نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۱۴۶-۱۳۶

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 5, No. 2, Summer 2013, p. 136-146

بررسی اثرات تغذیه‌ای کنجاله سویای میکرونیزه شده و مقایسه‌ی آن با مکمل سازی متیونین محافظت شده بر عملکرد بره‌های پرواری آمیخته زل

سارا یوسفیان[1*]- اسدا.. تیموری یانسری[2]- زربخت انصاری پیرسرایی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۲۴

چکیده

به منظور بررسی اثرات کنجاله سویای پرتوتابی شده با امواج مایکروویو (۸۰۰ وات) به مدت پنج دقیقه و مکمل سازی با متیونین محافظت شده (میران) (سه گرم در روز) بر عملکرد پرواری بره‌های آمیخته‌ی زل، ۱۵ بره با نمره بدنی آغازین مشابه و میانگین وزن ۲/۳۲± ۳۱/۵۲ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار در پنج تکرار به مدت ۸۰ روز پروار شدند. سه تیمار آزمایشی شامل کنجاله سویای معمولی (تیمار یک)، پرتوتابی شده با مایکروویو (تیمار دو) و مکمل شده با میران (تیمار سه) بودند. وزن‌کشی دام‌ها هر ۱۵ روز انجام و مصرف خوراک روزانه تعیین و قابلیت هضم ماده‌ی خشک و مواد مغذی تیمارها مقایسه شدند. در پایان آزمایش سه تکرار از هر تیمار کشتار و لاشه‌های آن‌ها مورد تجزیه و ارزیابی قرار گرفت. مقدار خوراک مصرفی روزانه (۲۲۱۸/۶ گرم در تیمار یک و ۲۶۹۹/۰ و ۲۷۷۵/۴ گرم، به ترتیب در تیمارهای دو و سه)، وزن بدن در انتهای دوره آزمایشی (۴۰/۰ کیلوگرم در تیمار یک و ۵۰/۴ و ۵۲/۵ کیلوگرم به ترتیب در تیمارهای دو و سه)، افزایش وزن روزانه (۱۳۵/۷ گرم در تیمار یک و ۲۳۴/۵ و ۲۴۸ گرم، به ترتیب در تیمارهای دو و سه)، و خصوصیات لاشه بین تیمار یک و تیمارهای دو و سه معنی‌دار بود ($P<0/05$)، تفاوت معنی‌داری بین تیمار دو و سه مشاهده نشد. نتایج نشان می‌دهد که پرتوتابی کنجاله‌ی سویا و مکمل‌سازی با میران سبب بهبود عملکرد پرورای و کیفیت لاشه‌ی بره‌ها با افزایش وزن ماهیچه‌های گران قیمت (گروه‌های یک و سه استاندارد ماهیچه‌ای) و افزایش سطح مقطع عضله‌ی راسته شده است.

واژه های کلیدی: کنجاله سویا، میکرونیزاسیون، متیونین محافظت شده، بره‌های پرواری

مقدمه

در تغذیه‌ی پروتئین در نشخوارکنندگان، هدف اساسی فراهم کردن مقادیر کافی پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP)[4] برای دست‌یابی به بازده مطلوب شکمبه‌ای و توان تولیدی دام با حداقل مقدار پروتئین خام در جیره است. بهینه‌سازی بازده استفاده از پروتئین جیره به انتخاب مکمل‌های پروتئینی و مکمل‌های غیر پروتئینی، که نیتروژن مورد نیاز میکروارگانیسم‌های شکمبه را برای ساخت بیشترین مقدار پروتئین خام میکروبی فراهم می‌کنند، و هم‌چنین به انواع و مقادیر پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه (RUP)[5] قابل هضم در روده‌ی باریک، بستگی دارد (۲۰).

در بین منابع پروتئین گیاهی، کنجاله سویا از کیفیت مناسبی برخوردار است و در سطح گسترده‌ای در تغذیه‌ی دام و طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد. کنجاله سویا حاوی انرژی و پروتئین بالایی بوده و الگوی اسید آمینه‌ی مطلوبی نیز دارد. محتوی لیزین آن بالا، اما محتوی متیونین آن کم است. حدود ۹۵ درصد نیتروژن این ماده به‌صورت پروتئین حقیقی بوده که برای تمام حیوانات مناسب است. کنجاله سویا از نظر تعادل اسیدهای آمینه مطلوب است اما پروتئین آن به‌طور گسترده (بین ۵۱ تا ۶۵ درصد) در شکمبه تجزیه می‌شود (۱۴) که بدین ترتیب رشد میکروبی شکمبه را افزایش داده و اسید آمینه‌ی با کیفیت بالا را در روده فراهم می‌کند. لذا روش‌های مختلف فرآوری (شیمیایی و فیزیکی) برای حفاظت پروتئین کنجاله سویا از تخمیر شکمبه‌ای استفاده شده است. از روش‌های فیزیکی که اخیراً مورد توجه قرار گرفته اند شامل پرتوتابی مواد خوراکی با پرتوهای الکترون، گاما و مایکروویو هستند. انرژی مایکروویو غیر یونیزه است که منجر

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادیاران گروه علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: yousefian.sara@yahoo.com)

4- Ruminant Degradable Protein
5- Ruminant Undegradable Protein

به افزایش دما با یک نفوذ متوسط می‌شود که ناشی از تغییرات سریع میدان مغناطیسی است. حرارت ایجاد شده از مایکروویو در ماده‌ی خوراکی منجر به سریع‌تر شدن نرخ حرارتی و کوتاه‌تر شدن مدت زمان فرآوری در مقایسه با حرارت دهی مرسوم که معمولاً در آن حرارت از سطح به عمق انتقال می‌یابد، می‌شود (۲۲). معمولاً حرارت ناشی از امواج مایکروویو روی ساختمان نوع چهارم پروتئین کنجاله سویا تأثیرگذار است و زیر واحدهای آن را تغییر می‌دهد، که منجر به تراکم پروتئین با اعمال تغییرات الکترواستاتیک، هیدروفوبیک و دی-سولفیدی می‌شود (۱۸).

پروتئین میکروبی ۵۸/۵ درصد پروتئین قابل متابولیسم را بر اساس تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین جیره تشکیل می‌دهد که اندازه‌ی آن با مصرف ماده‌ی آلی قابل هضم ارتباط دارد. به این ترتیب پروتئین میکروبی شکمبه‌ای منبع اصلی پروتئین قابل متابولیسم است. به هر حال، پروتئین میکروبی نمی‌تواند اسیدهای آمینه‌ی قابل جذب کافی برای نیازهای حیوان در حال رشد، به ویژه دام‌های پرواری با نرخ رشد بالا را فراهم کند (۳۳). بنابراین مکمل-سازی جیره‌ای با پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه جیره‌ای برای حمایت از نیازهای فیزیولوژیکی و تولیدی دام، به‌ویژه در مورد متیونین و لیزین که منجر به افزایش ماده‌ی خشک مصرفی و قابلیت هضم در گاو و گوسفند می‌شوند، توصیه می‌شود. مکمل‌سازی، راندمان رشد، تولیدمثل و تولید شیر را نیز افزایش می‌دهد (۵). مکمل متیونین محافظت شده، نسبت اسیدهای آمینه جذب شده از روده را افزایش داده، استفاده کلی از نیتروژن جیره‌ای را بهبود می‌بخشد (۸). در این حالت برای بهینه‌سازی راندمان استفاده از پروتئین محافظت شده و RUP، نسبت مناسب پروتئین محافظت شده به RUP ضروری است (۲۰). دو شرط لازم در حمایت استفاده از اسیدهای آمینه‌ی محافظت شده اهمیت دارد: (۱) RUP باید قادر باشد در روده‌ی باریک هیدرولیز شود و (۲) RUP باید الگوی اسید آمینه‌ی مورد نیاز حیوان را تامین کند.

میران مثالی از یک محصول با محافظ سطحی (یک محصول محافظت شده کربوهیدراته) است. پلت‌های کوچک با ۱/۸ میلی‌متر قطر، با طول ۳-۴ میلی‌متر و چگالی تقریباً ۱/۲ گرم بر مترمکعب. پلت‌ها حاوی یک هسته از متیونین و نشاسته پوشیده شده با چند لایه نازک اتیل‌سلولز و استئاریک‌اسید هستند. محصول نهایی حاوی حداقل ۸۵ درصد DL- متیونین و تقریباً ۸/۵ درصد کربوهیدرات‌های غیرساختمانی، ۳/۵ درصد NDF، ۱/۵ درصد خاکستر، ۱ درصد رطوبت و ۰/۵ درصد چربی خام است. تکنولوژی ساخت آن ترکیبی از مواد پوشاننده و شرایطی است که به متیونین اجازه بیشترین ظرفیت حمل و نقل را می‌دهد. چون هضم آنزیمی اتیل‌سلولز ناچیز است تجزیه محصول از طریق فعالیت فیزیکی و سایش صورت می‌گیرد. در نتیجه محصولی ایجاد می‌شود که در شکمبه به آهستگی تجزیه شده و آزادسازی متیونین آن در روده به آهستگی صورت می‌گیرد (۲۹). از آن‌جایی‌که دستکاری تجزیه‌ی پروتئین در شکمبه یا راندمان استفاده از ازت در شکمبه، یک راهکار بسیار موثر در کاهش اتلاف ازت، بهینه سازی بازده استفاده از پروتئین خام جیره و افزایش پروتئین قابل متابولیسم در حیوان می‌باشد، هدف از این تحقیق بررسی اثرات تغذیه‌ای میکرونیزاسیون کنجاله سویا و مقایسه‌ی آن با مکمل سازی مپران بر عملکرد پرواری بره‌ها است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ۱۵ راس بره‌ی نر آمیخته‌ی زل (با بلوچی) با میانگین وزنی ۲/۳۲± ۳۱/۵۲ کیلوگرم و سن مشابه (۸ ماهه) استفاده شد. دام‌ها پس از انتقال به جایگاه و طی مدت زمان ۱۵ روز دوره‌ی عادت‌پذیری به جایگاه، محیط و جیره‌ی مصرفی، به مدت ۸۰ روز پروار شدند. حیوانات مورد استفاده در سه تیمار آزمایشی (تیمار شاهد، تیمار کنجاله سویای پرتوتابی شده با امواج مایکروویو و تیمار کنجاله سویای مکمل سازی شده با سه گرم مپران) با پنج تکرار به صورت تصادفی در جایگاه‌های انفرادی قرار داده شدند. آب بصورت آزاد در دسترس دام‌ها قرار گرفت. شرایط کلی از نظر آخور، آبشخور، تهویه، فضا و سایر عوامل محیطی تا حد امکان مشابه بود. در طول دوره‌ی ۱۵ روزه عادت‌پذیری، واکسن آنتروتوکسمی و داروی ضدانگل (در ابتدا و انتهای دوره عادت‌پذیری) تجویز شد. خوراک و آب به صورت جداگانه در اختیار دام‌ها قرار گرفت. مواد معدنی نیز به صورت بلوک در اختیار دام‌ها قرار گرفت. پس از پایان دوره‌ی عادت‌پذیری و هم-چنین در پایان پرواربندی، خون‌گیری از دام‌ها صورت گرفت. پنج میلی‌لیتر خون از سیاهرگ گردنی بره‌ها ۴ ساعت پس از وعده‌ی خوراک صبح، دریافت شد و درون لوله‌های حاوی ماده‌ی اتیلن دی اتیل تترا استیک اسید (EDTA)، برای جلوگیری از لخته‌شدن خون ریخته شد. پس از سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در ۱۰ دقیقه) پلاسمای خون جدا و فراسنجه‌های خونی اندازه‌گیری شد. فراسنجه‌های خونی اندازه‌گیری شده شامل گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL) و لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار پایین (VLDL) بود که با استفاده از کیت تشخیص در سرم یا پلاسما (متعلق به شرکت پارس‌آزمون) با روش فتومتریک (APEL، مدل PD-303S) محاسبه شد. غلظت VLDL با استفاده از غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید خون و رابطه زیر محاسبه شد:

VLDL (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) = غلظت تری‌گلیسرید / HDL

جیره‌ی دام‌ها با نرم‌افزار جیره‌نویسی Sheep CNCPS (2007) تنظیم شد. جیره شامل ۴۵ درصد دانه جو، ۲۵ درصد ذرت سیلویی، ۱۲ درصد کنجاله سویا، ۸ درصد کاه گندم و ۱۵ درصد سبوس گندم بود.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی اقلام خوراکی مورد استفاده در جیره

	دانه‌ی جو	ذرت سیلویی	کنجاله‌ی سویا	کاه گندم	سبوس گندم	کل
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۱۸/۱۱	۴۹/۰۱	۲۱/۷۰	۷۸/۹۱	۵۱/۰۱	۳۵/۲۱±۳/۵۱
پروتئین خام (درصد)	۱۳/۲۲	۹/۵۱	۴۴/۰۱	۳/۵۱	۱۷/۱۰	۱۴/۹۲±۵/۷۵
چربی خام (درصد)	۲/۲۲	۳/۱۰	۶/۲۰	۲/۱۱	۴/۴۲	۲/۶۱±۰/۶۶
خاکستر (درصد)	۲/۴۱	۴/۱۱	۶/۵۱	۷/۷۰	۶/۹۱	۴/۵۰±۰/۶۳
کربوهیدرات‌های غیر الیافی (درصد)	۶۴/۰۴	۳۴/۲۷	۲۱/۵۸	۷/۷۷	۲۰/۵۶	۴۲/۷۶±۲/۵۶

ترکیب شیمیایی جیره در آزمایشگاه تعیین و در جدول۱ آورده شده است. هم‌چنین، جیره‌ی مصرفی حاوی ۲/۵ مگاکالری انرژی قابل متابولیسم در هر کیلوگرم جیره، ۷۰ درصد RDP و حدود ۳۰ درصد RUP بود. خوراک به صورت کاملاً مخلوط (TMR) و دو بار در روز در حد اشتها و به فاصله‌ی ۱۲ ساعت در اختیار دام‌ها قرار می‌گرفت.

هر روز صبح باقی‌مانده‌ی خوراک روز قبل، از هر آخور جمع‌آوری و توزین می‌شد. به این ترتیب مقدار خوراک مصرفی روزانه و درصد خوراک باقی‌مانده در هر آخور تعیین شد. به منظور پرتوتابی، کنجاله سویا (۵۰۰ گرم با رطوبت نزدیک به ۲۵ درصد که به صورت دستی افزوده شد) در یک ظرف درب دار پیرکس قرار داده شد. سپس کنجاله درون دستگاه مایکروویو (سامسونگ، مدل PG۳۲۰۰) با توان ۸۰۰ وات به مدت ۵ دقیقه پرتوتابی شد. به منظور دسترسی مطلوب و یکنواخت حرارت به سراسر کنجاله پس از گذشت ۲/۵ دقیقه، عمل به هم زدن کنجاله صورت گرفت.

برای تعیین تجزیه پذیری کنجاله از دو رأس گوسفند فیستولاگذاری شده در شکمبه استفاده شد. ۴ تکرار از هر نمونه (نزدیک به ۳ گرم) در کیسه‌های نایلونی به ابعاد ۷×۱۴ سانتی‌متر و قطر منفذ ۵±۴۰ میکرون در شکمبه گوسفندان تغذیه شده با جیره علوفه‌ای در حد نگهداری در ساعات متوالی ۰، ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ و ۷۲ ساعت شکمبه‌گذاری شد. داده‌های حاصل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه‌تحلیل قرار گرفت.

ترکیبات شیمیایی کنجاله و نمونه‌های تیمار شده قبل و بعد از شکمبه‌گذاری تعیین شدند. میزان ناپدید شدن مواد مغذی و فراسنجه‌های هضمی با استفاده از معادله ارسکوف و مکدونالد (۲۳) و برازش داده‌ها در نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۲) تخمین زده شد. معادله تجزیه‌پذیری موثر ارسکوف و مکدونالد به این ترتیب است:

$$P = a + \frac{bc}{c+k}$$

که P، مقدار تجزیه‌پذیری موثر ماده مغذی در زمان t، a، درصد بخش محلول که به سرعت ناپدید می‌شود، b، درصد بخش غیر محلول بالقوه قابل تجزیه، c، نرخ ثابت تجزیه بخش b در واحد زمان (درصد بر ساعت) و k، نرخ جریان خروجی است.

درصد ماده‌ی خشک با قرار دادن نمونه‌ها در آون و توزین آن پیش و پس از قرار دادن در آون تعیین شد. درصد پروتئین خام پس از قرار دادن نمونه‌های آزمایشی در آون ۵۵ درجه سانتی‌گراد و توسط میکروکلدال تعیین شد (۷). مقدار چربی خام با قرار دادن یک گرم از هر نمونه درون کاغذ صافی و قرار دادن آن‌ها در دستگاه سوکسله با استفاده از حلال هگزان تعیین شد. محتوی خاکستر نیز برای یک گرم نمونه با استفاده از کوره الکتریکی (۵۵۰ درجه سانتی‌گراد) تعیین شد. محتوی NDF نمونه‌ها با روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شد. دام‌های پرواری دو بار در دوره‌ی عادت‌پذیری (ابتدا و انتهای دوره) و در طول دوره‌ی پرواربندی به طور مرتب هر ۱۵ روز با رعایت ۱۲ ساعت دوری از آب و خوراک، وزن‌کشی شدند و افزایش وزن روزانه‌ی آن‌ها محاسبه شد. از روز ۵۰ پرواربندی به مدت پنج روز مقدار خوراک مصرفی، باقی‌مانده‌ی خوراک و وزن مدفوع (به صورت روزانه) تعیین شد. قابلیت هضم ظاهری خوراک پس از جمع‌آوری کل مدفوع و نمونه برداری از آن تعیین شد. حدود ۱۰۰ گرم از خوراک مصرفی، باقی‌مانده خوراک و مدفوع جمع آوری شده به صورت روزانه نمونه‌گیری شد. در پایان روز پنجم نمونه‌ها با هم مخلوط شدند و در نهایت یک نمونه از هر یک (۱۰۰ گرم) تهیه و مورد تجزیه‌ی آزمایشگاهی قرار گرفتند. درصد ماده‌ی خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر،NDF و NFC نمونه‌ها تعیین شد و با استفاده از ترکیب شیمیایی آن‌ها قابلیت هضم مواد مغذی خوراک محاسبه شد. NFC با استفاده از این رابطه محاسبه شد (۲۰):

NFC=۱۰۰-(%NDF+%CP+%Fat+%Ash)

ضریب تبدیل خوراک در کل دوره پرواربندی از تقسیم میانگین ماده خشک مصرفی در کل دوره به میانگین کل افزایش وزن زنده بره‌های هر تیمار محاسبه شد. پس از پایان ۸۰ روز دوره‌ی پرواربندی نه رأس از بره‌ها (سه رأس از هر تیمار) به طور تصادفی انتخاب و پس از ۱۲ ساعت پرهیز از آب و خوراک، وزن کشی و سپس کشتار شدند. پس از کشتار نیز وزن لاشه‌ی پر بدون پوست و وزن لاشه خالی گرم (پس از خروج امعا و احشا) ثبت شد. سپس لاشه به مدت ۴۸ ساعت در سردخانه (۴- درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد و پس از خروج از سردخانه دوباره توزین شد و به این ترتیب وزن لاشه‌ی سرد تعیین

شد (فرم تفکیک لاشه دانشگاه تهران). سپس لاشه به ۷ بخش شامل گردن، سردست، ران، کمر، پشت، سرشانه[1] و سینه[2] تقسیم و وزن هر بخش تعیین گردید (۱۰). هم‌چنین، سطح مقطع عضله راسته، ضخامت چربی ناحیه‌ی چشم دنده (دنده ۱۳) و چربی بین ماهیچه‌ای (ماربلینگ) اندازه گیری شدند. برای تعیین سطح مقطع عضله‌ی راسته از کاغذ کالک مدرج استفاده شد. داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار در پنج تکرار با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (2002) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که مدل آماری طرح به این صورت بود: $Y_{ijk}=\mu+T_i+\varepsilon_{ijk}$، به طوری که Y_{ijk}، مشاهده شماره k از تکرار j و تیمار i، μ، میانگین جامعه، T_i، اثر تیمار، و ε_{ijk}، خطای آزمایشی است. مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

نتایج

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام کنجاله سویای تیمار شده و تیمار نشده

فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام کنجاله سویای فرآوری شده به طور معنی داری تحت تأثیر تیمار قرار گرفت (جدول ۲). بخش سریع‌تجزیه، کند تجزیه، قابل تجزیه، غیرقابل تجزیه و نرخ ثابت تجزیه ماده خشک در کنجاله سویای پرتوتابی نشده و پرتوتابی شده به ترتیب ۲۶/۵۴، ۶۷/۶۷، ۹۴/۲۲، ۵/۷۸، ۳/۹۳ و ۲۳/۵۲، ۶۲/۳۳، ۸۵/۸۵، ۲/۱۴،۷۰/۱۴ درصد بود. هم‌چنین در مورد پروتئین خام در کنجاله سویای پرتوتابی نشده و پرتوتابی شده به ترتیب ۱۱/۰۴، ۸۴/۰۱، ۹۵/۰۶، ۴/۹۳، ۲/۹۵ و ۵/۲۷، ۸۲/۰۹، ۸۷/۳۶، ۱۲/۶۳، ۲/۵۹ بود، که تفاوت‌ها (به استثنای بخش کند تجزیه و نرخ ثابت تجزیه پروتئین خام) از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). پرتوتابی کنجاله سویا سبب کاهش در بخش سریع تجزیه، کند تجزیه، بالقوه قابل تجزیه، غیر قابل تجزیه و نرخ ثابت تجزیه ماده خشک و بخش سریع تجزیه، غیر قابل تجزیه و بالقوه قابل تجزیه پروتئین خام گردید که می‌تواند به عنوان ابزاری برای تأمین پروتئین عبوری دام نشخوارکننده مورد استفاده قرار گیرد.

مصرف خوراک و قابلیت هضم ظاهری ماده‌ی خشک و مواد مغذی

جیره‌های آزمایشی از نظر انرژی قابل متابولیسم با هم برابر بودند (۲/۵ مگاکالری در روز)، تفاوت این تیمارها میزان RUP جیره بود. در تیمار دو، با پرتوتابی کنجاله به مدت پنج دقیقه تجزیه‌پذیری موثر پروتئین کنجاله کاهش یافت و در تیمار سه با مکمل‌سازی جیره با مپران کمبود متیونین جیره جبران شد.

خوراک مصرفی روزانه و قابلیت هضم ظاهری در جدول ۳ ارائه شده است. در ۳۰ روز اول، از نظر مقدار مصرف خوراک اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار حاوی کنجاله سویای مکمل‌سازی شده با مپران (با بیشترین مقدار مصرف خوراک) وجود داشت (P=۰/۰۱۶)، اما این اختلاف بین سایر تیمارها معنی‌دار نبود. در طی ۳۰ روز دوم تفاوت بین مقدار مصرف خوراک بین تیمار شاهد و تیمار حاوی کنجاله سویای پرتوتابی شده (با بیشترین مقدار مصرف خوراک) و هم‌چنین بین تیمار شاهد و تیمار حاوی مپران معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۱). در ۲۰ روز پایانی، تفاوت میانگین مصرف خوراک بین تیمار شاهد و تیمار حاوی کنجاله سویای پرتوتابی شده و هم‌چنین بین تیمار شاهد و تیمار حاوی مپران (با بیشترین مقدار مصرف خوراک) معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱).

وزن بدن و نرخ افزایش وزن روزانه

داده‌های مربوط به وزن و میانگین افزایش وزن روزانه‌ی بره‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. تفاوت بین میانگین وزن بره‌ها پیش از شروع پرواربندی از نظر آماری معنی‌دار نبود. میانگین وزن بره‌ها در ۳۰ روزگی با هم تفاوت معنی‌داری داشتند و مصرف کنجاله سویای مکمل شده با مپران افزایش وزن بیشتری را در پی داشته است. اختلاف بین میانگین وزن بدن در هر دو تیمار نسبت به گروه شاهد بیشتر و از نظر آماری معنی‌دار بوده است (P=۰/۰۵). در۴۵، ۶۰ و ۸۰ روزگی تفاوت میانگین وزن بدن بین تیمار شاهد و دو تیمار دیگر از نظر آماری معنی‌دار بوده است (به ترتیب P=۰/۰۱۱، P=۰/۰۰۴ و P=۰/۰۰۱)، اما این اختلاف بین تیمارهای حاوی کنجاله‌ی پرتوتابی شده و مکمل‌سازی شده با مپران معنی دار نبود. ضریب تبدیل خوراک مصرفی نیز دارای تفاوت معنی‌داری بین تیمارها بوده است (P =۰/۰۰۲).

فراسنجه‌های خونی

داده‌های مربوط به تجزیه‌ی فراسنجه‌های خونی در جدول ۵ ارائه شده است. همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود بین غلظت کلسترول (P <۰/۰۰۱)، تری‌گلیسرید و VLDL (P =۰/۰۰۹) در پایان دوره پروار بین تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

تجزیه‌ی لاشه

داده‌های مربوط به تجزیه‌ی لاشه در جدول ۶ ارائه شده است. همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود تفاوت وزن لاشه‌ی پر (P=۰/۰۴۸)، لاشه‌ی خالی گرم (P=۰/۰۴۹) و سرد (P=۰/۰۳۸) بین تیمار شاهد و دو تیمار دیگر معنی‌دار می‌باشد. تفاوت وزن ران

1- chuck
2- breast

(P=۰/۰۰۹) و کمر (P=۰/۰۰۱) نیز بین تیمار شاهد و دو تیمار دیگر معنی‌دار بود. تفاوت وزن گردن (P=۰/۰۱) فقط بین تیمار شاهد و مایکروویو معنی‌دار بود. تفاوت وزن پشت نیز بین تیمارها معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱). مقدار چربی بین ماهیچه‌ای در سه تیمار مشابه بود و با نمره ۴ (درجه‌بندی ۱-۱۰)، در سطح متعادلی قرار گرفتند.

بحث

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام کنجاله سویای تیمار شده و تیمار نشده

فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام کنجاله سویای فرآوری شده به طور معنی داری تحت تأثیر تیمار قرار گرفت (جدول ۲). این نتایج با نتایج به‌دست آمده توسط صادقی و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. او کنجاله‌ی سویا را در زمان‌های ۲، ۴ و ۶ دقیقه پرتوتابی کرد و مشاهده کرد که فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده‌ی خشک (a، b، c و تجزیه‌پذیری موثر) بین کنجاله‌ی سویای پرتوتابی شده و پرتوتابی نشده از نظر آماری با هم تفاوت دارند.

جدول ۲- مقایسه اثر میانگین تیمارها بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام کنجاله سویای تیمار شده و تیمار نشده

موارد	بخش محلول	بخش کند تجزیه	بخش قابل تجزیه	بخش غیر قابل تجزیه	نرخ ثابت تجزیه	تجزیه‌پذیری موثر ماده مغذی در نرخ عبور(در ساعت)		
						۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۸
فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک								
کنجاله سویای عمل-آوری‌نشده	۲۶/۵۴ a	۶۷/۶۷ a	۹۴/۲۲ a	۵/۷۸ a	۳/۹۳ a	۵۹/۷۱ a	۵۳/۳۱ a	۴۸/۸۳ a
کنجاله سویای عمل‌آوری شده	۲۳/۵۲ b	۶۲/۳۳ b	۸۵/۸۵ b	۱۴/۱۴ b	۲/۷۰ b	۴۴/۵۴ b	۴۲/۹۹ b	۳۹/۳۸ b
SEM	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
احتمال معنی داری	۰/۰۲۴	۰/۰۲۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
فراسنجه‌های تجزیه پذیری پروتئین خام								
کنجاله سویای عمل‌آوری نشده	۱۱/۰۴a	۸۴/۰۱	۹۵/۰۶a	۴/۹۳a	۲/۹۵	۴۶/۶a	۳۸/۷۳a	۳۳/۶۸a
کنجاله سویای عمل‌آوری شده	۵/۲۷b	۸۲/۰۹	۸۷/۳۶ b	۱۲/۶۳ b	۲/۵۹	۳۷/۶۲b	۳۰/۱۲b	۲۵/۴۴b
SEM	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
احتمال معنی داری	<۰/۰۰۱	۰/۵۷۸	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰	۰/۱۶۷	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴

*- اعداد هر ستون که با حروف غیر مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری باهم تفاوت دارند.

جدول ۳- مقدار خوراک مصرفی روزانه (به همان صورت که مصرف شده) و قابلیت هضم ظاهری ماده‌ی خشک و مواد مغذی در تیمارهای مورد آزمایش

موارد	شاهد	کنجاله تیمار شده	کنجاله+میران	خطای استاندارد میانگین	احتمال معنی‌داری
مصرف خوراک (گرم)					
۳۰ روز اول	۲۱۸۴/۷ b	۲۳۸۳/۵ ab	۲۵۸۴/۶ a	۴۷/۶۰۰	۰/۰۱۶
۳۰ روز دوم	۲۲۲۱/۳ b	۲۸۸۰/۶ a	۲۸۰۳/۹ a	۶۲/۶۶۲	۰/۰۰۱
۲۰ روز پایانی	۲۲۴۹/۹ b	۲۹۳۷/۹ a	۲۸۳۲/۹ a	۵۷/۰۶۵	<۰/۰۰۱
قابلیت هضم (درصد ماده خشک)					
ماده‌ی خشک	۶۰/۹b	۶۵/۲a	۶۶/۴a	۰/۹۲۵	۰/۰۱۱
ماده‌ی آلی	۶۵/۱	۶۶/۲	۶۶/۸	۰/۷۷۹	۰/۵۱۳
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۵۲/۷	۵۳/۷	۵۳/۱	۱/۳۲۱	۰/۴۰۱
چربی خام	۶۶/۳	۶۷/۷	۶۶/۹	۰/۴۱۲	۰/۷۶۳
پروتئین خام	۶۰/۶	۶۱/۳	۶۱/۵	۱/۰۶۱	۰/۶۰۴
کربوهیدرات غیر الیافی	۷۱/۲	۶۸/۸	۶۹/۹	۰/۹۷۶	۰/۰۹۵

*- اعداد هر ردیف که با حروف غیر مشابه نشان داده شده‌اند از نظر آماری با هم اختلاف دارند (P<۰/۰۵).

جدول ٤- میانگین وزن و افزایش وزن روزانه بره‌ها در تیمارهای مورد آزمایش

موارد	شاهد	کنجاله تیمار شده	کنجاله+میران	خطای استاندارد میانگین	احتمال معنی داری
وزن بره(کیلوگرم)					
پیش از شروع تیمار	۳۰/۲	۳۱/۷	۳۲/۶	۱/۱۱۸	۰/۶۷۲
در ۱۵ روزگی	۳۲/۳	۳۶/۰	۳۷/۲	۱/۰۸۹	۰/۱۹۶
در ۳۰ روزگی	۳۴/۴^{b}	۳۹/۵^{ab}	۴۱/۳^{a}	۱/۰۷۰	۰/۰۵
در ۴۵ روزگی	۳۷/۰^{b}	۴۳/۸^{a}	۴۵/۳^{a}	۰/۹۸۲	۰/۰۱۱
در ۶۰ روزگی	۳۹/۱^{b}	۴۶/۶^{a}	۴۸/۸^{a}	۱/۰۰۰۴	۰/۰۰۴
در ۸۰ روزگی	۴۱/۰^{b}	۵۰/۴^{a}	۵۲/۵^{a}	۰/۹۷۵	۰/۰۰۱
افزایش وزن روزانه (گرم)					
۱تا ۱۵روزگی	۱۳۹/۹ ^{b}	۲۸۷/۳ ^{a}	۳۰۵/۹ ^{a}	۶/۷۶۷	<۰/۰۰۱
۱۵ تا ۳۰ روزگی	۱۳۹/۹ ^{b}	۲۳۵/۳ ^{a}	۲۷۰/۶ ^{a}	۱۲/۱۶۸	۰/۰۰۲
۳۰ تا ۴۵ روز	۱۷۸/۶ ^{b}	۲۸۳/۳ ^{a}	۲۶۹/۹ ^{a}	۱۵/۷۳۱	۰/۰۳۷
۴۵ تا۶۰ روز	۱۳۴/۶ ^{b}	۱۸۹/۹ ^{a}	۲۳۴/۶ ^{a}	۹/۶۷۱	۰/۰۰۴
۶۰ تا۸۰ روز	۹۹/۰ ^{b}	۱۹۱/۰ ^{a}	۱۸۱/۰ ^{a}	۱۰/۰۷۴	۰/۰۰۵
کل دوره	۱۳۵/۷ ^{b}	۲۳۴/۵ ^{a}	۲۴۸/۰ ^{a}	۷/۷۹۵	<۰/۰۰۱
ضریب تبدیل	۹/۹ ^{a}	۷/۴ ^{b}	۷/۴ ^{b}	۰/۲۶۵	۰/۰۰۲

*- اعداد هر ردیف که با حروف غیر مشابه نشان داده شده‌اند از نظر آماری با هم اختلاف دارند (P <۰/۰۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین فراسنجه‌های خونی بین تیمارهای آزمایشی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)

فراسنجه‌های خونی	شاهد	کنجاله تیمار شده	کنجاله+میران	خطای استاندارد میانگین	احتمال معنی‌داری
ابتدای دوره					
کلسترول	۴۵/۷	۵۵/۲	۵۹/۴	۲/۳۳۵	۰/۰۸۶
تری‌گلیسرید	۱۸/۹	۲۱/۰	۲۱/۶	۱/۷۸۸	۰/۸۱۳
HDL	۳۵/۱	۳۶/۲	۳۷/۱	۲/۰۰۷	۰/۹۲۴
VLDL	۳/۷	۴/۲	۴/۳	۰/۳۵۶	۰/۷۸۵
گلوکز	۶۶/۹	۷۹/۳	۷۸/۲	۲/۳۱۰	۰/۰۸۸
انتهای دوره					
کلسترول	۴۹/۹^{a}	۴۰/۶^{b}	۴۰/۲^{b}	۰/۸۴۸	<۰/۰۰۱
تری‌گلیسرید	۱۸/۶^{a}	۲۳/۱^{a}	۱۰/۵^{b}	۱/۳۹۶	۰/۰۰۹
HDL	۳۳/۳	۳۵/۴	۳۵/۱	۱/۷۴۴	۰/۸۶۶
VLDL	۳/۷^{a}	۴/۶^{a}	۲/۱^{b}	۰/۲۷۹	۰/۰۰۹
گلوکز	۷۱/۰	۶۹/۲	۷۱/۵	۲/۶۰۶	۰/۹۳۲

HDL= لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا.

VLDL= لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار پایین.

اما بخش بالقوه قابل تجزیه فقط بین دو تیمار ۲ و ۶ دقیقه متفاوت بودند. پرتوتابی به مدت ۴ دقیقه برای کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین کنجاله سویا کافی است (۲۶). در پرتوتابی با مایکروویو کنجاله کانولا در طی۲، ۴ و ۶ دقیقه، افزایش زمان پرتوتابی منجر به کاهش بخش محلول و افزایش بخش کند تجزیه شد (P<۰/۰۰۱). هم‌چنین تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام با نرخ عبور ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۰۸ بر ساعت کاهش یافت (۲۶). انرژی مایکروویو غیریونیزه می‌باشد و منجر به افزایش دما با یک نفوذ متوسط می‌شود که ناشی از تغییرات سریع میدان مغناطیسی است. زمان بیشتر از ۱/۵ دقیقه پرتوتابی مایکروویو منجر به افزایش قابل توجهی در محصولات پلی-پپتیدی با وزن مولکولی پایین (کمتر از ۲۰ کیلودالتون) می‌شود (۱۸). فرایند حرارتی قابلیت تجزیه پروتئین را در شکمبه به وسیله واسرشت کردن پروتئین‌ها و به وسیله تشکیل پیوندهای عرضی پروتئین- کربوهیدرات (واکنش میلارد) و پروتئین- پروتئین کاهش می‌دهد (۲۰).

مصرف خوراک و قابلیت هضم ظاهری ماده‌ی خشک و مواد مغذی

اثرات متفاوتی هنگام فرآوری و مکمل سازی منابع پروتئینی و اسید آمینه بر مصرف خوراک و قابلیت هضم، گزارش شده است. تفاوت معنی‌دار در مقدار ماده‌ی خشک مصرفی در بره‌های پرواری تغذیه شده با کنجاله سویای اکسترود شده و تیمار شاهد مشاهده نشد (۱۱). افزودن RUP به جیره‌های بره‌های پرواری تغذیه شده با مصرف علوفه‌ی با کیفیت پایین بر مصرف خوراک، قابلیت هضم ظاهری و ابقای نیتروژن اثر معنی داری داشته است (۹). عبدالقادر و همکاران (۱) با فرآوری حرارتی سویای کامل در گوساله‌های مصرف-کننده‌ی جیره‌ی آغازین در ۸ هفتگی افزایش مصرف خوراک، افزایش وزن سریع‌تر و مرگ و میر کم‌تر را گزارش دادند. نیکولز و همکاران (۱۹) هنگام مکمل‌سازی کنجاله‌ی سویا با متیونین محافظت‌شده (۴۰ گرم در روز اسمارتامین) در گاوهای شیری تفاوتی در مقدار مصرف خوراک و تولید شیر روزانه بین تیمارها مشاهده نکردند. به هر حال، اثرات متفاوت هنگام فرآوری و مکمل سازی منابع پروتئینی و اسید آمینه بستگی به سطح مصرف خوراک، ماهیت کربوهیدارت و پروتئین جیره دارد.

همبستگی مثبتی بین مقدار پروتئین خام مصرفی و مقدار ماده‌ی خشک مصرفی روزانه در نشخوارکنندگان وجود دارد و با افزایش پروتئین خام مصرفی جیره مقدار ماده‌ی خشک مصرفی روزانه افزایش می‌یابد که بخشی از این افزایش ناشی از اثر RDP است که سبب افزایش قابلیت هضم مواد خوراکی به ویژه فیبر شده که بدین ترتیب با کاهش اتساع شکمبه‌ای سبب افزایش مقدار مصرف می‌شود (۳). در بسیاری از آزمایش‌ها افزایش مصرف خوراک متعاقب افزایش پروتئین خام جیره سبب کاهش تولید پروپیونات شکمبه‌ای شده است زیرا پروتئین مکمل شده، جایگزین بخشی از نشاسته می‌شود. از آن‌جایی که پروپیونات با اعمال اثر هیپوفاژیک سبب کاهش مقدار ماده‌ی خشک مصرفی می‌شود، کاهش مقدار نشاسته و تولید پروپیونات سبب افزایش مقدار ماده‌ی خشک مصرفی می‌شود (۴). از طرفی با فرآوری کنجاله و مکمل‌سازی مپران فراهمی اسید آمینه در سطح روده و نهایتاً در سطح بافت‌ها افزایش یافته سبب افزایش سطح مصرف اسید آمینه در بافت‌ها می‌گردد که سبب افزایش نرخ ناپدید شدن سوخت‌های متابولیک از خون می‌گردد. به طوری که تزریق اسیدهای آمینه از طریق ورید وداجی سبب ناپدید شدن سریع‌تر استات و پروپیونات از سطح خون شده است (۴). این فرایند افزایش زمان گرسنگی و کاهش فاصله بین وعده‌های مصرف خوراک را در بر دارد. اولدهام (۲۱) گزارش داد که هنگامی که گاوها جیره‌هایی مکمل شده با کنجاله‌ی سویا مصرف می‌کنند، در مقایسه با مکمل اوره، اسیدهای آمینه سبب افزایش مصرف خوراک می‌شود هرچند قابلیت هضم در هر دو جیره مساوی بودند. به نظر می‌رسد این تفاوت ناشی از اثر هیپوفاژیک اوره باشد.

کاساب و همکاران (۱۶) تأثیر کنجاله کانولای تیمار شده با حرارت بر عملکرد میش‌های شیرده را بررسی کردند و دریافتند که درصد قابلیت هضم خوراک مصرفی در تیمار کنجاله کانولای حرارت دیده (۶۹/۷۷ درصد) نسبت به کنترل (۶۶/۰۳ درصد) به طور معنی-داری افزایش یافت. هم‌چنین به دنبال آن وزن بدن و افزایش وزن روزانه و وزن از شیرگیری بره‌های آن‌ها نسبت به گروه کنترل افزایش نشان داد. از طرفی دیگر تیمار کنجاله‌ی سویا با لیگنوسولفونات قابلیت هضم NDF را در بره‌های پرواری افزایش داد، اما بر ماده‌ی خشک مصرفی و متابولیسم نیتروژن تأثیری نداشت (۳۰). در مطالعه‌ای که توسط البداوی و همکاران (۱۱) روی تأثیر کنجاله سویای فرآوری شده بر عملکرد بره‌های پرواری صورت گرفت مشاهده شد که قابلیت هضم پروتئین خام، فیبر خام، چربی خام و عصاره‌ی عاری از ازت در جیره‌ی حاوی سویای اکسترود شده بیشتر از تیمار کنجاله سویای تیمار نشده بود.

وانگ و همکاران (۳۶) مشاهده کردند که میکرونیزه کردن دانه-ی کانولا به مدت ۱/۵ دقیقه قابلیت هضم ماده‌ی خشک و ماده‌ی آلی را افزایش داد، اما قابلیت هضم کلی در دستگاه گوارش تفاوت معنی‌داری نداشت ولی نسبت هضم پروتئین در روده افزایش یافت. برخی از محققین نیز با افزایش میزان RUP جیره تفاوتی در قابلیت هضم کلی مشاهده نکردند (۳۲). این نتایج نشان می‌دهد که قابلیت هضم کلی با تغییر مسیر تجزیه‌ی پروتئین از شکمبه به روده تحت تأثیر قرار نگرفت. به نظر می‌رسد بهبود کیفیت پروتئین خوراک و حفظ الگوی اسید آمینه‌ی مناسب کنجاله‌ی سویا و افزایش دسترسی اسیدهای آمینه در روده‌ی باریک و در پی آن بهبود نرخ افزایش وزن روزانه‌ی بره‌ها، احتیاجات به مواد مغذی به ازای افزایش وزن روزانه بیشتر شد که در نهایت منجر به افزایش خوراک مصرفی روزانه گردید.

وزن بدن و نرخ افزایش وزن روزانه

پژوهش‌های متعدد نشان دادند که افزایش RUP و اسید آمینه‌ی محافظت شده اغلب سبب بهبود عملکرد پرواری در دام‌های نشخوارکننده می‌شود. گرینوود و تیگمیر (۱۲) با تغذیه‌ی مکمل متیونین در جیره‌ی حاوی پوسته‌ی سویا در گاوهای پرواری مشاهده کردند که تغذیه‌ی ۷/۹ گرم متیونین در روز منجر به بهبود ابقای ازت شد. عبدالرحمان و هونایتی (۲) هنگام مکمل‌سازی جیره با متیونین محافظت شده در بره‌های در حال رشد آواسی (۲ گرم در روز) مشاهده کردند که رشد و عملکرد عمومی بره بهبود یافت که این بهبود ناشی از بهبود هضم و استفاده از مواد مغذی خوراک بود.

جدول ٦- مقایسه‌ی میانگین عوامل مربوط به تجزیه‌ی لاشه بین تیمارهای آزمایشی

بخش‌های مختلف لاشه	شاهد	کنجاله تیمار شده	کنجاله+مپران	خطای استاندارد میانگین	احتمال معنی-داری
وزن لاشه پر بدون پوست(کیلوگرم)	۲۵/۶^{b}	۳۴/۳^{a}	۳۳/۰^{a}	۱/۱۸۷	۰/۰۴۸
وزن لاشه خالی گرم (کیلوگرم)	۱۶/۳^{b}	۲۳/۶^{a}	۲۳/۱^{a}	۱/۰۴۸	۰/۰۴۹
وزن لاشه خالی سرد (کیلوگرم)	۱۵/۲^{b}	۲۳/۲^{a}	۲۲/۴^{a}	۱/۰۴۸	۰/۰۳۸
وزن سردست(کیلوگرم)	۱/۸	۱/۷	۱/۸	۰/۰۸۳	۰/۹۱۶
وزن ران(کیلوگرم)	۱/۵^{b}	۲/۵^{a}	۲/۹^{a}	۰/۱۲۵	۰/۰۰۹
وزن کمر(کیلوگرم)	۱/۴^{b}	۲/۶^{a}	۳/۲^{a}	۰/۱۰۳	۰/۰۰۱
وزن گردن(کیلوگرم)	۱/۰^{b}	۱/۷^{a}	۱/۳^{ab}	۰/۰۵۸	۰/۰۱۰
وزن پشت(کیلوگرم)	۰/۹^{c}	۱/۳^{a}	۱/۰^{b}	۰/۰۱۱	<۰/۰۰۱
وزن سرشانه(کیلوگرم)	۰/۹	۱/۲	۱/۱	۰/۱۶۴	۰/۸۲۰
وزن سینه(کیلوگرم)	۱/۰	۱/۰	۱/۲	۰/۱۰۹	۰/۶۲۵
سطح مقطع راسته(میلی‌متر مربع)	۱۰۱۲/۷^{b}	۱۹۶۸/۰^{ab}	۲۴۸۶/۰^{a}	۱۷۶/۹۲۰	۰/۰۳۷
ضخامت چربی چشم دنده(سانتی‌متر)	۰/۸^{b}	۰/۵^{c}	۱/۰^{a}	۰/۰۳۱	۰/۰۰۶

*- اعداد هر ردیف که با حروف غیر مشابه نشان داده شده‌اند از نظر آماری با هم اختلاف دارند (P <۰/۰۵).

استاپلز و همکاران (۳۱) با مکمل‌سازی دی ال-متیونین محافظت شده روی بره میش‌های مرینوس مشاهده کردند که طول پشم (۲/۱ درصد)، وزن پشم (۷/۳ درصد) و نرخ افزایش وزن زنده (۲۰/۱ تا ۲۶/۱ گرم در روز) نسبت به گروه کنترل افزایش یافت. در مطالعه‌ای که توسط پورچاس و همکاران (۲۴) روی تاثیر مکمل‌سازی مپران (۰، ۴ و ۸ گرم) روی میش‌های رومنی انجام دادند تفاوتی بین تیمارها از نظر افزایش وزن و رشد پشم مشاهده نکردند. صالح و صالح (۲۷) مشاهده کردند که جایگزینی کنجاله سویای حرارت دیده با کنجاله سویای تیمار نشده در جیره افزایش وزن و ضریب تبدیل را در بره‌های در حال رشد بهبود بخشید.

الگوی هضم در شکمبه‌ی دام نشخوارکننده، به گونه‌ای است که پروتئین میکروبی را در روده‌ی کوچک متناسب با انرژی قابل تخمیر مصرفی دام فراهم می‌سازد. در این حالت از آن‌جایی که بخش اعظم پروتئین مورد نیاز دام از پروتئین میکروبی وارده به روده‌ی کوچک فراهم می‌شود، تغییر تجربی اسیدهای آمینه‌ی مصرفی، متناسب با مواد مغذّی مولّد انرژی بسیار مشکل است. اگر مصرف انرژی برای تحریک رشد کافی باشد و در شکمبه نیز سوبسترای نیتروژن‌دار کافی برای حداکثر سازی تولید پروتئین میکروبی فراهم شود، در این صورت پاسخ به اسید آمینه‌ی مازاد مصرفی متغیّر بوده و اغلب افزایش رشد را در بر دارد (۱۳). هنگام استفاده از انرژی قابل متابولیسم مصرفی در سطح نگهداری که تجمع چربی در این حالت بعید است، افزایش در تأمین اسیدهای آمینه بعد از شکمبه‌ای سبب تحریک تجمع پروتئین (ولو تا سطوح پایین) نسبت به تجمع چربی می‌شود (۳۵). به هر حال، حتّی هنگامی که مصرف بالای قابل توجّهی از اسیدهای آمینه، در سطوح پایین انرژی مصرفی فراهم می‌شود، سرنوشت غالب این اسیدهای آمینه، ترانس آمیناسیون است و به دنبال آن به سوبستراهای مولّد انرژی، شامل گلوکز تبدیل می‌شوند. در این آزمایش، جیره‌های مصرفی دارای ترکیبی مشابه از نظر منابع مولد انرژی بودند و تفاوت اساسی در ماهیت پروتئین (بین تیمار ۱ و ۲) و افزایش RUP در جیره‌ی پایه با مکمل سازی مپران بود. از طرفی دیگر، در جیره‌های مصرفی انرژی کافی برای تحریک رشد و سوبسترای نیتروژن‌دار کافی نیز برای دستیابی به حداکثر تولید پروتئین میکروبی در شکمبه فراهم شده بود، در این صورت انتظار می‌رفت که پاسخ به اسید آمینه‌ی مازاد عبوری مصرفی در تیمار ۲ و ۳ نرخ رشد و به دنبال آن افزایش وزن بالاتر را در این تیمارها در بر داشته باشد.

مکمل‌سازی جیره با پروتئین با کیفیت یا اسیدهای آمینه‌ی محافظت شده، به‌ویژه لیزین و متیونین که اغلب اسید آمینه‌ی محدودکننده هستند، منجر به افزایش ماده‌ی خشک مصرفی و قابلیت هضم در گاو و گوسفند می‌شود، که به نوبه خود راندمان تولید این دام‌ها بهبود می‌یابد (۵). استفاده از پروتئین قابل هضم توسط نشخوارکنندگان بستگی به الگوی اسید آمینه‌ی جذب شده در روده دارد، زیرا کمبود یک اسید آمینه می‌تواند استفاده از سایر اسید آمینه‌ها را برای تولید مناسب محدود کند. پروتئین میکروبی به‌ویژه در شرایطی که حیوان از جیره با پروتئین غیرقابل تجزیه پایین تغذیه می‌کند، منبع اصلی پروتئین قابل متابولیسم می‌باشد. به‌هرحال، پروتئین میکروبی، اسید آمینه‌ی کافی برای تامین نیازهای حیوانات در حال رشد را فراهم نمی‌کند (۳۳). به‌نظر می‌رسد مکمل‌سازی کنجاله‌ی سویا با متیونین محافظت‌شده در طی افزایش قابلیت دسترسی این اسیدآمینه در روده‌ی باریک و رفع محدودکنندگی آن در ساخت پروتئین بافتی، موجب شده است تا پروتئین با راندمان بالاتری

در بدن مورد استفاده قرار گیرد. به این ترتیب از اتلاف پروتئین در بدن و ایجاد بافت چربی اضافه در اندام‌ها جلوگیری به عمل آمده است. به نظر می‌رسد همین عملکرد را هنگام تغذیه‌ی بره‌ها با کنجاله سویای میکرونیزه‌شده نیز می‌توان مشاهده کرد.

فراسنجه‌های خونی

مقدار ماده‌ی خشک مصرفی روزانه و قابلیت هضم ماده‌ی خشک متعاقب میکرونیزاسیون و مکمل‌سازی با میران افزایش یافت. به دنبال این نتایج تغییرات معنی‌داری در غلظت فراسنجه‌های خونی (کلسترول، تری‌گلیسرید و VLDL)، در انتهای دوره پرواربندی مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که با فرآوری کنجاله و مکمل‌سازی میران، فراهمی اسید آمینه در سطح روده و در نهایت در سطح بافت‌ها افزایش یافته که سبب افزایش سطح مصرف اسید آمینه در بافت‌ها گردیده است که به دنبال آن افزایش نرخ ناپدید شدن سوخت‌های متابولیک از خون رخ می‌دهد. لذا در تیمارهای ۲ و ۳ به نظر می‌رسد تاثیر متابولیک اسید آمینه‌ها در سطح بافت‌ها سبب افزایش نرخ ناپدید شدن فراسنجه‌های خونی بین تیمارها شده است. همان‌گونه که در جدول ۵ نشان داده شده است غلظت کلسترول ($P<۰/۰۰۱$) در تیمارهای ۲ و ۳ و غلظت تری‌گلیسرید و VLDL ($P=۰/۰۰۹$) پس از مکمل سازی با میران در تیمار ۳ کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. آلن و همکاران (۴) دریافتند که تزریق اسیدهای آمینه از طریق ورید وداجی سبب ناپدیدشدن سریع‌تر استات و پروپیونات از سطح خون شده است که این فرایند افزایش زمان گرسنگی و کاهش فاصله‌ی بین وعده‌های مصرف خوراک را در بر دارد. لذا بالاتر بودن مقدار خوراک مصرفی روزانه را به خوبی توجیه می‌نماید.

کمال و همکاران (۱۵) گزارش کردند که تیمار حرارتی کنجاله سویا منجر به افزایش غلظت گلوکز خون در بره‌های پرواری شده است. کروبر و همکاران (۱۷) و آمان (۶) گزارش کردند که مکمل سازی پروتئین محافظت شده منجر به افزایش غلظت گلوکز پلاسما در گوسفند و گاو می‌شود. اما از نظر کلسترول، تری گلیسرید و غلظت کل پروتئین بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نکردند. یانگ و همکاران (۳۷) نیز با افزودن روزانه ۱۵ گرم L-D متیونین به جیره گاوهای شیری و تیمار حرارتی کنجاله سویا افزایش معنی‌داری در غلظت گلوکز پلاسما مشاهده نکردند.

تجزیه‌ی لاشه

گوشت مهمترین محصول گوسفند است. برنامه‌ریزی در جهت کاهش درصد چربی لاشه‌ی نشخوارکنندگان از سیاست‌های درازمدت بخش تولیدات دامی اکثر کشورهای پیشرفته است.

یکی از روش‌های مؤثر در این خصوص بهبود مدیریت تغذیه و یکی از راهکارهای آن تغذیه با جیره‌های دارای سوبسترای قابل تخمیر و انرژی کافی برای حداکثر سازی تخمیر میکروبی و تأمین کمبود پروتئین و اسیدهای آمینه‌ی محدودکننده در سطح روده است. در این راستا حیوانی ایده‌آل است که به سرعت رشد کرده و راندمان مطلوب در افزایش وزن داشته باشد، کم‌ترین استخوان و بیش‌ترین ماهیچه و سطح مطلوبی از چربی را دارا باشد. در این آزمایش وزن ران، کمر، گردن و وزن پشت دام که هر سه از ماهیچه‌های با ارزش اقتصادی بالا در لاشه هستند به طور معنی‌داری تحت تاثیر میکرونیزاسیون و مکمل سازی با میران افزایش یافته است. نتایج سایر آزمایش‌ها نیز متغیر بوده است.

صالح و صالح (۲۷) با جایگزینی کنجاله سویای حرارت دیده با کنجاله سویا در جیره بر مشخصات لاشه، اثر معنی‌دار بر درصد گوشت لخم بین تیمارها مشاهده نکردند. استنفورد و همکاران (۳۰) با تغذیه‌ی بره‌های پرواری توسط کنجاله سویا و کنجاله کانولای تیمار شده با لیگنوسولفونات و ارزیابی لاشه‌ی آن‌ها مشاهده کردند که تیمار کنجاله روی درجه‌بندی لاشه و رشد تار پشم تأثیری نداشت. هم‌چنین قطر چربی ناحیه‌ی دنده‌ها و چربی اطراف کلیه‌ها نسبت به گروه کنترل کم‌تر بود.

راندمان تجزیه‌ی پروتئین عبوری در روده‌ی باریک بیشتر از پروتئین میکروبی است، بنابراین اگر میزان RUP جیره افزایش یابد و این پروتئین عبوری الگوی اسید آمینه‌ی مناسبی داشته باشد پس از جذب در روده‌ی باریک به طور موثرتری در بدن حیوان مورد استفاده قرار می‌گیرد و منجربه افزایش و بهبود راندمان تولیدی حیوان می‌شود. به نظر می‌رسد انتقال مکان هضم از شکمبه به روده‌ی باریک و در تیمار سه رفع محدودکنندگی متیونین توانسته راندمان تولیدی حیوان را بهبود ببخشد و این بهبود راندمان تولید با بهبود افزایش وزن روزانه، افزایش وزن لاشه (که ناشی از افزایش دسترسی اسید آمینه‌ها برای ساخت بافت پروتئینی است) و در پی آن افزایش وزن عضله ران، راسته، گردن و کمر (فیله) شده است. سطح مقطع عضله‌ی راسته نیز به دلیل افزایش توده بافت ماهیچه‌ای بهبود یافته است.

ضریب تبدیل و بررسی اقتصادی

هزینه‌ی خوراک برای تولید هر کیلوگرم افزایش وزن زنده (با توجه به ضریب تبدیل خوراکی) و نیز هزینه‌های خوراک برای تولید هر کیلوگرم لاشه (با توجه به افزایش وزن زنده و بازده لاشه) برای تیمارهای آزمایشی محاسبه شد (جدول ۷). با توجه به ضریب تبدیل خوراک مصرفی و هزینه‌های محاسبه شده مشاهده می‌شود که تفاوت هزینه‌ی خوراک مصرفی برای تولید هر کیلوگرم لاشه‌ی سرد و گرم بین تیمار شاهد و دو تیمار دیگر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری باهم دارند. به نظر می‌رسد تیمار با امواج مایکروویو و میران، از طریق بهبود

وزن و ضریب تبدیل منجر به کاهش هزینه‌های خـوراک در حیوانـات آزمایشی شده است.

جدول ۷- هزینه‌ی خوراک مصرفی در تیمارهای مورد آزمایش

	تیمار شاهد	تیمار مایکروویو	تیمار مپران	خطای استاندارد میانگین	احتمال معنی-داری
هزینه‌ی خوراک برای تولید هر کیلوگرم افزایش وزن زنده (ریال)	۲۶۹۳۸[a]	۲۲۴۸۹[b]	۲۴۵۲۰[ab]	۷۹۰/۲۸	۰/۱۱
هزینه‌ی خوراک برای تولید هر کیلوگرم لاشه سرد (ریال)	۷۶۴۹۳[a]	۵۳۶۶۸[b]	۶۰۴۲۳[b]	۲۰۱۲/۸۲	۰/۰۰۹
هزینه‌ی خوراک برای تولید هر کیلوگرم لاشه گرم (ریال)	۷۰۸۵۸[a]	۵۲۶۸۸[b]	۵۸۴۳۸[b]	۱۶۰۴/۶۲	۰/۰۰۹

*- اعداد هر ردیف که با حروف غیر مشابه نشان داده شده‌اند از نظر آماری با هم اختلاف دارند ($P<۰/۰۵$).

منابع

1- Abdelgadir, I. E. O., J. L. Morrill, J. A. Stutts, V. Morril, D. E. Johnson, and K. C. Behnke. 1984. Effect of processing temperature on utilization of whole soybeans by calves. J. Dairy. Sci. 67:2554-2559.
2- Abdelrahman, M. M., and D. A. Hunaiti. 2007. The effect of dietary yeast and protected methionine on performance and trace minerals status of growing Awassi lambs. J. Livestock Science. 115:235-241.
3- Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 83: 1598-1624.
4- Allen, M. S., J. A. Voelker, and M. Oba. 2004. Physically effective fiber and regulation of ruminal pH: more than just chewing. Proceedings of the 12th international conference. East Lansing, Michigan USA.
5- Ali, C. S., I. Din, M. Sharif, M. Nisa, A. Javaid, N. Hashmi, and M. Sarwar. 2009. Supplementation of ruminally protected proteins and amino acids: feed consumption, digestion and performance of cattle and sheep. Int. J. Agric. Biol. 11:477-482.
6- Ammann, H. M. 1991. Influence of protected fat and protected protein given separately or together on physiology of digestion in the rumen, abomasum and feces of sheep. Institute Fur Tierernahrung, Tierarztiche Hochschule Hannover, Germany.
7- AOAC. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists international, Gaithersburg, MD.
8- Archibeque, S. I., J. C. Burns, and G. B. Huntington. 2002. Nitrogen metabolism of beef steers fed endophyte-free tall fescue hay: Effect of ruminally protected methionine supplementation. J. Anim. Sci. 80: 1344-1351.
9- Atkinson, R. L., C. D. Toone, T. J. Robinson, D. L. Harmon, and P. A. Ludden. 2007. Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on nitrogen retention, apparent digestibility, and nutrient flux across visceral tissues in lambs fed low-quality forage. J. Anim. Sci. 85:3331-3339.
10- Butterfield, R. M. 2005. New concepts of sheep growth. The department of veterinary anatomy university of sydney.
11- EL-Bedawy, T. M., M. Gad Sawsan, and M. S. Farghaly. 2009. Effect of processing method of soybean on nutrient utilization, performance and carcass characteristics of sheep. J. Agricultural sciences. 5:332-336.
12- Greenwood, R. H, and E. C. Titgemeyer. 2002. Limiting amino acids for growing Holstein steers limit-fed soybean hull-based diets. J. Anim. Sci. 78:1997-2004.
13- Hegarty, R. S. 1999a. Mechanisms for competitively reducing ruminal methanogenesis. Australian Journal of Agricultural Research. 50:1299-1305.
14- Hvelplund, T., and J. Madsen. 1993. Protein systems for ruminants. J. ICEL. SCI. 7:21-36.
15- Kamal, N. D., O. B. Araz, and G. I. Ameen. 2012. Nutrient Digestion, Rumen and Blood Parameters of Karadi Lambs Fed Treated Soybean Meal. J. Adv. Nutr. Res. 1:6-9.
16- Kassab, A. Y., A. A. Abdel-Ghani, G. M. Solouma1, E. B. Soliman, and A. K. AbdElmoty. 2009. Lactation performance of Sohagi sheep as affected by feeding canola protected protein. J. Sheep & Goat Sciences. 4:65-78.
17- KrÖber, T. F., M. Kreuzer., M. Senn, W. Langhans, and F. Sutter. 2000. Effect of rumen-protected methionine in a low protein ration on metabolic traits and performance of early lactating cows as opposed to rations with elevated crude protein content. J. Anim. Physio. Anim. Nut. 8:148-164.
18- Miroljub, B. B., S. P. Stanojevic, S. Jovanovic, and M. B. Pesic. 2004. Soy protein modification-A Review.Biblid. 35:3-16.
19- Nicols, J. R., D. J. Schingoethe, H. A. Moiga, M. J. Brouk, and M. S. Piepenbrink. 1997. Evaluation of corn distillers' grains and ruminally protected lysine and methionine for lactating dairy caws. J. Dairy. Sci. 81:482-491.

20- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th. ed. Washington, DC: National Academy Press, 381 p.
21- Oldham, J. D. 1994. Amino acid nutrition of the dairy cow. In: J.P.F. D'Mello (Ed.) Amino Acids in Farm Animal Nutrition. 351-375. CAB International, Wallingford, U.K.
22- Oliviera, M. E. C., A. S. Fanca. 2002. Microwave heating of foodstuffs. J. Food Eng. 53:347-359.
23- Orskov, E. R. 2002. Trails and trials in livestock research. IFRU.
24- Purchas, B. J., G. C. Waghorn, G. A. Wickham. 1998. Effect of pasture supplemented with methionine on wool growth and selected growth parameters. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, Volume 58, pp 189-191.
25- Sadeghi, A. A., A. Nikkhah, P. Shawrang, M. M. Shahrebabak. 2006. Protein degradation kinetics of untreated and treated soybean meal using SDS-PAGE. J. Anim. Feed. Sci. and Tech. 126: 121 - 133.
26- Sadeghi, A. A., and P. Shawrang. 2005. Effects of microwave irradation on ruminal degradability and in vitro digestibility of canola meal. J. Anim. Feed. Sci. 127: 45 - 54.
27- Saleh, A. S., and H. M. Saleh. 2008. Influence of heat treated soybean seeds in rations of growing lambs performance. J. nutr. Feed. 11:293-308.
28- SAS. 2002. User's guide: Statistics, 8th ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
29- Schwab, C. G., and R. S. Ordway. 2003. Methionine supplementation options. Department of animal and nutritional science. University of NewHampshire.
30- Stanford, K., T. A. McAllislerz, Z. Xu, M. Pickard, and K. J. Cheng. 1995. Comparison of lignosulfonate-treated canola meal and soybean meal as rumen undegradable protein supplements for lambs. J. Anim. Sci. 371-377.
31- Staples, L. D., S. R. Mcphee, A. H. Williams, R. J. Johnson. 1992. Rumen protected DL-methionine stimulates wool and body growth in grain supplemented Merino ewe lambs on summer pasture. Proc. Nutr. Soc. Aust 17.
32- Swanson, K. C., H. C. Freetly, and C. L. Ferrell. 2004. Nitrogen balance in lambs fed low-quality brome hay and infused with differing proportions of casein in the rumen and abomasum. J. Anim. Sci. 82:502-507.
33- Van, E., J. Nolte, C. A. Loest, A. V. Ferreira, J. W. Waggoner, and C. P. Mathis. 2008. Limiting amino acids for growing lambs fed a diet low in ruminally undegradable protein. J. Anim. Sci. 86:2627-2641.
34- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch poly saccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy. Sci. 74:3583-3597.
35- Vipond, J. E., M. E. King, E. R. Orskov, and G. Z. Wetherill. 1989. Effects of fish-meal supplementation on performance of overfat lambs fed on barley straw to reduce carcass fatness. J. Animal Production. 48:131-138.
36- Wang, Y., T. A. McAllister, D. R. Zobell, M. D. Pickard, L. M. Rode, Z. Mir, and K. J. Cheng. 1997. The effect of micronizing full fat canola seed on digestion in the rumen and total tract of dairy cows. J. Dairy. Sci. 82:587-594.
37- Yang, C. M. J., D. J. Schingoethe, and D. P. Casper. 1986. Protected Methionine and Heat-Treated Soybean Meal for High Producing Dairy Cows. J. Dairy Sci. 69:2348-2357.