دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

بررسی مکمل پروتئینی مایع در جیره گوسفندان با سطوح بالای کاه گندم بر قابلیت هضم، فراسنجه‌های شکمبه‌ای، پروتئین میکروبی، هماتولوژی و متابولیت‌های خون

رضا چگینی[۱]، مهدی کاظمی بن‌چناری[۲]، مهدی خدایی مطلق[۳] و امیرحسین خلت آبادی فراهانی[۴]

۱، ۳ و ۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار و استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک (نویسنده مسوول: m-kazemibonchenari@araku.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۸
صفحه: ۵۷ تا ۶۵

چکیده

تاثیر تغذیه منبع پروتئین مایع (خیساب ذرت؛ پروتئین خام ۴۲ درصد) و مقایسه آن با دو منبع پروتئینی متداول (کنجاله سویا و کنجاله پنبه‌دانه) در جیره‌های دارای سطح بالای کاه گندم (۴۰۰ گرم در کیلوگرم) با استفاده از سه رأس گوسفند دارای فیستولای شکمبه‌ای و در قالب طرح مربع لاتین ۳ در ۳ (دوره ۲۱ روزه که ۱۴ روز برای سازگاری و ۷ روز نمونه گیری بود) بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل تغذیه؛ (۱) منبع پروتئین مایع (خیساب ذرت)؛ (۲) کنجاله سویا و (۳) کنجاله پنبه‌دانه بود. سنتز پروتئین میکروبی، تخمیر شکمبه‌ای، قابلیت هضم مواد مغذی، هماتولوژی و متابولیت‌های خون بررسی‌شد. نتایج نشان داد که مصرف خوراک تحت‌تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). قابلیت هضم دیواره سلولی با مصرف کنجاله سویا نسبت به دو تیمار دیگر بهبود داشت (P = ۰/۰۲). کل اسیدهای چرب فرار تولیدی در شکمبه برای خیساب ذرت، کنجاله سویا و کنجاله پنبه‌دانه برابر ۷۳/۶۸، ۸۲/۵۵ و ۶۵/۹۳ میلی مول بر لیتر بود (P = ۰/۰۳). مجموع آلانتوئین و اسید اوریک و سنتز پروتئین میکروبی با تغذیه کنجاله سویا افزایش داشت (P = ۰/۰۲). هماتولوژی دام‌ها تفاوتی در آزمایش حاضر نشان نداد. در بین متابولیت‌های خون، تنها نیتروژن اوره‌ای خون با مصرف کنجاله سویا تمایل به کاهش داشت (P = ۰/۰۷). به طور خلاصه خیساب ذرت به عنوان منبع پروتئینی مایع، بدون تاثیر منفی در جیره گوسفند تغذیه شده با سطح بالای کاه گندم قابل استفاده بوده و نیاز به پژوهش بیشتر برای بهبود بازدهی نیتروژن در زمان استفاده از این خوراک وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: بازدهی نیتروژن، فیبر، سنتز پروتئین میکروبی، پروتئین مایع، گوسفند

مقدمه

امروزه استفاده از کاه غلات برای دوره‌های پرورش دام نقش مهمی داشته و به‌دلیل قیمت پایین، استفاده بالایی در تغذیه دام به‌ویژه گوسفند دارد. از طرفی این محصولات جانبی کشاورزی ارزش غذایی نسبتا پایینی به‌دلیل سطح پایین پروتئین برای نشخوارکنندگان دارند (۱). تاکنون شیوه‌های متفاوت فرآوری همانند فرآوری‌های شیمیایی برای بهبود کیفیت انواع متفاوت کاه مورد استفاده قرار گرفته است که البته برای دام مصرف‌کننده و یا حتی نیروی کارگری که با این مواد شیمیایی در تماس است ممکن است مخاطره انگیز باشد (۱۵،۱). افزایش قابلیت هضم و همچنین افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی محصولات جانبی اضافه کردن افزودنی‌ها مانند بوتیرات (۳۲) و یا افزایش نیتروژن قابل دسترس می‌باشد که سبب بهبود قابلیت هضم الیاف در این محصولات می‌گردد (۳۲،۲۴،۳۰). منابع متفاوت نیتروژن قابل دسترس در شکمبه برای نشخوارکنندگان استفاده می‌شود که شامل نیتروژن آمونیاکی، نیتروژن اسیدآمینه‌ای و نیتروژن پپتیدی می باشد. آمونیاک منبع عمده نیتروژن جهت ساخت پروتئین میکروبی توسط میکروب‌های شکمبه می‌باشد (۲). اما با این وجود پپتیدها و اسیدهای آمینه می‌توانند تا نیمی از نیتروژن میکروبی را تشکیل دهند (۲۳). برخی محققین بیان کردند که آمونیاک تنها منبع مورد نیاز باکتری‌های تجزیه کننده کربوهیدرات ساختمانی می‌باشد و همچنین اشاره داشتند که میکروب‌هایی که کربوهیدرات غیر ساختمانی را تخمیر می‌کنند نیز حدود ۶۶ درصد نیتروژن مورد نیاز خود را از پپتیدها و اسیدهای آمینه تامین می‌کنند و ۳۴ درصد مابقی را از آمونیاک تامین می‌کنند (۲۸). بنابراین به‌نظر می‌رسد با توجه به ساختار کربوهیدرات استفاده شده در جیره منبع نیتروژنی مصرفی می‌تواند بر هضم، سنتز پروتئین میکروبی و در نهایت بر عملکرد دام تاثیر داشته باشد.

با وجودی که بیشتر منابع پروتئینی مورد استفاده در تغذیه دام به‌صورت منابع جامد می‌باشند و افزایش مصرف این منابع علیرغم اینکه هزینه پرورش را افزایش می‌دهد اما غالبا سبب بهبود رشد و عملکرد در دام‌ها شده است (۱۹) اما به‌دلایل متفاوتی مانند هزینه کمتر و دسترسی بیشتر، برخی منابع پروتئینی مایع در جیره دام استفاده شده است (۳۵،۳۱،۵). این منابع بر اساس کیفیت منبع پروتئین مصرفی می‌تواند قابلیت دسترسی متفاوتی داشته باشد (۱۱). یکی از این محصولات پروتئینی، خیساب ذرت می‌باشد که یک مایع چسبناک با رنگ روشن تا قهوه‌ای تیره است که در طی فرآیند آسیاب مرطوب ذرت به‌دست می‌آید و به‌سبب محتوای بالای اسید لاکتیک (۲۰ تا ۲۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک) دارای بویی شبیه به سیلو و pH اسیدی می‌باشد (۳۷،۴). این محصول در مطالعه‌های مختلفی (۳۷،۱۷،۴) مورد بررسی قرار گرفته است. تغذیه خیساب ذرت با منابع متفاوت غله (جو، ذرت و گندم) در بره‌های پرواری نژاد فراهانی نشان‌داد که این ترکیب پروتئینی بهترین پاسخ را با تغذیه غله ذرت به‌همراه داشته است (۱۷). از طرف دیگر سطح مصرف کاه گندم در جیره‌های بره‌های

پرواری چه در بره‌هایی که بر اساس چرا تغذیه می‌شوند و چه بر اساس تغذیه در جایگاه بسته تغذیه می‌شوند بالا بوده و نیاز به بررسی منابع پروتئینی در جیره‌های با سطح بالای کاه (سطح فیبر بالا) نیز وجود دارد. در حقیقت منابع متفاوت پروتئینی با ماهیت‌های مختلفی که دارند و سبب تولید غلظت‌های متفاوت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه می‌شوند بر هضم الیاف (13،3) و در نهایت بر سنتز پروتئین میکروبی (29،28) تاثیرگذار خواهند بود. از طرف دیگر با توجه به اینکه منابع پروتئینی ممکن است ترکیبات ضد مغذی داشته باشند و بر هماتولوژی و متابولیت‌ها و هضم مواد مغذی نیز تاثیر داشته باشند (26،10) بررسی در خصوص این منابع ضروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین در مطالعه حاضر تاثیر خیساب ذرت به‌عنوان یک خوراک پروتئینی مایع در جیره‌هایی با سطح بالای کاه (400 گرم در کیلوگرم) بر سنتز پروتئین میکروبی، تخمیر شکمبه‌ای، قابلیت هضم مواد مغذی، هماتولوژی و متابولیت‌های خونی گوسفند مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین مقایسه تاثیر خیساب ذرت به‌عنوان منبع پروتئینی مایع با دو منبع پروتئینی متداول (کنجاله سویا و کنجاله پنبه‌دانه) بر فراسنجه‌های ذکر شده نیز صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

محل انجام پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقاتی گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اراک بوده است. به این منظور از سه رأس گوسفند نر نژاد فراهانی فیستولادار شکمبه‌ای و با میانگین وزن 45 کیلوگرم استفاده شد. آزمایش در قالب طرح مربع لاتین 3 در 3 اجرا شد و شامل 3 دوره آزمایشی بود که در هر دوره که شامل 21 روز بود 14 روز ابتدایی دوره سازگاری به شرایط آزمایشی و 7 روز بعدی به نمونه‌گیری اختصاص یافت. هر یک از تیمارهای آزمایشی به صورت تصادفی به هر یک از دام‌ها اختصاص داده شد. جیره‌ها به صورت کاملا مخلوط تهیه شده[1] و 2 بار در روز در ساعات 8 صبح و 16 عصر در اختیار حیوان قرار داده شد. میانگین دمای محیط آزمایش در طول آزمایش 27 درجه سانتیگراد بود. هچنین آب به صورت آزادانه در اختیار آنها قرار داده شد. خوراک مصرفی گوسفندان فیستولایی در سه دوره آزمایشی ثبت گردید و پس آخور آنها یک ساعت قبل از ریختن خوراک روز بعدی اندازه‌گیری می‌شد. جهت تعیین ماده خشک نمونه های آزمایشی، نمونه‌های خوراک در هر دوره یک بار گرفته شد، و در دمای 55 درجه سانتی گراد برای مدت 48 ساعت خشک شدند و با استفاده از توری 1 میلی متری آسیاب شدند.

جدول 1- مواد خوراکی تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی (درصد از ماده خشک یا واحد بیان شده) جیره‌های آزمایشی

Table 1. Experimental diet ingredients and chemical composition (% of DM)

تیمارهای آزمایشی[1]			اقلام مواد خوراکی جیره‌ها
CSM	SBM	CSL	
40	40	40	کاه گندم، خرد شده
31/5	31/5	31/5	دانه جو، آسیاب شده
12	15	14	سبوس گندم
0	0	13	خیساب ذرت
0	12	0	کنجاله سویا
15	0	0	کنجاله پنبه‌دانه
0/25	0/25	0/25	نمک
0/25	0/25	0/25	کربنات کلسیم
1	1	1	مکمل ویتامینی- معدنی[2]
			ترکیب شیمیایی جیره
14/90	14/93	14/53	پروتئین، درصد
36/5	34/4	35/2	پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (درصد از پروتئین)[3]
2/33	2/39	2/36	انرژی قابل متابولیسم، مگاکالری در کیلوگرم
43/5	43/0	42/6	الیاف نامحلول در شوینده خنثی
33/7	33/0	33/9	کربوهیدرات غیر الیافی[3]
2/53	2/72	2/41	عصاره اتری
0/60	0/60	0/60	کلسیم
0/40	0/40	0/40	فسفر

1- CSL: جیره حاوی منبع پروتئین مایع خیساب ذرت، SBM: جیره حاوی کنجاله سویا؛ CSM: جیره حاوی کنجاله پنبه‌دانه.

2- هر کیلوگرم مکمل ویتامین- مواد معدنی حاوی 250 هزار واحد بین‌المللی ویتامین A، 40 هزار واحد بین‌المللی ویتامین D3، 1000 واحد بین‌المللی ویتامین E، 750 میلی‌گرم منگنز، 110 گرم کلسیم، ، 2000 میلی‌گرم روی، 45 گرم فسفر، 20 گرم منیزیم، 15 گرم سدیم، 1000 میلی‌گرم آهن، 8 میلی‌گرم کبالت.

3- محاسبه شده بر اساس NRC2001.

بر اساس ماده خشک تعیین‌شده، ماده خشک مصرفی دام‌ها در طول اجرای آزمایش به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. همچنین محتوی پروتئین موجود در نمونه‌های خوراک نیز اندازه‌گیری شد (2). در روز اول نمونه‌گیری (روز 15 هر دوره)، ساعت چهار پس از مصرف خوراک، نمونه خون از سیاهرگ وداج در لوله‌های تحت خلا حاوی هپارین به‌دست آمد. پلاسمای نمونه‌های به‌دست آمده بعد از حدود نیم ساعت نگهداری در یخ توسط دستگاه سانتریفیوژ با دور 3000 و به‌مدت 20 دقیقه جدا شده و به نمونه‌های کوچکتر تقسیم شده و در فریزر تا زمان تجزیه نگهداری شد. پس از یخ‌گشایی نمونه‌های پلاسما، غلظت‌های گلوکز، غلظت نیتروژن اوره‌ای، پروتئین کل، آلبومین، کلسترول، و همچنین آنزیم‌های کبدی (آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز) (توسط کیت‌های آزمایشگاهی) تعیین گردید. نمونه خون کامل نیز برای اندازه‌گیری هماتولوژی به آزمایشگاه رازی اراک ارسال گردید. برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های شکمبه‌ای شامل اسیدهای چرب فرار، pH مایع شکمبه و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه نمونه مایع

1- TMR; Total mixed ration

شکمبه در روز دوم نمونه‌گیری و از طریق فیستولای شکمبه‌ای و در زمان‌های صفر (پیش از مصرف خوراک) و 4 ساعت پس از مصرف خوراک جمع‌آوری شد. ابتدا نمونه‌ها با پارچه صافی دولایه صاف شد و سپس pH نمونه‌ها با pH متر یار اندازه‌گیری شد. سپس اسید سولفوریک 50 درصد با نسبت 1 به 5 (اسید به نمونه) به نمونه‌ها افزوده شده و تا زمان آنالیز در فریزر 20- درجه سانتیگراد نگهداری گردید (19،17). بعد از یخگشایی نمونه‌ها، اسیدهای چرب فرار در آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه تهران با روش گازکروماتوگرافی اندازه‌گیری شد (model CP-9002; Chrom-pack, Delft, The Netherlands). غلظت نیتروژن آمونیاکی نمونه‌های مایع شکمبه نیز بر اساس روش فنیل هیپوکلریت که توسط برودریک و کانگ شرح داده شده است (6) اندازه‌گیری گردید. نمونه‌گیری از ادرار دفعی در روز سوم نمونه‌گیری صورت گرفت و به نسبت 1 به 5 به ادرار تهیه شده اسید سولفوریک 50 درصد افزوده شد و برای اندازه‌گیری آلانتوئین و اسید اوریک منجمد گردید (33). اسید اوریک با کمک کیت‌های آزمایشی و آلانتوئین نیز به‌روش کالری‌متری و به‌شیوه چن و گومز در سال (1992) اندازه‌گیری گردید. برای جلوگیری از تغییرات احتمالی کراتینین، برخی نمونه‌ها نیز به‌صورت تازه بلافاصله برای اندازه‌گیری این ترکیب به آزمایشگاه رازی اراک ارسال شد. بعد از مشخص شدن میزان کراتینین ادرار نمونه‌ها، کراتینین ثابت نیز برای محاسبه حجم ادرار تولیدی برابر 9/79 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن مورد استفاده قرار گرفت (9). با مشخص شدن حجم ادرار تولیدی و غلظت آلانتوئین و اسید اوریک موجود در نمونه‌های ادرار تولید پروتئین میکروبی بر اساس معادله زیر و بر اساس تخمین شد (8):

$$\frac{X\left(\frac{mmol}{d}\right) \times 70}{0.116 \times 0.83 \times 1000}$$

که در این معادله X برابر پورین‌های میکروبی جذب شده می‌باشد که بر اساس میلی‌مول در روز است، 70 نیز ثابت مربوط به سطح نیتروژن پورین‌ها می‌باشد که بر اساس میلی‌گرم نیتروژن در میلی‌مول است، 0/116 نیز نسبت نیتروژن پورینی به کل نیتروژن میکروبی می‌باشد که برابر 100: 11/6 بوده است و 0/83 نیز میانگین قابلیت هضم پورین‌های میکروبی می‌باشد که بر اساس چن و گومز (1992) در نظر گرفته شده است. به‌منظور بررسی قابلیت هضم مواد مغذی در طول 3 روز آخر هر دوره نمونه‌گیری در زمان‌های 6 ساعت پس از مصرف خوراک صبح و 2 ساعت مانده به مصرف خوراک صبح روز بعدی نمونه‌های مدفوع از گوسفندان فیستولایی گرفته شد (27). سپس نمونه‌های به‌دست آمده به‌مدت 72 ساعت در آون 60 درجه خشک شده و آسیاب شده و در نهایت برای تجزیه‌های مربوط به پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (34) و عصاره اتری در دمای اتاق نگهداری شد و به‌منظور اندازه‌گیری قابلیت هضم مواد مغذی مورد استفاده قرار گرفت.

داده‌ها در قالب مربع لاتین 3 در 3 متعادل مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مدل آماری این طرح به‌صورت زیر است:

$$Y_{ijklm} = \mu+T_i+C_j+P_k+R_l+e_{ijklm}$$

که در آن Y_{ijklm}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین کل، T_i: اثر تیمار، C_j: اثر حیوان، P_k: اثر دوره و R_l: در مورد داده‌هایی بود که تکرار داشتند (اثر زمان) و e_{ijklm}: اثر خطای آزمایشی می‌باشد. در مورد داده‌هایی که تکرار در واحد زمان داشتند اثر زمان نمونه‌گیری نیز در نظر گرفته شد (R_l). در نهایت پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و با رویه GLM انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. سطح احتمال $P<0/05$ و $P< 0/1$ به‌ترتیب مبین اختلاف آماری معنی‌دار و متمایل به معنی‌دار در نظر گرفته شدند.

نتایج و بحث

سطح پروتئین خام مربوط به خیساب ذرت، کنجاله سویا و کنجاله پنبه‌دانه در پژوهش حاضر به‌ترتیب برابر 42، 45 و 38 درصد (بر اساس ماده خشک) بوده است. ماده خشک مربوط به خیساب ذرت نیز 52 درصد بوده است. مصرف خوراک گوسفندان فیستولا شده در بین تیمارها تفاوت نداشت ($P = 0/58$). پیش‌تر مشخص شده است که مهمترین عامل موثر بر ماده خشک مصرفی در نشخوارکنندگان انرژی می‌باشد (26). سطح انرژی جیره‌های آزمایشی در آزمایش حاضر برابر بوده است. از طرف دیگر بررسی افزایش وزن گوسفندان فیستولایی همانند بره‌های پرواری صورت نمی‌گیرد و در پژوهش‌های صورت گرفته بر روی گوسفندان فیستولایی بیشتر بررسی‌ها مربوط به فراسنجه‌های شکمبه‌ای و سنتز پروتئین میکروبی و قابلیت هضم مواد مغذی خواهد بود. بر این اساس قابلیت هضم دیواره سلولی در تیماری که کنجاله سویا مصرف کرده بودند افزایش داشت ($P = 0/02$) (جدول 2).

با توجه به اینکه سطح پروتئین مصرفی در جیره‌های آزمایشی برابر بوده است به‌نظر می‌رسد بهبود قابلیت هضم فیبر در تیمار تغذیه شده با کنجاله سویا می‌تواند به ماهیت پروتئین کنجاله سویا مرتبط باشد. کنجاله سویا غنی از منابع پپتیدی می‌باشد (35) و بر این اساس منابع پپتیدی در شکمبه می‌توانند تولید ایزواسیدهایی نمایند که قابلیت هضم فیبر را بهبود دهند (13،12). با نگاهی به تولید اسیدهای چرب فرار نیز مشاهده می‌شود که سطح تولید ایزواسیدها مانند ایزووالرات و مجموع اسیدهای چرب شاخه‌دار در تیماری که کنجاله سویا مصرف نموده‌اند افزایش داشته است (جدول 3). این ایزواسیدها معمولا مربوط به اسیدهای آمینه هستند که افزایش سطح پروتئین حقیقی خوراک‌ها سبب افزایش غلظت این ترکیبات شده که در نهایت می‌توانند هضم فیبر را بهبود دهند (36،13).

جدول ۲- تأثیر تغذیه پروتئین مایع (خیساب ذرت) و مقایسه با منابع پروتئینی متداول بر قابلیت هضم مواد مغذی (گرم در کیلوگرم) گوسفندان فیستولایی تغذیه شده با جیره با سطح بالای کاه

Table 2. Effects of feeding liquid protein (corn steep liquor) and compared with conventional protein sources on nutrients digestibility (g/kg) in fistulated sheep fed with high wheat straw level

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی[1]				
	CSL	SBM	CSM	SEM	P-value
ماده خشک	۶۶۹	۶۷۳	۶۷۲	۵/۹۸	۰/۸۷
پروتئین خام	۷۱۶	۷۱۳	۷۰۶	۳/۸۴	۰/۲۸
دیواره سلولی	۴۳۶^{D}	۴۷۷^{a}	۴۰۳^{c}	۸/۷۱	۰/۰۲
عصاره اتری	۶۷۲	۷۶۰	۷۷۳	۶/۵۲	۰/۳۴

۱- تیمارهای آزمایشی شامل ۱)- CSL: جیره حاوی منبع پروتئین مایع خیساب ذرت، SBM: جیره حاوی کنجاله سویا؛ CSM: جیره حاوی کنجاله پنبه‌دانه.
^{abc}: حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده تفاوت در $P< ۰/۰۵$ می باشد.

در مطالعه حاضر قابلیت هضم مواد مغذی دیگر تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته است. به‌نظر می‌رسد مصرف خوراک برابر در بین دام‌های فیستولایی سبب عدم تغییر قابلیت هضم مواد مغذی دیگر گردیده است. از طرفی چون سطح عصاره اتری و پروتئین خام جیره‌ها نیز برابر بوده است میزان دسترسی دام‌ها به این مواد مغذی مشابه بوده‌است و در نهایت هضم برابری نیز داشته‌اند.

داده‌های مربوط به فراسنجه‌های مرتبط با مایع شکمبه در جدول ۳ ارائه شده است. pH مایع شکمبه در تیماری که خیساب ذرت مصرف کرده بود کمترین حد ممکن بود (۵/۹۲) و تمایل به کاهش نسبت به دو تیمار دیگر داشته است (P=۰/۰۷). این مطلب ممکن است مرتبط با سطح نسبتاً بالای اسید لاکتیک در این خوراک باشد. در زمان استحصال خیساب ذرت از دانه ذرت سطح نسبتا بالایی از اسید لاکتیک باقی می‌ماند (۴) که می‌تواند در کاهش pH مایع شکمبه تاثیر داشته باشد. از طرفی غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در تیمار مصرف‌کننده خیساب ذرت نیز از تیمارهای حاوی کنجاله سویا و کنجاله پنبه‌دانه بالاتر بوده است (P=۰/۰۴). سطح پروتئین محلول در خیساب ذرت نسبتاً بالا بوده و حدود ۳۰ درصد از پروتئین این خوراک پروتئین محلول می‌باشد (۴). از طرف دیگر بخش بیشتر پروتئین کنجاله تخم پنبه نسبت به کنجاله سویا پروتئین عبوری بوده و قابلیت تجزیه کمتری در شکمبه دارد (۲۶).

جدول ۳- تأثیر تغذیه پروتئین مایع (خیساب ذرت) و مقایسه با منابع پروتئینی متداول بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای گوسفندان فیستولایی تغذیه شده با جیره با سطح بالای کاه

Table 3. Effects of feeding liquid protein (corn steep liquor) and compared with conventional protein sources on ruminal fermentation pattern in fistulated sheep fed with high wheat straw level

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی[1]				
	CSL	SBM	CSM	SEM	P-value
pH مایع شکمبه	۵/۹۲	۶/۱۰	۶/۲۷	۰/۰۹	۰/۰۷
نیتروژن آمونیاکی، (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۸/۲۲^{a}	۱۳/۱۶^{D}	۱۱/۵۱^{c}	۱/۷۰	۰/۰۴
مجموع اسیدهای چرب فرار، (میلی‌مول در لیتر)	۷۳/۶۸^{D}	۸۲/۵۵^{a}	۶۵/۹۳^{c}	۳/۷۳	۰/۰۳
استات، (میلی‌مول در لیتر)	۴۱/۱۳^{aD}	۴۴/۷۳^{a}	۳۶/۲۰^{D}	۱/۸۲	۰/۰۲
پروپیونات، (میلی‌مول در لیتر)	۱۴/۳۳	۱۵/۹۵	۱۳/۲۱	۰/۸۷	۰/۱۴
بوتیرات، (میلی‌مول در لیتر)	۱۵/۴۶	۱۸/۳۱	۱۴/۵۰	۱/۱۸	۰/۱۱
والرات، (میلی‌مول در لیتر)	۱/۱۹	۱/۶۳	۰/۸۳	۰/۱۹	۰/۱۵
ایزووالرات، (میلی‌مول در لیتر)	۱/۵۶^{D}	۱/۹۱^{a}	۱/۱۸^{c}	۰/۱۶	۰/۰۳
مجموع اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار، (میلی‌مول در لیتر)	۲/۷۵^{D}	۳/۵۵^{a}	۲/۰۱^{c}	۰/۳۰	۰/۰۱
نسبت استات به پروپیونات	۲/۸۸	۲/۸۱	۲/۷۳	۰/۰۸	۰/۴۵

۱- تیمارهای آزمایشی شامل ۱)- CSL: جیره حاوی منبع پروتئین مایع خیساب ذرت، SBM: جیره حاوی کنجاله سویا؛ CSM: جیره حاوی کنجاله پنبه‌دانه.
abc: حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده تفاوت در $P< ۰/۰۵$ می باشد.

بنابراین نتایج آزمایش حاضر نشان‌داد که استفاده از منبع پروتئین مایع (خیساب ذرت) سبب افزایش سطح نیتروژن آمونیاکی در شکمبه گردیده است و نیاز است که در آزمایش‌های دیگر بحث همزمان‌سازی انرژی مناسب با این منبع پروتئینی در نظر گرفته شود. بالاترین سطح اسیدهای چرب فرار در آزمایش حاضر در گوسفندانی مشاهده شد که با کنجاله سویا تغذیه شده‌اند (P = ۰/۰۳). از طرفی سطح اسیدهای چرب فرار تولید شده در تیماری که خیساب ذرت مصرف نموده است نیز از کنجاله پنبه‌دانه بالاتر بوده است (۷۳/۶۸ در برابر ۶۵/۹۳ میلی‌مول در لیتر به‌ترتیب برای خیساب ذرت و کنجاله پنبه‌دانه). با توجه به اینکه در نشخوارکنندگان عامل اصلی تولید انرژی در بدن اسیدهای چرب فرار در نظر گرفته می‌شوند (۲۵) به‌نظر می‌رسد بیشترین استحصال انرژی از جیره استفاده شده توسط کنجاله سویا و به‌دنبال آن خیساب ذرت اتفاق افتاده است. سطح استات تولید شده در شکمبه گوسفندانی که کنجاله سویا مصرف نموده‌اند بالاترین حد بوده است (P = ۰/۰۲) و سبب افزایش کل اسیدهای چرب فرار شده است. در هر حال نتایج آزمایش حاضر نشان داده است که تغذیه کنجاله سویا سطح بالاتر اسیداستیک و در نهایت کل اسیدهای چرب فرار بوده است که این سطح بالاتر اسیدهای چرب فرار نشان‌دهنده بازده کالریک بالاتر در تغذیه نشخوارکنندگان می‌باشد. از طرفی همانطور که در قابلیت هضم مواد مغذی مشخص شده است (جدول ۲)؛ بیشترین قابلیت هضم فیبر مربوط به تغذیه

کنجاله سویا بوده است که از این رو سطح تولید استات که محصول مهم تجزیه فیبر است نیز افزایش یافته است (۲۵). مجموع اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار نیز تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفته است و در تیماری که کنجاله سویا مصرف کرده‌اند بالاترین حد بوده است (P = ۰/۰۱). همچنین مجموع اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار در خیساب ذرت نیز بالاتر از کنجاله پنبه‌دانه بوده است (۲/۷۵ در برابر ۲/۰۱ میلی‌مول به‌ترتیب برای خیساب ذرت و کنجاله پنبه‌دانه). با توجه به اینکه منبع اصلی اسیدهای چرب شاخه‌دار اسیدهای آمینه و پپتیدها می‌باشند (۳۸،۳۶) ممکن است این‌طور بتوان نتیجه‌گیری کرد که سطح پروتئین حقیقی تامین شده خیساب ذرت نسبت به کنجاله پنبه‌دانه در شکمبه بیشتر بوده است. پیش‌تر نیز مشخص شده است که کنجاله سویا به‌عنوان منبع پروتئین حقیقی غنی از پپتید می‌باشد که بر این اساس نیز تولید سطح بالای اسیدهای چرب فرار شاخه دار منطقی به‌نظر می‌رسد.

نتایج مربوط به فراسنجه‌های مشتقات پورینی و سنتز پروتئین میکروبی در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطح کراتینین تولیدی در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشته است (P = ۰/۲۵). باید دقت داشت که مهمترین عامل موثر در تولید کراتینین در نشخوارکنندگان وزن بدن می‌باشد (۳۳،۸). وزن دام‌ها در این آزمایش نزدیک به‌هم بوده و تاثیری بر تولید کراتینین نداشته است. از طرف دیگر آلانتوئین ادرار که تابع جیره مصرفی می‌باشد در آزمایش حاضر تحت‌تاثیر قرار گرفته است به‌نحوی که بالاترین آلانتوئین تولیدشده که نشان‌دهنده و شاخص فعالیت میکروبی است (۸) در تیماری که کنجاله سویا به‌عنوان منبع پروتئین مصرف می‌کرده است بالاترین مقدار بوده است. اما از طرف دیگر سطح آلانتوئین تولید شده در تیماری که خیساب ذرت و کنجاله پنبه‌دانه تغذیه شده‌اند تفاوتی نداشته است (۶/۳۳ و ۶/۰ میلی‌مول در روز به‌ترتیب برای خیساب ذرت و کنجاله پنبه‌دانه) که نشان‌دهنده فعالیت میکروبی نسبتاً برابر در این دو تیمار بوده است. بر اساس تغییر ایجاد شده در آلانتوئین خروجی از ادرار مجموع آلانتوئین و اسید اوریک خارج شده از ادرار هم تحت تاثیر قرار گرفته‌اند و در تیماری که کنجاله سویا مصرف کرده‌اند بالاتر بوده است (P = ۰/۰۲). برخی از کارهای پیشین اشاره نموده‌اند که آلانتوئین می‌تواند حدود ۹۰ درصد از مشتقات پورینی ادرار را تشکیل دهد که تغییرات آن می‌تواند بر مجموع مشتقات پورینی ادرار تاثیر زیادی داشته‌باشد و تغییرات اسید اوریک تاثیر کمتری خواهد داشت (۲۰).

جدول ۴- تأثیر تغذیه پروتئین مایع (خیساب ذرت) و مقایسه با منابع پروتئینی متداول بر مجموع آلانتوئین و اسید اوریک و سنتز پروتئین میکروبی در گوسفندان فیستولایی تغذیه شده با جیره با سطح بالای کاه

Table 4. Effects of feeding liquid protein (corn steep liquor) and compared with conventional protein sources on total purine derivatives and microbial protein synthesis in fistulated sheep fed with high wheat straw level

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی[1]				
	CSL	SBM	CSM	SEM	P-value
کراتینین، میلی‌گرم در دسی‌لیتر	۹۹/۶	۹۸/۲	۹۷/۰	۹/۹۱	۰/۲۵
آلانتوئین، میلی‌مول در روز	۶/۳۳^{b}	۸/۱۳^{a}	۶/۰^{b}	۰/۱۶	۰/۰۱
اسید اوریک، میلی‌مول در روز	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۲۲
مجموع آلانتوئین و اسید اوریک، میلی‌مول در روز	۶/۶۷^{b}	۸/۴۹^{a}	۶/۳۷^{b}	۰/۲۲	۰/۰۲
پروتئین میکروبی، گرم در روز	۳۳/۳^{b}	۴۲/۴^{a}	۳۱/۸^{b}	۰/۸۳	۰/۰۲

۱- تیمارهای آزمایشی شامل ۱)- CSL: جیره حاوی منبع پروتئین مایع خیساب ذرت، SBM: جیره حاوی کنجاله سویا؛ CSM: جیره حاوی کنجاله پنبه‌دانه.
abc: حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت در (P< ۰/۰۵) می‌باشد.

تاثیر افزایش مجموع آلانتوئین و اسید اوریک در تیماری که کنجاله سویا به‌عنوان منبع پروتئینی مصرف کرده است در افزایش پروتئین میکروبی سنتز شده مشخص گردیده است و این تیمار بالاترین سطح تولید پروتئین میکروبی را نیز به‌همراه داشته است (P = ۰/۰۲). تحقیقات پیشین نشان‌داده است که هضم منابع فیبری که توسط باکتری‌های سلولولایتیک انجام می‌گیرد نیاز به سطح مناسب آمونیاک در مایع شکمبه می‌باشد (۱۳). در حقیقت برخی منابع نیز اشاره کرده‌اند که آمونیاک به‌عنوان مهمترین منبع باکتری‌های هضم کننده فیبر می‌باشند (۲۸). اما از طرف دیگر افزودن منابع اسید آمینه‌ای و یا پپتیدی که به‌عنوان منبع پروتئین حقیقی می‌باشند نیز سبب بهبود هضم الیاف شده است (۱۴،۱۳). بر اساس مطالب ذکر شده در بالا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سطح نیتروژن آمونیاکی در مایع شکمبه دام‌های تغذیه شده به‌عنوان عامل محدود کننده هضم فیبر نبوده است و دلیل این مطلب این است که قابلیت هضم فیبر در تیمار خیساب ذرت که سطح بالاتر نیتروژن آمونیاکی بالاتری را داشته است، افزایش نیافته است اما در تیماری که با کنجاله سویا تغذیه شده است بهبود داشته است. از طرف دیگر افت نسبی pH مایع شکمبه در تیمار خیساب ذرت (جدول ۳) نیز ممکن است در عدم بهبود قابلیت هضم فیبر تاثیر داشته باشد. بنابراین به‌نظر می‌رسد بهبود سنتز پروتئین میکروبی از یک طرف و بهبود قابلیت هضم فیبر از طرف دیگر نشان‌دهنده نسبت بهینه نیتروژن آمونیاکی و نیتروژن حاصل از منبع پروتئین حقیقی (اسیدهای آمینه و یا پپتیدها) در تیمار تغذیه شده با کنجاله سویا نسبت به دو منبع پروتئینی دیگر بوده است. همچنین سنتز پروتئین میکروبی مشاهده شده در دو تیمار خیساب ذرت و کنجاله پنبه‌دانه نیز مشابه هم بوده و در نهایت اینکه تفاوتی بین این دو مشاهده نشده است. با وجودی که تاثیر سطح مصرف خوراک بر سنتز پروتئین میکروبی که پیش‌تر نیز به تایید رسیده است (۲۱) نقش بسزایی در تغییر سطح پروتئین میکروبی روزانه تولید شده در

بره دارد اما از طرفی تغییر ماهیت پروتئین نیز بر سنتز پروتئین میکروبی تاثیرگذار است.

نتایج مربوط به هماتولوژی و متابولیت‌های خونی گوسفندان فیستولا شده تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج هماتولوژی نشان‌داد که با در نظر گرفتن تمام فراسنجه‌های هماتولوژی مشخص گردید که هیچ‌کدام از منابع پروتئینی تاثیری بر هماتولوژی نداشته‌اند و تفاوت معنی‌داری در مورد هیچ کدام از صفات مشخص نشده است ($P > ۰/۰۵$). به‌نظر می‌رسد ترکیبات ضد مغذی در هیچ‌کدام از منابع پروتئینی مصرفی به‌گونه ای نبوده است که بتواند بر هماتولوژی و نسبت سلول‌های خونی و در نهایت بر سیستم ایمنی (سلول‌های نشان‌دهنده سطح ایمنی بدن) تاثیر داشته باشد. دام‌های استفاده شده در آزمایش حاضر بالغ بوده‌اند و گاهی استفاده از منابع پروتئینی با ترکیبات ضد مغذی در دام‌های جوانتر ممکن است مشکل ایجاد نماید. از طرفی همه سه منبع پروتئین مورد استفاده تحت فرآوری‌های مختلف قرار گرفته‌اند. کنجاله سویا و کنجاله پنبه‌دانه تحت فرآیند روغن‌کشی قرار گرفته‌اند و خیساب ذرت نیز تحت فرایند استحصال نشاسته و روغن قرار گرفته است و ممکن است در صورت وجود ترکیبات ضدمغذی در این منابع پروتئینی در این فرایندها تحت‌تاثیر قرار گرفته باشند و تاثیرگذاری کمتری داشته باشند (۱۰) و بنابراین پاسخی در هماتولوژی در رابطه با مصرف این خوراک‌ها مشاهده نشد. مطالعه‌های قبلی نیز نشان داده است استفاده از ۲۵ درصد کنجاله پنبه دانه تاثیر منفی در میش‌های زل نداشته است (۱۶). اما این مطلب قابل بیان است که ترکیبات ضدمغذی مربوط به خیساب ذرت به‌عنوان منبع پروتئینی مایع نیاز به پژوهش بیشتری در دام‌های جوان‌تر مانند بره‌های شیرخوار و یا گوساله‌های شیرخوار نیز دارد. با نگاهی به نتایج متابولیت‌های خونی مشاهده شده در پژوهش حاضر مشخص می‌شود که به‌جز نیتروژن اوره‌ای خون که تمایل به کاهش در تیمار مصرف‌کننده کنجاله سویا داشته است ($P=۰/۰۶$) هیچ‌کدام از ترکیبات و متابولیت‌های دیگر تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند.

جدول ۵- تأثیر تغذیه پروتئین مایع (خیساب ذرت) و مقایسه با منابع پروتئینی متداول بر فراسنجه‌های هماتولوژی و متابولیت‌های خون و آنزیم‌های کبدی در گوسفندان فیستولایی تغذیه شده با جیره با سطح بالای کاه

Table 5. Effects of feeding liquid protein (corn steep liquor) and compared with conventional protein sources on blood hematology and metabolites and liver enzymes in fistulated sheep fed with high wheat straw level

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی[1]				
	CSL	SBM	CSM	SEM	P-value
هماتولوژی					
هماتوکریت، درصد	۳۸/۲	۳۸/۷	۳۸/۹	۰/۶۵	۰/۹۱
گلبول‌های قرمز، $۱۰^{۶}$ در هر میکرولیتر	۹/۳	۹/۶	۹/۲	۰/۳۴	۰/۸۲
گلبول‌های سفید، $۱۰^{۹}$ در لیتر	۵/۶	۵/۳	۵/۸	۰/۲۱	۰/۵۶
هموگلوبین، گرم در دسی‌لیتر	۹/۸	۱۰/۰	۹/۳	۰/۹۶	۰/۳۴
نوتروفیل، در میکرولیتر	۴۸۹۰	۴۷۳۳	۴۸۱۲	۱۹/۸	۰/۵۷
مونوسیت، در میکرولیتر	۲۱۰	۲۰۲	۲۱۴	۳/۲۱	۰/۸۴
لنفوسیت، در میکرولیتر	۵۵۳۰	۵۴۸۹	۵۵۰۹	۳۴/۸	۰/۴۰
متابولیت‌های خون و آنزیم‌های کبدی					
گلوکز، میلی گرم در دسی‌لیتر	۴۶/۲	۴۷/۵	۴۷/۰	۱/۹	۰/۸۳
نیتروژن اوره‌ای، میلی‌گرم در دسی‌لیتر	۱۵/۲	۱۳/۴	۱۴/۲	۰/۸۹	۰/۰۶
آلبومین، گرم در دسی‌لیتر	۳/۹۸	۳/۹۹	۳/۹۲	۰/۰۷	۰/۲۴
پروتئین کل، گرم در دسی‌لیتر	۵/۳	۵/۸	۵/۲	۰/۱۸	۰/۳۶
کلسترول، میلی‌گرم در دسی‌لیتر	۳۱	۳۰	۳۴	۲/۳	۰/۶۷
آسپارتات آمینوترانسفراز، واحد بین‌المللی در لیتر	۴۲	۳۹	۴۰	۲/۴۱	۰/۵۴
آلانین آمینوترانسفراز، واحد بین‌المللی در لیتر	۱۹	۲۶	۱۸	۲/۹۸	۰/۱۳

۱- تیمارهای آزمایشی شامل ۱)- CSL: جیره حاوی منبع پروتئین مایع خیساب ذرت، SBM: جیره حاوی کنجاله سویا؛ CSM: جیره حاوی کنجاله پنبه‌دانه.

بالاتر بودن سطح اوره خون در تیمار مصرف‌کننده خیساب ذرت و یا کنجاله پنبه‌دانه نسبت به کنجاله سویا نشان‌دهنده بازدهی کمتر نیتروژن در این جیره‌های می‌باشد (۲۲) که در پژوهش‌های بعدی نیاز به بررسی بیشتری به‌منظور افزایش بازدهی نیتروژن دارد. با توجه به اینکه سطح مصرف خوراک از یک طرف و سطح انرژی جیره‌ها از طرف دیگر برابر بوده است لذا می‌تواند دلیل عدم تفاوت گلوکزها در تیمارهای آزمایشی باشد ($P = ۰/۸۳$). همچنین قابل ذکر است که سطح پروتئین و چربی در جیره‌ها نیز برابر بوده است که سبب برابر بودن شاخص‌های چربی و پروتئین در خون در بین تیمارهای آزمایشی گردیده است. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که غلظت آنزیم‌های کبدی نیز تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P > ۰/۰۵$). آنزیم‌های کبدی در شرایط خاصی همانند آبسه‌های کبدی و یا تجمع بیش از حد چربی ممکن است تحت‌تاثیر قرار گیرد و نشان‌دهنده شرایط حاد ایمنی در کبد باشد (۷). در مطالعه حاضر با توجه به عدم تغییر هماتولوژی از یک سمت (که نشان‌دهنده عدم تاثیر ترکیبات ضد مغذی بوده است) و عدم تغییر ترکیبات متابولیکی از طرف دیگر نشان می‌دهد فعالیت کبد تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی و منابع پروتئینی مورد استفاده قرار نگرفت. تغییر منبع پروتئینی از کنجاله سویا به پودر گوشت در گوساله‌های پرواری نیز پیش‌تر تغییری در سطح آنزیم‌های کبدی به‌همراه نداشته است (۱۸).

نتایج پژوهش حاضر نشان‌داد که منبع پروتئین مایع (خیساب ذرت) قابلیت استفاده در گوسفندانی که سطح بالای کاه گندم (۴۰۰ گرم در کیلوگرم) تغذیه کرده بودند دارد.

نتایج پژوهش حاضر نشان‌داد که منبع پروتئین مایع (خیساب ذرت) قابلیت استفاده در گوسفندانی که سطح بالای کاه گندم (400 گرم در کیلوگرم) تغذیه کرده بودند دارد. به‌طور خلاصه نتایج نشان‌داد علیرغم اینکه بهترین پاسخ در مورد سطح تولید اسیدهای چرب فرار، قابلیت هضم و سنتز پروتئین میکروبی مربوط به کنجاله سویا بوده است اما استفاده از خیساب ذرت پاسخ‌های مشابه کنجاله پنبه‌دانه در آزمایش حاضر داشته است و حتی سطح تولید اسیدهای چرب فرار در خیساب ذرت از این منبع پروتئینی متداول بیشتر بوده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود با انجام پژوهش‌هایی به‌منظور بهبود بازدهی نیتروژن در زمان استفاده از خیساب ذرت، مستندهای بیشتری در رابطه با استفاده از منابع پروتئین مایع در گوسفندان پرواری منتشر گردد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر تحت امتیاز معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه اراک میباشد که بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه اراک قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Antongiovanni, M., A. Acciaoli, F. Grifoni, A. Martini and P. Ponzetta. 1991. Effects of wheat straw treated with ammonia from urea hydrolysis in lamb diets. Small Ruminant Research, 6: 39-47.
2. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed.
3. Atasoglu, C., C.J. Newbold and R.J. Wallace. 1999. Influence of ammonia concentration on [15N] ammonia uptake and de novo synthesis of different amino acids by mixed rumen microorganisms from the sheep rumen in vitro. Page 212 in Proc. Br. Soc. of Anim. Sci. Edinburgh, Scotland.
4. Azizi-Shotorkhoft, A., A. Sharifi, D. Mirmohammadi, H. Baluch-Gharaei and J. Rezaei. 2016. Effects of feeding different levels of corn steep liquor on the performance of fattening lambs. Animal Physiology and Animal Nutrition, 100: 109-17.
5. Bowman, J.G.P., B.F. Sowell and J.A. Paterson. 1995. Liquid supplementation for ruminants fed low quality forage diets: a review. Animal Feed Science and Technology, 55: 105-138.
6. Broderick, G.A. and J.H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. Journal of Dairy Science, 63: 64-75.
7. Cebra, C.K., F.B. Gerry, D.M. Getzy and M.J. Fettman. 1997. Hepatic lipidosis in anorectic lactating Holstein cattle. A retrospective study of serum biochemical abnormalities. Journal of Veterinary International Medicine, 4: 231-237.
8. Chen, X.B. and M.J. Gomes. 1992. Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and cattle based on Urinary Excretion of Purine Derivatives: An Overview of Technical Details. Occasional Publication. Aberdeen, UK: Rowett Research Institute.
9. David, D.B., C.H.E.C. Poli, J.V. Savian, G.A. Amaral, E.B. Azevedo and F. Jochims. 2015. Urinary creatinine as a nutritional and urinary volume marker in sheep fed with tropical or temperate forages. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 67: 1009-10015.
10. Eghbali. M., F. Kafilzadeh, F. Hozhabri. S. Afshar and M. Kazemi-Bonchenari. 2011. Treating canola meal changes in situ degradation, nutrient apparent digestibility, and protein fractions in sheep. Small Ruminant Research, 96: 136-139.
11. Elwakeel, E.A., E.C. Titgemeyer, J.S. Drouillard and C.K. Armendariz. 2007. Evaluation of ruminal nitrogen availability in liquid feeds. Animal Feed Science and Technology, 137: 163-181.
12. Gorosito, A.R., J.B. Russell and P.J. Van Soest. 1985. Effect of carbon-4 and carbon-5 volatile fatty acids on digestion of plant cell wall in vitro. Journal of Dairy Science, 68: 840-847.
13. Griswold, K.E., G.A. Apgar, J. Bouton and J.L. Firkins. 2003. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility, and fermentation in continuous culture. Journal of Animal Science, 81: 329-336.
14. Griswold, K.E., W.H. Hoover, T.K. Miller and W.V. Thayne. 1996. Effect of form of nitrogen on growth of ruminal microbes in continuous culture. Journal of Animal Science, 74: 483-491.
15. Horton, G.M.J., H.H. Nicholson and D.A. Christensen. 1982. Ammonia and sodium hydroxide treatment of wheat straw in diets for fattening steers. Animal Feed Science and Technology, 7: 1-10.
16. Jafari Ahangari, Y., S. Yasini and A. Toghdory. 2013. Effects of different levels of cottonseed meal on milk composition and blood parameters of Zel ewes. Research on Animal Production, 4(7): 124-133 (In Persian).
17. Jiriaei, F., M. Kazemi-Bonchenari, M.H. Moradi and D. Mirmohammadi. 2019. Synchronous feeding of liquid protein source with different grains on performance, digestibility, ruminal fermentation, blood metabolites and carcass characters in growing lambs. Tropical Animal Health and Production. Accepted. https://doi.org/10.1007/s11250-019-02074-y.
18. Karimi-Daeini, H., M. Kazemi-Bonchenari, M. Khodaei-Motlagh and M.H. Moradi. 2018. Effect of increased protein level supplied by soybean meal or meat meal on performance, blood metabolites and insulin and liver enzymes in Holstein male calves. Research on Animal Production, 8(18): 100-106 (In Persian).
19. Kazemi-Bonchenari, M., R. Falahati, M. Poorhamdollah, S.R. Heidari and A. Pezeshki. 2018. Essential oils improved weight gain, growth and feed efficiency of young dairy calves fed 18 or 20% crude protein starter diets. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 102: 652-661.

20. Kazemi-Bonchenari, M., A.Z.M. Salem and S. Lopez. 2017. Influence of barley grain particle size and treatment with citric acid on digestibility, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in Holstein calves. Animal; An international journal of bioscience, 11: 1295-1302.
21. Khatibi-Bardsiri, A., R. Tahmasebi, O. Dayani and A. Khezri. 2017. The Effect of level of feed intake on digestibility, nitrogen balance and microbial protein synthesis in sheep. Research on Animal Production, 8(15): 18-24 (In Persian).
22. Kohn, R.A., M.M. Dinneen and E. Russek-Cohen. 2005. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. Journal of Animal Science, 83: 79-889.
23. Leng, R.A. and J.V. Nolan. 1984. Nitrogen metabolism in rumen. Journal of Dairy Science, 67: 1072-1089.
24. Males, J.R. 1987. Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle. Journal of Animal Science, 65: 1124-1130.
25. Manns, J.G., J.M. Boda and R.F. Willis. 1967. Probable role of propionate and butyrate in control of insulin secretion in sheep. American Journal of Physiology, 212: 756-764.
26. NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th Ed.). National Academy Press, washington, DC.
27. Reynal, S.M. and G.A. Broderick. 2005. Effect of dietary level of rumen degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 88: 4045-4064.
28. Russell, J.B., J.D. O.Connor, D.G. Fox, P.J. Van Soest and C.J. Sniffen. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. Journal of Animal Science, 70: 3551-3561.
29. Russell, J.B., C.J. Sniffen and P.J. Van Soest. 1983. Effect of carbohydrate limitation on degradation and utilization of casein by mixed rumen bacteria. Journal of Dairy Science, 66: 763-775.
30. Salisbury, M.W., C.R. Krehbiel, T.T. Ross, C.L. Schultz and L.L. Melton. 2004. Effects of supplemental protein type on intake, nitrogen balance, and site, and extent of digestion in whiteface wethers consuming low-quality grass hay. Journal of Animal Science, 82: 3567-3576.
31. Schingoenthe, D.J. 1976. Whey utilization in animal feeding: A summary and evaluation. Journal of Dairy Science, 59: 556-570.
32. Soltani, M., M. Kazemi-Bonchenari, A.H. Khaltabadi-Farahania and O. Afsarian. 2017. Interaction of forage provision (alfalfa hay) and sodium butyrate supplementation on performance, structural growth, blood metabolites and rumen fermentation characteristics of lambs during pre-weaning period. Animal Feed Science and Technology, 230: 77-86.
33. Valadares, R.F.D., G.A. Broderick, S.C. Valadaresfilho and M.K. Clayton. 1999. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. Journal of Dairy Science, 82: 2686-2696.
34. Van Soest, P.J, J.B. Roberts and B.A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and noN.S.trach polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
35. Walker, R.S., D. LaMay, J.R. Davis and C.A. Bandyk. 2013. Method of feeding a liquid-protein supplement with low- to medium-quality hay affects hay waste and cow performance. The Professional Animal Scientists, 29: 552- 558.
36. Wang, Z., Y. Cui, P. Liu, Y. Zhao, L. Wang, Y. Liu and J. Xie. 2017. Small peptides isolated from enzymatic hydrolyzate of fermented soybean meal promote endothelium-independent vasorelaxation and ACE inhibition. Journal of Agricultural Food and Chemistry, 65: 10844-10850.
37. Wickersham, E.E., J.E. Shirley, E.C. Titgemeyer, M.J. Brouck, J.M. DeFrain, A.F. Park, D.E. Johnson and R.T. Ethington. 2004. Response of lactating dairy cows to diets containing wet corn gluten feed or a raw soybean hull-corn steep liquor pellet. Journal of Dairy Science, 87: 3899-3911.
38. Yang, C.M.J. 2002. Response of forage fiber degradation by ruminal microorganisms to branched-chain volatile fatty acids, amino acids and dipeptides. Journal of Dairy Science, 85: 1183-1190.

Evaluation the Effects of Liquid Protein Source in Sheep Diet Fed High Wheat Straw Diet on Ruminal Fermentation, Microbial Protein, Hematology and Blood Metabolites

Reza Chegini[1], Mahdi Kazemi-Bonchenari[2], Mahdi Khodaei-Motlagh[3] and Amir Hossein Khaltabadi-Farahani[4]

1, 3 and 4- Graduated M.Sc. Student and Associate Professor and Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of agriculture and Natural Resources Arak University
2- Associate Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of agriculture and Natural Resources Arak University, (Corresponding author: m-kazemibonchenari@araku.ac.ir)
Received: August 27, 2019 Accepted: November 9, 2019

Abstract

The effect of liquid protein feed (corn steep liquor; CSL contain 42% CP, DM basis) and its comparison with conventional protein sources (i.e. soybean meal; SBM and cottonseed meal; CSM) were evaluated in fistulated sheep fed with high wheat straw level included in diet (400 g/kg, DM basis). The study was carried out on three ruminal fistulated sheep in 3 × 3 Latin square design with 21-d periods (the first 14-d for adaptation period and the last 7-d for sample collection). The treatments were; (1) CSL; (2) SBM and (3) CSM included in basal diet. Microbial protein synthesis, ruminal fermentation, nutrients digestibility, hematology and blood metabolites were evaluated in the current study. Results show that intake was not differed among treatments ($P > 0.05$). However, NDF digestibility was increased in SBM fed sheep ($P = 0.02$). Total short chain fatty acid production was 73.68, 82.55, and 65.93 mmol for CSL, SBM and CSM, respectively ($P = 0.03$). Purine derivate as well as microbial protein synthesis were increased in sheep fed SBM ($P = 0.02$). The hematology of sheep was similar among treatments. Among blood metabolites only blood urea nitrogen was tended to be lower in SBM diet. In conclusion, results show that CSL as liquid protein feed could include in sheep fed high wheat straw diet with no negative effect and further works need to improve its nitrogen efficiency in animal nutrition.

Keywords: Nitrogen Efficiency, Fiber, Microbial Protein Synthesis, Liquid Protein, Sheep