

مقاله علمی - پژوهشی

تأثیر جیره‌های گلوکوژنیک، لیپوژنیک و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، انتخاب خوراک، تخمیر شکمبه و برخی متابولیت‌های خونی در گوساله‌های شیری هلستاین

سعید صیدالی دولت آباد^۱ - محسن ساری^{۲*} - غلامرضا قربانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۸

چکیده

دو آزمایش با هدف بررسی اثرات منبع انرژی خوراک استارتر بر مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه، رشد اسکلتی و برخی فراسنجه‌های شکمبه و خون در دوره پیش و پس از شیرگیری (آزمایش اول) و ترجیح مصرف آن‌ها پس از شیرگیری (آزمایش دوم) در گوساله‌های هلستاین انجام شد. در آزمایش اول، ۳۰ رأس گوساله ماده (سن چهار روز و وزن اولیه $20 \pm 39/0$ کیلوگرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی به تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره گلوکوژنیک، ۲- جیره لیپوژنیک و ۳- جیره مخلوط اختصاص یافتند. مصرف خوراک به صورت انفرادی و روزانه اندازه‌گیری ثبت شد. همه گوساله‌ها هنگام تولد و پس از آن به صورت هفتگی تا پایان دوره آزمایش وزن کنی شدند. شاخص‌های رشد اسکلتی در زمان ورود به طرح، روز ۵۷ و در پایان دوره آزمایش (روز ۷۰) اندازه‌گیری شد. نمونه خون و مایع شکمبه در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش اخذ شد. در آزمایش دوم، ۲۰ رأس گوساله ماده هلستاین در آزمون انتخاب خوراک بین جیره‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج آزمایش اول نشان داد که مصرف ماده خشک در گروه تغذیه شده با جیره مخلوط در دوره پس از قطع شیر نسبت به دو گروه دیگر بالاتر بود. غلظت گلوکز (روز ۳۵ و ۷۰) و بتا-هیدروکسی بوتیرات پلاسما (روز ۷۰) به ترتیب در تیمار گلوکوژنیک و لیپوژنیک در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود. pH مایع شکمبه و غلظت استات در گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک، نسبت به گوساله‌های تغذیه شده با جیره گلوکوژنیک و مخلوط بیشتر بود. نتایج آزمایش دوم، ترجیح گوساله‌ها به جیره لیپوژنیک را در مقایسه با جیره گلوکوژنیک نشان داد. نتایج این مطالعه نشان داد که جیره‌های آغازین گلوکوژنیک و لیپوژنیک تأثیر متفاوتی بر عملکرد ندارند و جیره مخلوط روند افزایشی در مصرف خوراک را نشان داد که بر این اساس می‌توان این الگوی جیره را قابل توصیه برای مصرف در شرایط مزرعه‌ای دانست.

واژه‌های کلیدی: خوراک آغازین، سطح نشاسته، عملکرد رشد، منابع انرژی

مقدمه

داشتن یک شکمبه فعال و کارآمد ضروری است. این انتقال شامل تعدادی تغییرات آناتومیکی و فیزیولوژیکی در بافت پوششی پیش معده می‌باشد؛ زیرا بافت‌ها باید از وابستگی به گلوکز تأمین شده توسط شیر خارج شده و به استفاده از اسیدهای چرب کوتاه زنجیر به عنوان پیش ماده تأمین کننده انرژی، عادت نمایند (۴). در مطالعات سوخت و ساز شکمبه‌ای به اسیدهای بوتیریک و پروپیونیک تولید شده در شکمبه به عنوان محرک اصلی فرآیند توسعه و بلوغ شکمبه اشاره شده است (۱۱). یکی از شاخص‌هایی که به طور غیرمستقیم نشان دهنده توسعه شکمبه می‌باشد، غلظت بتا-هیدروکسی بوتیرات پلاسما خون است. افزایش سطح بتا-هیدروکسی بوتیرات خون در گوساله‌ها نشان دهنده افزایش بافت شکمبه، تعداد سلول و توسعه و

مصرف ماده خشک و نوع ترکیب آن، عامل اصلی توسعه شکمبه در گوساله‌های شیرخوار است. مصرف زود هنگام خوراک جامد برای تحریک رشد، توسعه سریع شکمبه، پایین آوردن سن از شیرگیری، تسهیل عبور از مرحله پیش نشخوارکنندگی به نشخوارکنندگی و

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

۳- استاد گروه علوم دامی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

*- ایمیل نویسنده مسئول: (m.sari@asnrukh.ac.ir)

DOI: 10.22067/ijasr.v12i4.82328

بلوغ شکمبه است (۱۴).

مواد مغذی لیپوژنیک در نشخوارکنندگان از تخمیر فیبر به اسید استیک و اسید بوتیریک، چربی جیره غذایی یا از ذخایر بدن حاصل می‌شود. مواد مغذی گلوکوژنیک از نشاسته‌ای که از تجزیه در شکمبه فرار کرده و یا طی مسیر گلوکونوژنز به دست آمده و شامل اسید پروپیونیک، اسیدهای آمینه گلوکوژنیک و اسید لاکتیک می‌باشند. جیره‌های گلوکوژنیک می‌توانند عملکرد رشد و سن از شیرگیری را در گوساله‌ها تحت تأثیر قرار دهند (۶). اضافه کردن ساکاروز و پروپیونات سدیم یا پروپیونات کلسیم به عنوان پیش ماده‌های گلوکوژنیک در خوراک آغازین بدون علوفه در گوساله، میزان مصرف ماده خشک را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (۱۷). استفاده از شکر و پروپیونات سدیم به ترتیب به عنوان پیش ماده‌های لیپوژنیک و گلوکوژنیک تأثیری بر مقدار ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده استفاده از خوراک، سن شیرگیری و وزن نهایی نداشتند و افزودن شکر باعث افزایش غلظت بوتیرات شکمبه و بتا- هیدروکسی بوتیریک اسید پلاسمای خون شد و در مقابل افزودن پروپیونات سدیم موجب کاهش غلظت بوتیرات شکمبه شد (۷). بیرانوند و همکاران (۵) گزارش کردند که افزودن شکر در جیره گوساله‌های شیرخوار، تأثیر منفی بر غلظت استات شکمبه و میانگین افزایش وزن روزانه داشت.

در یک فرا واکاوی با بررسی شش مطالعه که در آن‌ها خوراک‌های آغازین حاوی سطوح مختلف نشاسته به تغذیه گوساله‌های شیرخوار رسیده بود، ارتباط مثبتی بین نشاسته جیره و افزایش وزن روزانه مشاهده شد (۱۹). با این حال آنالیز متا- رگرسیون نشان داد که پاسخ رشد به سطح نشاسته با محتوای انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌ها مرتبط بوده است. به عبارتی با کاهش نشاسته جیره، انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌ها کاهش پیدا کرده و این امر موجب کاهش رشد شده است (۱۹). افزایش مصرف انرژی توسط گوساله‌ها اغلب برای افزایش رشد یا حفظ رشد طبیعی مطلوب است. این افزایش مصرف انرژی را می‌توان با مصرف شیر اضافی یا افزودن چربی به شیر یا استارتر انجام داد (۲۴). از جمله عوامل محدود کننده مصرف چربی توسط نشخوارکنندگان شامل اثرات مهاری بر تخمیر شکمبه و بویژه باکتری‌های تجزیه کننده سلولز، کاهش هضم فیبر در شکمبه و کاهش مصرف خوراک است که می‌تواند به کاهش مصرف انرژی بیانجامد (۲۸). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته مطالعه‌ای که افزایش فیبر جیره و همزمان با آن افزایش در محتوای چربی خوراک

آغازین گوساله‌ها، را مورد بررسی قرار داده باشد در دست نیست.

در مطالعه‌ای که توسط مونترو و باخ انجام شد (۲۶)، مواد مختلف تشکیل دهنده جیره خوراکی (شامل ذرت، کنجاله سویا، یولاف، جو، پوسته سویا و فول فت سویا) در سطوح‌های جداگانه با دسترسی آزاد در مقایسه با کنسانتره‌ای که در سطوح دیگر و ترکیبی از این خوراک بود، مورد بررسی قرار گرفت. این فرض که آیا گوساله‌ها خودشان می‌توانند نیاز خود را با انتخاب آزادانه از بین مواد خوراکی گوناگون بر طرف نمایند یا خیر، مورد آزمون قرار گرفت. مشخص شد دام‌ها با مصرف انفرادی خوراک‌ها، ترکیبی را انتخاب و مصرف کردند که حاوی ۲۹ درصد پروتئین خام و ۶/۳ درصد چربی خام در ماده خشک بود. از این آزمایش می‌توان این را برداشت نمود که گوساله‌ها خوراک آغازین با چربی بالاتری نسبت به آنچه به صورت معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد را ترجیح می‌دهند. افزایش چربی استارتر با افزودن سه درصد روغن سویا سبب افزایش در گلوکز خون و عملکرد رشد شد (۱۲). همچنین استفاده از منابع چربی بهبود اسکور مدفوع را به همراه دارد (۱۶). از سوی دیگر استارتر با چربی بالاتر از ۷/۳ درصد، مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه را کاهش داد (۲۴). در کل در رابطه با استفاده از چربی در جیره گوساله نتایج متناقضی وجود دارد که لزوم انجام پژوهش‌های بیشتر را روشن می‌سازد.

مصرف خوراک جامد تحت تأثیر خوش‌خوراکی و پذیرش جیره توسط حیوان قرار می‌گیرد. به همین دلیل این موارد در زمان متوازن کردن جیره در نظر گرفته می‌شود (۹). در طولانی مدت نشخوارکنندگان قادر به انتخاب جیره‌هایی هستند که مطابق با نیازهای آن‌ها بوده و به حفظ محیط مناسب شکمبه و یا کاهش بیماری در آن‌ها کمک می‌کنند (۱۳). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، مطالعه‌ای که ترجیح گوساله به جیره‌های گلوکوژنیک (با نشاسته بالا) و لیپوژنیک (با فیبر و چربی بالا) را مورد بررسی قرار داده باشد در دست نیست.

در چندین مطالعه اثرات مصرف پیش‌سازهای گلوکوژنیک و لیپوژنیک (۵، ۶ و ۷) بر عملکرد، رشد و توسعه شکمبه گوساله‌های شیری مورد بررسی قرار گرفته است، از یک سو منابع انرژی مورد استفاده در این پژوهش‌ها اغلب شامل نمک‌های اسیدهای چرب فرار بوده و از سوی دیگر نتایج مطالعات ناسازگار و گیج‌کننده می‌باشد. همچنین این موضوع که آیا با تغییر الگوی جیره به لیپوژنیک و افزایش فیبر و چربی جیره، تفاوتی در تخمیر شکمبه‌ای که هنوز به

دوره آزمایش (روز ۷۰) بر اساس واحد کیلوگرم وزن کشتی شدند. بازده استفاده از خوراک به صورت کیلوگرم افزایش وزن به کیلوگرم کل ماده خشک مصرفی (خوراک و شیر) محاسبه شد. شاخص‌های رشد اسکلتی شامل طول بدن (فاصله بین برجستگی‌های شانه تا استخوان هیپ)، دور سینه، عرض هیپ (فاصله بین استخوان‌های هیپ)، ارتفاع بدن (فاصله بین شانه و کف)، عمق بدن (دور شکم) و ارتفاع هیپ (فاصله بین استخوان هیپ تا کف) در روز چهارم (زمان ورود به طرح)، روز ۵۷ (روز از شیرگیری) و در پایان دوره مطالعه (روز ۷۰) بر اساس واحد سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

نمونه‌های خون (هفت میلی‌لیتر در هر نمونه) از هر گوساله در روزهای ۳۵ و ۷۰ دو ساعت پس از تغذیه جیره آغازین از طریق سیاهرگ وداج گرفته و به لوله‌های خلاء حاوی اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید به عنوان یک ماده ضد انعقاد خون انتقال و فوراً در محفظه حاوی یخ قرار داده شدند. به منظور جداسازی سرم خون نمونه‌ها با ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. نمونه‌های سرمی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند. غلظت متابولیت‌های خون با استفاده از کیت‌های اختصاصی (شرکت پارس آمون، تهران، ایران؛ شماره کاتالوگ: گلوکز (۰۱۷-۵۰۰-۱) و نیتروژن اورده‌ای خون (۰۲۹-۴۰۰-۱) با استفاده از دستگاه آنالایزر خودکار آلیسون (شرکت ابوت، آمریکا) مطابق دستورالعمل سازنده آن تعیین شدند. غلظت بتا-هیدروکسی بوتیرات در خون با استفاده از دستگاه آنالایزر خودکار و کیت‌های تجاری کالری متریک (شرکت راندوکس، آنتریم، بریتانیا) و روش آنزیمی اندازه‌گیری شد (۲۰). مایع شکمبه (۱۵ میلی‌لیتر) سه ساعت پس از دادن وعده خوراکی صبح با لوله معدی در روزهای ۳۵ و ۷۰ مطالعه جمع‌آوری شد؛ سپس مایع شکمبه از پارچه متقال چهار لایه به منظور صاف کردن مایع شکمبه (جداسازی مواد جامد از مایع) عبور داده شد و مواد جامد باقیمانده روی پارچه (صافی) فشرده شدند. بلافاصله، pH مایع شکمبه با استفاده از pH متر سیار اندازه‌گیری و دو میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۲۵ درصد (۷) به نمونه‌های ۱۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه اضافه و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان بررسی میزان اسیدهای چرب فرار نگهداری شدند. اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه با استفاده از کروماتوگرافی گازی (شرکت کرم پک، هلند، مدل ۹۰۰۲) انجام شد.

طور کامل توسعه نیافته است ایجاد خواهد شد یا خیر، نیازمند بررسی بیشتری است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات جیره‌های آغازین گلوکوژنیک (با نشاسته بالا)، لیپوژنیک (با فیبر و چربی بالا) و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، برخی متابولیت‌های خونی، و تخمیر شکمبه در گوساله‌های هلشتاین طی دوره پیش از شیرگیری و پس از شیرگیری صورت گرفت. همچنین با توجه به مشخص نبودن رفتار گوساله‌ها برای انتخاب جیره‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک، در آزمایش دوم به طور مستقل از آزمایش اول، آزمون انتخاب برای این جیره‌ها در گوساله‌های از شیرگرفته شده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در آزمایش اول ۳۰ رأس گوساله ماده نژاد هلشتاین بین دو تا شش ساعت پس از تولد چهار لیتر آغوز دریافت نموده و تا روز سوم فقط با شیر کامل تغذیه شدند. در سن چهار روزگی گوساله‌ها به طور تصادفی بر اساس وزن بدن (با میانگین وزنی $39/0 \pm 2/0$ کیلوگرم) به تیمارها اختصاص یافتند. این آزمایش در شرکت کشاورزی و دامپروری یاسوج وابسته به بنیاد مستضعفان انجام شد. گوساله‌ها در جایگاه‌های انفرادی ($1/35 \times 2/60$ متر) قرار گرفتند. خوراک آغازین و آب تازه در طول مطالعه به صورت آزاد در اختیار آن‌ها قرار گرفت. گوساله‌ها تا روز ۴۹ مطالعه چهار لیتر در روز شیر و از روز ۵۰ تا ۵۶، فقط در وعده صبح دو لیتر شیر مصرف و در روز ۵۷ (۲۲) مطالعه از شیرگرفته شدند. دمای شیر هنگام تغذیه حدود ۳۸ درجه سانتی‌گراد بود و از طریق سطل فلزی دو بار در روز در ساعت‌های هفت صبح و سه بعد از ظهر به گوساله‌ها داده شد. سطل‌های تغذیه شیر هر روز شسته و ضد عفونی شدند. تیمارها شامل ۱- جیره آغازین گلوکوژنیک حاوی دانه ذرت و جو، ۲- جیره آغازین لیپوژنیک حاوی پوسته سویا، کنجاله جرم ذرت، تفاله چغندر، سبوس گندم، فول فت سویا و پودر چربی و ۳- جیره مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره ۱ و ۲ بودند (جدول ۱).

همه تیمارها حاوی پنج درصد علوفه یونجه بوده و سطح پروتئین و انرژی یکسان در نظر گرفته شد. جیره‌ها براساس نیازهای خوراکی گوساله‌ها بیان شده توسط انجمن ملی تحقیقات (۲۰۰۱) متوازن شدند (۲۷). آزمایش اول در روز ۷۰ به پایان رسید. مصرف خوراک به صورت انفرادی و روزانه اندازه‌گیری شد. همه گوساله‌ها هنگام تولد و پس از آن به صورت هفتگی تا پایان

جدول ۱- مواد تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آغازین تغذیه شده به گوساله‌ها در آزمایش اول

Table 1. Ingredients and chemical composition of starter diets fed to calves in experiment 1

مواد خوراکی (درصد از ماده خشک) Ingredient (% DM)	جیره‌های آزمایشی ^۱ Experimental Diets ¹		
	لیپوژنیک Lipogenic	گلوکوژنیک Glucogenic	مخلوط Mix
کنجاله سویا Soybean meal	25.0	35.0	30.0
تفاله خشک چغندر قند Sugar beet pulp	15.0	-	7.5
سیوس گندم Wheat bran	15.0	-	8.0
کنجاله جرم ذرت ^۲ Corn germ meal ²	15.0	-	7.5
پوسته سویا Soybean hulls	15.0	-	8.0
ذرت Corn	-	30.0	15.0
جو Barley	-	27.0	13.0
یونجه Alfalfa hay	5.0	5.0	5.0
چربی Fat (RumiFat)	3.0	-	1.4
فول فت سویا Full fat soybean	4.5	-	2.0
کربنات کلسیم Sodium bicarbonate	0.3	0.6	0.2
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	0.3	0.5	0.50
بی کربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.50
کمپلکس ویتامین و مواد معدنی ^۳ Vitamin and mineral plus ³	1.0	1.0	1.0
نمک Salt	0.4	0.4	0.40
ترکیبات مواد مغذی Nutrient composition			
پروتئین خام Crude protein (%)	22.3	22.2	22.2
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF (%) ^۴	33.6	16.3	25.4
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ^۵ ADF (%) ⁵	18.9	8.5	14.3
کربوهیدرات‌های غیرالیافی ^۶ NFC (%) ⁶	32.4	52.1	43.0
چربی خام Fat	7.5	3.5	5.4
انرژی قابل سوخت و ساز ^۷ (مگا کالری در کیلوگرم) ME ⁷ , Mcal/Kg DM ⁸	3.06	2.96	2.99

^۱جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندر قند، سیوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراکی‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

^۲محصول فرعی فرآیند روغن کشی از جوانه ذرت است که پس از روغن گیری کنجاله جرم ذرت باقی می‌ماند و به عنوان خوراک دام استفاده می‌شود.

^۳آدر هر کیلوگرم مکمل: ویتامین A ۱۵/۰۰۰/۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم، ویتامین D ۲۵۰/۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم، ویتامین E ۱۰/۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم، منگنز ۶۲۷۷ میلی‌گرم در کیلوگرم، آهن ۱۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، مس ۱۰۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، کبالت ۴۶ میلی‌گرم در کیلوگرم، روی ۱۰۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، ید ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و سلنیوم ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم.

^۴فایبر محلول در شوینده خنثی، ^۵فایبر محلول در شوینده اسیدی، ^۶کربوهیدرات‌های غیر فیبری، ^۷با استفاده از نرم افزار NRC (۲۰۰۱) محاسبه شد و ^۸انرژی قابل متابولیسم.

^۱Lipogenic starter diet (Dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glucogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glucogenic.

^۲A by-product of the process of lubrication of corn germ, which after lubrication, corn germ meal remains and is used as animal feed

^۳Vitamin mineral mix contained per kilogram of supplement 15 000 000 IU of vitamin A, 250 000 IU of vitamin D, 10 000 IU of vitamin E, 6277 mg/kg Mn, 1250 mg/kg Fe, 1040 mg/kg Cu, 46 mg/kg Co, 1030 mg/kg Zn, 200 mg/kg I and 80 mg/kg Se.

^۴Neutral detergent fiber, ^۵Acid detergent fiber, ^۶Nonfiber carbohydrates, ^۷Calculated from NRC (2001), ^۸Metabolic energy.

مصرف خوراک جامد هستند (۲۵). آزمون انتخاب یک ساعت پس از حداکثر فعالیت‌های تغذیه‌ای شروع شد، زیرا نشان داده شده است که گوساله‌ها به تفاوت‌های جزئی در خوش‌خوراکی خوراک‌های انتخابی پس از سیری به‌طور نسبی، بیشتر واکنش نشان می‌دهند (۲۵). بنابراین آزمون انتخاب در مطالعه حاضر از ساعت هشت صبح تا ساعت دو بعد از ظهر انجام شد. براساس محاسبات انجام شده، اندازه نمونه برای آنالیز داده‌ها به منظور تشخیص تفاوت‌ها در آزمون‌های انتخاب دوتایی که شش ساعت طول می‌کشد ۱۰ تا ۱۲ گوساله کافی خواهد بود (۲۵)، اما به منظور افزایش قدرت آزمون برای تشخیص تفاوت‌های جزئی در ترجیح بین خوراک‌ها، آزمون با تعداد ۲۰ رأس گوساله انجام شد.

در ساعت هشت صبح روز انجام آزمون انتخاب خوراک، سطل‌های حاوی خوراک آغازین آشنا که گوساله‌ها از سن چهار روزگی آن را مصرف کرده بودند و آب را از جلوی جایگاه نگهداری برداشته و بلافاصله با مقادیر وزن مشخص از دو نوع خوراک گلوکوژنیک و لیپوژنیک بدون حضور علوفه، جایگزین شدند. به منظور جلوگیری از تأثیر وجود علوفه و اثر اندازه ذرات بر انتخاب خوراک توسط گوساله‌ها، علوفه حذف و خوراک‌ها به وسیله آسیاب با روزه سه میلی‌متری خرد شدند (۲۵). همه سطل‌های خوراک پیش از انجام آزمایش بررسی و شسته شدند.

مونتورو و همکاران (۲۵) گزارش کردند که اثر محل سطل بر مصرف خوراک در آزمایش‌های انتخاب دوتایی تأثیری ندارد، اما مکان خوراک‌های مورد آزمون (راست یا چپ) برای احتیاط به منظور به حداقل رساندن هر گونه اثرات محل قرارگیری خوراک‌ها به صورت تصادفی قرار گرفت. طی مدت زمان انجام آزمون آب به صورت دسترسی آزاد در یک سطل جداگانه‌ای در طرف مقابل محل خوراک‌های جامد در اختیار گوساله‌ها قرار داده شد. در ساعت دو بعد از ظهر خوراک‌های مورد آزمون از جلوی گوساله‌ها برداشته شدند و مقدار خوراک مصرف نشده، وزن و خوراک آغازین آشنا در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت.

در آزمایش اول فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری به سه دوره تقسیم شدند (هفته اول تا زمان شیرگیری، از شیرگیری تا پایان آزمایش و هفته اول تا پایان آزمایش) و توسط نرم افزار SAS (نسخه ۹/۲)، رویه مختلط (Mixed) مورد آنالیز قرار گرفتند. آزمایش اول در قالب طرح

نمونه‌های جیره آغازین به صورت دو بار در هفته جمع‌آوری و با هم مخلوط و به منظور آنالیزهای بعدی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌ها بعداً در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس به وسیله آسیاب با توری یک میلی‌متری آسیاب شدند. همه نمونه‌ها با تکرارهای سه تایی برای به دست آوردن فیبر محلول در شوینده خنثی (۳۱)، فیبر محلول در شوینده اسیدی (۲۹)، مقدار رطوبت، چربی خام و پروتئین خام با روش ذکر شده در روش انجمن رسمی شیمی‌دان‌های تجزیه (AOAC)، سال ۲۰۰۲ (۳) (با دستگاه میکروکلدال مدل ۱۰۳۰، اتو کجل تک، سوئد) آنالیز شدند.

در آزمایش دوم تعداد ۲۰ رأس گوساله ماده (با میانگین وزنی $34/0 \pm 2/0$ کیلوگرم) انتخاب و در روز اول تولد با چهار لیتر آغوز بین دو تا شش ساعت پس از تولد، تغذیه و تا روز سوم فقط با شیر تغذیه شدند. از روز چهارم تا روز ۵۵، چهار لیتر شیر تازه در دو وعده (ساعت هفت صبح و چهار بعدازظهر) توسط سطل‌های فلزی و از سن ۵۶ تا ۶۲ روزگی فقط وعده شیر صبح (دو لیتر) را دریافت و از سن ۶۳ روزگی (روز قطع شیر) دیگر شیر دریافت نکردند. گوساله‌ها در جایگاه‌های انفرادی قرار گرفتند و بستر این جایگاه‌ها به طور روزانه تمیز و تعویض شدند تا گوساله‌ها از رفاه مناسب برخوردار باشند. در جلوی هر گوساله دو عدد سطل فلزی به صورت افقی و به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از هم و ۶۰ سانتی‌متر از سطح زمین قرار گرفت. گوساله‌ها از سن چهار روزگی به آب تازه و خوراک آغازین دسترسی داشتند. در روز انجام آزمون وزن بدن گوساله‌های تازه از شیر گرفته $85/0 \pm 2/0$ کیلوگرم بود.

در آزمون انتخاب خوراک در نشخوارکنندگان مزرعه‌ای، تعداد دو یا چند خوراک را به طور همزمان و جداگانه در اختیار حیوانات قرار داده می‌شود و پس از یک مدت زمان معین، مقدار خوراک مصرف شده و مقدار مصرف نشده اندازه‌گیری می‌شود (۲۵). مونتورو و همکاران (۲۵) مدلی برای گوساله‌های شیرخوار ارائه کردند و پیشنهاد کردند که آزمایش‌های انتخاب مصرف خوراک دوتایی یعنی دو نوع خوراک را برای یک دوره شش ساعته در یک بازه زمانی، یک ساعت پس از مواقعی که اوج زمان خوراک خوردن در حال کاهش است، انجام شود. آزمون انتخاب سه روز پس از شیرگیری انجام شد، چون گوساله‌هایی که تازه از شیر گرفته شده‌اند در این زمان دارای حداکثر

شامل اثر تصادفی گوساله در داخل آزمایش و اثر ثابت شامل نوع خوراک بود. برای مقایسه نتایج آزمون انتخاب دوتایی، نتایج همه آزمایشات در داخل جدول مقایسه دوتایی در هر آزمایش وارد شد. در جدول مقایسات دوتایی، ارقام خوراکی در مجموعه‌ای به صورت جفت - جفت رتبه‌بندی می‌شوند تا همه ارقام با هم مقایسه شوند (۱۰). در هر مقایسه دوتایی، به آیتم مورد نظر یک نقطه داده می‌شود و رتبه بندی کلی براساس آیتم‌های مرتب سازی شده براساس همه نقاط جمع شده، تعیین می‌شود. در مطالعه حاضر دستورالعمل زیر دنبال شد: اگر در هر آزمون انتخاب دوتایی خوراک اختصاص داده شده، ترجیح داده شد، مثبت یک و اگر خوراک مورد نظر ترجیح داده نشد، منفی یک و اگر نسبت انتخاب در یک آزمون انتخاب دوتایی با ۰/۵ تفاوتی نداشت، صفر اختصاص داده شد. نمرات انتخاب برای انواع خوراک در تمام آزمایشات انتخاب دوتایی که همه آن‌ها در آزمایش قرار داشتند، جمع شدند. مجموع نمرات آزمون انتخاب به عنوان شاخص رتبه انتخاب انفرادی خوراک‌ها داخل هر آزمون استفاده شد.

نتایج و بحث

در آزمایش اول در طول دوره پیش از شیرگیری تفاوت معنی‌داری بین مقدار ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و بازده استفاده از خوراک در بین تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$) (جدول ۲). طی دوره پس از قطع شیر، مصرف ماده خشک گوساله‌های دریافت کننده جیره لیپوژنیک و گلوکوژنیک مشابه بود، اما گوساله‌های تغذیه شده با جیره مخلوط، خوراک آغازین بیشتری مصرف نمودند ($P < 0.05$). در کل دوره انجام آزمایش (هفته ۱ تا ۱۰) روند تمایل به افزایش خوراک مصرفی در گروه مخلوط در مقایسه با دو گروه دیگر مشاهده شد ($P = 0.09$). مشابه با مطالعه حاضر، هیل و همکاران (۱۷) گزارش کردند بین گوساله‌هایی که جیره با نشاسته کم و مقدار فیبر بالا (۶۲/۷۵ درصد پوسته سویا) مصرف کرده بودند، با گوساله‌هایی که جیره با نشاسته بالا (عمدتاً از منبع دانه ذرت) دریافت می‌کردند تا هفته هشتم تفاوتی در مصرف ماده خشک مشاهده نشده است. در آزمایشی دیگر دو نوع خوراک آغازین در گوساله‌ها در دوره پیش از شیرگیری، یکی با نشاسته زیاد و فیبر کم (۱۴ درصد فیبر محلول در شوینده خنثی) و دیگری با فیبر زیاد (۳۰ درصد فیبر محلول در شوینده خنثی)؛ از منبع تفاله چغندر و گراس فرآوری شده با قابلیت هضم بالا) مقایسه شد

آزمایشی کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد. در مدل طرح گوساله به عنوان اثر تصادفی و اثر تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها به عنوان اثر ثابت در نظر گرفته شد. آنالیز مشاهدات مربوط به میانگین ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک روزانه به صورت اندازه‌گیری‌های تکرار شده در زمان انجام شد و مدل آماری آن به شرح زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + W_j + (T \times W)_{ij} + \beta(X_i - \bar{X}) + \sigma_i + \epsilon_{ijk}$$

درمدل آماری Y_{ijk} : صفت اندازه‌گیری شده؛ μ : میانگین کل؛ T_i : اثر ثابت i آمین تیمار؛ W_j : اثر ثابت j آمین هفته؛ $(T \times W)_{ij}$: اثر متقابل تیمار در هفته؛ $\beta(X_i - \bar{X})$: متغیر کواریت؛ σ_i : اثر تصادفی گوساله i : خطای آزمایشی است. آنالیز آماری رفتار تغذیه‌ای، رشد اسکلتی، وزن شیرگیری و پایان دوره، فراسنجه‌های خونی و داده‌های تخمیر شکمبه‌ای با مدل مشابهی انجام شد، اما اثر هفته در مدل آورده نشد. مقایسه میانگین‌ها در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام گرفت. برای وزن از شیرگیری و نهایی، وزن اولیه (زمان ورود به طرح) و برای رشد اسکلتی هنگام شیرگیری و پایان دوره، اندازه‌گیری‌های اولیه (زمان ورود به طرح) در مدل به عنوان کواریت در نظر گرفته شد.

در آزمایش دوم برای جلوگیری از تأثیر گوساله‌هایی که مقدار ناکافی از خوراک‌های آزمایشی را مصرف نموده‌اند (کمتر از ۳۰ گرم) داده‌های مربوط به این گوساله‌ها کنار گذاشته شد. برای هر گوساله در آزمون انتخاب دوتایی نسبت انتخاب (رابطه ۲) بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

(رابطه ۲)

$$\text{Preference ratio} = \text{DMI of feed A} / (\text{DMI of feed A} + \text{DMI of feed B})$$

در این رابطه Preference ratio: نسبت انتخاب؛ DMI: مقدار ماده خشک مصرفی؛ feed A: خوراک الف و feed B: خوراک ب می‌باشد.

در هر آزمون انتخاب دوتایی، نسبت‌های انتخاب برای تفاوت از ۰/۵ (عدم انتخاب) با استفاده از آزمون t نرم افزار آماری SAS آنالیز شدند. مصرف خوراک بر اساس آزمون انتخاب و نوع خوراک (آزمون در نوع خوراک) در یک جدول خلاصه شد. برای فرض نرمال بودن داده‌ها، مصرف خوراک به صورت ریشه دوم تبدیل شد. مدل طرح

جدول ۲- اثر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد گوساله‌ها در آزمایش اول^۱
Table 2- Effect of experimental diets on performance of calves in experimental¹

مورد Item	جیره‌های آزمایشی ^۲ Experimental Diets ²			SEM	P- value		
	گلوکوژنیک Glucogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		Treat	Time	Treat × Time
مصرف خوراک روزانه ^۳ (کیلوگرم) DMI ³ (kg)							
هفته ۱ تا ۷ ^۴ Wk ⁴ 1-7	0.57	0.60	0.63	0.049	0.68	<0.001	0.41
هفته ۸ تا ۱۰ wk 8-10	2.08 ^b	2.10 ^b	2.28 ^a	0.049	0.01	<0.001	0.88
هفته ۱ تا ۱۰ wk 1-10	1.03	1.05	1.13	0.034	0.09	<0.001	0.65
میانگین افزایش وزن روزانه ^۵ (کیلوگرم) ADG ⁵ (kg)							
هفته ۱ تا ۷ wk 1-7	0.60	0.56	0.60	0.022	0.42	<0.001	0.85
هفته ۸ تا ۱۰ wk 8-10	0.89	0.89	0.94	0.050	0.68	0.51	0.87
هفته ۱ تا ۱۰ wk 1-10	0.68	0.66	0.71	0.023	0.43	<0.001	0.97
بازده خوراک (کیلوگرم) (kg) Feed efficiency							
هفته ۱ تا ۷ wk 1-7	0.58	0.53	0.54	0.025	0.46	<0.001	0.81
هفته ۸ تا ۱۰ wk 8-10	0.48	0.47	0.46	0.025	0.84	<0.001	0.87
هفته ۱ تا ۱۰ wk 1-10	0.56	0.53	0.52	0.020	0.47	<0.001	0.84
وزن بدن (کیلوگرم) Body Weight (kg)							
شیرگیری (روز ۵۷) Weaning (d 57)	74.93	72.70	75.00	1.34	0.40	-	-
پایانی (روز ۷۰) At end (d 70)	87.87	85.43	88.51	1.49	0.32	-	-

^۱ میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمستتر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P < 0.05).

^۲ جیره آغازین لیپوژنیک (تقاله خشک چغندر، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

^۳ ماده خشک مصرفی.

^۴ هفته.

^۵ میانگین افزایش وزن روزانه.

¹Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

²Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glucogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glucogenic.

³Dry matter intake (kg / day)

⁴week

⁵Average daily gain (kg / day)

خوراک جامد، عامل مهم و موثری برای رشد آن‌ها می‌باشد (۴). اگر چه در ابتدای مطالعه در مورد تیمار لیپوژنیک به دلیل داشتن مقدار نشاسته پایین نگرانی در خصوص روند کند رشد اسکلتی وجود داشت، اما این مشکل در گوساله‌ها مشاهده نشد و تفاوت قابل توجهی بین مقدار ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در بین تیمارها و رشد اسکلتی وجود نداشت (جدول ۳ و ۴).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان گلوکز، نیترژن اورهای خون و بتا-هیدروکسی بوتیریک اسید در سرم خون گوساله‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان گلوکز سرم خون در روز ۳۵ و ۷۰ آزمایش بین تیمارهای آزمایشی متفاوت بود ($P=0/05$)، به طوری میزان آن در گوساله‌های دریافت کننده جیره گلوکوژنیک بیشتر بود که این یافته با افزایش مشاهده شده در غلظت پروپیونات شکمبه‌ای این گوساله‌ها همخوانی داشت (جدول ۵). در توافق با این یافته، وکیلی و همکاران (۳۲) افزایش غلظت گلوکز خون در گوسفندان تغذیه شده با جیره گلوکوژنیک را نشان دادند. همچنین روند رو به افزایش غلظت گلوکز سرم خون در گوساله‌هایی که از خوراک آغازین با مقدار فیبر محلول در شوینده خنثی کم تغذیه نمودند، نسبت به گوساله‌هایی که با خوراک آغازین دارای مقدار فیبر محلول در شوینده خنثی بالا مصرف کردند، گزارش شده است (۱۷). افزایش تولید پروپیونات در شکمبه و افزایش نشاسته رسیده به روده به عنوان ساز و کارهای اصلی دخیل در افزایش گلوکز خون در جیره گلوکوژنیک می‌توانند مورد توجه قرار گیرند (۳۰).

در سن ۷۰ روزگی، گوساله‌های تغذیه شده با استارتر لیپوژنیک، غلظت بالاتری از بتا-هیدروکسی بوتیرات در خون نسبت به دو تیمار دیگر نشان دادند. یکی از شاخص‌ترین ویژگی‌های توسعه یافتگی کامل پیش معده در یک نشخوارکننده جوان غیر آبستن و غیر شیرده تولید اجسام کتون در شکمبه است (۴). در مطالعه حاضر بیشتر بودن غلظت بتا-هیدروکسی بوتیرات سرم خون (شاخص عملکرد متابولیک دیواره شکمبه) در سن ۷۰ روزگی نسبت به روز ۳۵، در گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک در مقایسه با جیره گلوکوژنیک و مخلوط، نشان می‌دهد که دیواره شکمبه از نظر متابولیسی توسعه یافته‌تر بوده، به طوری که دیواره شکمبه در تبدیل بوتیرات به بتا-هیدروکسی بوتیرات کاملاً موثر بوده است.

که عدم تفاوت در مصرف علوفه و استارتر گزارش شد که در توافق با آزمایش حاضر می‌باشد. با این حال با وجود عدم تفاوت در وزن نهایی، تمایل به افزایش وزن روزانه بیشتر در گوساله‌هایی که جیره با نشاسته بالا را مصرف نموده بودند، گزارش شده است (۲۳).

در مطالعات دیگر که عمدتاً از پیش‌سازهای انرژی در جیره گوساله شیرخوار استفاده شد، افزودن ساکاروز، پروپیونات کلسیم و یا سدیم به ترتیب به عنوان پیش‌سازهای کتوژنیک و گلوکوژنیک بر مقدار ماده خشک مصرفی تأثیری نداشتند (۷، ۱۷).

مقدار ماده خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده استفاده از خوراک، وزن شیرگیری و وزن نهایی در بین تیمارها در کل دوره آزمایش (هفته یک تا ۱۰) تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>0/05$) (جدول ۳). انتظار می‌رفت به دلیل بالاتر بودن میزان چربی و فیبر در جیره لیپوژنیک، مراکز سیری مغز تحت تأثیر قرار گرفته و مصرف ماده خشک محدود شود (۲) ولی چنین نتیجه‌ای مشاهده نشد. این نتایج موافق با یافته‌های قاسمی و همکاران (۱۲) در رابطه با استفاده از چربی در جیره گوساله بود ولی یافته‌های هیل و همکاران (۱۸) را که تا چهار ماهگی پس از تولد از چربی استفاده کرده بودند را تایید نمی‌کرد. دلیل تفاوت در یافته‌ها می‌تواند سطح کل چربی جیره، الگوی اسیدهای چرب و تفاوت در مقدار شیر مصرفی باشد.

نتایج بررسی رشد اسکلتی (جدول ۳) نشان داد که فراسنج‌های رشد اسکلتی در زمان شیرگیری و پایان دوره آزمایش به غیر از اندازه عمق بدن در روز ۷۰ آزمایش تحت تأثیر مصرف تیمارها قرار نگرفت، که با دیگر مطالعات همخوانی دارد (۷ و ۱۷). اگر چه به دلیل محدودیت مطالعات صورت گرفته با الگوی جیره لیپوژنیک، ارائه سازوکاری که توجیه کننده افزایش عمق بدن گوساله‌های تغذیه شده با این جیره باشد دشوار است، با اینحال شاید بتوان تأثیر فیبر موجود در این جیره بر افزایش حجم شکمبه و نگاری را در افزایش عمق بدن موثر دانست. نشان داده شده است که اندازه بزرگ قطعات علوفه و بخش فیبری خوراک می‌توانند محرک‌های مکانیکی لازم برای افزایش وزن شکمبه، ظرفیت فیزیکی و حجم آن را در گوساله‌ها فراهم نماید (۲۱). با اینحال، این یافته باید با احتیاط مورد توجه قرار گیرد و جمع‌بندی نهایی در این رابطه مستلزم انجام آزمایشات تکمیلی، با تعداد بیشتر حیوانات می‌باشد. فرآیند انتقال گوساله‌های شیرخوار از وابستگی به مواد مغذی شیر به مواد مغذی دریافتی از

جدول ۳- اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های رشد اسکلتی (سانتی‌متر) گوساله‌ها در آزمایش اول^۱

Table 3. Effect of experimental diets on structural growth parameters (cm) of calves in experimental 1¹

اندازه‌های بدنی (سانتی‌متر) Structural growth parameters (cm)	جیره‌های آزمایشی ^۲ Experimental Diets ²			SEM	P value
	گلوکوژنیک Glucogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		
ارتفاع بدن Body height					
هنگام تولد At birth	77.9	78.40	79.2	0.46	0.158
هنگام شیرگیری at weaning	90.9	91.0	91.2	0.32	0.724
پایان at end	93.0	92.6	93.1	0.33	0.328
طول بدن Body length					
هنگام تولد At birth	45.7	44.7	45.5	0.46	0.321
هنگام شیرگیری at weaning	52.4	52.3	53.2	0.43	0.370
پایان at end	55.6	55.5	55.6	0.38	0.985
ارتفاع هیپ Hip height					
هنگام تولد At birth	80.7	80.8	81.0	0.46	0.862
هنگام شیرگیری at weaning	92.4	91.5	92.5	0.36	0.173
پایان at end	94.5	94.2	94.4	0.38	0.875
عرض هیپ Hip width					
هنگام تولد At birth	19.2	18.7	19.2	0.23	0.378
هنگام شیرگیری at weaning	23.8	23.5	23.6	0.21	0.626
پایان at end	24.7	24.4	24.8	0.25	0.580
دور سینه Heart girth					
هنگام تولد At birth	80.8	80.4	81.0	0.48	0.715
هنگام شیرگیری at weaning	100.1	99.3	99.4	0.66	0.643
پایان at end	103.4	103.7	104.3	0.61	0.552
عمق بدن Body barrel					
هنگام تولد At birth	81.9	81.4	81.7	0.51	0.787
هنگام شیرگیری at weaning	115.1	114.0	114.7	1.29	0.820
پایان at end	123.4 ^b	127.0 ^a	124.0 ^b	0.93	0.025

^۱ میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

^۲ جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندر، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

^۱ Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

^۲ Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glucogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glucogenic.

با افزایش تولید بوتیرات در شکمبه و پایین بودن فعالیت آنزیم استیل کوآنزیم A سنتتاز، متابولیسم قابل توجهی بر روی بوتیرات در دیواره شکمبه انجام می‌گیرد و به علت قابل تحمل نبودن غلظت بالای بوتیرات در اپیتلیوم شکمبه، بیش از ۹۰ درصد بوتیرات به بتا-هیدروکسی بوتیرات تبدیل می‌گردد (۸). در موافقت با مطالعات قبلی افزایش غلظت بتا-هیدروکسی بوتیرات سرم خون در گوساله‌ها با افزایش سن می‌تواند به دلیل تغییر در منابع سوخت فیزیولوژیکی طی دوره انتقال از خوراک مایع به جامد باشد (۲۲).

جدول ۴- اثر جیره‌های آزمایشی بر برخی از متابولیت‌های خونی گوساله‌ها در آزمایش اول^۱
Table 4- Effect of experimental diets on some blood metabolites of calves in experimental 1¹

متابولیت‌ها Metabolites	جیره‌های آزمایشی ^۲ Experimental Diets ²			SEM	P value
	گلوکوژنیک Glucogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Glucose, mg/dL					
روز ۳۵ d 35	113.5 ^a	103.0 ^b	99.2 ^b	3.55	0.05
روز ۷۰ d 70	108.7 ^a	99.0 ^b	96.5 ^b	2.61	0.02
بتا‌هیدروکسی بوتیرات ^۳ (میلی‌مول بر لیتر) βHBA ³ , mmol/L					
روز ۳۵ d 35	0.21	0.22	0.21	0.027	0.904
روز ۷۰ d 70	0.27 ^b	0.42 ^a	0.32 ^b	0.030	0.022
اوره ^۴ (میلی‌گرم بر دسی لیتر) BUN ⁴ , mg/dL					
روز ۳۵ d 35	26.0	25.2	24.0	2.3	0.828
روز ۷۰ d 70	29.7	34.00	36.7	3.77	0.450

^۱میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

^۲جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندر، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراکی‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.

^۳بتا هیدروکسی بوتیرات.

^۴نیتروژن اوره‌ای خون

^۱Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

^۲Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glucogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glucogenic.

^۳Beta hydroxybutyrate

^۴Blood urea nitrogen

که این خود می‌تواند تحت تأثیر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین، استفاده از آمونیاک در شکمبه، و یا دآمیناسیون اسیدهای آمینه در بدن قرار گیرد. دریافت بیشتر پروتئین در نتیجه مصرف بیشتر خوراک آغازین و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای آن، احتمالاً می‌تواند منجر به افزایش آمونیاک شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون در گوساله‌ها شود (۲۱).

تفاوتی در اثر مصرف تیمارهای آزمایشی بر میزان نیتروژن اوره‌ای خون در روز ۳۵ و ۷۰ آزمایش در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P > 0.05$) (جدول ۴). به طور معمول با افزایش سن، میزان غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کاهش می‌یابد، اما در این آزمایش این غلظت با افزایش سن افزایش یافت. به طور کلی غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بستگی به موازنه بین ورود و خروج اوره از خون دارد

جدول ۵- اثر جیره‌های آزمایشی بر اسیدیته و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه گوساله‌ها در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش اول^۱
Table 5- Effect of experimental diets on ruminal pH and VFA concentration in calves receiving different starter diets¹

مورد Item	جیره‌های آزمایشی ^۲ Experimental Diets ²			SEM	P value
	گلوکوژنیک Glucogenic	لیپوژنیک Lipogenic	مخلوط Mix		
اسیدیته شکمبه					
Rumen pH					
روز ۳۵ d 35	5.5 ^b	6.0 ^a	5.68 ^b	0.064	0.0005
روز ۷۰ d 70	5.7 ^b	6.1 ^a	5.9 ^{ab}	0.076	0.014
کل اسیدهای چرب فرار ^۳ (میلی‌مول بر لیتر) Total VFA ³ , mmol/L					
روز ۳۵ d 35	97.0	92.7	94.6	1.56	0.206
روز ۷۰ d 70	103.6	107.0	104.1	1.62	0.331
استات (میلی مول) Acetate, mM					
روز ۳۵ d 35	43.7 ^b	48.1 ^a	45.1 ^{ab}	1.10	0.050
روز ۷۰ d 70	50.0 ^b	56.7 ^a	52.2 ^b	1.21	0.010
پروپیونات (میلی مول) Propionate, mM					
روز ۳۵ d 35	41.0 ^a	30.1 ^c	36.0 ^b	1.30	0.0008
روز ۷۰ d 70	40.0 ^a	33.6 ^c	37.1 ^b	0.872	0.002
بوتیرات (میلی مول) Butyrate, mM					
روز ۳۵ d 35	13.1	14.0	13.5	0.583	0.594
روز ۷۰ d 70	13.8 ^b	18.2 ^a	15.2 ^{ab}	1.00	0.034
نسبت استات به پروپیونات Acetate: propionate					
روز ۳۵ d 35	1.0 ^c	1.6 ^a	1.2 ^b	0.036	<0.001
روز ۷۰ d 70	1.2 ^c	1.7 ^a	1.4 ^b	0.041	<0.001

^۱میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P < 0.05).

^۲جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقد، سوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو)؛ جیره آغازین مخلوط شامل ترکیبی از خوراک‌های جیره گلوکوژنیک و لیپوژنیک.
^۳اسیدهای چرب فرار.

¹Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

²Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean);

³Glucogenic starter diet (corn and barley); Mix starter diet containing mixture of diets lipogenic and glucogenic.

³Volatile fatty acid

تولید استات (۳۲) و بوتیرات در شکمبه در ارتباط است که در مطالعه حاضر این ارتباط نیز در گوساله‌های لیپوژنیک مشاهده شد. به نظر می‌رسد، در شکمبه گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک افزایش غلظت استات، بدون افزایش در کل اسیدهای چرب، با کاهش غلظت پروپیونات همراه بوده است. در مطالعه‌ای دیگر اثر چند سطح فیبر محلول در شوینده خنثی در جیره گوساله‌های شیری جوان بر تخمیر شکمبه بررسی شد و تفاوتی در الگوی اسیدهای چرب فرار مشاهده نشد (۱۵).

در آزمایش دوم نتیجه آزمون انتخاب دوتایی مصرف خوراکی‌های آغازین لیپوژنیک و گلوکوژنیک در جدول ۶ گزارش شده است. به طور متوسط در طول مدت زمان شش ساعت آزمون انتخاب گوساله‌ها 75.0 ± 6.8 گرم (میانگین \pm انحراف استاندارد) خوراک آغازین لیپوژنیک و 61.5 ± 6.8 گرم خوراک گلوکوژنیک مصرف نمودند و خوراک آغازین لیپوژنیک نسبت به خوراک آغازین لیپوژنیک توسط گوساله‌ها ترجیح داده شد ($P < 0.05$).

نتیجه آزمون انتخاب دوتایی در جدول ۷ با استفاده از جدول مقایسات دوتایی خلاصه شده است. براساس این روش مقایسه، خوراک آغازین لیپوژنیک رتبه بالاتری نسبت به خوراک آغازین لیپوژنیک به خود اختصاص داد.

به نظر می‌رسد غلظت‌های مشابه نیتروژن آمونیاکی به دلیل مقادیر یکسان پروتئین خام در جیره‌های آزمایشی باشد. داده‌های مربوط به فراسنجه‌های تخمیر شکمبه در جدول ۵ نشان داده شده است. در دوره پیش از شیرگیری در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعه، مشاهده شد که pH در تیمار لیپوژنیک نسبت به تیمار گلوکوژنیک و مخلوط بیشتر بود ($P < 0.05$) (جدول ۵). بیشتر بودن pH در گروه لیپوژنیک در مقایسه با گروه گلوکوژنیک و مخلوط را می‌توان به بیشتر بودن فیبر جیره و پایین‌تر بودن نشاسته در این تیمار نسبت داد. غلظت کل اسیدهای چرب فرار در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعه در بین تیمارهای آزمایشی متفاوت نبود ($P > 0.05$). با توجه به مقادیر مولار اسیدهای چرب فرار در شکمبه، غلظت استات در گوساله‌های تغذیه شده با جیره لیپوژنیک نسبت به گوساله‌های دریافت کننده جیره گلوکوژنیک و مخلوط در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعه بیشتر بود ($P < 0.05$). افزایش غلظت پروپیونات شکمبه در روز ۳۵ و ۷۰ مطالعه در گوساله‌های دریافت کننده تیمار گلوکوژنیک نسبت به لیپوژنیک و مخلوط مشاهده شد ($P < 0.05$). بیشتر بودن غلظت پروپیونات شکمبه در گوساله‌های گلوکوژنیک نسبت به گوساله‌های لیپوژنیک در مطالعه حاضر را می‌توان به میزان بیشتر نشاسته جیره در این تیمار نسبت داد. در روز ۷۰ آزمایش غلظت بوتیرات در گوساله‌های دریافت کننده جیره لیپوژنیک و نسبت استات به پروپیونات در روز ۳۵ و ۷۰ آزمایش نسبت به گوساله‌های دریافت کننده جیره‌های گلوکوژنیک و مخلوط بیشتر بود ($P < 0.05$). معمولاً افزایش مصرف فیبر با افزایش

جدول ۶ - کل ماده خشک مصرفی (میانگین \pm انحراف استاندارد) و نسبت انتخاب در آزمون انتخاب بین جیره‌های لیپوژنیک و گلوکوژنیک در آزمایش دوم^۱
Total 6- DMI (mean \pm SE) and preference ratio for pairwise preference test between Lipogenic and Glucogenic diets in experiment²

آزمون انتخاب		کل گرم ماده خشک مصرفی در ۶ ساعت آزمون		Preference ratio ³	SE	P-value ^{4*}
Preference test		TDMI, g/6-h test				
جیره الف ^۲	جیره ب ^۲	جیره الف	جیره ب	نسبت انتخاب ^۳		
Feed A	Feed B	Feed A	Feed B			
لیپوژنیک	گلوکوژنیک	68.7 \pm 750.0	264.8 \pm 61.6	0.7387	0.06	0.001

^۱ داده‌ها میانگین مصرف ۱۹ گوساله ماده در آزمون می‌باشد.

^۲ جیره الف = جیره لیپوژنیک (تفاله خشک چغندر قند، سبوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره ب = جیره گلوکوژنیک (ذرت و جو).

^۳ به صورت ماده خشک مصرفی خوراک الف تقسیم بر (ماده خشک مصرفی خوراک الف + ماده خشک مصرفی خوراک ب) محاسبه شد.

^۴ آزمون این که آیا نسبت انتخاب از عدد ۰/۵ متفاوت است.

¹Data averaged across n = 19 female Holstein calves/test.

²Diet A = Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Diet B= Glucogenic starter diet (corn and barley).

³Calculated as DMI of mixture A/(DMI of mixture A + DMI of mixture B).

⁴Tests whether preference ratio differs from 0.5.

جدول ۷- مقایسه دوتایی برای رتبه‌بندی ترجیح بین جیره‌های لیپوژنیک و گلوکوژنیک^۱

Table 7- Pairwise comparison chart for ranking of preference between Lipogenic and Glucogenic diets in experiment¹

نوع جیره ^۲ Diet type ²	لیپوژنیک Lipogenic	گلوکوژنیک Glucogenic
لیپوژنیک Lipogenic	-1	-
گلوکوژنیک Glucogenic	-	1
جمع نمره‌های انتخاب ΣP_i	-1	1

^۱آزمون انتخاب با استفاده از آزمون t برای آزمون دوتایی به عنوان عامل معنی‌داری تعیین شد. برای هر مقایسه دوتایی که نسبت انتخاب از ۰/۵ متفاوت بود، برای خوراک ترجیح داده شده عدد یک و برای خوراک ترجیح داده نشده عدد منفی یک اختصاص یافت. ^۲جیره آغازین لیپوژنیک (تفاله خشک چغندرقد، سوس گندم، کنجاله جرم ذرت، پوسته سویا، پودر چربی و فول فت سویا)؛ جیره آغازین گلوکوژنیک (ذرت و جو).

¹Preference was determined as significant using *t*-tests for each pairwise preference. For each pairwise comparison where the preference ratio differed from 0.5, the preferred feed was assigned 1 and the nonpreferred feed was assigned -1.

²Lipogenic starter diet (dried sugar beet pulp, wheat bran, corn germ meal, soybean hulls, vegetable oil and full fat soybean); Glucogenic starter diet (corn and barley).

انتخاب می‌باشد.

مطالعه‌ای که ترجیح گوساله‌ها به جیره‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک را مورد بررسی قرار داده باشد، در دست نیست. نتیجه این مرحله از آزمایش نشان می‌دهد که گوساله‌های قطع شیر شده خواص حسی خوراک لیپوژنیک را نسبت به خوراک‌های گلوکوژنیک ترجیح می‌دهند. به نظر می‌رسد که در میان ترکیبات خوراک‌های لیپوژنیک، پوسته سویا به عنوان یک ماده خوراکی خوش خوراک، می‌تواند عامل موثری در تشویق مصرف این نوع خوراک آغازین باشد (۱) و از طرف دیگر ماهیت فیبری و بافت‌دار بودن این نوع خوراک می‌تواند دلیل تمایل و مصرف بیشتر جیره لیپوژنیک نسبت به جیره گلوکوژنیک باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که جیره مخلوط در مقایسه با سایر تیمارها بدون این که افزایش وزن روزانه و وزن نهایی را تحت تأثیر قرار دهد، موجب بهبود افزایش مصرف خوراک آغازین در دوره پس از قطع شیر شد. غلظت بیشتر بتا-هیدوکسی بوتیرات پلاسمای خون گوساله‌های مصرف کننده جیره لیپوژنیک می‌تواند زمینه را برای توسعه بافت شکمبه-نگاری فراهم نماید. افزایش چربی استارتر به همراه فیبر قابل تخمیر در جیره لیپوژنیک موجب تغییر الگوی

خوش خوراکی جیره از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، زیرا مصرف غذای جامد در اوایل زندگی، توسعه و رشد شکمبه را تسهیل و عملکرد و کارایی در اطراف زمان از شیرگیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹). گوساله‌ها هنگامی که در آزمون‌های انتخاب با انتخاب انواع مختلف خوراک در دوره‌های کوتاه مدت مواجه می‌شوند، ترجیحات نسبی متفاوتی را برای انواع مختلف خوراک از خود نشان می‌دهند، که به طور عمده احساس خوش خوراکی بر روی مصرف کوتاه مدت تأثیر می‌گذارد (۲۵). با این حال، دلیل این که خوش-خوراکی انواع مختلف خوراکی که در اختیار گوساله‌ها قرار داده می‌شود تا چه حد ممکن است بر تغذیه بلند مدت، انتخاب و مصرف مواد مغذی گوساله‌های شیری تأثیر بگذارد، روشن نیست. تصور از خوش خوراکی خوراک، به عنوان نتیجه‌ای از مقدار حس خوشایند اولیه حاصل از خواص حسی خوراک و وابستگی‌های یاد گرفته شده از بازخورد پس از هضم با ویژگی‌های خوراک، به خصوص طعم و بو، در نشخوارکنندگان در نظر گرفته می‌شود. با توجه به این که خواص حسی خوراک‌ها ممکن است بر انتخاب کوتاه مدت جیره تأثیر بگذارد (۱۳)، ارتباط ویژگی‌های خوراک با بازخورد مثبت یا منفی پس از هضم می‌تواند به شدت بر ترجیح مصرف و ناسازگاری‌های خوراک موثر باشد (۳۳). بنابراین، تناقض‌ها در بررسی منابع در بررسی ترجیح مواد خوراکی احتمالاً به دلیل تفاوت در سن، تجربه قبلی مصرف آن خوراک توسط حیوانات و همچنین تغییر در روش ارزیابی آزمون

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت مالی از این پژوهش تشکر به عمل آورند. همچنین از شرکت کشاورزی و دامپروری یاسوج وابسته به بنیاد مستضعفان بخاطر فراهم نمودن امکان انجام آزمایش مزرعه‌ای قدردانی می‌شود.

اسیدهای چرب فرار در مقایسه با جیره گلوکوژنیک شد. در آزمایش دوم، نتیجه آزمون انتخاب در گوساله‌های تازه از شیرگرفته شده نشان داد که جیره لیپوژنیک خوشخوراکی بیشتری نسبت به جیره گلوکوژنیک دارد که این می‌تواند به افزایش کوتاه مدت مصرف خوراک منتهی شود. با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد جیره مخلوط لیپوژنیک و گلوکوژنیک گزینه مناسبی جهت استفاده در شرایط مزرعه‌ای باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌ای بلند مدت اثر تغذیه با این تیمارها در دوره شیرخوارگی بر تولید شیر در اولین تا سومین زایش بررسی شود.

منابع

- 1- Araujo, R. C., A. V. Pires, I. Susin, C. Q. Mendes, G. H. Rodrigues, I. U. Packer, and M. L. Eastridge. 2008. Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross hay. *Journal of Animal Science*, 86(12):3511-3521.
- 2- Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of dairy science*, 83(7):1598-1624.
- 3- AOAC International. 2002. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- 4- Baldwin, R. L., K. R. McLeod, J. L. Klotz, and R. N. Heitmann. 2004. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and post-weaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, 87:55-65.
- 5- Beiranvand, H., G. R. Ghorbani, M. Khorvash, and M. KazemiBonchenari. 2014a. Forage and sugar in dairy calves starter diet and their interaction on performance, weaning age and rumen fermentation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(3):439-445.
- 6- Beiranvand, H., G. R. Ghorbani, M. Khorvash, A. Nabipour, M. Dehghan-Banadaky, A. Homayouni, and S. Kargar. 2014b. Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. *Journal of Dairy Science*, 97(4):2270-2280.
- 7- Beiranvand, H., M. Khorvash, G. R. Ghorbani, A. Homayouni, L. Bachmann, and S. Kargar. 2014c. Evaluation of ketogenic vs. glucogenic substrates as energy sources in starter diets for Holstein dairy calves. *Canadian Journal of Animal Science*, 94(4):717-723.
- 8- Danesh Mesgaran, M., A. M. Tahmasbi, and A. R. Vakili. 2008. Digestion and Metabolism in Ruminant. Ferdowsi University of Mashhad press. 203-204 (In Persian).
- 9- Drackley, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1):55-86.
- 10- Dym, C. L., W. H. Wood, and M. J. Scott. 2002. Rank ordering engineering designs: Pairwise comparison charts and borda counts. *Research in Engineering Design*, 13(4):236-242.
- 11- Ferreira, L. S., and C. M. Bittar. 2011. Performance and plasma metabolites of dairy calves fed starter containing sodium butyrate, calcium propionate or sodium monensin. *Animal*, 5(2):239-245.
- 12- Ghasemi, E., M. Azad-Shahraki, and M. Khorvash. 2017. Effect of different fat supplements on performance of dairy calves during cold season. *Journal of Dairy Science*, 100(7):5319-5328.
- 13- Ginane, C., R. Baumont, and A. Favreau-Peigné. 2011. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. *Physiology Behavior*, 104(5):666-674.
- 14- Govil, K., D. S. Yadav, A. K. Patil, S. Nayak, R. P. S. Baghel, P. K. Yadav, C. D. Malapure, and D. Thakur. 2017. Feeding management for early rumen development in calves. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(3):1132-1139.
- 15- Hill, S. R., B. A. Hopkins, S. Davidson, S. M. Bolt, D. E. Diaz, C. Brownie, T. Brown, G. B. Huntington, and L. W. Whitlow. 2009. The addition of cottonseed hulls to the starter and supplementation of live yeast or mannan

- oligosaccharide in the milk for young calves. *Journal of Dairy Science*, 92(2):790–798.
- 16- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, and R. L. Schlotterbeck. 2009. Effects of changing the essential and functional fatty acid intake of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 92(2):670–676.
- 17- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, and R. L. Schlotterbeck. 2008. Effect of feeding different carbohydrate sources and amounts to young calves. *Journal of Dairy Science*, 91(8):3128–3137.
- 18- Hill, T. M., H. G. Bateman, J. M. Aldrich, J. D. Quigley, and R. L. Schlotterbeck. 2015. Inclusion of tallow and soybean oil to calf starters fed to dairy calves from birth to four months of age on calf performance and digestion. *Journal of dairy science*, 98(7):4882-4888.
- 19- Hu, W., T. M. Hill, T. S. Dennis, F. X. Suarez-Mena, J. D. Quigley, J. R. Knapp, and R. L. Schlotterbeck. 2018. Relationships between starch concentration of dry feed, diet digestibility, and growth of dairy calves up to 16 weeks of age. *Journal of Dairy Science*, 101(8):7073-7081.
- 20- Iwersen, M., U. Falkenberg, R. Voigtsberger, D. Forderung, and W. Heuwieser. 2009. Evaluation of an electronic cowside test to detect subclinical ketosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(6):2618–2624.
- 21- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, K. S. Ki, S. J. Park, J. K. Ha, and Y. J. Choi. 2007. Starch Source Evaluation in Calf Starter: I. Feed Consumption, Body Weight Gain, Structural Growth, and Blood Metabolites in Holstein Calves. *Journal of Dairy Science*, 90(11):5259–5268.
- 22- Khan, M. A., D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2011. Hay intake improves performance and rumen development of calves fed higher quantities of milk. *Journal of Dairy Science*, 94(7):3547–3553.
- 23- Kosiorowska, A., L. Puggaard, M. S. Hedemann, J. Sehested, J. S. K. Jensen, N. B. Kristensen, P. Kuropka, K. Marycz, and M. Vestergaard. 2011. Gastrointestinal development of dairy calves fed low- or high-starch concentrate at two milk allowances. *Animal*, 5(2):211–219.
- 24- Kuehn, C. S., D. E. Otterby, J. G. Linn, W. G. Olson, H. Chester-Jones, G. D. Marx, and J. A. Barmore. 1994. The effect of dietary energy concentration on calf performance. *Journal of Dairy Science*, 77(9):2621-2629.
- 25- Montoro, C., F. Boe, I. R. Ipharraguerre, and A. Bach. 2012. Development of a method to evaluate oro-sensory preferences in weaned calves. *Livestock Science*, 150(1-3):374–380.
- 26- Montoro, C., and A. Bach. 2012. Voluntary selection of starter feed ingredients offered separately to nursing calves. *Livestock science*, 149(1-2):62-69.
- 27- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- 28- Palmquist, D. L. 1994. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. *Journal of Nutrition*, 124(8Suppl):1377-1382.
- 29- Robertson, J. B., and P. J. Van Soest. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: W. P. T. James, and O. Theander (Eds.), *The Analysis of Dietary Fibre in Food*. Chapter 9, Marcel Dekker, New York, USA, PP. 123–158.
- 30- Terré, M., E. Pedrals, A. Dalmau, and A. Bach. 2013. What do preweaned and weaned calves need in the diet: A high fiber content or a forage source? *Journal of dairy science*, 96(8):5217-25.
- 31- Thomas, D. B., and C. E. Hinks. 1982. The effect of changing the physical form of roughage on the performance of the early-weaned calf. *Animal Production*, 35(3):375–384.
- 32- Vakili, A. R., A. Mortezaee, and M. Danesh Mesgaran. 2014. Effect of dietary energy source on ruminal fermentation, venous blood gases and various blood metabolites of Baluchi sheep. *Annual Research and Review in Biology*, 4(2):451–459.
- 33- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10):3583–3597.



Evaluation of Feeding Glucogenic, Lipogenic and their Mixture Diets on Performance, Ruminal Fermentation, Blood Metabolites and Preferences in Holstein Suckling Calves

Saeed Seidali Doolatabad¹, Mohsen Sari^{*2} and Gholam Reza Ghorbani³

Submitted: 04-08-2019

Accepted: 28-01-2020

Introduction Ingestion of solid feed is necessary to stimulate rumen development in the young calf and facilitate the transition from a pre-ruminant to a functioning ruminant. Lipogenic nutrients in ruminants originate from fermentation of fiber to acetate and butyrate, dietary fat or are derived from body reserves. Glucogenic nutrients originate from starch that has escaped rumen degradation or gluconeogenesis. The use of low-starch starters is prevalent in dairy calf industry worldwide. These starters differ greatly in their composition of both fiber and fat. The NRC (2001) suggested that adequate digestible fiber should be included in starter diets but limited data exist to substantiate this statement. Digestible fiber sources such as sugar beet pulp, soybean hulls, and wheat bran have a lower ME value than corn and barley grains which are starch rich. A meta-analysis of 6 studies showed positive linear relationships between starch concentration of starter feed with ADG. However meta-regression analysis indicated that growth responses to starch concentration were influenced by ME concentration in dry feed fed to the calves. One possible way to enhance energy intake is to increase the energy density of the diet with fat. Convenient starter diets are typically low in fat. Most previous studies have either compared high-starch to high-fiber starter diets or investigated effects of fat supplementation on rumen environment and growth performance whereas our interest is in growth responses to diets differing in starch, NDF, and fat in calves. We hypothesize that a low-starch starter feed in which starch is substituted by fiber and fat will support growth performance similar to a traditional high-starch starter concentrate and high-fiber, high-fat diet might also improve ruminal environment in calves. We also hypothesized that preference for certain type of starter would become apparent, providing an indication of which type of energy sources may be considered more palatable for calves and therefore recommended to formulate starter feed mixture. The objectives of our study was to investigate the effects of lipogenic starter (low-starch with high-fiber and high-fat content) in comparison with a glucogenic (high-starch) or mixture of glucogenic and lipogenic starters on growth performance, ruminal fermentation, as well as blood metabolites of dairy calves during the first 70 d of life.

Materials and Methods In first experiment, thirty Holstein female calves (4 d of age; 41.0 ± 4.0 kg of BW), randomly assigned by BW to one of the three dietary treatments. Treatments consisted of (1) a high starch starter feed containing corn and barley grain (glucogenic); (2) a high fiber and fat starter feed containing soybean hulls, corn germ meal, sugar beet pulp, wheat bran, full fat soybean, and vegetable oil (lipogenic); and (3) a starter feed containing mixture of diets 1 and 2 (MIX). Starter intakes were measured daily and all the calves were weighed at birth and subsequently every 7 d until the end of the experiment. Feed efficiency was calculated as the weight gain to feed intake ratio (kg/kg). In addition, the structural growth indices were measured on d 4, at weaning and at the end of the study. Blood samples from each calf were collected at 35 and 70 d to determine glucose, BUN, and β -hydroxybutyrate. Ruminal fluid was obtained 2 h after offering the morning feed at 35 and 70 d to determine the rumen pH and concentration of volatile fatty acids. Data were analyzed as a completely randomized design using a repeated-measures mixed model (PROC MIXED) of SAS software. In second experiment, 20 Holstein female calves fed a standard ration until 70 days of age. Three days after weaning, each calf was involved in a pairwise preference test between glucogenic and lipogenic diets. For each calf in each

1. PhD Student of Animal Science, Animal Science Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran.

2. Associate Professor, Animal Science Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran.

3. Animal Science Department, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

(* - Corresponding Author Email: m.sari@asnrkh.ac.ir)

DOI:10.22067/ijasr.v12i4.82328

pairwise preference test, preference ratio was calculated as the consumption of one feed as a percentage of the consumption of both feeds in the test. Preference ratios were compared for a difference from 0.5 (lack of preference) using t-tests. The feed type was assigned +1 if it was preferred, -1 if it was not preferred, and 0 if the preference ratio in a pairwise preference test did not differ from 0.5. Total preference scores were used as an indicator of overall preference rank of individual feed type.

Results and Discussion Results of the first experiment showed that dry matter intake was higher in the MIX diet group in the post weaning period than the other groups and a tendency to increase dry matter intake was observed throughout the study period. Average daily gain, feed efficiency, body weight, and skeletal growth were not different between treatments. Blood glucose (day 35 and 70) and plasma β -hydroxybutyric acid concentration (day 70) were higher in calves fed the glucogenic and lipogenic diet, respectively, compared to the other treatments. Rumen fluid pH and acetate concentration in calves fed the lipogenic diet were higher than those fed the glucogenic and MIX diets. The second experiment showed that calves preferred the lipogenic diet over the glucogenic diet.

Conclusion The results from this study showed that providing MIX diet rather than glucogenic and lipogenic diets increased post weaning intakes of starter without improving ADG and final BW. The results of the preference test clearly indicate that lipogenic diet is a highly palatable feed for recently weaned dairy calves, whereas glucogenic diet is less preferred. Given the positive trend observed in MIX feed diet, this diet seems to be recommendable for farm application. Whether the effects of energy source in early life could have long-term consequences on growth and milk yield are not known and warrant further research.

Key words: Energy sources, Growth performance, Starch concentration, Starter feed.