

بررسی آثار جایگزینی سیلاژ ذرت با سیلاژ جو بر عملکرد گاوهای پر تولید هلستاین

ابولفضل سلطانی^۱، مهدی دهقان بنادکی^{۲*}، ابوالفضل زالی^۳ و فرهنگ فاتحی^۴

۱، ۲، ۳، ۴. دانشجوی دکتری، استاد، دانشیار و استادیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۲۹)

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی جایگزینی سیلاژ ذرت با سیلاژ جو بر عملکرد تولیدی گاوهای پر تولید بود. تعداد ۳۶ راس گاو هلستاین پر تولید (میانگین تولید ۳/۹ ± ۵۷/۳ با روزهای شیردهی ۹۳±۷) به یکی از سه تیمار آزمایشی شامل تیمار ۱- بدون استفاده از سیلاژ جو و ۳۰ درصد سیلاژ ذرت، ۲- ۱۰ درصد سیلاژ جو و ۲۰ درصد سیلاژ ذرت و ۳- ۲۰ درصد سیلاژ جو و ۱۰ درصد سیلاژ ذرت در طی دو دوره ۲۴ روزه اختصاص داده شدند. نتایج نشان داد که جایگزینی سیلاژ ذرت با سیلاژ جو موجب افزایش خطی شیر تصحیح شده براساس چربی (P≤۰/۰۵)، مقدار چربی تولیدی (P=۰/۰۴) و بازدهی تولید شیر تصحیح شده به ماده خشک مصرفی (P≤۰/۰۱)، همچنین تمایل به افزایش خطی درصد چربی شیر (P=۰/۰۸)، و کاهش خطی درصد لاکتوز شیر (P=۰/۰۵) گردید. غلظت اسنات و pH شکمبه‌ای با افزایش سیلاژ جو افزایش و غلظت پروپیونات کاهش یافت (P<۰/۰۱). افزایش سیلاژ جو موجب افزایش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و فیبر نامحلول در شونده خشتی به صورت خطی (P≤۰/۰۱) گردید. این مطالعه نشان داد که جایگزینی بخشی از سیلاژ ذرت با سیلاژ جو می‌تواند به عنوان راهکاری موفق در جهت بهبود عملکرد، قابلیت هضم، سلامتی و تامین علوفه گاوهای شیری پر تولید مدنظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: سیلاژ جو، سیلاژ ذرت، علوفه، گاو شیرده.

Effects of replacing corn silage with barley silage on performance of high-producing Holstein cows

Abolfazl Soltani¹, Mehdi Dehghan Banadaky^{2*}, Abolfazl Zali³ and Farhang Fatehi⁴

1, 2, 3, 4. Ph.D. Candidate, Professor, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Oct. 15, 2018 - Accepted: Jul. 19, 2020)

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of the replacement of corn silage with barley silage on high producing dairy cow performance. Thirty six high-producing (57.3±3.9kg/d) dairy cow in mid-lactation (93±7 DIM) were assigned to one of three experimental treatments including (1) no barley silage (BS) and 30% corn silage (CS), (2) 10% BS and 20% CS, and (3) 20% BS and 10% CS in the TMR over two 24-day periods. The results showed that replacement of corn silage with barley silage linearly increased fat corrected milk (FCM; P=0.04), fat yield (P=0.04) and fat corrected milk production efficiency (P=0.01). There was also a tendency for linear increase in milk fat percentage (P=0.08), and linear decrease in milk lactose percentage (P=0.05). Ruminal acetate proportion and pH increased with increasing barley silage and propionate proportion decreased. Increasing barley silage resulted in linear increase in dry matter, organic matter and neutral detergent fiber digestibility (NDF; P<0.05). This study showed that replacing corn silage with barley silage could be considered as a successful strategy to improve performance and forage provisions of high-producing dairy cows.

Keywords: Barley silage, corn silage, forage, lactating cow.

* Corresponding author E-mail: dehghanb@ut.ac.ir

مقدمه

براساس گزارش‌های بخش کشاورزی ایالات متحده آمریکا خشک‌سالی بهار و تابستان سال ۲۰۱۲ به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین فاجعه‌های کشاورزی از آن یاد می‌شود (Anonymous, 2012). گرمایش جهانی و کاهش بارندگی‌ها به‌خصوص در کشورهای خشک و نیمه‌خشک لزوم تغییر در برنامه غذایی دام، از خوراک‌های مرسوم همانند علوفه ذرت به خوراک‌هایی با نیاز آبی کمتر مانند علوفه جو را ایجاب می‌کند. از آثار مهم خشک‌سالی کوتاه شدن طول ساقه علوفه، کاهش سطح تولید علوفه و افزایش قیمت علوفه و دانه‌ها می‌باشد. از طرفی علوفه یک بخش بسیار حیاتی در جیره نشخوارکنندگان به‌منظور تامین سلامت شکمبه می‌باشد که از میان پژوهش‌های انجام گرفته در مجله علوم گاو‌شیری در بین سال‌های ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۴ بیشترین پژوهش‌های انجام‌گرفته مربوط به آن است و این موضوع اهمیت علوفه را در تغذیه نشخوارکنندگان نشان می‌دهد (Eastridge, 2006) از دیدگاه تغذیه‌ای، یافتن راهکارهایی به‌منظور حفظ تولید و سوددهی گله و همچنین حفظ سلامت دام در شرایط خشک‌سالی امری مهم و ضروری است (Yang et al., 2019)، در نتیجه استفاده از منابع علوفه‌ای با نیاز آبی کم امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. علوفه جو از منابع علوفه‌ای مهم در بسیاری از کشورها است که می‌توان به‌صورت خشک، تازه یا سیلوشده در جیره نشخوارکنندگان از آن استفاده کرد، که با توجه به امکان استفاده مجدد از زمین کشاورزی بعد از برداشت علوفه و همچنین کاهش هزینه‌های مربوط به آبیاری نسبت به علوفه ذرت (Tudisco et al., 2010) و بهینه کردن مصرف آب (Manninen et al., 2005) می‌تواند بسیار مفید باشد.

از طرفی، اسیدوز شکمبه‌ای تحت حاد یکی از اختلالات رایج و مهم در پرورش گاو شیری است (Nocek, 1997). کاهش pH شکمبه‌ای به‌دلیل تغذیه بیش از حد کنسانتره با قابلیت تخمیر بالا و علوفه با فیبر فیزیکی مؤثر کم (peNDF) اتفاق می‌افتد. اگر چه این نوع جیره می‌تواند موجب حداکثر شدن تولید شیر شود اما از طرفی می‌تواند موجب اسیدوز شکمبه‌ای

تحت حاد شود. که می‌تواند سودمندی گله را تحت تأثیر قرار دهد. از آنجایی که سیلاژ جو نسبت به سیلاژ ذرت حاوی نشاسته و کربوهیدرات‌های الیافی کمتر و ظرفیت بافری بیشتری است استفاده از آن به جای سیلاژ ذرت می‌تواند در کاهش کربوهیدرات‌های غیرالیافی جیره و همچنین جلوگیری از کاهش pH شکمبه مؤثر باشد (Addah et al., 2011). لذا هدف از این مطالعه بررسی اثر جایگزینی سیلاژ جو به جای سیلاژ ذرت به‌منظور مقایسه یک منبع علوفه‌ای با مصرف کمتر آب در مقایسه با سیلاژ ذرت و همچنین کاهش کربوهیدرات‌های غیر فیبری و تا حدودی نشاسته جیره و در نهایت اثر این کاهش بر عملکرد تولیدی دام، فراسنجه‌های خونی - شکمبه‌ای و رفتار تغذیه‌ای گاوهای شیری پر تولید هلشتاین بود.

مواد و روش‌ها

دام‌ها، طرح آزمایش و جیره آزمایشی

این آزمایش در شرکت شیر و گوشت فوده سپاهان با استفاده از ۳۶ گاو در دو دوره ۲۴ روزه (۱۸ گاو در هر دوره یا مربع زمانی)، از اوایل دی ماه تا اواخر اسفند ماه سال ۱۳۹۵ انجام گرفت گاوهای انتخاب شده برای این آزمایش دارای فاصله از زایش 7 ± 93 ، میانگین تولید شیر $3/9 \pm 57/3$ ، میانگین دفعات زایش $0/47 \pm 2/33$ بودند. اختصاص دام‌ها به هر تیمار براساس دفعات، روزهای شیردهی، شیر و ترکیبات شیر تولیدی که در هفت روز اول قبل از شروع آزمایش در هر دوره صورت گرفت به‌صورت ۶ راس گاو در هر تیمار شامل ۴ راس گاو دوبار زایش کرده و ۲ گاو سه بار زایش کرده در هر تیمار بود. گاوهای انتخاب شده برای این آزمایش بدون هیچ‌گونه بیماری و یا مشکلی و با توجه به سابقه بیماری گاو و نظر دامپزشک وارد طرح شدند. دوره آزمایشی به‌صورت ۲۴ روزه بود که ۱۴ روز به عادت‌پذیری و ۱۰ روز به نمونه‌گیری‌های آزمایشی اختصاص یافت. گاوها در جایگاه‌های انفرادی 4×4 متر با بستر کود خشک نگهداری می‌شدند و آب‌شخور مشترک برای هر دو گاو در کنار هم وجود داشت.

جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از (۱) جیره بدون

از ۲ راس گاو فیستولاگذاری شده و سه تکرار در هر گاو در مجموع شش تکرار به ازای هر زمان و هر نمونه (Volden, 2011) تعیین شد. باقیمانده مواد در کیسه‌ها بعد از ۲۸۸ ساعت کیسه گذاری به‌عنوان فیبر نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم (uNDF) لحاظ گردید. رکورد تولیدی شیر هر گاو طی روزهای ۱۴ تا ۲۱ آزمایش و در هر چهار وعده شیردوشی ثبت شد. همچنین در روزهای ۱۴ تا ۱۷ هر دوره آزمایش نمونه شیر از هر گاو در هر چهار وعده شیردوشی گرفته شد. بلافاصله بعد از گرفتن نمونه شیر دی‌کرومات به نمونه‌ها افزوده شد و نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد، نمونه‌های شیر گرفته شده به‌منظور اندازه‌گیری چربی، پروتئین و لاکتوز با دستگاه میلکواسکن (MilkoScan 4000; Foss, Hillerød, Denmark) به آزمایشگاه منتقل شدند. شیر تصحیح‌شده براساس ۴ درصد چربی براساس روابط NRC (2001) محاسبه گردید.

$$FCM = 0.4 \times \text{تولید شیر (کیلوگرم در روز)} \times 1.5$$

$$+ \text{تولید چربی شیر (کیلوگرم در روز)}$$

نمونه‌گیری از مایع شکمبه در روز ۲۴ هر دوره آزمایشی و ۴ ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح، با استفاده از لوله مری و پمپ خلأ انجام گرفت، دو نمونه از هر گاو گرفته می‌شد که نمونه اول به‌منظور از بین بردن اثر مایع بزاقی دور ریخته شده و سپس pH نمونه دوم با استفاده از دستگاه pH متر (Hanna HI 8318, Instruments, Cluj-Napoca, Romania) اندازه‌گیری شد، سپس نمونه با پارچه متقال چهار لایه صاف گردید و به‌منظور جلوگیری از تخمیر مایع شکمبه، اسید متافسفریک ۲۵ درصد به نسبت چهار به یک (چهار واحد مایع شکمبه و یک واحد اسید) به نمونه افزوده شد. نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و پس از یخ‌گشایی اسیدهای چرب نمونه توسط دستگاه کراماتوگرافی گازی تعیین گردید. محاسبات اسیدهای چرب شکمبه‌ای با استفاده از نرم‌افزار و تبدیل نمودار به عدد محاسبه گردید. خون‌گیری در ابتدای آزمایش و روز ۲۲ آزمایش و در حدود ۴ ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح توسط لوله‌های تحت خلأ از سیاهرگ دمی گاو‌ها صورت

سیلاژ جو و ۳۰ درصد سیلاژ ذرت (براساس ماده خشک)، ۲) جیره‌ای با ۱۰ درصد سیلاژ جو و ۲۰ درصد سیلاژ ذرت، ۳) جیره‌ای با ۲۰ درصد سیلاژ جو و ۱۰ درصد سیلاژ ذرت. جیره نویسی با استفاده از سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل ورژن ۵/۱ (CNCPS) انجام شد (Fox *et al.*, 2004) (جدول ۱). دوشش گاو‌ها چهار بار در شبانه روز و در ساعت‌های ۴، ۱۰، ۱۶ و ۲۲ انجام شد. خوراک‌دهی به‌صورت خوراک کاملاً مخلوط و دوبار در روز، در ساعت‌های ۷:۳۰ و ۱۶:۳۰ انجام گرفت. خوراک مصرفی در قبل از دوره نمونه‌گیری اندازه‌گیری شد و به‌صورتی در اختیار دام قرار گرفت که در حدود ۳ تا ۱۰ درصد خوراک به‌صورت پسماند در آخور دام باقی بماند. خوراک مصرفی روزانه، ۸ روز در هر دوره در دوره نمونه‌گیری به ثبت شد. به‌منظور محاسبه ماده خشک مصرفی خوراک ارائه شده به هر گاو و خوراک باقیمانده در آخور پس از ۲۴ ساعت بعد از ارائه خوراک ثبت شده و از تفریق خوراک باقیمانده و خوراک ارائه‌شده به‌صورت خشک، ماده خشک مصرفی محاسبه گردید، نمونه‌برداری از خوراک و خوراک باقیمانده (یک کیلوگرم) به‌منظور تعیین ماده خشک و آنالیز شیمیایی (فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، نشاسته، چربی خام و فیبر نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم) انجام گرفت (AOAC, 2002; Van Soest *et al.*, 1991).

نمونه‌گیری از مدفوع گاو‌ها به‌روش نمونه‌برداری از رکتوم و به‌مدت ۳ روز و هر ۸ ساعت یکبار انجام گرفت. نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه نگهداری شده و پس از یخ‌گشایی نمونه‌های مدفوع هر گاو در هر دوره با هم مخلوط شده و یک نمونه که نماینده واقعی کل نمونه مخلوط شده باشد به‌منظور خشک کردن برداشته و برای آنالیز شیمیایی مورد استفاده قرار گرفت. تعیین ماده خشک نمونه‌های خوراک، پسماند و نمونه‌های مدفوع با استفاده از آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت صورت گرفت (Albornoz & Allen, 2018). فیبر غیر قابل هضم برای علوفه‌ها و خوراک‌های آزمایشی با روش کیسه گذاری داخل شکمبه‌ای به‌مدت ۲۸۸ ساعت با استفاده

سیلاژ جو در جیره به دلیل فیبر نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم (uNDF) بیشتر موجب افزایش نسبت فیبر نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم در جیره‌هایی آزمایشی حاوی سیلاژ جو گردید. همچنین با کاهش سطح سیلاژ ذرت، مقادیر نشاسته و کربوهیدرات‌های غیر فیبری در جیره کاهش یافت.

مصرف ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و NDF تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۲) اما مصرف uNDF با افزایش سطح سیلاژ جو افزایش یافت. Beauchemin & McGinn (2005) افزایش ماده خشک مصرفی را در تیمارهای بر پایه سیلاژ ذرت در مقایسه با سیلاژ جو گزارش کردند. مطالعه Lopes *et al.* (2015) نشان داد که با افزایش فیبر نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم ماده خشک مصرفی کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند به دلیل ماندگاری بیشتر فیبر غیر قابل هضم در شکمبه باشد (Lund *et al.*, 2007). همچنین نشان داده شده است که افزایش قابلیت هضم فیبر در جیره می‌تواند موجب افزایش خوراک مصرفی شود (Allen, 2000) اگرچه در مطالعه حاضر ماده خشک مصرفی تفاوتی بین تیمارهای آزمایشی نداشت. برخلاف نتایج ما Lopes *et al.* (2015) نشان داد که با افزایش سطح u NDF جیره ماده خشک مصرفی کاهش می‌یابد. کاهش ماده خشک مصرفی با افزایش سطح uNDF در مطالعه Lopes *et al.* (2015) احتمالاً به دلیل تغییر بیشتر سطح NDF (از ۲۴/۵ به ۲۷/۲) و همچنین سطح بیشتر uNDF جیره‌ها (از ۲۷ تا ۳۴ درصد NDF خوراک) در مقایسه با مطالعه حاضر بوده باشد و احتمالاً افزایش ناچیز در سطح NDF جیره و همچنین بهبود قابلیت هضم NDF جیره با افزایش سطح سیلاژ جو در مطالعه حاضر از کاهش ماده خشک مصرفی به صورت معنی‌دار جلوگیری کرده است.

شیر تولیدی، درصد و مقدار پروتئین و مقدار لاکتوز شیر همان‌گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، اما درصد چربی شیر با افزایش سیلاژ جو به صورت خطی تمایل به افزایش داشت ($P \leq 0/1$) ولی با افزایش نسبت سیلاژ جو در جیره درصد

گرفت. نمونه‌های خون در کنار یخ قرار گرفته و بلافاصله با اتمام خون‌گیری به مدت ۱۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس مقدار ۲ میلی‌لیتر از نمونه سرم به منظور آنالیز برداشته شد. و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. اندازه‌گیری و محاسبه فاکتورهای خونی با استفاده از کیت آزمایشگاهی (Pars Azmoon Co., Tehran, Iran) براساس دستورالعمل شرکت سازنده صورت گرفت. غلظت گلوبولین از تفریق غلظت آلبومین از غلظت پروتئین کل محاسبه گردید. قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش به روش استفاده از خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان مارکر و با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید.

= قابلیت هضم ظاهری

$$\frac{\text{درصد ماده مغذی در مدفوع}}{\text{درصد ماده مغذی در خوراک}} \times \frac{\text{درصد مارکر در غذا}}{\text{درصد مارکر در مدفوع}}$$

آنالیز داده‌های آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۱۰/۱) و رویه مدل میکس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

مدل آماری طرح به صورت ذیل بود (۳):

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + S_j + C(S)_{kj} + T_k + e_{ijkl} \quad (3)$$

که در آن Y_{ijkl} ، متغیر وابسته؛ μ ، میانگین جامعه؛ P_i ، اثر ثابت دوره؛ S_j اثر ثابت مربع؛ $C(S)_{kj}$ اثر تصادفی گاو در مربع، T_k ، اثر ثابت تیمار و e_{ijkl} اثر باقیمانده بودند، آثار تیمار، مربع و دوره به‌عنوان آثار ثابت و اثر گاو داخل مربع به‌عنوان اثر تصادفی انتخاب گردید. اثر عوامل ذکر شده در مدل در سطح احتمال کمتر و یا مساوی ۰/۰۵ درصد معنی‌دار تلقی شدند و سطوح احتمال ۰/۰۵ تا ۰/۱ درصد به‌عنوان تمایل به معنی‌داری لحاظ گردید.

نتایج و بحث

اقلام تشکیل‌دهنده جیره و همچنین ترکیب شیمیایی جیره در جدول ۱ آورده شده است. افزایش نسبت

لاکتوز شیر کاهش یافت ($P=0/05$)، همچنین مقدار چربی تولیدی، شیر تصحیح شده براساس ۴ درصد چربی، و نسبت شیر تصحیح شده براساس ۴ درصد چربی، به ماده خشک مصرفی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و با افزایش سیلاژ جو به صورت خطی افزایش یافت ($P < 0/05$).

جدول ۱. مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی و علوفه بر حسب درصدی از ماده خشک

Table 1. Feed ingredients and chemical composition of the ration and forages based on dry matter percentage

	0 % BS	10 % BS	20% BS	BS	CS
Feed ingredients					
Corn silage	30	20	10		
Barley silage	0	10	20		
Alfalfa hay	5	5	5		
Sugar beet pulp	5	5	5		
Barley grain	17.6	17.6	17.6		
Corn grain	17.6	17.6	17.6		
Soybean meal	13.8	13.8	13.8		
Roasted soybean	2.5	2.5	2.5		
Meat meal	2.5	2.5	2.5		
Fat powder	2.3	2.3	2.3		
Calcium carbonate	1	1	1		
Magnesium oxide	0.3	0.3	0.3		
Salt	0.5	0.5	0.5		
Mineral and vitamin mix ¹	0.7	0.7	0.7		
Sodium bicarbonate	1	1	1		
Chemical composition, % of DM					
DM	48.5	49	49.4	28.3	25.2
Neutral detergent fiber	27.3	27.9	28.6	55.7	50.9
Acid detergent fiber	16.8	16.9	17	31.2	33
Non-fibrous carbohydrate	44	42.4	40.5	23.75	33.64
Starch	29.7	28.3	27	10.1	22
Ether extract	5.5	5.6	5.7	3.45	3.86
Crude protein	16.5	16.6	16.7	10.1	8.5
uNDF	6.09	6.78	7.46	19.56	12.87
peNDF2s	7.87	8.11	8.34	27.4	26.6
peNDF3s	17.77	17.96	18.09	34.1	32.3
uNDF, % of NDF	22.3	24.3	26.1	35.11	25.25
NEL (Mcal/kg DM)	1.67	1.66	1.65	0.9	1

۱. ترکیبات: ۵۰ گرم در کیلو گرم کلسیم، ۱۱ گرم در کیلو گرم منیزیم، ۵ گرم در کیلو گرم منگنز، ۱۵ گرم در کیلو گرم روی، ۳ گرم در کیلو گرم مس، ۰/۱۵ گرم در کیلو گرم ید، ۰/۰۵ گرم در کیلو گرم کبالت، ۱۴۰۰۰۰۰ واحد بین المللی در کیلو گرم ویتامین A، ۳۰۰۰۰۰ واحد بین المللی در کیلو گرم ویتامین D و ۱۵۰۰۰ واحد بین المللی در کیلو گرم ویتامین E، و ۱،۲۵ گرم در کیلو گرم آنتی اکسیدانت

1. Composition: 50 g/kg of Ca, 11 g/kg of Mg, 5 g/kg of Mn, 15 g/kg of Zn, 3 g/kg of Cu, 0.15 g/kg of I, 0.05 g/kg of Co, 1,400,000 IU/kg of vitamin A, 300,000 IU/kg of vitamin D, and 15,000 IU/kg of vitamin E, 1.25 g/kg butylated hydroxytoluene as a synthetic antioxidant.

جدول ۲. اثر جیره‌های آزمایشی بر مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی در گاوهای شیرده هلستاین

Table 2. Effect of experimental diets on intake and apparent digestibility of nutrients in lactating Holstein cows

	0 % BS	10 % BS	20% BS	SEM	P-value	
					Linear	Quadratic
Intake, kg/d						
DM	25.38	25.22	24.87	0.58	0.53	0.89
OM	23.54	23.30	22.81	0.54	0.35	0.85
CP	4.06	4.11	4.09	0.09	0.87	0.88
NDF	7.25	7.08	7.16	0.16	0.70	0.56
uNDF	1.54	1.71	1.85	0.03	<0.01	0.83
Digestibility, %						
DM	72.33	73.20	74.34	0.51	0.01	0.83
OM	74.30	75.16	76.17	0.46	<0.01	0.89
CP	73.74	75.09	74.58	0.74	0.43	0.31
NDF	46.04	45.58	53.01	1.24	<0.01	0.01

و *Benchaar et al.* (2014) همسو بود. کاهش نسبت پروپیونات در شکمبه با کاهش سیلاژ ذرت می‌تواند به دلیل نشاسته و کربوهیدرات غیر الیافی بیشتر در سیلاژ ذرت باشد (Allen, 2015; Lopes *et al.*, 1997). اگرچه غلظت کل اسیدهای چرب فرار تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت اما pH شکمبه‌ای در تیمارهایی بر پایه سیلاژ جو به صورت خطی افزایش یافت ($P < 0.01$). افزایش خطی pH شکمبه‌ای با افزایش نسبت سیلاژ جو احتمالاً به دلیل کاهش نسبت مولار پروپیونات شکمبه‌ای در تیمارهای حاوی سیلاژ جو باشد. Lettat & Benchar (2013) در مطالعه‌ای نشان دادند که افزایش نسبت مولار پروپیونات با افزایش سیلاژ ذرت با افزایش باکتری‌های پروتلا^۱ در ارتباط می‌باشد، که یک گونه باکتری غالب از گروه آمیلولایتیک‌ها می‌باشد که موجب افزایش بازدهی استفاده از هیدروژن به منظور تولید پروپیونات می‌شود. همچنین همسو با نتایج آزمایش حاضر، مطالعه *Hassanat et al.* (2013) نشان داد که کاهش نسبت استات شکمبه‌ای با افزایش نسبت سیلاژ ذرت می‌تواند به دلیل کاهش تجزیه پذیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی باشد. با افزایش نسبت سیلاژ جو در تیمارهای آزمایشی نسبت استات به پروپیونات نیز افزایش یافت ($P < 0.01$) که این افزایش در نسبت استات به پروپیونات می‌تواند به دلیل کاهش پروپیونات و همچنین افزایش استات و در نتیجه افزایش pH شکمبه‌ای باشد (Cerrato-Sánchez *et al.*, 2008). هیچ کدام از پارامترهای خونی شامل غلظت گلوکز، تری گلیسرید، NEFA، BHBA، پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۵).

قابلیت هضم ماده خشک ($P = 0.01$) و فیبر نامحلول در شوینده خنثی ($P < 0.01$) با افزایش نسبت سیلاژ جو به صورت خطی افزایش یافت (جدول ۵). هرچند افزایش نسبت سیلاژ جو موجب افزایش قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی به صورت درجه دو ($P = 0.01$) نیز گردید.

برخلاف نتایج این مطالعه *Benchaar et al.* (2014) نشان دادند که با افزایش سطح سیلاژ جو در جیره، شیر تولیدی کاهش یافت که احتمالاً این تناقض در نتایج به دلیل سطوح بسیار کم نشاسته در تیمارهای بر پایه سیلاژ جو و همچنین سطوح بالای علوفه در آن مطالعه باشد. اما همسو با نتایج *Benchaar et al.* (2014) با افزایش سطح سیلاژ جو در جیره درصد چربی شیر و نسبت شیر تصحیح شده براساس ۴ درصد چربی به ماده خشک مصرفی افزایش و همچنین درصد لاکتوز شیر کاهش یافت، اگرچه درصد پروتئین شیر در این مطالعه تحت تأثیر قرار نگرفت.

کاهش درصد لاکتوز شیر با افزایش نسبت سیلاژ جو در جیره می‌تواند به دلیل کاهش کربوهیدرات غیر الیافی و نشاسته کمتر و همچنین پروپیونات تولیدی کمتر باشد. تمایل به افزایش درصد چربی شیر با افزایش نسبت سیلاژ جو در جیره می‌تواند به دلیل افزایش نسبت استات شکمبه‌ای (Urrutia & Harvatine, 2017) در تیمارهای حاوی سیلاژ جو باشد. *Yang et al.* (2019) گزارش کردند که با کاهش سطح NFC جیره درصد چربی شیر تولیدی افزایش می‌یابد. همچنین کاهش pH شکمبه‌ای در تیمارهایی بر پایه سیلاژ ذرت احتمالاً موجب افزایش بیوهیدروژناسیون ناقص اسیدهای چرب غیر اشباع شده که در نهایت می‌تواند موجب تولید ایزومرهای اسیدهای چرب ترانس و کاهش سنتز دی نوو چربی شیر شود (*Grinari et al.*, 1998). نشان داده شده است که افزایش درصد چربی شیر در تیمارهایی بر پایه سیلاژ جو می‌تواند به دلیل افزایش قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی در تیمارهای حاوی سیلاژ جو باشد (*Tudisco et al.*, 2010). مطالعات متعدد ارتباط مستقیم بین pH شکمبه و درصد چربی شیر را گزارش کرده‌اند (*Kleen et al.*, 2003; Oetzel, 2007; Stone, 2004).

اگرچه پروپیونات شکمبه‌ای با افزایش نسبت سیلاژ جو در جیره کاهش یافت (جدول ۴) اما استات و نسبت استات به پروپیونات شکمبه‌ای با افزایش نسبت سیلاژ جو در جیره به صورت خطی افزایش یافت ($P < 0.01$) که این با نتایج *Lopes et al.* (2015)

جدول ۳. اثر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیرده هلشتاین

Table 3. Effect of experimental diets on milk yield and milk composition of lactating Holstein cows

	0 % BS	10 % BS	20% BS	SEM	P-value	
					Linear	Quadratic
Yield, kg/d						
Raw milk	55.09	54.29	55.7	1.00	0.67	0.38
4% FCM	42.08	44.63	46.70	1.56	0.04	0.89
Milk composition, (%)						
Fat	2.44	2.82	2.93	0.19	0.08	0.58
Protein	2.81	2.79	2.76	0.03	0.14	0.83
Lactose	4.25	4.2	4.16	0.03	0.05	0.87
Milk component yield, (kg/day)						
Fat	1.33	1.53	1.63	0.10	0.04	0.70
Protein	1.55	1.51	1.54	0.02	0.80	0.29
Lactose	2.34	2.27	2.31	0.04	0.59	0.33
Milk/DMI	2.18	2.16	2.25	0.05	0.41	0.46
FCM/DMI	1.66	1.78	1.88	0.06	0.01	0.96

جدول ۴. اثر جیره‌های آزمایشی بر پارامترهای تخمیری شکمبه در گاوهای شیرده هلشتاین

Table 4. Effect of experimental diets on ruminal fermentation characteristics in lactating Holstein cows

	0 % BS	10 % BS	20% BS	SEM	P-value	
					Linear	Quadratic
Total VFA, mmol/L	105.93	105.61	106.66	0.91	0.57	0.54
VFA, mol/100 mol						
Acetate	58.22	60.75	61.59	0.38	< 0.01	0.09
Propionate	24.48	22.42	21.14	0.38	< 0.01	0.42
Butyrate	13.61	13.12	13.48	0.35	0.81	0.33
Isobutyrate	1.23	1.22	1.31	0.05	0.21	0.38
Valerate	0.93	0.98	0.99	0.03	0.18	0.73
Isovalerate	1.51	1.51	1.47	0.03	0.38	0.69
Acetate:propionate	2.38	2.72	2.92	0.05	< 0.01	0.35
pH	5.99	6.66	6.26	0.07	< 0.01	0.67

جدول ۵. اثر جیره‌های آزمایشی بر متابولیت‌های خونی در گاوهای شیرده هلشتاین

Table 5. Effect of experimental diets on blood metabolites in lactating Holstein cows

	0 % BS	10 % BS	20% BS	SEM	P-value	
					Linear	Quadratic
Glucose, mg/dL	63.66	66.18	63.58	1.79	0.97	0.22
Triglyceride, mg/dL	12.53	12.80	13.22	0.88	0.21	0.81
NEFA	0.12	0.11	0.15	0.03	0.35	0.26
BHB	0.2	0.17	0.19	0.03	0.60	0.38
Total protein, g/dL	7.43	7.72	7.47	0.15	0.86	0.16
Albumin, g/dL	3.91	3.85	3.83	0.13	0.41	0.78
Glubolin, mg/dL	3.68	4.02	3.77	0.16	0.67	0.16

همچنین نشان داده شده است که افزایش کربوهیدرات‌های غیر الیافی جیره می‌تواند موجب کاهش pH شکمبه‌ای شده (Hassanat *et al.*, 2013; Enemark, *et al.*, 2004) که این کاهش می‌تواند موجب کاهش رشد باکتری‌های سلولولایتیک و در نتیجه کاهش فیبر گردد (Hoover, 1986; Mould & Ørskov, 1983).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که جایگزینی بخشی از

برخلاف نتایج ما، Yang *et al.* (2019) افزایش قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام را در تیمارهایی بر پایه سیلاژ ذرت در مقایسه با سیلاژ گراس نشان دادند هر چند که قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی در مطالعه Yang *et al.* (2019) تحت تأثیر قرار نگرفته بود. مطالعه Tudisco *et al.* (2010) نشان داد که با افزایش سیلاژ جو در جیره قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی افزایش می‌یابد که دلیل این افزایش را سطح بالای همی سلولز در سیلاژ جو بیان کردند.

سپاسگزاری

از مدیریت محترم شرکت شیر و گوشت فوده سپاهان به خاطر فراهم نمودن امکان اجرای بخش عملی آزمایش و آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشگاه تهران، تشکر و قدردانی می‌گردد.

سیلاژ ذرت با سیلاژ جو می‌تواند موجب بهبود عملکرد، قابلیت هضم، سلامت شکمبه در گاوهای شیرده هلشتاین پرتولید شود و می‌تواند به‌عنوان یک منبع علوفه‌ای اصلی و با نیاز آبی کمتر در گله‌های گاو شیری استفاده شود.

REFERENCES

1. Addah, W., Baah, J., Groenewegen, P., Okine, EK. & McAllister, TA. (2011) Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. *Canadian Journal of Animal Science*, 91, 133-146.
2. Albornoz, R. I. & Allen, M. S. (2018). Highly fermentable starch at different diet starch concentrations decreased feed intake and milk yield of cows in the early postpartum period. *Journal of Dairy Science*, 101, 8902-8915.
3. Allen, M. S. (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, 80, 1447-1462.
4. 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.
5. Anonymous. (2012). National Agricultural Statistics Service Quick Stats. <http://www.nass.usda.gov>.
6. AOAC International. (2002). *Official methods of analysis*. (17th ed.) AOAC International, Arlington, VA
7. Beauchemin, K. A. & McGinn, S. M. (2005). Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. *Journal of animal science*, 83, 653-661.
8. Benchaar, C., Hassanat, F., Gervais, R., Chouinard, P. Y., Petit, H. V. & Massé, D. I. (2014). Methane production, digestion, ruminal fermentation, nitrogen balance, and milk production of cows fed corn silage-or barley silage-based diets. *Journal of Dairy Science*, 97, 961-974.
9. Cerrato-Sánchez, M., Calsamiglia, S. & Ferret, A. (2008). Effect of the magnitude of the decrease of rumen pH on rumen fermentation in a dual-flow continuous culture system. *Journal of Animal Science*, 86, 378-383.
10. Eastridge, M. L. (2006). Major advances in applied dairy cattle nutrition. *Journal of Dairy Science*, 89, 1311-1323.
11. Enemark, J. M. D., Jørgensen, R. J. & Kristensen, N. B. (2004). An evaluation of parameters for the detection of subclinical rumen acidosis in dairy herds. *Veterinary Research Communications*, 28, 687-709.
12. Fox, D. G., Tedeschi L. O., Tylutki, T. P., Russell, J. B., Van Amburgh, M. E., Chase, L. E., Pell, A. N. & Overton, T. R. (2004). The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Science and Technology*, 112, 29-78. doi:10.1016/j.anifeedsci.2003.10.006
13. Griinari, J. M., Dwyer, D. A., McGuire, M. A., Bauman, D. E., Palmquist, D. L. & Nurmela, K. V. (1998). Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81, 1251-1261.
14. Hassanat, F., Gervais, R., Julien, C., Massé, D. I., Lettat, A., Chouinard, P. Y., Petit, H.V. & Benchaar, C. (2013). Replacing alfalfa silage with corn silage in dairy cow diets: Effects on enteric methane production, ruminal fermentation, digestion, N balance, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 96, 4553-4567.
15. Hoover, W. H. (1986). Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, 69, 2755-2766.
16. Kleen, J. L., Hooijer, G. A., Rehage, J. & Noordhuizen, J. P. T. M. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 50, 406-414.
17. Lettat, A. & Benchaar, C. (2013). Diet-induced alterations in total and metabolically active microbes within the rumen of dairy cows. *PLoS One*, 8, e60978.
18. Lopes, F., Cook, D. E. & Combs, D. K. (2015). Effects of varying dietary ratios of corn silage to alfalfa silage on digestion of neutral detergent fiber in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98, 6291-6303.
19. Lund, P., Weisbjerg, M. R. & Hvelplund, T. (2007). Digestible NDF is selectively retained in the rumen of dairy cows compared to indigestible NDF. *Animal Feed Science and Technology*, 134, 1-17.
20. Manninen, M., Virkajärvi, P. & Jauhiainen, L. (2005). Effect of whole-crop barley and oat silages on the performance of mature suckler cows and their progeny in outdoor winter feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 121, 227-242.

21. Mould, F. L. & Ørskov, E. R. (1983). Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, 10(1), 1-14.
22. National Research Council (NRC). (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. (7th rev ed.). National Academy Press. Washington, DC, USA
23. Nocek, J. E. (1997). Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80, 1005-1028.
24. Oetzel, G. R. (2007). Subacute ruminal acidosis in dairy herds: physiology, pathophysiology, milk fat responses, and nutritional management. In: *40th Annual Conference, American Association of Bovine Practitioners*, September, Vol. 17, pp. 89-119.
25. Stone, W. C. (2004). Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 87, E13-E26.
26. Tudisco, R., Calabrò, S., Grossi, M., Piccolo, G., Guglielmelli, A., Cutrignelli, M. I., Caiazzo, C. & Infascelli, F. (2010). Influence of replacing corn silage with barley silage in the diets of buffalo cows on milk yield and quality. *Veterinary Research Communications*, 34, 193-196.
27. Urrutia, N. L. & Harvatine, K. J. (2017). Acetate dose-dependently stimulates milk fat synthesis in lactating dairy cows. *The Journal of Nutrition*, 147, 763-769.
28. Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
29. Van Soest, P. J., Robertson, J.B. & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharide in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
30. Volden, H. (2011). *NorFor-: The Nordic Feed Evaluation System* (Vol. 30). Springer Science & Business Media.
31. Yang, Y., Ferreira, G., Corl, B. A. & Campbell, B. T. (2019). Production performance, nutrient digestibility, and milk fatty acid profile of lactating dairy cows fed corn silage-or sorghum silage-based diets with and without xylanase supplementation. *Journal of Dairy Science*, 102, 2266-2274.