

اثر استفاده از سطوح مختلف آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی بر عملکرد گاوهای هلشتاین در اوایل شیردهی

علی محمودی^۱ و حسن علی‌عربی*^۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۰

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی دانشگاه بوعلی سینا

^۲ استادیار گروه علوم دامی دانشگاه بوعلی سینا

* مسئول مکاتبه: Email: H_Aliarabi@yahoo.com

چکیده:

در این پژوهش تعداد ۶ رأس گاو هلشتاین زایش اول در قالب دو مربع لاتین چرخشی ۳×۳ ادغام شده جهت بررسی اثر سطوح مختلف آنزیم فیبرولیتیک نوع سلولاز با منشأ خارجی بر مصرف ماده خشک، گوارش پذیری مواد مغذی و صفات مربوط به تولید شیر استفاده شدند. این آزمایش به صورت چرخشی در سه دوره ۲۰ روزه انجام گرفت. جیره پایه حاوی ۵۰ درصد کنسانتره (جو آسیاب شده، سبوس گندم، تخم پنبه، کنجاله تخم پنبه و مکمل معدنی) و ۵۰ درصد علوفه (ذرت سیلوشده و یونجه خشک) بود. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) جیره پایه، (۲) جیره پایه + ۰/۵ گرم آنزیم اسپری شده به روی یونجه و (۳) جیره پایه + ۱ گرم آنزیم اسپری شده به روی یونجه بودند. در هر دوره، اندازه‌گیری خوراک مصرفی و گوارش پذیری در روزهای ۱۴ تا ۱۸ و رکورد برداری و نمونه‌گیری از شیر تولیدی در روزهای ۱۹ و ۲۰ انجام شد. افزودن آنزیم به بخش علوفه‌ای جیره‌های آزمایشی بدون توجه به سطح موجب افزایش معنی‌دار ($P < 0.05$) تولید شیر، تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی، گوارش پذیری ماده خشک، دیواره سلولی و ماده آلی در گاوهای آزمایشی در مقایسه با جیره شاهد گردید اما این افزایش بطور معنی‌داری در سطح ۰/۵ بیشتر از سطح ۱ میلی-گرم آنزیم بود. ماده خشک مصرفی و گوارش پذیری پروتئین تحت تأثیر قرار نگرفتند. استفاده از سطوح مختلف آنزیم در جیره‌های آزمایشی بر درصد ترکیبات شیر شامل چربی، پروتئین، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی و مقدار تولید روزانه لاکتوز شیر اثر معنی‌داری نداشت. تولید چربی، پروتئین و مواد جامد بدون چربی شیر در گاوهای دریافت کننده جیره حاوی ۰/۵ گرم آنزیم سلولاز در مقایسه با دو گروه دیگر بطور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$) و تولید چربی، پروتئین و مواد جامد بدون چربی شیر نیز در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱ گرم آنزیم سلولاز بطور معنی‌داری از گاوهای تغذیه شده با جیره شاهد بالاتر بود. نتایج کلی نشان دادند که استفاده از مکمل آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی به مقدار ۰/۵ و ۱ گرم در روز در تغذیه گاوهای شیرده در اوایل شیردهی ضمن افزایش گوارش پذیری ماده خشک و فیبر جیره باعث افزایش شیر تولیدی شد و بهترین عملکرد تولیدی در سطح ۰/۵ گرم آنزیم در روز مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم فیبرولیتیک، مصرف ماده خشک، گوارش پذیری، عملکرد شیردهی، گاو شیری

Effect of using different levels of exogenous fibrolytic enzymes on performance of early lactation Holstein cows

A Mahmoody¹ and H Aliarabi^{2*}

Received: August 16, 2011 Accepted: December 31, 2011

¹ Former MSc Student, Department of Animal Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

² Assistant Professor, Department of Animal Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

*Corresponding author: Email: H_Aliarabi@yahoo.com

Abstract

Six lactating primiparous Holstein cows were used in two integrated change over 3×3 squares to investigate the effect of exogenous fibrolytic enzyme (cellulase) on dry matter intake, nutrients digestibility and milk production. This experiment was conducted in three periods of 20 days. The basal diet consisted of 50 percent concentrate (rolled barley, wheat bran, cotton seed, cotton seed meal and mineral supplement) and 50 percent forage (corn silage and alfalfa hay). Treatments were: 1) control (without enzyme), 2) basal diet + 0.5g enzyme applied to alfalfa, 3) basal diet + 1g enzyme applied to alfalfa. In each period dry matter intake and nutrients digestibility were determined at 14-18 days and milk sampling and milk yield were determinate on the days 19 and 20. Milk yield and 4%FCM production and dry matter, organic matter and neutral detergent fiber digestibility were higher for treatment containing 0.5 g enzyme as compared with 1 g however, dry matter intake and digestibility of crude protein were similar among the groups. Effect of enzyme supplementation on milk fat, protein, lactose and SNF and lactose yield was not significant. Cows receiving diet containing 0.5g enzyme had higher milk fat, protein and lactose compared to other groups and the above mentioned parameters were higher for cows fed diet containing 1g enzyme in comparison to control group. Overall results showed that exogenous cellulase supplementation either 0.5 or 1 g/d for lactating Holstein cows in early lactation increases both dry matter and fiber digestibility and milk production, however the level of 0.5 g/d enzyme supplementation is better.

Key Words: Fibrolytic enzyme, Dry matter intake, Digestibility, Milk yield performance, Dairy cow

مقدمه

آناتومی و فیزیولوژی دستگاه گوارشی با یکدیگر اختلاف دارند، به همین دلیل واکنش‌های متفاوتی در برابر افزودن آنزیم به جیره غذایی نشان می‌دهند. آنزیم‌های با منشأ خارجی تجزیه‌کننده فیبر اولین بار در سال ۱۹۶۰ در تغذیه نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گرفت (لتروود و همکاران ۱۹۶۰) و بعدها نیز توسط بوچمین و رود در سال ۱۹۹۶ استفاده و بررسی گردید. علوفه‌ها مهمترین منابع انرژی در گاو شیری هستند و مواد قابل هضم اصلی هر علوفه سلولز و همی سلولز می‌باشد که بوسیله آنزیم‌های سلولاز و زایلاناز ترشح

بطور کلی افزودن آنزیم‌ها به جیره غذایی برای اهداف تکمیل و جبران نقایص سیستم آنزیمی دستگاه گوارشی، حذف مواد ضد مغذی و افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی در بدن مورد استفاده قرار می‌گیرند (آنیسون ۱۹۹۳ و بدفار و اسپالز ۱۹۹۸). آنزیم‌ها باید در شرایط فیزیولوژیکی دستگاه گوارشی حیوان فعال باقی بمانند، در برابر آنزیم‌های پروتئاز دستگاه گوارش مقاوم باشند و اثر مکملی برای آنزیم‌های دستگاه گوارش داشته باشند (پیوا و همکاران ۱۹۹۳). گونه‌های حیوانی به لحاظ

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گاوداری هنرستان کشاورزی شهید باهنر پاکدشت از ۱۰ شهریور تا ۱۰ آبان ماه ۱۳۸۷ انجام شد. ۶ رأس گاو هلشتاین با میانگین روزهای شیردهی 4 ± 21 روزه و میانگین تولید ۲۰ کیلوگرم در روز به صورت چرخشی در سه دوره ۲۰ روزه نگهداری شدند که ۱۳ روز اول هر دوره عادت‌پذیری، روزهای ۱۴ تا ۱۸ نمونه‌گیری و جمع‌آوری مدفوع و روزهای ۱۹ و ۲۰ هر دوره برای نمونه‌گیری شیر در نظر گرفته شد. آنزیم مورد استفاده در این آزمایش سلولاز از قارچ آسپرژیلوس‌نایگر بود و ترکیباتش شامل ۱ و ۴- بتا-دی-گلوکاناز و ۴-گلوکانوهیدرولاز ساخت شرکت سیگما بودند. تیمارهای مورد بررسی برای آزمایش شامل سطوح صفر، نیم و یک گرم آنزیم سلولاز در روز بود.

نیازهای غذایی گاوهای هلشتاین بر اساس توصیه‌های NRC (۲۰۰۱) تأمین شدند (جدول ۱). نمونه‌های خوراک نیز بعد از جمع‌آوری به آزمایشگاه تغذیه دام موسسه تحقیقات علوم دامی کرج انتقال یافتند. تجزیه نمونه‌های خوراکی بر طبق روش پیشنهادی AOAC (۱۹۹۰) انجام شد (پروتئین با دستگاه خودکار فوس ۲۳۰۰، چربی با دستگاه خودکار نوع تکاتور ۱۰۴۳، ADF و NDF با دستگاه خودکار فوس ۲۰۱۰ تعیین شدند). خوراک مصرفی گاوها از روز ۱۴ تا ۱۸ هر دوره به مدت ۵ روز، به صورت روزانه ثبت شد. گاوها روزی دو نوبت شیردوشی می‌شدند. برای تعیین مقدار شیر تولیدی حیوانات، درکل دوره وزن شیر صبح و عصر تولید شده توسط هر حیوان بصورت جدا اندازه‌گیری و ثبت شد. به منظور تعیین چربی، پروتئین، لاکتوز و کل مواد جامد شیر، نمونه‌گیری از شیر حیوانات در ۲ روز پایانی هر دوره (روز ۱۹ و ۲۰) انجام شد. نمونه‌های شیر به آزمایشگاه مرکزی شیر جهاد کشاورزی شهریار منتقل و با استفاده از دستگاه میکواسکن (مدل فوس ۶۰۵) ترکیب آنها تعیین شد. در پایان دوره عادت‌پذیری

شده از باکتریها و پروتوزاهای شکمبه هضم می‌شوند و استفاده از آنزیم‌های فیبرولیتیک با منشأ خارجی باعث می‌شود که قابلیت استفاده از علوفه زیاد گردد که نتیجه آن افزایش تولید خواهد بود (بوچمن و همکاران ۲۰۰۲). بطوریکه در یک پژوهش با افزودن آنزیم‌های فیبرولیتیک میزان ماده خشک مصرفی بین ۱ تا ۳/۱ کیلوگرم و تولید شیر بین ۱ تا ۵/۱ کیلوگرم در روز افزایش نشان داد (بوچمن و همکاران ۲۰۰۲) و یانگ و همکاران (۲۰۰۰) مخلوط آنزیم را به بخش علوفه جیره گاوهای اوایل شیردهی اضافه کردند و ۵/۹ درصد افزایش تولید شیر را گزارش کردند. تعدادی از نظریه‌های ارائه شده برای پاسخ به این اثرات مثبت آنزیم‌ها شامل هیدرولیز مستقیم، بهبود در خوشخوراکی، تغییرات در ویسکوزیته دستگاه گوارش و تغییرات در محل گوارش پذیری بر شمرده شده‌اند (بوچمن و رود ۱۹۹۶). فنچ و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند که بعد از افزودن آنزیم‌های فیبرولیتیک به علوفه خشک، گوارش پذیری فیبر در شرایط *in vitro* بهبود یافت. تمامی یافته‌ها در رابطه با مصرف بصورت محلول آنزیم (اسپری کردن) روی خوراک نشان دهنده این موضوع است که آنزیم‌های فیبرولیتیک بایستی روی کنسانتره یا علوفه خشک اسپری گردد تا مؤثر واقع شوند. لی‌وایز و همکاران (۱۹۹۶) اظهار کردند که زمانی که آنزیم‌ها به جیره حاوی علف خشک و جو اضافه شدند، تولید اسیدهای چرب فرار و گوارش پذیری دیواره سلولی افزایش پیدا کرد. به لحاظ تئوری زمانیکه گوارش پذیری فیبر شکمبه‌ای در اثر کاهش pH در اوایل دوره شیردهی به خاطر کاهش فعالیت باکتری‌های سلولایتیک کاهش می‌یابد، افزودن مستقیم آنزیم به جیره باید بیشترین تأثیر را بر بهره‌وری حیوان داشته باشد. لذا تحقیق حاضر با اهداف بررسی اثرات استفاده از سطوح مختلف آنزیم‌های فیبرولیتیک با منشأ خارجی بر تولید و ترکیب شیر و گوارش پذیری ظاهری در گاوهای اوایل شیردهی طراحی گردید.

گردید و این عمل تا وقتی که رنگ اکسید کروم در مدفوع دیگر مشاهده نگردید، ادامه یافت. نمونه‌هایی برای اندازه‌گیری ماده خشک، نیتروژن، NDF، ADF و خاکستر مدفوع گرفته شد.

خوراک مصرفی هر گاو را آماده و با ۵۵/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک اکسیدکروم مخلوط (رود و همکاران ۱۹۹۹) و پس از شیردوشی صبح، خوراک در اختیار گاوها قرار داده شد و در زمانی که اکسید کروم در مدفوع ظاهر شد، شروع به جمع‌آوری مدفوع هر گاو

جدول ۱- ترکیب جیره غذایی گاوهای شیری.

ماده خوراکی	سهم در جیره (درصد در ماده خشک)
یونجه	۳۲
ذرت سیلو شده	۱۸
دانه جو	۲۷
سبوس گندم	۱۲
تخم پنبه	۵
کنجاله تخم پنبه	۴/۵
نمک	۰/۴۹
مکمل معدنی و ویتامینه*	۱/۰۱
ترکیب شیمیایی جیره	
پروتئین خام (درصد)	۱۵/۱
انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم)	۱/۳
عصاره اتری (درصد)	۱/۸۵
دیواره سلولی (درصد)	۴۲/۰۷
دیواره سلولی منهای همی سلولز (درصد)	۲۲/۰۶

*مکمل درمانی آمینوگستر (در هر کیلوگرم): ۵۰۰۰۰۰ واحد ویتامین آ، ۱۰۰۰۰۰ واحد ویتامین بی، ۱۰۰ میلیگرم ویتامین ای، ۱۹۶ گرم کلسیم، ۹۶ گرم فسفر، ۵۰ گرم سدیم، ۱۸ گرم منیزیم، ۳ گرم آهن، ۳۰۰ میلیگرم مس، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم روی، ۱۰۰ میلیگرم کبالت، ۱۰۰ میلیگرم ید، ۱ میلیگرم سلنیوم.

۳- نتایج و بحث

گوارش پذیری ظاهری ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز و پروتئین خام خوراک در جدول ۲ آورده شده است. گوارش پذیری ظاهری ماده خشک جیره حاوی ۰/۵ گرم آنزیم بطور معنی‌داری بیشتر از سایر جیره‌ها بود که این نتیجه در توافق با گزارش‌های برخی از محققان می‌باشد (یانگ و همکاران ۱۹۹۹، بوچمن و همکاران ۱۹۹۹ و بوچمن و همکاران ۲۰۰۰). کاربرد آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره نشخوارکنندگان باعث افزایش گوارش پذیری ماده خشک شد و دلیل این امر را ناشی از افزایش

داده‌های جمع آوری شده با کمک نرم افزار اکسل ویرایش و صفات مورد نظر در قالب مربع‌های لاتین گردشی ادغام شده تجزیه شدند. تجزیه داده ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۴) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح خطای ۰/۰۵) انجام شد. طرح آماری مورد استفاده به صورت ذیل بود:

$$y_{ijk(l)} = \mu + R_j + C_{ik} + T_l + e_{ijk(l)}$$

$y_{ijk(l)}$: مشاهدات، μ : میانگین کل، R_j : اثر دوره زام، T_l : اثر جیره ام، $e_{ijk(l)}$: اشتباه آزمایشی، C_{ik} : اثر حیوان k ام در مربع ام

گاوهای دریافت کننده جیره های حاوی ۰/۵ و ۱ گرم آنزیم بیشترین درصد گوارش پذیری ماده آلی را داشتند. ساتون و همکاران (۲۰۰۳) و رود و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که گوارش پذیری ماده آلی خوراک گاوهای شیری تغذیه شده با آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی افزایش یافت. می توان گفت که افزایش گوارش پذیری ماده آلی تا حدود زیادی تحت تأثیر افزایش گوارش پذیری فیبر جیره است لذا در آزمایش حاضر و آزمایشهایی که گوارش پذیری ماده خشک افزایش یافته انتظار می رود گوارش پذیری ماده آلی نیز افزایش یابد.

تعداد میکروبهای شکمبه و افزایش ظرفیت شکمبه برای گوارش پذیری خوراک ذکر کرده اند. در گزارش رود و همکاران (۱۹۹۹) کاربرد آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای اواسط شیردهی باعث افزایش گوارش پذیری شد و این افزایش برای مواد مغذی مختلف متفاوت و بین ۱۰-۳۲ درصد بود. کانگ و همکاران (۲۰۰۰a, ۲۰۰۰b) گزارش کردند که با افزودن آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی قبل از خوراکدهی ممکن است از طریق مکانیسم های مختلف شامل هیدرولیز مستقیم، افزایش حمله میکروبی، تغییر در مکان گوارش پذیری مواد مغذی و اضافه شدن آنزیم های داخلی شکمبه باعث افزایش گوارش پذیری خوراک شود.

جدول ۲- اثر آنزیم سلولاز بر گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی خوراک (درصد)

تیمار	ماده خشک	ماده آلی	دیواره سلولی	دیواره سلولی بدون همی سلولز	پروتئین خام
شاهد	۶۷/۱۶ ^c	۷۲/۸۳ ^b	۵۱/۱۷ ^c	۴۲/۸۳ ^b	۷۲/۸۳
۰/۵ گرم آنزیم سلولاز	۷۱/۶۲ ^a	۷۶/۸۳ ^a	۵۶/۶۷ ^a	۴۷/۶۷ ^a	۷۰/۱۷
۱ گرم آنزیم سلولاز	۶۹/۲۶ ^b	۷۴/۰۰ ^a	۵۴/۸۳ ^b	۴۷/۰۰ ^a	۷۲/۵۰
SEM	۰/۳۵	۰/۵۲	۰/۳۷	۰/۷۴	۱/۴۴
P تجزیه واریانس	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۸	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۳۶	۰/۴۰

*حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح خطای ۵٪ هستند.

SEM: خطای استاندارد میانگین ها

دیواره سلولی ندارد. در تعدادی از مطالعات گوارش پذیری دیواره سلولی بدون همی سلولز در گاوهای شیری تغذیه شده با آنزیم نسبت به گروه شاهد افزایش معنی داری پیدا کرده است (بوچمن و همکاران ۲۰۰۰ و یانگ و همکاران ۱۹۹۹). در گزارش رود و همکاران (۱۹۹۹) استفاده از آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای اواسط شیردهی گوارش پذیری دیواره سلولی بدون همی سلولز را ۳۲ درصد بهبود داد (بوچمن و همکاران ۲۰۰۰). افزایش مشاهده شده در گوارش پذیری بخش فیبری ماده خوراکی می تواند ناشی از اثر مستقیم آنزیم بر دیواره سلولی جیره (پیش و پس از مصرف)، کاهش سرعت عبور و افزایش ویسکوزیته

گوارش پذیری دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز با افزودن آنزیم به جیره افزایش معنی داری را داشتند ($P < 0/05$). در گزارش رود و همکاران (۱۹۹۹) استفاده از آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای اواسط شیردهی گوارش پذیری دیواره سلولی را ۲۰ درصد بهبود داد. همچنین گرازنین (۲۰۰۵) گزارش نمود که استفاده از آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای شیری باعث افزایش گوارش پذیری دیواره سلولی می شود. هرچند در آزمایشی که نولتون و همکاران (۲۰۰۲) انجام دادند مشاهده کردند که استفاده از آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای شیری اثر معنی داری بر گوارش پذیری ظاهری

نتایج مربوط به مصرف خوراک و میزان تولید شیر در جدول ۳ ارائه شده‌اند. همانگونه که جدول نشان می‌دهد اثر سطوح مختلف آنزیم سلولاز بر ماده خشک مصرفی معنی‌دار نبود که با نتایج (رود و همکاران ۱۹۹۹، بومن و همکاران ۲۰۰۲) که تغییر معنی‌داری را در مصرف ماده خشک گاوهای شیری تغذیه شده با جیره‌های حاوی آنزیم مشاهده نکردند در توافق می‌باشد. ساتون و همکاران (۲۰۰۳) در آزمایشی که روی گاوهای کانولادار انجام دادند؛ گزارش کردند که اضافه کردن آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای اوایل شیردهی اثری بر مقدار خوراک مصرفی روزانه ندارد. کانگ و همکاران (۲۰۰۰a، ۲۰۰۰b) گزارش کردند که اضافه کردن آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی به جیره گاوها در اواسط شیردهی سبب افزایش معنی‌داری در مصرف خوراک روزانه نمی‌شود. ولی در برخی از پژوهش‌ها با افزودن آنزیم فیبرولیتیک به جیره میزان مصرف ماده خشک روزانه افزایش یافت (لویس و همکاران ۱۹۹۶).

شکبه باشد (ساتون و همکاران ۲۰۰۳). اثر افزودن آنزیم بر گوارش پذیری ظاهری پروتئین خام معنی‌دار نبود. نولتون و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که استفاده از آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای اوایل و اواخر شیردهی تأثیر معنی‌داری بر گوارش پذیری ظاهری پروتئین خام نداشت و همچنین مشاهده کردند که جذب نیتروژن، نیتروژن دفعی در مدفوع و ادرار تحت تأثیر استفاده از آنزیم قرار نمی‌گیرند. همچنین در گزارش ساتون و همکاران (۲۰۰۳) استفاده از آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای شیری سبب افزایش معنی‌دار گوارش پذیری ظاهری پروتئین خام نشد که در راستای نتایج مطالعه حاضر است. هرچند در گزارش یانگ و همکاران (۲۰۰۰) استفاده از آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای اوایل شیردهی افزایش گوارش پذیری پروتئین را در پی داشت که در تضاد با نتایج پژوهش حاضر است. زین و سالیناز (۱۹۹۹) گزارش دادند که کاربرد آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی در جیره گاوهای شیری گوارش پذیری شکبه‌ای نیتروژن را ۵ درصد افزایش می‌دهد.

جدول ۳- اثر آنزیم سلولاز بر میانگین ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز) و میزان تولید شیر (کیلوگرم در روز)

تیمار	ماده خشک مصرفی	تولید شیر روزانه	تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی
شاهد	۱۶/۷۵	۲۰/۲۱ ^c	۱۷/۵۵ ^c
۰/۵ گرم آنزیم سلولاز	۱۶/۴۳	۲۳/۶۷ ^a	۲۱/۰۳ ^a
۱ گرم آنزیم سلولاز	۱۶/۶۴	۲۱/۶۶ ^b	۱۸/۸۱ ^b
SEM	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۲۵
P تجزیه واریانس	۰/۶۵	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

*حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵٪ هستند.

همکاران ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰، لویس و همکاران ۱۹۹۹ و کانگ و همکاران (۲۰۰۰a). این محققین دلایل مختلفی را برای تغییر در میزان تولید شیر مانند افزایش گوارش پذیری سلولز، همی‌سلولز و دیگر مواد مغذی، افزایش خوراک مصرفی روزانه، تغییر در نسبت اسیدهای چرب فرار

استفاده از آنزیم فیبرولیتیک اثر معنی‌داری بر تولید شیر داشت ($P < 0.01$)، بطوری که گاوهای دریافت کننده جیره حاوی ۰/۵ گرم آنزیم بیشترین مقدار و جیره شاهد کمترین تولید شیر را داشتند (جدول ۳) این نتیجه در توافق با گزارش بسیاری از محققین می‌باشد (یانگ و

(لوپس و همکاران ۱۹۹۹). در گزارش بوچمن و همکاران (۲۰۰۰) ترکیبات شیر تولیدی در اثر اضافه کردن آنزیم دچار تغییر شد و درصد چربی شیر تولیدی کاهش یافت. تغییر در درصد چربی شیر در مطالعه حاضر می‌تواند به دلیل افزایش گوارش پذیری فیبر جیره و در نتیجه فراهم نمودن پیش ساز چربی شیر در غده پستان (استات) باشد و با توجه به اینکه تولید شیر افزایش یافته است در نتیجه می‌توان گفت که افزایش مصرف انرژی قابل هضم به مصرف تولید بیشتر شیر رسیده و به همین دلیل تغییر معنی‌داری در درصد چربی شیر مشاهده نگردیده است. افزودن آنزیم بر درصد پروتئین شیر اثر مثبتی نداشت اما تولید پروتئین شیر در گاوهای دریافت کننده آنزیم افزایش معنی‌داری یافت ($P < 0.01$). در گزارش رود و همکاران (۱۹۹۹) گاوهای تغذیه شده با آنزیم، مقدار پروتئین شیر تولیدیشان نسبت به گروه شاهد دچار کاهش معنی‌داری شد. آنها دلیل این امر را افزایش شیر تولیدی و عدم افزایش خوراک مصرفی گزارش کردند. به طور کلی در پژوهش‌ها دلیل روشنی برای کاهش و افزایش پروتئین شیر ذکر نشده است و به صورت پراکنده دلایلی چون تغییرات شیر تولیدی، گوارش پذیری مواد مغذی و خوراک مصرفی را ذکر کرده‌اند.

تولید شده در شکمبه و تفاوت در مرحله شیردهی ذکر کرده‌اند. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر گوارش پذیری خوراک مصرفی با افزودن آنزیم به جیره افزایش یافته است بنابراین افزایش تولید شیر مشاهده شده می‌تواند به این دلیل باشد. با توجه به افزایش تولید شیر روزانه در گروه‌های دریافت کننده آنزیم و همچنین عدم اختلاف معنی‌دار در درصد چربی شیر، افزایش در تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی در این گروه‌ها امری بدیهی می‌باشد. این افزایش معنی‌دار در تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی در راستای گزارش بومن و همکاران (۲۰۰۲) می‌باشد. هر چند در آزمایش دیگری مصرف آنزیم سبب افزایش معنی‌داری در تولید شیر گردید ولی اثری در افزایش میزان شیر تصحیح شده نداشت، دلیل این امر ناشی از کاهش مقدار چربی شیر تولیدی بیان شد (یانگ و همکاران ۲۰۰۰).

اثر افزودن آنزیم بر درصد چربی شیر معنی‌دار نبود (جدول ۴) اما بر میزان تولید روزانه چربی شیر معنی‌دار بود ($P < 0.01$). در آزمایشی که بر روی گاوهای اواسط شیردهی انجام شد، مشاهده گردید که اضافه کردن آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی به جیره سبب تغییر معنی‌دار درصد چربی شیر تولیدی نمی‌شود

جدول ۴- اثر آنزیم سلولاز بر ترکیب شیر (درصد)

تیمار	درصد چربی	درصد پروتئین	درصد لاکتوز	درصد مواد جامد بدون چربی
شاهد	۳/۱۲	۲/۹۴	۴/۸۰	۸/۴۶
۰/۵ گرم آنزیم سلولاز	۳/۱۷	۲/۹۰	۴/۸۴	۸/۴۳
۱ گرم آنزیم سلولاز	۳/۱۲	۲/۸۷	۴/۷۹	۸/۳۷
SEM	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۱
P تجزیه واریانس	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۶۳	۰/۸۵

*حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵٪ هستند.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

داد، بطوریکه بیشترین مقدار مربوط به تیمار حاوی ۰/۵ گرم آنزیم بود (جدول ۴ و ۵). در گزارش نولتون و همکاران (۲۰۰۲) افزودن آنزیم فیبرولیتیک با منشأ

درصد مواد جامد بدون چربی در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت، اما میزان تولید مواد جامد بدون چربی اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$) را بین تیمارها نشان

تأثیرگذار بر مقدار این ماده (لاکتوز و پروتئین) در نتیجه استفاده از آنزیم سلولاز باشد. در گزارش ساتون و همکاران (۲۰۰۳) افزودن آنزیم فیبرولیتیک با منشأ خارجی به جیره گاوهای کانولاگذاری شده تأثیر معنی-داری بر لاکتوز شیر نداشت. به طور کلی در اکثر آزمایش‌های انجام شده در این زمینه ثابت شده است که اضافه کردن آنزیم به جیره گاوهای شیری سبب تغییر لاکتوز شیر تولیدی نمی‌شود و لاکتوز شیر یکی از مواد مغذی تقریباً ثابت شیر است. بطور کلی با توجه به افزایش تولید شیر در گاوهای دریافت کننده آنزیم و عدم وجود اختلاف معنی‌دار برای درصد ترکیبات شیر، افزایش در تولید روزانه‌ی این ترکیبات (چربی، پروتئین، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی) امری بدیهی می‌باشد.

خارجی در جیره گاوهای شیری تأثیر معنی‌داری بر درصد مواد جامد بدون چربی نداشت. با توجه به اینکه عمده‌ترین بخش مواد جامد بدون چربی شیر از پروتئین و لاکتوز تشکیل شده است لذا مقدار آن وابسته به غلظت این دو جزء شیر است. بنابراین با توجه به معنی دار نبودن تأثیر آنزیم فیبرولیتیک بر درصد پروتئین و لاکتوز شیر، عدم تغییر درصد مواد بدون چربی شیر دور از انتظار نیست. اما در این پژوهش، مقدار مواد جامد بدون چربی شیر تولیدی روزانه تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت بطوریکه بیشترین مقدار مربوط به جیره حاوی ۰/۵ گرم آنزیم بود. افزایش تولید روزانه مواد جامد بدون چربی شیر می‌تواند ناشی از افزایش تولید شیر و همچنین افزایش اندک در تولید روزانه عوامل

جدول ۵- اثر آنزیم سلولاز بر تولید روزانه ترکیبات شیر (کیلوگرم در روز)

تیمار	تولید چربی	تولید پروتئین	تولید لاکتوز	تولید مواد جامد بدون چربی
شاهد	۰/۶۳ ^c	۰/۶۰ ^b	۰/۹۷	۱/۷۱ ^c
۰/۵ گرم آنزیم سلولاز	۰/۷۵ ^a	۰/۶۹ ^a	۱/۱۵	۲/۰۰ ^a
۱ گرم آنزیم سلولاز	۰/۶۸ ^b	۰/۶۲ ^b	۱/۰۴	۱/۸۱ ^b
SEM	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۴۱	۰/۰۰۲
P تجزیه واریانس	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۶۳	<۰/۰۰۱

*حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵٪ هستند.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

۴- نتیجه‌گیری کلی

حاوی ۰/۵ گرم آنزیم نسبت به سایر گروهها بیشتر بود. گوارش پذیری دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز در جیره‌های حاوی آنزیم افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد و افزایش مشاهده شده به گوارش پذیری ماده آلی در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی آنزیم می‌تواند ناشی از همین افزایش گوارش پذیری بخش فیبری جیره باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش دادن سطح ۰/۵ گرم آنزیم در روز به هر رأس گاو توصیه می‌شود.

بطور کلی استفاده از آنزیم در جیره باعث افزایش تولید شیر و تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی شد که دلیل آن می‌تواند مرتبط با بهبود گوارش پذیری مواد مغذی باشد. از طرفی افزودن آنزیم‌های فیبرولیتیک به جیره باعث افزایش میزان تولید چربی، پروتئین و مواد جامد بدون چربی شیر شده که این می‌تواند مربوط به افزایش تولید شیر باشد. گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی در گاوهای دریافت کننده جیره

۵- منابع مورد استفاده

- Annison G, 1993. The role of wheat non- starch polysaccharides in broiler nutrition. *Aus J Agri Res* 44:405-422.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Assoc. Off. Anlyt. Chemist. 15th ED. Arlington Virginia, USA
- Beauchemin KA and Rode LM, 1996. Use of feed enzymes in ruminant nutrition. In: Animal science research and development. Meeting Future Challenges. Rode LM, En. Ministry of supply and Services Canada. Ottawa, ON, p.103.
- Beauchemin KA, Colombatto D, Morgavi DP and Yang WZ, 2002. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. *J Anim Sci* 81:E37-E47.
- Beauchemin KA, Rode LM, Maekaw M, Morgavi D and Kampen R, 2000. Evaluation of a nonstarch polysaccharidase feed enzyme in dairy cow diets. *J Dairy Sci* 83:543-553.
- Beauchemin KA, Yang WZ and Rode LM, 1999. Effect of grain sources and enzyme additive on site and extent of nutrient digestion in dairy cows. *J Dairy Sci* 82:378-390.
- Bedfor MR and Schulz H, 1998. Exogenous enzymes for pigs and poultry. *Nutr Res Rev* 11:91-114.
- Bowman GR, Beauchemin KA and Shelford JA, 2002. The proportion of the diet to which fibrolytic enzymes are added affects nutrient digestion by lactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 85:3420-3429.
- Feng PC, Hunt W, Julien WE, Dickinson K and Moen T, 1992. Effect of enzyme additives on in situ and in vitro degradation of mature cool-season grass forage. *J Anim Sci* 70 (Suppl. 1):309(Abstr.).
- Granzin BC, 2005. Effect of a fibrolytic enzyme supplement on the performance of Holstein-Friesian cows grazing kikuyu. *Trop Grasslands* 39:112-116.
- Knowlton KF, Mckinney JM and Cobb C, 2002. Effect of a direct-fed fibrolytic enzyme formulation on nutrient intake partitioning, and excretion in early and late lactation Holstein cows. *J Dairy Sci* 85:3328-3335.
- Kung LJR, Lazartic J, Wuerfel RL, Rode LM, Beauchemin KA and Treacher RJ, 2000b. The effect of various combinations of fibrolytic enzymes on the feeding value of a TMR fed to lactating cows. *J Dairy Sci* 83:(Suppl. 1): 297.
- Kung LJR, Treacher RJ, Nauman GA, Smagala AM, Endres KM and Cohen MA, 2000a. The effect of treating forages with fibrolytic enzymes on its nutritive value and lactation performance of dairy cows. *J Dairy Sci*. 83:115-122.
- Letherwood JM, Mochrie RD and Thomas WE, 1960. Some effects of a supplementary cellulase preparation of feed utilization by ruminants. *J Dairy Sci* 43:1460-1464.
- Lewis GE, Hunt CW, Sanches WK, Treacher R, Pritchard GT and Feng P, 1996. Effect direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. *J Anim Sci* 74:3020-3028.
- Lewis GE, Sanches WK, Hunt CW, Guy MA, Pritchard GT, Swanson BI and Treacher R, 1999. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the lactational performance of dairy cows. *J Dairy Sci* 82:611-617.
- NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Animals, 7th ed. National Research Council/National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Piva G, Belladonna S, Fusconi G and Sicbaldi F, 1993. Effects of yeasts on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components, and milk manufacturing properties. *J Dairy Sci* 76:2717-2722.
- Rode LM, Yang WZ and Beauchemin KA, 1999. Fibrolytic enzyme supplements for dairy cows in early lactation. *J Dairy Sci* 82:2121-2126.
- SAS Institute, 2004. User's Guide. Version 9.1: Statistics.
- Sutton JD, Phipps RH, Beever DE, Humphries DJ, Hartnell GF, Vicini JL and Hard DL, 2003. Effect of method of application of a fibrolytic enzyme product on digestive processes and milk production in Holstein-Friesian cows. *J Dairy Sci* 86:546-556.
- Yang WZ, Beauchemin KA and Rode LM, 1999. Effects of an enzyme feed additive on extent of digestion and milk production of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 82:391-403.

Yang WZ, Beauchemin KA and Rode LM, 2000. A comparison of methods of adding fibrolytic enzymes to lactating cow diets. J Dairy Sci 83:2512-2520.

Zinn RA and Salinas J, 1999. Influence of Fibrozyme on digestive function and growth performance of feedlot steers fed a 78% concentrate growing diet. P 313–319 in Proc. 15th Annu. Symp. Biotechnology in the Feed Industr Loughborough, Leics, UK.

Archive of SID