تحقیقات تولیدات دامی

سال ششم/ شماره اول/ بهار ۱۳۹۶ (۵۱-۳۹)

اثر متقابل بین فرآوری دانه جو و نوع منبع نیتروژن جیره غذایی بر قابلیت هضم، متابولیسم نیتروژن و تولید پروتئین میکروبی در گوسفند مهربان

شهرام نجفی[۱]، محمد مهدی طباطبایی[۲]، خلیل زابلی[۳]*، احمد احمدی[۳]، علی اصغر ساکی[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ایران
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ایران
۳- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ایران
۴- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۶ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۷)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر فرآوری دانه جو و نوع منبع نیتروژن جیره غذایی بر قابلیت هضم، تولید پروتئین میکروبی و ابقاء نیتروژن در گوسفند، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. جیره‌های آزمایشی شامل ۱) دانه جو کامل+ اوره، ۲) دانه جو کامل+ کنجاله سویا، ۳) دانه جو پرک شده + اوره و ۴) دانه جو پرک شده + کنجاله سویا بودند. در طول دوره آزمایش قابلیت هضم، کل ادرار دفعی گوسفندان جمع‌آوری شد و در روز آخر، خون‌گیری در ساعات ۱ و ۷ بعد از خوراک‌دهی صبح انجام گرفت. نتایج نشان داد دانه جو فرآوری شده سبب کاهش قابلیت هضم ماده خشک (از ۷۳/۸۲ به ۷۱/۵۸ درصد) و ماده آلی (از ۷۴/۹۴ به ۷۲/۸۴ درصد) جیره شد (P<۰/۰۵). مصرف کنجاله سویا در مقایسه با اوره سبب افزایش قابلیت هضم الیاف خام (از ۲۹/۹۷ به ۳۲/۸۴ درصد) و عصاره عاری از نیتروژن (از ۸۱/۳۹ به ۸۲/۱۳ درصد) جیره گردید (P<۰/۰۵). کنجاله سویا در مقایسه با اوره سبب افزایش درصد نیتروژن ابقاء شده (از ۱۹/۶۴ به ۳۷/۹۲ درصد ازت مصرفی) گردید (P<۰/۰۵) اما فرآوری دانه جو تأثیری بر آن نداشت. غلظت گلوکز و اوره پلاسما نیز تحت تأثیر فرآوری دانه جو و نوع منبع نیتروژن جیره غذایی قرار نگرفتند. به‌طور کلی، پرک کردن دانه جو موجب افزایش قابلیت هضم مواد مغذی جیره، ابقاء نیتروژن در بدن و تولید پروتئین میکروبی نشد. اما مصرف کنجاله سویا در مقایسه با اوره باعث بهبود هضم مواد مغذی جیره غذایی (شامل الیاف خام و عصاره عاری از نیتروزن) و ابقاء نیتروژن شد.

واژه‌های کلیدی: ابقاء نیتروژن، اوره، پرک کردن، کنجاله سویا.

*نویسنده مسئول: zaboli@basu.ac.ir

مقدمه

کاهش هزینه تولید در بخش دامپروری، یکی از اولویت-های اصلی این صنعت می‌باشد. برای این منظور، استفاده بهینه از منابع خوراکی مورد توجه اکثر دامپروران می-باشد. کاربرد محصولات جانبی کشاورزی و ارزان قیمت و فرآوری این مواد، از راهکارهای پیشنهاد شده برای این منظور می‌باشد. فرآیند کردن مواد خوراکی ممکن است باعث افزایش عملکرد در دام گردد. اما استفاده از این روش‌ها به‌دلیل هزینه‌بر بودن، بایستی از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر باشد. در همین رابطه، برخی از روش‌های فرآوری دانه غلات مورد توجه قرار گرفته است. فرآوری (تغییر شکل فیزیکی) دانه غلات باعث بهبود استفاده از نشاسته در شکمبه شده و بدین طریق سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه افزایش می‌یابد (Tothi *et al.*, 2003). اما برخی گزارشات نشان دادند که فرآوری اثری بر بازده غذایی دانه غلات در گاو پرواری ندارد (Bengochea *et al.*, 2005). دانه غلات یکی از مهم‌ترین مواد غذایی در جیره نشخوارکنندگان اهلی است. این دسته از مواد خوراکی به عنوان منبع انرژی در تغذیه گوسفند و بز استفاده می‌شوند. ارزش غذایی دانه غلات با توجه به نوع فرآوری تغییر می‌کند. فرآوری دانه غلات امروزه به‌صورت-های مختلفی مانند فرآوری به‌روش گرم، خشک، مرطوب و سرد انجام می‌گیرد. یکی از این روش‌ها، پرک کردن است. پرک کردن دانه، شامل تغییر شکل فیزیکی و یا اندازه دانه از طریق عبور دادن آن از بین دو غلطک دوار است (Armstrong, 1972). پرک کردن خشک، پرک کردن توأم با حرارت و یا بخار، معمول‌ترین روش‌های پرک کردن دانه غلات می‌باشند. روش استفاده از بخار و یا حرارت یک روش ایده‌آل برای کنترل اندازه و ضخامت ذرات دانه است. اما پرک کردن خشک با وجود اینکه تولید اندازه ذرات ریزتر می‌کند، یک روش ساده و ارزان قیمت نیز می‌باشد که نتیجه آن افزایش سطح تماس ذرات نشاسته برای تخمیر میکروبی در شکمبه می‌باشد (Yang *et al.*, 2007). از آنجا که تخمیر نشاسته در شکمبه در مقایسه با هضم آن در روده باریک، از نظر بازده تولید انرژی کمتر است. لذا سعی می‌شود تا هضم نشاسته در روده باریک صورت بگیرد. اما کاهش هضم نشاسته در شکمبه، سبب کاهش انرژی قابل دسترس برای رشد میکروب‌های شکمبه نیز می‌گردد. لذا عواملی که مرتبط با تخمیر نشاسته در شکمبه می‌باشند، بایست به‌گونه‌ای به‌کار گرفته شوند که از یک سو، فعالیت میکروبی شکمبه دچار اختلال نشود و از سوی دیگر، بالاترین بازده انرژی-زایی نیز حاصل گردد (Davies *et al.*, 2013). برخی از پژوهش‌هایی که در زمینه فرآوری (تغییر شکل فیزیکی دانه) غلات انجام شده است، عدم تأثیر پذیری ارزش غذایی دانه غلات را در اثر فرآوری آن گزارش کرده‌اند. در آزمایشی که بر روی گوسفندان مهربان انجام گرفت، تغییر شکل فیزیکی دانه جو (پرک کردن) در مقایسه با دانه جو معمولی اثری بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی جیره نداشت (افشار و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین در تحقیقی دیگر، تغییر شکل فیزیکی دانه سورگوم (پرک کردن در مقابل ورقه شده توأم با بخار) در بره‌های در حال رشد رامبویه اثری بر قابلیت هضم ماده خشک جیره و ابقاء ازت نداشت (Matras *et al.*, 1991). پژوهش بر روی گوسفندان نر سافوک نیز نشان داد که پرک کردن و پلت کردن دانه جو هیچکدام از مقادیر آلانتوئین دفعی و تولید ازت میکروبی در شکمبه، متابولیسم ازت و غلظت اوره پلاسما را تحت تأثیر قرار نداد (Kiran and Mutsvangwa, 2007). نوع منبع پروتئین به‌کار رفته در جیره نشخوارکنندگان نیز تأثیر عمده‌ای بر الگوی تخمیر شکمبه دارد (افشار و همکاران، ۱۳۹۴). به‌عبارت دیگر، همزمانی تخمیر نشاسته با تجزیه منبع نیتروژن برای حداکثر رشد میکروارگانیسم‌های شکمبه لازم و ضروری است و اگر سرعت تولید آمونیاک در شکمبه بیشتر از سرعت مصرف آن توسط میکروب‌های شکمبه باشد، باعث هدر روی نیتروژن می‌شود (Sinclair *et al.*, 1993). گزارش شده است که سرعت تجزیه شدن منبع نیتروژن بر میزان هضم مواد مغذی جیره موثر است (Khalid *et al.*, 2012). در یک مطالعه اثر مصرف منابع مختلف پروتئین (اوره و گلوتن ذرت) در جیره غذایی بره‌های نر سافوک نشان داد که مصرف گلوتن ذرت در مقایسه با اوره سبب افزایش معنی‌دار قابلیت هضم پروتئین شد (Kiran and Mutsvangwa, 2007). همچنین، مصرف همزمان دانه جو با کنجاله سویا و در مقابل مصرف همزمان دانه جو با اوره به‌ترتیب به‌دلیل همزمانی و عدم همزمانی در تأمین انرژی و نیتروژن، سبب افزایش و کاهش ابقاء نیتروژن در بره‌های در حال رشد شد (Sinclair *et al.*, 1993). در آزمایشی که بر روی بره‌های در حال رشد

رامبویه صورت گرفت، نیز مصرف اوره در مقایسه با پودر خون به‌همراه گلوتن ذرت سبب ابقاء کمتر نیتروژن در بدن شد (Matras *et al.*, 1991).

در تغذیه نشخوارکنندگان، از انواع منابع نیتروژن در جیره استفاده می‌شود. استفاده از منابع نیتروژنه با کیفیت بالا به‌دلیل گران قیمت بودن، از نظر اقتصادی قابل‌توجیه نیست و لذا امروزه استفاده از منابع نیتروژنه غیر پروتئینی تحت شرایط خاص مورد توجه دامداران قرار گرفته است. به نظر می‌رسد نوع منبع نیتروژنه مصرف شده در جیره غذایی ممکن است بازده غذایی دانه جو فرآوری شده را تغییر دهد. با توجه به اینکه تاکنون تحقیقی در زمینه اثر فرآیند کردن دانه جو (پرک کردن دانه در مقابل دانه کامل) و نیز نوع منبع نیتروژنه (اوره در مقابل کنجاله سویا) بر قابلیت هضم، سنتز پروتئین میکروبی و ابقاء نیتروژن در گوسفند مهربان انجام نشده بود، لذا بر این اساس تحقیق حاضر انجام گرفت.

مواد و روش ها

در این تحقیق از تعداد ۲۴ رأس گوسفند نر مهربان با میانگین وزن ۶/۱۵ ± ۵۲/۹۸ کیلوگرم در داخل قفس-های متابولیکی استفاده گردید. قبل از شروع آزمایش، جایگاه و قفس‌ها کاملاً تمیز و ضدعفونی شد و اقدامات بهداشتی و خوراندن داروی ضد انگل بر روی دام‌ها صورت گرفت. جیره‌های آزمایشی با نسبت ۴۰ درصد علوفه و ۶۰ درصد کنسانتره مطابق توصیه انجمن ملی آمریکا (NRC، 1989) با استفاده از مواد خوراکی شامل ساقه یونجه، دانه جو کامل، دانه جو پرک شده، اوره، کنجاله سویا و مکمل معدنی و ویتامینی مطابق جدول ۱ تنظیم شد. ساقه یونجه و دانه جو به‌کار رفته در این آزمایش به‌ترتیب ارقام همدانی و والفجر بودند. ترکیب شیمیایی اقلام خوراکی استفاده شده در آزمایش، در جدول شماره ۲ ارایه شده است. به‌منظور پرک کردن دانه جو از دستگاه پرک‌کننده ایستاده که مجهز به دو غلطک دوار و قابل تنظیم بود، استفاده گردید.

جدول ۱- مواد خوراکی تشکیل دهنده تیمارهای آزمایشی و ترکیب شیمیایی تیمارها (بر حسب درصد)

Table 2- Feed ingredients of the experimental treatments and their chemical composition (based on DM)

Ingredients of the ration	Experimental treatments			
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4
Alfalfa stem	40	40	40	40
Whole barley grain	56.91	52.45	-	-
Cracked barley grain	-	-	56.72	52.11
Urea	0.74	-	0.74	-
Soybean meal	-	5.37	-	5.50
Mineral and vitamin premix*	2.35	2.18	2.52	2.39
Chemical composition of experimental treatments				
Dry matter (%)	93.77	93.69	94.78	94.65
Organic matter (based on DM)	93.16	93.87	92.51	93.23
Crude protein (based on DM)	12.14	11.51	11.70	11.13
Crude fiber (based on DM)	20.96	21.04	20.83	20.92
Ether extract (based on DM)	1.48	1.79	1.53	1.84
Nitrogen free extract (based on DM)	60.70	59.84	60.58	59.67
Metabolizable energy[1] (Mcal/kg DM)	2.40	2.44	2.41	2.38

*: Premix composition per kg: vitamin A, 500,000 IU; vitamin D, 300,000 IU; vitamin E, 100 IU; Ca, 190,000; P, 90,000; Na, 50,000; Cu, 300; Fe, 3000; Mn, 2000; I, 100; Co, 100; Se, 1; Mg and Zn 3000 mg/ kg

2- Metabolizable Energy (Mcal/kg) was calculated based on NRC (1989).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی مواد خوراکی مورد استفاده در آزمایش (بر حسب ماده خشک)

Table 2- Chemical composition of the feed stuffs used in the experiment (based on DM)

Chemical composition	Alfalfa stem	Whole barley grain	Cracked barley grain	Urea	Soybean meal
Dry matter (%)	95.80	92.00	93.80	100	92.00
Organic matter (based on DM)	94.25	97.45	96.63	-	94.10
Crude protein (based on DM)	9.22	11.12	10.37	287.50	37.09
Crude fiber (based on DM)	43.28	6.41	6.20	-	6.84
Ether extract (based on DM)	1.42	1.61	1.70	-	7.01
Nitrogen free extract (based on DM)	40.33	78.31	78.36	-	49.10

قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی به روش مستقیم (درون‌تنی) تعیین گردید. برای این منظور، گوسفندان به مدت ۲ هفته دوره سازش‌پذیری را سپری کردند و پس از آن جمع‌آوری مدفوع (دوره اصلی) به مدت ۵ روز انجام گرفت. گوسفندان روزانه در دو نوبت در ساعات ۸ و ۱۶ در حد نیاز نگهداری تغذیه شدند و در طول دوره اصلی آزمایش، مقدار خوراک مصرفی، باقیمانده احتمالی خوراک و مدفوع تولید شده در طول ۲۴ ساعت به‌طور روزانه ثبت شد و از آنها نمونه‌برداری صورت گرفت.

به‌منظور اندازه‌گیری نیتروژن، آلانتوئین و نیتروژن اوره‌ای ادرار، کل ادرار دفعی (در ۲۴ ساعت) در طول دوره اصلی آزمایش توسط قیف‌های مخصوص در ظروف ۵ لیتری به‌طور جداگانه برای هر دام جمع‌آوری شد و برای حفظ مشتقات پورینی و سایر ترکیبات نیتروژنه و نیز جلوگیری از فعالیت میکروبی، به ظروف جمع‌آوری ادرار به‌طور روزانه اسید سولفوریک ۱۰ درصد به اندازه‌ای اضافه گردید که pH آن به حدود ۳-۲/۵ کاهش یابد. پس از ثبت حجم ادرار دفعی روزانه، مقدار ۲۰ درصد آن به‌عنوان نمونه برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های ادرار مربوط به هر دام در روزهای مختلف بر روی هم ریخته شد و برای آزمایشات بعدی در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری گردید.

به‌منظور اندازه‌گیری غلظت گلوکز و اوره پلاسما، در روز پایان آزمایش در یک و هفت ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، از طریق سیاهرگ وداج خون‌گیری انجام شد. برای جداسازی پلاسما، نمونه خون سانتریفوژ (با ۳۰۰۰ دور در دقیقه، به مدت ۱۵ دقیقه و دمای ۴ درجه سانتیگراد) شد و مقدار مشخصی از پلاسما به داخل میکروتیوب ۲ میلی‌لیتری منتقل شده و برای آزمایشات بعدی در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری گردید. غلظت گلوکز و اوره پلاسما با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی دستی (شرکت پارس آزمون، ایران) و مطابق دستورالعمل شرکت سازنده تعیین شد. برای اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی خوراک و مدفوع (ماده خشک، خاکستر خام، پروتئین خام، الیاف خام و چربی خام) و نیز مقدار نیتروژن موجود در ادرار از روش‌های استاندارد استفاده شد (AOAC, 1990). مقدار نیتروژن ابقاء شده (درصد) نیز از رابطه ۱ محاسبه گردید :

رابطه ۱ : درصد نیتروژن ابقاء شده = [(A +B)] /(C) × ۱۰۰

در رابطه ۱، A نیتروژن مدفوع بر حسب گرم، B نیتروژن ادرار بر حسب گرم و C نیتروژن خورده شده بر حسب گرم است.

میزان پروتئین میکروبی سنتز شده از طریق اندازه‌گیری مقدار آلانتوئین موجود در ادرار با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل Varian Cary 100 conc، استرالیا) در طول موج ۵۲۲ نانومتر تعیین شد (Puchala and Kulasek, 1992).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (1999) با استفاده از رویه GLM به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح خطای ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به اثر فرآیند کردن دانه جو و نوع منبع نیتروژن بر قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی جیره غذایی در جدول ۳ آورده شده است. پرک کردن دانه جو موجب کاهش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی جیره شد (P<۰/۰۵).

جدول ۳- قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش (درصد) در گوسفندان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی دانه جو کامل یا پرک شده و منبع متفاوت نیتروژن

Table 3- Total tract nutrient digestibility (%) in sheep fed diet with cracked or whole barley grain and containing different source of dietary nitrogen

	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fiber	Nitrogen free extract
Processing					
Whole barley grain	73.82 [a] ± 2.30	74.94 [a] ± 2.41	65.08 ± 5.60	30.42 ± 2.50	82.54 ± 2.00
Cracked barley grain	71.58 [b] ± 2.34	72.84 [b] ± 2.31	64.42 ± 5.89	29.02 ± 2.11	80.90 ± 2.91
P-value	0.0202	0.0225	0.5634	0.8108	0.2131
Nitrogen source					
Urea	72.51 ± 2.30	73.64 ± 2.30	64.19 ± 3.79	29.97 [b] ± 3.10	81.39 [b] ± 2.30
Soybean meal	72.88 ± 2.89	74.16 ± 2.82	65.33 ± 5.23	32.48 [a] ± 2.72	82.13 [a] ± 2.41
P -value	0.5732	0.4406	0.5723	0.0311	0.0412
Treatments					
Whole barley grain + urea	72.17 ± 2.40	74.16 ± 2.41	62.26 [b] ± 4.51	28.13 [ab] ± 3.03	82.36 ± 1.88
Whole barley grain+ Soybean meal	73.47 ± 2.20	75.71 ± 2.28	67.91 [a] ± 5.34	32.71 [a] ± 5.62	82.71 ± 2.33
Cracked barley grain + urea	71.86 ± 2.18	73.12 ± 2.33	62.76 [b] ± 4.24	26.24 [b] ± 3.92	80.06 ± 2.96
Cracked barley grain + Soybean meal	73.30 ± 2.50	74.61 ± 2.49	66.12 [a] ± 1.50	31.80 [a] ± 4.98	81.90 ± 2.78
P -value	0.6200	0.5701	0.0052	0.0132	0.3708

[a-b]Means with different superscript letters in columns are significantly different ($P<0.05$).

اما قابلیت هضم سایر اجزای جیره تحت تأثیر قرار نگرفتند. اثر نوع منبع نیتروژنه فقط در قابلیت هضم الیاف خام و عصاره عاری از نیتروژن جیره معنی‌دار شد و مصرف کنجاله سویا در مقایسه با اوره موجب افزایش معنی‌دار قابلیت هضم الیاف خام و عصاره عاری از نیتروژن شد ($P<۰/۰۵$). فرآیند کردن دانه جو به همراه مصرف منبع نیتروژنه بر قابلیت هضم پروتئین خام و الیاف خام جیره موثر بود ($P<۰/۰۵$). بر این اساس، قابلیت هضم پروتئین خام در تیمارهای حاوی کنجاله سویا به ترتیب با مقادیر ۶۷/۹۱ و ۶۶/۱۲ درصد بیشتر از تیمارهای حاوی اوره به ترتیب با مقادیر ۶۲/۲۶ و ۶۲/۷۶ درصد بود.

پرک کردن دانه جو در گوسفندان پرواری سبب شد تا درصد قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف خام و عصاره عاری از نیتروژن جیره غذایی در موقع مصرف دانه جو معمولی به‌ترتیب ۶۸/۴۸، ۷۰/۴۰، ۷۱/۷۰، ۲۶/۳۷ و ۸۲/۰۶ درصد و در دانه جو پرک شده به‌ترتیب ۶۷/۲۹، ۶۹/۷۴، ۶۸/۸۱، ۲۵/۱۱ و ۸۲/۰۴ درصد به‌دست آید که تا حدودی مشابه نتایج ما بود (افشار و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین، گزارش گردید که دانه جو فرآوری شده سبب کاهش قابلیت هضم ماده آلی و دیواره سلولی جیره می‌شود (Zinn and Borques, 1993). علت این پدیده کاهش pH شکمبه بیان شده است.

به‌عبارت دیگر، فرآوری دانه جو ممکن است از طریق افزایش سطح تماس ذرات نشاسته باعث افزایش تخمیر نشاسته در شکمبه گردد. لذا انتظار می‌رود که در چنین شرایطی باکتری‌های آمیلولایتیک (تجزیه کننده نشاسته) به‌عنوان جمعیت غالب میکروبی شکمبه باشند. با افزایش رشد این باکتری‌ها که مهم‌ترین باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک در شکمبه محسوب می‌شوند، تولید اسید لاکتیک در شکمبه افزایش یافته و از آنجا که قدرت اسیدیته اسید لاکتیک در مقایسه با سایر اسیدهای چرب فرار بالاتر است، لذا pH شکمبه ممکن است از حد نرمال آن کمتر شود.

با افت pH شکمبه، شرایط برای فعالیت باکتری‌های سلولولیتیک سخت شده و متعاقب آن هضم فیبر در شکمبه کاهش می‌یابد (Khalesizadeh *et al.*, 2011). کاهش فعالیت باکتری‌های سلولایتیک در pH کمتر از عدد ۶ و متعاقب آن کاهش هضم الیاف خام توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Davies *et al.*, 2013).

اما بر خلاف نتایج فوق، در آزمایشی که با بره‌های در حال رشد انجام شد، مشخص گردید که قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام جیره غذایی در موقع مصرف سورگوم پرک شده به‌ترتیب ۶۷/۳۳ و ۵۰/۰۳ درصد و در سورگوم ورقه شده با بخار به‌ترتیب ۶۵/۰۳ و ۴۵/۵۳

درصد شد و دانه سورگوم فرآوری شده اثری بر قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام جیره غذایی نداشت (Matras *et al.*, 1991).

در رابطه با اثر مصرف منابع مختلف نیتروژن بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره نیز گزارش متعددی ارایه شده است. در یک آزمایش مشابه، قابلیت هضم عصاره عاری از نیتروژن جیره حاوی اوره ۸۰/۷۳ درصد و جیره حاوی کنجاله سویا ۸۳/۵۶ درصد گزارش گردید که مشابه نتایج آزمایش حاضر بود (افشار و همکاران، ۱۳۹۴). در یک تحقیق دیگر نیز، قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام جیره غذایی در موقع استفاده از اوره به‌ترتیب ۶۶/۹۷ و ۵۱/۸۶ درصد و در پودر خون به‌همراه گلوتن ذرت به‌ترتیب ۶۵/۸۳ و ۴۸/۸۰ درصد به‌دست آمد و تفاوتی بین تیمارها مشاهده نشد (Matras *et al.*, 1991). همچنین، در یک مطالعه اثر مصرف منابع مختلف پروتئین (اوره و گلوتن ذرت) در جیره بره‌های نر سافوک نشان داد که مصرف گلوتن ذرت در مقایسه با اوره سبب افزایش معنی‌دار قابلیت هضم پروتئین شد (Kiran and Mutsvangwa, 2007).

در خصوص اثر همزمان فرآیند کردن دانه غلات و نوع منبع نیتروژنه نیز گزارش شد گوسفندانی که از دانه ذرت خرد شده به‌همراه کنجاله سویا استفاده کرده بودند، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام جیره در آنها به‌ترتیب ۷۴/۸۰، ۷۵/۴۰ و ۶۷/۸۰ درصد بود. اما در گوسفندانی که از دانه ذرت به‌همراه اوره استفاده کرده بودند، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام به‌ترتیب ۷۱/۱۰، ۷۱/۵۰ و ۶۹/۳۰ درصد بود (Knaus *et al.*, 2001).

منابع پروتئینی مختلف اثرات متفاوتی بر قابلیت هضم مواد مغذی در حیوانات دارند و سرعت تجزیه شدن منبع نیتروژنه بر میزان هضم مواد مغذی جیره موثر است (Khalid *et al.*, 2012). کنجاله سویا در مقایسه با اوره سرعت هضم آهسته‌تری در شکمبه دارد و لذا مصرف کنجاله سویا سبب می‌شود که سرعت آزاد شدن آمونیاک به‌طور پیوسته و در حد مناسب باشد. این امر بر فعالیت و رشد میکروب‌های شکمبه و نیز شرایط محیطی شکمبه اثر گذاشته و سبب می‌شود که قابلیت هضم مواد مغذی تحت تأثیر قرار بگیرد.

مصرف پروتئین حقیقی در جیره علاوه بر تأمین پپتید مورد نیاز باکتری‌های سلولایتیک، باعث فراهم شدن اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار در شکمبه می‌شود. این ترکیبات مورد نیاز برخی از باکتری‌های هضم کننده سلولز می‌باشد و بدین‌طریق رشد و فعالیت این دسته از باکتری‌ها با مصرف پروتئین حقیقی بهبود پیدا می‌کند (Griswold *et al.*, 2003). استفاده از منبع پروتئین حقیقی (کنجاله سویا) در مقایسه با نیتروژن غیر پروتئینی (اوره) در جیره ممکن است قابلیت هضم الیاف خام را افزایش دهد.

با توجه به‌اینکه قابلیت هضم الیاف خام در تیمارهای ۲ و ۴ (جیره‌های حاوی کنجاله سویا) تفاوت معنی‌داری نسبت به‌هم نشان ندادند و از طرف دیگر این مقادیر در تیمارهای فوق (جیره‌های حاوی کنجاله سویا) به نسبت بیشتر از تیمارهای ۱ و ۳ (جیره‌های حاوی اوره) بود، بنابراین نشان می‌دهد که تأثیر منبع نیتروژنه بر قابلیت هضم الیاف خام بیشتر از اثر دانه جو فرآوری شده بوده است.

نتایج مربوط به اثر فرآیند کردن دانه جو و نوع منبع نیتروژن بر متابولیسم نیتروژن در جدول ۴ ارایه شده است. اثر فرآیند کردن دانه جو بر متابولیسم نیتروژن معنی‌دار نشد و مقدار نیتروژن خورده شده، درصد نیتروژن موجود در مدفوع و نیتروژن ابقاء شده در دو حالت مصرف دانه جو معمولی و دانه جو پرک شده یکسان بودند. اثر نوع منبع نیتروژنه بر متابولیسم نیتروژن معنی‌داری بود و مصرف کنجاله سویا در مقایسه با اوره سبب کاهش معنی‌دار درصد نیتروژن موجود در ادرار و افزایش درصد نیتروژن ابقاء شده گردید ($P<۰/۰۵$). در رابطه با ترکیب تیمارها، مصرف دانه جو فرآوری شده به همراه مصرف منبع نیتروژنه بر متابولیسم نیتروژن معنی‌دار بود و درصد نیتروژن ادرار در تیمارهای حاوی اوره (تیمارهای ۱ و ۳) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای حاوی کنجاله سویا (تیمارهای ۲ و ۴) بود ($P<۰/۰۵$). بر این اساس، درصد نیتروژن ابقاء شده در بدن نیز در تیمارهای ۲ و ۴ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای ۱ و ۳ بود ($P<۰/۰۵$).

جدول ۴- تعادل نیتروژن در گوسفندان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی دانه جو کامل یا پرک شده و منبع متفاوت نیتروژن

Table 4- Nitrogen balance in sheep fed diet with cracked or whole barley and containing different source of dietary nitrogen

		Nitrogen (% of N intake)		
	Nitrogen intake (g/d)	Fecal	Urinary	Retention
Processing				
Whole barley grain	15.09 ± 1.98	34.92 ± 2.61	40.70 ± 2.83	24.38 ± 2.48
Cracked barley grain	14.35 ± 1.47	35.55 ± 1.98	41.25 ± 2.00	23.20 ± 2.49
P -value	0.2922	0.5636	0.3902	0.3859
Nitrogen source				
Urea	14.86 ± 2.13	35.80 ± 2.81	44.56 [a] ± 2.20	19.64 [b] ± 1.90
Soybean meal	14.58 ± 1.34	34.67 ± 2.21	37.41 [b] ± 3.10	37.92 [a] ± 2.18
P -value	0.8704	0.5787	0.0404	0.0482
Treatments				
Whole barley grain + urea	15.40 ± 2.33	34.73 ± 2.51	42.66 [a] ± 2.88	22.59 [b] ± 1.51
Whole barley grain+ Soybean meal	14.77 ± 1.65	35.08 ± 2.34	39.74 [b] ± 2.66	25.17 [a] ± 2.58
Cracked barley grain + urea	14.33 ± 1.90	34.87 ± 1.50	43.42 [a] ± 2.63	21.69 [b] ± 1.27
Cracked barley grain + Soybean meal	14.38 ± 1.02	35.23 ± 2.24	38.08 [b] ± 2.83	26.68 [a] ± 2.94
P -value	0.5125	0.3056	0.0352	0.0218

[a-b]Means with different superscript letters in columns are significantly different ($P<0.05$).

اندازه‌گیری مقدار نیتروژن خورده شده، نیتروژن موجود در ادرار و مدفوع و مقدار نیتروژن ابقاء شده در بدن، ابزار اندازه‌گیری برای متابولیسم و بالانس نیتروژن در بدن هستند (Khalid *et al.*, 2012). مقدار نیتروژن خورده شده بستگی به مقدار ماده خشک مصرفی و درصد پروتئین خام جیره دارد (Khalid *et al.*, 2012). با توجه به‌اینکه درصد پروتئین خام در تیمارهای آزمایشی در یک اندازه بود و مقدار ماده خشک مصرفی هم بر اساس وزن دام‌ها تنظیم شده بود و تا حدودی یکسان بودند. بنابراین مقدار نیتروژن خورده شده در همه تیمارها تفاوتی با هم نشان ندادند (جدول ۱).

مشابه نتایج آزمایش حاضر، در موقع مصرف دانه جو در بره‌های نر سافوک، درصد نیتروژن مدفوع، نیتروژن ادرار و نیتروژن ابقاء شده به‌ترتیب ۲۳/۲۳، ۵۸/۹۹ و ۱۷/۷۷ و در دانه جو پلت شده به‌ترتیب ۲۳/۸۸، ۵۶/۰۳ و ۲۰/۰۹ درصد بود و دانه جو فرآوری شده اثری بر متابولیسم نیتروژن نداشت (Kiran and Mutsvangwa, 2007). مصرف دانه غلات (دانه جو و دانه سورگوم) فرآوری شده در بره‌های در حال رشد رامبویه نیز اثری بر ابقاء نیتروژن نداشت. اما مصرف اوره در مقایسه با آرد خون به‌همراه گلوتن ذرت سبب ابقاء کمتر نیتروژن در بدن شد (Matras *et al.*, 1991). بر خلاف نتایج این تحقیق، در یک آزمایش اثر نوع منبع نیتروژن (اوره و گلوتن ذرت) بر متابولیسم نیتروژن در بره‌های نر سافوک معنی‌دار نبود و درصد نیتروژن مدفوع و ادرار و نیتروژن ابقاء شده در تیمارهای حاوی اوره به‌ترتیب ۲۴، ۵۹/۹۲ و ۱۶/۰۸ درصد و در گلوتن ذرت نیز به‌ترتیب ۲۳/۲۳، ۵۸/۹۹ و ۱۷/۷۷ درصد به‌دست آمد (Kiran and Mutsvangwa, 2007).

همزمانی تجزیه کربوهیدرات‌های قابل تخمیر به‌عنوان منبع انرژی همراه با تجزیه منبع نیتروژن، برای حداکثر رشد میکروب‌های شکمبه ضروری است و این همزمانی باعث استفاده بهینه از این منابع می‌شود (Sinclair *et al.*, 1993). در صورت در دسترس بودن انرژی، اگر سرعت آزاد شدن آمونیاک در شکمبه بیشتر از سرعت مصرف آن توسط میکروب‌های شکمبه باشد، عدم همزمانی در آزاد شدن منابع فوق، باعث هدر روی نیتروژن می‌شود و این هدر روی با افزایش مقدار نیتروژن در ادرار و مدفوع و به‌تبع آن کاهش ابقاء نیتروژن در بدن قابل مشاهده است.

افزایش نیتروژن ادرار ممکن است نتیجه افزایش جذب بعد شکمبه‌ای اسیدهای آمینه باشد که مازاد بر نیاز بافت‌های بدن هستند و یا جذب آمونیاک بعد از شکمبه باشد. ابقاء کمتر نیتروژن در بره‌ها نیز ممکن است ناشی از

قابلیت هضم کمتر پروتئین خام و یا ناشی از استفاده ضعیف از نیتروژن جذب شده باشد (Khalid *et al.*, 2012). زیرا در چنین شرایطی میزان تخمیر در انتهای روده افزایش یافته و سبب تبدیل نیتروژن به پروتئین میکروبی می‌شود و چون این پروتئین میکروبی تولید شده در انتهای روده، قابل هضم و جذب نیست، لذا از طریق مدفوع دفع شده و سبب کاهش ابقاء نیتروژن در بدن می گردد (Davies *et al.*, 2013). در این رابطه، گزارش شده است که در بره‌های در حال رشد، ترکیب جیره حاوی دانه جو با کنجاله سویا و جیره حاوی دانه جو با اوره به‌ترتیب به‌دلیل همزمانی و عدم همزمانی در تأمین انرژی و نیتروژن، سبب افزایش و کاهش ابقاء نیتروژن می‌شود (Sinclair *et al.*, 1993).

نتایج مربوط به اثر فرآیند کردن دانه جو و نوع منبع نیتروژن بر سنتز پروتئین میکروبی و نیتروژن اوره‌ای ادرار در جدول ۵ ارایه شده است. دانه جو فرآوری شده، نوع منبع نیتروژنه و ترکیب تیمارها، میزان آلانتوئین دفعی، نیتروژن میکروبی سنتز شده و مقدار نیتروژن میکروبی تولید شده به ازای هر کیلوگرم ماده آلی قابل هضم خورده شده را تحت تأثیر قرار نداد. اما نیتروژن اوره‌ای ادرار تحت تأثیر نوع منبع نیتروژنه و ترکیب تیمارها قرار گرفت و مصرف اوره سبب افزایش معنی‌دار نیتروژن اوره‌ای ادرار شد (P<۰/۰۵). استفاده از مشتقات پورینی ادرار (آلانتوئین، اسید اوریک، گزانتین و هیپوگزانتین)، به‌عنوان شاخص تولید پروتئین میکروبی پیشنهاد شده است. خوراک نشخواکنندگان حاوی مشتقات پورینی اندکی است که اکثر آنها نیز به‌طور گسترده در شکمبه تجزیه می‌شوند. لذا اسیدهای نوکلئیک موجود در مواد هضم شده روده، ضرورتاً منشاء میکروبی دارند که در شکمبه سنتز شده‌اند. این اسیدهای نوکلئیک از دیواره روده جذب شده و در بدن به مشتقات پورینی تجزیه می‌شوند و از طریق ادرار دفع می‌گردند. لذا دفع مشتقات پورینی در ادرار ارتباط مستقیم با پورین میکروبی جذب شده و به‌عبارت ساده‌تر پروتئین میکروبی سنتز شده در شکمبه دارد.

جدول ۵- نیتروژن میکروبی سنتز شده و نیتروژن اوره‌ای دفعی ادرار در گوسفندان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی دانه جو کامل یا پرک شده و منبع متفاوت نیتروژن

Table 5- Microbial nitrogen synthesis and urea nitrogen urinary excretion, in sheep fed diet with cracked or whole barley and containing different source of dietary nitrogen

	Allantoin (g/dl)	Microbial N (g/day)	Microbial N/ DOMI# (g/kg)	Urinary urea N (g/day)
Processing				
Whole barley grain	0.27 ± 0.03	5.28 ± 0.09	9.50 ± 0.93	3.20 ± 0.25
Cracked barley grain	0.29 ± 0.02	5.69 ± 0.13	10.90 ± 0.91	2.63 ± 0.11
P-value	0.4418	0.1379	0.2231	0.1051
Nitrogen source				
Urea	0.28 ± 0.05	5.28 ± 0.14	10.14 ± 0.27	3.20 [a] ± 0. 40
Soybean meal	0.27 ± 0.03	5.69 ± 0.32	10.27 ± 0.85	2.64 [b] ± 0.17
P -value	0.6898	0.1542	0.7175	0.0380
Treatments				
Whole barley grain + urea	0.27 ± 0.03	5.16 ± 0.30	9.54 ± 0.90	3.47 [a] ± 0.50
Whole barley grain+ Soybean meal	0.27 ± 0.07	5.39 ± 0.42	9.46 ± 0.60	2.93 [ab] ± 0.32
Cracked barley grain + urea	0.30 ± 0.02	5.40 ± 0.34	10.17 ± 0.33	2.94 [ab] ± 0.20
Cracked barley grain + Soybean meal	0.28 ± 0.03	5.98 ± 0.37	10.27 ± 0.92	2.33 [b] ± 0.19
P -value	0.7211	0.7833	0.4996	0.0453

DOMI : Digestible organic matter intake

[a-b]Means with different superscript letters in columns are significantly different (P<0.05).

همچنین، ترکیب جیره، شرایط فیزیولوژیکی دام، تفاوت فلور میکروبی شکمبه و انرژی مصرفی دام بر مقدار مشتقات پورینی دفع شده از طریق ادرار اثرگذار است و احتمالاً این اثرگذاری از طریق تغییر فعالیت میکروب‌های شکمبه و یا تغییر جریان عبور میکروب‌ها از شکمبه به روده می‌باشد (Yu *et al.*, 2002). در یک آزمایش مشابه، گوسفندان به ازای هر کیلوگرم ماده آلی قابل هضم خورده شده، ۱۲/۸ گرم نیتروژن میکروبی تولید کردند که تقریباً نزدیک به نتایج تحقیق حاضر بود (Tebot *et al.*, 2002). در یک مطالعه دیگر بر روی گوسفندان نر سافوک هیچکدام از مقادیر آلانتوئین و نیتروژن میکروبی سنتز شده تحت تأثیر دانه غلات فرآوری شده و نوع پروتئین جیره غذایی (اوره و گلوتن ذرت) قرار نگرفتند (Kiran and Mutsvangwa, 2007).

انرژی فاکتور محدود کننده برای تولید پروتئین میکروبی در شکمبه است و گزارش شده است که فرآیند کردن دانه غلات (غلطک زدن خشک و پلت کردن) از طریق افزایش بازده استفاده از نشاسته در شکمبه و افزایش انرژی قابل دسترس برای رشد میکروب‌های شکمبه، سبب افزایش سنتز پروتئین میکروبی می‌گردد (Kiran and Mutsvangwa, 2007; Davies *et al.*, 2013). همچنین، افزایش هضم شکمبه‌ای نشاسته در اثر فرآوری غلات، سبب بهبود مصرف نیتروژن آمونیاکی در شکمبه و متعاقب آن کاهش دفع آن به‌صورت اوره در ادرار می‌شود (Tothi *et al.*, 2003). رشد میکروارگانیسم-های شکمبه از طریق تغذیه جیره حاوی نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) مانند اوره امکان‌پذیر است. اما برای به-دست آوردن حداکثر بازده سنتز پروتئین میکروبی، وجود پپتیدها و اسیدهای آمینه ضروری در جیره ضروری است. بر این اساس در تحقیق حاضر، مصرف کنجاله سویا در مقایسه با اوره سبب بهبود سنتز پروتئین میکروبی و کاهش دفع نیتروژن ادرار به‌صورت اوره شده است (Beever and Cottrill, 1994).

همانطور که ذکر شد اثر ترکیب تیمارها فقط نیتروژن اوره‌ای ادرار را تحت تأثیر قرار دادند و سایر شاخص‌ها (آلانتوئین و سنتز نیتروژن میکروبی) تحت تأثیر ترکیب تیمارها قرار نگرفتند. سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه به‌طور قابل توجهی متأثر از قابلیت دسترسی کربوهیدرات‌ها و نیتروژن در شکمبه است و همزمان‌سازی هضم شکمبه‌ای این دو سبب افزایش سنتز پروتئین میکروبی می‌شود. مشخص شده است که تأمین کربوهیدرات قابل تخمیر بیشتر که از طریق افزایش سطح دانه جو در جیره غذایی و یا فرآوری آن امکان‌پذیر است، این موضوع سبب افزایش انتقال نیتروژن اوره‌ای به شکمبه و افزایش تولید پروتئین میکروبی در شکمبه می-شود (Davies *et al.*, 2013). وقتی مقدار کربوهیدرات قابل تخمیر در جیره غذایی افزایش یابد، با افزایش پروتئین قابل تجزیه در شکمبه، تخمیر در شکمبه بهبود پیدا می‌کند. علت این وضعیت، همزمان شدن تولید انرژی و نیتروژن آمونیاکی آزاد شده است که به‌دنبال آن سبب افزایش دریافت نیتروژن آمونیاکی برای سنتز پروتئین میکروبی می‌شود (Cruz Soto *et al.*, 1994). به‌نظر می-رسد که مصرف اوره به‌همراه دانه جو معمولی و یا پرک شده (تیمارهای ۱ و ۳)، به‌دلیل عدم همزمانی بین هضم کربوهیدرات و نیتروژن، سبب تولید آمونیاک مازاد در شکمبه شده باشد و این آمونیاک پس از جذب از دیواره شکمبه، در کبد به اوره تبدیل شده و از این طریق سبب افزایش دفع ادراری اوره شده باشد (Davies *et al.*, 2013). نتایج مربوط به اثر فرآیند کردن دانه جو و نوع منبع نیتروژن بر غلظت گلوکز و اوره پلاسما در ساعات ۱ و ۷ بعد از خوراک‌دهی صبح در پایان دوره در جدول ۶ ارایه شده است. اثر فرآوری دانه جو، نوع منبع نیتروژنه و ترکیب تیمارها در هیچکدام از ساعات فوق بر غلظت گلوکز و اوره پلاسما معنی‌دار نشد. از نظر عددی، مصرف دانه جو پرک شده سبب شد که غلظت گلوکز و اوره پلاسما در ۱ و ۷ ساعت بعد از خوراک‌دهی به‌ترتیب بیشتر و کمتر از دانه جو معمولی باشد که این وضعیت ممکن است به‌دلیل استفاده بهینه از انرژی و نیتروژن در موقع پرک کردن دانه جو بوده باشد.

اندازه‌گیری نیتروژن اوره‌ای و گلوکز خون به‌ترتیب یک شاخصی از وضعیت پروتئین و انرژی در بدن حیوانات است (Khalid *et al.*, 2012; Mohammadi *et al.*, 2016). غلظت طبیعی گلوکز پلاسما در گوسفند در محدوده ۶۵-۳۰ و غلظت اوره پلاسما در محدوده ۲۰-۸ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر گزارش شده است که نتایج ما را در این خصوص تأیید می‌کند (Blood and Studdert, 1999).

جدول ۶- غلظت گلوکز و اوره پلاسما در ساعات مختلف پس از خوراک‌دهی صبح در گوسفندان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی دانه جو کامل یا پرک شده و منبع متفاوت نیتروژن

Table 6- Glucose and urea concentration in plasma at various hours after the morning feeding in sheep fed diet with cracked or whole barley and containing different source of dietary nitrogen

	Glucose (mg/dl)		Urea (mg/dl)	
	Hour 1	Hour 7	Hour 1	Hour 7
Processing				
Whole barley grain	59.75 ± 3.69	68.87 ± 3.89	18.30 ± 0.97	14.45 ± 0.96
Cracked barley grain	62.22 ± 3.90	70.73 ± 4.02	17.00 ± 1.24	14.15 ± 1.36
P -value	0.1990	0.5192	0.6379	0.7866
Nitrogen source				
Urea	59.34 ± 4.18	69.64 ± 4.76	18.51 ± 1.27	13.81 ± 0.72
Soybean meal	62.63 ± 4.32	69.66 ± 4.65	16.78 ± 1.08	14.08 ± 1.52
P -value	0.1382	0.8065	0.1178	0.6922
Treatments				
Whole barley grain + urea	58.49 ± 5.37	70.08 ± 5.47	18.31 ± 1.02	13.96 ± 0.73
Whole barley grain+ Soybean meal	61.02 ± 4.36	67.66 ± 5.04	18.29 ± 0.97	14.94 ± 1.39
Cracked barley grain + urea	60.20 ± 5.58	68.21 ± 5.00	18.72 ± 0.76	13.65 ± 0.97
Cracked barley grain + Soybean meal	64.24 ± 4.71	70.26 ± 5.01	17.28 ± 0.93	14.65 ± 0.94
P -value	0.2581	0.2921	0.1636	0.6674

* Treatments included: 1) Whole barley grain+ urea, 2) Whole barley grain + Soybean meal, 3) Cracked barley grain + urea and 4) Cracked barley grain+ Soybean meal.

Means with different superscript letters in columns are significantly different (P<0.05).

در یک آزمایش استفاده از دو نوع دانه جو غلطک زده شده و آسیاب شده در جیره غذایی بره‌های پرواری زل غلظت گلوکز خون را تحت تأثیر قرار نداد (Babaei *et al.*, 2016). اما مصرف دانه ذرت کامل در مقابل دانه آسیاب شده مقدار گلوکز خون گوساله‌های از شیر گرفته شده را تحت تأثیر قرار داد و مقدار آن از ۸۵/۴ در دانه کامل ذرت به ۸۳/۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در دانه آسیاب شده کاهش داد (Shiasi *et al.*, 2015). در یک مطالعه دیگر، مصرف گلوتن ذرت به‌همراه پودر خون (به‌عنوان پروتئین عبوری زیاد) در مقایسه با کنجاله سویا (به‌عنوان پروتئین عبوری کم) سبب شد تا غلظت گلوکز خون افزایش معنی‌داری داشته باشد (Rusche *et al.*, 1993). این افزایش ممکن است به‌دلیل عبور پروتئین دست نخورده در شکمبه به بخش های پایین‌تر دستگاه گوارش و جذب آن در روده باریک باشد که در نهایت سبب افزایش قابلیت دسترسی به اسیدهای آمینه گلوکوژنیک برای سنتز گلوکز بوده باشد (Sano *et al.*, 2007). همچنین، در یک مطالعه دیگر استفاده از منابع مختلف پروتئینی در تلیسه‌های گوشتی سبب شد که غلظت گلوکز پلاسما تغییری نشان ندهد (Davies *et al.*, 2013). در مطالعه‌ای که بر روی بره‌های نر سافوک صورت گرفت، فرآیند کردن دانه جو (دانه جو پرک شده در مقابل دانه جو پلت شده) غلظت اوره پلاسما را تحت تأثیر قرار نداد (Kiran and Mutsvangwa, 2007). اما در بره‌هایی که گلوتن ذرت مصرف کرده بودند، در مقایسه با مصرف اوره، میل به افزایش نشان داد (Kiran and Mutsvangwa, 2007). آمونیاک تولید شده در شکمبه اگر بیش از ظرفیت توانایی مصرف میکروب‌های شکمبه باشد، از دیواره شکمبه جذب خون شده و در کبد تبدیل به اوره می‌شود و بر این اساس غلظت اوره در خون افزایش می‌یابد (Khalid *et al.*, 2012). انرژی فاکتور محدود کننده برای تولید پروتئین میکروبی در شکمبه است و فرآوری دانه غلات از طریق افزایش انرژی قابل دسترس برای رشد میکروب‌های شکمبه، سبب افزایش تولید پروتئین میکروبی می‌شود. به‌عبارت دیگر، استفاده میکروارگانیسم‌های شکمبه از نیتروژن اوره‌ای جهت سنتز پروتئین میکروبی بستگی به در دسترس بودن کربوهیدرات قابل تخمیر در شکمبه دارد و در صورت عدم در دسترس بودن کربوهیدرات قابل تخمیر، بخش بیشتری از این نیتروژن اوره‌ای مجدداً به‌صورت آمونیاک جذب خون شده و مجدداً در کبد تبدیل به اوره می‌گردد و در نتیجه سبب افزایش غلظت اوره در خون می‌شود. همچنین، همبستگی مثبت و بالایی بین

غلظت آمونیاک شکمبه و غلظت اوره خون و اوره ادرار وجود دارد (Davies et al., 2013). یکی از فاکتورهای اثر گذار بر غلظت آمونیاک شکمبه، نوع منبع پروتئین به‌کار رفته در جیره می‌باشد. به عبارت دیگر، اگر منبع نیتروژنه استفاده شده از نوع سریع تجزیه شونده باشد (مانند اوره)، بیشترین غلظت آمونیاک شکمبه در ساعات اولیه تغذیه (۱ تا ۲ ساعت) به‌دست می‌آید. اما اگر منبع نیتروژنه از نوع پروتئین گیاهی باشد (مانند کنجاله سویا)، غلظت آمونیاک تمایل به افزایش با تأخیر چند ساعته (۵ تا ۷ ساعت) خواهد داشت که علت آن به‌دلیل تجزیه سریع‌تر اوره در مقایسه با کنجاله سویا و در نتیجه جذب و ورود آن از دیواره شکمبه به‌داخل جریان خون می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی پرک کردن دانه جو موجب افزایش قابلیت هضم مواد مغذی جیره، ابقاء نیتروژن در بدن و سنتز پروتئین میکروبی نشد. این امر می‌تواند به‌دلیل استفاده موثر گوسفند و جویدن کامل دانه جو در گوسفند باشد. اما مصرف کنجاله سویا در مقایسه با اوره باعث بهبود هضم مواد مغذی جیره (به‌خصوص فیبر خام و عصاره عاری از نیتروژن) و ابقاء نیتروژن شد.

فهرست منابع

افشار س.، کاظمی بن چناری م. و فردوسی ح. ر. ۱۳۹۴. تاثیر تغذیه دانه جو کامل و پرک شده همراه با دو منبع پروتئین کنجاله سویا و اوره بر قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های شکمبه‌ای در گوسفند نژاد مهربان. پژوهش‌های تولیدات دامی، (۱۱): ۱۰۲-۱۰۷.

AOAC. 1990. Official methods of Analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists, Arlington, VA.

Armstrong D. G. 1972. Development in cereal processing, ruminants. In: Cereal processing and digestion. Published by the U.S. Feed Grains Council, London; England, Pp: 9–37.

Babaei M., Chashnidel Y. and Dirandeh E, 2016. Effect of cobalt and barley grain processing on performance, digestibility of nutrients and rumen and blood parameters in fattening lambs. Animal Production Research, 5(1):1-13.

Beever D. E. and Cottrill B.R. 1994. Protein systems for feeding ruminant livestock: a European assessment. Journal of Dairy Science, 77(7): 2031-2043.

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

Blood D. C. and Studdert V. P. 1999. Saunders Comprehensive Veterinary Dictionary. Published by Saunders Ltd., Better World Books: West (Reno, NV, U.S.A.)

Cruz Soto R., Muhammed S. A., Newbold C. J., Stewart C. S. and Wallace R. J. 1994. Influence of peptides, amino acids and urea on microbial activity in the rumen of sheep receiving grass hay and on the growth of rumen bacteria *in vitro*. Animal Feed Science and Technology, 49: 151-161.

Davies K. L., McKinnon J. J. and Mutsvangwa T. 2013. Effects of dietary ruminally degradable starch and ruminally degradable protein levels on urea recycling, microbial protein production, nitrogen balance, and duodenal nutrient flow in beef heifers fed low crude protein diets. Canadian Journal of Animal Science, 93: 123-136.

Griswold, K. E., Apgar G. A., Bouton J. and Firkins J. L. 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.

Khalesizadeh A., Vakili A. R., Danesh Mesgaran M. and Valizadeh R. 2011. The effects of garlic oil (Allium sativa), turmeric powder (Curcuma iongalinn) and monensin on total apparent digestibility of nutrients in Baloochi lambs. International Journal of Biological, Bimolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, 5(11):791-793.

Khalid M. F., Sarwar M., Rehman A. U., Shahzad M. A. and Mukhtar N. 2012. Effect of Dietary Protein Sources on Lamb's Performance: A Review. Iranian Journal of Applied Animal Science 2(2): 111-120.

Kiran D. and Mutsvangwa T. 2007. Effects of barley grain processing and dietary ruminally degradable protein on urea nitrogen recycling and nitrogen metabolism in growing lambs. Journal of Animal Science, 85:3391–3399.

Knaus W. F., Beermann D. H., Guiroy P. J., Boehm M. L. and Fox D. G. 2001. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and (or) urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. Journal of Animal Science, 79(3): 753-760.

Matras J., Bartle S. J. and Preston R. L. 1991. Nitrogen utilization in growing lambs: effect of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. Journal of Animal Science, 69: 339-347.

Mohammadi V., Anassori E. and Jafari S. 2016. Measure of energy related biochemical metabolites changes during peri-partum period in Makouei breed sheep. Veterinary Research Forum 7(1): 35–39.

National Research Council. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th. rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C, USA.

Puchala R. and Kulasek G. W. 1992. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and urinary excretion of purine Derivatives. Canadian Journal of Animal Science, 72: 821-830.

Rusche W. C., Cochran R. C., Corah L. R., Stevenson J. S., Harmon D. L., Brandt R. T. and Minton J. E. 1993. Influence of source and amount of dietary protein on performance, blood metabo-lites, and reproductive function of primiparous beef cows. Journal of Animal Science, 71: 557-563.

Sano H., Sawada H., Takenami A., Oda S. and Al-Mamun M. 2007. Effect of dietary energy intake and cold exposure on kinetics of plasma glucose metabolism in sheep. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 91: 1-5.

SAS. 1999. The SAS System for Windows. Release 8.0.1. SAS Institute Inc, Cary, USA.

Shiasi H., Foroozandeh A. D. and Shakeri P. 2015. Effects of different levels and physical form of corn and wheat grains in the starter diet on growth of dairy calves. Journal of Ruminant Research, 2(4): 69-85.

Sinclair L. A., Garnsworthy P. C., Newbold J. R. and Buttery P. J. 1993. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. Journal of Agricultural Science, 120:251-263.

Tebot I., Britos A., Godeau J. M. and Cirio A. 2002. Microbial protein production determined by urinary allantoin and renal urea sparing in normal and low protein fed Corriedale sheep. Veterinary Research, 33(1): 101-106.

Tothi R., Lund P., Weisbjery M. R. and Hvelplund T. 2003. Effect of expander processing on fractional rate of maize and barley starch degradation in the rumen of dairy cows estimated using rumen evaluation and in situ techniques. Anim Feed Science and Technology, 104: 71-94.

Yang W. Z., Xu L., Zhao Y. L., Chen L. Y. and McAllister T. A. 2007. Impact of hard vs. soft wheat and monensin level on rumen acidosis in feedlot heifers. Journal of Animal Science, 92: 5088–5098.

Yu P., Egan A. R., Boon-ek L. and Leury B. J. 2002. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. Animal Feed Science and Technology, 95: 33–48.

Zinn R. A. and Borques J. L. 1993. Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat-supplemented, high-energy growing-finishing diet by feedlot steers. Journal of Animal Science, 71: 18-25.

Animal Production Research

Vol. 6, No. 1, 2017 (39-51)

University of Guilan

Interaction between barley grain processing and source of dietary nitrogen on digestibility, nitrogen metabolism and microbial protein synthesis in Mehraban sheep

S. Najafi[1], M. M. Tabatabaei[2], K. Zaboli[3*], A. Ahmadi[3], A. A. Saki[4]

1- MSc graduated student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2- Associate professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
3- Assistant professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4- Professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

(Received: 11-26-2016 – Accepted: 4-27-2017)

Abstract

In order to evaluate the effect of barley grain processing and dietary nitrogen source on digestibility, microbial protein synthesis and nitrogen retention in sheep, an experiment was conducted as 2×2 factorial under a completely randomized design. The experimental diets included 1) whole barley grain + urea, 2) whole barley grain + soybean meal, 3) cracked barley grain + urea and 4) cracked barley grain + soybean meal. During the digestibility experiment, total urine of sheep was collected, and blood samples were taken at 1 and 7 hours after morning feeding at the last day. Results showed that barley grain processing decreased dry matter digestibility (from 73.82 to 71.58 percent) and organic matter digestibility (from 74.94 to 72.84 percent) of diet (P<0.05). Soybean meal intake compared to urea, increased crude fiber digestibility (from 29.97 to 32.84 percent) and nitrogen free extract digestibility (from 81.39 to 82.13 percent) of diet (P<0.05). Soybean meal compared to urea, increased nitrogen retention percentage from 19.64 to 37.92 percent of nitrogen intake (P<0.05). But barley grain processing had no effect. Also, concentration of plasma glucose and urea were not affected by barley grain processing and nitrogen source. Generally, barley grain cracking did not increase nutrient digestibility, nitrogen retention and microbial protein synthesis. But soybean meal intake compared to urea improved nutrient digestion (included crude fiber and nitrogen free extract) and nitrogen retention.

Keywords: Cracking, Nitrogen retention, Soybean meal, Urea

*Corresponding author: zaboli@basu.ac.ir