



تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

صفحه‌های ۳۶۵-۳۷۲

DOI: 10.22059/jap.2022.339997.623679

مقاله پژوهشی

تأثیر تغذیه یک مکمل گلوکوژنیک در اوایل زایش بر محور سوماتوتروپیک گاوهای شیری

رضا کریمی^۱، آرمین توحیدی^۲، مهدی گنج‌خانلو^۳، سپیده خوبی^۴، حمید قاسم زاده نوا^۵، امیر علیجانی^۶، محمدجواد مظفری^۶

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴. استاد، بخش شیمی پلیمر، دانشکده شیمی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۵. دانشیار، گروه مامایی و بیماری‌های تولیدمثل دام، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۶. دستیار، گروه مامایی و بیماری‌های تولیدمثل دام، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۲۱

چکیده

هدف آزمایش حاضر ارزیابی تأثیر تغذیه یک جیره گلوکوژنیک بر محور سوماتوتروپیک گاو تازه‌زای هلشتاین بود. در این مطالعه از ۱۶ راس گاو تازه‌زا در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار و هشت تکرار استفاده شد. در تیمار جیره گلوکوژنیک، گاوها روزانه ۶۰۰ گرم مکمل گلوکز عبوری به‌صورت سرک دریافت می‌کردند. در تیمار شاهد گاوها روزانه به‌مقدار مشابهی گلوکز و مواد پوشش گلوکز عبوری (به‌طورعمده چربی) دریافت می‌کردند. جیره‌های آزمایشی از روز چهار تا ۳۰ بعد از زایش تغذیه شد. مصرف ماده خشک و تولید شیر به‌صورت روزانه ثبت شد. نمونه‌های خون در روزهای چهار، ۱۵ و ۲۹ بعد از زایش از سیاهرگ دمی گرفته شد. نتایج نشان داد از نظر مقدار تولید شیر، مقدار شیر تصحیح‌شده براساس انرژی و ۳/۵ درصد چربی، مصرف ماده خشک و گلوکز خون بین دو تیمار تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. جیره گلوکوژنیک سبب افزایش معنی‌دار انسولین و افزایش عددی IGF-1 خون شد ($P < 0.05$). گاوهایی که جیره شاهد دریافت کردند، کاهش معنی‌داری در غلظت IGF-1 نشان دادند ($P < 0.05$) اما این کاهش در گاوهایی که جیره حاوی مکمل گلوکوژنیک دریافت کردند مشاهده نشد. نتایج این پژوهش نشان داد تغذیه مکمل‌های گلوکوژنیک می‌تواند بر محور سوماتوتروپیک گاوهای تازه‌زا اثر گذاشته و سبب افزایش بازچرخش (ترن‌آور) گلوکز و افزایش انسولین خون و بهبود نسبی سطح IGF-1 خون شود.

کلیدواژه‌ها: انسولین، جیره گلوکوژنیک، گاو شیری، گلوکز، محور سوماتوتروپیک.

The effect of feeding a glucogenic dietary supplement during early lactation on somatotropic axis of dairy cows

Reza Karimi¹, Armin Towhidi^{2*}, Mahdi Ganjkanlou³, Sepide Khoee⁴, Hamid Gasemzade Nava⁵, Amir Alijani⁶, Mohamad Javad Mozafari⁶

1. Ph.D. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2. Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3. Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

4. Professor, Department of Polymer Chemistry, Faculty of Chemistry, University of Tehran, Tehran, Iran.

5. Associate Professor, Department Theriogenology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

6. Resident, Department Theriogenology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

Received: April 10, 2022

Accepted: June 26, 2022

Abstract

The aim of the present experiment was to evaluate the effect of feeding a glucogenic diet on the somatotropic axis of early lactation Holstein dairy cows. Sixteen fresh cows were used in a completely randomized design with two treatments and eight replicates in each treat. In the treatment of glucogenic diet, cows received 600 g of encapsulated glucose daily as top dressed. In the control treatment, the cows received daily the same amount of glucose and coating material (mainly fat). Experimental diets were fed from day 4 to 30 after calving. Milk production and dry matter intake were recorded daily. Blood samples collected on days 4, 15 and 29 after parturition from coccygeal vein. The results show that there is no significant difference between treatments in terms of milk yield, energy corrected milk yield, 3.5% fat corrected milk yield, dry matter intake and blood glucose concentration. The glucogenic diet caused a significant increase in blood insulin ($P < 0.05$) and a numerical increase in blood IGF-1 ($P < 0.15$). Cows that received control diet showed a significant decrease in IGF-1 concentration ($P < 0.05$) but no significant decrease was observed for cows received diet containing glucogenic supplement. The results of this study showed that feeding a glucogenic supplements can affect the somatotropic axis of early cows and cause an increase glucose turnover and blood insulin and relative improvement of blood IGF-1 levels.

Keywords: Dairy cow, Glucogenic diet, Glucose, Insulin, Somatotropic axis.

مقدمه

در گاو شیری، سه هفته پیش از زایمان و سه هفته پس آن دوره انتقال نامیده می‌شود. در دوره انتقال، تقاضای زیاد برای مواد مغذی جهت تأمین نیازهای جنین در حال رشد، تولید آغوز و تولید شیر زیاد از یک سو، و کاهش مصرف ماده خشک از سوی دیگر، گاو را در شرایط تعادل انرژی منفی و مواجه با کمبود مواد مغذی قرار می‌دهد [۱۵]. تعادل انرژی منفی منجر به تغییرات متابولیکی و هورمونی متنوعی در دوره حوالی زایمان می‌شود. در میان تغییرات متابولیکی و هورمونی متنوع در دوره پیش از زایمان، تغییرات مربوط به محور هورمون رشد یا محور سوماتوتروپیک به خوبی شناخته شده است. افزایش هورمون رشد طی اوایل شیردهی گلوکونئوز کبدی را، جهت تأمین گلوکز مورد نیاز، تحریک می‌کند [۱۶]. به طور هم‌زمان، هورمون رشد سبب ایجاد مقاومت به انسولین می‌شود. مقاومت به انسولین باعث کاهش استفاده‌ی گلوکز توسط کبد، ماهیچه و بافت چربی می‌شود. هم‌چنین هورمون رشد از طریق تحریک لیپولیز، اسیدهای چرب (به‌طور عمده اسیدهای چرب غیراستریفه) را برای ساخت چربی شیر یا تا اندازه‌ای برای مصرف به‌عنوان منبع انرژی، گسیل (موبلیزه) می‌کند. گسیل ذخایر چربی به شکل NEFA، در نهایت منجر به افزایش بتا‌هیدروکسی بوتیریک اسید در خون می‌شود [۲۵].

با وجود وجود سازوکارهای هموراتیک، تقاضا برای گلوکز در اوایل شیردهی بالاتر از مقدار تأمین شده است که منجر به هیپوگلیسمی، به‌ویژه در گاوهای پرتولید، می‌شود [۱۵]. برای تولید یک کیلوگرم شیر ۷۲ گرم گلوکز مورد نیاز است و اکثر این گلوکز به‌طور مستقیم برای تولید قند لاکتوز شیر مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۵]. حدود ۸۵ درصد از احتیاجات گلوکز گاو اوایل شیردهی می‌تواند از خوراک تأمین شود و گاو روزانه

حداقل ۵۰۰ گرم گلوکز کمبود دارد [۲۵]. همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، مجموعه‌ای از سازوکارهای هموراتیک در جهت تأمین گلوکز مورد نیاز در بدن گاو اتفاق می‌افتد که اغلب به نفع سلامتی و تولیدمثل حیوان نیستند، بنابراین تأمین بخشی از این مقدار کمبود گلوکز می‌تواند سودمند باشد. گلوکز می‌تواند کل متابولسم بدن گاو را از طریق ظرفیت خود برای هماهنگ کردن تغییرات هورمون‌های اندوکرینی مانند انسولین و فاکتور رشد شبه انسولینی (IGF-1)، یکپارچه کند [۱۴]. گلوکز سبب رهايش انسولین می‌شود و انسولین انرژی را به سمت بافت چربی و ماهیچه (ذخیره انرژی) سوق می‌دهد [۱۵]. هم‌چنین، انسولین رهايش IGF-1 را از کبد تحریک می‌کند [۴]. تا زمانی‌که گلوکز خون پایین باشد، انسولین و IGF-1 پایین خواهند بود و طی شیردهی گاو در وضعیت کاتابولیک (تجزیه ذخایر بدنی) قرار خواهد داشت [۱۵]. نرخ تولید گلوکز می‌تواند یا از طریق افزایش گلوکونئوز کبدی (با افزایش تولید پروپونات شکمبه‌ای که مهم‌ترین پیش‌ساز گلوکز هست) یا از طریق افزایش فراهمی پسا‌شکمبه‌ای گلوکز (که افزایش جذب مستقیم گلوکز از روده‌ها را در پی خواهد داشت) افزایش یابد. به‌دلیل تخمیر شکمبه‌ای، اکثر قندهای محلول و نشاسته‌ها در جیره‌های کم نشاسته در شکمبه به اسیدهای چرب فرار تبدیل می‌شوند؛ بنابراین، معمولاً تقریباً هیچ گلوکزی برای جذب به روده نمی‌رسد. پاسخ گاو شیری به تغذیه جیره گلوکوژنیک افزایش انسولین و گلوکز خون است [۲۱]. به‌منظور تهیه یک جیره گلوکوژنیک و افزایش جذب مستقیم گلوکز از دستگاه گوارش، می‌توان به‌طور انتخابی از منابع کربوهیدراتی که می‌توانند بدون تخمیر از شکمبه عبور نمایند، استفاده نمود. به‌عنوان مثال، برخی از دانه‌های غلات مانند سورگوم و برخی از هیبریدهای ذرت حاوی نشاسته‌ای

تولیدات دامی

هستند که تا حدی از شکمبه عبور می‌کند و می‌تواند در دوازدهم هضم شود و در نتیجه جذب گلوکز را افزایش می‌دهد [۲۲]. تغذیه گلوکز عبوری در حال تبدیل شدن به یک راهبرد جایگزین برای افزایش گلوکز و تأمین انرژی برای گاوهای شیری است [۲۳]. اطلاعات کمی در مورد استفاده از گلوکز عبوری به‌عنوان یک مکمل گلوکوژنیک و تأثیر آن بر روی محور سوماتوتروپیک در دسترس است. بنابراین، هدف آزمایش حاضر ارزیابی تأثیر تغذیه یک جیره حاوی یک مکمل گلوکوژنیک بر عملکرد تولیدی و محور سوماتوتروپیک در گاو تازه‌زای هلشتاین است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در در مزرعه آموزشی و پژوهشی گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در محمدشهر کرج انجام شد. در این آزمایش از ۱۶ رأس گاو تازه‌زا (چهار روز بعد از زایش) در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار و هشت تکرار در هر تیمار استفاده شد. در هر تیمار پنج رأس گاو شکم دوم، یک رأس گاو شکم سوم و دو رأس گاو شکم اول قرار داشت و به این ترتیب میانگین شکم زایش هر دو تیمار یکسان (۱/۷۵) بود. متوسط تولید گاوها ۳۳ کیلوگرم بوده است. جیره آزمایشی دریافتی هر دو گروه یکسان بود؛ فقط گاوهای گروه جیره گلوکوژنیک به‌صورت سرک ۶۰۰ گرم گلوکز عبوری دریافت می‌کردند و گاوهای گروه شاهد دقیقاً به همان مقدار دکستروز و پوشش گلوکز عبوری دریافت می‌نمودند. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایش در جدول (۱) آمده است. گاوها در صبح روز چهارم بعد از زایمان وارد جایگاه انفرادی شدند و تغذیه جیره‌های آزمایشی شروع شد و تیمار گاوها تا ۳۰ روز به طول انجامید. مصرف ماده خشک روزانه هر گاو نیز

اندازه‌گیری شد. مقدار تولید شیر در طی روزهای شیردهی چهار تا ۳۰ اندازه‌گیری شد. نمونه‌های شیر به‌صورت هفتگی در بازه تعیین‌شده و در روز نمونه‌گیری از دو نوبت شیردهی جمع‌آوری شد و برای آنالیز ترکیب شیر استفاده شد. درصد چربی، پروتئین، لاکتوز و ماده جامد شیر با استفاده از دستگاه میلکو اسکن (MilkoScan 134BN; FossElectric, Hillerød, Denmark) تجزیه شد. درصد ماده جامد فاقد چربی شیر از تفاضل درصد ماده جامد و درصد چربی شیر برای هر نمونه محاسبه شد. نمونه‌گیری سطح انسولین، گلوکز، و فاکتور رشد شبه انسولینی یک (IGF-1) خون در روزهای چهار، ۱۵ و ۲۹ بعد از زایش انجام شد. نمونه خون در لوله ونوجکت دارای اتیلن دی آمین تترا استیک‌اسید و از سیاهرگ دم قبل از خوراک‌ریزی صبح گرفته شد. بی‌درنگ پس از خون‌گیری، نمونه پلاسما با سانتریفیوژ ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه جدا و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای اندازه‌گیری گلوکز از کیت تجاری پارس آزمون (شماره کاتالوگ: ۱-۵۰۰-۰۱۷) استفاده شد. فاکتور رشد شبه انسولین یک (دامنه سنجش: ۱-۴۰۰ نانوگرم در میلی‌لیتر و حساسیت ۰/۵۳ نانوگرم در میلی‌لیتر) و انسولین (دامنه سنجش ۰/۲-۶۰ mIU/L و حساسیت ۰/۱۱ mIU/L توسط کیت تجاری (Shanghai Crystal Day Biotech Co., LTD, Shanghai, China) اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 رویه Mixed برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + A_j + T_i A_j + e_{ijk} \quad (1)$$

که در این رابطه Y_{ij} ، نشان‌دهنده هر مشاهده (هر داده) در آزمایش؛ μ ، میانگین کل جامعه؛ T_i ، اثر تیمار؛ A_j ، اثر زمان؛ $T_i A_j$ ، اثر متقابل تیمار در زمان و e_{ijk} ، اشتباه آزمایش است.

تولیدات دامی

نتایج و بحث

نتایج تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تولید شیر و مصرف ماده خشک در جدول (۲) گزارش شده است. از نظر مقدار تولید شیر، مقدار شیر تصحیح‌شده براساس انرژی و شیر تصحیح‌شده براساس ۳/۵ درصد چربی تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار وجود نداشت. این نتیجه با نتایج برخی مطالعات پیرامون تأثیر جیره‌ای گلوکوژنیک بر تولید شیر همسو [۹ و ۲۲] و با برخی ناهمسو بود [۱۸]. با این وجود، تأثیر زمان بر هر سه مقدار معنی‌دار بود که این پاسخ به دلیل افزایش مصرف ماده خشک و نزدیک شدن به پیک تولید شیر معمول است. آغاز شیردهی و افزایش مداوم تولید شیر، زمانی که مصرف موادمغذی ناپسند است و پاسخگوی نیاز حیوان نمی‌باشد، فشار زیادی در اوایل شیردهی برای تأمین انرژی به دام وارد می‌کند. یکی از فرضیه‌های این آزمایش این بود که تغذیه مکمل گلوکوژنیک با استفاده از گلوکز عبوری می‌تواند در روده گلوکز قابل جذب فراهم کند و بنابراین تولید شیر می‌تواند افزایش یابد. این پاسخ در چند آزمایش تزریق گلوکز به شیردان [۱۰]، سیاهرگ [۱۵] یا تغذیه گلوکز عبوری در اوایل زایش [۱۳] مشاهده شد. با این حال، تغذیه مکمل گلوکوژنیک در این آزمایش تأثیر معنی‌داری بر تولید شیر نداشت. پاسخ مشابه با نتایج این آزمایش در چند آزمایش که گلوکز را به صورت سیاهرگی [۱۷]، دوازده‌ه‌ای [۱۲]، شیردانی [۱۴]، یا به صورت گلوکز عبوری [۲۰] تأمین کرده بودند نیز مشاهده شد. بخشی از این تناقضات ممکن است به دلیل تفاوت در جیره پایه، وضعیت فیزیولوژیک حیوان آزمایشی، منبع گلوکز، مقدار و نحوه تأمین گلوکز بوده باشد. از سوی دیگر، ظرفیت غده پستانی به منظور جذب گلوکز مورد نیاز خود، حتی در شرایط هیپوگلاسیسمی پیرامون زایمان، کاملاً تکمیل است. برخی از گیرنده‌های گلوکز ثابت میکائیلیس آن‌ها برای

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (برحسب درصد در ماده خشک)

مواد خوراکی	جیره گلوکوژنیک (درصد)	شاهد (درصد)
گلوکز عبوری	۲/۸	-
گلوکز + پوشش	-	۲/۸
یونجه	۲۱/۹	۲۱/۹
سیلاژ ذرت	۱۷/۶	۱۷/۶
ذرت	۲۱/۱	۲۱/۱
جو	۹/۵	۹/۵
کنجاله سویا	۶/۹	۶/۹
تفاله چغندر قند	۵/۹	۵/۹
تخم پنبه	۵	۵
سبوس گندم	۳/۶	۳/۶
گلوتن ذرت	۲/۱	۲/۱
جوش شیرین	۱	۱
مکمل معدنی ویتامینی ^۱	۰/۷	۰/۷
زئولیت	۰/۶	۰/۶
دی کلسیم فسفات	۰/۴	۰/۴
اکسید منیزیم	۰/۲	۰/۲
کربنات کلسیم	۰/۲	۰/۲
توکسین بایندر	۰/۲	۰/۲
نمک	۰/۱	۰/۱
ترکیبات شیمیایی محاسبه شده (براساس ماده خشک)		
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری بر کیلوگرم)	۱/۶۵	۱/۶۵
پروتئین خام (درصد)	۱۶	۱۶
عصاره اتری (درصد)	۴/۷	۴/۷
نشاسته (درصد)	۲۶/۲	۲۶/۲
دیواره سلولی (درصد)	۳۱	۳۱
دیواره سلولی فاقد همی سلولز (درصد)	۱۵	۱۵
خاکستر (درصد)	۷/۷۱	۷/۷۱
کلسیم (درصد)	۰/۷۳	۰/۷۳
فسفر (درصد)	۰/۴۳	۰/۴۳

۱. حاوی ۱۹۶، ۹۶، ۷۱، ۳، ۰/۳، ۲، ۳، ۰/۱، ۰/۱، ۰/۰۰۱ و ۳ گرم در کیلوگرم به ترتیب از کلسیم، فسفر، سدیم، منیزیم، آهن، مس، منگنز، روی، کبالت، ید، سلنیم، آنتی‌اکسیدانت، ویتامین A (۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی)، ویتامین D (۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی) ویتامین E (۱۰۰ میلی‌گرم) بود.

تولیدات دامی

تأثیر تغذیه یک مکمل گلوکوژنیک در اوایل زایش بر محور سوماتوتروپیک گاوهای شیری

جدول (۲) گزارش شده است. همان‌گونه که در این جدول مشخص است هیچ تفاوت معنی‌داری از این نظر بین دو تیمار وجود نداشت. هم‌چنین اثر زمان یا تیمار در زمان نیز معنی‌دار نبود. این نتیجه با نتایج آزمایش‌های پیشین که تأثیر تزریق گلوکز به صورت شکمبه‌ای [۱۰] یا شیردانی [۲۳] را بررسی نمودند و کاهش مصرف خوراک را گزارش کردند، ناهمسو بود.

گلوکز ۲/۴ میلی‌مولار است، اما حداقل غلظت گلوکز در آزمایش ما بیش‌تر از ۳/۱ میلی‌مولار بود (جدول ۴). در توافق با یک پژوهش مشابه دیگر پیرامون تأثیر مکمل گلوکز عبوری [۲۰] نتایج آزمایش ما نشان می‌دهد تولید شیر بلافاصله بعد از زایمان فقط به فراهمی گلوکز بستگی ندارد. مصرف ماده خشک از روز چهار تا پایان روز ۳۰ آزمایش اندازه‌گیری شد. نتایج مصرف ماده خشک در

جدول ۲. تولید شیر و مصرف ماده خشک در تیمارهای آزمایشی (میانگین حداقل مربعات)

P value	تیمار		SEM	تیمار		فراسنجه
	تیمار	زمان		شاهد	مکمل گلوکوژنیک	
۰/۹۹	۰/۳۲	۰/۴۸	۰/۴۵	۱۷/۴۳	۱۷/۷۶	مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز)
۰/۵۰	۰/۰۰۲	۰/۸۰	۲/۷۹	۳۳/۵۲	۳۳/۱۲	تولید شیر (کیلوگرم در روز)
۰/۴۹	۰/۰۱	۰/۷۹	۲/۸۰	۳۵/۹۸	۳۶/۷۱	شیر تصحیح شده براساس ۳/۵ درصد چربی ^۱
۰/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۷۸	۳/۶۷	۳۵/۸۲	۳۶/۵۸	شیر تصحیح شده براساس انرژی ^۲

1. FCM = (0.4324 × milk yield (kg)) + (16.216 × milk fat (kg)) [6]

2. ECM = (12.82 × fat yield (kg)) + (7.13 × protein yield (kg)) + (0.323 × milk yield (kg)) [6]

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر سطح انسولین خون (uIU/mL) (حداقل میانگین مربعات ± خطای معیار)

P	اثر تیمار		روز بعد از زایش			تیمارها	
	تیمار	زمان	روز ۲۹	روز ۱۵	روز ۴		
			۰/۵۷ ^A ±۴/۵۵	۱/۰۶ ^A ±۷/۰۷	۱/۱۳ ^A ±۳/۴۴	۱/۱۳ ^A ±۴/۵۵	مکمل گلوکوژنیک
۰/۴۹	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۶۷ ^B ±۳/۰۵	۱/۲۲ ^A ±۳/۶۷	۱/۱۳ ^A ±۲/۹۴	۱/۱۳ ^A ±۲/۵۴	جیره شاهد
			-	۰/۸±۵/۳۸	۰/۸±۳/۱۹	۰/۸±۳/۵۵	زمان

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه درون تیمار معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

A-B: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه بین تیمارها معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر سطح گلوکز خون (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) (حداقل میانگین مربعات ± خطای معیار)

P	اثر تیمار		روز بعد از زایش			تیمارها	
	تیمار	زمان	روز ۲۹	روز ۱۵	روز ۴		
			۱/۹ ^a ±۶۱/۹	۲/۸۶ ^{ab} ±۶۶/۶	۳/۱۷ ^{ab} ±۶۱/۶	۲/۹ ^a ±۵۷/۶	مکمل گلوکوژنیک
۰/۸۳	۰/۰۱	۰/۹	۱/۹۸ ^a ±۶۱/۸	۳/۲۸ ^{ab} ±۶۸/۴	۳/۰۴ ^{ab} ±۶۰/۸۲	۲/۷ ^a ±۵۶/۴	جیره شاهد
				۲/۱۷ ^b ±۶۷/۵	۲/۱ ^{ab} ±۶۱/۴	۱/۹ ^a ±۵۷/۰	زمان

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

تولیدات دامی

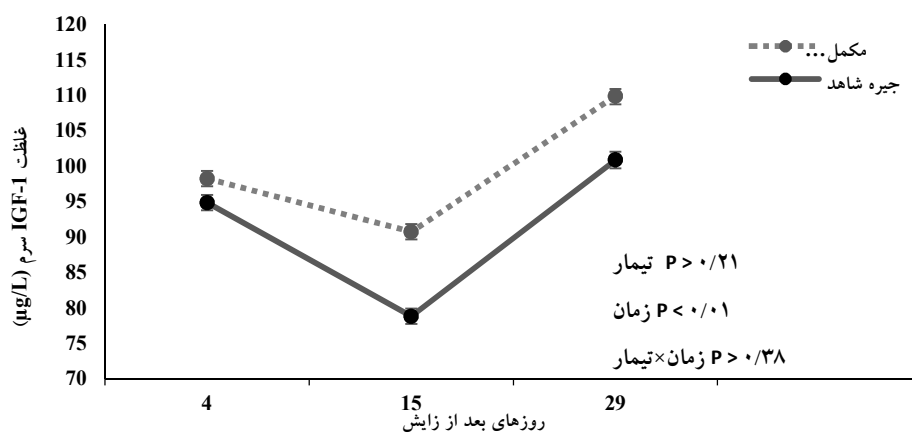
دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

سوم ($P < 0/19$) بین گروه شاهد و مکمل گلوکوزنیک بالا بود.

در جیره‌های رایج، مقادیر کمی گلوکز به روده کوچک می‌رسد، چراکه کربوهیدرات‌های به مقدار قابل توجهی در شکمبه تخمیر می‌شوند. گزارش شده است که در هفته‌های اول بعد از زایش جذب گلوکز از روده کوچک یک منبع کارآمد برای بافت‌های محیطی است [۲۳]. مهم‌ترین فاکتوری که ترشح انسولین را تحریک می‌کند، گلوکز است و افزایش تأمین گلوکز در روده انسولین خون را افزایش خواهد داد [۲۰ و ۲۴]. در آزمایش حاضر هر دو تیمار مصرف ماده خشک و در نتیجه مصرف انرژی یکسانی داشتند. گاوها در گروه مکمل گلوکوزنیک به‌طور میانگین روزانه ۶۰۰ گرم گلوکز عبوری دریافت کردند و با توجه مقدار مواد پوشش، نرخ تجزیه شکمبه‌ای (عبوری) و قابلیت هضم روده‌ای، پیش‌بینی می‌شود ۲۵۰ گرم گلوکز روزانه در روده کوچک فراهم شده باشد. در این آزمایش تغذیه مکمل گلوکوزنیک سبب افزایش انسولین خون شد. به‌طور مشابه، تزریق نشاسته به شیردان [۱۰]، تزریق درون‌سیاهرگی [۱۶] و روده‌ای گلوکز [۱۲] و تغذیه گلوکز عبوری [۱۳ و ۱۹] سبب افزایش انسولین خون در گاوهای شیری شده است.

با این‌حال، با چند آزمایش دیگر از جمله در دو آزمایش پیرامون تأثیر تزریق گلوکز به سیاهرگ [۱۷] و چند آزمایش پیرامون تأثیر تغذیه گلوکز عبوری [۱۳، ۱۹ و ۲۳] که عدم تفاوت معنی‌داری در مصرف ماده خشک مشاهده کردند، همسو بود. دلیل این مغایرت‌ها بین آزمایش‌های مختلف در مصرف ماده خشک مشخص نیست، اما شایان ذکر است که در آزمایش حاضر هر دو تیمار ایزونترتیک و ایزونیتروژنیک بودند که ممکن است ماده مغذی جذب‌شده و تنظیمات کیمواسموتیک مصرف ماده خوراک یکسانی تجربه کرده باشند [۲۰].

نتایج تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت گلوکز و انسولین خون به‌ترتیب در جدول‌های (۳) و (۴) گزارش شده است. از نظر غلظت گلوکز خون بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما تأثیر زمان بر غلظت گلوکز خون معنی‌دار بود. تغذیه مکمل گلوکوزنیک سبب افزایش معنی‌دار انسولین خون شد. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت IGF-1 در شکل (۱) گزارش شده است. اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار مشاهده نشد، اما سطح IGF-1 در گاوهایی که گلوکز دریافت کردند در روزهای ۱۵ و ۲۹ آزمایش بالاتر بود. اختلاف بین سطوح IGF-1 در هفته دوم ($P < 0/12$) و



شکل ۱. تغییرات غلظت IGF-1 خون در گروه شاهد و گروه مکمل گلوکوزنیک (حداقل میانگین مربعات \pm خطای معیار).

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

بازچرخش گلوکز شد و در نتیجه بر محور سوماتوتروپیک تأثیر مثبتی اعمال کرد. با توجه به این که محور سوماتوتروپیک وضعیت متابولیسمی گاو را با تولیدمثل آن مرتبط می‌سازد، بهبود در این محور سبب بهبود در تولید مثل خواهد شد. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از جیره‌های گلوکوزنیک تنظیم‌شده با گلوکز عبوری بتواند یک راهبرد مناسب جهت بهبود وضعیت متابولیسمی و تولیدمثلی گاوهای شیری پرتولید باشد.

تشکر و قدردانی

از صندوق حمایت از پژوهش‌گران و فناوران کشور و دانشگاه تهران به دلیل حمایت مالی از این پژوهش تحت شماره ۷۱۰۸۰۱۷/۶/۴۲، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان مقاله وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Amaral DM, Veenhuizen JJ, Drackley JK, Cooley MH, McGilliard AD and Young JW (1990) Metabolism of propionate, glucose, and carbon dioxide as affected by exogenous glucose in dairy cows at energy equilibrium. *Journal of Dairy Science* 73(5): 1244-1254.
2. Bell AW (1995) Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of animal science* 73(9): 2804-2819.
3. Brown WE and Allen MS (2013) Effects of intrajugular glucose infusion on feed intake, milk yield, and metabolic responses of early postpartum cows fed diets varying in protein and starch concentration. *Journal of dairy Science* 96(11): 7132-7142.
4. Butler ST, Bork AL, Pelton SH, Radcliff RP, Lucy MC and Butler WR (2003) Insulin restores hepatic growth hormone (GH) responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of insulin-like growth factor-I and GH receptor 1A. *Journal of Endocrinology* 176: 205-217.

افزایش انسولین در گاوهایی که جیره حاوی مکمل گلوکوزنیک دریافت کرده بودند نشان می‌دهد که ظاهراً گلوکز به روده کوچک رسیده است و جذب شده است. با وجود تفاوت معنی‌دار در غلظت انسولین خون، در این آزمایش، تفاوت معنی‌داری از نظر غلظت گلوکز خون بین دو تیمار وجود نداشت، زیرا غلظت گلوکز خون تحت کنترل هموستازی است و نوسانات آن کنترل می‌شود. غلظت گلوکز در طی زمان افزایش یافت و در روز ۲۹ در هر دو گروه به بیش‌ترین غلظت خود رسید. این پاسخ به‌طور مشابه در یک آزمایش دیگر مشاهده شده است و بیان شده است که این افزایش در غلظت گلوکز خون در طی زمان ممکن است ناشی از سازوکارهای متابولیسمی خود گلوکز باشد [۲۳]. در توافق با آزمایش ما در یک آزمایش دیگر، پژوهش‌گران گزارش کردند که تغذیه گلوکز عبوری به گاوهای دوره انتقال سبب افزایش انسولین بدون افزایش در گلوکز خون می‌شود [۲۰]. به‌طور مشابه، گزارش شده که تزریق درون‌سیاهرگی گلوکز تمایل به افزایش انسولین خون بدون ایجاد تغییر در غلظت گلوکز خون دارد [۱۶]. افزایش در غلظت انسولین خون در گاوهایی که با جیره گلوکوزنیک حامل مکمل گلوکز عبوری تغذیه شده‌اند، ممکن است ناشی از افزایش بازچرخش گلوکز خون باشد [۲۰]. هرچند اختلاف معنی‌دار از نظر غلظت IGF-1 بین دو تیمار معنی‌دار نشد، اما تغذیه مکمل گلوکوزنیک سبب شدت افت معنی‌دار که در گروه کنترل در هفته دوم مشاهده شد جلوگیری شود. به‌عبارت دیگر، در گروه مکمل گلوکوزنیک بین هفته اول و دوم از نظر غلظت IGF-1 تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، درحالی‌که در گروه شاهد بین این دو هفته اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. این مهارت افت غلظت IGF-1 احتمالاً ناشی از بهبود غلظت انسولین در گروه مکمل گلوکوزنیک بوده است. تغذیه مکمل گلوکوزنیک با استفاده از گلوکز عبوری در گاوهای اوایل زایش سبب افزایش انسولین خون و

5. Clark JH, Spires HR, Derrig RG and Bennink MR (1977) Milk production, nitrogen utilization and glucose synthesis in lactating cows infused posttruminally with sodium caseinate and glucose. *The Journal of nutrition* 107(4): 631-644.
6. DeSouza J, Batistel F and Santos FAP (2017) Effect of sources of calcium salts of fatty acids on production, nutrient digestibility, energy balance, and carryover effects of early lactation grazing dairy cows. *Journal of dairy science* 100(2): 1072-1085.
7. Ebdalabadi MN, Valizadah R, Moussavi AH, Mesgaran MD, Tahmoorespour M and Ehsani A (2014) Effects of timing to start lipogenic diet on productive and reproductive responses in periparturient dairy cows. *Livestock Science* 162: 104-114.
8. Fisher LJ and Elliot JM (1966) Effect of intravenous infusion of propionate or glucose on bovine milk composition. *Journal of Dairy Science*, 49(7), 826-829.
9. Garnsworthy PC, Gong JG, Armstrong DG, Mann GE, Sinclair KD and Webb R (2009) Effect of site of starch digestion on metabolic hormones and ovarian function in dairy cows. *Livestock Science* 125(2-3): 161-168.
10. Knowlton KF, Dawson TE, Glenn BP, Huntington GB and Erdman R A (1998) Glucose metabolism and milk yield of cows infused abomasally or ruminally with starch. *Journal of Dairy Science* 81(12): 3248-3258.
11. Larsen M and Kristensen NB (2009) Effect of abomasal glucose infusion on splanchnic and whole-body glucose metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of dairy science* 92(3): 1071-1083.
12. Lemosquet S, Rideau N, Rulquin H, Faverdin P, Simon J and Verite R (1997) Effects of a duodenal glucose infusion on the relationship between plasma concentrations of glucose and insulin in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80(11): 2854-2865.
13. Li XP, Tan ZL, Jiao JZ, Long DL, Zhou CS, Yi KL and Han XF (2019) Supplementation with fat-coated rumen-protected glucose during the transition period enhances milk production and influences blood biochemical parameters of liver function and inflammation in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 252: 92-102.
14. Lucy MC (2008) Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for postpartum nutrition and reproduction. *Reproduction in Domestic Animals* 43: 31-39.
15. Lucy MC (2015) Mechanisms Linking Postpartum Metabolism with Reproduction in Dairy Cows. In 26th Florida Ruminant Nutrition Symposium (pp. 56-68).
16. Lucy MC (2008) nutrient partitioning and reproductive performance in dairy cows. *Dairy Nutritional Strategies to Meet Economic and Environmental Challenges*, p 139.
17. Lucy MC (2016) The role of glucose in dairy cattle reproduction. *Advances in Dairy Technology* 28: 161-173.
18. Lucy MC, Escalante RC, Keisler DH, Lamberson WR and Mathew DJ (2013) Glucose infusion into early postpartum cows defines an upper physiological set point for blood glucose and causes rapid and reversible changes in blood hormones and metabolites. *Journal of Dairy Science* 96(9): 5762-5768.
19. McCarthy CS (2019) Evaluating the effects of rumen-protected glucose (RPG) on production, metabolism, and inflammation in transitioning dairy cows, ph.D. dissertation
20. McCarthy CS, Dooley BC, Branstad EH, Kramer AJ, Horst EA, Mayorga EJ and Baumgard LH (2020) Energetic metabolism, milk production, and inflammatory response of transition dairy cows fed rumen-protected glucose. *Journal of Dairy Science* 103(8): 7451-7461.
21. Van Kneegsel ATM, Van den Brand H, Dijkstra J, Van Straalen WM, Heetkamp MJW, Tamminga S and Kemp B (2007) Dietary energy source in dairy cows in early lactation: energy partitioning and milk composition. *Journal of Dairy Science* 90(3): 1467-1476.
22. Van Kneegsel ATM, Van den Brand H, Graat EAM, Dijkstra J, Jorritsma R, Decuyper E and Kemp B (2007) Dietary energy source in dairy cows in early lactation: metabolites and metabolic hormones. *Journal of Dairy Science* 90(3): 1477-1485.
23. Wang YP, Cai M, Hua DK, Zhang F, Jiang LS, Zhao YG and Xiong BH (2020) Metabolomics reveals effects of rumen-protected glucose on metabolism of dairy cows in early lactation. *Animal Feed Science and Technology* 269: 114620.
24. Wang Y, Han X, Tan Z, Kang J and Wang Z (2020) Rumen-Protected Glucose Stimulates the Insulin-Like Growth Factor System and mTOR/AKT Pathway in the Endometrium of Early Postpartum Dairy Cows. *Animals* 10(2): 357.
25. Wankhade PR, Manimaran A, Kumaresan A, Jeyakumar S, Ramesha KP, Sejian V and Varghese MR (2017) Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review. *Veterinary world* 10(11): 1367.