



اثرات متقابل سطح و منبع پروتئین عبوری با فرآوری دانه ذرت بر عملکرد تولیدی گاوهای شیری

مجید سواری^۱، * محمد خوروش^۲، حمید امانلو^۳، غلامرضا قربانی^۴، ابراهیم قاسمی^۵، مهدی میرزائی^۶ و

فاضل محمدی^۷

^۱دانشجوی دکتری، ^۲دانشیار، ^۳استاد، ^۴استادیار و ^۷دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشگاه صنعتی اصفهان،

^۵استاد گروه علوم دامی، دانشگاه زنجان، ^۶استادیار گروه علوم دامی، دانشگاه اراک

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: مشخص شده است که فرآوری دانه غلات باعث افزایش انرژی در دسترس میکروارگانیسم‌های شکمبه و افزایش تولید پروتئین میکروبی می‌شود، اما تأثیر فرآوری منبع کربوهیدراتی بر نیازهای پروتئینی گاو شیری و در واقع بررسی اثر متقابل بین فرآوری دانه غلات و سطح پروتئین عبوری مورد نیاز در شرایط عملی مزارع کشور انجام نشده است. هدف اصلی این آزمایش بررسی اثرات متقابل سطح پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه با فرآوری دانه ذرت و منبع پروتئین عبوری بر عملکرد گاوهای پرتولید هلشتاین تغذیه شده با جیره‌های حاوی مقادیر بالای کنسانتره بود.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثرات متقابل سطح و منبع پروتئین عبوری با فرآوری دانه ذرت بر توان تولیدی گاوهای شیری دو آزمایش مجزا طراحی و اجرا شد. در آزمایش اول از ۱۲ رأس گاو شیرده هلشتاین با میانگین تولید شیر 3 ± 48 کیلوگرم در روز در قالب طرح مربع لاتین تکرار شونده 4×4 به روش فاکتوریل 2×2 و در آزمایش دوم از ۸ رأس گاو پرتولید در قالب طرح مربع لاتین تکرار شونده 4×4 استفاده شد. تیمارهای آزمایش اول عبارت بودند از: (۱) پروتئین عبوری معادل ۴۰ درصد (درصدی از پروتئین خام) و استفاده از ذرت آسیاب شده (۲) پروتئین عبوری معادل ۴۰ درصد و استفاده از ذرت ورقه‌ای شده با بخار (۳) پروتئین عبوری معادل ۳۵ درصد (درصدی از پروتئین خام) و استفاده از ذرت آسیاب شده و (۴) پروتئین عبوری معادل ۳۵ درصد و استفاده از ذرت ورقه‌ای شده با بخار. سطح پروتئین خام در همه تیمارها یکسان ($16/7$ درصد ماده خشک) و سطح پروتئین عبوری و نوع فرآوری دانه ذرت بین جیره‌ها متفاوت بود. تیمارهای آزمایش دوم به ترتیب دارای کنجاله سویای فرآوری شده (منبع پروتئین عبوری مورد استفاده در آزمایش اول)، پودر ماهی، پودر گوشت و مخلوطی از پودر ماهی و پودر گوشت به عنوان منبع پروتئین عبوری بود. در این آزمایش سطح پروتئین عبوری و نوع فرآوری دانه ذرت با توجه به نتایج حاصل از آزمایش اول در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: در آزمایش اول سطح پروتئین عبوری اثر معنی‌داری بر مصرف ماده خشک نداشت. اما گاوهای دریافت کننده سطح پایین پروتئین عبوری (۳۵ درصد بر اساس پروتئین خام) یا به عبارتی سطح بالای پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (۶۵ درصد بر اساس پروتئین خام) شیر بیشتری تولید کردند ($4/4$ در مقابل $2/2$ لیتر در روز به ترتیب برای سطح ۳۵ و ۴۰ درصد پروتئین عبوری). ورقه‌ای کردن ذرت با بخار نسبت به ذرت آسیاب شده منجر به کاهش مصرف ماده خشک در دام‌ها شد ($1/25$ در

مقابل ۲/۲۶ کیلوگرم در روز) اما بر میزان تولید شیر تأثیر معنی‌داری نشان نداد و تنها شیر تصحیح شده براساس چربی را کاهش داد. تغذیه ذرت ورقه‌ای شده با بخار، افزایش درصد پروتئین و کاهش چربی شیر را به دنبال داشت. در مجموع اثر متقابل بین فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش معنی‌دار نبود. نتایج آزمایش دوم بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار منابع پروتئین عبوری بر مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب شیر گاوهای پرتولید هلشتاین تحت شرایط اعمال شده در این تحقیق بود.

نتیجه‌گیری کلی: نتایج این تحقیق نشان داد که بین سطح پروتئین عبوری و روش فرآوری دانه ذرت بر عملکرد تولیدی گاوهای شیری اثر متقابلی وجود ندارد. از طرفی نوع منبع پروتئین عبوری مورد استفاده در این آزمایش تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گاوهای پرتولید در اوایل شیردهی نداشت. به‌طور کلی، بر اساس نتایج به‌دست آمده و با توجه به هزینه کمتر آسیاب کردن ذرت نسبت به ورقه کردن با بخار و از طرفی با توجه به قیمت مناسب پودر گوشت نسبت به سایر منابع پروتئین عبوری، استفاده از ذرت آسیاب شده و سطح پروتئین عبوری پایین‌تر تأمین شده از منبع پودر گوشت در جیره گاوهای شیری تغذیه شده با سطح بالای کنسانتره به‌عنوان راهکارهای تغذیه‌ای مؤثر قابل توصیه خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین عبوری، فرآوری ذرت، گاو شیری

مقدمه

پروتئین و کربوهیدرات دو ماده مغذی مهم در جیره گاوهای شیری محسوب می‌شوند (۲۱). استفاده مناسب از این دو ماده مغذی علاوه بر بهبود عملکرد دام می‌تواند منجر به کاهش آلودگی‌های زیست محیطی شود. بخشی از پروتئین خام^۱ مصرفی توسط دام در شکمبه تجزیه شده^۲ و تحت تأثیر میکروب‌های شکمبه به‌صورت پروتئین میکروبی^۳ وارد روده باریک می‌شود. بخش دیگری از پروتئین خام نیز از تخمیر شکمبه‌ای فرار کرده^۴ و به‌صورت اسیدآمین از روده جذب می‌شود (۵). این دو بخش، عمده پروتئین قابل متابولیسم^۵ موردنیاز دام را تأمین می‌کنند (۲۳). اگر پروتئین جیره‌ای به درستی متوازن شود بازدهی تبدیل پروتئین مصرفی به پروتئین شیر به بیش از ۳۰ درصد افزایش خواهد یافت اما زمانی که پروتئین جیره نامتوازن باشد این عدد به ۲۳ درصد نیز کاهش خواهد یافت و قسمت اعظم پروتئین مصرفی به اوره تبدیل خواهد شد (۶، ۲۴). تغذیه پروتئین در گاو شیری به‌صورت گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است و در اکثر تحقیقات سطح پروتئین خام متغیر بوده و به‌عبارتی مطالعات کمی نسبت‌های پروتئین قابل تجزیه در شکمبه پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه‌ها سطح ثابت پروتئین خام را مورد بررسی قرار دادند.

نشاسته حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد بخش کربوهیدرات‌های غیرفیبری و ۲۵ تا ۳۰ درصد ماده خشک جیره گاوهای پرتولید را تشکیل می‌دهد (۲۱). ذرت به دلیل داشتن سطح بالایی از نشاسته یکی از منابع اصلی انرژی در جیره نشخوارکنندگان در نظر گرفته می‌شود. به‌منظور استفاده بهتر از دانه ذرت به‌عنوان یکی از منابع نشاسته‌ای در جیره گاو شیری روش‌های متفاوتی از قبیل آسیاب کردن و ورقه‌ای کردن با بخار مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۰، ۲۵). در فرآیند ورقه‌ای کردن ذرت با بخار به دلیل اعمال همزمان فاکتورهای از قبیل رطوبت، دما و فشار، گرانول‌های نشاسته و همچنین ماتریکس پروتئینی اطراف آن دچار تغییرات ساختاری و شیمیایی شده و در نتیجه افزایش گوارش‌پذیری

- 1- Crude protein (CP)
- 2- Rumen degradable protein (RDP)
- 3- Microbial crude protein (MCP)
- 4- Rumen undegradable protein (RUP)
- 5- Metabolizable protein (MP)

نشاسته را به همراه داشته که متعاقب افزایش انرژی در دسترس باکتری‌های شکمبه‌ای این فرآیند می‌تواند باعث افزایش تولید پروتئین میکروبی و در نتیجه جریان اسید آمینه به روده باریک شود (۱۵، ۳۰، ۳۱).

با توجه به مطالب ذکر شده تأمین اسیدهای آمینه برای گاوهای شیری از طریق افزایش میزان پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه جیره و یا افزایش عرضه پروتئین میکروبی قابل انجام است. فرضیه‌ای که در این جا مطرح می‌شود این است که شاید بتوان با انجام فرآوری مناسب دانه‌های غلات و در نتیجه افزایش انرژی در دسترس در شکمبه باعث افزایش تولید پروتئین میکروبی و در نهایت تغییر نیازهای پروتئینی دام شد.

بررسی جیره‌های معمول و کاربردی گاوداری‌ها نشان می‌دهد که سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه در بیشتر این جیره‌ها حدود ۳۷-۳۵ درصد است و عملاً از سطوح توصیه شده برای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (۴۰ درصد) فاصله قابل ملاحظه‌ای دارد. به هر حال شاید مهمترین دلایل این مسأله گران بودن منابع پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و همچنین عدم اعتقاد به پاسخ به افزایش سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه بین کارشناسان فنی گاوداری‌ها می‌باشد. همچنین بررسی منابع نیز نشان می‌دهد که اطلاعات مفیدی برای شرایطی مشابه مزارع ما در دنیا وجود ندارد و در حقیقت ما بایستی منبع و سطح مناسب پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه را برای جیره‌های مزارع صنعتی کشور تعیین کنیم. بنابراین مطالعه‌ای با هدف بررسی اثر متقابل میزان تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین با میزان تخمیرپذیری دانه ذرت (آسیاب نرم در مقایسه با ورقه کردن با بخار) به عنوان انرژی فراهم شکمبه‌ای برای میکروارگانیسم‌ها، به منظور تعیین سطح بهینه پروتئین عبوری و نوع فرآوری دانه ذرت با توجه به جیره‌های معمول کشور طراحی و اجرا شد چرا که به نظر می‌رسد یکی از راه‌های بهبود وضعیت تولید مزارع گاو شیری کشور کار و بررسی مجدد روش فرآوری غلات می‌باشد. یکی دیگر از اهداف عمده این تحقیق، تعیین منبع مناسب پروتئین عبوری بوده که می‌تواند برای گاوداران کشور مفید باشد. بنابراین هدف اصلی آزمایشات طراحی شده، تعیین سطح و منبع پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و فرآوری مناسب دانه ذرت برای گاوهای شیری پر تولید می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق متشکل از دو آزمایش مجزا بوده که در زیر به تفکیک آزمایش اول و آزمایش دوم توضیح داده می‌شود:

آزمایش اول: ذرت مورد استفاده در این آزمایش (هم آسیاب شده و هم ورقه شده با بخار) از یک منبع تهیه شده بود. دانه‌های ذرت آسیاب با استفاده از آسیاب چکشی با اندازه منافذ ۳ میلی‌متر آسیاب شدند. ورقه‌ای کردن ذرت با بخار در کارخانه خوراک چاودانه طبق روش پلاستیا و زین (۱۹۹۶) انجام شد. بهترین چگالی ذرت ورقه‌ای شده با بخار در منابع ۳۶۰-۳۹۰ گرم در لیتر بیان شده است (۲۶) و به همین دلیل چگالی ۳۹۰ برای انجام این طرح انتخاب شد. به منظور تهیه ذرت ورقه‌ای شده با بخار، دانه ذرت بوجاری شد و برای ۳۰ دقیقه در محفظه فولادی در مجاورت بخار با دمای ۹۹ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. دانه‌هایی که تحت بخار آب داغ قرار گرفته بودند از بین دو غلتک (به ابعاد ۹۰×۶۶ سانتی‌متر) عبور کردند. فاصله بین دو غلتک به گونه‌ای تنظیم شد که چگالی ذرت ورقه‌ای شده با بخار حاصل به ۳۹۰ گرم در لیتر برسد. ذرت ورقه‌ای شده بعد از غلتک خوردن به سرعت در یک خشک‌کن افقی خشک شد. در این آزمایش از ۱۲ رأس گاو هلشتاین شیرده با میانگین روزهای شیردهی 12 ± 72 روز و میانگین تولید 3 ± 48 لیتر در روز در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده 4×4 به روش فاکتوریل 2×2 با ۴ تیمار و ۳ تکرار (گاو) استفاده شد. آزمایش طی ۴ دوره ۲۱ روزه که شامل ۱۶ روز عادت‌پذیری به جیره‌های آزمایشی و ۵ روز دوره نمونه‌گیری بود، انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از (۱) پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه معادل ۴۰ درصد (براساس

درصدی از CP) و استفاده از ذرت آسیاب شده^۱ (GC-۴۰) ۲ پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه معادل ۴۰ درصد و استفاده از ذرت ورقه‌ای شده با بخار^۲ (SFC-۴۰) ۳ RUP معادل ۳۵ درصد (براساس درصدی از CP) و استفاده از ذرت آسیاب شده (GC-۳۵) و ۴ پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه معادل ۳۵ درصد و استفاده از ذرت ورقه‌ای شده با بخار (SFC-۳۵). در این آزمایش سطح پروتئین خام در همه تیمارها یکسان و سطح پروتئین عبوری و نوع فرآوری دانه ذرت بین جیره‌ها متفاوت بود (جدول ۱). در طول اجرای آزمایش جیره‌ها به صورت انفرادی و کاملاً مخلوط^۳ و در حد اشتها دو مرتبه در روز به دام‌ها عرضه می‌گردید و شیردوشی سه وعده انجام می‌شد.

جهت تعیین مصرف خوراک روزانه، مقدار خوراک عرضه شده و باقی‌مانده آن به صورت روزانه در دوره نمونه‌گیری برای هر گاو ثبت می‌شد. به منظور تعیین ماده خشک و غلظت ترکیبات شیمیایی نمونه خوراک و باقی مانده آن مربوط به هر گاو گرفته و تا زمان انجام آزمایشات لازم در فریزر نگهداری شدند. تولید شیر طی دوره نمونه‌گیری در هر وعده شیردوشی ثبت و نمونه‌گیری می‌شد. نمونه‌های مربوطه به آزمایشگاه دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل و میزان چربی، پروتئین، لاکتوز و مواد جامد غیر از چربی^۴ آن توسط دستگاه میکرواسکن (فوس دانمارک) تعیین گردید. میزان نیتروژن اوره‌ای شیر^۵ با استفاده از روش آنزیمی تعیین شد (۲۹). به منظور محاسبه شیر تصحیح شده براساس ۴ درصد چربی^۶ و انرژی^۷ از فرمول‌های مربوطه استفاده شد (۱۶). در پایان مرحله مزرعه‌ای این آزمایش، پس از یخ‌گشائی، میزان ماده خشک نمونه‌های خوراک و پس‌آخور در آونی با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. سپس نمونه‌ها توسط آسیاب با غربال به قطر منافذ ۱ میلی‌متر آسیاب شدند. پروتئین خام، لیاف نامحلول در شوینده خنثی، لیاف نامحلول در شوینده اسیدی، عصاره اتری و خاکستر نمونه‌ها با استفاده از روش‌های توصیه شده آنالیز شدند (۳). تجزیه آماری داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از رویه میکس در نرم‌افزار آماری SAS ورژن ۹ (۲۲) و مدل آماری زیر انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

$$Y_{ijklm} = \mu + S_m + P(S)_{im} + A(S)_{jm} + R_k + C_l + (R \times C)_{kl} + e_{ijklm}$$

که در مدل آماری، Y_{ijklm} : مقادیر مشاهده شده صفت مورد اندازه‌گیری، μ : اثر ثابت میانگین، S_m : اثر ثابت مربع، $P(S)_{im}$: اثر ثابت دوره در مربع، $A(S)_{jm}$: اثر تصادفی گاو در مربع، R_k : اثر ثابت سطح RUP، C_l : اثر ثابت روش فرآوری ذرت، $(R \times C)_{kl}$: اثر متقابل سطح RUP و فرآوری ذرت، e_{ijklm} : اثرات باقی‌مانده.

آزمایش دوم: در این آزمایش از ۸ رأس گاو هلشتاین شیرده با میانگین روزهای شیردهی 11 ± 89 روز و میانگین تولید 48 ± 3 لیتر در روز در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده 4×4 با ۴ تیمار و ۲ تکرار استفاده شد. آزمایش طی ۴ دوره ۲۱ روزه (۱۶ روز عادت‌پذیری به جیره‌های آزمایشی و ۵ روز دوره نمونه‌گیری) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان طراحی و اجرا شد. در طراحی تیمارهای جیره‌ای این آزمایش از نتایج حاصل از آزمایش اول (سطح بهینه پروتئین عبوری و روش مناسب فرآوری دانه ذرت) استفاده شد در این آزمایش به منظور تعیین منبع مناسب

- 1- Ground Corn (GC)
- 2- Steam Flaked Corn (SFC)
- 3- TMR
- Solid No Fat(SNF)
- 5-Milk Urea Nitrogen (MUN)
- 6-(FCM)
- 7-(ECM)

پروتئین عبوری در جیره گاوهای پرتولید ۴ تیمار در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از (۱) تیمار دارای کنجاله سویای فرآوری شده به عنوان منبع پروتئین عبوری جیره (منبع مورد استفاده در آزمایش اول) (۲) تیمار دارای پودر ماهی به عنوان منبع پروتئین عبوری (۳) تیمار دارای پودر گوشت به عنوان منبع پروتئین عبوری و (۴) تیمار دارای مخلوط پودر ماهی و پودر گوشت به نسبت مساوی، به عنوان منبع پروتئین عبوری. در این آزمایش سطح پروتئین خام در همه تیمارها یکسان و منبع پروتئین عبوری بین جیره‌ها متفاوت بود (جدول ۲). در طول اجرای آزمایش جیره‌ها به صورت انفرادی و کاملاً مخلوط و در حد اشتها دو مرتبه در روز در ساعات ۱۰ صبح و ۶ عصر به دام‌ها عرضه می‌گردید و شیردوشی سه وعده در ساعات ۹ صبح، ۵ عصر و ۱ بامداد انجام می‌شد.

جدول ۱- اقلام خوراکی جیره‌های آزمایشی براساس ماده خشک.

Table 1. Ingredients of the experimental diets based on DM (%).

تیمارهای آزمایشی ^۱ (Diets ¹)				ماده خوراکی (Feed ingredients)
40-GC	40-SFC	35-GC	35-SFC	
12.0	12.0	12.0	12.0	یونجه خشک (Alfalfa hay)
24.3	24.3	24.3	24.3	سیلاژ ذرت (Corn silage)
5.2	5.2	5.2	5.2	تفاله چغندرقد (Beet pulp)
8.0	8.0	8.2	8.2	دانه جو آسیاب شده (Ground barley)
24.5	0	24.5	0	دانه ذرت آسیاب شده (Ground corn)
0	24.5	0	24.5	دانه ذرت ورقه‌ای شده با بخار (Steam-flaked corn)
11.8	11.8	17.0	17.0	کنجاله سویا (Soybean meal)
6.3	6.3	0.9	0.9	کنجاله سویای فرآوری شده (Xylose treated SBM)
2.5	2.5	2.5	2.5	دانه سویای اکستروود شده (Soybean extruded)
2.2	2.2	2.2	2.2	پودر چربی (Fat powder)
1.0	1.0	1.0	1.0	بیکربنات سدیم (Sodium bicarbonate)
0.2	0.2	0.2	0.2	دی کلسیم فسفات (Di-calcium phosphate)
0.3	0.3	0.3	0.3	نمک (Salt)
0.2	0.2	0.2	0.2	اکسید منیزیم (Magnesium oxide)
0.6	0.6	0.6	0.6	کربنات کلسیم (Calcium carbonate)
0.05	0.05	0.05	0.05	متیونین محافظت شده (Mepron)
0.4	0.4	0.4	0.4	مکمل ویتامینه ^۲ (Vitamin premix ²)
0.4	0.4	0.4	0.4	مکمل مواد معدنی ^۳ (Mineral premix ³)

۱-40-G= جیره محتوی ۴۰ درصد RUP (براساس CP) و ذرت آسیاب شده؛ 40-SFC= جیره محتوی ۴۰ درصد RUP (براساس CP) و ذرت ورقه‌ای شده با بخار؛ 35-GC= جیره محتوی ۳۵ درصد RUP (براساس CP) و ذرت آسیاب شده؛ 35-SFC= جیره محتوی ۳۵ درصد RUP (براساس CP) و ذرت ورقه‌ای شده با بخار.

1-40-GC=Ground corn-based diet containing 40% RUP (based on CP); 40-SFC= Steam flaked corn-based diet containing 40% RUP (based on CP); 35-GC =Ground corn-based diet containing 35%RUP (based on CP); 35-SFC= Steam flaked corn-based diet containing 35%RUP (based on CP).

۲- به ترتیب حاوی ۱۳۰۰، ۳۶۰ و ۱۲ هزار واحد بین‌المللی بر کیلوگرم ویتامین A، D و E است.

2-Composition: 1,300,000 IU/kg of vitamin A, 360,000 IU/kg of vitamin D and 12,000 IU/kg of vitamin E.

۳- بر اساس ماده خشک هر کیلوگرم حاوی به ترتیب ۱۶، ۰/۱۲، ۴، ۰/۱۵، ۰/۸، ۱۰، ۰/۰۸ و ۲۰ گرم روی، کبالت، مس، ید، آهن، منگنز، سلنیم و منسین ۱۰ درصد می‌باشد.

3- Composition: 16.0 g/kg of Zn, 0.12 g/kg of Co, 4.0 g/kg of Cu, 0.15 g/kg of I, 0.8 g/kg of Fe, 10.0 g/kg of Mn, 0.08 g/kg of Se, and 20.0 g/kg of monensin 10.0%;

جدول ۲- اقلام خوراکی جیره‌های آزمایشی براساس ماده خشک.

Table 2. Ingredients of the experimental diets based on DM (%).

تیمارهای آزمایشی (Diets)				
پودر ماهی + (Fish meal + Meat meal)	پودر گوشت (Meat meal)	پودر ماهی (Fish meal)	کنجاله سویای فرآوری شده (Xylose treated) (SBM)	ماده خوراکی (Feed ingredients)
13.6	13.6	13.6	13.6	یونجه خشک (Alfalfa hay)
23.45	23.45	23.45	23.45	سیلاژ ذرت (Corn silage)
5.5	5.5	5.5	5.5	تفاله چغندر قند (Beet pulp)
19.59	19.40	19.44	17.91	دانه جو آسیاب شده (Ground barley)
16.04	16.04	16.04	16.04	دانه ذرت آسیاب شده (Ground corn)
13.07	13.04	13.5	14.69	کنجاله سویا (Soybean meal)
1.63+1.63	3.32	2.74	2.72	منبع پروتئین عبوری (RUP source)
0.42	0.59	0.51	0.39	دانه سویای اکستروود شده (Soybean extruded)
2.15	2.15	2.15	2.56	پودر چربی (Fat powder)
0.91	0.91	1.03	0.83	بیکربنات سدیم (Sodium bicarbonate)
0.12	0.12	0.12	0.2	دی کلسیم فسفات (Di-calcium phosphate)
0.33	0.33	0.33	0.33	نمک (Salt)
0.2	0.2	0.2	0.2	اکسید منیزیم (Magnesium oxide)
0.31	0.31	0.34	0.51	کربنات کلسیم (Calcium carbonate)
0.04	0.05	0.04	0.06	متیونین محافظت شده (Mepron)
0.41	0.41	0.41	0.41	مکمل ویتامینه ^۱ (Vitamin premix ¹)
0.41	0.41	0.41	0.41	مکمل مواد معدنی ^۲ (Mineral premix ²)
0.19	0.17	0.18	0.19	اوره (Urea)

۱- به ترتیب حاوی ۱۳۰۰، ۳۶۰ و ۱۲ هزار واحد بین‌المللی بر کیلوگرم ویتامین A، D و E است.

1- Composition: 1,300,000 IU/kg of vitamin A, 360,000 IU/kg of vitamin D and 12,000 IU/kg of vitamin E.

۲- بر اساس ماده خشک هر کیلوگرم حاوی به ترتیب ۱۶، ۰/۱۲، ۴، ۰/۱۵، ۰/۸، ۱۰، ۰/۰۸ و ۲۰ گرم روی، کبالت، مس، ید، آهن، منگنز، سلنیم و منسین ۱۰ درصد می‌باشد.

2- Composition: 16.0 g/kg of Zn, 0.12 g/kg of Co, 4.0 g/kg of Cu, 0.15 g/kg of I, 0.8 g/kg of Fe, 10.0 g/kg of Mn, 0.08 g/kg of Se, and 20.0 g/kg of monensin 10.0%.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از رویه میکس در نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. برای این آزمایش مدل آماری زیر استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد. داده‌ها به صورت میانگین حداقل مربعات همراه با خطای استانداردشان گزارش شدند. سطح معنی‌داری $P < 0.05$ و $P < 0.1$ و $P < 0.05$ تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شد.

$$Y_{ijk} = \mu + S_k + P(S)_{ik} + A(S)_{jk} + T_k + e_{ijk}$$

که در این مدل آماری، Y_{ijk} : مقادیر مشاهده شده صفت مورد اندازه‌گیری، μ : اثر ثابت میانگین، S_k : اثر ثابت مربع، $P(S)_{ik}$: اثر ثابت دوره در مربع، $A(S)_{jk}$: اثر تصادفی گاو در مربع، T_k : اثر ثابت تیمار (منبع پروتئین عبوری)، e_{ijk} : اثرات باقی‌مانده.

نتایج و بحث

آزمایش اول

ترکیب شیمیایی جیره‌ها: آنالیز شیمیایی جیره‌ها نشان داد که جیره‌های حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار نسبت به جیره‌های حاوی ذرت آسیاب شده ماده خشک کمتر ولی مقادیر فیبر محلول در شوینده خنثی و انرژی خالص شیردهی^۱ بالاتری داشتند (جدول ۳). ماده خشک پایین‌تر این جیره‌ها تا حدی مربوط به روش فرآوری ذرت و به عبارتی مرتبط با استفاده از بخار آب در تهیه ذرت ورقه‌ای شده با بخار بوده که باعث کاهش درصد ماده خشک آن می‌شود. تفاوت درصد فیبر محلول در شوینده خنثی بین تیمارها در توافق با نتایج گزارش شده در مطالعات دیگری بوده (۱۹) که اظهار داشتند تفاوت اندک در میزان فیبر محلول در شوینده غلات فرآوری شده ممکن است به علت تشکیل لیگنین مصنوعی تحت تأثیر دماهای بالای ۶۵ درجه سانتی‌گراد باشد. به دلیل مقادیر بالاتر انرژی ذرت ورقه‌ای شده با بخار نسبت به ذرت آسیاب شده، جیره‌های حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار غلظت‌های محاسبه شده بالاتری برای انرژی خالص شیردهی داشتند (۹، ۱۶).

مصرف ماده خشک: نتایج این آزمایش نشان داد مصرف خوراک تحت تأثیر سطح پروتئین عبوری جیره قرار نگرفت. این نتیجه مطابق با یافته‌های سانتوز و همکاران (۱۹۹۸) بوده که طی یک بررسی منابع گسترده و جایگزینی منبع پروتئین قابل تجزیه در شکمبه با منابع حاوی پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه بالا تفاوتی در میزان ماده خشک مصرفی گزارش نکردند (۲۰). همچنین در مطالعه دیگر در رابطه با نسبت‌های متفاوت پروتئین قابل تجزیه در شکمبه به پروتئین غیر قابل تجزیه تفاوت معنی‌داری در میزان ماده خشک مصرفی گزارش نشد (۲۸). با توجه به این نتیجه، به نظر می‌رسد سطوح پروتئین قابل تجزیه در شکمبه استفاده شده در آزمایش حاضر (۱۰ و ۱۰/۸ درصد ماده خشک) پاسخگوی نیازهای نیتروژنی میکروارگانیسم‌های شکمبه جهت حفظ مقدار ثابت^۲ مصرف ماده خشک بود.

روش فرآوری استفاده شده برای دانه ذرت به‌طور معنی‌داری مصرف ماده خشک را تحت تأثیر قرار داد ($P < 0/01$). گاوهای مصرف کننده ذرت ورقه‌ای شده با بخار نسبت به آن‌هایی که ذرت آسیاب شده مصرف کرده بودند، مصرف ماده خشک پایین‌تری داشتند. تأثیر فرآوری حرارتی بر مصرف ماده خشک در منابع، متغیر گزارش شده است. تغذیه ذرت ورقه‌ای شده با بخار در مقایسه با ذرت آسیاب باعث کاهش (۱۸)، افزایش (۳۱) و یا حتی عدم تغییر (۹) ماده خشک مصرفی گردید. در این آزمایش علت کاهش مصرف ماده خشک با تغذیه ذرت ورقه‌ای شده با بخار می‌تواند به دلیل افزایش میانگین اندازه ذرات در ذرت ورقه شده با بخار نسبت به ذرت آسیاب شده و در نتیجه کاهش نرخ عبور باشد و همان‌طور که آلن (۲۰۰۰) تشریح نمود کشیدگی شکمبه در اثر افزایش اندازه ذرات، گیرنده‌های کششی موجود در دیواره ماهیچه‌ای شکمبه را تحریک نموده و می‌تواند موجب خاتمه خوراک مصرفی شود (۱). از آنجایی که ماده خشک مصرفی رابطه منفی با قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته دارد (۱۱) احتمالاً با ورقه‌ای کردن ذرت با بخار و در نتیجه افزایش قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته، طبق تئوری اکسیداسیون کبدی، مصرف ماده خشک در گاوهای مصرف کننده ذرت ورقه‌ای شد با بخار کاهش یافت (۲). اثر متقابل سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و فرآوری ذرت برای مصرف ماده خشک معنی‌دار نبود (جدول ۴).

^۱ - Net Energy Location (NEL)

^۲ - Dry Matter Intake (DMI)

جدول ۳- ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی.

Table 3. Chemical compositions of the experimental diets.

تیمارهای آزمایشی ^۱ (Diets ^۱)				آیتم (Item)
40-GC	40-SFC	35-GC	35-SFC	
ترکیب مواد مغذی، درصد ماده خشک (به جز در مواردی که واحد ذکر شود)				
[Nutrient composition, % of DM (unless otherwise stated)]				
48.5	48.2	48.5	48.2	ماده خشک، درصد حالت تغذیه شده (DM, % of as fed)
90.8	91.5	91.7	92.2	ماده آلی (OM)
16.7	16.7	16.7	16.7	پروتئین خام (CP)
59.9	59.9	64.9	64.9	پروتئین قابل تجزیه در شکمبه، درصد پروتئین خام (RDP, % of CP)
40.1	40.1	35.1	35.1	پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه، درصد پروتئین خام (RUP, % of CP)
10.0	10.0	10.8	10.8	پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP)
6.7	6.7	5.9	5.9	پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (RUP)
2757	2827	2687	2784	پروتئین قابل متابولیسم، گرم در روز (MP ² , g/d)
44.5	44.7	49.5	50.3	از پروتئین میکروبی (درصد) (MP from bacteria ² , %)
55.5	55.3	50.5	49.7	از پروتئین عبوری خوراک (درصد) (MP from RUP ² , %)
3.1	3.1	3.0	3.1	لایزین: متیونین (نسبت) (Lys:Met ²)
27.1	26.7	26.9	26.6	نشاسته (Starch)
4.7	4.7	4.7	4.7	چربی خام (Ether extract)
31.9	32.1	32.4	32.7	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF)
17.2	17.2	17.1	17.1	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)
37.5	38.0	37.9	38.1	کربوهیدرات‌های غیر فیبری (NFC ³)
1.68	1.74	1.68	1.74	انرژی خالص شیردهی، مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک (NEL ² Mcal/kg)

۱- 40-G=40 جیره محتوی ۴۰ درصد RUP (براساس CP) و ذرت آسیاب شده؛ 40-SFC= جیره محتوی ۴۰ درصد PRU (براساس CP) و ذرت ورقه‌ای شده با بخار؛ 35-GC=35 جیره محتوی ۳۵ درصد RUP (براساس CP) و ذرت آسیاب شده؛ 35-SFC= جیره محتوی ۳۵ درصد RUP (براساس CP) و ذرت ورقه‌ای شده با بخار.

1- 40-GC=Ground corn-based diet containing 40% RUP (based on CP); 40-SFC= Steam flaked corn-based diet containing 40% RUP (based on CP); 35-GC =Ground corn-based diet containing 35%RUP (based on CP); 35-SFC= Steam flaked corn-based diet containing 35%RUP (based on CP).

2- Calculated from NRC (2001)

3- NFC= 100 – (%NDF + %CP + %EE+ %ash).

تولید شیر: در این آزمایش اثر سطح پروتئین غیر قابل تجزیه بر تولید شیر خام، شیر تصحیح شده براساس ۴

درصد چربی و شیر تصحیح شده براساس انرژی ($P < 0.05$) از نظر آماری معنی‌دار بود. به این صورت که با کاهش سطح پروتئین غیر قابل تجزیه از ۴۰ به ۳۵ درصد براساس درصدی از پروتئین خام، تولید شیر افزایش یافت. علی‌رغم ماده خشک مصرفی برابر بین تیمارهای حاوی ۴۰ و ۳۵ درصد پروتئین غیر قابل تجزیه، گاوهای مصرف کننده سطح بالای پروتئین عبوری (سطح پایین تر پروتئین قابل تجزیه) احتمالاً میزان کافی از پروتئین قابل متابولیسم باکتریایی در شکمبه را برای تولید حداکثر شیر دریافت نکردند. برخلاف این نتیجه انجمن تحقیقات ملی آمریکا (۱۶) گزارش کرد که به ازاء هر واحد افزایش در پروتئین غیر قابل متابولیسم مصرفی تولید شیر ۱/۸۵ کیلوگرم افزایش می‌یابد. از طرفی در مطالعه انجام شده توسط وانگ و همکاران (۲۰۰۸) استفاده از سه نسبت پروتئین قابل متابولیسم به پروتئین غیر

قابل متابولیسم برابر با ۲/۲۵، ۱/۷۶ و ۱/۴ در سطح ثابت پروتئین خام اثر معنی‌داری روی تولید شیر نداشت (۲۸). اما مطابق با نتایج ما سانتوز و همکاران (۲۰) بیان کردند که در اکثر مواقع افزایش سطح پروتئین غیر قابل متابولیسم جیره منجر به افزایش تولید شیر نشده است که دلیل این اثر به کاهش سنتز پروتئین خام میکروبی در اثر جایگزینی پروتئین قابل تجزیه در شکمبه با پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه مربوط می‌شود. این نتایج از تئوری که بیان می‌کند پروتئین قابل متابولیسم بیشتر منجر به سنتز پروتئین میکروبی بیشتر و متعاقباً تولید شیر بیشتر خواهد شد، حمایت می‌کند.

جدول ۴- اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد گاوهای پر تولید هلشتاین.

Table 4. Effect of experimental diets on performance of high producing Holstein dairy cows.

معنی‌داری ^۲ P-value ^۲	خطای استاندارد		تیمارهای آزمایشی ^۱ Diets ^۱				صفت Item	
	R × C	C	R	میانگین‌ها SEM	40-GC	40-SFC		35-GC
0.25	<0.01	0.99	0.5	26.3	24.9	26.0	25.3	مصرف خوراک DMI (kg/day) تولید شیر (Yield, kg/d)
0.66	0.27	0.05	1.1	43.4	43.0	44.9	43.9	شیر خام (Actual milk)
0.41	0.05	0.03	0.6	37.0	36.4	38.6	37.1	شیر ۴ درصد چربی (4% FCM ^۳)
0.34	0.11	0.02	0.7	39.6	39.3	41.4	40.0	انرژی تصحیح شده شیر (ECM ^۴) (milk composition, %)
0.71	0.01	0.88	0.10	3.10	2.93	3.11	2.96	چربی (Fat)
0.15	0.01	0.15	0.02	2.90	2.95	2.93	2.95	پروتئین (Protein)
0.19	0.98	0.80	0.05	4.72	4.76	4.77	4.73	لاکتوز (Lactose)
0.70	0.24	0.97	1.02	14.1	15.7	14.4	15.3	نیترژن اوره‌ای شیر (MUN, mg/dl)
0.17	0.90	0.17	0.03	1.43	1.47	1.50	1.47	راندمان تولید شیر (FCM/DMI)

۱- 40-G = 40-جیره محتوی ۴۰ درصد RUP (براساس CP) و ذرت آسیاب شده؛ 40-SFC = 40-جیره محتوی ۴۰ درصد RUP (براساس CP) و ذرت ورقه‌ای شده با بخار؛ 35-GC = 35-جیره محتوی ۳۵ درصد RUP (براساس CP) و ذرت آسیاب شده؛ 35-SFC = 35-جیره محتوی ۳۵ درصد RUP (براساس CP) و ذرت ورقه‌ای شده با بخار.

1-40-GC = Ground corn-based diet containing 40% RUP (based on CP); 40-SFC = Steam flaked corn-based diet containing 40% RUP (based on CP); 35-GC = Ground corn-based diet containing 35% RUP (based on CP); 35-SFC = Steam flaked corn-based diet containing 35% RUP (based on CP).

۲- R = سطح RUP (۴۰ در مقابل ۳۵)؛ C = روش فرآوری ذرت (آسیاب در مقابل ورقه‌ای شده با بخار)؛ R × C = اثر متقابل.

2- R = RUP level (40 vs. 35); C = Method of corn processing (Ground vs. Steam flaked); interaction = R × C.

3- 4%FCM = fat-corrected milk = 0.4 milk (kg) + 15 milk fat (kg).

4- ECM = energy-corrected milk = 0.323 × milk (kg) + 12.82 × milk fat (kg) + 7.13 × milk protein (kg).

فرآوری غلات تأثیری روی تولید شیر خام و شیر تصحیح شده بر اساس انرژی نداشت اما از نظر عددی این پارامترها را کاهش داد که این کاهش عددی می‌تواند به سبب اثر منفی ذرت ورقه‌ای شده با بخار بر ماده خشک مصرفی باشد. اما ورقه‌ای کردن ذرت با بخار شیر تصحیح شده براساس ۴ درصد چربی را به‌علت تأثیر منفی ورقه‌ای

کردن ذرت با بخار بر مصرف ماده خشک و درصد چربی شیر، به طور معنی داری کاهش داد ($P=0/05$). در منابع، تأثیر فرآوری ذرت بر تولید شیر متفاوت است. جایگزینی ذرت آسیاب با ذرت ورقه‌ای شده با بخار باعث افزایش (۷)، تمایل به افزایش (۳۱) و یا عدم تغییر (۱۸) در تولید شیر شد.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد گاوهای مصرف کننده ذرت آسیاب شده در صورت تغذیه با سطح بالای پروتئین عبوری (سطح پروتئین قابل متابولیسم پائین‌تر)، حدود ۱/۵ لیتر شیر کمتری تولید کردند (۴۳/۴ در مقابل ۴۴/۹ کیلوگرم در روز به ترتیب برای سطوح ۴۰ و ۳۵ درصد پروتئین غیر قابل متابولیسم) که این موضوع می‌تواند در ارتباط با تولید بیشتر پروتئین قابل متابولیسم منشأ گرفته از باکتری‌های شکمبه‌ای در جیره‌های حاوی مقادیر بیشتر پروتئین غیر قابل متابولیسم باشد که احتمالاً منجر به توازن بهتر اسید آمینه‌ای در این جیره‌ها شده است. از طرفی بین تولید شیر گاوهای مصرف کننده سطح بالا و پایین پروتئین غیر قابل متابولیسم در تیمارهای حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار تفاوت معنی داری وجود نداشت (۴۳ در مقابل ۴۳/۹ کیلوگرم در روز به ترتیب برای سطوح ۴۰ و ۳۵ درصد پروتئین غیر قابل متابولیسم که بیانگر این موضوع است که ورقه‌ای کردن ذرت با بخار توانسته است تا حدودی کاهش سطح پروتئین قابل متابولیسم باکتریایی را جبران کند که می‌تواند به علت تولید پروتئین میکروبی بیشتر و یا افزایش کارایی استفاده از پروتئین جیره با استفاده از ورقه‌ای کردن ذرت با بخار باشد (جدول ۳).

ترکیبات شیر: همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود درصد ترکیبات شیر از قبیل چربی، پروتئین و لاکتوز تحت تأثیر تغییر سطح پروتئین غیر قابل متابولیسم در جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. اما تولید چربی شیر با کاهش سطح پروتئین غیر قابل متابولیسم و متعاقب آن افزایش نسبت پروتئین قابل متابولیسم در جیره‌ها، به دلیل تولید شیر بیشتر، تمایل به افزایش نشان داد ($P=0/09$) و این موضوع در مورد تولید پروتئین شیر و همچنین تولید لاکتوز شیر به صورت معنی دار خود را نشان داد ($P<0/05$). آرمنتانو و همکاران (۱۹۹۳) با تغییر در میزان پروتئین قابل متابولیسم جیره‌ها از ۸/۳ تا ۱۲/۲ درصد براساس ماده خشک تغییری در چربی و پروتئین شیر گزارش نکردند (۴). نیتروژن اوره‌ای شیر در این آزمایش تحت تأثیر تغییر سطح پروتئین غیر قابل متابولیسم قرار نگرفت، چرا که همزمان با افزایش سطح پروتئین قابل متابولیسم از ۶۰ به ۶۵ درصد براساس پروتئین خام کاهش سطح پروتئین غیر قابل متابولیسم از ۴۰ به ۳۵ درصد اتفاق افتاد و لذا در یک سطح ثابت CP در میزان نیتروژن اوره‌ای شیر تغییری حاصل نشد.

در مقایسه با ذرت آسیاب گاوهایی که ذرت ورقه‌ای شده با بخار مصرف کرده بودند درصد چربی و تولید چربی شیر پایین‌تری داشتند ($P=0/01$). در مطالعات دیگر نیز تغذیه ذرت ورقه‌ای شده با بخار در مقایسه با ذرت آسیاب، باعث کاهش (۱۲)، تمایل به کاهش (۸) یا عدم تغییر (۲۵) در چربی شیر شد. با توجه به این‌که در منابع، ثابت شده است که ذرت ورقه‌ای شده با بخار گوارش‌پذیری بعد از شکمبه‌ای نشاسته را در گاوهای شیری افزایش می‌دهد (۱۳) و از طرفی گوارش‌پذیری بعد از شکمبه‌ای نشاسته با درصد چربی شیر همبستگی منفی دارد (۲۶)، لذا ذرت ورقه‌ای شده با بخار باعث کاهش معنی دار درصد چربی شیر شد. ورقه‌ای کردن ذرت با بخار از لحاظ آماری اثر معنی داری بر درصد پروتئین شیر داشت ($P=0/01$). هر چند فیرکینز و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که درصد پروتئین شیر در ذرت ورقه‌ای شده با بخار در مقایسه با ذرت آسیاب تفاوتی ندارد (۱۱) اما همسو با نتایج ما، در منابع نشان داده شده است که تغذیه ذرت ورقه‌ای شده با بخار در مقایسه با ذرت آسیاب، باعث افزایش (۲۵) درصد پروتئین شیر گردید که این اثر احتمالاً به واسطه افزایش انرژی در دسترس ایجاد شده از طریق افزایش قابلیت هضم نشاسته در کل دستگاه

گوارش بوده (۲۵) که نهایتاً منجر به تولید پروتئین میکروبی بیشتر و در نتیجه بهبود تعادل اسید آمینه‌های رسیده به ابتدای دوازدهم شده است. در یک متا آنالیز انجام شده توسط فرار تو و همکاران (۲۰۱۳)، افزایش ۰/۰۲ واحدی در میزان پروتئین شیر در اثر افزایش یک درصدی قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته، نشان داده شد (۱۰). نتایج این مطالعه در رابطه با درصد چربی و پروتئین شیر همسو با نتایج گزارش شده توسط کاظمی بجناری و همکاران (۲۰۱۶) می‌باشد (۱۴). نیتروژن اوره‌ای شیر تحت تأثیر نوع فرآوری قرار نگرفت که با نتایج کوک و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد (۷). اثر متقابل تیمارهای اصلی در مورد پارامترهای ذکر شده معنی‌دار نبود.

در مورد راندمان تولید شیر برای سطح پروتئین عبوری بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P=0/05$) به طوری که سطح ۳۵ درصد پروتئین غیر قابل متابولیسم به علت مصرف خوراک یکسان و تولید شیر بالاتر نسبت به سطح ۴۰ درصد پروتئین غیر قابل متابولیسم راندمان بهتری نشان داد. همچنین با توجه به مصرف کمتر خوراک برای تیمارهای ذرت ورقه‌ای شده با بخار نسبت به ذرت آسیاب انتظار می‌رفت راندمان تولید شیر افزایش یابد اما به هر حال به دلیل تولید شیر کمتر از لحاظ عددی در تیمارهای حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار در نهایت راندمان تولید شیر تحت تأثیر نوع فرآوری قرار نگرفت که با نتایج مطالعات گذشته مطابقت دارد (۹). رابطه متقابل بین سطح پروتئین عبوری و فرآوری ذرت بر راندمان تولیدی معنی‌دار نبود.

آزمایش دوم

ترکیب شیمیایی جیره‌ها: با توجه به نتایج حاصل از آزمایش اول و عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار از نظر راندمان تولیدی در مقایسه دو سطح پروتئین غیر قابل متابولیسم و دو روش فرآوری ذرت و از طرفی به منظور کاهش هزینه جیره‌ها سطح ۳۵ درصد پروتئین غیر قابل متابولیسم و ذرت آسیاب شده، برای گاوهای اوایل شیردهی قابل توصیه می‌باشد. لذا در آزمایش دوم سطح پروتئین عبوری ۳۵ درصد (براساس درصدی از پروتئین خام) و همچنین ذرت آسیاب شده به کار گرفته شد. ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۵ ارائه شده است. تفاوت جیره‌ها در نوع منبع پروتئین عبوری مورد استفاده می‌باشد.

ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر: نتایج مربوط به مصرف ماده خشک، تولید و ترکیبات شیر در جدول ۶ آمده است نتایج این آزمایش نشان داد، ماده خشک مصرفی در گاوهایی که از منابع متفاوت پروتئین عبوری استفاده کرده بودند تفاوت معنی‌داری نداشته است. از آنجایی که میزان خوراک مصرفی دام تحت تأثیر عوامل گوناگونی از قبیل سطح پروتئین، انرژی، فیبر جیره و وضعیت فیزیولوژیکی حیوان است (۱۶) و در این آزمایش ترکیب شیمیایی یرهای مورد استفاده تقریباً مشابه بودند لذا میزان ماده خشک مصرفی بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. از طرف دیگر یکی از عوامل تأثیرگذار بر سطح تولید شیر انرژی جیره بوده و با توجه به این که میزان ماده خشک مصرف شده تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفته بود، عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در رابطه با میزان تولید شیر نیز دور از انتظار نبود (جدول ۶). همان‌طور که در جدول ۶ نشان داده شد درصد ترکیبات شیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. هر چند انتظار می‌رفت تغذیه پودر ماهی منجر به کاهش معنی‌دار درصد چربی شیر شود اما به هر حال در این آزمایش به دلیل سطح پایین استفاده از پودر ماهی (۲/۷۴ درصد ماده خشک) در جیره اثرات منفی روغن ماهی بر عملکرد و ترکیبات شیر کاهش یافت اما هنوز هم درصد چربی شیر مربوط به تیمار حاوی پودر ماهی (۲/۹۰ درصد) در مقایسه با سایر تیمارها به صورت عددی پایین‌تر بود.

جدول ۵- ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی.

Table 5. Chemical compositions of the experimental diets.

تیمارها (Diets)				آیتم (Item)
پودر ماهی + پودر گوشت (Fish meal + Meat meal)	پودر گوشت (Meat meal)	پودر ماهی (Fish meal)	کنجاله سویای فرآوری شده (Xylose treated SBM)	
ترکیب مواد مغذی، درصد ماده خشک (به جز در مواردی که واحد ذکر شود)				
[Nutrient composition, % of DM (unless otherwise stated)]				
49.6	49.3	49.9	49.8	ماده خشک، درصد حالت تغذیه شده (DM, % of as fed)
16.8	16.7	16.8	16.8	پروتئین خام (CP)
10.9	10.9	10.8	10.8	پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP)
5.8	5.8	6.0	6.0	پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه (RUP)
4.7	4.8	4.7	4.7	چربی خام (Ether extract)
31.2	31.1	31.1	31.5	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF)
17.5	17.5	17.5	17.7	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)
38.9	39.0	38.8	38.5	کربوهیدرات‌های غیر فیبری (NFC ²)
1.64	1.64	1.63	1.62	انرژی خالص شیردهی، مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک (NEL ³ Mcal/kg DM)

¹NFC = 100 - (%NDF + %CP + %EE + %ash)

²Calculated from NRC (2001)

جدول ۶- اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد گاوهای پر تولید هلشتاین.

Table 6. Effect of experimental diets on performance of high producing Holstein dairy cows.

معنی داری P-value	خطای استاندارد میانگین‌ها SEM	تیمارهای آزمایشی Diets				صفت Item
		پودر ماهی + پودر گوشت (Fish meal + Meat meal)	پودر گوشت (Meat meal)	پودر ماهی (Fish meal)	کنجاله سویای فرآوری شده (Xylose treated SBM)	
0.12	0.7	24.5	24.2	24.2	23.2	مصرف خوراک DMI (kg/day)
0.12	1.2	41.9	42.3	42.3	39.3	تولید شیر (Yield, kg/d)
0.1	1.1	35.0	36.9	35.3	33.8	شیر خام (Actual milk)
0.1	1.1	37.8	39.7	38.1	36.3	شیر ۴ درصد چربی (4% FCM ¹)
0.33	0.09	2.92	3.06	2.90	3.08	انرژی تصحیح شده شیر (ECM ²)
0.94	0.04	2.91	2.90	2.90	2.90	ترکیبات شیر (Milk composition, %)
0.43	0.04	1.43	1.51	1.47	1.45	چربی (Fat)
						پروتئین (Protein)
						راندمان تولید شیر (FCM/DMI)

¹4%FCM = fat-corrected milk = 0.4 milk (kg) + 15 milk fat (kg).

²ECM = energy-corrected milk = 0.323 × milk (kg) + 12.82 × milk fat (kg) + 7.13 × milk protein (kg).

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق نتایج آزمایش اول نشان داد که اثرات متقابل بین سطح پروتئین عبوری در جیره و روش فرآوری دانه ذرت بر عملکرد تولیدی گاوهای پرتولید هلشتاین معنی‌دار نبود. گاوهای مصرف‌کننده ذرت آسیاب شده در صورت تغذیه با سطح بالای پروتئین عبوری (پروتئین قابل تجزیه در شکمبه کمتر) نسبت به حالتی که سطح کمتر پروتئین عبوری (پروتئین قابل تجزیه در شکمبه بالاتر) را دریافت کردند، حدود ۱/۵ لیتر شیر کمتری تولید کردند. از طرفی بین تولید شیر گاوهای مصرف‌کننده سطح بالا و پایین پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه در تیمارهای حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این موضوع بیانگر این است که ورقه‌ای کردن ذرت با بخار توانسته است تا حدودی کاهش سطح پروتئین قابل متابولیسم باکتریایی را جبران کند که می‌تواند به علت تولید پروتئین میکروبی بیشتر با استفاده از ورقه‌ای کردن ذرت با بخار باشد. بر اساس نتایج آزمایش دوم عملکرد تولیدی تحت تأثیر منبع پروتئین عبوری واقع نشد. به‌طور کلی، با توجه به هزینه بالاتر ورقه کردن ذرت با بخار و همچنین قیمت بالای منابع پروتئین عبوری، برای گاوهای اوایل شیردهی با تولید ۴۴ کیلوگرم شیر و مصرف ۲۵ کیلوگرم ماده خشک، استفاده از ذرت آسیاب شده و سطح ۳۵ درصد پروتئین غیر قابل تجزیه (براساس درصدی از پروتئین خام) تأمین شده از منبع پودر گوشت قابل توصیه خواهد بود.

منابع

1. Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 83: 1598-1624.
2. Allen, M.S., Bradford, B.J., and Oba, M. 2009. The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *Journal of Animal Science*. 87: 3317-3334.
3. AOAC International. 2002. *Official Methods of Analysis*. 17th ed. AOAC International, Arlington, VA.
4. Armentano, L.E., Bertics, S.J., and Riesterer, J. 1993. Lack of response to addition of degradable protein to a low protein diet fed to mid lactation Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 76: 3755-3762.
5. Bahrami-Yekdangi, H., Khorvash, M., Ghorbani, G.R., Alikhani, M., Jahanian, R., and Kamalian, E. 2014. Effects of decreasing metabolizable protein and rumen-undegradable protein on milk production and composition and blood metabolites of Holstein dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 97: 3707-3714.
6. Broderick, G.A. 2006. Improving nitrogen utilization in the rumen of the lactating dairy cow. *Florida Ruminant Nutrition Symposium, Best Western Gateway Grand, Gainesville FL*.
7. Cooke, K.M., Bernard, J.K., and West, J.W. 2008. Performance of dairy cows fed annual ryegrass silage and corn silage with steam-flaked or ground corn. *Journal of Dairy Science*. 91: 2417-2422.
8. Cooke, K.M., Bernard, J.K., and West, J.W. 2009. Performance of lactating dairy cows fed ryegrass silage and corn silage with ground corn, steam-flaked corn, or hominy feed. *Journal of Dairy Science*. 92: 1117-1123.
9. Dhiman, T.R., Zaman, M.S., MacQueen, I.S., and Boman, R.L. 2002. Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. *Journal of Dairy Science*. 85: 217-226.
10. Ferraretto, L.F., Crump, P.M., and Shaver, R.D. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 96: 1-18.
11. Firkins, J.L., Eastridge, M.L., St-Pierre, N.R., and Noftsger, S.M. 2001. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 79 (E. Suppl.): E218-E238.

12. Guyton, A.D., McKinney, J.M., and Knowlton, K.F. 2003. The effect of steam flaked or ground corn and supplemental phytic acid on phosphorus partitioning and ruminal phytase activity in lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 86: 3972–3982.
13. Joy, M.T., DePeters, E.J., Fadel, J.G., and Zinn, R.A. 1997. Effects of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 80: 2087–2097.
14. Kazemi, M., Mirzaei, M., Khodaei-Motlagh, M., and Khalt abadi-Farahani., A.H. 2016. Nutritional assessment of finely ground corn versus steam flaked corn on milk production and composition and some blood parameters of Holstein dairy cows in early lactation. *Iranian Journal of Animal Science*. 47: 589-598. (In Persian)
15. Nikkhah, A., Alikhani, M., and Amanlou, H. 2004. Effects of feeding ground or steam-flaked broom sorghum and ground barley on performance of dairy cows in mid-lactation. *Journal of Dairy Scienc*. 87: 122–130.
16. NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th ed Research ersedition National Academic Science. Washington, DC.
17. Plascencia, A., and Zinn, R.A. 1996. Influence of flake density on the feeding value of steam-processed corn in diets for lactating cows. *Journal of Animal Science*. 74: 310–316.
18. Rafiee, H., Alikhani, M., Ghorbani, G.R., and Sadeghi-Sefidmazgi, A. 2016. Effects of processing of dietary protein (soybean) and carbohydrate (corn) sources and dietary protein levels on performance and milk fatty acids profile of Holstein cows fed low forage diets. Phd Thesis of animal science. College of Agriculture. Isfahan University of Technology.
19. Safaei, Kh., Ghorbani, G.R., Alikhani, M., Sadeghi Sefidmazgi, A., and Yang, W.Z. 2016. Response of lactating dairy cows to degree of steam-flaked barley grain in low-forage diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 101: 87-97.
20. Santos, F.A.P., Santos, J.E.P., Theurer, C.B., and Huber, J.T. 1998. Effects of umenundegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. *Journal of Dairy Science*. 81: 3182–3213.
21. Santos, J.E.P., Huber, J.T., Theurer, C.B., Nussio, L.G., Tarazon, M., and Santos, F.A.P. 1999. Response of lactating dairy cows to steam-flaked sorghum, steam-flaked corn, or steam-rolled corn and protein sources of differing degradability. *Journal of Dairy Science*. 82: 728–737.
22. SAS Institute. 2002. *User's Guide: Statistics*. Version 9.1. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
23. Schwab, C.G. 1994. Optimizing amino acid nutrition for optimum yield of milk and protein. Pages 114-129 in *proc southwest nutri. Manage conf. phoeix*. AZ. Dep. Animal. Sci.
24. Schwab, C.G., Boucher, S.E., and Sloan, B.K. 2007. *Metabolizable Protein and Amino Acid Nutrition of the Cow: Where Are We in 2007?* Adisseo USA, Inc. Pp: 121-138.
25. Shen, J.S., Song, L.J., Sun, H.Z., Wang, B., Chai, Z., Chacher, B., and Liu, J.X. 2015. Effects of corn and soybean meal types on rumen fermentation, nitrogen metabolism and productivity in dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 28: 351-359.
26. Theurer, C.B., Huber, J.T., Delgado-Elorduy, A., and Wanderley, R. 1999. Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 82: 1950–1959.
27. Titgemeyer, E.C., and Shirley, J.S. 1997. Effect of processed grain sorghum and expeller soybean meal on performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 80: 714–721.
28. Wang, C., Liu, J.X., Zhai, S.W., Lai, J.L., and Wu, Y.M. 2008. Effects of rumen-degradable-protein to rumen-undegradable-protein ratio on nitrogen conversion of lactating dairy cows,. 58: 100-103.
29. Wilson, R.C., Overton, T.R., and Clark, J.H. 1998. Effects of *Yucca shidigera* extract and soluble protein on performance of cows and concentrations of urea nitrogen in plasma and milk. *Journal of Dairy Science*. 81: 1022-1027.
30. Yu, P., Huber, J.T., Santos, F.A.P., Simas, J.M., and Theurer, C.B. 1998. Effect of ground steam flaked, and steam rolled corn grains on performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 81: 777-783.
31. Zhong, R.Z., Li, J.G., Gao, Y.X., Tan, Z.L., and Ren, G.P. 2008. Effects of substitution of different levels of steam-flaked corn for finely ground corn on lactation and digestion in early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 91: 3931–3937.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Ruminant Research, Vol. 5(3), 2017
<http://ejrr.gau.ac.ir>

Effects of the source and level of rumen undegradable protein and corn processing on production performance of dairy cows

M. Savari¹, *M. Khorvash², H. Amanlou³, G.R. Ghorbani⁴, E. Ghasemi⁵,
M. Mirzaei⁶ and F. Mohammadi⁷

¹Ph.D. Student, ²Associate Prof., ⁴Professor, ⁵Assistant Prof, and ⁷M.Sc. Graduate, Dept., of Animal Sciences, Isfahan University of Technology, Iran, ³Professor, Dept., of Animal Sciences, University of Zanzan, Iran, ⁶Assistant Prof., Dept., of Animal Sciences, University of Arak, Iran

Received: 06/19/2017; Accepted: 09/19/2017

Abstract

Background and objectives: It has been demonstrated that processing of grain increases the energy available to the microorganisms of the rumen and increases microbial protein production, but the effects of processing of dietary carbohydrate (corn) source on protein requirements of dairy cattle and the interaction effects of corn processing and rumen-undegradable protein (RUP) level on performance of Holstein cows fed low forage diets, is not considered. The objective of this study was to investigate the interactions between RUP level with corn processing method and dietary RUP sources on production performance of high-producing Holstein dairy cows fed a high concentrate diet.

Materials and methods: In order to determine the interactions level and sources of RUP with corn processing method on production performance of high-producing Holstein dairy cows two separate experiment were conducted. In the first experiment, 12 lactating Holstein cows (48±3 kg/d milk yield) were used in a replicated 4 × 4 Latin square design with a 2 × 2 factorial arrangement of treatments that included four treatments. In the second experiment, eight lactating cows were used 4 × 4 Latin square design that included four treatments. Treatments one to four in the first experiment consisted of diet containing 1) RUP equal of 40 percent based on crude protein (CP) and grinding (GC) corn 2) RUP equal of 40 percent and steam flaking (SFC) corn 3) RUP equal of 35 percent based on CP and GC 4) RUP equal of 35 percent and SFC. The CP level in diets was same and equal to 16.7 percent based on dry matter and level of RUP and corn processing were different between diets. Treatments one to four in the second experiment consisted of diet containing xylose treated Soybean meal, fish meal, meat meal, and the mixed of fish and meat meal as RUP sources, respectively.

Results: In the first experiment the level of RUP had no significant effect on dry matter intake (DMI), but reduction in RUP level from 40 to 35% based on CP (or increase RDP level from 60 to 65% of CP) the milk production was increased (average 43.2 vs. 44.4 kg/d, respectively). Cows receiving steam flaked corn had lower DMI rather than who received grinding corn (average 25.1 vs. 26.2 kg/d, respectively). Corn processing method had no significant effect on milk yield. However, fat corrected milk was reduced in cows receiving steam flaked corn compared with those receiving ground corn. Steam flaked corn, increased protein and reduced milk fat percentage. Overall, no significant main treatment interaction effects were observed on dairy cow's performance. The result of second experiment showed no significant effect of RUP

*Corresponding author: khorvash@cc.iut.ac.ir

sources on DMI, milk yield and composition in high-producing Holstein dairy cows under the conditions of the present study.

Conclusion: No significant interactions of main treatment effects occurred for lactation performance data, but on the grounds of their lower costs, lower RUP level and ground corn, also the use of meat meal as RUP source may be more economical and can be effective feeding strategy to recommended for diets of lactating dairy cows receiving high concentrate diets.

Keywords: Rumen undegradable protein, Corn processing, dairy cow