

اثر سیلاژ تفاله سیب بر تولید و ترکیب شیر، فراسنجه‌های پلازما و قابلیت هضم مواد مغذی در گاوهای هلستاین در

اوایل دوره شیردهی

محسن دوستکام^۱، فرشید فتاح‌نیا^{۲*}، مهدی بهرامی یکدانگی^۳، محمد شمس الهی^۴، پریسا دارات^۵

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، رایانامه: mohsendostkam2020@gmail.com

۲- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، رایانامه: f.fatahnia@ilam.ac.ir

۳- موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: Ht.bahrami@gmail.com

۴- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، رایانامه: m.shamsollahi@ilam.ac.ir

۵- دانش‌آموخته دکتری تخصصی، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، رایانامه: parisa.darat@gmail.com

*نویسنده مسئول: ایمیل: f.fatahnia@ilam.ac.ir

M Dostkam¹, F Fatahnia^{2*}, M Bahrami Yekdangi³, M shamsollahi⁴, and P Darat⁵

¹MSc graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. Email: mohsendostkam2020@gmail.com

²Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. Email: f.fatahnia@ilam.ac.ir

³ Animal Sciences Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Karaj. Iran .Email: bahrami@asri.ir

⁴Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. Email: m.shamsollahi@ilam.ac.ir

⁵Ph.D, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. Email: parisa.darat@gmail.com

*Corresponding author: Email: f.fatahnia@ilam.ac.ir

Dept of Animal Science Faculty of Agriculture Ilam University Ilam-IRAN

P.O.BOX69315-516

Tel: +988432227019-21

Fax: +988432227015

چکیده

سابقه و هدف: کربوهیدرات‌ها منبع اصلی انرژی در جیره‌های تغذیه شده به گاوهای شیری هستند و معمولاً ۶۰ تا ۷۰ درصد جیره را تشکیل می‌دهند. کربوهیدرات‌ها علاوه بر این که منبع اصلی انرژی برای حیوان هستند، سوبسترای لازم را برای رشد میکروب‌های شکمبه و تولید پروتئین میکروبی فراهم می‌کنند. تفاله چغندر قند یک فراورده فرعی صنعت استخراج قند از چغندر قند است که حاوی مقدار بالایی الیاف شوینده خشی قابل هضم و پکتین می‌باشد و به عنوان یک منبع انرژی به جیره گاوهای شیرده اضافه می‌شود. از دیگر فراورده‌های فرعی کشاورزی می‌توان تفاله سیب را نام برد. تفاله سیب از فراورده‌های فرعی تولید آب سیب می‌باشد که سالیانه به مقدار زیاد در مناطق مختلف

ایران تولید می‌شود و حاوی حدود ۴۸ تا ۶۲ درصد الیاف شوینده خنثی غیرعلافه‌ای می‌باشد. هدف این مطالعه بررسی اثر جایگزینی تفاله چغندر قند با سیلاژ تفاله سیب بر مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب شیر، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش و فراسنجه‌های پلاسمای گاوهای شیرده در اوایل دوره شیردهی بود.

مواد و روش‌ها: از ۴۰۰ راس گاو هلشتاین شکم اول با میانگین روزهای شیردهی 40 ± 15 روز و میانگین تولید شیر $41 \pm 9/8$ کیلوگرم در روز در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. گاوها بر اساس تولید شیر و روزهای شیردهی به ۲ گروه تقریباً یکسان تقسیم و به‌طور تصادفی به تیمارهای آزمایشی اختصاص داده شدند. طول دوره آزمایشی ۲۸ روز شامل ۲۱ روز برای عادت‌پذیری و ۷ روز برای ثبت داده‌ها و جمع‌آوری نمونه‌ها بود. جیره‌های آزمایشی شامل (۱) جیره حاوی تفاله چغندر قند و (۲) جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب بودند. مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب شیر، بازده استفاده از خوراک برای تولید شیر، فراسنجه‌های پلاسمای و قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها بر اساس طرح پایه کاملاً تصادفی و با نرم‌افزار آماری SAS آنالیز شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که جایگزینی تفاله چغندر قند با سیلاژ تفاله سیب بر مصرف ماده خشک، تولید شیر خام، شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی، درصد و تولید چربی و پروتئین شیر و بازده استفاده از خوراک برای تولید شیر خام، شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی تأثیری نداشت. غلظت پروتئین کل، آلبومین، تری‌گلیسرید، بتاهیدروکسی بوتیرات و فسفر پلاسمای گاوها تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. جایگزینی تفاله چغندر قند با سیلاژ تفاله سیب در جیره باعث افزایش غلظت نیترژن اوره‌ای و اسیدهای چرب غیراستریفیه (NEFA) و کاهش غلظت کلسیم و منیزیم پلاسمای گاوها شد ($P < 0/01$). قابلیت هضم ظاهری ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و الیاف شوینده خنثی در کل دستگاه گوارش گاوها تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. در صورتی که افزودن سیلاژ تفاله سیب به جیره باعث کاهش قابلیت هضم خاکستر در کل دستگاه گوارش گاوها شد ($P = 0/01$).

نتیجه‌گیری: در کل، با توجه به این نتایج جایگزینی کامل تفاله چغندر قند با سیلاژ تفاله سیب تا سطح ۸/۹۹ درصد ماده خشک جیره بر عملکرد گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی تأثیر منفی نداشت.

کلمات کلیدی: اوایل دوره شیردهی، تولید و ترکیب شیر، گاو شیرده، سیلاژ تفاله سیب.

مقدمه

کربوهیدرات‌ها منبع اصلی انرژی در جیره‌های تغذیه شده به گاوهای شیری هستند و معمولاً ۶۰ تا ۷۰ درصد جیره را تشکیل می‌دهند. کربوهیدرات‌ها علاوه بر این که منبع اصلی انرژی برای حیوان هستند، سوبسترای لازم را برای رشد میکروب‌های شکمبه و تولید پروتئین میکروبی فراهم می‌کنند (NRC، ۲۰۲۱). کربوهیدرات‌های مواد خوراکی بر اساس محل قرار گرفتن در بافت‌های گیاه به دو بخش ساختمانی و غیرساختمانی دسته‌بندی می‌شوند. کربوهیدرات‌های ساختمانی در دیواره سلول‌های گیاهی وجود دارند و شامل سلولز، همی‌سلولز و پکتین می‌باشند. در صورتی که کربوهیدرات‌های غیرساختمانی در داخل سلول‌های گیاهی قرار دارند، بیشتر نقش متابولیکی و ذخیره‌ای دارند و عمدتاً شامل نشاسته، قندها، فروکتان‌ها و اسیدهای آلی می‌باشند (NRC، ۲۰۰۱). کربوهیدرات‌های قابل حل در شوینده خنثی متنوع بوده و شامل نشاسته، کربوهیدرات‌های قابل حل در

آب و الیاف قابل حل در شوینده خنثی هستند. این کربوهیدرات‌ها در مقایسه با کربوهیدرات‌های غیرقابل حل در شوینده خنثی قابلیت هضم بالاتری دارند و منبع اصلی انرژی در جیره گاوهای شیرده را تشکیل می‌دهند. منابع اصلی نشاسته در جیره گاوهای شیرده شامل دانه‌های غلات (ذرت، جو، گندم، سورگوم، یولاف)، سیلوی تهیه شده از علوفه حاوی دانه غلات و غده‌ها (سیب زمینی) می‌باشند. گاوهای شیرده پرتولید نیاز بالایی به انرژی دارند و در بعضی واحدهای پرورش گاو شیری که کیفیت علوفه متوسط تا پایین است برای تامین نیاز انرژی علاوه بر علوفه به مقدار زیادی مواد کنسانتره‌ای حاوی نشاسته از قبیل دانه ذرت، جو و گندم در جیره نیاز می‌باشد (Flachowsky و همکاران، ۲۰۱۸). در این شرایط گاوهای شیرده ممکن است در اثر تجزیه زیاد نشاسته در جیره با بروز اسیدوز شکمبه مواجه شوند که سلامت و عملکرد آن‌ها را با مشکل مواجه می‌کند (NRC، ۲۰۲۱). از طرفی، جیره‌های حاوی کنسانتره بالا که مقدار الیاف شوینده خنثی علوفه‌ای آن‌ها پایین است باعث افزایش عبور نشاسته تخمیر نشده به روده کوچک می‌شوند که ممکن است هضم نشود یا تخمیر در انتهای دستگاه گوارش را افزایش دهد (Fredin و همکاران، ۲۰۱۵). همه این مشکلات ممکن است تولید شیر و سودآوری واحدهای پرورش گاو شیری را کاهش دهد. از طرفی دانه‌های غلات می‌توانند برای تهیه غذای انسان استفاده شوند و استفاده از آن‌ها در تغذیه گاوهای شیری باعث افزایش رقابت بین انسان و دام می‌شود (Cassidy و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین، یکی از راه‌کارهای مناسب کاهش مقدار نشاسته جیره گاوهای شیرده بدون کاهش محتوی انرژی جیره و بدون اثر منفی بر مصرف ماده خشک می‌باشد (Pang و همکاران، ۲۰۱۸). بخش عمده الیاف قابل حل در شوینده خنثی در مواد خوراکی گاوهای شیری شامل پکتین و بتاگلوکان‌ها می‌باشند (McDonald و همکاران، ۲۰۲۲). منابع اصلی پکتین در جیره گاوهای شیری شامل علوفه‌های لگومینه، پوسته دانه سویا، مرکبات و تفاله چغندر قند می‌باشند (Corea-Guillen و همکاران، ۲۰۲۵). با توجه به مطالب بیان شده و به منظور کاهش اثرات منفی الیاف شوینده خنثی علوفه‌ای و نشاسته بالا در جیره بر کاهش مصرف ماده خشک و بروز اسیدوز شکمبه می‌توان از فرآورده‌های فرعی صنایع غذایی و کشاورزی حاوی نشاسته پایین، انرژی بالا و الیاف شوینده خنثی قابل هضم از قبیل تفاله مرکبات، تفاله چغندر قند، تفاله سیب، تفاله انگور و تفاله گوجه فرنگی استفاده کرد (Pirmohammadi و همکاران، ۲۰۰۶). تفاله چغندر قند یک فرآورده فرعی صنعت استخراج قند از چغندر قند است که حاوی مقدار بالایی الیاف شوینده خنثی قابل هضم (حدود ۴۰/۶ درصد ماده خشک با قابلیت هضم حدود ۸۵ درصد) و پکتین (حدود ۲۳ درصد ماده خشک) است و به عنوان یک منبع انرژی به جیره گاوهای شیرده اضافه می‌شود (Nadei، ۲۰۱۴، Evans و Messerschmidt، ۲۰۱۷). تفاله سیب از فرآورده‌های فرعی تولید آب سیب می‌باشد که سالبانه به مقدار زیاد (۹۷ هزار تن در سال) در مناطق مختلف ایران تولید می‌شود و حاوی حدود ۴۸ تا ۶۲ درصد الیاف شوینده خنثی می‌باشد (NRC، ۲۰۰۱). تفاله سیب حاوی حدود ۷۰ درصد رطوبت و مقدار بالایی قند می‌باشد و برای جلوگیری از کپک زدن باید خشک یا سیلو شود و مشابه با تفاله چغندر قند از آن می‌توان به عنوان یک منبع انرژی برای جایگزینی دانه‌های غلات در جیره نشخوارکنندگان استفاده کرد (Beigh و همکاران، ۲۰۱۵). از آنجایی که تا کنون تحقیق جامعی در ارتباط با تفاله سیب انجام نشده و اطلاعاتی کمی در این خصوص وجود دارد بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر سیلاژ تفاله سیب بر تولید و ترکیب شیر، فراسنجه‌های پلاسما و قابلیت هضم مواد مغذی در گاوهای شیرده هلستاین در اوایل دوره شیردهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز ۱۴۰۳ در شرکت کشت و صنعت فکا واقع در استان اصفهان و در آزمایشگاه تغذیه دام مرکز تحقیقات علوم دامی کشور (کرج) انجام شد. مقدار کافی تفاله سیب خیس از کارخانه‌های آب میوه‌گیری خریداری شد برای تهیه سیلاژ تفاله

سیب، تفاله سیب و کاه گندم با نسبت ۸۰ به ۲۰ درصد با هم مخلوط و برای مدت ۹۰ روز ذخیره شد. در سیلو پس از ۹۰ روز باز و برای تهیه جیره‌های آزمایشی استفاده شد. در این پژوهش از ۴۰۰ راس گاو هلشتاین شکم اول با میانگین روزهای شیردهی 40 ± 15 و میانگین تولید شیر $41 \pm 9/8$ کیلوگرم در روز در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. طول دوره آزمایش ۲۸ روز بود که ۲۱ روز برای عادت‌دهی به جیره‌های آزمایشی و ۷ روز برای ثبت داده‌ها و جمع‌آوری نمونه‌ها در نظر گرفته شد. گاوها بر اساس میانگین روزهای شیردهی و میانگین تولید شیر به دو گروه یکسان (۲۰۰ راس در هر گروه) تقسیم و به طور تصادفی به جیره‌های آزمایشی اختصاص داده شدند. گاوهای هر گروه در یک بهار بند جداگانه دارای آخور و آبخوری مجزا نگهداری شدند. از هر گروه ۲۰ راس گاو (شکم اول، روزهای شیردهی بین ۳۰ تا ۴۰، تولید شیر بین ۴۰ تا ۴۵ کیلوگرم در روز و سالم) انتخاب و برای ثبت داده‌ها و جمع‌آوری نمونه‌ها استفاده شد.

جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم افزار جیره نویسی CPM-Dairy برای گاوهای هلشتاین در اوایل دوره شیردهی متعادل شدند. جیره‌های آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی تفاله چغندر قند و ۲- جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب بودند. جیره‌ها به شکل کاملاً مخلوط شده (TMR) و ۳ نوبت در روز در حد اشتها در اختیار دام‌ها قرار گرفت به طوری که تا ۵ درصد خوراک به صورت پسماند در آخور باقی بماند. گاوها در هر دوره با یکی از جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ و ۲ آمده است. گاوها در طول آزمایش به صورت آزاد به آب آشامیدنی دسترسی داشتند.

برای تعیین ترکیب شیمیایی، نمونه همه اقلام خوراکی جیره از جمله تفاله چغندر قند و سیلاژ تفاله سیب جمع‌آوری و به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۳). از روشهای توصیه شده استاندارد (AOAC، ۲۰۰۲) برای اندازه‌گیری خاکستر، ماده آلی، چربی خام و پروتئین خام آن‌ها استفاده شد. برای اندازه‌گیری ماده خشک، مقدار مشخصی از نمونه‌ها در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و سپس با استفاده از تفاوت وزن نمونه‌ها قبل و پس از آون محتوی ماده خشک محاسبه شد. همه نمونه‌ها پس از خشک شدن به قطعات ۲ میلی‌متری آسیاب شدند. محتوی خاکستر (ash) اقلام خوراکی با قرار دادن یک گرم نمونه آسیاب شده در کوره الکتریکی (Shimfan, F-47, Iran) با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ ساعت اندازه‌گیری شد. سپس مقدار ماده آلی نمونه‌ها با کم کردن محتوی خاکستر از ماده خشک محاسبه شد. پروتئین خام (CP) و چربی خام (CF) نمونه‌ها به ترتیب با استفاده از کلدال (Kjeldal Vap50 Gerhardt, Germany) و سوکسله (Soxhlet Extractor Gerhardt, Germany) اندازه‌گیری شد. الیاف شوینده خنثی (NDF) نمونه‌ها براساس روش پیشنهادی (Van Soest و همکاران، ۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد. محتوی کربوهیدرات‌های غیرالیافی (NFC) بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (NRC، ۲۰۰۱):

$$NFC (\% \text{ of DM}) = 100 - (\%NDF + \%CF + \%ash + \% CP)$$

جدول ۱- مواد خوراکی تشکیل دهنده جیره‌های آزمایشی

Table 1- Feed ingredients of experimental diets

Experimental diet جیره آزمایشی	
تفاله چغندر قند	سیلاژ تفاله سیب
Beet pulp	Apple pomace silage

اقلام خوراکی (درصد از ماده خشک) (Ingredients (% of DM)

7.82	7.82	Alfalfa hay علوفه خشک یونجه
15.41	15.41	Corn silage سیلاژ ذرت
1.95	3.24	Wheat straw کاه گندم
25.67	25.16	Corn grain دانه ذرت
12.51	12.26	Barley grain دانه جو
9.55	9.36	Soybean meal کنجاله سویا
3.62	3.55	Roasted soybeans دانه سویای برشته
2.17	2.13	Canola meal کنجاله کلزا
2.3	2.26	Fat powder پودر چربی
5.92	5.81	Meat meal پودر گوشت
0.26	0.26	Urea اوره
0	8.99	Beet pulp تفاله چغندر قند
8.99	0	Apple pomace silage سیلاژ تفاله سیب
0.66	0.65	Calcium carbonate کربنات کلسیم
0.21	0.21	Dicalcium phosphate دی کلسیم فسفات
1.45	1.42	Sodium bicarbonate بیکربنات سدیم
0.53	0.52	Magnesium oxide اکسید منیزیم
0.36	0.35	Salt (sodium chloride) نمک (کلرید سدیم)
0.14	0.13	Mineral and vitamin supplement ¹ مکمل مواد معدنی و ویتامین
0.01	0.01	Monensin موننسن
0.47	0.46	Bentonite بنتونیت

¹ هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی و ویتامینی حاوی ۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۱۰۰ میلی گرم ویتامین E و کلسیم، فسفر، منیزیم، منگنز، آهن، مس، روی، کبالت، ید و سلنیم به ترتیب ۱۸۰۰۰۰، ۹۰۰۰۰، ۱۹۰۰۰، ۶۰۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۳۰۰۰، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۱ میلی گرم بود.

¹Each kg of minerals and vitamins supplement contained 500000 IU of Vit A, 100000 IU of Vit D₃, 100 mg of Vit E and 180000, 90000, 19000, 2000, 3000, 300, 3000, 100, 100 and 1 mg of calcium phosphorous, magnesium, manganese, iron, copper, zinc, cobalt, iodine and selenium, respectively.

جیره‌های آزمایشی ۳ نوبت در شبانه روز و به صورت کاملاً مخلوط شده در اختیار گاوها قرار گرفت. میانگین مصرف ماده خشک گاوهای هر جایگاه (جیره آزمایشی) در ۷ روز آخر آزمایش به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. برای این منظور مقدار خوراک ریخته شده در آخور و باقیمانده روز بعد توزین و ثبت شد. نمونه جیره‌های آزمایشی و باقیمانده آن‌ها ۲ بار در هفته جمع‌آوری و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ماده خشک نمونه‌ها پس از یخ‌گشایی و قرار دادن مقدار مشخصی از آن‌ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۴۸ ساعت انجام شد.

تولید شیر گاوها به طور روزانه در ۳ نوبت (ساعت ۸ صبح، ۱۶ عصر و ۲۴ شب) و در ۷ روز آخر آزمایش اندازه‌گیری و ثبت شد. مجموع شیر تولید شده در ۳ نوبت به عنوان تولید ۲۴ ساعت در نظر گرفته شد. نمونه شیر گاوها در هر نوبت شیردوشی جمع‌آوری (نگهداری در دمای ۳ تا ۵ درجه سانتی‌گراد) و پس از مخلوط کردن نمونه‌های هر گاو جهت تعیین ترکیبات شیر شامل چربی و پروتئین به آزمایشگاه ارسال شدند. ترکیبات شیر با دستگاه میلکواسکن (Milko-O-Scan 133B Foss Electric, Denmark) اندازه‌گیری شد. مقدار تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی و مقدار تولید شیر تصحیح شده بر اساس انرژی برای هر گاو محاسبه شد (Neiderfer و همکاران، ۲۰۲۰). تولید چربی و پروتئین بر اساس مقدار شیر تولیدی و درصد ترکیبات آن محاسبه می‌شود. بازده استفاده از خوراک برای تولید شیر با تقسیم مقدار شیر خام، شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی بر مقدار ماده خشک مصرف شده محاسبه شد. مقدار شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$4\% \text{ Fat corrected milk (kg)} = (0.4 \times \text{milk yield (kg/d)}) + (15 \times \text{fat yield (kg/d)})$$

$$\text{Energy corrected milk (kg)} = (0.327 \times \text{milk yield (kg/d)}) + (12.95 \times \text{fat yield (kg/d)}) + (7.2 \times \text{protein yield (kg/d)})$$

جدول ۲- ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 2- Chemical composition of experimental diets

جیره آزمایشی Experimental diet		ترکیب شیمیایی (درصد از ماده خشک)
سیلاژ تفاله سیب Apple pomace silage	تفاله چغندر قند Beet pulp	
16.24	16.42	Crude protein پروتئین خام
1.75	1.76	انرژی خالص شیردهی (NE _L , مگا کالری در کیلوگرم)
30.12	30.0	الیاف شوینده خنثی Neutral detergent fiber
38.49	38.93	کربوهیدرات‌های غیرالیافی Non – fibrous carbohydrate
6.49	6.20	چربی خام Crude fat

9.13	8.93	Ash خاکستر
5.94	5.97	Rumen degradable protein پروتئین قابل تجزیه در شکمبه
10.31	10.45	Rumen undegradable protein پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه
0.89	0.90	Calcium کلسیم
0.57	0.54	Phosphorous فسفر
0.43	0.42	Magnesium منیزیم
295	292	تبادل کاتیون - آنیون جیره (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک)
Dietary cation – anion balance (mEq/kg of DM)		

جدول ۳- ترکیب شیمیایی تفالہ چغندر قند و سیلاژ تفالہ سیب

Table 3- Chemical composition of beet pulp and apple pomace silage

جیره آزمایشی Experimental diet		
سیلاژ تفالہ سیب	تفالہ چغندر قند	ترکیب شیمیایی (درصد از ماده خشک)
Apple pomace silage	Beet pulp	Chemical composition (% of DM)
5.65	9.89	Crude protein پروتئین خام
56.45	45.7	Neutral detergent fiber الیاف شوینده خنثی
27.9	38.6	Non – fibrous carbohydrate کربوهیدرات‌های غیرالیافی
2.4	1.4	Crude fat چربی خام
5.6	7.6	Ash خاکستر
94.4	92.4	Organic matter ماده آلی

به منظور بررسی اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش، نمونه‌گیری مدفوع از طریق رکتوم (۱۰ راس گاو از هر تیمار) در روزهای ۲۲، ۲۳ و ۲۴ آزمایش حدود ۴ ساعت بعد از خوراک نوبت صبح جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک و با آسیاب دارای قطر منافذ ۱ میلی‌متر آسیاب شدند. از خاکستر نامحلول در اسید (AIA) به عنوان نشانگر داخلی جهت تعیین گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی (ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، الیاف شوینده خنثی و خاکستر) در کل دستگاه گوارش استفاده شد (Van Keulen and Young, ۱۹۹۷).

به منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در روز ۲۸ آزمایش و حدود ۳ ساعت پس از خوراک نوبت صبح، نمونه‌های خون از سیاهرگ دمی گاوها (۲۰ راس گاو از هر تیمار) توسط لوله‌های ۷ میلی‌لیتری تحت خلأ و حاوی ماده ضد انعقاد هپارین جمع‌آوری شد. نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه داخل پودر یخ قرار و سپس با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس پلاسماهای آن جدا و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. غلظت پروتئین کل، آلبومین، تری‌گلیسرید و نیترژن اوره‌ای پلاسماهای گاوها با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (BT1500, Biotechnica, Italy) و کیت‌های تجاری اندازه‌گیری شد. غلظت مواد معدنی پلاسما شامل کلسیم، فسفر و منیزیم با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر جذب اتمی (Analytik Jena AG-novAA 400p, Germany) اندازه‌گیری شد. غلظت اسیدهای چرب غیراستریفیه (NEFA) و بناهیدروکسی بوتیرات (BHB) پلاسما با استفاده از روش اسپکتروفوتومتری و کیت‌های مربوطه اندازه‌گیری شد.

داده‌های حاصل در قالب طرح کاملاً تصادفی و براساس رویه MIXED نرم افزار آماری SAS و با استفاده از مدل آماری زیر تجزیه واریانس شدند:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

در این مدل:

$$Y_{ij} = \text{متغیر وابسته}$$

$$\mu = \text{میانگین کل}$$

$$T_i = \text{اثر جیره آزمایشی}$$

$$e_{ij} = \text{اثر خطای آزمایشی}$$

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد و اثرات عوامل مذکور در مدل در سطح احتمال کمتر یا مساوی ۰/۰۵ معنی‌دار تلقی شدند و تمایل به معنی‌داری در سطح احتمال بیشتر از ۰/۰۵ و کمتر یا مساوی ۰/۱۰ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

مصرف ماده خشک

اثر جیره‌های آزمایشی بر مصرف ماده خشک گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی در جدول ۴ آمده است. در آزمایش Ghoreishi و همکاران (۲۰۰۷) افزودن ۳۰ درصد سیلاژ تفاله سیب به جیره گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی باعث افزایش مصرف ماده خشک شد. البته مصرف ماده خشک در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱۵ درصد سیلاژ تفاله سیب در مقایسه با گاوهای گروه شاهد کمتر بود (Ghoreishi و همکاران، ۲۰۰۷). در آزمایش Azizi و همکاران (۲۰۱۴) افزودن ۱۵ درصد سیلاژ تفاله سیب و بستر طیور در مقایسه با جیره شاهد باعث افزایش مصرف ماده خشک در گاوهای سیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی شد اما افزایش مقدار سیلاژ تفاله سیب و بستر طیور به ۳۰ و ۴۵ درصد ماده خشک جیره به طور خطی باعث کاهش مصرف ماده خشک شد. در آزمایش Gadulrab و همکاران (۲۰۲۳) افزودن تفاله خشک سیب به جیره گاوهای شیرده باعث افزایش مصرف ماده خشک در آن‌ها شد. مقدار ماده خشک مصرف شده مهم‌ترین عامل موثر بر تولید شیر در گاوهای شیرده می‌باشد. عوامل متعددی از قبیل عوامل مربوط به حیوان (وزن بدن، مقدار تولید شیر، مرحله شیردهی و سن)، عوامل مربوط به جیره (نوع علوفه و اندازه قطعات خوراک، نوع و مقدار نشاسته، روش فرآوری منابع نشاسته،

مقدار و نوع مکمل چربی در جیره، مقدار و میزان تجزیه پذیری منابع پروتئینی در شکمبه، نوع و مقدار NDF و افزودنی های خوراکی از قبیل ترکیبات بافری و مخمرها، عوامل محیطی (دما، رطوبت و جریان هوا) و عوامل مدیریتی (تعداد نوبت های خوراکدهی، قابلیت دسترسی آب، فضای آخور و آسایش و رفاه گاو) مصرف ماده خشک در گاوهای شیرده را تحت تاثیر قرار می دهند. از جمله مهم ترین عوامل تغذیه ای موثر بر مصرف ماده خشک در گاوهای شیرده می باشند (NRC، ۲۰۲۱). همان گونه که در جدول ۱ و ۲ مشاهده می شود ترکیب مواد خوراکی تشکیل دهنده جیره های آزمایشی و ترکیب شیمیایی آن ها تقریباً یکسان می باشد که می تواند تا حدودی عدم تفاوت در مصرف ماده خشک گاوها در آزمایش حاضر را توجیه کند. در آزمایش های Ghoreishi و همکاران (۲۰۰۷)، Azizi و همکاران (۲۰۱۴) و Gadulrab و همکاران (۲۰۲۳) سیلاژ تفالیه سیب و تفالیه خشک سیب جایگزین قسمتی از علوفه و کنسانتره جیره شد. در حالی که در آزمایش حاضر، سیلاژ تفالیه سیب جایگزین تفالیه چغندر قند در جیره شد که می تواند تا حدودی عاملی برای تفاوت در نتایج کسب شده در این آزمایش ها باشد. تفالیه چغندر قند و تفالیه سیب حاوی مقدار بالایی از NDF غیر علوفه ای هستند و در مقایسه با NDF علوفه ای دارای اندازه قطعات کوچک تر و قابلیت هضم بیشتری می باشند. بنابراین سریع تر از شکمبه عبور کرده و باعث افزایش مصرف ماده خشک می شوند (NRC، ۲۰۲۱). بنابراین، در آزمایش حاضر چون یک منبع NDF غیر علوفه ای با یک منبع NDF غیر علوفه ای دیگر جایگزین شده است احتمالاً تفاوتی در اندازه قطعات و سرعت عبور مواد هضمی از شکمبه بین جیره های آزمایشی وجود نداشته است و از این رو مصرف ماده خشک ۲ گروه گاوها نیز تحت تاثیر قرار نگرفته است. علاوه بر این، Bertics و همکاران (۱۹۹۲) اثر منفی غلظت بالای بتا-هیدروکسی بوتیرات پلاسما بر مصرف ماده خشک در گاوهای شیرده را گزارش کردند. در آزمایش حاضر، نتایج جدول ۵ نشان دهنده عدم تاثیر جیره های آزمایشی بر غلظت این ترکیب می باشد که تا حدودی می تواند عدم تفاوت در مصرف ماده خشک گاوهای ۲ گروه را توجیه نماید. زیرا بر اساس تئوری اکسیداسیون کبدی (Allen و همکاران، ۲۰۰۹) اکسیداسیون اسیدهای چرب در کبد و تولید اجسام کتون باعث کاهش مصرف ماده خشک در گاوهای شیری می شود. اما همان طور که در جدول ۶ آمده است جایگزینی تفالیه چغندر قند با سیلاژ تفالیه سیب در جیره بر قابلیت هضم ظاهری الیاف شوینده خشتی در کل دستگاه گوارش گاوها اثری نداشت که می تواند دلیلی برای عدم تاثیر جیره های آزمایشی بر مصرف ماده خشک در آزمایش حاضر باشد. زیرا، مصرف ماده خشک در گاوهای شیرده و مخصوصاً در اوایل دوره شیردهی تحت تاثیر محدودیت فیزیکی شکمبه قرار دارد. هضم الیاف شوینده خشتی و عبور قطعات درشت از شکمبه بر مصرف ماده خشک تاثیر زیادی دارد (NRC، ۲۰۲۱). Weld و Armentano (۲۰۱۷) یک رابطه مثبت را بین قابلیت هضم الیاف شوینده خشتی در کل دستگاه گوارش و مصرف ماده خشک در گاوهای شیرده را گزارش کردند.

تولید شیر

اثر جیره های آزمایشی بر تولید شیر گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی در جدول ۴ آمده است. تولید شیر خام، شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی در گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی تحت تاثیر جایگزینی تفالیه چغندر قند با سیلاژ تفالیه سیب در جیره قرار نگرفت ($P>0.05$). در آزمایش Ghoreishi و همکاران (۲۰۰۷) تفاوتی در تولید شیر خام گاوهای شیرده هلشتاین تغذیه شده با جیره حاوی ۱۵ یا ۳۰ درصد سیلاژ تفالیه سیب در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره شاهد (بدون سیلاژ تفالیه سیب) در اوایل دوره شیردهی مشاهده نشد اما افزودن سیلاژ تفالیه سیب به جیره باعث کاهش تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و تولید شیر تصحیح شده برای انرژی شد (Ghoreishi و

همکاران، ۲۰۰۷). در آزمایش Azizi و همکاران (۲۰۱۴) افزودن ۱۵، ۳۰ یا ۴۵ درصد سیلاژ تفاله سیب و بستر طیور در مقایسه با جیره شاهد باعث افزایش تولید شیر خام و تولید شیر تصحیح شده برای انرژی شد. بیشترین مقدار تولید شیر تصحیح شده برای ۳/۵ درصد چربی در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱۵ درصد سیلاژ تفاله سیب و بستر طیور دیده شد. در آزمایش Gadulrab و همکاران (۲۰۲۳) جایگزینی بخشی از علوفه و کنسانتره جیره با تفاله خشک سیب باعث افزایش تولید شیر خام در گاوهای شیرده هلشتاین شد.

جدول ۴- اثر جایگزینی تفاله چغندر قند با سیلاژ تفاله سیب بر تولید و ترکیب شیر و بازده استفاده از خوراک در گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی

Table 4- Effect of replacing beet pulp with apple pomace silage on milk production and composition, and feed utilization efficiency of Holstein dairy cows in early lactation.

جیره آزمایشی Experimental diet				
P-Value	SEM			صفت Parameters
		سیلاژ تفاله چغندر قند Apple pomace silage	تفاله چغندر قند Beet pulp	
0.7342	0.583	23.51	23.81	مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز) Dry matter intake (kg/day)
				تولید شیر (کیلوگرم در روز) Milk production (kg/day)
0.5691	0.946	47.17	46.41	شیر خام Raw milk
0.3183	1.069	43.42	41.90	شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی 4% Fat corrected milk
0.3286	1.018	43.86	42.44	شیر تصحیح شده برای انرژی Energy corrected milk
				چربی شیر Milk fat
0.4245	0.107	3.48	3.36	درصد %
0.3130	0.056	1.64	1.56	کیلوگرم در روز Kg/d
				پروتئین شیر Milk protein
0.5078	0.065	3.11	3.05	درصد %
0.4091	0.041	1.46	1.41	کیلوگرم در روز Kg/d

بازده استفاده از خوراک Feed efficiency

0.3132	0.039	2.0	1.95	برای تولید شیر خام
For raw milk production				
0.1771	0.045	1.85	1.76	برای تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی
For production of 4% fat corrected milk				
0.1768	0.043	1.86	1.78	برای تولید شیر تصحیح شده برای انرژی
For production of energy corrected milk				

تولید شیر در گاوهای شیرده به عوامل متعددی از قبیل ژنتیک، مقدار مصرف ماده خشک، فصل سال، شرایط آب و هوایی، مرحله شیردهی، غلظت مواد مغذی جیره، تعداد نوبت‌های شیردوشی، بیماری، قابلیت هضم مواد مغذی در دستگاه گوارش، وضعیت فیزیولوژیکی حیوان، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه و رفاه و آسایش گاو بستگی دارد (Kupczynski و Bednarski, ۲۰۲۴). مقدار ماده خشک مصرفی و غلظت مواد مغذی آن از مهم‌ترین عوامل موثر بر تولید شیر در گاوهای شیرده می‌باشد. همان گونه که در جدول ۳ آمده است مصرف ماده خشک گاوهای ۲ گروه تحت تاثیر جایگزینی تغالیه چغندر قند جیره با سیلاژ تغالیه سیب قرار نگرفت. رابطه نزدیکی بین تولید شیر و مصرف ماده خشک گزارش شده است (Moallem, ۲۰۱۸). همچنین ترکیب مواد خوراکی تشکیل دهنده و غلظت مواد مغذی جیره‌های آزمایشی نیز تقریباً یکسان بود جدول ۱ و ۲ که می‌تواند عدم تاثیر جیره‌های آزمایشی بر تولید شیر خام در این گاوها را توجیه کند. از طرفی، همه گاوهای ۲ گروه در آزمایش حاضر روزهای شیردهی نزدیک به هم داشتند و در شرایط مدیریتی یکسانی نیز پرورش داده شدند. تناقض در نتایج تحقیقات انجام شده در ارتباط با تاثیر جیره‌های حاوی تغالیه سیب بر تولید شیر ممکن است به شکل استفاده از تغالیه (سیلو شده یا خشک)، مقدار مصرف آن و نوع ماده خوراکی جایگزین شده در جیره ارتباط داشته باشد. از طرفی، همان گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود هیچ تفاوتی در قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و الیاف شوینده خنثی در کل دستگاه گوارش بین گاوهای ۲ گروه مشاهده نشد که می‌تواند عامل دیگر برای عدم تاثیر جیره‌های آزمایشی بر تولید شیر در گاوهای آزمایش حاضر باشد. در آزمایش حاضر تفاوتی در تولید شیر خام و درصد چربی شیر گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی مشاهده نشد. با توجه به این که مقدار شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی از مقدار تولید شیر خام و ترکیبات آن (درصد چربی) محاسبه می‌شوند عدم تاثیر جیره‌های آزمایشی بر مقدار شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی قابل توجیه می‌باشد.

ترکیب شیر

اثر جیره‌های آزمایشی بر ترکیب شیر گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی در جدول ۴ آمده است. درصد و تولید چربی و پروتئین شیر گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی تحت تاثیر جایگزینی تغالیه چغندر قند با سیلاژ تغالیه سیب در جیره قرار نگرفت ($P > 0.05$). افزودن ۱۵ یا ۳۰ درصد سیلاژ تغالیه سیب به جیره گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی بر درصد چربی، پروتئین و کل مواد جامد شیر تاثیری نداشت (Ghoreishi و همکاران, ۲۰۰۷). در آزمایش Azizi و همکاران (۲۰۱۴) تغذیه جیره حاوی ۱۵ درصد سیلاژ تغالیه سیب و بستر طیور در مقایسه با جیره حاوی ۳۰ یا ۴۵ درصد سیلاژ تغالیه سیب

و بستر طیور باعث افزایش درصد چربی شیر در گاوهای سیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی شد اما تفاوتی در درصد چربی شیر گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱۵ درصد سیلاژ تفاله سیب و بستر طیور و گاوهای تغذیه شده با جیره شاهد مشاهده نشد. بیشترین تولید چربی شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۱۵ درصد سیلاژ تفاله سیب و بستر طیور دیده شد. همچنین، در آزمایش آن‌ها بیشترین درصد و تولید پروتئین شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۴۵ درصد سیلاژ تفاله سیب و بستر طیور مشاهده شد. عوامل متعددی از قبیل درصد پروتئین خام و سهم پروتئین قابل تجزیه و غیرقابل تجزیه در شکمبه در آن، مقدار و نوع مکمل چربی، مقدار و نوع NDF، افزودنی‌های خوراکی از قبیل بافرهای جیره، شرایط تخمیر شکمبه (pH)، مقدار تولید شیر، مرحله شیردهی و روش دوشش بر درصد چربی شیر در گاوهای شیرده اثر دارند (NRC, ۲۰۲۱). خیلی از عوامل موثر بر درصد چربی شیر در گاوهای شیرده از طریق تغییر در متابولیسم مواد مغذی طی فرآیندهای تخمیری شکمبه مخصوصا تغییر در تولید و نسبت اسیدهای چرب فرار استات و بوتیرات و تغییر در مسیرهای بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع عمل می‌کنند (Harvatine, ۲۰۱۷). بخش عمده چربی شیر از تری‌گلیسرید تشکیل شده است. اسیدهای چرب شیر یا در بافت پستان و از پیش‌سازهای ساده (عمدتا استات و تا حدودی بوتیرات) ساخته می‌شوند یا از اسیدهای چرب خون منشاء می‌گیرند. استات در اثر تخمیر مواد مغذی و مخصوصا کربوهیدرات‌های ساختمانی (سلولز و همی‌سلولز) در شکمبه تولید می‌شود و پس از جذب از دیواره شکمبه و انتقال به بافت پستان برای سنتز اسیدهای چرب کوتاه و متوسط زنجیر استفاده می‌شود. اسیدهای چرب خون نیز از اسیدهای چرب آزاد شده از بافت چربی و اسیدهای چرب خوراک منشاء می‌گیرند (Harvatine و همکاران، ۲۰۰۹). اگرچه در آزمایش حاضر تاثیر جیره‌های آزمایشی بر فرآیندهای تخمیر شکمبه از قبیل pH و الگوی اسیدهای چرب فرار بررسی نشد اما با توجه به ترکیب مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی تقریبا یکسان جیره‌های آزمایشی (جدول ۱ و ۲) و جایگزینی تفاله چغندر قند با سیلاژ تفاله سیب (که ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکی تقریبا مشابهی دارند) احتمالا تفاوتی در فرآیندهای تخمیر شکمبه گاوهای ۲ گروه ایجاد نکرده است که می‌تواند عاملی برای عدم تفاوت در درصد چربی شیر باشد. اسید استیک تولید شده در شکمبه پیش‌ساز اصلی سنتز اسیدهای چرب در بافت پستان گاوهای شیرده می‌باشد (Harvatine, ۲۰۱۷). این موضوع تا حدودی با توجه به عدم تفاوت در قابلیت هضم الیاف شوینده خنثی در کل دستگاه گوارش گاوها در آزمایش حاضر جدول ۶ نیز قابل توجیه است. همچنین، تری‌گلیسریدهای پلاسما در تامین بخشی از اسیدهای چرب برای سنتز چربی شیر نقش دارند (Yu و همکاران، ۲۰۲۴). در جدول ۵ مشاهده می‌شود که غلظت تری‌گلیسریدهای پلاسما گاوها تحت تاثیر نوع جیره آزمایشی قرار نگرفت که می‌تواند تا حدودی عدم تاثیر جیره‌های آزمایشی بر درصد چربی را توجیه کند. در آزمایش حاضر الگوی اسیدهای چرب محتویات شکمبه گاوها بررسی نشد اما نتایج آزمایش Gadulrab و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که افزودن تفاله خشک سیب به جیره بر غلظت ایزومر ترانس-۱۰، سیس-۱۲ اسید لینولئیک کونژوگه در محتویات هضمی شکمبه گاوهای شیرده تاثیری نداشت. که می‌تواند عاملی برای عدم تاثیر جیره‌های آزمایشی بر درصد چربی شیر گاوها باشد. افزایش تولید این ایزومر اسید لینولئیک کونژوگه در اثر بیوهیدروژناسیون ناقص اسیدهای چرب غیراشباع توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه با کاهش سنتز چربی شیر در بافت پستان گاوهای شیرده همراه است (Moallem, ۲۰۱۸). اسیدهای چرب ترانس با کاهش بیان ژن‌های دخیل در بیوسنتز اسیدهای چرب در بافت پستان باعث کاهش درصد چربی شیر در گاوهای شیرده می‌شوند (Harvatine و همکاران، ۲۰۰۹). عدم تفاوت در تولید چربی شیر گاوهای ۲ گروه در آزمایش حاضر را می‌توان به یکسان بودن مقدار تولید شیر خام و درصد چربی شیر در آن‌ها ارتباط داد. پروتئین‌های شیر عمدتا شامل فسفوکازئین و پروتئین‌های آب پنیر (آلفالاکتالبومین و بتالاکتوگلوبولین) می‌باشند. بخش بیشتر پروتئین‌های شیر در سلول‌های بافت پستان و از اسیدهای آمینه گردش خون ساخته

می‌شوند (Zhou و همکاران، ۲۰۲۱). اسیدهای آمینه پلاسمای گاوهای شیرده از پروتئین میکروبی سنتز شده در شکمبه و پروتئین‌های غیرقابل تجزیه در شکمبه که در شیردان و روده کوچک هضم می‌شوند منشاء می‌گیرند. پروتئین میکروبی سنتز شده در شکمبه نقش بیشتری در تامین اسیدهای آمینه جذب شده از روده کوچک گاوهای شیرده دارد (NRC، ۲۰۲۱). عوامل متعددی از قبیل مقدار پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP)، منبع انرژی قابل تخمیر در شکمبه، pH محتویات شکمبه، سرعت عبور مواد هضمی از شکمبه و همزمانی سرعت تخمیر منبع انرژی و پروتئین در شکمبه بر سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه گاوهای شیرده تاثیر دارند (Bach و همکاران، ۲۰۰۵). در آزمایش حاضر، اگرچه تاثیر جیره‌های آزمایشی بر سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه بررسی نشد همان گونه که در جدول ۱ و ۲ آمده است ترکیب مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی تقریباً یکسان می‌باشد که احتمالاً تاثیری بر سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه گاوها نداشته است. علاوه بر این، عدم تاثیر جیره‌های آزمایشی بر درصد پروتئین شیر در آزمایش حاضر را می‌توان تا حدودی به یکسان بودن قابلیت هضم پروتئین خام در کل دستگاه گوارش گاوها نیز ارتباط داد (جدول ۶).

بازده استفاده از خوراک

اثر جیره‌های آزمایشی بر بازده استفاده از خوراک برای تولید شیر در جدول ۴ آمده است. بازده استفاده از خوراک برای تولید شیر خام، شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی در گاوهای شیرده اوایل دوره شیردهی تحت تاثیر جایگزینی تغاله چغندر قند با سیلاژ تغاله سیب در جیره قرار نگرift ($P>0.05$). افزودن ۱۵ درصد سیلاژ تغاله سیب به جیره گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی در مقایسه با ۳۰ درصد آن یا عدم استفاده از آن باعث افزایش بازده استفاده از خوراک برای تولید شیر شد (Ghoreishi و همکاران، ۲۰۰۷). در آزمایش Azizi و همکاران (۲۰۱۴) افزودن ۳۰ یا ۴۵ درصد سیلاژ تغاله سیب و بستر طیور در مقایسه با افزودن ۱۵ درصد آن به جیره و جیره شاهد باعث افزایش بازده استفاده از خوراک برای تولید شیر تصحیح شده برای انرژی شد. بازده استفاده از خوراک برای تولید شیر در گاوهای شیرده به عواملی از جمله مقدار مصرف ماده خشک، تولید شیر، درصد ترکیبات شیر، مرحله شیردهی، مقدار و نوع اسیدهای چرب فرار تولید شده در شکمبه، قابلیت هضم مواد مغذی در دستگاه گوارش و وضعیت فیزیولوژیکی گاو بستگی دارد (NRC، ۲۰۲۱). گاوهای شیرده در اوایل دوره شیردهی به علت تعادل انرژی منفی چربی‌های ذخیره شده را برای تامین انرژی مورد نیاز برای تولید شیر را آزاد می‌کنند و بنابراین بازده استفاده از خوراک برای تولید شیر در آن‌ها در مقایسه با گاوهای اواسط و اواخر دوره شیردهی بیشتر است (NRC، ۲۰۲۱). در آزمایش حاضر، همان گونه که در جدول ۴ نشان داده شده است مصرف ماده خشک و تولید شیر خام و شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و انرژی در گاوها تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرift. همچنین نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که قابلیت هضم مواد مغذی (ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و الیف شوینده خنثی) در کل دستگاه گوارش گاوهای ۲ گروه تفاوتی با هم ندارد که می‌تواند عدم تاثیر جیره‌های آزمایشی بر بازده استفاده از خوراک را تا حدودی توجیه کند. از طرفی، همه گاوهای استفاده شده در آزمایش روزهای شیردهی نزدیک به هم داشتند.

فراسنجه‌های پلاسم

اثر جایگزینی تفاله چغندر قند با سیلاژ تفاله سیب در جیره بر غلظت فراسنجه‌های پلاسمای گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی در جدول ۵ آمده است. غلظت پروتئین کل، آلبومین، تری‌گلیسرید، بتا‌هیدروکسی بوتیرات (BHB) و فسفر پلاسمای گاوها تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$). غلظت نیتروژن اوره‌ای و اسیدهای چرب غیراستریفیه (NEFA) پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی تفاله چغندر قند بیشتر بود ($P < 0.05$). در حالی که، غلظت کل‌سیم و منیزیم پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی تفاله چغندر قند کمتر بود ($P < 0.05$). در آزمایش Azizi و همکاران (۲۰۱۴) افزودن سطوح مختلف (۰، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد ماده خشک) سیلاژ تفاله سیب همراه با بستر طیور در جیره گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی بر غلظت پروتئین کل پلاسما تاثیری نداشت اما غلظت نیتروژن اوره‌ای با افزایش سطح تفاله سیب در جیره به طور خطی افزایش یافت. در آزمایش Abdollahzadeh و همکاران (۲۰۱۰) افزودن سطوح مختلف (۰، ۱۵ و ۳۰ درصد ماده خشک) سیلاژ مخلوط تفاله گوجه و تفاله سیب به جیره گاوهای شیرده هلشتاین در اواسط دوره شیردهی بر غلظت نیتروژن اوره‌ای، آلبومین، کل‌سیم و فسفر پلاسما تاثیری نداشت اما غلظت تری‌گلیسرید، بتا‌هیدروکسی بوتیرات و پروتئین کل پلاسما با افزایش سطح سیلاژ مخلوط تفاله گوجه و تفاله سیب در جیره افزایش یافت. پروتئین‌های خون عمدتاً شامل آلبومین و گلوبولین بوده و نقش‌های متابولیکی مهمی در متابولیسم گاوهای شیرده دارند. بخش عمده پروتئین‌های پلاسما به وسیله سلول‌های کبدی و از اسیدهای آمینه جذب شده از دستگاه گوارش و تا حدودی به وسیله سیستم ایمنی ساخته می‌شوند. آلبومین فراوان‌ترین پروتئین پلاسما (۳۵ تا ۵۰ درصد کل پروتئین‌ها) را تشکیل می‌دهد و بیشتر در حفظ فشار اسمزی پلاسما و انتقال مواد نقش دارد. گلوبولین دسته‌ای از پروتئین‌های پلاسما با نقش‌های مختلف است و به ۳ گروه اصلی شامل آلفا، بتا و گاما گلوبولین تقسیم می‌شود. شرایط التهابی و پاتوبیولوژیکی باعث تغییر در غلظت پروتئین‌های خون می‌شود (Eckersall, ۲۰۰۸). آلبومین جزء پروتئین‌های فاز حاد منفی است و پاسخ‌های التهابی باعث کاهش سنتز آن در کبد و کاهش غلظت آن در پلاسما می‌شود (Bertoni و همکاران، ۲۰۰۸). گلوبولین جزء پروتئین‌های فاز حاد مثبت از قبیل هاپتوگلوبین، سروپلاسمین و آمیلوئید A سرم می‌باشد و غلظت آن‌ها در پلاسما در زمان واکنش‌های التهابی کاهش پیدا می‌کند (Ceciliani و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین، غلظت آلبومین و گلوبولین و نسبت آن‌ها نشان‌دهنده وضعیت التهاب در بدن، کارکرد سیستم ایمنی و وضعیت سلامت کبد و کلیه می‌باشد (Eckersall, ۲۰۰۸). عوامل متعددی از قبیل تغذیه (پروتئین، انرژی و شرایط تخمیر شکمبه)، فیزیولوژی (مرحله شیردهی، شکم زایش و مقدار تولید شیر)، وضعیت سلامت (بیماری و استرس متابولیکی) و سایر عوامل (ژنتیک، فصل سال و محیط) بر غلظت پروتئین‌های پلاسمای گاوهای شیری تاثیر دارند (Cozzi و همکاران، ۲۰۱۱). تری‌گلیسریدهای پلاسما عمدتاً از روده کوچک و کبد منشاء می‌گیرند. روده تری‌گلیسریدهای جذب شده از دستگاه گوارش را به شکل شیلومیکرون بسته‌بندی و به گردش خون آزاد می‌کند. کبد نیز اسیدهای چرب برداشت شده از گردش خون را به تری‌گلیسرید تبدیل کرده و آن‌ها را به شکل لیپوپروتئین‌های با چگالی خیلی پایین به گردش خون وارد می‌کند (McDonald و همکاران، ۲۰۲۲). عوامل زیادی از جمله نوع جیره و تغذیه (تعادل انرژی، محتوی چربی جیره)، وضعیت فیزیولوژیکی (مرحله شیردهی، سن و نژاد، نمره وضعیت بدنی و تغییرات هورمونی) و وضعیت سلامت (ناهنجاری‌های متابولیکی، عفونت و التهاب) بر غلظت تری‌گلیسریدهای پلاسمای گاوهای شیرده تاثیر دارند (Bruss, ۲۰۰۸). عدم تاثیر جیره‌های آزمایشی بر غلظت آلبومین، پروتئین کل و تری‌گلیسریدهای پلاسمای گاوها در آزمایش حاضر را تا حدودی می‌توان به ترکیب یکسان جیره‌های آزمایشی (جدول ۱ و ۲) و قابلیت هضم مشابه پروتئین

خام و چربی خام (جدول ۶) و کارکرد احتمالی یکسان روده، کبد و سیستم ایمنی در این گاوها ارتباط داد. از طرفی این نتایج نشان دهنده عدم تاثیر منفی جایگزینی تفالۀ چغندر قند با سیلاژ تفالۀ سیب در جیره بر سلامت گاوهای شیرده می باشد.

جدول ۵- اثر جایگزینی تفالۀ چغندر قند با سیلاژ تفالۀ سیب بر غلظت فراسنجه های پلاسمای گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی

Table 5- Effect of replacing beet pulp with apple pomace silage on plasma parameter concentrations of Holstein dairy cows in early lactation

P-Value	SEM	جیره آزمایشی Experimental diet		
		سیلاژ تفالۀ سیب	تفالۀ چغندر قند	صفت
		Apple pomace silage	Beet pulp	Parameters
0.3293	0.154	7.91	7.65	پروتئین کل (گرم در دسی لیتر) Total protein (g/dl)
0.8965	0.054	4.13	4.41	آلبومین (گرم در دسی لیتر) Albumin (g/dl)
0.0014	0.573	22.18 ^a	19.39 ^b	نیتروژن اورهای (میلی گرم در دسی لیتر) Urea nitrogen (mg/dL)
0.8663	1.252	35.25	34.95	تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر) Triglycerides (mg/dL)
0.0040	0.018	0.43 ^a	0.35 ^b	اسیدهای چرب غیراستریفیه (میلی مول در لیتر) Nonesterified fatty acids (mmol/liter)
0.1987	0.024	0.57	0.61	بتا هیدروکسی بوتیرات (میلی مول در لیتر) Beta-hydroxybutyrate (mmol/L)
0.0001	0.163	8.78 ^b	9.81 ^a	کلسیم (میلی گرم در دسی لیتر) Calcium (mg/dL)
0.1242	0.117	5.29	5.04	فسفر (میلی گرم در دسی لیتر) Phosphorus (mg/dL)
0.0066	0.084	3.13 ^b	3.47 ^a	منیزیم (میلی گرم در دسی لیتر) Magnesium (mg/dL)

میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک در سطح ۰/۰۵ دارای اختلاف معنی دار می باشند.

Values in each row differ if they do not share a common letter (p < 0.05).

نیتروژن اورهای پلاسما به وسیله سلول های کبدی و از آمونیاک جذب شده از دیواره شکمبه و دامیناسیون اسیدهای آمینه در بافت های بدن ساخته می شود (NRC، ۲۰۲۱). آمونیاک مایع شکمبه عمدتاً از تجزیه پروتئین های خوراک به وسیله باکتری های تجزیه کننده پروتئین و پروتوزوئرها شکمبه تولید می شود (Bach و همکاران، ۲۰۰۵). غلظت آمونیاک در مایع شکمبه به غلظت پروتئین خام جیره و ویژگی شیمیایی پروتئین های مواد خوراکی جیره ارتباط دارد (NRC، ۲۰۲۱). بالاتر بودن غلظت نیتروژن اورهای پلاسما در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفالۀ سیب در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی تفالۀ چغندر قند در آزمایش حاضر را تا حدودی می توان به بالاتر بودن بخش سریع تجزیه پروتئین خام (بخش A) و پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP) در تفالۀ سیب در مقایسه با تفالۀ چغندر قند ارتباط داد (NRC، ۲۰۲۱). از طرفی، در آزمایش حاضر از تفالۀ سیب سیلو شده در جیره استفاده شد. فرآیند سیلو کردن باعث افزایش تجزیه پروتئین های حقیقی و تبدیل آن ها به ترکیبات نیتروژن دار غیرپروتئینی (NPN) می شود که تجزیه پذیری آن ها را در شکمبه افزایش می دهد (McDonald و همکاران، ۲۰۲۲).

افزایش غلظت گلوکز و کاهش غلظت بتا-هیدروکسی بوتیرات و NEFA در پلاسمای گاوهای شیرده در اوایل دوره شیردهی نشان‌دهنده بهبود وضعیت و تعادل انرژی می‌باشد (NRC، ۲۰۲۱). تعادل انرژی در گاوهای شیرده عمدتاً به مقدار مصرف ماده خشک و تولید و ترکیب (مخصوصاً چربی) شیر در آن‌ها بستگی دارد (NRC، ۲۰۲۱). در آزمایش حاضر، علیرغم یکسان بودن سطح انرژی جیره‌های آزمایشی (جدول ۲) و مصرف ماده خشک و تولید و ترکیب شیر (جدول ۴)، افزایش غلظت NEFA پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی تفاله چغندر قند نامشخص است. عدم تفاوت در غلظت بتا-هیدروکسی بوتیرات پلاسمای گاوها در آزمایش حاضر با بالاتر بودن غلظت اسیدهای چرب غیراستریفیه در پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب همخوانی نداشت. اسیدهای چرب غیر استریفیه پلاسمای عمدتاً به وسیله کبد برداشت می‌شوند و پس از ورود به کبد سرنوشت‌های مختلفی از جمله اکسیداسیون کامل به آب و دی‌اکسید کربن، اکسیداسیون ناقص و تبدیل به اجسام کتونی و تبدیل به ترگلیسرید را دارند. اگر استیل کوآنزیم A حاصل از اکسیداسیون اسیدهای چرب قادر به ورود به چرخه اسید سیتریک نباشد برای تولید اجسام کتونی مصرف می‌شود. ورود استیل کوآنزیم A به چرخه اسید سیتریک به وجود غلظت کافی اگزال استات نیاز دارد که خود از گلوکز ساخته می‌شود (Rico و Barrientos-Blanco، ۲۰۲۴). اگرچه در آزمایش حاضر اثر جیره‌های آزمایشی بر غلظت گلوکز پلاسمای گاوها بررسی نشد اما افزودن تفاله خشک سیب (Gadulrab و همکاران، ۲۰۲۳) و سیلاژ مخلوط تفاله سیب و تفاله گوجه فرنگی (Abdollahzadeh و همکاران، ۲۰۱۰) به جیره گاوهای شیرده با افزایش غلظت پروپیونات در مایع شکمبه و افزایش غلظت گلوکز پلاسمای آن‌ها همراه بود. بنابراین اسیدهای چرب غیراستریفیه وارد شده به کبد گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب ممکن است به جای تبدیل به اجسام کتونی، بیشتر مورد متابولیسم کامل قرار گرفته باشند. Li و همکاران، (۲۰۱۶) رابطه مثبت بین افزایش غلظت اجسام کتونی و افزایش استرس اکسیداتیو در گاوهای شیرده را گزارش کرد. تفاله سیب حاوی ترکیبات پلی‌فنل است که می‌تواند با تقویت ظرفیت آنتی‌اکسدانی بدن به کاهش التهاب و تنش اکسیداتیو در بافت‌های بدن کمک کند (Jalal و همکاران، ۲۰۲۳). این ترکیبات ممکن است با افزایش وضعیت کارکرد کبد به کاهش تولید بتا-هیدروکسی بوتیرات پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب در آزمایش حاضر کمک کرده باشد. Ma و همکاران، (۲۰۲۱) افزایش غلظت گلوکز و وضعیت آنتی‌اکسدانی و کاهش غلظت بتا-هیدروکسی بوتیرات و پاسخ‌های التهابی در گاوهای دریافت‌کننده ترکیبات فنلی در دوره انتقال را گزارش کردند. کلسیم، منیزیم و فسفر تاثیر زیادی بر فرآیندهای متابولیکی در بدن گاوهای شیرده دارند و تولید شیر، تولید مثل و سلامت آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. برای مثال کلسیم، فسفر و منیزیم برای انجام واکنش‌های بیوشیمیایی دخیل در متابولیسم انرژی ضروری می‌باشند که در نهایت تولید شیر و عملکرد تولیدمثلی در گاوهای شیری را تحت تاثیر قرار می‌دهند (NRC، ۲۰۲۱). سن، مرحله شیردهی و غلظت مواد معدنی جیره از مهم‌ترین عوامل موثر بر سطح کلسیم، فسفر و منیزیم در پلاسمای گاوهای شیرده می‌باشند (NRC، ۲۰۲۱). ترکیبات فنولی در دستگاه گوارش با اتصال به مواد معدنی قلیایی باعث کاهش جذب آن‌ها می‌شوند (Cianciosi و همکاران، ۲۰۲۲). این موضوع می‌تواند عاملی برای کاهش غلظت کلسیم و منیزیم در پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب در مقایسه با تفاله چغندر قند باشد. همچنین، کاهش قابلیت هضم خاکستر در کل دستگاه گوارش گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفاله سیب (جدول ۶) نیز می‌تواند عاملی برای کاهش غلظت کلسیم و منیزیم در پلاسمای این گاوها باشد.

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش گاوهای شیرده در اوایل دوره شیردهی در جدول ۶ آمده است. قابلیت هضم ظاهری ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و الیاف شوینده خنثی در کل دستگاه گوارش تحت تاثیر جایگزینی تفال چغندر قند با سیلاژ تفال سیب قرار قرار نگرفت ($P > 0.05$). در صورتی که افزودن سیلاژ تفال سیب به جیره باعث کاهش قابلیت هضم ظاهری خاکستر در کل دستگاه گوارش گاوها شد ($P < 0.05$). در آزمایش Gadulrab و همکاران، (۲۰۲۳) افزودن تفال خشک سیب به جیره گاوهای شیرده باعث افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و الیاف شوینده خنثی در کل دستگاه گوارش شد. تغذیه جیره‌های حاوی سطوح مختلف سیلاژ مخلوط تفال سیب و تفال گوجه در آزمایش Abdollahzadeh و همکاران (۲۰۱۰) باعث افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ماده آلی در کل دستگاه گوارش گاوهای شیرده هلستاین شد اما بر قابلیت هضم پروتئین خام و الیاف شوینده خنثی تاثیری نداشت. یکی از دلایل تفاوت در نتایج آزمایش حاضر و آزمایش‌های بیان شده را می‌توان به مقدار مصرف تفال سیب و نوع مواد خوراکی جایگزین شده

در

جدول ۶- اثر جایگزینی تفال چغندر قند با سیلاژ تفال سیب بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در کل دستگاه گوارش گاوهای شیرده

جیره

هلستاین در اوایل دوره شیردهی

ارتب

Table 6 - Effect of replacing beet pulp with apple pomace silage on whole tract digestibility of nutrients of Holstein dairy cows in early lactation

ط

داد.

در

آزما

یش ه

ای

Gad
ulra

و همکاران (۲۰۲۳) و Abdollahzadeh و همکاران (۲۰۱۰)، تفال سیب جایگزین بخشی از کل جیره (علوفه و کنسانتره) شد. در حالی که در آزمایش حاضر، سیلاژ تفال سیب جایگزین تفال چغندر قند شد. معمولاً مواد علوفه‌ای در مقایسه با کنسانتره‌ها قابلیت هضم کمتری دارند (McDonald و همکاران، ۲۰۲۲). تفال چغندر قند و تفال سیب تقریباً ترکیب مواد مغذی نزدیک به هم دارند (NRC، ۲۰۲۱). از این رو، جایگزینی تفال چغندر قند با سیلاژ تفال سیب در آزمایش حاضر تاثیری بر قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و الیاف شوینده خنثی در جیره نداشت. همان گونه که در جدول ۳ آمده است جایگزینی تفال چغندر قند با سیلاژ تفال سیب بر مصرف ماده خشک گاوها تاثیری نداشت که می‌تواند دلیل دیگر برای عدم تفاوت در قابلیت هضم ظاهری ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و الیاف شوینده خنثی باشد. هرچه مصرف ماده خشک بیشتر باشد سرعت عبور مواد هضمی از دستگاه گوارش نیز بیشتر بوده که با کاهش قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش همراه است (NRC، ۲۰۲۱). کاهش قابلیت هضم ظاهری خاکستر در کل دستگاه گوارش گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی سیلاژ تفال سیب در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی تفال چغندر قند در آزمایش حاضر را می‌توان به وجود ترکیبات فنلی در تفال سیب ارتباط داد. ترکیبات فنولی در دستگاه گوارش با اتصال به مواد معدنی قلیایی باعث کاهش جذب آن‌ها می‌شوند (Cianciosi و همکاران، ۲۰۲۲).

جیره آزمایشی Experimental diet					نتیجه
P-value	SEM	سیلاژ تفاله سیب	تفاله چغندر قند	صفت	گیر
		Apple pomace silage	Beet pulp	Parameters	ی
0.3519	0.980	67.18	65.72	Organic matter (%) (درصد)	کلی
0.1283	0.985	62.44	59.77	Crude protein (%) (درصد)	ز
0.3963	1.439	78.53	80.46	Crude fat (%) (درصد)	تایج
0.9053	1.790	44.83	44.50	NDF (%) (درصد)	این
0.0069	1.731	28.42	40.95	Ash (%) (درصد)	آزما
					یش

نشان داد که جایگزینی تفاله چغندر قند با سیلاژ تفاله سیب در جیره گاوهای شیرده هلشتاین شکم اول در اوایل دوره شیردهی بر مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب شیر، بازده استفاده از خوراک، غلظت پروتئین کل، آلبومین، تری گلیسرید، بتا هیدروکسی بوتیرات و فسفر پلاسما و قابلیت هضم ظاهری ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و الیاف شوینده خنثی در کل دستگاه گوارش تأثیری نداشت. اما غلظت نیتروژن اوره‌ای پلاسما و اسیدهای چرب غیراستریفیه پلاسما را افزایش و غلظت کلسیم و منیزیم پلاسما و قابلیت هضم ظاهری خاکستر را کاهش داد. با توجه به این نتایج، در شرایطی که کمبود تفاله چغندر قند وجود داشته باشد می‌توان از تفاله سیب به عنوان یک منبع الیاف غیرعلافه‌ای در جیره گاوهای شیرده استفاده کرد. البته برای تأیید این نتایج انجام تحقیقات بیشتر با گاوهای شکم اول توصیه می‌شود.

Effect of apple pomace silage on milk production and composition, plasma metabolites and nutrient digestibility of Holstein dairy cows in early lactation

Abstract

Background and Objective: Carbohydrates are the main source of energy in diets fed to dairy cows and usually constitute 60 to 70 percent of the diet. In addition to being the main source of energy for the animal, carbohydrates

provide the necessary substrate for the growth of rumen microbes and the production of microbial protein. Beet pulp is a by-product of sugar extraction industry from sugar beet and contains high level of digestible neutral detergent fiber and pectin. It add to diet of lactating cows as an energy source. Apple pomace is another agricultural by-product of apple juice production that produce in high amount in many regions of Iran. It contains about 48 to 62% of non-forage neutral detergent fiber. The aim of this study was to investigate the effect of replacing beet pulp (BP) with apple pomace silage (APS) on dry matter intake (DMI), milk yield (MY) and composition, total tract nutrient digestibility and plasma metabolites of lactating dairy cows in early lactation.

Materials and Methods: Four hundred primiparous Holstein cows (40 ± 15 DIM and 41 ± 9.8 kg/day MY) were used in a completely randomized design. Cows were divided into 2 approximately equal groups based on MY and DIM and randomly assigned to experimental diets. The experimental period was 28 days, including 21 days for adaptation and 7 days for data recording and sample collection. The experimental diets included 1) diet containing BP and 2) diet containing APS. Dry matter intake, milk production and composition, feed efficiency, plasma metabolites and whole tract digestibility of nutrients were measured. Data were analyzed as completely randomized design by SAS software.

Results: The results showed that replacing BP with APS did not affect DMI, raw MY, 4% fat corrected milk and energy corrected milk, milk fat and protein content and production, and DM utilization efficiency for milk production. Plasma concentrations of total protein, albumin, triglycerides, beta-hydroxybutyrate (BHB) and phosphorus were not affected by experimental diets. Replacing BP with APS in the diet increased plasma concentrations of urea nitrogen (UN) and non-esterified fatty acids (NEFA) and decreased plasma concentrations of calcium and magnesium ($P < 0.01$). Total tract digestibility of organic matter (OM), crude protein (CP), crude fat (CF) and neutral detergent fiber (NDF) were not affected by experimental diets ($P = 0.01$).

Conclusion: However, adding APS to the diet reduced total tract digestibility of ash ($P < 0.05$). Overall, according to these results, the complete replacement of BP with APS up to 8.99% of diet DM did not have any negative effect on the performance of Holstein dairy cows in early lactation.

Keywords: Apple pomace silage, Early lactation, Holstein cow, Milk yield and composition.

REFERENCES

- Abdollahzadeh, F., Pirmohammadi, R., Farhoomand, P., Fatehi, F., & Pazhoh, F. (2010). The effect of ensiled mixed tomato and apple pomace on Holstein dairy cow. *Italian Journal of Animal Science*, 9: e41.
- Allen, M. S., Bradford, B. J., & Oba, M. (2009). Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants¹. *Journal of Animal Science*, 87: 3317-3334.
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.
- Azizi, O., Karimi, S.H., Sadeghi, G.H., & Lashkari, S. (2014). Milk yield and composition, dry matter intake and blood parameters of Holstein cows fed ensiled apple pomace co-ensiled with broiler litter. *The Spanish Journal of Agricultural Research*, 12: 462-466.
- Bach, A., Calsamiglia, S., & Stern, M.D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 88: (E. Suppl.): E9-E21.
- Beigh, Y.A., Ganai, A. & Ahmad, H. (2015). Utilisation of apple pomace as livestock feed: A review. *Indian Journal of Small Ruminants*, 21: 165-179.
- Bednarski, M., & Kupczynski, R. (2024). Factors affecting milk productivity, milk quality and dairy cow health. *Animals*, 14: 3707.

- Bertics, S.J., Grummer, R.R., Cadorniga-Valino, C., & Stoddard, E.E. (1992). Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *Journal of Dairy Science*, 75: 1914-1922.
- Bertoni, G., Trevisi, E., Han, X., & Bionaz, M. (2008). Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91: 3300-3310.
- Bruss, M.L. (2008). Lipids and Ketones. Pages 81-115 in *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. J. Kaneko, J. Harvey, and M. Bruss, ed. Academic Press.
- Cassidy, E.S., West, P.C., Gerber, J.S., & Foley, J.A. (2013). Redefining agricultural yields: From tones to people nourished per hectare. *Journal of the Environmental Research*, 8: 034015.
- Ceciliani, F., Ceron, J.J., Eckersall, P.D., & Sauerwein, H. (2012). Acute phase proteins in ruminants. *Journal of Proteomics*, 75: 4207-4231.
- Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T.Y., Regolo, L., Alvarez-Suarez, J.M., Navarro-Hortal, M.D., Xiao, J., Quiles, J.L., Battino, M., & Giampieri F. (2022). The reciprocal interaction between polyphenols and other dietary compounds: Impact on bioavailability, antioxidant capacity and other physico-chemical and nutritional parameters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 375: 131904.
- Corea-Guillen, E.E., Benaouda, M.A., Ramirez-Perez, H., Lizarazo, A.C., Castro-Montoya, J.M., Vieyra-Alberto, R.J., & Angeles-Hernandez, C. (2025). Effect of dietary citrus pulp on performance and dry matter digestibility in dairy cows: A meta-analysis and meta-regression. *Animal Feed Science and Technology*, 320: 116198.
- Cozzi, G., Ravarotto, L., Gottardo, F., Stefani, A.L., Contiero, B., Moro, L., Brscic, M., & Dalvit, P. (2011). Short communication: reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: effects of parity, stage of lactation, and season of production. *Journal of Dairy Science*, 94: 3895-901.
- Eckersall, P.D. (2008). Proteins, proteomics, and the dysproteinemias. In *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. J. Kaneko, J. Harvey, and M. Bruss, ed. Academic Press. Pages 117–155.
- Flachowsky, G., Meyer, U., & Südekum, K.H. (2018). Invited review: Resource inputs and land, water and carbon footprints from the production of edible protein of animal origin. *Arch. Animal breeding*, 61: 17-36.
- Fredin, S.M., Ferraretto, L.F., Akins, M.S., Bertics, S.J., & Shaver, R.D. (2015). Effects of corn-based diet starch content and corn particle size on lactation performance, digestibility, and bacterial protein flow in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98: 541-553.
- Gadulrab, K., Sidoruk, P., Kozłowska, M., Szumacher-Strabel, M., Lechniak, D., Kołodziejski, P., Pytlewski, J., Strzałkowska, N., Horbanczuk, J.O., Józwik, A., Yulianri, Y.R., Agung, I., Patra A.K., & Cieslak A. (2023). Effect of feeding dried apple pomace on ruminal fermentation, methane emission, and biohydrogenation of unsaturated fatty acids in dairy cows. *Agriculture*, 13: 2032.
- Ghoreishi, S.F., Pirmohammadi, R., & Teimouri Yansari, A. (2007). Effect of ensiled apple pomace on milk yield, milk composition, and DM intake of Holstein dairy cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6: 1074-1078.
- Harvatine, K.J. (2017). Lipid and Fat Nutrition. In: Beede et al., *Large Dairy Herd Management*, 3rd Edition, *American Dairy Science Association*, and USA.
- Harvatine, K.J., Boisclair, Y.R., & Bauman, D.E. (2009). Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. *Animal*, 3: 40-54.

- Jalal, H., Giammarco, M., Lanzoni, L., Akram, M.Z., Mammi, L.M.E., Vignola, G., Chincarini, M., Formigoni, A., & Fusaro, I. (2023). Potential of fruits and vegetable by-products as an alternative feed source for sustainable ruminant nutrition and production: A Review. *Agriculture*, 13: 286.
- Li, Y., Ding, H., Wang, X., Feng, S., Li, X., Wang, Z., Liu, G., & Li, X. (2016). An association between the level of oxidative stress and the concentrations of NEFA and BHBA in the plasma of ketotic dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100: 844-851.
- Ma, Y., Feng, Y., Song, L., Li, M., Dai, H., Bao, H., Zhang, G., Zhao, L., Zhang, J., Yi, C., & Liang, Y. (2021). Green tea polyphenols supplementation alters immunometabolism and oxidative stress in dairy cows with hyperketonemia. *Animal and Nutrition*, 7: 206-215.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, T.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., & Wilkinson, R.G. (2022). *Animal and Nutrition*. 8th ed. London, UK.
- Moallem, U. (2018). Invited review: Roles of dietary n-3 fatty acids in performance, milk fat composition, and reproductive and immune systems in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 101: 8641-8661.
- National Research Council (NRC). (2021). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 8th Revised Edition, National Academy Science., Washington, DC.
- National Research Council (NRC). (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Revised Edition, National Academy Science., Washington, DC.
- Neiderfer, K.P., Mechor, G.D., Gandra, J., Barlett, K.S., Lee, C.J., & Kronfeld, D.S. (2020). Effects of calcium carbonate, magnesium oxide and encapsulated sodium bicarbonate on measures of post-ruminal fermentation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104: 802-811.
- Pang, D., Yan, T., Trevisi, E., & Krizsan, S.J. (2018). Effect of grain or by-product-based concentrate fed with early- or late-harvested first-cut grass silage on dairy cow performance. *Journal of Dairy Science*, 101: 7133-7145.
- Pirmohammadi, R., Rouzbehan, Y., Rezayazdi, K., & Zahedifar, M. (2006). Chemical composition, digestibility and in situ degradability of dried and ensiled apple pomace and maize silage. *Small Ruminant Research*, 66: 150-155.
- Rico, J.E., & Barrientos-Blanco, M.A. (2024). Invited review: Ketone biology: the shifting paradigm of ketones and ketosis in the dairy cow. *Journal of Dairy Science*, <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23904>.
- Van Keulen, J., & Young, B. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44: 282-287.
- 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.
- Weld, K.A., & Armentano, L.E. (2017). The effects of adding fat to diets of lactating dairy cows on total-tract neutral detergent fiber digestibility: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 100: 1766-1779.
- Yu, Y., Fu, R., Jin, C., GAO, H., Han, L., Fu, B., Qi, M., Li, Q., Suo, Z., & Leng, J. (2024). Regulation of milk fat synthesis: Key genes and microbial functions. *Microorganisms*, 12: 2302.
- Zhou, M., Xu, L., Zhao, F., & Liu, H. (2021). Regulation of milk protein synthesis by free and peptide-bound amino acids in dairy cows. *Biology*, 10: 1044-1058.