نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد پنجم، شماره اول، ۱۳۹۶
http://ejrr.gau.ac.ir

اثر منبع نشاسته در جیره‌های حاوی خیساب ذرت بر عملکرد، متابولیت‌های خونی و فعالیت آنزیم‌های شکمبه‌ای در بره‌های پرواری

فاطمه جیریایی[۱]، *مهدی کاظمی‌بنچناری[۲]، محمدحسین مرادی[۲] و داوود میرمحمدی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد و [۲]استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک

[۳]دانشجوی دکتری، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: منبع پروتئینی خیساب ذرت حاوی پروتئین نسبتاً بالایی (۴۲ درصد بر اساس ماده خشک) می‌باشد که از نظر پروتئین محلول نیز غنی است. این ماده خوراکی یکی از محصولات جانبی فرآوری دانه ذرت می‌باشد که بر اساس نوع فرآوری دارای پروتئین محلول نسبتا بالایی می‌باشد. علیرغم اینکه پژوهش‌هایی در مورد استفاده از منبع خیساب ذرت به‌عنوان منبع پروتئین محلول انجام گرفته است اما بررسی مصرف همزمان این منبع پروتئینی با منابع متفاوت انرژی (نشاسته) نیاز به پژوهش بیشتری دارد. تاثیر همزمان‌سازی این منبع پروتئینی با سه نوع غله به عنوان منبع نشاسته (جو، ذرت و گندم) بر عملکرد، برخی متابولیت‌های خونی و فعالیت دو آنزیم شکمبه‌ای (کربوکسی متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز) در بره‌های پرواری نژاد فراهانی مورد بررسی قرار گرفت. بره‌های پرواری جیره‌هایی بر پایه منبع پروتئین خیساب ذرت مصرف کردند که نوع منبع نشاسته در آن‌ها متغیر بود.

مواد و روش‌ها: تعداد ۱۸ رأس بره نژاد فراهانی با میانگین وزن ۳ ± ۳۲ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار با ۶ تکرار به به مدت ۶۳ روز تحت آزمایش قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل استفاده از غلات متفاوت شامل، جو (تیمار ۱)، ذرت (تیمار ۲) و گندم (تیمار ۳) بودند. تمام جیره‌ها حاوی ۱۰ درصد (بر پایه ماده خشک) خیساب ذرت بودند. اقلام دیگر جیره‌های آزمایشی ثابت بود.

*نویسنده مسئول: m-kazdemibonchenari@araku.ac.ir

یافته‌ها: نتایج نشان داد مصرف خوراک (P<۰/۰۱) و افزایش وزن روزانه (P<۰/۰۵) تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت به گونه‌ای که بره‌های تغذیه شده از جیره حاوی ذرت بیشترین افزایش وزن و مصرف خوراک و همچنین دام‌های تغذیه شده از جیره حاوی گندم کم‌ترین مصرف خوراک و کم‌ترین افزایش وزن را در بین تیمارها نشان دادند. ضریب تبدیل (FCR) در بین تیمارهای آزمایشی تفاوتی نشان نداده و ثابت بود. غلظت گلوکز خون در تیمار ذرت دارای تمایل به معنی‌داری (P=۰/۰۹) و هم‌چنین غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات نیز در این تیمار کاهش داشت (P=۰/۰۳). نتایج نشان داد pH مایع شکمبه در بره‌های تغذیه شده با دانه جو کاهش یافت و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در تیمار مصرف کننده جو تمایل به افزایش داشت (P =۰/۰۷). بالاترین سطح pH مایع شکمبه مربوط به دام‌هایی بود که دانه ذرت مصرف کرده بودند. آنزیم‌های شکمبه‌ای بررسی شده تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که همزمان‌سازی منبع پروتئینی خیساب ذرت با نسبت پروتئین محلول بالا با دانه ذرت پاسخ بهتری در عملکرد و همچنین متابولیت‌های خونی در بره‌های پرواری به همراه خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: پره پرواری، منبع نشاسته، خیساب ذرت، عملکرد، متابولیت‌های خون

مقدمه

همزمان‌سازی نرخ عرضه‌ی منبع نیتروژن و انرژی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه به‌منظور به حداکثر رساندن جذب پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP) و بهینه‌سازی رشد میکروبی انجام می‌گیرد. عرضه همزمان انرژی و پروتئین به شکمبه، توان جمعیت میکروبی را در گرفتن نیتروژن و استفاده از ATP برای تولید پروتئین میکروبی را افزایش می‌دهد. همزمان‌سازی نرخ تجزیه‌پذیری کربوهیدرات و پروتئین یک روش برای افزایش سنتز پروتئین میکروبی، بهبود استفاده از نیتروژن و عملکرد حیوان، کاهش دفع نیتروژن ادراری می‌باشد (۲۸). علاوه بر بحث نحوه تجزیه پذیری مواد خوراکی در شکمبه، انتخاب مواد اولیه با قابلیت دسترسی مناسب، قیمت ارزان و دارای ارزش خوراکی مناسب برای تأمین احتیاجات غذایی توصیه شده هر نوع دام در فرمولاسیون جیره دام ضروری می باشد. فرآورده‌های فرعی که هنگام عمل‌آوری محصولات اصلی صنعتی و کشاورزی تولید می‌شوند، پس‌ماندهای کشاورزی و صنعتی می‌باشند که می‌توانند استفاده وسیعی داشته باشند. از جمله پس‌ماندهای صنعتی منبع پروتئینی خیساب ذرت می‌باشد، که طی فرآیند آسیاب مرطوب دانه ذرت جهت استحصال نشاسته و روغن ذرت تولید می‌شود. این پس‌ماند فرعی یک مایع چسبناک با رنگ روشن تا قهوه‌ای تیره است که دارای بویی شبیه به سیلو و pH اسیدی و در حدود ۳/۸۶ می‌باشد. خیساب ذرت حاوی ۵۲۰ گرم ماده خشک در کیلوگرم وزن تر و ترکیبات شیمیایی ماده خشک آن شامل ۴۲۰ گرم پروتئین خام بوده که حدود ۳۶۰ گرم از آن پروتئین محلول می‌باشد. محتوای دیواره سلولی نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی این محصول فرعی صفر گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش گردیده است (۴، ۱۷ و ۱۸). با توجه به اینکه پیش تر سطوح متفاوت این ماده خوراکی در بره‌های پرواری مورد آزمایش قرار گرفته است (۴) اما به نظر می رسد بررسی تاثیر منابع متفاوت نشاسته (غلات) در زمانی که دام‌ها از خیساب ذرت به عنوان منبع پروتئینی دریافت می‌کنند نیاز به مطالعه بیشتر دارد. در حقیقت بررسی همزمانی تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای این محصول با منابع غلات باید مورد بررسی قرار گیرد تا مشخص گردد که بالاترین بازدهی در زمان مصرف این محصول جانبی مربوط به کدام منبع نشاسته (انرژی) خواهد بود. دانه‌های غلات منابع اصلی تأمین انرژی قابل متابولیسم قابا تخمیر برای نشخوارکنندگان می‌باشند. بین ۸۰ الی ۹۰ درصد از نشاسته جو و گندم می تواند به آسانی در شکمبه هضم شود، درحالی‌که این درصد برای سورگوم و ذرت کم‌تر از ۵۵ الی ۷۰ می‌باشد. بر اساس گزارش‌های برک (۱۹۹۸) احتمال تأمین نشاسته عبوری از دانه ذرت بیش از دانه

جو برای دام‌های نشخوارکننده است. استفاده مناسب از منبع نیتروژن (آمونیاک و اسیدهای آمینه) به فراهمی آن‌ها طی ساعات پس از تغذیه و نوع منبع نشاسته بستگی دارد. برخی مطالعات آزمایشگاهی مشخص می‌کند که میکروارگانیسم‌های تخمیرکننده کربوهیدرات‌های غیرساختمانی، ۶۶ درصد از نیتروژن مورد نیاز خود را از پپتیدها و یا اسیدهای آمینه و۳۴ درصد دیگر را از نیتروژن آمونیاکی به دست می‌آورند، و این بخش با سرعت رشد میکروارگانیسم‌های دام تحت تأثیر قرار نمی گیرد (۲۹). بنابراین به نظر می رسد منابع متفاوت پروتئین می‌توانند غلظت‌های متفاوتی از نیتروژن ایجاد نمایند که از نوع نیتروژن آمونیاکی و یا اسید آمینه‌ای می باشند و در نهایت ممکن است پاسخ‌های متفاوتی ایجاد گردد. **با** توجه به این‌که تاکنون در ایران، پژوهش‌هایی در رابطه با کاربرد منبع پروتئینی خیساب ذرت در جیره دام‌های نشخوارکننده اندک می‌باشد، به نظر می‌رسد با توجه به بالا بودن پروتئین محلول (Soluble protein) در این خوراک هم‌زمان‌سازی این منبع نیتروژنی با منبع کربوهیدرات در تغذیه نشخوارکنندگان نیاز به مطالعه بیشتری دارد. از این‌رو، پژوهش حاضر در راستای بررسی تاثیر منابع مختلف نشاسته (جو، ذرت و گندم) بر عملکرد، متابولیت‌های خونی و فعالیت آنزیم‌های مایع شکمبه بره‌های پرواری تغذیه شده از خیساب مایع ذرت به‌عنوان منبع پروتئین صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه دامپروری گروه علوم دامی دانشگاه اراک طی ۶۳ روز به طول انجامید که یک هفته برای سازش‌پذیری با جایگاه و جیره و ۵۶ روز دوره آزمایشی بود. تعداد ۱۸ راس بره نر نژاد فراهانی با میانگین وزنی ۳ ±۳۲ در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تیمار با ۶ تکرار در نظر گرفته شدند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از؛ ۱) دانه جو، ۲) دانه ذرت و ۳) دانه گندم. سطح استفاده غلات برابر ۴۵ درصد از ماده خشک جیره بود و غلات مصرفی به صورت بلغور شده و اندازه‌های نسبتا یکسان در جیره‌ها استفاده شد. خیساب ذرت به‌صورت برابر در جیره‌ها و به میزان ۱۰ درصد از ماده خشک مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). فرمولاسیون جیره‌های آزمایشی بر اساس احتیاجات به مواد مغذی توصیه شده توسط انجمن تحقیقات ملی (۲۰۰۷) صورت گرفت. خوراک‌دهی در دو نوبت صبح (۸ صبح) و عصر (ساعت ۱۶) انجام شد. پس‌مانده خوراک هر روز صبح (ساعت ۷ صبح) قبل از ریختن خوراک جدید اندازه‌گیری شد. جهت تعیین مصرف خوراک روزانه، خوراک باقی‌مانده (براساس ۱۰ درصد باقی‌مانده در آخور) از روز قبل همه روزه جمع‌آوری و توزین گردید. نمونه‌هایی

از خوراک مصرفی مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت (AOAC, ۱۹۹۰). در انتهای آزمایش میانگین مصرف خوراک روزانه، میانگین افزیش وزن روزانه و در نهایت ضریب تبدیل مصرف خوراک جهت مقایسه بازدهی تیمارها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. وزن‌کشی بره‌ها طی دوره‌های نه روزه و قبل از خوراک‌دهی صبح انجام شد و تغییرات وزن آن‌ها ثبت گردید. در کل دوره‌ی آزمایشی شش بار وزن‌کشی صورت گرفت.

خون‌گیری در روزهای ۳۰ و ۶۰ دوره آزمایش انجام گرفت، از دام‌ها طی دو مرحله شامل قبل از تغذیه صبح‌گاهی و چهار ساعت پس از خوراک‌دهی از سیاهرگ گردنی (وداج) نمونه خون گرفته شد و نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه و با ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردیدند. لوله‌های آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد هپارین بود. پلاسمای به دست آمده به منظور تعیین غلظت گلوکز، آلبومین، پروتئین کل و نیتروژن اوره‌ای توسط کیت‌های آزمایشگاهی پارس آزمون (ایران) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات نیز توسط کیت‌های رندوکس (انگلستان) اندازه گیری شد. نمونه مایع شکمبه در روز ۳۱ آزمایش حدود چهار ساعت پس از خوراک‌دهی وعده صبح، با استفاده از لوله مری از بره‌ها گرفته شد. بعد از صاف کردن نمونه‌ها با چهار لایه پارچه صافی pH مایع شکمبه توسط pH متر پرتابل (مدل HI ۸۳۱۴ ساخت ایتالیا) ثبت گردید. از مایع شکمبه‌ای صاف شده در ظروف در دار ریخته و برای اندازه‌گیری آمونیاک به آزمایشگاه منتقل شد. به منظور تعیین میزان فعالیت آنزیم‌های شکمبه نمونه‌های صاف شده بلافاصله در فلاسک در دمای ۳۹ درجه سانتیگراد به آزمایشگاه آورده شد. به منظور بخش‌بندی آنزیم‌های مورد بررسی در شیرابه شکمبه به سه بخش مجزا (جامد، خارج سلولی و داخل سلولی) تقسیم‌بندی شد. ابتدا مایع شکمبه استحصال شده صاف گردید و مواد باقی‌مانده بر روی صافی به عنوان مواد جامد در نظر گرفته شد. برای جداسازی بخش‌های پروتوزوآیی و باکتریایی ابتدا شیرابه شکمبه با دور ۴۵۰ (g) به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. پلت به دست آمده به عنوان بخش پروتوزوآیی در نظر گرفته شد و مایع شفاف رویی (سوپرناتانت) نیز مجددا سانتریفیوژ شد. سرعت سانتریفیوژ برای بخش سوپرناتانت ۲۷۰۰۰ دور و به مدت ۲۰ دقیقه بود. پلت به دست آمده به عنوان بخش باکتریایی در نظر گرفته شد و سوپرناتانت حاصل نیز برای بررسی بخش آنزیم‌های خارج سلولی در نظر گرفته شد.

جدول ۱: اجزاء خوراکی مورد استفاده و ترکیبات شیمیایی در جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)

Table 1. Ingredients and chemical composition of the experimental diets (% of dry matter)

Treatment 3- Wheat grain تیمار ۳- دانه گندم	Treatment 2- Corn grain تیمار۲- دانه ذرت	Treatment 1- Barley grain تیمار۱ – دانه جو	اجزای مواد خوراکی Feedstuff Ingredients
10	10	10	کاه گندم (Wheat straw)
25	25	25	علوفه یونجه (Alfalfa hay)
8.5	8.5	8.5	سبوس گندم (Wheat bran)
45	0	0	دانه گندم (Wheat grain)
0	0	45	دانه جو (Barley grain)
0	45	0	دانه ذرت (Corn grain)
10	10	10	خیساب مایع ذرت (Corn steep liquor)
0.5	0.5	0.5	نمک (Salt)
1	1	1	مکمل ویتامینی و معدنی[1] (Vitamin and mineral premix)
			ترکیب شیمیایی(Chemical composition)
2.4	2.5	2.4	انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری به ازاء هر کیلوگرم) Metabolisable energy (Mcal/kg)
14.8	14.1	14.5	پروتئین خام (%) Crude protein
34.1	33.2	34.8	دیواره سلولی (%) Neutral detergent fiber
0.6	0.6	0.6	کلسیم (%) Ca
0.4	0.4	0.4	فسفر (%) P

* تیمارهای ۱، ۲ و ۳ شامل جیره‌های حاوی دانه جو (تیمار ۱)، دانه ذرت (تیمار ۲) و دانه گندم (تیمار ۳) بودند.

۱- میزان ویتامین و مواد معدنی در هر کیلوگرم از مکمل برابر؛ واحد بین المللی۲۵۰۰۰۰ ویتامین A، ۴۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D، ۱۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۱۱۰ گرم کلسیم، ۴۵ گرم فسفر، ۲۰ گرم منیزیم، ۱۵ گرم سدیم، ۱۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۲۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰ میلی‌گرم مس، ۷۵۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰ میلی‌گرم ید و ۱۰ میلی‌گرم سلنیوم و۸ میلی‌گرم کبالت بود.

* Treatments 1, 2 and 3, indicating diets contained barley (T1) corn (treatment 2) and wheat (treatment 3) grains, respectively.

[1]Contained per kilogram of supplement: 250,000 IU vitamin A, 40,000 IU vitamin D, 1,000 IU vitamin E, 110 g Ca,, 45 g P, 20 g Mg, 15 g Nna, 1000 mg Fe, 2000 mg Zn, 500 mg Cu, 750 mg Mn, 20 mg I, 10 mg Se and 8 mg Co.

فعالیت دو آنزیم کربوکسی متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز بر اساس روش آگاروال (۲۰۰۰) اندازه گیری شد. بر این اساس و به منظور اندازه‌گیری فعالیت کریوکسی متیل سلولاز، محلولی شامل یک میلی‌لیتر ۰/۱ مولار بافر فسفات، نیم میلی لیتر نمونه صاف شده مایع شکمبه و نیم میلی لیتر کربوکسی متیل سلولاز ۱ درصد به مدت ۶۰ دقیقه برای ۳۹ درجه سانتیگراد انکوبه شد. برای

تعیین میزان فعالیت آنزیم میکروکریستالین سلولاز محلول مشابه در نظر گرفته شد که حاوی یک میلی‌لیتر میکروکریستالین سلولاز بود. در نهایت گلوکز آزاد شده از محلول‌های انکوبه شده قرائت گردید و میزان فعالیت آنزیم‌ها برابر یک میکرومول گلوکز آزاد شده به ازای هر ساعت فعالیت ثبت گردید (۳).

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های جمع‌آوری شده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده شد. استفاده شده در این آزمایش، طرح کاملا تصادفی بود. برای آنالیز داده‌هایی که تکرار در زمان نداشته‌اند (آنزیم‌های شکمبه‌ای) مدل آماری زیر استفاده گردید.

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

که در این مدل، Yij هر یک از مشاهدات، μ میانگین جمعیت، Ti اثر تیمار و eij اثر خطای آزمایشی می‌باشد.

مقایسه میانگین تیمارها با آزمون دانکن صورت گرفت. برای صفات عملکردی نیز وزن اولیه به‌عنوان کوواریت در مدل در نظر گرفته شد. برای آنالیز داده‌هایی که تکرار در زمان داشته‌اند (صفات عملکرد و متابولیت‌های خونی) از مدل زیر استفاده شد.

$$Yijk = \mu + Ti + Rj + (T*R)ij + eijk$$

که در آن Yijk مقدار مشاهدات، μ میانگین جمعیت، T_i اثر تیمار (دانه جو، ذرت و گندم)، Rj اثر زمان نمونه‌گیری و T در R اثر متقابل تیمار در زمان و eijk اثر خطای آزمایشی می باشد.

نتایج و بحث

ماده خشک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک: در پژوهش حاضر تاثیر روند همزمان‌سازی شکمبه‌ای استفاده از منبع خیساب ذرت به‌عنوان منبع پروتئینی با سه غله مختلف به‌عنوان منبع نشاسته در نظر گرفته شد. بر این اساس نتایج مربوط به مصرف ماده خشک روزانه، افزایش وزن روزانه، تغییرات وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد بین جیره‌های آزمایشی به لحاظ ماده خشک مصرفی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ماده خشک مصرفی در تیمار مصرف کننده ذرت بیش‌تر و در تیمار تغذیه شده با غله‌ی گندم کم‌تر از بقیه بود. افزایش وزن روزانه دام‌های آزمایشی تحت تاثیر جیره قرار گرفته است و کم‌ترین افزایش وزن در دام‌های تغذیه شده از جیره حاوی گندم بود. به نظر می‌رسد مشاهده شد که استفاده از منبع دانه ذرت در جیره‌ها میزان ماده خشک مصرفی روزانه را نسبت به جیره‌های دیگر افزایش داده است.

جدول ۲: تاثیر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد بره‌های پرواری

Table 2. Effects of experimental diets on the performance of fattening lambs

P-value	SEM	Treatments* تیمارها			پارامتر Parameter	
		دانه‌گندم Wheat grain	دانه ذرت Corn grain	دانه جو Barley grain		
0.89	2.40	33.95	33.98	33.71	Initial body weight (kg)	وزن اول دوره
0.69	2.54	42.18	45.20	44.36	Final body weight (kg)	وزن آخر دوره
0.05	0.82	8.23[b]	11.21[a]	10.65[ab]	Body weight change (kg)	تغییرات وزن در دوره
0.05	0.016	0.160[b]	0.225[a]	0.211[ab]	Daily weight gain(kg)	افزایش وزن روزانه
0.01	0.015	1.41 [c]	1.65 [a]	1.52 [b]	Dry matter intake (kg day^{-1})	ماده خشک مصرفی در روز
0.25	0.85	8.82	7.49	7.44	Feed conversion ratio	ضریب تبدیل

*تیمارهای ۱، ۲ و ۳ نشان‌دهنده جیره‌های حاوی دانه جو (تیمار ۱)، دانه ذرت (تیمار ۲) و دانه گندم (تیمار ۳) بودند.

– حروف معنی‌دار در هر سطر نشان دهنده تفاوت در سطح مساوی و بزرگتر از ۰/۰۵ می‌باشد

* Treatments 1, 2 and 3, indicating diets contained barley (T1) corn (treatment 2) and wheat (treatment 3) grains, respectively.

a–b Least squares means within same row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

بین ۹۰–۸۰ درصد نشاسته غلاتی مانند جو و گندم در شکمبه تجزیه می‌شود، در حالی که این میزان در مورد دانه غلاتی مانند سورگوم و ذرت بین ۷۰–۵۵ درصد می‌باشد (۲۰). بنابراین، در مقایسه با دانه جو سهم بیشتری از نشاسته دانه ذرت ممکن است به روده باریک برسد. از نظر تئوری پذیرفته شده که گوارش و به عبارتی بازدهی مصرف انرژی قابل سوخت و ساز از منبع نشاسته در روده باریک نسبت به زمانی‌که نشاسته در شکمبه به اسیدهای چرب فرار تبدیل می‌شود، بیش‌تر است. بر این اساس، انتظار می‌رود ماده خشک مصرفی در دام‌های تغذیه شده با جیره‌های بر پایه دانه ذرت بیش‌تر باشد. هم‌چنین مک کارتی و همکاران (۱۹۸۹) اثر تغذیه جیره‌های با نشاسته بالا بر اساس ذرت در مقابل جو را در گاوهای شیرده بررسی نمودند و مشاهده کردند که تغذیه جو میزان ماده خشک مصرفی را کاهش داد که این کاهش مصرف خوراک همراه با کاهش هضم دیواره ی سلولی و کاهش نسبت استات به پروپیونات در شکمبه و هم‌چنین افزایش هضم شکمبه‌ای نشاسته به میزان ۱/۳ کیلوگرم در روز همراه بوده است (۲ و۱۲). همچنین در مورد دلایل احتمالی دیگر نیز وضعیت تخمیر در شکمبه را می توان بیان کرد. در مطالعه حاضر کمترین سطح فیبر مصرفی در تیمار ذرت بوده است و از طرف دیگر نیز سطح pH مایع شکمبه در این تیمار نیز بالاتر بوده است. به نظر می رسد این عوامل نیز می تواند در بهبود مصرف خوراک دام‌ها در این تیمار تاثیر مثبت داشته باشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد، به نظر می رسد پروتئین محلول بالا که در خیساب ذرت می‌باشد، قابلیت همزمان‌سازی بالاتری با نشاسته ذرت که تجزیه‌پذیری کم‌تر داشته است داشته است که در نهایت سبب بهبود افزایش وزن در تیمار دارای غله‌ی ذرت شده است. علاوه بر این مطلب، افزایش ماده خشک مصرفی در تیمار دو (ذرت) نسبت به تیمارهای دیگر نیز یکی دیگر از دلایل افزایش وزن روزانه مشاهده شده در این تیمار بوده است. به نظر می‌رسد تایید این مطلب نیاز به پژوهش بیشتر در این زمینه خواهد داشت. علیرغم اینکه افزایش وزن دام‌های مصرف کننده گندم کم بوده است از طرف دیگر سطح مصرف خوراک در این تیمار نیز کم‌تر بوده است که در نهایت سبب عدم تغییر در ضریب تبدیل خوراک گردیده است. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر جیره بر برخی از فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصل نشان داد که اثر زمان در هیچ یک از فراسنجه‌های خونی معنی‌دار نیست و اثر متقابل تیمار در زمان نیز وجود ندارد.

جدول ۳: تاثیر جیره‌های آزمایشی بر متابولیت‌های خونی در بره‌های پرواری

Table 3. Effects of experimental diet on blood metabolites of fattening lambs

P-value			SEM	تیمارها* Treatments			پارامتر Parameter	
تیمار در زمان	زمان	تیمار		دانه‌گندم Wheat grain	دانه ذرت Corn grain	دانه جو Barley grain		
0.84	0.27	0.09	2.84	71.14	79.87	77.60	Glucose (mg/dL)	گلوکز خون
0.94	0.74	0.46	0.19	4.35	4.09	4.41	Albumin (mg/dL)	آلبومین
0.44	0.61	0.60	0.20	7.32	7.33	7.58	Total protein (mg/dL)	پروتئین کل
0.80	0.30	0.01	0.96	10.88[b]	10.96[b]	14.52[a]	Blood urea nitrogen(mg/dL)	نیتروژن اوره ای خون
0.11	0.28	0.03	0.05	0.35[b]	0.37[b]	0.58[a]	Beta-hydroxy butyric acid (mmol/l)	بتاهیدروکسی بوتیریک اسید

*تیمارهای ۱، ۲ و ۳ نشان‌دهنده جیره‌های حاوی دانه جو (تیمار ۱)، دانه ذرت (تیمار ۲) و دانه گندم (تیمار ۳) بودند.

– حروف معنی دار در هر سطر نشان دهنده تفاوت در سطح مساوی و بزرگتر از ۰/۰۵ می باشد

*Treatments 1, 2 and 3, indicating diets contained barley (T1) corn (treatment 2) and wheat (treatment 3) grains, respectively.

a–b Least squares means within same row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

غلظت آلبومین و پروتئین کل خون در هیچ یک از سه تیمار تحت تاثیر جیره، قرار نگرفت و تفاوتی در بین تیمارها نشان داده نشد (P>۰/۰۵). غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در تیمار دانه جو

افزایش معنی‌داری (P=۰/۰۱) را نشان داده است. هم‌چنین غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات تحت تاثیر قرار گرفته است و دارای افزایش معنی‌داری (P=۰/۰۳) می‌باشد، غلظت گلوکز خون نیز تمایل به افزایش در تیمار مصرف کننده ذرت داشته است. به نظر می‌رسد دام‌هایی که با ذرت تغذیه شده‌اند دارای توازن انرژی بهتری بودند که سبب افزایش نسبی گلوکز خون گردیده است. این مطلب می‌تواند به ماهیت نشاسته عبوری بیشتر در دانه ذرت از یک طرف و همچنین ماده خشک مصرفی بیشتر از طرف دیگر مربوط باشد. غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در دام‌هایی که جو استفاده کردند بالاتر بود. در تحلیل این یافته می‌توان اظهار داشت همان‌گونه که در دام‌های مصرف کننده جو مشاهده شده است سطح pH شکمبه پایین تر از دام‌ها در تیمارهای دیگر بوده است. بر این اساس ریموند وهمکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که با کاهش اسیدیته شکمبه، آمونیاک به فرم آمونیوم (NH_4^+) تبدیل می‌گردد که در نتیجه جذب آن از دیواره شکمبه کاهش می‌یابد. به‌دلیل پروتئین محلول بالا در خیساب ذرت به نظر می‌رسد که دانه جو همزمان سازی مناسبی با این منبع پروتئینی ندارد و سبب افزایش نیتروژن اوره‌ای خون و نیتروژن آمونیاکی شکمبه در تیمار مصرف کننده دانه جو شده است. تطبیق‌پذیری آزادسازی نیتروژن آمونیاکی و انرژی قابل استفاده در شکمبه بازدهی استفاده از نیتروژن را بهبود می‌دهد (سالتر و همکاران، ۱۹۷۹). بالا بودن نیتروژن اوره‌ای خون در تیمار مصرف کننده دانه‌ی جو احتمالا به دلیل بالاتر بودن نیتروژن آمونیاکی شکمبه در این تیمار بوده است (جدول ۴)، زیرا غلظت نیتروژن اوره‌ای خون با غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه همبستگی مثبتی دارد (نولان و لانگ، ۱۹۷۲). به نظر می‌رسد. نتایج حاضر نشان می‌دهد که استفاده از جو به منظور همزمان سازی با منبع پروتئین محلول قابل توصیه نمی‌باشد و سبب افزایش معنی‌دار نیتروژن اوره‌ای خون خواهد شد که نشان دهنده بازدهی کمتر نیتروژن در دام می‌باشد.

بالا بودن BHBA در بره‌هایی که دانه جو مصرف کرده‌اند، احتمالاً به این دلیل است که نیتروژن اوره‌ای خون بالا بوده است که برای دفع نیتروژن انرژی بیشتری صرف شده است و توانسته سطح توازن انرژی را کاهش داده و BHBA را افزایش دهد. به نظر می‌رسد پروفیل اسیدهای چرب فرار حاصل از همزمان‌سازی جو با خیساب ذرت توانسته بر بوتیرات و به دنبال **آن** BHBA نیز تاثیر داشته باشد که نیازمند مطالعات بیشتر می‌باشد.

میانگین داده‌های مربوط به pH مایع شکمبه و فعالیت آنزیم‌های شکمبه‌ای در جدول ۴ آورده شده است. pH مایع شکمبه در تحت تاثیر نوع جیره قرار گرفت (P =۰/۰۰۸) و با تغییر نوع غله تغییراتی را در

کل طول دوره از خود نشان داده است به گونه‌ای که استفاده از جو سبب کاهش pH گردید. نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه‌ای در دام‌هایی که جو مصرف کرده بودند تمایل به افزایش داشت (P =۰/۰۷).

نوع غله‌ی مصرفی می‌تواند بر تغییرات pH مایع شکمبه موثر باشد. هررا سالدانا و همکاران (۱۹۹۰) گزارش دادند نشاسته گندم و جو در مقایسه با ذرت با سرعت بیشتری تجزیه می‌شوند و از این‌رو باعث افت **بیش‌تر** pH مایع شکمبه می‌شوند. با توجه به بالا بودن غلظت اسیدهای چرب در جیره‌های بر پایه جو نسبت به جیره بر پایه ذرت، بدیهی است که pH مایع شکمبه در غله جو کم‌تر از جیره حاوی غله ذرت باشد (۳۱). یکی دیگر از دلایل احتمالی افزایش pH **در** تیمار دو (ذرت) می‌تواند به علت فعالیت متفاوت نشخوار مرتبط باشد زیرا بر اساس گزارشات مااکاوا و همکاران (۲۰۰۲) نشخوار کردن تولید بزاق را تحریک می‌کند، از این رو افزایش در pH می‌تواند به سبب اثر بافری بزاق در محیط شکمبه باشد (۵).

جدول ۴: تاثیر جیره‌های آزمایشی بر pH و نیتروژن آمونیاکی مایع شکبه و فعالیت آنزیم‌های شکمبه‌ای

Table 4. Effects of experimental diets on ruminal pH, NH_3-N and ruminal enzyme activities in fattening lambs

P-value	SEM	Treatments*تیمارها			پارامتر Parameter
		دانه گندم Wheat grain	دانه ذرت Corn grain	دانه جو Barley grain	
0.008	0.10	6.25 b	6.54 a	6.06c	pH
0.07	0.68	10.21	10.82	12.36	نیتروژن آمونیاکی شکمبه (Ruminal NH_3-N)
					کربوکسی‌متیل‌سلولاز (نانو مول گلوکز آزاد شده در هر دقیقه) (carboxymethyl-cellulase)
0.88	3.16	29.42	35.91	38.93	داخل سلولی(Intercellular)
0.69	2.44	28.09	38.40	34.96	خارج سلولی(Extracellular)
					میکروکریستالین‌سلولاز (نانو مول گلوکز آزاد شده در هر دقیقه) (microcrystalline-cellulase)
0.59	1.61	15.21	14.45	10.43	داخل سلولی (Intercellular)
0.27	2.49	15.79	20.58	34.96	خارج سلولی (Extracellular)

* تیمارهای ۱، ۲ و ۳ نشان دهنده جیره‌های حاوی دانه جو (تیمار ۱)، دانه ذرت (تیمار ۲) و دانه گندم (تیمار ۳) بودند.

– حروف معنی دار در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت در سطح مساوی و بزرگتر از ۰/۰۵ می باشد

*Treatments 1, 2 and 3, indicating diets contained barley (T1) corn (treatment 2) and wheat (treatment 3) grains, respectively.

a–b Least squares means within same row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

فعالیت آنزیم‌های شکمبه منعکس‌کننده میکروب‌هایی می‌باشد که در هضم ذرات خوراکی دخیل هستند (۲۶). تفاوت بین تیمارهای آزمایشی در مورد فعالیت آنزیم می‌تواند در نتیجه تغییر در جمعیت میکروبی با توجه به جیره ارائه شده به حیوانات و در نتیجه تغییر در پروفایل آنزیم‌ها باشد (۱). با توجه به نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر تفاوتی برای آنزیم‌های کربوکسی متیل سلولاز و میکروکریستالین سلولاز در بین تیمارهای آزمایش مشاهده نشد. پیش‌تر مشاهده شده است که افزودن منابع متفاوت نیتروژن می تواند بر قابلیت تجزیه‌پذیری فیبر تاثیر داشته باشد (۲۹) و این مطلب میتواند تا حد زیادی به دلیل تاثیر بر میزان فعالیت آنزیم‌های شکمبه‌ای دخیل در هضم فیبر می باشند. در مطالعه حاضر با توجه به اینکه نرخ تجزیه پذیری نشاسته در غلات مورد استفاده متفاوت بوده است، اما از طرف دیگر ممکن است به دلیل اینکه سطح مورد استفاده از غلات در آزمایش حاضر برابر بوده (۴۵ درصد) تفاوتی در فعالیت آنزیم‌های شکمبه مشاهده نشده است. پیش تر اشاره شده است که تفاوت در بین آنزیم‌های مورد بررسی بیشتر می‌تواند مربوط به تفاوت‌ها در تغییر اجتماع میکروبی بر اساس جیره مورد استفاده برای دام باشد. به نظر می رسد به توجه به حجم غله مساوی مصرف شده در تیمارها تجمع میکروبی برای هضم یکسان بوده و تاثیری بر فعالیت این آنزیم‌ها نداشته است.از طرف دیگر به نظر می‌رسد دامنه تغییرات pH مایع شکمبه در مطالعه حاضر به گونه‌ای نبوده است که بتواند در میزان فعالیت این آنزیم‌ها تاثیر معنی‌داری داشته باشد. به نظر می رسد در مطالعات آتی علاوه بر نوع غله مصرفی، تاثیر سطوح متفاوت غلات و همزمان سازی آن‌ها با منبع پروتئین محلول بر فعالیت آنزیم‌های شکمبه دخیل در هضم فیبر نیز نیاز به مطالعه بیشتر دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که خیساب ذرت که به عنوان یک منبع پروتئینی غنی از پروتئین محلول در تغذیه نشخوارکنندگان مطرح گردیده است دارای پاسخ بهتر با دانه ذرت در تغذیه بره‌های پرواری بود. دانه ذرت با بهبود وضعیت pH شکمبه سبب بهبود شرایط شکمبه‌ای و افزایش بازدهی شد. دانه جو سبب کاهش pH شکمبه از یک طرف و افزایش نیتروژن آمونیاکی از طرف دیگر گردید که نشان دهنده بازدهی کمتر گردیده است. به‌طور خلاصه نتایج نشان داد که دانه جو و گندم منبع نشاسته مناسبی برای همزمان سازی در شکمبه با منبع پروتئین محلول (خیساب ذرت) نمی‌باشد و در زمان مصرف منبع پروتئین محلول استفاده کردن از دانه ذرت برای پرواربندی قایل توصیه خواهد بود.

قدردانی

مطالعه حاضر تحت امتیاز معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه اراک مـی‌باشـد کـه بـدین‌وسـیله از حمایت‌های مالی دانشگاه اراک قدردانی می گردد.

منابع

1. Agarwal, N. 2000. Estimation of fibre degrading enzyme. In Feed Microbiology ed. Chaudhary, L.C., Agarwal, N., Kamra, D.N. and Agarwal, D.K. pp. 283-290. Izatnagar, India: CAS Animal Nutrition, IVRI.
2. Allen, M.S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. J. Dairy Sci. 80: 1447–1462.
3. Azizi-Shotorkhoft, A., Rezaei, J., and Fazaeli, H. 2013. The effect of different levels of molasses on the digestibility, rumen parameters and blood metabolites in sheep fed processed broiler litter. J. Anim. Feed Sci. Technol. 179: 69-76.
4. Azizi-shotorkhoft, A., Sharifi, A., Mirmohammadi, D., Baluch-Gharaei, H., and Rezaei, J. 2016. Effect of feeding different levels of corn steep liquor on the performance of fattening lambs. J. Anim. Phys. Anim. Nutr. 100: 109-17.
5. Benavides, M.C., and Rodriguez, J. 1971. Salivary secretion and its contribution to ruminal fluid flow in animals fed on liquid molasses/based diets. Rev. Cuban Sci. Agri. 5: 31-40.
6. Dijkstra, J., Oenema, O., and Bannink, A. 2011. Dietary strategies to reducing N excretion from cattle: Implications for methane emissions. Curr. Opin. Environ. Sustain. 3: 414-422.
7. Chanjula, P., Wanapat, M., Wachirapakorn, C., and Rowlinson, P. 2004. Effect of synchronizing starch sources and protein (NPN) in the rumen on feed intake, rumen microbial fermentation, nutrient utilization and performance of lactating dairy cows. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 17:1400-1410.
8. Hennessy, D.W., and Nolan, J.V. 1988. Nitrogen kinetics in cattle fed mature subtropical grass hay with and without protein meal supplementation. Aus. J. Agri. Res. 39: 1135-1150.
9. Hindrichsen, I.K., Osuji, P.O., Odenyo, A.A., Madsena, J., and Hvelplund, T. 2002. Effects of supplementation of basal diet of maize stover with different amounts of Leucaena diversifolia on intake, digestibility, nitrogen balance and rumen parameters in sheep. J. Anim. Feed. Sci. Technol. 98: 131-142.
10. Karsli, A.M., and Russell, J.R. 2002. Effects of source and concentrations of nitrogen and carbohydrate on ruminal protein synthesis Turk. J. Anim. Sci. 26: 201-207.

11. Kim, C.H. 2001. Effect of different protein sources given synchronously or asynchronously in to the rumen of consuming a beef cattle diet high in concentrate on the synthesis of microbial protein. J. Anim. Feed. Sci. Technol. 43:831-840.
12. Kincheloe, J.J., Bowman J.G.P., Surber, L.M.M., Boss, D.L., Anderson, K.A., and Blake ,T.K. 2003. Effects of barley or corn on performance and digestibility in finishing diets. Proc. West. Section. Amer. J. Soc. Anim. Sci. Vol. 54.
13. McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., and Wilkinson, R.G. 2011. Animal Nutrition. 7th ed., Longman Group UK, Harlow, UK, Pp 693.
14. Michalet-Doreau, B., Fernandez, I., and Fonty, G. 2002. A comparison of enzymatic and molecular approaches to characterize the cellulolytic microbial ecosystems of the rumen and the cecum. J. Anim. Sci. 80: 790-796.
15. Miller, R.K., Rockwell, L,C, Lunt, D.K., and Carstens G.E. 1996. Determination of the flavor attributes of cooked beef from cross-bred Angus steers fed corn- or barley based diets. J. Meat Sci. 44:235-243.
16. Mirza, M.A., and Mushtaq, T. 2006. Effect of supplementing different levels of corn steep liquor on the post-weaning growth performance of Pak-Karakul lambs. Pak. J. Vet. 26: 135-137.
17. National Research Council (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press, Washington, DC.
18. Nisa, M., Khan, M A., Sarwar, M., Lee, W.S., Lee, H.J., Ki, K.S., Ahn, B.S., and Kim, H.S. 2006. Influence of Corn Steep Liquor on Feeding Value of Urea Treated Wheat Straw in Buffaloes Fed at Restricted Diets. Asian- Aus. J. Anim. Sci. 11: 1610-1616.
19. Nisa, M., Sarwar, M., and Khan, M.A. 2004. Nutritive value of urea treated wheat straw ensiled with or without corn steep liquor for lactating Nili-Ravi buffaloes. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 17: 825-829.
20. Nocek, J.E., and Tamminga, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. J. Dairy Sci. 74: 3598–3629.
21. Nolan, J.V., and Leng, R.A. 1972. Dynamic aspects of ammonia and urea metabolism in sheep. Brit. J. Anim. Sci. 27: 177-194.
22. Overton, T.R., Cameron, M.R., Elliot, J.P., and Clark, J.H. 1995. Ruminal fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cow fed mixtures of corn and barley. J. Dairy Sci. 78: 1981-1998.
23. Owens, F.N., Zinn R.A., and Kim, Y.K. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. J. Anim. Sci. 63:1634–1648.

24. Patterson, T., Klopfenstein, T., Jordon, D.J., Wilson, C., Mass, R., and Stock, R. 2001. Undegradable intake protein content of corn steep compared to soybean meal. Univ. Neb. Beef Cattle Rep., MP 76-A, p. 37–38.
25. Radostitis, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C., and Hinchliff, K.W. 2007. Veterinary Medicine. A text book of the diseases of cattle, sheep, goats and horses. 10th ed. W.B. Saunders Ltd. London, UK.
26. Raghuvansi, S.K.S., Prasad, R., Tripathi, M.K., Mishra, A.S., Chaturvedi, O.H., Misra, A.K., Saraswat, B.L., and Jakhmola, R.C. 2007. Effect of complete feed blocks or grazing and supplementation of lambs on performance, nutrient utilisation, and rumen fermentation and rumen microbial enzymes. J. Anim. 1: 221–226.
27. Reynolds, C.K. 2006. Production and metabolic effects of site of starch digestion in dairy cattle. J. Anim. Feed Sci. Technol. 130: 78–94.
28. Richardson, J.M., Wilkinson, R.G., and Sinclair, L.A. 2003. Synchrony of nutrient supply to the rumen and dietary energy source and their effects on the growth and metabolism of lambs. J. Anim. Sci. 81: 1332-1347
29. Russell, J B., O'Connor, J.D., Fox, D.G., Van Soest, P.J., and Sniffen, C.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. J. Anim. Sci. 70: 3551-3561.
30. Salter, D.N., Daneshvar, K., and Smith, R H. 1979. The origin incorporated into compounds in the rumen bacteria of steers given protein and urea containing diets. Brit. J. Nutr. 41: 197-209.
31. Yanez Ruiz, D.R., Martin Garsia, A.I., Momen, A., and Molina Alcaide, E. 2004. Ruminal fermentation and degradation patterns, protozoa population and urinary purine derivatives excretion in goats and withers fed diets based on two stage olive cake: Effect of PEG supply. J. Anim. Sci. 82: 2023-2032.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 5(1), 2017
http://ejrr.gau.ac.ir

Effect of starch source in diets contained corn steep liquor on performance, blood metabolites, and ruminal enzymes activities of fattening lambs

F. Jiriaei[1], *M. Kazemi-Bonchenari[1], M.H. Moradi[1] and D. Mirmohammadi[2]
[1] M.Sc. Student, [2]Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, [3]Ph.D. Student, Dept. of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources

Received: 02/28/2017; Accepted: 06/03/2017

Abstract

Background and objectives: Corn steep liquor (CSL) contains high amount of protein (42% DM basis) which is high in soluble protein ratio. This feedstuff is derived from the corn processing and has contain relatively high concentration of soluble protein. Despite previous studies evaluated the inclusion of CSL as protein source in diets, but synchronized inclusion of this feedstuff with different energy sources (starch) need more research. The effects of synchronization of CSL with different starch containing sources (barley, corn and wheat) on performance, blood metabolites and ruminal enzymes in Farahani fattening lambs was evaluated.

Materials and methods: Eighteen Farahani lambs averaging BW 32 ± 3 kg (SD) were allocated in three different experimental treatments (6 lambs/each) in completely randomized design in a 9 weeks fattening trial. The basal diet has contained similar amount of CSL (10% DM basis) and different starch source was offered in different experimental treatments as follow; 1) barley grain (BG); 2) corn grain (CG); and 3) wheat grain (WG). Other dietary ingredients were constant among treatments.

Results: The results showed that the feed intake (P = 0.01) as well as daily gain (P = 0.05) differed among treatments with the greatest amounts of both intake and gain for corn grain fed lambs. Conversely wheat grain fed lambs showed the lowest intake and gain in the current study. The feed conversion ratio was constant among

*Corresponding author; m-kazdemibonchenari@araku.ac.ir

treatments. The corn fed lambs had the greatest ruminating time in the current study. The CG fed lambs had tended to have greater glucose (P = 0.09), however lower BHBA (P = 0.03) concentration in blood. Feeding barley grain with CS resulted the greatest urea nitrogen concentration in blood (P = 0.01). The rumen pH was reduced in barley fed lambs and the greatest ruminal pH value was obtained in lambs fed corn grain. No one of the measured ruminal fluid enzymes (CMCase, MCCas) were differed among treatments.

Conclusion: In conclusion, results revealed that inclusion of CSL as high soluble protein source is more efficient if synchronized with corn grain in comparison with barley or wheat grains in fattening lamb production.

Keywords: Fattening lamb, Starch source, Corn steep liquor, Performance, Blood metabolites