نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۲۰، پاییز ۱۳۹۷
ص‌ص: ۱۳۵~۱٤٦

مقایسه تاثیر دانه جو با ذرت بر عملکرد، تخمیر شکمبه ای و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های نر پرواری هلشتاین

- **مهدی میرزائی** (نویسنده مسئول)
استادیار گروه علوم دامی دانشگاه اراک
- **مهدی کاظمی بن چناری**
دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه اراک.
- **مهدی خدایی مطلق**
دانشیار گروه علوم دامی اراک
- **محمد حسین مرادی**
استادیار گروه علوم دامی اراک
- **یدالله محرمی**
عضو تیم تحقیق و توسعه شرکت شیر و گوشت فوده سپاهان

تاریخ دریافت : شهریور ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش : دی ۱۳۹۶

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۸۶۶۷۱۶۷
Email: mirzaee.1984@gmail.com

شناسه دیجیتال(DOI): 10.22092/asj.2018.115252.1523

چکیده

مطالعه حاضر باهدف بررسی تأثیر منبع غلات بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و تخمیر شکمبه‌ای گوساله‌های پرواری انجام شد. به همین منظور، تعداد ۱۸ رأس گوساله نر هلشتاین در حال رشد (سن ۱۱ ± ۲٤٥ روز) با وزن اولیه ۱۷/۷ ± ۳۲۷/٤ در قالب طرح کاملاً تصادفی به تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های بر پایه جو یا ذرت (۱۰۰ درصد غله از جو یا ذرت) اختصاص یافتند. یافته‌های آزمایش نشان داد که تغذیه با ذرت در مقایسه با جو تمایل به افزایش ماده خشک مصرفی گوساله‌های نر پرواری داشت (P=۰/۰٦). همچنین گوساله‌های تغذیه‌شده با ذرت در مقایسه با جو میانگین افزایش وزن روزانه بالاتری را در دوره اول (روز ۱ تا ۲۸ آزمایش) داشتند (P=۰/۰۲) اما در دوره دوم (روز ۲۹ تا ٥٦ آزمایش) اختلافی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، بتاهیدروکسی بوتیرات، آلبومین، پروتئین کل، نیتروژن اوره‌ای و آنزیم آلانین آمینوترانسفراز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند اما جایگزینی جو با ذرت در هر دو دوره آزمایش منجر به کاهش غلظت آنزیم کبدی آسپارتات آمینوترانسفراز شد (به ترتیب P=۰/۰۱ و P=۰/۰٥). میانگین pHشکمبه و غلظت کل اسیدهای چرب فرار تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت اما تغذیه با ذرت منجر به افزایش سهم مولی استات (P=۰/۰۳)، تمایل به کاهش سهم مولی پروپیونات (P=۰/۰۷) و افزایش نسبت استات به پروپیونات (P=۰/۰٤) را در مقایسه با جو شد. نتایج این مطالعه نشان داد که ذرت می تواند جایگزین مناسبی برای جو در جیره گوساله های پرواری با سطح بالای کنسانتره و غلات نرم آسیاب شده باشد.

واژه‌های کلیدی: گوساله پرواری، جو، ذرت

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 120 pp: 135-146

Comparison of barley and corn grain on performance, ruminal fermentation, and blood parameters in Holstein fattening bulls

By: M Mirzaei1*, M Kazemi-Bonchenari 2, M Khodaei-Motlagh 3, M H Moradi 4, Y Moharami 5
1 and 4 : Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran
2 ans 3: Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran
5: Research and Development Group, Foudeh Agri-Animal Production Co., Isfahan, Iran

Received: September 2017 **Accepted: December 2017**

The present study was conducted to investigate the effects of grain sources on growth performance, blood parameters and ruminal fermentation in Holstein fattening bulls. For this purpose, eighteen growing Holstein bulls (245 ± 11 d) with an initial BW of 328.4±17.7 were assigned to experimental diets in a completely randomized design. Treatments consisted of barley or corn based diets (100 % barley or corn as the source of grain). Results indicated that dry matter intake (DMI) tended (P = 0.06) to be greater in calves fed corn than those fed barley. Calves fed with corn grain had greater average daily gain (ADG) than those received barley during the first period (d 1 to 28); however, treatments had no effect on ADG in the second period (d 29 to 56). Blood metabolites including glucose, beta-hydroxy butyrate, albumin, total protein and urea nitrogen were not affected by treatments, however, substituting barley with corn decreased aspartate amino transferase in both periods (P = 0.01 and P = 0.05, respectively). Ruminal pH and total volatile fatty acids concentrations were similar between treatments, however, in calves fed with corn grain the molar proportion of acetate (P = 0.03) and acetate to propionate ratio (P = 0.04) increased and the molar proportion of propionate decreased in comparison with calves fed barley. These results, demonstrated that corn grain could be a promising substitution for barley grain in fattening bull's diets with high concentrate level and finely ground grains.

Key words: fattening bulls, barley, corn.

مقدمه

بررسی‌های اقتصادی نشان می‌دهد که تقریباً ۸۰ تا ۸۵ درصد هزینه‌های پرورش گوساله‌های نر پرواری مربوط به هزینه خوراک می‌باشد. بنابراین، انجام مطالعات در راستای تعیین جیره بهینه ازنظر عملکردی و اقتصادی برای گوساله‌های نر پرواری به بهبود وضعیت دام‌پروری کشور کمک خواهد کرد. همچنین بررسی‌ها نشان داده است که تغذیه جیره‌های با کنسانتره بالا بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌های پرورش گوساله‌های نر پرواری را در پی خواهد داشت (Brown et al., 2006). بررسی جیره گاوهای پرواری نشان می‌دهد که ۵۰ تا ۶۵ درصد جیره را غلات شامل می‌شوند (Vasconcelos and Galyean, 2007) بنابراین نشاسته تأمین‌شده از غلات (عمدتاً جو و ذرت) منبع اصلی انرژی در جیره گوساله‌های نر پرواری است. به‌هرحال در دام‌های تغذیه‌شده با

سطح بالای غلات، تغذیه با جو آسیاب شده احتمالاً کاهش مصرف و کارایی خوراک همراه با افزایش وقوع بیماری‌های گوارشی را در پی خواهد داشت. در حقیقت نرخ تخمیر بالای جو در مقایسه با ذرت دام را مستعد مشکلات سلامت شامل اسیدوز و التهاب شکمبه‌ای[1] و آبسه‌های کبدی خواهد کرد. تقریباً ۸۰ تا ۹۰ درصد نشاسته جو در شکمبه هضم می‌شود درحالی‌که برای ذرت و سورگوم محدوده ۵۵ تا ۷۰ درصد گزارش‌شده است (Nocek and Taminga, 1991). در حقیقت ماتریکس پروتئینی دربرگیرنده گرانول‌های نشاسته ذرت از پروتئین پرولامین (سرشار از اسیدآمینه پرولین) می‌باشد که دارای حلالیت پایینی در آب می‌باشد و درنتیجه قابلیت هضم شکمبه‌ای نشاسته ذرت کاهش خواهد یافت (Larson and Hoffman, 2008). متأسفانه هنوز هم به‌طور کاملاً سنتی در بسیاری از نقاط کشور جیره‌های پروار غالباً بر پایه جو متوازن می‌شوند درحالی‌که عمدتا قیمت جو در بازار بالاتر از ذرت می‌باشد و احتمالاً جایگزینی جو با ذرت سبب کاهش هزینه‌های خوراک و نهایتاً افزایش سود واحدهای پرواربندی را در پی خواهد داشت.

به‌طورکلی در رابطه با منبع غلات جیره گاوهای نر پرواری مطالعات کمی در دنیا انجام‌شده است که به نظر می‌رسد دلیل اصلی مرتبط با استفاده از ذرت به‌عنوان منبع غالب غلات در جیره‌های آمریکایی باشد. از سوی دیگر، جیره‌های اروپایی غالباً با جو به‌عنوان تنها منبع غلات فرموله می‌شوند و به نظر می‌رسد ایران از محدود کشورهایی باشد که به علت وارداتی بودن غلات (جو و ذرت) امکان استفاده از مخلوطی از هر دو غله در جیره وجود دارد. در همین رابطه Fatehi و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای روی گاوهای پرواری نسبت‌های مختلف جو به ذرت (۱۰۰: صفر، ۷۵: ۲۵، ۵۰: ۵۰، ۲۵: ۷۵ و صفر: ۱۰۰) را با استفاده از تعداد ۲۵ رأس گوساله نر هلشتاین موردبررسی قراردادند. نتایج این مطالعه نشان داد که کارایی لاشه با نسبت‌های ۷۵: ۲۵ و ۵۰: ۵۰ به ترتیب برای جو و ذرت بالاترین مقدار بود. به‌هرحال، اشکال وارده به این مطالعه تعداد تکرار پایین برای هر تیمار (n=۵) می‌باشد که در تفسیر و تحلیل این نتایج برای خصوصیات رشدی کمی محتاط‌تر بایستی عمل کرد.همچنین در مطالعه دیگری، Nasrollahi و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که ۵۰ درصد جایگزینی جو با ذرت افزایش مصرف خوراک و مولکول‌های غذایی در گاوهای شیری را سبب خواهد شد. قابلیت هضم ظاهری الیاف در جیره حاوی ذرت در مقایسه با جو کامل به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. نهایتاً این محققین پیشنهاد کردند که جایگزینی بخشی از جو با ذرت (۵۰ درصد) بهبود تخمیر شکمبه‌ای و نهایتاً عملکرد گاوهای شیری را در پی خواهد داشت. به‌طورکلی مطالعات داخلی غالباً روی پاسخ گاوهای شیری به منبع غلات تمرکز داشته‌اند (Nasrollahi et al., 2012؛ Kargar et al., 2014) و تحقیقات بسیار کمی روی پاسخ گوساله‌های نر هلشتاین به منبع غلات انجام‌شده است.

پژوهش حاضر باهدف بررسی تأثیر منبع غلات (جو در مقابل ذرت) بر عملکرد، تخمیر شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های نر هلشتاین انجام پذیرفت.در حقیقت در این مطالعه چنین فرض شده است که جایگزینی جو با ذرت احتمالاً افزایش ماده خشک مصرفی و بهبود عملکرد گوساله‌های نر پرواری را در پی خواهد داشت.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش، دام‌ها و تیمارهای آزمایشی

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از تعداد ۱۸ رأس گوساله نر هلشتاین در حال رشد با میانگین سنی ۱۱ ± ۲۴۵ روز و با وزن ۱۷/۷ ± ۳۲۷/۴ کیلوگرم جهت ارزیابی تأثیر منبع غلات (جو در مقابل ذرت) بر عملکرد گوساله‌های نر پرواری هلشتاین در بخش تحقیقاتی شرکت شیر و گوشت فوده سپاهان انجام شد. قبل از آغاز آزمایش، به مدت یک هفته گوساله‌ها با جایگاه‌های انفرادی (۳ × ۳ مترمربع)، آخور و آبشخور جدید عادت دهی شدند. بعد از ۷ روز، گوساله‌ها قبل از وعده خوراک صبح با استفاده از دام کش دیجیتال وزن‌کشی شدند. گوساله‌ها با توجه به میانگین وزن ابتدای آزمایش و شماره پدر به هر یک از تیمارهای آزمایشی اختصاص یافتند. در حقیقت تلاش شد

[1] Ruminitis

گوساله‌های متعلق به یک گاو نر بین تیمارهای آزمایشی پخش شوند تا نتایج تحت تأثیر اختلاف ژنتیکی گوساله‌ها قرار نگیرند.تیمارهای آزمایشی به ترتیب جیره بر پایه جو و ذرت (۱۰۰ درصد منبع غلات جو یا ذرت در ترکیب کنسانتره) بود. غلات مورد استفاده در این مطالعه (جو و ذرت) با استفاده از توری ۳ میلی‌متری آسیاب شدند. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار CNCPS[2] (نسخه ۱-۵) به‌صورت هم نیتروژن متوازن شدند. ترکیب اقلام و آنالیز شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول شماره ۱ نشان داده‌شده است. در طول اجرای آزمایش گوساله‌ها دسترسی آزاد به آب و خوراک خواهند داشت. البته لازم به توضیح است که تغییر منبع غلات جیره به‌طور کامل به جو به‌صورت تدریجی طی سه روز انجام شد.

نمونه‌گیری و ثبت داده‌های عملکردی

خوراک روزانه به‌صورت دو بار در روز (وعده صبح و عصر) در اختیار گوساله‌ها قرار می‌گرفت و مصرف خوراک روزانه برای هر گوساله در طول اجرای آزمایش ثبت می‌شد. همچنین بر اساس مقدار خوراک باقیمانده روز قبل، مقدار خوراک ارائه‌شده در روز جدید تعیین می‌شد (هدف داشتن ۱۰ درصد پسمانده برای هر گوساله؛ Mirzaei et al., 2015). نمونه‌های خوراک (۳ تکرار برای هر جیره آزمایشی) به‌صورت هفتگی گرفته شدند، در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و با استفاده از توری ۱ میلی‌متری آسیاب شدند (Ogawa Seiki Co. Ltd., Tokyo, Japan Wiley's pulverizer for laboratory) و در ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند. نمونه‌های خوراک برای پروتئین، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و عصاره اتری تجزیه شدند. گوساله ها بعد از دوره آداپتاسیون با جایگاه در روز ابتدایی اعمال جیره‌های آزمایشی وزن شدند و بعدازآن در پایان هر دوره آزمایش (هر ۲۸ روز یک‌بار) وزن‌کشی شدند. ضریب تبدیل خوراک[3] (FCR) با تقسیم میانگین ماده خشک مصرفی به میانگین افزایش وزن روزانه محاسبه شد.

مایع شکمبه در روز پایانی طرح (روز ۵۶) به‌وسیله لوله مری ای متصل به پمپ خلأ در ۳ تا ۴ ساعت بعد از تغذیه گرفته شد (Mirzaei et al., 2017) و pH بلافاصله بعد از نمونه‌گیری تعیین شد (HI 8318, Hanna Instruments, ClujNapoca, Romania). محتویات مایع شکمبه با استفاده از یک‌پارچه ۴ لایه متقال عبور داده شدند سپس با نسبت ۴ به ۱ با متافسفریک اسید (غلظت ۲۵ درصد) مخلوط شدند و در ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند. غلظت اسیدهای چرب فرار شامل استات، پروبیونات، بوتیرات و اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار در مایع شکمبه به‌وسیله دستگاه گاز کروماتوگرافی (model CP-9002, Chrompack, Middelburg, The Netherlands) اندازه‌گیری شدند.

سه ساعت بعد از وعده خوراک صبح در روز پایانی هر دوره، نمونه‌گیری خون انجام شد. نمونه خون از طریق سیاهرگ دمی در لوله‌های تحت خلأ بدون ماده ضد انعقاد گرفته شد. نمونه‌های خون از تمامی گوساله‌های هر تیمار گرفته شدند. نمونه‌های خون بعد از حدود ۱۵ دقیقه نگهداری در یخ، توسط دستگاه سانتریفیوژ با دور ۲۰۰۰ g و به مدت ۲۰ دقیقه و در دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد جدا گردیده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شد. پس از یخ گشایی نمونه‌های سرم، غلظت‌های گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، آلبومین، پروتئین کل، آسپارتات آمینوترانسفراز[4] (AST) و آلانین آمینوترانسفراز[5] (ALT) در سرم خون گاوها با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر توسط کیت‌های تجاری پارس آزمون (شرکت پارس آزمون، تهران، ایران؛ شماره کاتالوگ: گلوکز [۰۱۷-۵۰۰-۱)، نیتروژن اوره‌ای خون [۰۲۹-۴۰۰-۱)، آلبومین [۰۰۱-۵۰۰-۱]، پروتئین کل [۰۲۸-۵۰۰-۱]) تعیین گردید. غلظت بتاهیدروکسی بوتیریک اسید[6] (BHBA) با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر با کیت‌های تجاری کالری متریک (Randox Laboratories Ltd., Ardmore,UK) اندازه‌گیری شد.

[2] Cornell net carbohydrate and protein system
[3] Feed conversion ratio
[4] Aspartate amino-transferase
[5] Alanine amino-transferase
[6] Beta-hydroxy butyric acid

جدول ۱- ترکیب جیره و ترکیب شیمیایی تیمارهای آزمایشی

اقلام	تیمارهای آزمایشی	
	جو	ذرت
سیلاژ ذرت	۲۱/۷	۲۱/۷
جو آسیاب‌شده	۵۵/۰	–
ذرت آسیاب‌شده	–	۵۲/۳
کنجاله سویا	۳/۲	۵/۹
پودر گوشت	۵/۰	۵/۰
سبوس گندم	۴/۰	۴/۰
سبوس برنج	۸/۰	۸/۰
کربنات کلسیم	۰/۷۵	۰/۷۵
بی‌کربنات سدیم	۰/۵	۰/۵
نمک	۰/۶۵	۰/۶۵
بنتونیت	۰/۶	۰/۶
مکمل ویتامین-معدنی[۱]	۰/۶	۰/۶
ترکیبات شیمیایی		
انرژی قابل متابولیسم[۲]، Mcal/kg DM	۲/۵۴	۲/۷۱
انرژی خالص رشد[۲]، Mcal/kg DM	۱/۰۳	۱/۱۶
ماده خشک، ٪	۵۵/۰	۵۵/۰
الیاف شوینده خنثی، ٪ از ماده خشک	۲۸/۸	۲۳/۵
کربوهیدرات غیر الیافی، ٪ از ماده خشک	۴۶/۱	۵۱/۰
نشاسته، ٪ از ماده خشک	۳۸/۴	۴۵/۲
عصاره اتری، ٪ از ماده خشک	۴/۳	۵/۴
پروتئین خام، ٪ از ماده خشک	۱۴/۴	۱۴/۵
کلسیم، ٪ از ماده خشک	۰/۷۵	۰/۷۵
فسفر، ٪ از ماده خشک	۰/۶۱	۰/۵۸

۱ هر کیلوگرم مکمل حاوی: ۱۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین **A**، **375000** واحد بین‌المللی ویتامین **D**، **12500** واحد بین‌المللی ویتامین **E**، **3000** میلی گرم مونسین، ۷۵ گرم کلسیم، ۱۲۵۰۰ میلی گرم منگنز، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۴۳۷۵ میلی‌گرم مس، ۸۰ میلی گرم سلنیوم، ۱۲۰ میلی‌گرم کبالت

۲ گرفته‌شده از گزارش نرم‌افزار **CNCPS**

آنالیز آماری داده‌ها

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از رویه مختلط (MIXED) در نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) انجام شد. مدل آماری میانگین ماده خشک مصرفی در این پژوهش به شرح زیر بود :

$$Yijknl= \mu+ Ti+Wk+(T\times W)ik+\beta(Xi-X)+\delta n+Eikl$$

که در مدل آماری، Yiknl: صفت اندازه‌گیری شده؛ μ : اثر ثابت میانگین؛ Ti : اثر ثابت i اُمین تیمار،W : اثر ثابت k اُمین هفته، $T \times W$: اثر متقابل تیمار در هفته، وزن ورود به طرح به‌عنوان کوواریت $\beta(Xi - X)$ و δn : اثر گوساله به‌عنوان اثر تصادفی می‌باشند. همچنین ساختار کوواریانس بهینه با استفاده از معیارهای AIC و BIC در خروجی SAS تعیین شد. آنالیز آماری میانگین افزایش وزن روزانه، کارآیی خوراک، وزن پایان دوره، پارامترهای خونی و داده های تخمیر شکمبه ای با مدل مشابهی انجام شد فقط اثر هفته در مدل حضور نداشت. بطوکلی آنالیزهای آماری برای دو دوره انجام شد: دوره اول (روز ۱ تا ۲۸ آزمایش) و دوره دوم (روز ۲۹ تا ۵۶ آزمایش). برای وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه، وزن اولیه (زمان ورود به طرح) در مدل به‌عنوان کوواریت قرار داده شد. مقایسات میانگین با استفاده از آزمون توکی انجام شد. اثرات وقتی‌که $P<$۰/۰۵ معنی‌دار و برای $P <$ ۰/۱۰ تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شد. داده‌ها به‌صورت میانگین حداقل مربعات همراه با خطای استانداردشان گزارش شد.

نتایج و بحث

تأثیر منبع غله بر عملکرد گوساله‌های نر هلشتاین در جدول شماره ۲ نشان داده‌شده است. نتایج نشان داد که ماده خشک مصرفی در هر دو دوره آزمایش (دوره اول و دوم) در گاوهای دریافت‌کننده جو در مقایسه با گروه مصرف‌کننده ذرت به ترتیب ۷/۵ و ۶/۲ درصد کاهش یافت (P=۰/۰۶). در توافق با یافته‌های ما Milner و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که ماده خشک مصرفی در گوساله‌های نر اخته تغذیه‌شده با ذرت تقریباً ۱۶ درصد بالاتر از گاوهای تغذیه‌شده با جو بود. همچنین Overton و همکاران (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای نسبت‌های مختلفی از جو و ذرت را در گاوهای شیری تغذیه کردند و گزارش کردند که با افزایش سهم نشاسته فراهمی از جو در جیره، ماده خشک و نشاسته مصرفی کاهش یافت. در تضاد با یافته‌های ما Fatehi و همکاران (۲۰۱۳) با تغذیه نسبت‌های مختلف جو به ذرت گزارش کردند که ماده خشک مصرفی تحت تأثیر منبع غلات قرار نگرفت. همچنین Beauchemin و McGinn (۲۰۰۵) گزارش کردند که منبع غلات (جو در مقایسه با ذرت) تأثیری بر میانگین افزایش وزن روزانه و ماده خشک مصرفی تلیسه‌ها نداشته است. در توجیه تفاوت نتایج ما با نتایج دیگر محققین بایستی اشاره کرد که تعداد پایین تکرار در برخی مطالعات (Fatehi و همکاران ۲۰۱۳) و همچنین سطح پایین غلات (Beauchemin and McGinn, 2005) احتمالاً در عدم تأثیر منبع غلات بر ماده خشک مصرفی مؤثر بوده است.

با توجه به ماهیت جیره‌های مورداستفاده در گاوهای پرواری (جیره‌های با تخمیرپذیری بالا)، تنظیم مصرف خوراک در سطح متابولیک انجام می‌شود و محدودیت فیزیکی شکمبه در این رابطه نقش چندانی ندارد (Allen et al., 2009). بنابراین، تخمیرپذیری جیره می‌تواند ماده خشک مصرفی را تحت تأثیر قرار دهد. تغذیه گندم (Fulton et al., 1979) و جو (Bengochea et al., 2005) کاهش ماده خشک مصرفی را در مقایسه با تغذیه ذرت در پی داشتند و همچنین ذرت کاهش ماده خشک مصرفی را در مقایسه با سورگوم در پی داشت (Gaebe et al., 1998)؛ ماده خشک مصرفی در نشخوارکنندگان با جیره‌های با سطح بالای غلات همبستگی منفی با میزان تخمیرپذیری شکمبه‌ای نشاسته غلات دارد (Huntington, 1997). در تفسیر نتایج مطالعه حاضر برای ماده خشک مصرفی، با افزایش میزان تخمیرپذیری جیره برای جو در مقایسه با ذرت افزایش سهم مولی پروپیونات از کل اسیدهای چرب فرار تولیدی را در شکمبه در پی داشت. افزایش سطح پروپیونات شکمبه‌ای احتمالاً سیگنالی برای پایان دادن به مصرف خوراک در مغز ایجاد خواهد کرد (Allen, 2000) در حقیقت پروپیونات جذب‌شده از دیواره شکمبه خیلی سریع در کبد مورد متابولیسم قرار خواهد گرفت و تحریک اکسیداسیون کبدی و نهایتاً تحریک مرکز سیری در مغز را در پی خواهد داشت.

جدول ۲- پاسخ‌های عملکردی گوساله‌های نر هلشتاین به منبع غلات (جو و ذرت)

فراسنجه‌ها	تیمارهای آزمایشی		خطای استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری
	جو	ذرت		
وزن اولیه	۳۲۸/۸	۳۲۸/۰	۶/۱	۰/۹۵
دوره ۱ (روز ۱ تا ۲۸)				
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز)	۸/۸۷	۹/۵۹	۰/۲۵	۰/۰۶
ADG[1] (کیلوگرم در روز)	۱/۸۲	۲/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۲
راندمان تبدیل خوراک	۴/۹۱	۴/۷۰	۰/۱۳	۰/۳۰
وزن در پایان دوره اول	۳۷۹/۷	۳۸۵/۴	۲/۳	۰/۰۳
دوره ۲ (روز ۲۹ تا ۵۶)				
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز)	۹/۸۶	۱۰/۵۱	۰/۲۲	۰/۰۶
ADG (کیلوگرم در روز)	۱/۶۶	۱/۶۶	۰/۱۲	۰/۹۹
راندمان تبدیل خوراک	۵/۹۴	۶/۳۱	۰/۷۱	۰/۷۶
وزن در پایان آزمایش	۴۲۶/۲	۴۳۱/۸	۴/۰	۰/۱۹

[1]میانگین افزایش وزن روزانه

داده‌های عملکردی نشان می‌دهد که تغذیه ذرت در مقایسه با جو در دوره اول (روز ۱ تا ۲۸ آزمایش) میانگین افزایش وزن روزانه گوساله‌های نر هلشتاین را افزایش داد. به‌هرحال، در دوره دوم (روز ۲۹ تا ۵۶ آزمایش) منبع غلات تأثیری بر میانگین افزایش وزن روزانه نداشت. همچنین هرچند گوساله‌های گروه دریافت‌کننده ذرت دارای وزن بالاتری در پایان دوره اول در مقایسه با گروه دریافت‌کننده جو بودند (P=۰/۰۳) اما در انتهای آزمایش وزن گوساله‌ها بین تیمارهای آزمایشی تفاوتی با یکدیگر نداشتند (P=۰/۱۹). در مطالعه حاضر، میانگین افزایش وزن روزانه بالاتری گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت در مقایسه با جو برای دوره اول احتمالاً مرتبط با مصرف ماده خشک بالاتر می‌باشد. به‌هرحال، به نظر می‌رسد با سازگاری کافی شکمبه با جیره‌های بر پایه جو در دوره دوم آزمایش گوساله‌های نر هلشتاین توانایی استفاده بهتر از مولکول‌های غذایی جیره در جهت حفظ رشد را دارا می‌باشند.

ضریب تبدیل خوراک در گوساله‌های دریافت‌کننده جو در مقایسه با ذرت اختلاف معنی‌داری در دوره اول و دوم بین تیمارهای آزمایشی نداشت. مطالعات نتایج متفاوتی برای کارایی خوراک روی منبع مختلف غلات گزارش کرده‌اند. برای مثال، Zinn (۱۹۹۳) گزارش کرد که استفاده از ذرت پرک شده با بخار در مقایسه با جو غلتک خورده با بخار در گوساله‌های نر پرواری ۶/۲ درصد کارایی خوراک را افزایش داد. در مقابل، Garret و همکاران (۱۹۷۱) گزارش کردند که جوی خشک غلتک خورده در مقایسه با ذرت خشک غلتک خورده دارای ۹ درصد کارایی خوراک بالاتری می‌باشد. در توافق با یافته‌های ما گری و استالکنت (۱۹۹۸) گزارش کردند که جوی خشک غلتک خورده در مقایسه با ذرت کامل دارای کارایی خوراک مشابهی بودند. به‌هرحال، نگاهی کلی به مطالعات بالا نشان می‌دهد که احتمالاً روش‌های مختلف فرآوری غلات در مطالعات مختلف در این رابطه مؤثر بوده است.

فراسنجه‌های خونی

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی در جدول شماره ۳ نشان داده‌شده است. فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، BHBA، آلبومین، پروتئین کل و نیتروژن اوره‌ای تحت تأثیر تیمارهای

آزمایشی قرار نگرفتند. هرچند منبع غلات تأثیر معنی‌داری بر غلظت آنزیم کبدی ALT نداشت اما در هر دو دوره جایگزینی جو با ذرت کاهش غلظت آنزیم کبدی AST در سرم را در پی داشت.به‌طورکلی آنزیم‌های کبدی به‌عنوان شاخصی از سلامت کبد در نشخوارکنندگان موردبررسی قرار می‌گیرند (Russell and Roussel, 2007). این آنزیم‌ها دارای فعالیت بالایی در سیتوزول سلول‌های کبدی می‌باشند و با نکروزه شدن و یا آسیب‌های حاد و مزمن سلول‌های کبدی، سطح سرمی این آنزیم‌ها در سرم به دلیل تراوش به خون افزایش می‌یابد.

تخمیر شکمبه‌ای

همان‌طور که در جدول شماره ۴ نشان داده‌شده است pH شکمبه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مطالعات تائید می‌کنند (Huntington, 1997) که نشاسته جو در مقایسه با ذرت به دلیل تفاوت‌های فیزیکی و شیمیایی دانه با سرعت بالاتری در شکمبه تجزیه می‌شود. به‌هرحال عدم تأثیر منبع غلات بر pH شکمبه در مطالعه حاضر در توافق با یافته‌های Khorasani و همکاران (۱۹۹۴) و Casper و همکاران (۱۹۹۹) می‌باشد. این محققین در تغذیه منبع غلات مختلف (جو در مقابل ذرت) گزارش کردند که منبع غلات تأثیری بر pH شکمبه نداشت. همچنین Kung و همکاران (۱۹۹۲) در مطالعه‌ای روی گوساله‌های نر اخته جایگزینی ذرت با جو در جیره‌های دارای سیلاژ ذرت یا علوفه یونجه خشک با نسبت برابر علوفه به کنسانتره (۵۰: ۵۰) را موردبررسی قراردادند. این محققین گزارش کردند که منبع غلات تأثیری بر pH شکمبه نداشت اما با جایگزینی یونجه خشک با سیلاژ ذرت pH شکمبه کاهش یافت. به‌هرحال در تضاد با یافته‌های ما Surber و Bowman (۱۹۹۸) گزارش کردند که جایگزینی جو با ذرت افزایش pH شکمبه‌ای را در پی خواهد داشت. پاسخ‌های متناقض در رابطه با تأثیر جایگزینی جو با ذرت بر pH شکمبه احتمالاً مرتبط با فاکتورهایی مثل واریته غلات، میزان فرآوری غلات، منبع علوفه (Khorasani et al., 2001) و همچنین سطح الیاف، کربوهیدرات غیر الیافی و نشاسته جیره می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که احتمالاً تغذیه ذرت در مقایسه با جو افزایش ماده خشک مصرفی را در گوساله‌های نر پرواری در پی خواهد داشت. هرچند، میانگین افزایش وزن روزانه در ۴ هفته اول آزمایش با تغذیه ذرت بالاتر بود اما با گذر زمان و سازگاری شکمبه با جیره بر پایه جو اختلافی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. میانگین pH شکمبه تحت تأثیر قرار نگرفت اما تغذیه با ذرت افزایش سهم مولی استات، کاهش پروپیونات و افزایش نسبت استات به پروپیونات را در پی داشت. همچنین تغذیه با ذرت کاهش غلظت آسپارتات آمینوترانسفراز کبدی به‌عنوان یکی از شاخص‌های سلامت کبد در نشخوارکنندگان را در پی داشت. به‌طورکلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ذرت می‌تواند جایگزین مناسبی برای جو در جیره گوساله‌های نر پرواری در جیره‌های با سطح بالای کنسانتره و آسیاب نرم غلات باشد.

همچنین داده‌های تخمیر شکمبه‌ای نشان می‌دهد که هرچند تغذیه ذرت در مقایسه با جو تأثیری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار تولیدی در شکمبه ندارد اما الگوی تخمیر شکمبه‌ای (نسبت اسیدهای چرب فرار) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. در همین رابطه، تغذیه با ذرت در مقایسه با جو افزایش سهم مولی استات (P=۰/۰۳)، تمایل به کاهش سهم مولی پروپیونات (P=۰/۰۶) و افزایش نسبت استات به پروپیونات (P=۰/۰۴) داشت. البته بوتیرات و اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار شامل والرات و ایزوالرات تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. این نتایج همسو با یافته‌های Casper و همکاران (۱۹۹۰)، Yang و همکاران (۱۹۹۷) و Khorasani و همکاران (۲۰۰۱) می‌باشد. سهم مولی بالاتر استات برای ذرت و سهم مولی بالاتر پروپیونات برای جو احتمالاً مرتبط با اختلاف در سرعت تخمیر شکمبه‌ای این دو منبع غلات می‌باشد. گرانول‌های نشاسته در جو دارای اتصال سستی با ماتریکس پروتئینی می‌باشند (McAllister et al., 2006) درحالی‌که ماتریکس پروتئینی سخت با حلالیت پایین گرانول‌های نشاسته در ذرت را در برگرفته است (Oba, 2013) درنتیجه فراهمی گرانول‌های نشاسته برای میکروب‌های شکمبه و نرخ تخمیر شکمبه‌ای تحت تأثیر قرار خواهد گرفت.

جدول ۳- تأثیر منبع غلات (جو در مقایسه با ذرت) بر فراسنجه‌های خونی گوساله‌های نر هلشتاین

فراسنجه‌ها	تیمارهای آزمایشی		خطای استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری
	جو	ذرت		
گلوکز، میلی‌گرم بر دسی‌لیتر				
روز ۲۸	۹۲/۸	۹۸/۰	۳/۸	۰/۳۶
روز ۵۶	۷۸/۶	۸۶/۲	۳/۴	۰/۱۷
BHBA[1]، میلی‌مول بر لیتر				
روز ۲۸	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۰۵	۰/۷۷
روز ۵۶	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۰۳	۰/۷۷
آلبومین، گرم بر دسی لیتر				
روز ۲۸	۳/۳	۳/۵	۰/۰۸	۰/۱۶
روز ۵۶	۳/۵	۳/۵	۰/۱۲	۰/۹۲
پروتئین کل، گرم بر دسی‌لیتر				
روز ۲۸	۶/۷	۶/۸	۰/۱۶	۰/۷۸
روز ۵۶	۶/۹	۷/۱	۰/۱۴	۰/۴۲
نیتروژن اوره‌ای، میلی‌گرم بر دسی‌لیتر				
روز ۲۸	۲۴/۰	۲۵/۳	۱/۸	۰/۶۲
روز ۵۶	۲۴/۸	۲۰/۵	۲/۰	۰/۱۹
AST[2]، واحد بین‌المللی بر لیتر				
روز ۲۸	۸۳/۳	۶۷/۵	۴/۰	۰/۰۱
روز ۵۶	۸۰/۱	۶۵/۰	۴/۵	۰/۰۵
ALT[3]، واحد بین‌المللی بر لیتر				
روز ۲۸	۲۲/۸	۲۱/۰	۱/۰	۰/۲۶
روز ۵۶	۲۴/۳	۲۲/۸	۱/۴	۰/۴۷

[1] بتاهیدروکسی بوتیریک اسید

[2] آسپارتارت آمینوترانسفراز

[3] آلانین آمینوترانسفراز

جدول ٤- تأثیر منبع غلات (جو در مقایسه با ذرت) بر تخمیر شکمبه‌ای در گوساله‌های نر هلشتاین

فراسنجه‌ها	تیمارهای آزمایشی		خطای استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری
	جو	ذرت		
TVFAs[1]، میلی‌مول/لیتر	۱۱۷/۵	۱۱۲/۰	۵/۴	۰/۴۹
استات، میلی‌مول/۱۰۰ مول	۵۰/۰	۵۵/۷	۱/۶	۰/۰۳
پروپیونات، میلی‌مول/۱۰۰ مول	۴۰/۱	۳۴/۲	۲/۱	۰/۰۷
بوتیرات، میلی‌مول/۱۰۰ مول	۶/۸	۶/۳	۰/۸۴	۰/۶۷
ایزووالرات، میلی‌مول/۱۰۰ مول	۱/۰	۱/۵۷	۰/۴۲	۰/۳۸
والرات، میلی مول/۱۰۰ مول	۲/۳	۲/۵	۰/۴۷	۰/۷۷
استات : پروپیونات	۱/۲۶	۱/۶۹	۰/۱۳	۰/۰۴
pH شکمبه	۶/۱۶	۶/۲۰	۰/۱۷	۰/۸۸

[1] کل اسیدهای چرب فرار

منابع

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.

Allen, M.S., Bradford, B.J., and Oba, M. (2009). BOARD-INVITED REVIEW: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *Journal of Animal Science*. 87:3317–3334.

Beauchemin, K.A., and McGinn, S.M. (2005). Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. *Journal of Animal Science*. 83: 653–661.

Bengochea, W.L., Lardy, G.P., Bauer, M.L., and Soto-Na- varro, S.A. (2005). Effect of grain processing degree on intake, digestion, ruminal fermentation, and performance characteristics of steers fed medium-concentrate growing diets. *Journal of Animal Science*. 83:2815–2825.

Casper, D.P., Maiga, H.A., Brouk, M.J., and Schingoethe, D.J. (1999).Synchronization of carbohydrate and protein sources on fermentation and passage rate in dairy cows.*Journal of Dairy Science*. 82:1779–1790.

Casper, D.P., Schingoethe, D.J., Wisenbeisz, W.A. (1990). Response of early lactation dairy cows fed diets varying in source of nonstructural carbohydrate and crude protein. *Journal of Dairy Science*. 23: 1039–1050.

Fatehi, F., Dehghan-banadaky , M., Reza-yazdi, K., Moradi-shahrbabak, M., and Anele, U.Y. (2013). Performance, carcass quality and blood metabolites of Holstein bulls on feedlot feeding of different proportions of barley grain to maize grain. *Journal of Animal and Feed Sciences.* 22: 35–43.

Fulton, W.R., Klopfenstein, T.J., and Britton, R.A. (1979). Adaptation to high concentrate diets by beef cattle. I. Adaptation to corn and wheat diets. *Journal of Animal Science*. 49:775–784.

Gaebe, R.J., Sanson, D.W., Rush, I.G., Riley, M.L., Hixon, D.L., and Paisley, S.I. (1998). Effects of extruded corn or grain sor- ghum on intake, digestibility, weight gain, and carcasses of finishing steers. *Journal of Animal Science*. 76:2001–2007.

Garret, W.N., Lofgreen, F.P., and Hull, J.L. (1971). Influence of processing method on energy utilization of feed grains. *Hilgardia*. 41:123–156.

Huntington, G.B. (1997). Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *Journal of Animal Science*.75, 852–867.

Kargar, S., Ghorbani, G.R., Khorvash, M., Sadeghi-Sefidmazgi, A., and Schingoethe, D.J. (2014). Reciprocal combinations of barley and corn grains in oil-supplemented diets: Feeding behavior and milk yield of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 97: 7001-7011.

Khorasani, G.R., De Boer, G., Robinson, B., and Kennelly, J.J. (1994).Influence of dietary protein and starch on production and meta- bolic responses of dairy cows.*Journal of Dairy Science*. 77:813–824.

Khorasani, G.R., Okine, E.K., and Kennelly, J.J. (2001). Effects of substituting barley grain with corn on ruminal fermentation characteristics, milk yield, and milk composition of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 84:2760–2769.

Kung, Jr.L., Tung, R.S., and Slyter, L.L. (1992). In vitro effects of the inophoreLysocellin on ruminal fermentation and microbial productions.*Journal of Animal Science*.70:281–288.

Larson, J., and Hoffman, P.C. (2008). Technical note: a method to quantify prolamin proteins in corn that are negatively related to starch digestibility in ruminants. *Journal of Dairy Science*. 91:4834-4839.

McAllister, T.A., Gibb, D.J., Beauchemin, K.A., Wang, Y. (2006). Starch type, structure and ruminal digestion.*In Cattle Grain Processing Symposium.Nov. 15-17, Oklahoma State University, Tulsa, OK*.

Milner, T.J., Bowman, J.G.P., and Sowell, B.F. (1995).Effects of barley variety of corn on feedlot performance and feeding behavior.*Proceeding Western Section American Society Animal Science*. 46: 539–542.

Mirzaei, M., Khorvash, M., Ghorbani, G.R., Kazemi-Bonchenari, M., Riasi, A., Nabipour, A., and van den Borne, J.J.G.C. (2015). Effects of supplementation level and particle size of alfalfa hay on growth characteristics and rumen development in dairy calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl.)* 99:553–564.

Nasrollahi, S.M., Khorvash, M., Ghorbani, G.R., Teimouri-Yansari, A., Zali, A., and Zebeli, Q. (2012). Grain source and marginal changes in forage particle size modulate digestive processes and nutrient intake of dairy cows. *Animal*. 6:1237–1245.

Nocek J.E., Tamminga, S. (1991). Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition.*Journal of Dairy Science* 74: 3598–3629.

Oba, M., 2013.Getting More from Our Conventional Feeds: Barley Grain and Barley Silage.*WCDS Advances in Dairy Technology*. 25: 221 – 232.

Overton, T.R., Cameron, M.R., Elliottt, J.P., Clark, J.H., Nelson, D.R. (1995). Ruminal fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cow fed mixtures of corn and barley. *Journal of Dairy Science*. 78: 1981–1998.

Russell, K.E., and Roussel, A.J. (2007).Evaluation of the Ruminant Serum Chemistry Profile.*Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 23: 403–426.

SurberL.M.M., and Bowman J.G.P. 1998. Monensin effects on digestion of corn or barley high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*. 76: 1945–1954

Vasconcelos, J.T., and Galyean, M.L. (2007). Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. *Journal of Animal Science*. 85:2772–2781.

Yang, W.Z., Beauchemin, K.A., Koenig, K.M., Rod, L.M. (1997). Comparison of hull-less barley, barley, or corn for lactating cows: Effects on extent of digestion and milk production. *Journal of Dairy Science*. 80: 2475–2486.

Zinn, R.A., Owens, F.N., and Ware, R.A. (2002). Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 80:1145-1156