دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

تاثیر سطوح مختلف چگالی ذرت پرک شده (ورقه شده) بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

صفورا جباری[۱]، جمال سیف دواتی[۲]، غلامرضا قربانی[٤]، حسین عبدی بنمار[۳]، رضا سید شریفی[۳] و رقیه ولیزاده[٥]

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی
۲- دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، (نویسنده مسوول: jseifdavati@uma.ac.ir)
۳- دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی
۴- استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۵- دانش‌آموخته دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی
تاریخ ارسال: ۹۹/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۱
صفحه: ۴۴ تا ۵۳

چکیده

اثر سطوح مختلف چگالی ذرت پرک شده بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای ٤٨ رأس گوساله شیرخوار نژاد هلشتاین با میانگین وزنی (۱/۲۰±۳۸/۵) کیلوگرم در قالب ٤ تیمار و ۱۲ تکرار به‌مدت ۷۰ روز بررسی شد. تیمارها شامل دانه ذرت به شکل آردی (شاهد)، دانه ذرت پرک‌شده با چگالی ۳۰۰، دانه ذرت پرک شده با چگالی ۳۵۰ و دانه ذرت پرک شده با چگالی ٤۰۰ گرم بر لیتر بودند. گوساله‌ها در ٥٦ روزگی از شیرگیری شدند و مصرف روزانه خوراک آغازین و وزن بدن تا ۷۰ روزگی اندازه‌گیری شد. اثر تغذیه تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن و مصرف ماده خشک گوساله‌ها معنی‌دار نبود. نتایج حاصل از این تحقیق اثر معنی‌دار تیمارهای مورد آزمایش بر غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه و تری‌گلیسرید خون را نشان داد (p<۰/۰۵). چگالی ۳۵۰ گرم بر لیتر ذرت پرک شده (تیمار ۳) بالاترین غلظت تری‌گلیسرید، پروپیونیک و بوتیریک اسید و تیمار حاوی ذرت پرک‌شده با چگالی ۳۰۰ گرم (تیمار ۲) بر لیتر بیشترین میزان استیک اسید را به‌خود اختصاص دادند. بالاترین غلظت آی-والریک (i-VA) اسید متعلق به تیمار شاهد (فرم آردی دانه ذرت) بود. اثر دوره نمونه‌برداری بر پارامترهای عملکردی، خونی، رشد اسکلتی و در بین اسیدهای چرب فرار شکمبه استیک و ایزومرهای والریک اسید معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). بر اساس نتایج این تحقیق عمل‌آوری دانه ذرت با چگالی ۳۵۰ گرم بر لیتر نسبت به دیگر چگالی‌ها پاسخ عملکردی بهتری در ارتباط با اغلب پارامترهای مورد بررسی داشت و بدون داشتن تأثیر منفی بر عملکرد گوساله‌ها قادر به بهبود برخی پارامترهای عملکردی، خونی و شکمبه‌ای گوساله‌ها بود.

واژه‌های کلیدی: چگالی، ذرت پرک‌شده، عملکرد، گوساله شیرخوار

مقدمه

انتقال سریع‌تر گوساله‌ها از دوره ابتدایی رشد (حالت تک‌معده‌ای) به مرحله بعدی تکامل دستگاه گوارش یعنی تبدیل شدن به یک موجود نشخوارکننده بسیار حائز اهمیت است (۲۰،۳). در این راستا دانه غلات و خوراک‌های حاوی کربوهیدرات از مهمترین منابع خوراکی مؤثر در تحریک رشد و تکامل دستگاه گوارش و نیز جمعیت میکروبی موجود در آن به‌حساب می‌آیند. دلیل این امر تولید محصولاتی نظیر اسیدهای چرب فرار در اثر مصرف این ترکیبات و انجام فرآیند تخمیر در محیط شکمبه توسط میکروفلورای آن است که نقش بسزائی درتکامل و توسعه دستگاه گوارش بر عهده دارند (۲۹،۳). گلوکز خون در گوساله‌هایی که مرحله تک‌معده‌ای بودن را به‌سوی نشخوارکنندگی طی می‌کنند بسیار مهم است و می‌تواند روند توسعه دستگاه گوارش گوساله‌ها را از مرحله پیش‌نشخوارکنندگی به نشخوارکنندگی توجیه کند. گلوکز خون همچنین نشان می‌دهد که گوساله‌ها تا چه حد از نیاز انرژی خود را از آن و تا چه حد از اسیدهای چرب فرار مثل اسید پروپیونیک که خود پیش‌ساز گلوکز است تامین می‌کنند. دانه‌های غلات دارای پوشش غیرقابل نفوذی در مقابل میکروب‌ها و هضم می‌باشند که اغلب میکروب‌ها نمی‌توانند از این لایه عبور کنند، بنابراین عمل‌آوری دانه غلات پیش از تغذیه باعث بهبود هضم خواهد شد (۳۵،۴). بر این اساس، عمل‌آوری غلات می تواند باعث استفاده بهینه از آن‌ها شده، اتلاف مواد مغذی را کاهش داده و نیز یکی از عوامل مهم مؤثر بر مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی است، که در نتیجه منجر به استفاده دام از خوراکی متعادل‌تر می‌شود (۱۳). به‌طوری که در تحقیق قورچی و همکاران (۱۴) تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام و کل پروتئین محلول با ورقه‌کردن دانه ذرت با بخار بالاتر شده بود. امروزه روش‌های مختلف عمل‌آوری دانه غلات در سراسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فرآیندها بسته به شرایط و مراحل انجام، تغییرات مختلف و متفاوتی از لحاظ شکل فیزیکی و قابلیت هضم و دسترسی مواد مغذی بر روی دانه غلات ایجاد می‌کنند. به‌علاوه، عمل‌آوری و تغییر در اندازه غذا می‌تواند بر روی برخی از صفات تولیدی و عملکردی دام تأثیر بگذارد (۷). حسین‌زاده و همکاران (۱۷) نشان دادند که تیمار غلطک‌زده شده با بخار + مخمر از روش‌های مختلف عمل‌آوری می‌تواند ارزش تغذیه‌ای دانه جو را با افزایش توده میکروبی و بازده آن بهبود دهد. در پژوهش قربانی و همکاران (۱۶) استفاده از پرتوتابی برای عمل‌آوری منابع پروتئینی با ارزش به‌منظور عبوری کردن آن‌ها و نیز بر منابع غلات به‌منظور افزایش بهره‌گیری از آن‌ها توصیه شده است. همچنین عمل‌آوری

غلات با اندازه ذرات بزرگتر موجب ترغیب شروع مصرف خوراک در گوساله‌ها و در نتیجه باعث تکامل سریعتر شکمبه، از شیرگیری زودتر و افزایش وزن بیشتری را در پی دارد.

فرانکلین و همکاران (۱۱) تأثیر دو شکل مختلف جیره را در عملکرد گوساله‌های شیری نژاد هلشتاین مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد گوساله‌هایی که با خوراک بافت‌دار شده (آجیلی) تغذیه شده بودند نسبت به گوساله‌هایی که خوراک حبه مصرف کرده بودند، افزایش وزن بیشتری داشتند. کوردال و همکاران (۸) اثر سطوح مختلف علوفه با ۷/۵ و ۱۵ درصد و فرم فیزیکی جیره‌های شروع کننده زبر و آردی را بر رشد و توسعه شکمبه گوساله‌ها بررسی کردند. دریافتند که خوراک زبر نسبت به خوراک آردی افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل غذایی بهتری و بدون تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک در گوساله‌ها داشتند.

در پژوهشی توسط افشار و همکاران (۱) فرآیند پرک‌کردن دانه جو بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره‌ها تأثیری نداشته لیکن برخی از فراسنجه‌های شکمبه را تحت تأثیر قرار داده است و مقادیر نیتروژن آمونیاکی برخی از ساعات نمونه‌برداری در جیره‌های محتوی جو پرک شده بیشترین مقدار بوده‌اند. بر این اساس، یکی از بهترین روش‌های عمل‌آوری برای بالا بردن ارزش کیفی و افزایش بهره‌وری دانه‌های غلات، به‌خصوص جو و ذرت Steam flaking یا روش پرک‌کردن با بخار آب می‌باشد و می‌توان چگالی‌های متفاوتی از دانه غله پرک‌شده به‌وجود آورد. با توجه به مطالب عنوان شده و لزوم مطالعه اثرات روش‌های مختلف عمل‌آوری غلات بر عملکرد گوساله‌های شیری هدف از این مطالعه بررسی استفاده از چگالی‌های متفاوت ذرت پرک شده در خوراک آغازین بر پارامترهای عملکردی، شکمبه‌ای و متابولیت‌های خونی گوساله‌های شیری بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در واحد کشت و صنعت و دامپروری پگاه فارس واقع در شهرستان مرودشت استان فارس انجام شد. در مطالعه حاضر اثر سه سطح چگالی ذرت پرک شده با بخار (۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ گرم در لیتر) بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای ۴۸ رأس گوساله شیرخوار هلشتاین (وزن بدن ۱/۲۰±۳۸/۵ کیلوگرم) به‌طور انفرادی در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار و ۱۲ تکرار بررسی شد. گوساله‌ها از سن چهارروزگی تا ۷۰ روزگی بر اساس وزن تولد و به‌طور تصادفی در یکی از تیمارهای زیر قرار داده شدند: تیمار دانه ذرت آردی (شاهد)، تیمار دانه ذرت پرک‌شده با بخار با چگالی ۳۰۰ گرم بر لیتر ، تیمار دانه ذرت پرک شده با بخار با چگالی ۳۵۰ گرم بر لیتر و تیمار دانه ذرت پرک‌شده با بخار با چگالی ۴۰۰ گرم بر لیتر. تمام گوساله‌های شیرخوار، خوراک آغازین مربوط به‌خود را از روز اول آزمایش دریافت کردند (جدول ۱).

ثبت داده‌ها

با توجه به تغذیه گوساله‌ها به‌صورت انفرادی در طول دوره آزمایشی، میزان خوراک مصرفی به‌صورت روزانه محاسبه شد. بدین منظور مقدار خوراک ریخته‌شده در سطل هر گوساله به‌طور روزانه ثبت شده و باقیمانده خوراک هر روز، صبح روز بعد جمع‌آوری و توزین می‌شد و سپس خوراک تازه در سطل غذا ریخته می‌شد. دوره‌های وزن‌کشی به فاصله ۱۰ روزه بودند به‌طوری که وزن بدن با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۵۰ گرم وزن شد. رشد اسکلتی گوساله‌ها (طول بدن، ارتفاع بدن از جدوگاه و کپل، محیط شکم و دور قفسه سینه) با استفاده از متر استاندارد در سه دوره در فاصله روزهای صفر، ۵۶ و ۷۰ اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های خون از طریق ورید گردنی با استفاده از ونوجکت‌های بدون ماده ضد انعقاد در دو دوره در روزهای ۵۶ و ۷۰ روزگی گرفته شد. لوله‌های خون در ۳۰۰۰× g دور به‌مدت ۱۰ دقیقه برای جداسازی سرم سانتریفیوژ شدند. نمونه‌های سرم تا زمان اندازه‌گیری صفات مورد نظر، در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگه‌داری شدند. فراسنجه‌های خون شامل گلوکز، تری گلیسرید، نیتروژن اوره‌ای و بتا هیدروکسی بوتیرات با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی و دستگاه اتوآنالایزر سنجش شدند.

همچنین، دو دوره اخذ شیرابه شکمبه در سن ۳۵ و ۷۰ روزگی بود به‌طوری که نمونه‌های مایع شکمبه بین ساعت ۱۳ تا ۱۴:۳۰ از طریق دهان به‌وسیله خلا گرفته شد. نمونه‌ها با پارچه متقال چهار لایه صاف شدند. سپس میزان pH نمونه اندازه‌گیری شد و به‌منظور توقف تخمیر به هر میلی‌لیتر آن۲۰ میکرولیتر اسید سولفوریک ۵۰ درصد اضافه شده و داخل لوله فالکونر ۱۰ میلی‌لیتر در فریزر ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. اسیدهای چرب فرار نمونه‌ها پس از یخ‌گشایی و آماده‌سازی توسط دستگاه گاز گروماتوگرافی اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- جیره پایه و ترکیب شیمیایی جیره گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

Table 1. Basic ration and the composition of the diet of Holstein suckling calves

اجزاء جیره (درصد ماده خشک)	تیمارهای آزمایشی			
	دانه ذرت آردی	دانه ذرت پرک‌شده با بخار		
		چگالی ۳۰۰	چگالی ۳۵۰	چگالی ۴۰۰
دانه ذرت آسیاب‌شده	۶۵/۲	–	–	–
دانه ذرت پرک‌شده با بخار	–	۶۴/۷	۶۴/۷	۶۴/۷
کنجاله سویا	۲۹/۸	۳۰/۳	۳۰/۳	۳۰/۳
پیش مخلوط معدنی نمک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مواد معدنی[۱]	۱	۱	۱	۱
سدیم بی‌کربنات	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
ویتامین[۲]	۱	۱	۱	۱
بنتونیت	۱	۱	۱	۱
ترکیب شیمیایی				
ماده خشک (درصد)	۹۱/۵۹	۹۲/۶	۹۲/۵	۹۲/۳
انرژی قابل متابولیسم[۳] (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)	۳/۰۳	۳/۰۴	۳/۰۴	۳/۰۲
پروتئین خام (درصد ماده خشک)	۲۰/۱۵	۲۰/۱۲	۲۰/۱۲	۲۰/۱۲
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک)	۱۰/۶۳	۱۰/۶۵	۱۰/۶۵	۱۰/۶۵
کربوهیدرات غیرفیبری[۴] (NFC)	۶۰/۷۲	۶۰/۸۸	۶۰/۸۷	۶۰/۹۱
چربی خام (درصد ماده خشک)	۲/۸۰	۲/۷۵	۲/۷۸	۲/۷۹
خاکستر خام (درصد ماده خشک)	۸/۰۰	۸/۰۵	۸/۰۹	۸/۱۱
کلسیم (درصد ماده خشک)	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸۱	۰/۸۲
فسفر (درصد ماده خشک)	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۷

۱- ترکیب مکمل معدنی: کلسیم ۱۹۵ گرم؛ فسفر ۹۰ گرم؛ منیزیم ۹۰ گرم؛ سدیم ۵۵ گرم؛ روی۳ گرم؛ آهن۰/۳ گرم؛ منگنز ۲ گرم؛ مس ۰/۲۸ گرم؛ کبالت ۰/۱ گرم؛ سلنیوم ۱ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدانت ۰/۴ گرم.

۲- ترکیب مکمل ویتامین: ویتامین آ، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم؛ ویتامین ایی، ۰/۱ گرم در کیلوگرم؛ ویتامین د ۳، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم.

۳- محاسبه‌شده براساس شورای تحقیقات ملی (۲۷).

[۴] NFC = 100 − (%NDF + (%CP − %NDIP) + %Fat + %Ash (۲۷).

تجریه و تحلیل آماری داده‌ها

نتایج آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ آنالیز شدند. برای داده‌های با تکرار در فواصل زمانی آنالیز به‌صورت Repeated measurement رویه MIXED و داده‌های بدون تکرار با رویه GLM آنالیز گردید. همچنین با توجه به معنی‌داری وزن اولیه گوساله‌ها برای صفت وزن نهایی کوواریت شدند. مدل آماری به‌صورت:

$$Y_{ijkl}=\mu+T_i+P_j+S_k+TP_{ij}+e_{ijkl}$$

بود، که در آن Y_{ijkl}: مقادیر مشاهده تیمار، μ: میانگین، T_i: اثر تیمار، P_j: اثر دوره زمانی، S_k: اثرجنس، TP_{ij}: اثر متقابل تیمار و دوره و e_{ijkl}: اثر خطای آزمایش بود.

نتایج و بحث

مطابق جدول ۲ اثر تغذیه تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن، مصرف استارتر و مصرف ماده خشک گوساله‌های شیرخوار هلشتاین معنی‌دار نبود. در مقابل، پارامترهای مورد مطالعه در دوره‌های نمونه‌برداری تفاوت آماری معنی‌داری نشان دادند ($p<۰/۰۵$). به گونه‌ای که بالاترین افزایش وزن گوساله‌ها و بیشترین میزان مصرف استارتر و ماده خشک با افزایش دوره‌های نمونه‌برداری روند رو به افزایشی داشتند. بالاترین افزایش وزن و مصرف استارتر و ماده خشک در دوره آخر نمونه‌برداری و کمترین میزان در دوره اول نمونه‌برداری بود. اثر متقابل تیمار و دوره نمونه‌برداری معنی‌دار نبود.

گزارش‌های مطالعات مختلف در ارتباط با اثرات شکل فیزیکی استارتر بر عملکرد گوساله‌ها متغیر هستند (۳۴). نتایج حاصل از این پژوهش عدم تأثیر معنی‌دار چگالی‌های مختلف ذرت پرک‌شده بر خصوصیات عملکردی گوساله‌های شیرخوار را نشان داد. تغییر فرم ذرت از آردی به فرم پرک تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن، مصرف استارتر و مصرف ماده خشک تأثیر معنی‌داری نداشت. با این وجود، گوساله‌های تغذیه‌شده با فرم آردی ذرت افزایش وزن، مصرف استارتر و ماده خشک بالاتری داشتند. مشابه یافته‌های پژوهش حاضر، پونس و همکاران (۲۹) در بررسی اثرات چگالی‌های مختلف ذرت فلیک‌شده بر گاوهای گوشتی عدم تأثیر چگالی‌های مختلف ذرت فلیک شده بر افزایش وزن روزانه، مصرف ماده خشک و ضریب تبدیل غذایی گاوها را گزارش نمودند. چندین مطالعه کاهش در مصرف ماده خشک در نتیجه عمل‌آوری ذرت را نشان داده‌اند (۳۷،۳۰،۶). زین و همکاران (۳۷) کاهش در افزایش وزن روزانه در نتیجه تغذیه ذرت پرک شده با چگالی ۳۰۰ در مقابل ۳۶۰ یا ۴۲۰ گرم بر لیتر را گزارش

نمودند که به pH پایین شکمبه و در نتیجه کاهش مصرف ماده خشک به‌علت تغذیه چگالی پایین‌تر را گزارش نمودند. هالز و همکاران (۱۵) نیز تمایل به کاهش مصرف ماده خشک در آغاز تغذیه چگالی پایین ذرت پرک‌شده را گزارش نمودند. یافته‌های زین و همکاران (۳۷) در تضاد با نتایج مطالعه حاضر است که در آن چگالی بالاتر ذرت پرک‌شده افزایش وزن کمتری را در بین گروه‌های تیماری داشت. تفاوت در نتایج می‌تواند به تنوع در اقلام خوراکی جیره و نسبت‌های آن‌ها مرتبط باشد. عنوان شده زمانی‌که استارتر اقلام مشابه و مواد مغذی یکسانی داشته باشد تا زمانی که جیره مقادیر قابل توجهی ذرات ریز داشته باشد که مصرف و افزایش وزن روزانه را کاهش دهد، عمل‌آوری تأثیری بر عملکرد گوساله نخواهد داشت (۴).

مصرف ماده خشک با میزان توسعه شکمبه گوساله‌ها مرتبط بوده و فرم فیزیکی استارتر می‌تواند توسعه شکمبه را از طریق اثرگذاری بر تخمیر شکمبه‌ای تحت‌تأثیر قرار دهد. حتی نرخ عبور مواد فاز جامد شکمبه نیز می‌تواند با توجه به فرم فیزیکی استارتر متفاوت باشد (۲۸). شکل فیزیکی می‌تواند مزه، خاک آلودگی و خوشخوراکی استارتر را تحت تأثیر قرار داده و بدین‌ترتیب مصرف ماده خشک و قابلیت هضم تحت تأثیر قرار گیرد (۹) گوساله‌ها عموماً علاقه‌ای به خوراک با آسیاب ریز که می‌تواند خوش‌خوراکی و مصرف را کاهش دهد ندارند (۴).

اثر تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل غذایی گوساله‌های شیرخوار معنی‌دار نبود. لیکن بین دوره‌ها وزن‌کشی به فاصله ۱۰ روزه اختلاف معنی‌داری را نشان داد. به‌عبارتی ضریب تبدیل غذایی گوساله‌های شیرخوار بهبود یافته و بهتر شده بود. محققین دلیل این امر را افزایش در افزایش وزن دوره در نتیجه تغذیه ذرت پرک‌شده با چگالی بالاتر از ۳۰۰ گرم بر لیتر را گزارش نمودند که به pH پایین شکمبه و در نتیجه کاهش مصرف ماده خشک به‌علت تغذیه چگالی بالاتر را گزارش نمودند (۳۷). در مطالعه حاضر علی‌رغم افزایش سن همانند برخی محققین دریافت شد که خوراک زبر نسبت به خوراک آردی افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل غذایی بهتری و بدون تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک در گوساله‌ها داشته است (۸). زین و همکاران گزارش کرده است که استفاده از ذرت پرک‌شده با بخار در مقایسه با جو غلتک خورده با بخار در گوساله‌های پرواری ۶/۲ درصد کارایی خوراک را بهبود داده است (۳۷).

اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت تری‌گلیسیرید خون گوساله‌های شیرخوار معنی‌دار بود ($p<0/05$) (جدول ۳). بیشترین غلظت تری‌گلیسیرید خون متعلق به گوساله‌های تغذیه‌شده با استارتر حاوی چگالی ۳۵۰ گرم در لیتر ذرت پرک‌شده با بخار و تیمار شاهد بود.

گوساله‌های تیمار ۳۰۰ گرم در لیتر چگالی ذرت پرک‌شده با بخار کمترین غلظت تری‌گلیسیرید خون را به‌خود اختصاص دادند. دیگر فراسنجه‌های خونی مورد مطالعه تحت تأثیر چگالی ذرت پرک‌شده با بخار قرار نگرفتند و روند متغیری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت. غلظت فراسنجه‌های خونی در بین دوره‌های نمونه‌برداری دارای تفاوت آماری معنی‌دار بود ($p<0/05$). در دوره دوم نمونه‌برداری غلظت تری‌گلیسیرید، اوره و بتاهیدروکسی بوتیرات نسبت به دوره اول افزایش نشان داد. بتاهیدروکسی بوتیرات شاخصی از متابولیسم اسیدهای چرب فرّار به‌ویژه اسید بوتیریک دیواره شکمبه در نظر گرفته می‌شود. این ترکیب می‌تواند شاخصی از رشد و توسعه دیواره شکمبه باشد. عبادی و همکاران (۱۰) گزارش نمودند که با افزایش سن، میزان بتاهیدروکسی بوتیرات افزایش می‌یابد، این پژوهشگران دلیل افزایش را به افزایش کربوهیدارت‌های قابل تخمیر در شکمبه نسبت دادند.

جدول ۲- اثرات تیمارهای آزمایشی بر پارامترهای عملکردی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

Table 2. The effects of experimental treatment on performance parameters of Holstein suckling calves

		افزایش وزن (کیلوگرم)	مصرف استارتر (گرم)	مصرف ماده خشک (گرم) (شیر+ استارتر)	ضریب تبدیل خوراک
تیمار	شاهد (ذرت آردی)	۵۲/۹۰	۶۳۵/۷۳	۱۲۵۰/۹۴	۱/۶۵
	ذرت با چگالی ۳۰۰ گرم بر لیتر	۵۲/۸۵	۵۹۹/۰۶	۱۲۱۲/۸۷	۱/۶۱
	ذرت با چگالی ۳۵۰ گرم بر لیتر	۵۲/۸۰	۵۸۷/۶۲	۱۱۹۸/۳۳	۱/۵۹
	ذرت با چگالی ۴۰۰ گرم بر لیتر	۵۲/۴۳	۶۱۲/۶۵	۱۲۲۳/۳۷	۱/۶۳
	SEM	۰/۷۶۴	۲۵/۸۸۶	۲۵/۹۰۶	۰/۰۴۴
	p-value	۰/۹۷۱	۰/۵۹۴	۰/۵۲۶	۰/۸۵۰
دوره[1]	۱	۳۸/۵۹^{g}	۱۹/۳۹^{g}	۵۱۹/۴۰^{f}	۱/۴۴^{d}
	۲	۴۰/۲۲^{f}	۱۱۰/۶۲^{f}	۷۳۵/۶۲^{e}	۱/۴۱^{a}
	۳	۴۲/۵۶^{e}	۲۳۸/۰۴^{e}	۹۸۸/۰۴^{d}	۱/۳۱^{c}
	۴	۴۷/۱۷^{d}	۳۷۵/۴^{d}	۱۲۵۰/۴۰^{c}	۱/۳۶^{c}
	۵	۵۴/۵۰^{c}	۶۴۶/۰۸^{c}	۱۲۸۱/۸۷^{c}	۰/۸۰^{D}
	۶	۶۵/۲۸^{b}	۹۸۹/۴۶^{b}	۱۶۹۱/۹۶^{b}	۰/۷۹^{D}
	۷	۸۰/۸۷^{a}	۱۸۸۲/۳۵^{a}	۲۰۸۲/۳۵^{a}	۰/۶۱^{a}
	SEM	۰/۵۱۲	۲۱/۵۵۰	۲۱/۴۳۰	۰/۱۲
	p-value	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
تیمار× دوره		۰/۹۵۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۹۴

۱- دوره‌های وزن کشی به فاصله ۱۰ روزه بودند.

حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین تیمارهای آزمایشی در هر ستون می‌باشد ($p<0/05$).

این در حالی است که غلظت گلوکز خون گوساله‌ها با افزایش طول دوره آزمایشی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. اثر متقابل تیمار و دوره در ارتباط با گلوکز خون معنی‌دار بود.

همانند یافته‌های این آزمایش در مطالعه نجفی و همکاران (۲۶) نشان داده شد که از نظر عددی، مصرف دانه جو پرک شده سبب شد که غلظت گلوکز و اوره پلاسما در ۱ و ۷ ساعت بعد از خوراک‌دهی به‌ترتیب بیشتر و کمتر از دانه جو معمولی باشد که این وضعیت ممکن است به‌دلیل استفاده بهینه از انرژی و نیتروژن درموقع پرک کردن دانه غله بوده باشد. اندازه‌گیری نیتروژن اوره‌ای و گلوکز خون به‌ترتیب یک شاخصی از وضعیت پروتئین و انرژی در بدن حیوانات است لذا در آزمایش حاضر به نظر می‌رسد به‌علت شرایط تغذیه‌ای گوساله‌های مورد استفاده و نیز تامین غلظت مناسبی از انرژی و پروتئین و مشابه بودن مواد مغذی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها به‌طور کلی مشاهده نشد. (۲۵).

جدول ۳- اثرات تیمارهای آزمایشی فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین
Table 3. The effects of experimental treatment on blood metabolites of Holstein suckling calves

		فراسنجه‌های خونی (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)			
		گلوکز	تری گلیسیرید	اوره	بتاهیدروکسی بوتیرات
تیمار	شاهد (ذرت آردی)	۱۰۶/۲۷	۲۸/۱۹^{a}	۲۷/۰۵	۰/۲۸۷
	ذرت با چگالی ۳۰۰ گرم بر لیتر	۹۶/۶۵	۱۹/۱۹^{b}	۲۶/۱۷	۰/۲۸۱
	ذرت با چگالی ۳۵۰ گرم بر لیتر	۱۰۶/۶۵	۳۰/۳۲^{a}	۲۴/۴۳	۰/۲۸
	ذرت با چگالی ۴۰۰ گرم بر لیتر	۱۰۱/۴۴	۲۳/۴۰^{ab}	۲۴/۴۷	۰/۲۸
	SEM	۳/۳۹	۲/۶۹	۱/۲۱	۰/۰۲۵
	p-value	۰/۱۶۸	۰/۰۴۹	۰/۳۷۰	۰/۹۹۳
دوره[۱]	۱	۱۱۴/۶۳^{a}	۲۰/۸۱^{b}	۲۳/۳۱^{b}	۰/۱۷۶^{b}
	۲	۹۰/۸۷^{b}	۲۹/۷۵^{a}	۲۷/۷۵^{a}	۰/۳۸۷^{a}
	SEM	۲/۴۵	۱/۷۴	۰/۹۱	۰/۰۱۶
	p-value	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۸	<۰/۰۰۰۱
تیمار× دوره		۰/۰۱۸	۰/۴۸۴	۰/۲۲۹	۰/۸۴۷

۱- دوره‌های خون‌گیری در دو دوره در روزهای ۵۶ و ۷۰ روزگی بودند.
حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین تیمارهای آزمایشی در هر ستون می‌باشد (p<۰/۰۵).

جدول ۴- اثرات تیمارهای آزمایشی بر کمیت‌های رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین (سانتی‌متر)
Table 4. The effects of experimental treatment on skeletal growth parameters of Holstein suckling calves (cm)

		طول بدن	دور شکم	دور سینه	ارتفاع جدوگاه	طول هیپ	عرض هیپ
تیمار	شاهد (ذرت آردی)	۵۳/۷۸	۱۰۱/۵۰	۹۳/۱۴	۸۸/۱۷	۹۰/۳۳	۱۷/۵۹
	ذرت با چگالی ۳۰۰ گرم بر لیتر	۵۳/۸۸	۱۰۰/۸۱	۹۲/۸۳	۸۷/۶۰	۸۹/۵۰	۱۸/۱۲
	ذرت با چگالی ۳۵۰ گرم بر لیتر	۵۵/۲۸	۱۰۲/۵۳	۹۳/۵۸	۸۷/۴۷	۸۹/۷۱	۱۸/۰۷
	ذرت با چگالی ۴۰۰ گرم بر لیتر	۵۳/۰۶	۹۷/۸۶	۹۲/۳۰	۸۶/۸۲	۸۹/۱۴	۱۷/۷۷
	SEM	۰/۷۶۶	۱/۴۱۶	۰/۸۷۳	۰/۵۹۱	۰/۵۹۴	۰/۰۸۳
	p-value	۰/۱۶۵۵	۰/۱۱۵۹	۰/۷۳۹۳	۰/۵۱۳	۰/۵۹۳۳	۰/۰۸۲۷
دوره[۱]	۱	۴۵/۹۶^{c}	۸۱/۰۶^{c}	۸۰/۲۳^{c}	۸۰/۲۴^{c}	۸۱/۶۰^{c}	۱۵/۵۹^{c}
	۲	۵۵/۷۳^{D}	۱۰۴/۵۰^{D}	۹۶/۷۳^{D}	۸۹/۵۲^{D}	۹۲/۱۰^{D}	۱۷/۹۱^{D}
	۳	۶۰/۳۱^{a}	۱۱۶/۴۶^{a}	۱۰۱/۹۴^{a}	۹۲/۸۱^{a}	۹۵/۳۱^{a}	۲۰/۱۷^{a}
	SEM	۰/۴۵۹	۰/۸۷۰	۰/۵۲۱	۰/۳۳۶	۳۵/۹۲	۰/۱۰۶
	p-value	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
تیمار×دوره		۰/۴۶۶	۰/۳۰۳	۰/۹۷۱	۰/۵۳۲	۰/۰۰۰۵	۰/۱۹۴

۱- اندازه گیری کمیت‌های رشد اسکلتی در سه دوره در فاصله روزهای۰، ۵۶ و ۷۰ بودند.
حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین تیمارهای آزمایشی در هر ستون می‌باشد (p<۰/۰۵).

بر اساس مطالعات قاسمی‌نژاد و همکاران (۱۳) بین اشکال مختلف جیره (آردی، حبه، حبه مخلوط) از نظر میزان گلوکز خون اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. یافته‌های محققین فوق در توافق با نتایج مطالعه حاضر است که تفاوت معنی‌داری از نظر غلظت گلوکز خون بین تیمار شاهد (حاوی شکل آردی ذرت) با گروه‌های تیماری (حاوی شکل پرک ذرت) وجود نداشت. از دیگر سو، عنوان شده است که غلظت بالاتر پروپیونات در شکمبه منجر به غلظت بالاتر گلوکز خون می‌شود (۲۸). در مطالعه حاضر نیز غلظت بالاتر گلوکز تیمار با چگالی ۳۵۰ گرم بر لیتر هم‌سو با غلظت بالاتر پروپیونات در این گروه تیماری است. مطابق جدول ۴ اثر تیمارهای آزمایشی بر هیچ یک از کمیت‌های رشدی معنی‌دار نبود. در مقابل خصوصیات رشد اسکلتی تیمارهای آزمایشی در دوره‌های رکوردگیری معنی‌دار بود. با پیشروی دوره آزمایشی و رشد دام هر یک از خصوصیات رشدی روند رو به افزایشی داشتند. اثر متقابل تیمار و دوره در خصوص فراسنجه طول هیپ معنی‌دار بود.

سطح عمل‌آوری دانه و هم‌زمان اثر آن بر تولید اسیدهای چرب فرار ممکن است توسعه شکمبه را تحت تاثیر قرار دهد. علاوه بر این، افزایش قابلیت هضم نشاسته ناشی از عمل‌آوری، ممکن است در گوساله‌های جوان رشد را بهبود ببخشد (۲۲). رشد بیشتر دام به قابلیت هضم بیشتر مواد

مغذی و در نتیجه فرامی بیشتر انرژی برای رشد دام می‌تواند مرتبط بوده و به‌نظر می‌رسد تیمار ۳۵۰ گرم بر لیتر چگالی ذرت پرک در مقایسه با دیگر گروه‌های تیماری تأثیر بهتری بر رشد گوساله‌های مورد آزمایش به‌ویژه رشد طول بدن، دور شکم و دور سینه داشته است. در توافق با نتایج پژوهش حاضر، ژانگ و همکاران (۳۶) گزارش نمودند که عمل‌آوری دانه ذرت و سویای استارتر گوساله‌ها تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات رشد اسکلتی گوساله‌ها نداشت. علاوه بر این، محققین دیگری همچون شان و همکاران (۳۲) و عبدل القدیر و موریل (۲) نیز در مطالعه عمل‌آوری سورگوم به روش پرک‌کردن در جیره استارتر گوساله‌ها عدم تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر کمیت‌های رشد اسکلتی گوساله‌ها را گزارش نمودند.

برخلاف نتایج مطالعه پیش‌رو، ژانگ و همکاران (۳۶) در بررسی اثرات عمل‌آوری ذرت و سویا بر گوساله‌ها گزارش نمودند غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما به‌وسیله فرم فیزیکی و نوع عمل‌آوری دانه ذرت و سویا تحت تأثیر قرار گرفته است و بیان داشتند بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسمای گوساله‌های تغذیه‌کننده ذرت و سویای آسیاب‌شده و پرک‌شده درمقابسه با ذرت و سویای اکسترود شده در هفته‌های ۶ تا ۱۳ بالاتر بود. مک‌گاوین و موریل (۲۳) نشان دادند که افزایش در بتاهیدروکسی بوتیرات به‌میزان زیادی با دسترسی استارتر گوساله‌ها مرتبط است و عمل‌آوری اجزای استارتر موجب افزایش دسترسی آن‌ها برای هضم می‌شود. ژانگ و همکاران (۳۶) همچنین بیان داشتند غلظت گلوکز پلاسمای گوساله‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت اما با افزایش سن گوساله‌ها کاهش یافت. این گزارش در توافق با نتایج پژوهش حاضر است.

اثرات تغذیه تیمارهای آزمایشی بر pH محتویات شکمبه گوساله‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۵). در طول دوره مطالعه، pH شکمبه بین ۵/۲ تا ۵/۵ متغیر بود. این با نتایج دیگران مطابقت دارد (۲۳،۲۰) که گزارش دادند که pH در شکمبه گوساله‌های شیری در ۷۰ روزگی اول از ۶/۰۰ تجاوز نمی‌کند. از نظر عددی بالاترین و پایین‌ترین pH به‌ترتیب در تیمارهای ۳۵۰ و ۴۰۰ گرم بر لیتر ذرت پرک‌شده مشاهده شد. برخلاف pH شکمبه، غلظت اسیدهای چرب فرار مورد مطالعه در بین گروه‌های تیماری دارای تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۵). به‌طوری که به غیر از ایزومر ان-والریک اسید (n-VA) استیک اسید، پروپیونیک، ان-بوتیریک و آی-والریک (i-VA) اسید توسط تیمارهای آزمایشی تحت تأثیر قرار گرفت و بالاترین غلظت اسیدهای چرب استیک، پروپیونیک متعلق به گروه تیماری با چگالی ۴۰۰ گرم برلیتر و بوتیریک در تیمار ۳۵۰ گرم بر لیتر بالاتر بود ($p<0/05$)، که ممکن است میزان هضم بیشتر خوراک استارتر در شکمبه را نشان دهد. بر اساس تئوری اکسیداسیون کبدی، افزایش تشکیل پروپیونات در شکمبه و اکسیداسیون این سوخت در کبد منجر به هیپوفاژی (۲۰،۱۱) در گوساله‌های خوراک استارتر گروه تیماری با چگالی ۴۰۰ گرم برلیتر است. اثر دوره نمونه‌برداری بر غلظت استیک، آی-والریک و ان-والریک اسید معنی‌دار بود. مشابه نتایج مطالعه حاضر، پونس و همکاران (۲۹) عدم تأثیر معنی‌دار چگالی استارتر بر فراسنجه‌های شکمبه از جمله pH و نسبت‌های مولار اسیدهای چرب فرار را گزارش نمودند. این محققین عنوان داشتند علیرغم تفاوت در غلظت‌های نشاسته در دسترس، میانگین pH شکمبه‌ای در طی دوره آزمایشی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. عمل‌آوری بیشتر غلات موجب افزایش میزان نشاسته در دسترس و در نتیجه کاهش pH را در پی دارد (۲۹)، که در تضاد با یافته‌های مطالعه حاضر در pH پایین‌تر گروه تیماری دارای چگالی بیشتر دانه ذرت می‌باشد. فرانکس و همکاران (۱۲) و هینمن و همکاران (۱۸) گزارش نمودند تغذیه دانه سورگوم پرک‌شده موجب تولید مقادیر بالاتر اسیدهای چرب فرار شکمبه‌ای بیشتر در مقایسه با گروه تغذیه‌شده با سورگوم آسیاب‌شده گردید. گزارش این محققین با نتایج مطالعه ما دارای همخوانی است. رینهارت و همکاران (۳۰) افت بیشتر pH را در گاوهای تغذیه‌شده با دانه سورگوم دارای عمل‌آوری بیشتر را گزارش نمودند. به‌طور مشابهی، زین و همکاران (۳۷) کاهش خطی pH شکمبه را با کاهش چگالی دانه ذرت پرک گزارش نمودند. خان و همکاران (۲۱) pH پایین‌تر شکمبه در گوساله‌های تغذیه‌شده با استارتر دارای بافت برجسته حاوی ۳۷ ٪ غلات عمل‌آوری‌شده را گزارش نمودند. در مطالعه دو و همکاران (۹) pH شکمبه، نیتروژن آمونیاکی و غلظت کل اسیدهای چرب فرار به‌وسیله شکل فیزیکی استارتر تحت تأثیر قرار نگرفت. بر خلاف نتایج مطالعه حاضر غلظت گلوکز خون تفاوتی بین گروه‌های تیماری نداشت.

گوساله تغذیه‌شده با ذرت پرک‌شده با بخار تمایل به ضخامت بیشتر دیواره شکمبه در مقایسه با گوساله‌های تغذیه‌شده با ذرت کامل داشتند (۲۲). این مشاهدات نشان می‌دهد که پرک‌کردن با بخار باعث می‌شود کربوهیدرات‌ها به آسانی در دسترس قرار گرفته و به سرعت تخمیر شده و تولید پروپیونات و بوتیرات کند، که متعاقباً باعث تحریک رشد پرزهای شکمبه می‌شود. افزایش مصرف خوراک سبب افزایش کربوهیدرات‌های قابل تخمیر در شکمبه شده که با فعالیت کتوژنز دیواره شکمبه، غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات افزایش می‌یابد (۲۰). گزارش شده است پرک کردن با بخار نرخ و توسعه تخمیر شکمبه را افزایش می دهد، زیرا که غلظت اسیدهای چرب فرار خون و شکمبه در گوساله‌های تغذیه‌شده با ذرت پرک‌شده با بخار بیشتر گزارش گردید و کمترین مقدار مربوط به گوساله‌های تغذیه‌شده با ذرت کامل بود (۲۲). میرزائی و همکاران (۲۴) گزارش نمودند که استاتر دارای بافت برجسته مقادیر بالاتری از اسیدهای چرب فرار شکمبه‌ای را در مقایسه با استارتر آردی داشت این گزارش هم‌سو با یافته‌های پژوهش حاضر است. ریبریو و همکاران (۳۱) بیان داشتند که ذرات با اندازه ریز به‌دلیل افزایش سطح در تماس افزایش میزان تخمیر و نقاط اتصال آنزیم‌های میکروبی را به‌دنبال دارد. در نتیجه تغذیه استارتر آردی می‌تواند تولید مقادیر بالاتری از اسیدهای چرب فرار شکمبه‌ای را به‌دنبال داشته باشد که این مطلب با یافته‌ها مطالعه حاضر هم‌سو نمی‌باشد.

جدول ۵- اثرات تیمارهای آزمایشی بر غلظت اسیدهای چرب فرارشکمبه‌ای و pH محتویات شکمبه گوساله‌های شیرخوار هلشتاین (میلی‌مول بر لیتر)

Table 5. The effects of experimental treatments on ruminal volatile fatty acids concentration and ruminal content pH in Holstein suckling calves (mmol/l)

		اسید استیک	اسید پروپیونیک	اسید ان- بوتیریک	اسید آی والریک	اسید ان-والریک	pH
تیمار	شاهد (ذرت آردی)	۵۳/۶۷^{b}	۲۲/۹۸^{c}	۹/۸۵^{c}	۴/۷۷^{a}	۱/۴۰	۵/۴
	ذرت با چگالی ۳۰۰ گرم بر لیتر	۵۵/۶۲^{a}	۳۵/۴۱^{a}	۱۳/۰۱^{b}	۴/۵۲^{a}	۱/۳۱	۵/۳
	ذرت با چگالی ۳۵۰ گرم بر لیتر	۵۴/۷۹^{a}	۴۰/۱۳^{a}	۱۴/۱۵^{a}	۲/۱۷^{c}	۱/۴۴	۵/۵
	ذرت با چگالی ۴۰۰ گرم بر لیتر	۶۸/۷۲^{a}	۳۱/۴۷^{b}	۱۵/۴۳^{a}	۳/۹۳^{b}	۱/۴۴	۵/۲
	SEM	۰/۶۹۴	۱/۷۶	۰/۵۵۶	۰/۵۰۲	۰/۲۰۸	۰/۶
	p-value	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۹۷۰	۰/۵۴۴
دوره[۱]	۱	۵۲/۹۶^{b}	۳۰/۹۳	۱۳/۰۴	۴/۸۹^{a}	۱/۶۶^{a}	-
	۲	۶۳/۴۴^{a}	۳۴/۰۶	۱۳/۱۸	۲/۸۰^{b}	۱/۱۳^{b}	-
	SEM	۰/۴۹۱	۱/۲۵	۰/۳۹۳	۰/۳۵۶	۰/۱۴۷	-
	p-value	۰<۰/۰۰۰۱	۰/۰۹۶	۰/۷۹۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۲۳	-
تیمار* دوره		۰/۲۵۱	۰/۴۵۵	۰/۰۴۸	۰/۳۷۶	۰/۲۵۱	-

۱- دو دوره اخذ شیرابه شکمبه در سن ۳۵ و ۷۰ روزگی برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرارشکمبه‌ای و pH بودند.
حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین تیمارهای آزمایشی در هر ستون می‌باشد (p<۰/۰۵).

به‌طور کلی نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد ذرت پرک‌شده با چگالی‌های مختلف (۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ گرم بر لیتر) تأثیری بر افزایش وزن، مصرف استارتر و ماده خشک، رشد اسکلتی و اغلب فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیری نداشت اما موجب افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه، افزایش غلظت گلوکز و برخی فراسنجه‌های رشدی گوساله‌ها شد. در بین چگالی‌های مورد مطالعه دانه ذرت پرک‌شده، چگالی ۳۵۰ گرم بر لیتر نسبت به دیگر چگالی‌ها پاسخ عملکردی بهتری در ارتباط با اغلب فراسنجه‌های مورد بررسی داشت. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد عمل‌آوری دانه ذرت در جیره استارتر گوساله‌های شیری بدون داشتن تأثیر منفی بر عملکرد گوساله‌ها قادر به بهبود برخی فراسنجه‌های عملکردی، خونی و شکمبه‌ای گوساله‌ها است.

تشکر و قدردانی

از مدیریت و پرسنل شرکت کشت و صنعت و دامپروری پگاه فارس که در اجرای این طرح همکاری داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمائیم.

منابع

1. Afshar, S., M. Kazemi-Bonchenari and H.R. Ferdowsi. 2015. Effect of feeding whole or cracked barley grain accompanied by soybean meal or urea on nutrients digestibility and parameters of rumen in Mehraban sheep. Research on Animal Production, 6: 102-107.
2. Abdelgadir, I.E.O. and J.L. Morrill. 1995. Effect of processing sorghum grain on dairy calf performance. Journal of Dairy Science, 78: 2040-2046.
3. Baldwin, R.L., V.I.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(E Suppl.): E55-E65.
4. Bateman, H.G., T.M. Hill, J.M. Aldrich and R.L. Schlotterbeck. 2009. Effects of corn processing, particle size, and diet form on performance of calves in bedded pens. Journal of Dairy Science, 92: 782-789.
5. Beharka, A.A., T.G. Nagaraja, J.L. Morrill, G.A. Kennedy and R.D. Klemm. 1998. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. Journal of Dairy Science, 81: 1946-1955.
6. Brown, M.S., C.R. Krehbiel, G.C. Duff, M.L. Galyean, D.M. Hallford and D.A. Walker. 2000. Effect of degree of corn processing on urinary nitrogen composition, serum metabolite and insulin profiles, and performance by finishing steers. Journal of Animal Science, 78: 2464-2474.
7. Church, D.C. 1986. Livestock feeds and feeding. Second edition. Prentice Hall, Inc; Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 549 p.
8. Coverdale, J.A., H.D. Tyler, J.D. Quigley and J.A. Brumm. 2004. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. Journal of Dairy Science, 87: 2554-2562.
9. Du, C., L. Ma, Y.G. Zhen, A.F. Kertz, W.J. Zhang and D.P. Bu. 2020. Effects of different physical forms of starter on digestibility, growth, health, selected rumen parameters and blood metabolites in Holstein calves. Animal Feed Science and Technology, in press.

10. Ebadi, M., H. Abdi-Benemar, J. Seifdavati, R. Seyedsharifi, N. Hedayat Evrigh and S. Seifazadeh. 2019. The effect of soybean hull as a fiber source in suckling calves starter on performance, blood metabolites and nutrients digestibility. Iranian Journal of Animal Science, 50: 239-247.
11. Franklin, T., D.M. Amaral-Phillips, J.A. Jackson and A.A. Campbell. 2003. Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical forms of starter. Journal of Dairy Science, 86: 2145-2150.
12. Franks, L.G., J.R. Newsom, R.E. Renbarger and R. Totusek. 1972. Relationship of rumen volatile fatty acids to type of grain, sorghum grain processing method and feedlot performance. Journal of Animal Science, 35: 404-414.
13. Ghassemi Nejad, J., N. Torbatinejad1, A.A. Naserian, S. Kumar, J.D. Kim, Y.H. Song, C.S. Ra and K.I. Sung. 2012. Effects of processing of starter diets on performance, nutrient digestibility, rumen biochemical parameters and body measurements of Brown Swiss dairy calves. Asian- Australian Journal of Animal Science, 25(7): 980-987.
14. Ghoorchi, T., A. Jamshidy Rodbari and F. Kazemi. 2019. Evaluation of the protein characteristic of the processed corn using Norfor model. Research on Animal Production, 10(25): 25-30 (In Persian).
15. Ghorbani, B., T. Ghoorchi, P. Shawrang and S. Zerehdaran. 2017. Effects of different level of gamma irradiation on barley and soybean seeds on rumen degradation rate and performance of lambs. Research on animal production, 8: 58-67 (In Persian).
16. Hales, K.E., J.P. McMeniman, J. Leibovich, J.T. Vasconcelos, M.J. Quinn, M.L. May, N. Di Lorenzo, D.R. Smith and M.L. Galyean. 2010b. Effects of varying bulk densities of steam flaked corn and dietary roughage concentration on in vitro fermentation, performance, carcass quality, and acid-base balance measurements in finishing steers. Journal of Animal Science, 88: 1135-1147.
17. Hinman, D.D. and R.R. Johnson. 1974. Influence of processing methods on digestion of sorghum starch in high concentrate beef cattle rations. Journal of Animal Science, 39: 417-427.
18. Hosseinzadeh. H.A., J. Bayat Kuhsar, F. Ghanbari and F. Farivar. 2020. The effect of different physical and biological processing methods on chemical composition, gas production parameters and in vitro digestibility of barley grain. Research on Animal Production, 11: 46-56 (In Persian).
19. Karimi, M., H. Abdi-benemar, J. Seifdavati, S. Seifzadeh and M. Ramezani. 2020. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast and *Butyrate monoglycerides* on performance, blood parameters and nutrients digestibility in Holstein suckling calves. Research on Animal Production, 11: 59-66.
20. 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 Dairy Science, 90: 5259-5268.
21. 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 Dairy Science, 94: 3547-3553.
22. Lesmeister, K.E. and A.J. Heinrichs. 2004. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. Journal Dairy Science, 87: 3439-3450.
23. McGavin, M.D. and J.L. Morrill. 1976. Scanning electron microscopy of ruminal papillae in calves fed various amounts and forms of roughage. American Journal of Veterinay Research, 37: 497-508.
24. Mirzaei, M., M. Khorvash, G.R. Ghorbani, M. Kazemi-Bonchenari, A. Riasi, A. Soltani, B. Moshiri and M.H. Ghaffari. 2016. Interactions between the physical form of starter (Mashed versus textured) and corn silage provision on performance, rumen fermentation, and structural growth of Holstein calves. Journal of Animal Science, 94: 678-686.
25. Mohammadi, V., E. Anassori and S. Jafari. 2016. Measure of energy related biochemical metabolites changes during peri-partum period in Makouei breed sheep. Veterinary Research Forum, 7(1): 35-39.
26. Najafi, S., M.M. Tabatabaei, K. Zaboli, A. Ahmadi and A.A. Saki. 2017. Interaction between barley grain processing and source of dietary nitrogen on digestibility, nitrogen metabolism and microbial protein synthesis in Mehraban sheep. Animal Production Research, 6: 39-51.
27. National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh ed. National Academic Science, Washington, DC.
28. Oh, Y.K., J.S. Eun, S.C. Lee, G.M. Chu, S.S. Lee and Y.H. Moon. 2015. Responses of blood glucose, insulin, glucagon, and fatty acids to intraruminal infusion of propionate in Hanwoo. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 28: 200-206.
29. Ponce, C.H., E.M. Domby, U.Y. Anele, J.S. Schutz, K.K. Gautam and M.L. Galyean. 2013. Effects of bulk density of steam-flaked corn in diets containing wet corn gluten feed on feedlot cattle performance, carcass characteristics, apparent total tract digestibility, and ruminal fermentation. Journal of Animal Science, 91: 3400-3407.
30. Reinhardt, C.D., R.T. Brandt, K.C. Behnke, A.S. Freeman and T.P. Eck. 1997. Effect of steam-flaked sorghum grain density on performance, mill production rate, and subacute acidosis in feedlot steers. Journal of Animal Science, 75: 2852-2857.

31. Ribeiro, G.O., A. Badhan, J. Huang, K.A. Beauchemin, W. Yang, Y. Wang, A. Tsang and T.A. McAllister. 2018. New recombinant fibrolytic enzymes for improved in vitro ruminal fiber degradability of barley straw. Journal of Animal Science, 96: 3928-3942.
32. Schun, J.D., J.O.A. Lima, W.H. Hale and B. Theurer. 1970. Steam processed flaked grains versus steam-rolled grains for dairy calves. Journal of Dairy Science, 53: 475-479.
33. Suárez, B.J., C.G. Van Reenen, W.J.J. Gerrits, N. Stockhofe and J. Dijkstra. 2006. Effects of Supplementing Concentrates Differing in Carbohydrate Composition in Veal Calf Diets: II. Rumen Development. Journal of Dairy Science, 89: 4376-4386.
34. Terré, M., L. Castells, M.A. Khan and A. Bach. 2015. Interaction between the physical form of the starter feed and straw provision on growth performance of Holstein calves. Journal of Dairy Science, 98: 1101-1109.
35. Yang, W.Z., K.A. Beauchemin and L.M. Rode. 1996. Ruminal digestion kinetics of temper rolled hulless barley. Canadian Journal of Animal Science, 76: 629-632.
36. Zhang, Y.Q., D.Ch. He and Q.X. Meng. 2010. Effect of a mixture of steam-flaked corn and soybeans on health, growth, and selected blood metabolism of Holstein calves. Journal of Dairy Science, 93: 2271-2279.
37. Zinn, R.A. 1990. Influence of flake density on the comparative feeding value of steam-flaked corn for feedlot cattle. Journal of Animal Science, 68: 767-775.

Effect of Different Levels of Density of Flaked Corn on Growth Performance, Blood and Rumen Parameters of Holstein Suckling Calves

Safoura Jabbari[1], Jamal Seifdavati[2], Gholam-Reza Ghorbani[4], Hossein Abdi Benemar[3], Reza Seyedsharifi[3] and Roghayeh Valizadeh[5]

1- PhD Student in Animal Nutrition, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Mohaghegh Ardabili University
2-Associate Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Mohaghegh Ardabili University, (Corresponding author: jseifdavati@uma.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Mohaghegh Ardabili University
4- Professor of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology
5- Graduated PhD In Animal Nutrition, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Mohaghegh Ardabili University
Received: January 13, 2021 Accepted: March 1, 2021

Abstract

The effect of different levels of density of flaked corn on performance, blood and rumen parameters of 48 Holstein suckling calves with an average weight of 38.5 ± 1.20 kg was studied in 4 treatments and 12 replications for 70 days. Treatments included corn grain in the mashed form (control), flaked corn with a density of 300, flaked corn with a density of 350 and flaked corn with a density of 400 g / l. Calves were weaned at 56 days of age and daily intake of initial feed and body weight up to 70 days of age were measured. The effect of feeding experimental treatments on weight gain and dry matter intake of calves was not significant. The results of this study showed a significant effect of the experimental treatments on the concentration of ruminal volatile fatty acids and blood triglycerides ($p<0.05$). The density of 350 g / l of flaked corn (Treatment 3) had the highest concentration of triglycerides, propionic and butyric acid and treatment containing flaked corn with a density of 300 g (Treatment 2) per liter had the highest amount of acetic acid. The highest concentration of i-valeric acid (i-VA) belonged to the control treatment (corn grain in the mashed form). The effect of the sampling period on functional, blood, and skeletal growth parameters was significant among ruminal volatile fatty acids and valeric acid isomers ($p<0.05$). According to the results of this study, corn grain processing with a density of 350 g / l had a better response to most of the studied parameters than other densities and without having a negative impact on calf performance was able to improve some performance, blood and rumen parameters of calves.

Keywords: Density, Flaked corn, Performance, Suckling calf