به‌طور فزاینده‌ای فعال می‌شود [۹]. این احتمال وجود دارد که تشدید اسیدوز متابولیکی درگروه low UpH، اثرگذاری هورمون پاراتیروئید بر گیرنده‌های آن در استخوان و روده را بهبود داده و در نتیجه غلظت کلسیم خون افت کم‌تری در دو ساعت اولیه پس از زایمان داشته است. ولی گاوهای گروه R UpH با فعال‌کردن بیش‌تر هورمون پاراتیروئید در پاسخ به افت کلسیم خون در ابتدای زایش، غلظت کلسیم را در سایر زمان‌ها همانند گروه low UpH را افزایش داده‌اند. هم‌چنین این احتمال وجود دارد که قدرت آماری کم آزمایش حاضر به‌دلیل تعداد محدود دام (۶ رأس برای هر گروه) نتایج را تحت تأثیر قرار داده باشد.

جدول۳. اثر القای سطوح مختلف اسیدوز متابولیکی خفیف درگاوهای مصرف‌کننده جیره آنیونی در پیش از زایمان بر غلظت مواد معدنی سرم خون در دوره انتقال

فراسنجه	گروه‌های آزمایشی		SEM	P-Value		
	R UpH	Low UpH		سطوح اسیدوزمتابولیکی	زمان	سطوح اسیدوزمتابولیکی × زمان
پیش از زایمان [1]						
pH ادرار	٦/٧	٥/٨	٠/١٧	٠/٠٠١	...	...
کلسیم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	٩/١٥	٩/٢٠	٠/١٣	٠/٨٥	٠/٠١	٠/٥٦
منیزیم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	٢/٤٠	٢/٥٣	٠/٠٧	٠/٣١	٠/٠٢	٠/١٢
فسفر(میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	٤/٤٨	٤/٧٤	٠/١٨	٠/٠٨	٠/٠٣	٠/٦٥
پس از زایمان [2]						
کلسیم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	٨/٤٠	٨/٥٧	٠/١٦	٠/٣٦	٠/٠١	٠/٠٣
منیزیم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	٢/٣٧	٢/٥٤	٠/٠٧	٠/٤١	٠/٠١	٠/٢١
فسفر(میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	٤/٥٨	٤/٧٨	٠/٢٢	٠/٣٢	٠/٠١	٠/٤٨
هیپوکلسمی بالینی (تب شیر)	٠	٠	...	...	...	...
هیپوکلسمی تحت بالینی [3]	٤	٣	...	...	...	...

R UpH: گروه با pH ادرار در دامنه توصیه‌شده ٦/٣ تا هفت و low UpH: گروه با pH ادرار کم‌تر از ٦/٣.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. نمونه ادرار در روز هفت پیش از زایش و نمونه‌های سرم در روز پیش از گروه‌بندی گاوها و سپس در روزهای سه، دو و یک پیش از زایش ارزیابی شد.

۲. نمونه سرم در دو، ۱۲ و ٢٤ ساعت پس از زایمان و هم‌چنین در روزهای دو، سه، چهار، پنج و هفت بعد زایمان موردسنجش قرار گرفت.

۳. غلظت کلسیم خون کم‌تر از ۸/۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در ٢٤ ساعت پس از زایمان [۱۵].

فرضیه‌های متفاوتی به مکانیسم اثرگذاری سیستم اسید و باز بدن بر هومئوستاز کلسیم پرداخته‌اند [۹]. مهم‌ترین فرضیه بیان می‌کند که در شرایط آلکالوز که ناشی از جیره‌های با پتاسیم و سدیم زیاد است، pH خون مقداری افزایش می‌یابد و سبب تغییر شکل پروتئین G پیام‌رسان می‌شود و توانایی هورمون پاراتیروئید را برای پیوند با گیرنده‌های خود در کلیه، روده یا استخوان کاهش می‌دهد [۹]. کاهش اثرگذاری هورمون پاراتیروئید در انسان و موش نیز به‌دلیل آلکالوز خون گزارش شده است [٤ و ۱۳]. القای اسیدوز متابولیکی به‌وسیله جیره آنیونی در گاوهای شیری در ماه آخر آبستنی، به‌طور معنی‌داری پاسخ هورمون پاراتیروئید را با افزایش غلظت ۱ و ۲۵ هیدروکسی ویتامین D بهبود داد و متعاقب آن غلظت کلسیم خون افزایش یافت [۹]. در مطالعه ذکرشده همانند مطالعه حاضر pH ادرار به کم‌تر از شش افت پیدا کرد.

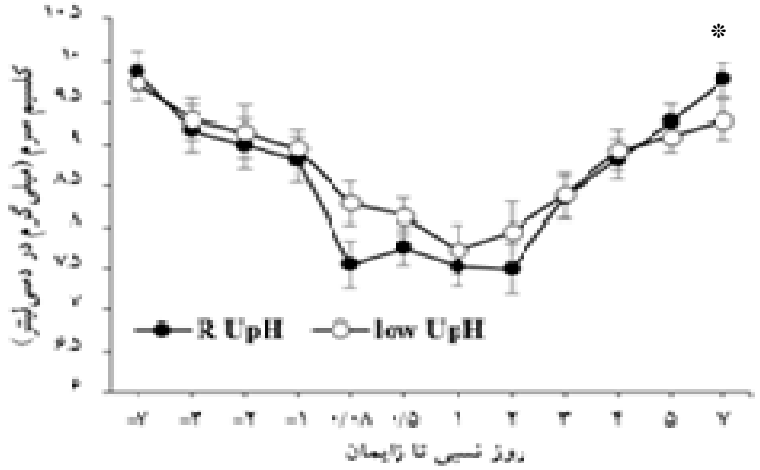
موافق با نتایج آزمایش حاضر، کاهش pH ادرار به ۵/۹ در مقایسه با ۷/۸۹ در جیره‌های آنیونی، غلظت کلسیم خون را در روز اول پس از زایمان بهبود داد. اما برعکس نتایج حاضر، تمایل به بهبود غلظت کلسیم در روز دوم پس از زایمان نیز در گروه pH ادرار ۵/۹ نیز گزارش شده است. هرچند در سایر بازه‌های زمانی تا روز هفت پس از زایمان تفاوتی وجود نداشت [۱۳]. در مطالعه حاضر همانند بسیاری از دیگر مطالعات که از جیره آنیونی استفاده کرده‌اند، هیچ‌گونه تب شیری در گاوها مشاهده نشد. هرچند به‌ترتیب چهار و سه گاو در گروه R UpH و low UpH در ٢٤ ساعت پس از زایمان غلظت کلسیم خون کم‌تر از ۸/۵ میلی‌گرم در

دسی‌لیتر (هیپوکلسمی) داشتند (جدول ۳). هم‌چنین گاوها از یک روز پیش از زایمان تا ٤٨ ساعت پس از زایمان روند کاهش غلظت کلسیم خون را از خود نشان دادند (شکل ۱). به‌نظر می‌رسد که این راه‌کار تغذیه‌ای هنوز نتوانسته هیپوکلسمی را به‌طور مؤثری کنترل کند و لذا پژوهش‌های بیش‌تری در این خصوص مورد نیاز می‌باشد.

ممکن است که بهبود غلظت کلسیم در دو ساعت اولیه پس از زایش یافته‌ای کم‌اهمیت جلوه داده شود، اما گزارش‌های قابل‌توجهی وجود دارند که نشان می‌دهند که بهبود غلظت کلسیم در همین بازه زمانی می‌تواند سبب کاهش بیماری‌های متابولیک پس از زایمان شود [۱۷]. مشخص شده است که کمبود کلسیم طیف وسیعی از فعالیت بیولوژیک حیوان از جمله ترشح هورمون‌ها، کارکرد سیستم ایمنی و انقباضات ماهیچه‌ها را مختل می‌کند [۱۷، ۱۹ و ۲۱]. ازآنجایی‌که مطالعات محدودی به بررسی سطوح اسیدوز متابولیکی بر هومئوستاز کلسیم، بیماری‌های متابولیک و پاسخ‌های تولیدی پرداخته‌اند، توصیه کاهش pH ادرار به شش و یا حتی کم‌تر به مطالعات بیش‌تری نیاز دارد.

تمایل به افزایش فسفر خون در پیش از زایمان در گروه low UpH در مطالعه حاضر، با بیش‌تر مطالعات دیگر در تضاد است. هرچند مطالعات اندکی، مطابق با نتایج آزمایش حاضر بیان کرده‌اند که غلظت فسفر خون در پیش از زایمان با کاهش سطح تعادل کاتیون-آنیون جیره افزایش یافته است [۲۰]. اما تاکنون مکانیسم احتمالی برای این پاسخ تشریح نشده است. با افزودن آنیون‌ها به جیره، pH شکمبه کاهش می‌یابد [۷]. هم‌چنین در بررسی انجام‌گرفته روی گوسفند مشاهده شد که افزایش یون هیدروژن در شکمبه، شیب غلظتی را برای جذب فسفر تسهیل می‌کند [۲۳]. این احتمال وجود دارد که گروه low UpH علاوه بر pH ادرار کم‌تر، pH شکمبه‌ای کم‌تری نیز داشته که این امر سبب بهبود جذب فسفر در این گروه شده است.

اسیدوز متابولیکی می‌تواند مصرف خوراک را اندکی کاهش دهد [۲۵]. ولی نتایج این پژوهش نشان داد گروه low UpH که اسیدوز متابولیکی بیش‌تری تجربه کرده بودند، ۰/٤ کیلوگرم خوراک بیش‌تر در پیش از زایمان مصرف کرده بودند، گرچه به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ٤).



شکل ۱. اثر القای سطوح مختلف اسیدوز متابولیکی خفیف در گاوهای مصرف‌کننده جیره آنیونی در پیش از زایمان بر غلظت کلسیم خون گاوهای دوره انتقال R UpH. گروه با pH ادرار توصیه‌شده ٦/٣ تا هفت و low UpH: گروه با pH ادرار کم‌تر از ٦/٣

هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگری که از نمک آنیونی تجاری سوی کلر جهت کاهش pH ادرار از ۸/۱ به ۵/۹ استفاده شده بود گزارش شد مصرف خوراک پیش از زایمان تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد [۱۳]. به هر حال آزمایش حاضر، فرضیه اثر اسیدوز متابولیکی بر کاهش مصرف خوراک را تأیید نمی‌کند. به‌نظر می‌رسد خوش‌خوراکی و نه اسیدوز متابولیکی در جیره‌های آنیونی بر مصرف خوراک اثرگذار است. داده‌های بی‌شماری از این فرضیه حمایت می‌کند که تلخی نمک‌های آنیونی سبب کاهش مصرف خوراک در پیش از زایمان می‌شود [۲، ۷ و ۱۵].

هرچند مصرف خوراک و تولید شیر در پس از زایمان بین گروه R UpH و low UpH اختلاف نداشت، اما مصرف خوراک (۱۵/۸ در مقابل ۲/ ۱٤کیلوگرم در روز، P= ۰/۰۲) و تولید شیر (٤/ ۳۳ در مقابل ۳۱/٦ کیلوگرم در روز، P=۰/۰٤) در گاوهای low UpH در هفته اول پس از زایمان افزایش یافت. این امر سبب شد که اثر متقابل سطوح اسیدوز متابولیکی× زمان، برای مصرف خوراک و تولید شیر نیز معنی‌دار شود (P<۰/۰۵). همان‌طورکه در قبل نیز بحث شد، گاوهای low UpH غلظت کلسیم خون بیش‌تری در دو ساعت پس از زایمان داشتند. گزارش شده است که هیپوکلسمی تحت‌بالینی، حرکات شکمبه و شیردان را کند کرده و مصرف خوراک را کاهش می‌دهد [۵]. هم‌چنین گزارش شده است در این شرایط انقباضات ماهیچه‌های شکمبه و مصرف ماده خشک نیز کاهش می‌یابد [۱۷ و ۱۹].

هم‌سو با یافته‌های مطالعه حاضر، مطالعات پیشین نیز بیان نموده‌اند که هیپوکلسمی در ابتدای زایمان، با کاهش تولید شیر در هفته اول پس از زایمان مرتبط است [۱]. این بررسی‌ها دلیل آن را مستعدشدن به بیماری‌های عفونی و متابولیک دانسته‌اند [۱ و ۲۲]. گزارش شده است که هیپوکلسمی عملکرد سیستم ایمنی را نیز مختل می‌کند [۱۷]. نقش کلسیم به‌عنوان یک پیام‌بر ثانویه در سلول‌های ایمنی تأیید شده است [۱۷ و ۱۹]. یافته‌های اخیر نیز بیان کرده‌اند که افزودن نمک‌های آنیونی به جیره، با بهبود غلظت کلسیم در ابتدای زایمان، نرخ وقوع عفونت رحمی، جفت‌ماندگی و حتی ورم پستان را در گاوها کاهش داده است و سبب شده است بعد از زایش، شیر بیش‌تری تولید کنند [۱٤ و ۲٤].

جدول ٤. اثر القای سطوح مختلف اسیدوز متابولیکی خفیف در گاوهای مصرف‌کننده جیره آنیونی در پیش از زایش بر مصرف خوراک، تولید و ترکیب شیر در گاوهای دوره انتقال

فراسنجه	گروه‌های آزمایشی		SEM	P-Value		
	R UpH	Low UpH		سطوح اسیدوز متابولیکی	زمان	سطوح اسیدوز متابولیکی ×زمان
پیش از زایمان						
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز) [۱]	۱۳/٤	۱۳/۸	۰/٦۱	۰/٤٦	۰/۰۱	۰/٥٤
پس از زایمان						
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز) [۱]	۱٦/۱	۱٦/۹	۰/٥۲	۰/٤۰	۰/۰۱	۰/۰۳
تولید شیر (کیلوگرم در روز) [۱]	۳۷/۸	۳۸/٦	۱/۲۲	۰/۲۷	۰/۰۱	۰/۰٥
چربی شیر (درصد)[۲]	۳/۷۲	۳/٦۳	۰/۰٦	۰/٤٥	۰/۰٥	۰/۲٥
پروتئین شیر (درصد)[۲]	۳/۳۳	۳/۰٦	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱
لاکتوز شیر (درصد)[۲]	٤/٦۸	٤/٦۳	۰/۰٤	۰/٤٤	۰/۰۱	۰/۱٥

R UpH: گروه با pH ادرار در دامنه توصیه‌شده ٦/۳ تا هفت و low UpH: گروه با pH ادرار کم‌تر از ٦/۳.

خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. مصرف خوراک و تولید شیر به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد.

۲. ترکیب شیر در روزهای پنج، شش، ۱۳، ۱٤، ۲۰ و ۲۱ پس از زایمان اندازه‌گیری شد.

در مطالعه‌ای، با تغذیه جیره‌های آنیونی که pH ادرار را به ۵/۹ (در مقابل ۷/۸) کاهش داده بود، غلظت کلسیم خون در روز اول و دوم پس از زایمان و تولید شیر در ۲۱ روز ابتدایی پس از زایش افزایش یافته بود [۱۵]. لذا به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر، پذیرش این فرضیه که بهبود غلظت کلسیم در پس از زایمان در گروه low UpH سبب بهبود حرکات شکمبه و در نتیجه افزایش مصرف خوراک و به‌دنبال آن تولید شیر در هفته اول پس از زایمان شده است، امری منطقی باشد.

فرضیه دیگر این آزمایش، تحت تأثیر قرارگرفتن پارامترهای وابسته به متابولیسم انرژی، پروتئین و سایر پاسخ‌های فیزیولوژیک گاوها بود. فراسنجه‌های خونی ثبت‌شده در آزمایش حاضر در دامنه توصیه‌شده برای گاوهای هلشتاین بودند. در این خصوص غلظت گلوکز، کلسترول و اسیدهای چرب آزاد در پیش و پس از زایمان تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی یا اثر متقابل سطوح اسیدوزمتابولیکی× روز قرار نگرفت (جدول ۵). اما پارامترهای مرتبط با متابولیسم پروتئین از جمله پروتئین کل (۸/٤ در مقابل ۷/۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، P=۰/۰۱) و گلوبولین (٤/۷ در مقابل ۳/٤ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، P<۰/۰۱) در روز پیش از زایمان در گروه low UpH کاهش یافتند. این امر سبب شد که اثر متقابل سطوح اسیدوزمتابولیکی× روز برای پروتئین کل و گلوبولین معنی‌دار شود (P<۰/۰۵). پس از زایمان نیز همین گروه از گاوها به‌طور معنی‌داری غلظت کم‌تری از نیتروژن اوره‌ای خون (۱۰/۳۷ در مقابل ۱۲/٤۹ میلی‌گرم در دسی‌لیتر)، پروتئین کل (۷/٦٦ در مقابل ۸/٦۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر)، گلوبولین و آلبومین را داشتند (P<۰/۰۱).

جدول ۵. اثر القای سطوح مختلف اسیدوز متابولیکی خفیف در گاوهای مصرف‌کننده جیره آنیونی در پیش از زایمان بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در دوره انتقال

فراسنجه (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	گروه‌های آزمایشی		SEM	P-Value		
	R UpH	Low UpH		سطوح اسیدوزمتابولیکی	زمان	سطوح اسیدوزمتابولیکی × زمان
پیش از زایمان[1]						
گلوکز	٦۱/۳	٦۳/٦	۲/۷۱	۰/٤۵	۰/۱۸	۰/۵۸
اسیدهای چرب آزاد (میلی‌مول در لیتر)	۰/۱۲	۰/۱٤	۰/۰۵	۰/۵٦	۰/۰۱	۰/٦۰
کلسترول	۷۳/۵	۷٦/۹	۵/۱۲	۰/٤۰	۰/۰۳	۰/٦۵
نیتروژن اوره‌ای خون	۱۵/۵	۱۲/۳	۰/۹۵	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۵۸
پروتئین کل	۸/۵۱	۷/۸۳	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۰٤	۰/۰۰۲
آلبومین	۳/٦۹	۳/۷۰	۰/۱۰	۰/۹۱	۰/۲٤	۰/۳۱
گلوبولین	٤/۸۱	٤/۱۳	۰/۲۲	۰/۲٦	۰/۰۲	۰/۰٤
پس از زایمان[2]						
گلوکز	۵۰/۱	۵۱/۱	۲/۱٦	۰/۲۹	۰/۰٦	۰/۸٤
اسیدهای چرب آزاد (میلی‌مول در لیتر)	۰/۲۵	۰/۲٦	۰/۰۳	۰/۸۰	۰/۱۰	۰/۷٤
کلسترول	۷۵/۱	۷۰/۸	٤/۱۷	۰/٦۹	۰/۰۱	۰/۱۳
نیتروژن اوره‌ای خون	۱۲/٤۹	۱۰/۳۷	۰/۷۲	۰/۰٤	۰/۰۱	۰/۲۲
پروتئین کل	۸/٦۵	۷/٦٦	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۲
آلبومین	۳/۷۵	۳/٤٤	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۲۰	۰/۰۳
گلوبولین	۵/۰۱	٤/۲۱	۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۰٤	۰/۰۲

R UpH: گروه با pH ادرار در دامنه توصیه‌شده ٦/۳ تا ۷ و **low UpH**: گروه با pH ادرار کم‌تر از ٦/۳. خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. داده‌های روزهای سه و یک پیش از زایمان سنجش شدند.

۲. داده‌های روزهای یک، هفت و ۲۱ پس از زایمان سنجش شدند.

بنابراین این آزمایش به روشنی نشان داد که تشدید اسیدوز متابولیکی، متابولیسم پروتئین را تحت تأثیر قرار داد و این سبب شد که پروتئین شیر نیز در این گروه کاهش یابد (P<۰/۰۱).

موافق با نتایج حاضر، کاهش pH ادرار در جیره آنیونی به شش در پیش از زایمان، درصد پروتئین شیر را بعد از زایش کاهش داد [۱۵]. هم‌چنین در این مطالعه، غلظت نیتروژن اوره‌ای خون نیز مانند مطالعه حاضر کاهش یافت. اما آن‌ها گزارشی از سایر پارامترهای مرتبط با متابولیسم پروتئین ارائه نکردند. در مغایرت با نتایج حاضر، مطالعات پیشین نشان دادند غلظت پروتئین شیر در گروه دریافت‌کننده نمک‌های آنیونی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد [۱۸، ۲۰ و ۲٤]. به‌نظر می‌رسد که این تفاوت‌ها با درجه اسیدوز متابولیکی ایجادشده در آزمایش‌های متفاوت، ارتباط داشته باشد. در مطالعاتی که تفاوتی در درصد پروتئین شیر گزارش نشد، pH ادرار گاوها بیش‌تر از ٦/٥ بود [۱۸]. ولی در مطالعه حاضر و سایر مطالعاتی که کاهش پروتئین شیر [۱۵] و تغییر در متابولیسم پروتئین گزارش شد [۱۲]، pH ادرار به کم‌تر از شش کاهش یافته بود.

در pH ادرار کم‌تر از ٦/٢، کلیه‌ها به آمونیوم بیش‌تری برای خروج اسید از خون نیاز دارند [۳]. همسو با نتایج مطالعه حاضر، گزارش شده است که تغذیه گاوهای با جیره حاوی تعادل کاتیون- آنیون منفی در پیش زایمان، غلظت گلوبولین و پروتئین کل پلاسما را در پس از زایمان کاهش می‌دهد [۱۲]. اسیدآمینه غیرضروری گلوتامین، نقش مهمی در خروج اسید از بدن در طی اسیدوز متابولیکی دارد [۱۳]. مشخص شده است که برای تولید پروتئین شیر، برداشت اسید آمینه گلوتامین به‌وسیله غدد پستان نسبت به سایر اسیدآمینه‌ها، بیش‌تر است [١٦]. این داده‌ها از این فرضیه حمایت می‌کند که القای بیش‌تر اسیدوز متابولیکی در گروه low UpH نسبت به گروه R UpH در مطالعه حاضر، اسید آمینه گلوتامین را جهت خروج بیش‌تر اسید از بدن سوق داده و در نتیجه سبب کاهش پروتئین سرم شده است. در این شرایط برداشت گلوتامین به‌وسیله غده پستان نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد که می‌تواند تولید پروتئین شیر را محدود کند. تأییدشدن ارتباط بین درجه اسیدوز متابولیکی و متابولیسم اسیدآمینه‌ها به پژوهش‌های بیش‌تری نیاز دارد.

نتیجه نهایی مطالعه حاضر نشان داد که کاهش pH ادرار به کم‌تر از دامنه توصیه‌شده در جیره آنیونی، تأثیری بر مصرف خوراک پیش از زایمان ندارد، اما با بهبود غلظت کلسیم در دو ساعت بعد از زایش، مصرف خوراک و شیر تولیدی را در هفته اول پس از زایمان افزایش و غلظت‌های پروتئین کل، گلوبولین و نیتروژن اوره‌ای خون و نیز سطح پروتئین شیر را کاهش می‌دهد. لذا کاهش‌دادن pH ادرار با استفاده از جیره های آنیونی به کم‌تر از ٦/٣ در پیش از زایش، می‌تواند عملکرد گاوهای تازه‌زا را بهبود بخشد.

٤. 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.

٦. منابع مورد استفاده

1. Chapinal N, Carson ME, LeBlanc SJ, Leslie KE, Godden S, Capel M, Santos JEP, Overton MWand 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.
2. 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.

3. Constable PD, Gelfert CC, Furll M, Staufenbiel R, and Sample HR (2009) Application of strong ion difference theory to urine and the relationship between urine pH and net acid excretion in cattle. American Journal of Veterinary Research 70: 915-925.
4. Curthoys NP and Moe OW (2014) Proximal tubule function and response to acidosis. Clinical journal of the American Society of Nephrology 9: 1627-1638.
5. Daniel RC (1983) Motility of the rumen and abomasum during hypocalcaemia. The Canadian journal of Comparative Medicine 47: 276-280.
6. Espino L, Suarez ML, Santamarina G, Goicoa A and Fidalgo LE (2005) Effects of Dietary C ation–Anion Difference on Blood Cortisol and ACTH Levels in Reproducing Ewes. Journal of Veterinary Median 52: 8-12.
7. Glosson KM, Zhang X, Bascom SS, Rowson AD, Wang Z, and Drackley JK (2020) Negative dietary cation-anion difference and amount of calcium in prepartum diets: Effects on milk production, blood calcium, and health, Journal of Dairy Science 103: 7039-7054.
8. Goff JP (2008) The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. Veterinary Journal 176: 50-57
9. 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.
10. Goff JP, Ruiz R and Horst RL (2004) Relative Acidifying Activity of Anionic Salts Commonly Used to Prevent Milk Fever. Journal of Dairy Science 87: 1245-1255.
11. Grummer RR, Mashek DG, and Hayirli A (2004) Dry matter intake and energy balance in the transition period. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 20: 447-470.
12. Grünberg W, Donkin SS and Constable PD (2011) Periparturient effects of feeding a low dietary cation-anion difference diet on acid-base, calcium, and phosphorus homeostasis and on intravenous glucose tolerance test in high-producing dairy cows. Journal of Dairy Science 94: 727-745.
13. Krapf R, Jaeger P and Hulter HN (1992) Chronic respiratory alkalosis induces renal resistance, hyperphosphatemia and hypocalcemia in humans. Kidney Internal 42: 727-734.
14. Lean IJ, Santos JEP, Block E and Golder HM (2019) Effects of prepartum dietary cation-anion difference intake on production and health of dairy cows: A meta-analysis. Journal of Dairy Science 102: 2103-2133.
15. 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.
16. Mackle TR, Dwyer DA, Ingvartsen KL, Chouinard PY, Ross DA and Bauman DE (2000) Evaluation of whole blood and plasma in the interorgan supply of free amino acids for the mammary gland of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 83: 1300-1309.
17. 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.
18. Martinez N, Rodney RM, Block E, Hernandez L, Nelson CD, Lean J and Santos JEP (2018) Effects of prepartum dietary cation-anion difference and source of vitamin D in dairy cows: Lactation performance and energy metabolism. Journal of Dairy Science 101: 2544-2562.
19. Martinez N, Sinedino LD, Bisinotto PRS, Ribeiro ES, Gomes GC, Lima FS, Greco LF, Risco CA, Galvão KN, Taylor-Rodriguez D, Driver JP, Thatcher WW and Santos JEP (2014) Effect of induced subclinical hypocalcemia on physiological responses and neutrophil function in dairy cows. Journal of Dairy Science 97: 874-887.
20. Ramos-Nieves JM, Thering BJ, Waldron MR, Jardon PW and Overton TR (2009) Effects of anion supplementation to low-potassium prepartum diets on macromineral status and performance of periparturient dairy cows. Journal of Dairy Science 92: 5677-5691.
21. Reinhardt TA, Lippolis JD, McCluskey BJ, Goff JP and Horst RL (2011) Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. Veterinary Journal 188: 122-124.
22. Santos JEP, Golder HM, Block E and Lean IJ (2019) Meta-analysis of the effects of prepartum dietary cation-anion difference on performance and health of dairy cows. Journal of Dairy Science 102: 2134-2154.
23. Shirazi-Beechey SP, Beechey RB, Penny J, Vayro S, Buchan W and Scott D (1991)

Mechanisms of phosphate transport in sheep intestine and parotid gland: response to variation in dietary phosphate supply. Experimental Physiology 76: 231-241.
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. Zimpel R, Poindexter MB, Vieira-Neto A, Block E, Staples CR, Thatcher WW and Santos JEP (2018) Effect of dietary cation-anion difference on acid-base status and dry matter intake in dry cows. Journal of Dairy Science 101: 8461-8475.