

اثر سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی بر عملکرد، فراسنجه‌های تخمیر و فعالیت آنزیم‌های میکروبی شکمبه و متابولیت‌های خونی بره‌های پرواری

• زینب کاظمی فیروزی^۱، ایوب عزیزی (نویسنده مسئول)^۲، علی کیانی^۳، امیر فدایی فر^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۳- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۴- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: آبان ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۰۶۳۵۸۵۰۴

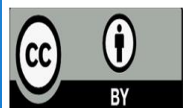
Email: azizi.ay@lu.ac.ir

چکیده

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2024.367538.2432

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های تخمیر و فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک میکروبی شکمبه و متابولیت‌های شیمیایی خون بره‌های پرواری صورت گرفت. برای این منظور از تعداد ۲۸ رأس بره نر پرواری نژاد لری-بختیاری با میانگین سنی 120 ± 6 روزه و میانگین وزن زنده 30 ± 2.5 کیلوگرم با ۴ تیمار آزمایشی و ۷ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل سطوح صفر (شاهد)، ۴، ۸ و ۱۲ درصد خوراک ضایعات بادام زمینی بر حسب درصد ماده خشک جیره بودند که به مدت ۶۰ روز به دام‌ها تغذیه شد. نتایج نشان داد که میزان ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خشی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، کربوهیدرات‌های غیر فیبری و ترکیبات فنولی خوراک ضایعات بادام زمینی به ترتیب ۹۲، ۲۲/۸، ۱۶/۵، ۱/۲۸، ۲۵/۷، ۱۹/۱، ۳۴ و ۲۱/۵ درصد ماده خشک و محتوای انرژی قابل متابولیسم آن ۲/۴ مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک به دست آمد. استفاده از سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی در جیره در مقایسه با تیمار شاهد تأثیر معنی‌داری بر وزن نهایی، افزایش وزن کل دوره، میانگین افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل غذایی و مصرف ماده خشک نداشت ($P > 0.05$). با افزایش سطح خوراک ضایعات بادام زمینی در جیره تا سطح ۱۲ درصد، به جز غلظت نیترژن آمونیاکی شکمبه که به طور خطی کاهش یافت ($P < 0.05$)، سایر فراسنجه‌ها شامل pH، غلظت اسیدهای چرب فرار، فعالیت آنزیم کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز و تجزیه کاغذ صافی شکمبه و غلظت گلوکز خون تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$). فعالیت پروتئنازی شکمبه در همه بخش‌های داخلی، خارجی و کل، کل فعالیت آلفا آمیلازی شکمبه و غلظت پروتئین تام خون با افزایش سطح خوراک ضایعات بادام زمینی در جیره به طور خطی افزایش یافت ($P < 0.05$)، این در حالی است که غلظت نیترژن آورده‌ای خون با افزایش سطح خوراک ضایعات بادام زمینی به طور خطی کاهش نشان داد ($P < 0.05$). در کل، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از خوراک ضایعات بادام زمینی تا سطح ۸ درصد ماده خشک جیره غذایی بره‌های پرواری قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بره پرواری، تخمیر شکمبه، خوراک ضایعات بادام زمینی، فعالیت آنزیمی، نشخوار کنندگان.



Research Journal of Livestock Science No 149 pp: 17-32

Effect of different levels of peanut waste feed on performance, fermentation parameters and activity of rumen microbial enzymes and blood metabolites of fattening lambsBy: Kazemi Firoozi¹, Z., Azizi^{1*}, A., Kiani¹, A., Fadayifar¹

1- Animal Science Group, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

* Corresponding author: Email: azizi.ay@lu.ac.ir

Received: November 2024**Accepted: December 2024**

The present study was conducted to investigate the effect of different levels of peanut waste feed (PWF) on growth performance, fermentation parameters, rumen microbial hydrolytic enzyme activity and blood chemical metabolites of fattening lambs. For this purpose, 28 fattening Lori-Bakhtiari male-lambs with average age of 120 ± 6 days and average live weight of 30 ± 2.5 kg were used with 4 experimental treatments and 7 replications in the form of completely randomized design. The experimental diets contained PWF at levels 0 (control), 4, 8 and 12% based on dry matter (DM), and fed to animals for 60 days. Results showed that the DM, crude protein, crude ash, crude fat, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, non-fibrous carbohydrates and total phenolic compounds of PWF were 92, 22.8, 16.5, 1.28, 25.7, 19.1, 34 and 21.5% of DM respectively, and metabolizable energy content was 2.4 Mcal/kg DM. Including different levels of PWF in the diet had no significant effect on final body weight, weight gain of the whole period, average daily gain, feed conversion ratio and DM intake compared to the control treatment ($P > 0.05$). By increasing the level of PWF in the diet up to 12%, except for rumen ammonia nitrogen concentration which decreased linearly ($P < 0.05$), other parameters including pH, concentration of volatile fatty acids, carboxymethylcellulase enzyme activity, microcrystalline cellulase and rumen filter paper degrading and blood glucose concentration were not affected by experimental treatments ($P > 0.05$). Rumen protease activity in all internal, external and total parts, total rumen alpha-amylase activity and blood total protein concentration increased linearly with increasing the level of PWF in the diet ($P < 0.05$), while the concentration blood urea nitrogen decreased linearly with increasing PWF level in the diet ($P < 0.05$). In general, the results of the present study showed that the use of peanut waste feed up to 8% of diet DM is recommended in fattening lambs.

Key words: Fattening lambs, Rumen fermentation, Peanut waste feed, Enzyme activity, Ruminants.**مقدمه**

دانه بادام زمینی همچنین غنی از پروتئین و فیبر می باشد (Suchoszek-Lukaniuk و همکاران، ۲۰۱۱). گوارش پذیری پروتئین خام بادام زمینی حدود ۷۰ درصد گزارش شده است و گوارش پذیری چربی خام آن بر اساس ساختار اسیدهای چرب متفاوت است (Larsson و Wolk، ۲۰۰۷). مواد ضد تغذیه ای مانند ترکیبات فنولی (پروسیانیدین) و اسید فایتیک در بادام زمینی وجود دارد که سبب کاهش زیست فراهمی دیگر مواد مغذی می شوند، اما میزان آن ها در بادام زمینی کم تر از لگوم های مانند سویا است (Larsson و Wolk، ۲۰۰۷). پس از روغن کشی، کنجاله بادام زمینی تولید می شود که به عنوان منبع پروتئین در

امروزه با توجه به هزینه های زیاد خوراک دام به خصوص منابع پروتئینی، استفاده صحیح از فرآورده های فرعی ارزان قیمت مانند ضایعات بادام زمینی در تغذیه نشخوارکنندگان ضمن پوشش دادن کمبود خوراک دام در کشور، می تواند بخشی از هزینه های تولید را کاهش دهد. خوراک ضایعات بادام زمینی یکی از این فرآورده های جانبی مذکور می باشد. بادام زمینی با نام علمی *Arachis hypogaea* متعلق به خانواده لگومینه است که پسته زمینی یا پسته شامی نیز نامیده می شود. به دلیل محتوای زیاد روغن، بادام زمینی جزو دانه های روغنی طبقه بندی می شود و در بخش وسیعی از دنیا کشت می شود (Chamorro و همکاران، ۲۰۲۲).

خوراک ضایعات بادام زمینی منبع پسماند خوراکی جدیدی است که در ایران تولید می‌شود و مشتمل بر غلاف (پوسته سخت) بادام، ضایعات هسته و پوسته نازک قهوه‌ای رنگ دور هسته می‌باشد. تاکنون مطالعات اندکی درباره بررسی اثرات تغذیه جیره‌های حاوی خوراک ضایعات بادام زمینی در تغذیه نشخوارکنندگان به خصوص بره پرواری صورت گرفته است. لذا هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی اثرات افزودن سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی در جیره بر عملکرد، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه، فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک میکروبی شکمبه و متابولیت‌های خونی بره‌های پرواری نژاد لری-بختیاری بود.

مواد و روش‌ها

دام‌ها، تیمارهای آزمایشی و مدیریت پرورش

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار آزمایشی و ۷ بره (تکرار) در هر گروه آزمایشی (جمعاً ۲۸ بره نژاد لری-بختیاری) در ایستگاه دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انجام شد. میانگین سنی دام‌ها 120 ± 6 روز و میانگین وزن زنده آن‌ها $230/5 \pm 2$ کیلوگرم بود. بره‌ها از روز اول در جایگاه انفرادی با ابعاد طول، عرض و ارتفاع به ترتیب $150 \times 100 \times 100$ سانتی‌متر نگهداری و پرورش داده شدند. دو هفته قبل از شروع آزمایش بره‌ها علیه بیماری آنروتوکسمی واکسینه شدند و میزان ۲۰ میلی‌لیتر شربت ضد انگل کلوزانتل ۵ درصد به ازای هر ۱۰ کیلوگرم وزن بدن و ۷ تا ۱۰ میلی‌لیتر شربت ضد انگل دامیاکاونیل (نیکلوزوماید) به ازای هر ۱۵ کیلوگرم وزن بدن به بره‌ها خورانده شد. دام‌ها به مدت ۷۴ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند که ۱۴ روز اول به عنوان دوره عادت‌پذیری دام‌ها به جیره‌های آزمایشی و جایگاه انفرادی و ۶۰ روز باقیمانده به عنوان دوره اصلی آزمایش در نظر گرفته شد. جیره‌های آزمایشی از نظر انرژی و پروتئین مشابه بودند و نسبت علوفه به کنسانتره آن‌ها به ترتیب ۳۰ به ۷۰ در نظر گرفته شد. جیره‌ها به صورت کاملاً مخلوط (TMR) و در دو نوبت ساعت ۰۸:۰۰ و ۱۶:۰۰ در اختیار بره‌ها قرار گرفت. هر روز قبل از خوراکدهی وعده صبح، پسماند خوراک هر بره از آخور جمع‌آوری شد و سپس خوراک تازه در

تغذیه دام استفاده می‌شود. از محصولات جانبی کشت بادام زمینی می‌توان به علوفه بادام، پوسته بادام، پوسته نازک روی هسته بادام و خوراک ضایعات بادام زمینی اشاره کرد. سالانه میزان زیادی پوسته بادام زمینی تولید می‌شود که بدون استفاده مشخص و درست و بدون ارزش اقتصادی دور ریخته می‌شود (Toomer و همکاران، ۲۰۲۱). به ازای هر کیلوگرم هسته بادام زمینی حدود ۳۴-۳۵ گرم پوسته بادام تولید می‌شود (Zhao و همکاران، ۲۰۱۲). تولید سالانه پوسته بادام زمینی در دنیا حدود ۷۴۰ هزار تن به عنوان ضایعات صنعت فرآوری بادام زمینی می‌باشد (Sobolev و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه‌ای میزان پروتئین خام، چربی خام، کل مواد مغذی قابل هضم و کل محتوای تانن پوست بادام زمینی به ترتیب ۱۷، ۲۵، ۶۵ و ۲۱ درصد ماده خشک گزارش شده است (Shipp و همکاران، ۲۰۱۷). ترکیبات فنولی موجود در پوسته بادام زمینی مانند تانن‌ها ممکن است اثرات مثبتی بر عملکرد حیوانات داشته باشند (Zhao و همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعه‌ای میزان چربی خام، فیبر خام و ترکیبات فنولی پوسته نازک روی هسته بادام زمینی به ترتیب ۱۹، ۱۲ و ۱۵ درصد گزارش شده است (Toomer و همکاران، ۲۰۲۰). در پژوهش دیگری محتوای پروتئین خام، چربی خام و کل کربوهیدرات‌های پوسته روی کرنل بادام زمینی به ترتیب ۱۲، ۱۶ و ۷۲ درصد ماده خشک و میزان کل ترکیبات فنولی ۱۵۰-۱۴۰ میلی‌گرم در گرم ماده خشک تعیین شده است (Nepote و همکاران، ۲۰۰۶). در تحقیقی، مکمل کردن جیره غذایی بزها با سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد پوسته بادام بر حسب ماده خشک سبب افزایش مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه شد و از طرفی بار میکروبی مدفوع را نیز کاهش داد (Shipp و همکاران، ۲۰۱۷). در استان‌های شمالی ایران اراضی قابل توجهی به کشت بادام زمینی اختصاص داده شده‌است. بادام زمینی در ایران بیشتر به عنوان خشکبار مصرف می‌شود، لذا متأسفانه آمار دقیقی از میزان ضایعات تولیدی حاصل از آن در ایران در دسترس نیست. اما بادام زمینی در دنیا به عنوان یک دانه روغنی مهم مورد توجه بوده، و علاوه بر روغن، از کنجاله و ضایعات حاصل از آن نیز در تغذیه دام استفاده می‌شود.

خوراک ضایعات بادام زمینی بر اساس ماده خشک جیره غذایی بودند. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. خوراک ضایعات بادام زمینی از شرکت پاکدان واقع در کرج، استان البرز تهیه شد.

آخور قرار می‌گرفت. همه حیوانات همواره به آب تمیز دسترسی داشتند. جیره‌های آزمایشی که بر اساس جداول احتیاجات غذایی نشخوارکنندگان کوچک (NRC، ۲۰۰۷) تنظیم شده بودند، به ترتیب شامل سطوح صفر (تیمار شاهد)، ۴، ۸ و ۱۲ درصد

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی (بر حسب درصد ماده خشک یا واحد بیان شده) جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی

درصد خوراک ضایعات بادام زمینی در جیره				اقلام خوراکی
۱۲	۸	۴	شاهد (صفر)	
۲۰/۰	۲۰/۰	۲۰/۰	۲۰/۰	یونجه خشک
۱۰/۰	۱۰/۰	۱۰/۰	۱۰/۰	کاه گندم
۱۵/۰	۱۵/۰	۱۵/۰	۱۵/۰	ذرت آسیاب شده
۳۰/۰	۳۰/۰	۳۰/۰	۳۰/۰	جو آسیاب شده
۹/۵۰	۱۰/۵	۱۱/۵	۱۲/۵	کنجاله سویا
-	۳/۰	۶/۰	۹/۰	سبوس گندم
۱۲/۰	۸/۰	۴/۰	-	خوراک ضایعات بادام زمینی
۳/۵۰	۳/۵۰	۳/۵۰	۳/۵۰	پیش مخلوط ^۱
ترکیب شیمیایی				
۹۰/۰	۹۰/۰	۹۰/۰	۹۰/۰	ماده خشک
۹۱/۱	۹۱/۶	۹۲/۰	۹۲/۳	ماده آلی
۱۵/۲۲	۱۵/۲۲	۱۵/۲۳	۱۵/۲۴	پروتئین خام
۳۱/۹	۳۲/۲	۳۲/۶	۳۳/۰	الیاف نامحلول در شوینده خنثی
۲/۳۳	۲/۴۰	۲/۴۶	۲/۵۲	چربی خام
۴۲/۷	۴۲/۵	۴۲/۲	۴۱/۹	کربوهیدرات‌های غیر فیبری
۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۸۶	۰/۸۳	کلسیم
۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۱	فسفر
۲/۵۴	۲/۵۷	۲/۵۸	۲/۵۹	انرژی قابل متابولیسم (Mcal/kg DM)

۱هر کیلوگرم از پیش مخلوط (پروراری مهرگان رشد) حاوی: ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۲۵۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰ میلی‌گرم روی، ۳۷۵ میلی‌گرم مس، ۲۵ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۴۰۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم، ۲۵۰۰ میلی‌گرم فسفر، ۲۰ میلی‌گرم کبالت، ۲۵ میلی‌گرم ید، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم سدیم به صورت نمک، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم سدیم به صورت بیکربنات سدیم، ۱۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان می‌باشد.

عملکرد رشد و مصرف خوراک

طی دوره اصلی آزمایش، خوراک مصرفی روزانه دام‌ها کنترل شد و به نحوی تغذیه شدند که قبل از توزیع خوراک در وعده صبح، حداقل ۵ درصد پسماند در آخور آن‌ها باقی بماند. خوراک روزانه در دو وعده خوراکی یکسان در اختیار دام‌ها قرار گرفت. در پایان دوره آزمایش، قبل از خوراک‌دهی وعده صبح و پس از ۱۶ ساعت گرسنگی، دام‌ها توزین شدند و وزن نهایی هر دام ثبت گردید. از اختلاف وزن نهایی و وزن شروع پرور، کل افزایش وزن هر بره طی دوره پرور تعیین شد. میانگین افزایش وزن روزانه هر دام با تقسیم کردن کل افزایش وزن (بر اساس کیلوگرم) به تعداد روز آزمایش (۶۰ روز) تعیین شد. ضریب تبدیل غذایی هر دام از تقسیم کردن کل خوراک مصرفی (کیلوگرم) به کل افزایش وزن (کیلوگرم) به دست آمد.

نمونه‌گیری از مایع شکمبه

جهت تعیین فراسنجه‌های شکمبه شامل pH، غلظت نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای چرب فرار و تعیین فعالیت آنزیم‌های میکروبی شکمبه در روز ۴۵ آزمایش و ۳ ساعت پس از خوراک‌دهی وعده صبح، مایع شکمبه توسط لوله مری از تمامی دام‌ها به دست آمد. میزان ۱۰ تا ۲۰ میلی‌لیتر اولیه جهت کاهش اثرات منفی بزاق بر pH دور ریخته شد. ابتدا pH محتویات شکمبه بلافاصله توسط دستگاه pH متر سیار (مدل 744؛ شرکت Metrohm سوئیس) اندازه‌گیری شد. سپس، محتویات شکمبه از ۴ لایه پارچه متقال عبور داده شد و به ازای هر ۱/۲ میلی‌لیتر مایع شکمبه ۰/۳ میلی‌لیتر متافسفریک اسید ۲۵ درصد به آن اضافه شد (Nooriyan Soroor و همکاران، ۲۰۱۳). نمونه‌ها جهت تجزیه اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (Chrompack cp, 9002) به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا روز تجزیه انتقال داده شدند. از اسید ۲- اتیل بوتیریک به عنوان استاندارد داخلی جهت تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شد. قبل از تزریق به دستگاه، پس از یخ‌گشایی نمونه‌ها در دمای اتاق، به مدت ۱۵ دقیقه با دور

$15000 \times g$ و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. سپس بخش مایع شفاف رویی (Supernatant) به داخل ویال‌های مخصوص کروماتوگرافی انتقال داده شد. برای هر نمونه میزان ۰/۲ میکرولیتر توسط سرنگ همیلتون به داخل دستگاه تزریق شد. ستون دستگاه (Carboxen TM 1000, 45/60) دارای طول ۱۲۲ سانتی‌متر و قطر ۱/۸ میلی‌متر بود. جریان گازهای نیتروژن، هیدروژن و هوا به داخل ستون به ترتیب ۳۰، ۳۰ و ۳۲۰ میلی‌لیتر در دقیقه بود (Nooriyan Soroor و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین، برای تعیین غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه، ابتدا مقدار ۵ میلی‌لیتر دیگر مایع شکمبه با ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال کاملاً مخلوط شده و سریعاً به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شد. غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه بر اساس روش فنل-هیپوکلریت تعیین شد (Kang و Broderick، ۱۹۸۰).

تخمین فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک میکروبی شکمبه

فعالیت آنزیم‌های میکروبی شکمبه شامل کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، فعالیت تجزیه کاغذ صافی، آلفا آمیلاز و پروتئاز موجود در مایع شکمبه بر اساس روش Agarwal (۲۰۰۰) تخمین زده شد. روش کار به این صورت بود که نمونه‌های مایع شکمبه به مدت ۲۰ دقیقه و با دور $5000 \times g$ سانتریفیوژ شد و بقایای پلت جمع‌آوری گردید. سپس بقایا با تتراکلرید کربن و آنزیم لیزوزیم (سیگما آلدریج، CAS Number 12650-88-3) فرآیند شدند و مخلوط آنزیم‌های مایع شکمبه در بافر فسفات در سانتریفیوژ با دور $27000 \times g$ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه بدست آمد. برای تخمین فعالیت کربوکسی متیل سلولاز، مخلوط واکنش شامل ۱ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار (با pH برابر با ۶/۸)، ۰/۵ میلی‌لیتر شیرابه شکمبه و ۰/۵ میلی‌لیتر کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد (سیگما آلدریج CAS Number 9004-32-4) بود که در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت انکوبه گردید. مخلوط واکنش برای آنزیم میکروکریستالین سلولاز که شامل ۱

آزمایشگاه در کنار یخ نگهداری شد. جداسازی پلاسمای نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و با دور ۱۵۰۰۰ سانتریفیوژ شد. پلاسمای جدا شده تا آنالیز فراسنجه‌های لازم در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شد. تعیین فراسنجه‌های خونی بر اساس دستورالعمل کیت‌های شیمیایی شرکت پارس آزمون انجام شد.

تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

میزان ماده خشک نمونه‌های جیره و پسماند خوراک در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد (AOAC, ۲۰۰۵). میزان خاکستر خام در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷ ساعت تعیین شد و میزان ماده آلی از اختلاف بین وزن ماده خشک نمونه اولیه با وزن خاکستر خام محاسبه شد (AOAC, ۲۰۰۵). میزان پروتئین خام نمونه‌ها با تعیین میزان نیتروژن آن‌ها توسط دستگاه کلدال صورت گرفت (AOAC, ۲۰۰۵). میزان ADF و NDF به ترتیب بر اساس روش‌های (AOAC, ۲۰۰۵) و Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) محاسبه شد. انرژی قابل متابولیسم خوراک ضایعات بادام زمینی با استفاده از آزمون تولید گاز تعیین گردید (Menke و Steingass, ۱۹۸۸).

تجزیه آماری

داده‌های حاصله در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی تجزیه شدند. برای صفات مربوطه از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۵) استفاده شد. میانگین صفات به دست آمده توسط آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. وزن اولیه دام‌ها به عنوان کوواریت در نظر گرفته شد. مدل آماری طرح مورد استفاده به صورت زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + e_{ijk}$$

که در آن Y_{ijk} : صفت مورد نظر، μ میانگین کل، T_i اثر ثابت تیمار آزمایشی، A_j اثر تصادفی حیوان و e_{ijk} اثر خطای آزمایش می‌باشد.

میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار (با pH برابر با ۶/۸)، ۱ میلی‌لیتر شیرابه شکمبه و ۱ میلی‌لیتر میکروکریستالین سلولز ۱ درصد (به عنوان سوپسترا) بود در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت مورد انکوباسیون قرار گرفت. به منظور محاسبه فعالیت کاغذ صافی، مخلوط واکنش شامل ۱ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار (با pH برابر با ۶/۸)، ۱ میلی‌لیتر شیرابه شکمبه و ۰/۵ گرم کاغذ صافی واتمن شماره ۱ (به عنوان سوپسترا)، در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت انکوبه گردید. به منظور محاسبه فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز، مخلوط واکنش شامل ۱ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار (با pH برابر با ۶/۸)، نیم میلی‌لیتر شیرابه شکمبه و نیم میلی‌لیتر محلول نشاسته یک درصد بود که در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه انکوبه گردید. در همه آزمون‌های مذکور، واکنش با افزودن ۳ میلی‌لیتر محلول اسید دی‌نیترو سالیسیلیک متوقف گردید. گلوکز آزاد شده در اثر فعالیت هر یک از آنزیم‌های مورد آزمون بر اساس روش Miller (۱۹۵۹) تخمین زده شد. فعالیت‌های آنزیمی بر اساس این فرض که یک واحد آنزیمی توانایی تولید ۱ میکرومول گلوکز در هر دقیقه در هر میلی‌لیتر مایع شکمبه را تحت شرایط مخلوط واکنش دارد، محاسبه گردید. برای تعیین فعالیت پروتئاز شکمبه، مخلوط واکنش شامل ۱ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار (با pH برابر با ۶/۸)، ۰/۲۵ میلی‌لیتر مایع شکمبه صاف شده و ۰/۲۵ میلی‌لیتر کازئین (۲/۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) بود که در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت انکوبه گردید. سپس، مخلوط واکنش با افزودن تری کلرو استیک اسید (۲۰۰ میلی‌لیتر در لیتر) متوقف شد و پروتئین بر اساس روش مربوطه تعیین شد (Lowry و همکاران، ۱۹۵۱).

خونگیری و ارزیابی فراسنجه‌های خونی

نمونه‌گیری از خون جهت تعیین فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، پروتئین کل، اوره و نیتروژن اوره‌ای خون (BUN) در روز ۵۰ آزمایش و ۳ ساعت پس از خوراکدهی وعده صبح انجام شد. نمونه‌های خون در لوله‌های هپارینه ریخته شد و تا انتقال به

به منظور بررسی اثرات نوع رابطه شامل خطی، درجه دوم و درجه سوم سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی در جیره، از مقایسات متعامد (اورتوگونال) استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی خوراک ضایعات بادام زمینی، عملکرد رشد و مصرف خوراک

ترکیب شیمیایی و میزان انرژی قابل متابولیسم خوراک ضایعات بادام زمینی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی و محتوای انرژی قابل متابولیسم خوراک ضایعات بادام زمینی (گرم در کیلوگرم ماده خشک یا واحد ذکر شده)

ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	چربی خام	^۱ NDF	^۲ ADF	^۳ NFC	ترکیبات فنولی	^۴ ME (Mcal/kg DM)
۹۲۰	۸۳۵	۲۲۸	۱۲/۸	۲۵۷	۱۹۱	۳۴۰	۲۱۵	۲/۴

^۱الیاف نامحلول در شوینده خشی، ^۲الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، ^۳کربوهیدرات‌های غیر فیبری، ^۴انرژی قابل متابولیسم

افزایش وزن کل دوره، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک نداشت ($P>0/05$). با تغذیه جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی، از نظر آماری مصرف ماده خشک تحت تأثیر قرار نگرفت ($P>0/05$).

اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی بر عملکرد رشد و مصرف ماده خشک در جدول ۳ ارائه شده است. افزودن خوراک ضایعات بادام زمینی به جیره غذایی اثر معنی‌داری بر شاخص‌های عملکردی بره‌ها شامل

جدول ۳- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی بر عملکرد رشد بره‌های پرواری

صفت	جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد خوراک ضایعات بادام در جیره)							نوع رابطه
	شاهد (صفر)	۴	۸	۱۲	SEM ^۱	خطی	درجه دوم	درجه سوم
وزن اولیه (کیلوگرم)	۳۲/۶	۱۸	۱۵	۳۲/۹	۲/۰۸	-	-	-
وزن نهایی (کیلوگرم)	۴۹/۱	۴۸/۷	۹	۴۸/۱	۲/۷۳	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۸۷
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۱۶/۳	۹	۱۶/۴	۱۵/۲	۱/۱۴	۰/۸۸	۰/۵۵	۰/۶۷
افزایش وزن روزانه (گرم)	۲۷۱	۲۶۵	۲۷۳	۲۵۳	۱۹/۱	۰/۹۰	۰/۵۹	۰/۵۶
ضریب تبدیل غذایی	۷/۳۵	۷/۰۸	۷/۳۳	۷/۵۴	۰/۵۳۷	۰/۸۷	۰/۶۱	۰/۹۲
ماده خشک مصرفی (گرم در روز)	۱۹۸۱	۱۸۷۷	۲۰۰۴	۱۹۰۸	۹۹/۵	۰/۸۵	۰/۹۶	۰/۸۹

^۱ خطای استاندارد میانگین‌ها

میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد ($P<0/05$).

خشک در گوساله‌های گوشتی (Koenig و همکاران، ۲۰۱۸) و تلیسه‌های گوشتی (Koenig و Beauchemin، ۲۰۱۸) در جیره‌های حاوی سطوح زیاد پروتئین کاهش یافت. برخلاف نتایج تحقیق حاضر، در مطالعاتی مشخص شد که استفاده از گیاه حاوی تانن سرسیا لاسپدزا (*Sericea lespedeza*) به جای علوفه یونجه در جیره بزهای گوشتی سبب افزایش معنی‌دار مصرف خوراک شد (Min و همکاران، ۲۰۱۹؛ Solainam و همکاران، ۲۰۱۰). در پژوهش دیگری نیز مشخص شد که بزهای تغذیه شده با گیاه تانن‌دار سرسیا لاسپدزا در مقایسه با تیمار شاهد مصرف خوراک در بزها را افزایش داده است (Turner و همکاران، ۲۰۰۵). محتوای زیاد فیبر خام جیره باعث کاهش سطح مصرف مواد مغذی مانند انرژی، پروتئین خام و مواد معدنی می‌شود که آن خود به تبع، کاهش وزن بدن دام را به دنبال دارد (Setyawan و همکاران، ۲۰۱۶). مصرف خوراک تحت تأثیر عواملی مانند محتوای الیاف خام و پروتئین جیره غذایی، تعادل تغذیه‌ای و گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره قرار دارد. همچنین، شکل خوراک، ترکیب مواد مغذی، طعم و بافت خوراک نیز می‌تواند بر میزان مصرف خوراک در نشخوارکنندگان موثر باشد (Mallidadi و همکاران، ۲۰۱۹). بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، در مطالعه‌ای که در آن سطوح صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد پوسته بادام زمینی در جیره بزهای گوشتی جایگزین پلت یونجه شده بود، بازدهی خوراک و افزایش وزن روزانه با تغذیه جیره‌های حاوی پوسته بادام زمینی در مقایسه با تیمار شاهد بهبود یافت (Min و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، در تحقیقات دیگری نیز مشخص شده است که جیره‌های حاوی تانن (محتوی ۲-۳ درصد تانن متراکم بر اساس ماده خشک جیره) اثر قابل توجهی بر افزایش وزن روزانه و خصوصیات لاشه بزهای گوشتی نشان داده‌اند (Min و همکاران، ۲۰۱۲؛ Shipp و همکاران، ۲۰۱۷). سایر پژوهش‌های دیگر نشان دادند که تغذیه تانن‌های متراکم به نشخوارکنندگان به میزان کمتر از ۵ درصد ماده خشک جیره سبب بهبود بازدهی هضم خوراک می‌شود که دلیل آن احتمالاً به خاطر کاهش تجزیه شکمبه‌ای پروتئین و لذا قابلیت دسترسی بیشتر آمینواسیدهای

با اینکه خوراک ضایعات بادام زمینی به دلیل دارا بودن مقدار زیادی ترکیبات فنولی به ویژه تانن و نیز به دلیل فیبری و خشبی بودن ممکن است خوشخوراکی مطلوبی نداشته باشد و دام از خوردن مقدار زیاد آن امتناع کند، اما در مطالعه حاضر اثرات مثبتی از مکمل کردن جیره با خوراک ضایعات بادام زمینی روی مصرف خوراک به دست آمد، زیرا کاربرد یک ضایعات و پسماند کشاورزی در جیره اثر قابل مقایسه‌ای با تیمار شاهد روی مصرف خوراک داشت. مشابه بودن مصرف خوراک در جیره‌های آزمایشی مختلف در آزمایش حاضر احتمالاً به دلیل ترکیب شیمیایی به خصوص میزان پروتئین خام و انرژی قابل متابولیسم تقریباً مشابه آن‌ها بوده است (جدول ۱). مشاهده رشد مشابه دام‌های آزمایشی در طی دوره پروار احتمالاً به دلیل مصرف خوراک یکسان بین همه تیمارهای آزمایشی بوده است، زیرا مشخص شده است که مصرف ماده خشک مهم‌ترین عامل موثر بر عملکرد رشد نشخوارکنندگان است. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، در مطالعه‌ای سطوح صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد پوسته بادام زمینی غنی از تانن در جیره غذایی بزها مورد بررسی قرار گرفت (Shipp و همکاران، ۲۰۱۷) و محتوای پروتئین خام، NDF، چربی خام و کل مواد مغذی قابل هضم پوسته بادام زمینی مورد استفاده در این مطالعه به ترتیب ۲۲/۷، ۳۲/۶۶، ۱۹ و ۸۸ درصد گزارش شد. نتایج پژوهش مذکور نشان داد که میانگین مصرف ماده خشک در تیمارهای حاوی سطوح صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد پوسته بادام زمینی به ترتیب ۱/۳، ۱/۶ و ۱/۳ کیلوگرم در روز بود که تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (Shipp و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین، در تحقیق دیگری استفاده از سطوح صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد پوسته غنی از تانن بادام زمینی در جیره غذایی بزهای گوشتی تأثیری بر مصرف ماده خشک نداشت (Min و همکاران، ۲۰۱۹). در آزمایش دیگری استفاده از تانن‌های متراکم استخراج شده از گیاه آکاسیا مرنسی (*Acacia mearnsii*) به میزان ۲/۵ درصد ماده خشک جیره تأثیری بر افزایش وزن روزانه، بازدهی استفاده از خوراک و صفات لاشه گاو گوشتی نداشت، اما زمانی که غلظت آن در جیره به ۳/۵ درصد افزایش یافت، مصرف ماده

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه

اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌گونه که داده‌ها نشان می‌دهد با افزودن خوراک ضایعات بادام زمینی به جیره غلظت نیتروژن آمونیاکی به طور خطی کاهش یافت ($P < 0.05$)، هرچند سایر فراسنجه‌های تخمیر شامل pH، غلظت کل اسیدهای چرب فرار و نسبت مجزای استات، پروپیونات، بوتیرات، والرات، ایزووالرات و نسبت استات به پروپیونات تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$). کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه با افزایش سطح خوراک ضایعات بادام زمینی در جیره احتمالاً به دلیل محافظت شدن پروتئین جیره غذایی از هضم در شکمبه توسط ترکیبات فنولی ضایعات مذکور بوده باشد، زیرا خوراک ضایعات بادام زمینی استفاده شده در تحقیق حاضر دارای ۲۱/۵ درصد ترکیبات فنولی بود. کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه و مشابه بودن غلظت اسیدهای چرب فرار در شکمبه با مکمل کردن جیره با خوراک ضایعات بادام زمینی غنی از تانن در مطالعه حاضر پیشنهاد می‌کند که ممکن است ترکیبات فنولی در جیره‌های حاوی خوراک ضایعات بادام زمینی سبب کند کردن تجزیه پروتئین در شکمبه شده باشند که به تبع آن غلظت نیتروژن آمونیاک در شکمبه کاهش یافته است (Russell و همکاران، ۱۹۹۲). باید عنوان نمود که میزان سنتز پروتئین میکروبی در تحقیق حاضر تعیین نشده است. مطابق با نتایج حاضر، در مطالعات دیگر نشان داده شده است مکمل کردن جیره نشخوارکنندگان با سطوح متعادل تانن‌های متراکم (حدود ۳ تا ۴ درصد تانن متراکم) ممکن است سبب کاهش هضم شکمبه‌ای پروتئین شود و لذا افزایش جریان پروتئین محافظت شده به روده باریک را به دنبال داشته باشد (Min و همکاران، ۲۰۰۳) که نتیجه آن، بهبود عملکرد دام از طریق تسهیل جریان پروتئین با منشأ خوراک به بخش‌های پایین‌تر دستگاه گوارش و جذب به صورت اسید آمینه خواهد بود (Barry و McNabb، ۱۹۹۹).

خوراک، به خصوص اسیدهای آمینه ضروری برای جذب در روده باریک باشد (Barry و McNabb، ۱۹۹۹؛ Min و همکاران، ۲۰۳۳). باید بیان نمود که محتوای ترکیبات فنولی خوراک ضایعات بادام زمینی مورد استفاده در مطالعه حاضر ۲۱/۵ بود، هرچند که میزان آن در جیره‌های غذایی محاسبه نشده است. دلیل تناقض در نتایج عملکردی و مصرف خوراک به دست آمده در تحقیق حاضر در مقایسه با نتایج سایر مطالعات احتمالاً به خاطر ترکیب مغذی جیره پایه مورد استفاده، نوع ضایعات بادام استفاده شده (پوسته بادام، پوسته نازک روی هسته بادام یا خوراک ضایعات بادام زمینی)، محتوای ترکیبات فنولی ضایعات بادام استفاده شده و دوره عادت‌پذیری میکروب‌های شکمبه به ضایعات مذکور بوده است. در کل، نشان داده شده است که کاربرد سطوح متعادل تانن‌های متراکم در جیره نشخوارکنندگان ممکن است سبب کاهش هضم شکمبه‌ای پروتئین شود و لذا افزایش جریان پروتئین محافظت شده به روده باریک را به دنبال داشته باشد (Min و همکاران، ۲۰۰۳) و نتیجه آن، تسهیل جریان پروتئین با منشأ خوراک به بخش‌های پایین‌تر دستگاه گوارش و بهبود عملکرد رشد دام است (Barry و McNabb، ۱۹۹۹). کاربرد ترکیبات فنولی در جیره نشخوارکنندگان منجر به تجزیه بهینه پروتئین جیره و کاهش دفع نیتروژن به محیط زیست می‌شود، که نتیجه آن کاهش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی است. بر اساس نتایج مطالعات به دست آمده در شرایط دام زنده، مشخص شده است که مکمل کردن جیره غذایی نشخوارکنندگان با ترکیبات فنولی و به خصوص تانن‌های متراکم، به دلیل این که سبب افزایش بازده نیتروژن جیره و کاهش تجمع آمونیاک در شکمبه می‌شود، لذا طراحی استراتژی‌های خاص تغذیه‌ای حین استفاده از خوراک‌های تانن‌دار مانند ضایعات بادام زمینی در جیره نشخوارکنندگان به منظور استفاده از اثرات مثبت این پسماند کشاورزی، امری ضروری به نظر می‌رسد (Bach و همکاران، ۲۰۰۵).

جدول ۴- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه بَره‌های پرواری

نوع رابطه	جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد ضایعات خوراک بادام در جیره)							صفت
	خطی	درجه دوم	SEM ¹	۱۲	۸	۴	شاهد (صفر)	
pH	۰/۴۲	۰/۳۵	۰/۱۰۸	۶/۳۷	۶/۲۷	۶/۳۶	۶/۴۷	
نیتروژن آمونیاکی (mg/dl)	<۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۴۲۷	۱۷/۱	۱۷/۳ ^b	۱۸/۱ ^b	۱۹/۵ ^a	
کل اسیدهای چرب فرار (mmol/l)	۰/۴۵	۰/۶۸	۲/۱۲	۱۱۲	۱۱۳	۱۱۵	۱۱۷	
استات (mmol/l)	۰/۵۶	۰/۷۲	۱/۱۳	۷۰/۶	۷۰/۵	۷۰/۹	۷۱/۵	
پروپیونات (mmol/l)	۰/۸۶	۰/۹۱	۱/۵۱	۲۱/۲	۲۰/۹	/۲	۲۰/۷	
بوتیرات (mmol/l)	۰/۵۱	۰/۹۰	۰/۶۰۹	/۲	/۳	/۷	۱۵/۸	
والرات (mmol/l)	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۰۶۵	۱/۶۲	۱/۶۹	۱/۵۹	۱/۶۵	
ایزووالرات (mmol/l)	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۰۶۱	۱/۳۷	۱/۳۲	۱/۴۰	۱/۳۶	
استات به پروپیونات	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۰۸۷	۳/۴۱	۳/۴۳	۳/۳۶	۳/۵۰	

^۱ خطای استاندارد میانگین‌ها

میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد ($P < 0.05$).

همکاران، ۲۰۰۷). دلیل این نتایج متناقض اثر ضایعات بادام زمینی غنی از تانن بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه ممکن است به دلیل ترکیب شیمیایی جیره پایه، سطح ترکیبات فنولی و به خصوص تانن متراکم جیره، نوع ضایعات مورد استفاده و فعالیت بیولوژیکی جیره باشد (Schofield و همکاران، ۲۰۰۱).

فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک میکروبی شکمبه

اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی بر فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک میکروبی در بخش‌های مختلف شکمبه شامل خارج سلولی، داخل سلولی و کل فعالیت در جدول ۵ ارائه شده است. فعالیت آنزیم کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز و فعالیت تجزیه کاغذ صافی در هر سه بخش تعیین شده یعنی بخش داخل سلولی، خارج سلولی و کل فعالیت در همه تیمارهای آزمایشی تحت تأثیر سطح خوراک ضایعات بادام زمینی قرار نگرفت ($P > 0.05$). در مورد فعالیت آلفا آمیلاز، در بخش‌های داخل و خارج سلولی تفاوتی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد، اما با افزایش سطح خوراک

در تحقیق مشابهی مکمل کردن جیره غذایی گاو گوشتی با ۱ تا ۲ درصد تانن سبب کاهش غلظت آمونیاک شکمبه در مقایسه با تیمار شاهد شد (Beauchemin و همکاران، ۲۰۰۷). باید بیان نمود که کاربرد ترکیبات فنولی در جیره نشخوارکنندگان منجر به تجزیه بهینه پروتئین جیره و کاهش دفع نیتروژن به محیط زیست می‌شود. در مطالعه حاضر اثرات مطلوب مکمل کردن جیره با خوراک ضایعات بادام زمینی بر غلظت اسیدهای چرب فرار نشان داده شد، زیرا پارامترهای شکمبه‌ای قابل مقایسه با تیمار شاهد بود. در ارتباط با اثر ضایعات بادام زمینی پارامترهای شکمبه نتایج متناقضی گزارش شده است. در پژوهشی مکمل کردن جیره غذایی بزها با سطوح صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد پوسته بادام زمینی تأثیری بر غلظت ایزووالرات شکمبه نداشت، اما غلظت کل اسیدهای چرب فرار، استات، پروپیونات، بوتیرات و والرات به طور خطی افزایش یافت (Min و همکاران، ۲۰۱۹). این در حالی است که در پژوهش دیگری مکمل کردن جیره غذایی گاو گوشتی با ۱ تا ۲ درصد تانن سبب کاهش غلظت استات و استات به پروپیونات در مقایسه با تیمار شاهد شد (Beauchemin و

مطالعه حاضر یک نگرانی درباره متصل شدن آنزیم‌های مترشح از باکتری‌های شکمبه به تانن موجود در خوراک ضایعات بادام زمینی وجود داشت که خوشبختانه احتمالاً این اتفاق نیفتاده و نتایج قابل قبولی به دست آمد. تجزیه بیش از حد پروتئین جیره یک فرایند ناکارآمد است، زیرا باعث تجزیه اسیدهای آمینه به آمونیاک و سایر محصولات نیتروژنه در شکمبه می‌شود. نشان داده شده است که حدود ۷۰ درصد پروتئین جیره‌ای توسط فعالیت مخلوط پروتئازها و پپتیدازهای میکروبی شکمبه تجزیه می‌شود (Selinger و همکاران، ۱۹۹۶). کاهش قابل توجه فعالیت پروتئازی شکمبه با مکمل کردن جیره با خوراک ضایعات بادام زمینی تأیید کننده نتایج کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه (جدول ۴) و BUN (جدول ۵) است. این امر نشان می‌دهد که محتوای تاننی خوراک ضایعات بادام زمینی احتمالاً با تشکیل کمپلکس با پروتئین خوراک، تجزیه آن را کند نموده و لذا فعالیت پروتئازی کاهش یافته است.

ضایعات بادام زمینی در جیره کل فعالیت آلفا آمیلاز به طور خطی کاهش یافت ($P < 0.05$). با افزایش خوراک ضایعات غنی از تانن بادام زمینی در جیره فعالیت پروتئازی شکمبه در هر سه بخش مورد مطالعه به طور خطی کاهش یافت ($P < 0.05$). آنزیم‌های کربوکسی متیل سلولاز روی بخش میانی زنجیره خطی سلولز اثر نموده و سبب گسیخته شدن آن شده و دو زنجیر کوتاه‌تر ایجاد می‌شود. اما میکروکریستالین سلولاز به قسمت انتهایی آزاد زنجیره حمله نموده و طی مراحل متوالی آن‌ها را تجزیه نموده و سلویوز تولید می‌نماید (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۶). فعالیت آنزیم‌های میکروبی شکمبه انعکاس کیفی از میکروب‌های دخیل در هضم و تخمیر مواد خوراکی است (Raghuvansi و همکاران، ۲۰۰۷؛ Kamra و همکاران، ۲۰۱۰). عدم تأثیر جیره‌های آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده فیبر یعنی کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز و فعالیت تجزیه کاغذ صافی احتمالاً به دلیل pH شکمبه و نیز مصرف خوراک یکسان بوده باشد. در

جدول ۵- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف خوراک ضایعات بادم زمینی بر میزان فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک میکروبی (واحد در دقیقه در میلی لیتر یا واحد ذکر شده) شکمبه بره‌های پرواری

نوع رابطه			جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد خوراک ضایعات بادام در جیره)				صفت	
SEM ¹								
خطی	درجه دوم	درجه سوم	۱۲	۸	۴	شاهد (صفر)		
کربوکسی متیل سلولاز								
۰/۸۷	۰/۶۷	۰/۲۵	۰/۴۳۴	۶/۹۳	۶/۹۵	۷/۲۱	۷/۶۰	خارج سلولی
۰/۷۸	۰/۴۵	۰/۵۲	۰/۵۶۶	۱۱/۱	۱۰/۹	/۱	۱۱/۶	داخل سلولی
۰/۶۹	۰/۳۹	۰/۲۲	۶۹۴	/۱	۱۷/۸	۱۸/۲	۱۹/۲	کل
میکرو کریستالین سلولاز								
۰/۹۸	۰/۷۶	۰/۸۷	۰/۴۰۱	۵/۶۳	۵/۷۳	۵/۵۱	۵/۶۸	خارج سلولی
۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۳۷	۰/۶۱۷	۷/۴۳	۷/۵۱	۷/۶۷	۸/۲۱	داخل سلولی
۰/۸۷	۰/۷۸	۰/۵۶	۰/۹۴۷	۱۲/۹	۱۳/۱	۱۳/۲	۱۳/۹	کل
فعالیت تجزیه کاغذ صافی								
۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۱۶	۰/۸۶۸	۱۲/۱	۱۱/۹	۱۳/۱	۱۳/۴	خارج سلولی
۰/۸۷	۰/۷۳	۰/۶۲	۰/۹۳۵	۱۵/۶	۱۶/۲	۱۶/۱	۱۶/۲	داخل سلولی
۰/۶۷	۰/۹۳	۰/۱۸	۱/۲۲	۲۷/۷	۲۸/۱	/۱	۲۹/۶	کل
آلفا آمیلاز								
۰/۷۸	۰/۵۶	۰/۲۱	۰/۷۷۱	۱۲/۳	/۵	/۷	۱۳/۸	خارج سلولی
۰/۸۸	۰/۳۲	۰/۰۸	۱/۰۶	/۲	/۷	۲۵/۸	۲۶/۲	داخل سلولی
۰/۷۸	۰/۴۰	<۰/۰۱	۰/۷۲۸	۳۵/۶ ^b	۳۸/۲ ^a	۳۸/۵ ^a	۳۹/۹ ^a	کل
پروتئاز ^۲								
۰/۸۹	۰/۳۴	<۰/۰۱	۳/۵۷	۱۳۵ ^b	۱۴۴ ^{ab}	۱۵۱ ^a	۱۵۴ ^a	خارج سلولی
۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۰۱	۱۲/۴	۲۷۴ ^b	۲۸۵ ^{ab}	۳۰۲ ^{ab}	۳۲۱ ^a	داخل سلولی
۰/۸۹	۰/۸۵	<۰/۰۱	۱۴/۴	۴۰۹ ^b	۴۳۰ ^{ab}	۴۵۳ ^{ab}	۴۷۴ ^a	کل

^۱ خطای استاندارد میانگین‌ها، ^۲ میکروگرم پروتئین هیدرولیز شده در دقیقه در میلی لیتر

میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد ($P < 0.05$).

متابولیت‌های خون

مشابه بودن غلظت گلوکز خون در تیمارهای آزمایشی مطابق با نتایج Jolazadeh و همکاران (۲۰۱۵) با تغذیه ضایعات پوست پسته غنی از تانن در تغذیه گوساله‌های گوشتی بود که دلیل آن احتمالاً مرتبط با مصرف ماده خشک (جدول ۳) و تولید پروپیونات (جدول ۴) یکسان در همه گروه‌های آزمایشی بوده است.

همان طوری که در جدول ۶ نشان داده شده است، غلظت گلوکز خون تحت تأثیر مکمل کردن جیره با خوراک ضایعات بادم زمینی قرار نگرفت ($P > 0.05$). با افزایش سطح خوراک ضایعات بادم زمینی در جیره تا سطح ۱۲ درصد غلظت پروتئین تام پلاسما به طور خطی افزایش یافت ($P < 0.05$), این در حالی است که غلظت اوره و BUN به طور خطی کاهش یافت ($P < 0.05$).

جدول ۶- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف خوراک ضایعات بادام زمینی بر متابولیت‌های خونی بره‌های پرواری

صفت	جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد خوراک ضایعات بادام در جیره)						نوع رابطه	
	شاهد (صفر)	۴	۸	۱۲	SEM ^۱	خطی	درجه دوم	درجه سوم
گلوکز (mg/dl)	۷۸/۷	۱/۱	۷۵/۷	۱/۱	۴/۴۸	۰/۴۷	۰/۴۰	۰/۷۸
پروتئین تام (g/dl)	۶/۲۸ ^b	۶/۳۷ ^{ab}	۶/۸۹	۶/۸۵	۰/۱۷۱	۰/۰۱	۰/۷۲	۰/۸۷
اوره (mg/dl)	۴۷/۱ ^a	۴۵/۳ ^{ab}	۴۲/۵	۴۳/۵ ^{ab}	۱/۰۹	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۸۹
نیتروژن اوره‌ای خون (mg/dl)	۲۱/۶ ^a	۲۰/۸ ^{ab}	۱۹/۶	۲۰/۱	۰/۵۰۲	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۷۹

^۱ خطای استاندارد میانگین‌ها

میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد ($P < 0.05$).

شکمبه و کاهش نیتروژن اوره‌ای خون بهبود داد. در کل، استفاده از خوراک ضایعات بادام زمینی در جیره بره‌های پرواری تا سطح ۸ درصد قابل توصیه است.

سپاسگزاری

در اینجا لازم می‌داند از معاونت پژوهشی دانشگاه لرستان، به خاطر فراهم نمودن امکانات لازم برای انجام پژوهش حاضر تشکر و قدردانی به عمل آید.

منابع

عزیزی، ا.، پاپی، ن.، شریفی، ا.، آذرفر، آ. و کیانی، ع. (۱۳۹۶). اثر سطوح مختلف خیساب مایع ذرت بر فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک بخش‌های مختلف شیرابه شکمبه و متابولیسم نیتروژن در بره‌های نر مغانی. پژوهش و سازندگی، ۱۱۵: ۲۵۵-۲۷۰.

Abarghuei, M.J., Rouzbehan, Y., Salem, A.Z.M. and Zamiri, M.J. (2014). Nitrogen balance, blood metabolites and milk fatty acid composition of dairy cows fed pomegranate-peel extract. *Livestock Science*, 164: 72-80.

Agarwal, N. (2000). Estimation of fiber degrading enzyme. In: Chaudhary, L.C., Agarwal, N., Kamra, D.N. and Agarwal, D.K. editor. *Feed microbiology*. Izatnagar (India): CAS Animal Nutrition, pp. 278-291.

AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.

کاهش غلظت اوره و BUN خون با تغذیه خوراک ضایعات بادام زمینی احتمالاً به دلیل تشکیل کمپلکس‌های تانن-پروتئین در شکمبه بوده است که با کاهش تجزیه پروتئین در شکمبه سبب کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی (جدول ۳) شده است (West و همکاران، ۱۹۹۳). از طرفی، همبستگی قوی مثبتی بین غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه و غلظت BUN در نشخوارکنندگان قبلاً تأیید شده است (Azizi-Shotorkhohft و همکاران، ۲۰۱۳). دلیل افزایش غلظت پروتئین تام پلاسما با افزایش سطح خوراک ضایعات بادام زمینی در جیره احتمالاً به دلیل افزایش تولید و جریان پروتئین میکروبی از شکمبه به روده باریک بوده باشد، که سبب افزایش دسترسی آمینواسیدها برای جذب در روده باریک شده است (Abarghuei و همکاران، ۲۰۱۴؛ Min و همکاران، ۲۰۰۳). هرچند در مطالعه حاضر ستر پروتئین میکروبی تعیین نشده است. هرچند، در پژوهشی مکمل کردن جیره بزهای گوشتی با پوسته بادام زمینی تا سطح ۳۰ درصد ماده خشک جیره تأثیری بر غلظت BUN نداشت (Min و همکاران، ۲۰۱۹) که مخالف نتایج تحقیق حاضر است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از خوراک ضایعات بادام زمینی تا سطح ۱۲ درصد ماده خشک جیره بره‌های پرواری تأثیر منفی بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه بره‌های پرواری نداشت، اما به طور قابل توجهی متابولیسم نیتروژن در دستگاه گوارش را از طریق کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی

- Azizi-Shotorkhofta, 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. *Animal Feed Science and Technology*, 179: 69-76.
- Bach, A., Calsamiglia, S. and Sternt M.D. (1999). Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 2005: 88(E. Suppl): E9e21.
- Barry, T.N. and McNabb, W.C. (1999). The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*, 81: 263e72.
- Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., Martinez, T.F. and McAllister, T.A. (2007). Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 85: 1990e6.
- Broderick, G. and Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*, 63: 64-75.
- Chamorro, F., Carpena, M., Fraga-Corral, M., Echave, J., Rajoka, M.S.R., Barba, F.J., Cao, H., Xiao, J., Prieto, M. and Simal-Gandara, J. (2022). Valorization of kiwi agricultural waste and industry by-products by recovering bioactive compounds and applications as food additives: A circular economy model. *Food Chemistry*, 370: 131315.
- Jolazadeh, A.R., Dehghan-banadaky, M. and Rezayazdi, K. (2015). Effects of soybean meal treated with tannins extracted from pistachio hulls on performance, ruminal fermentation, blood metabolites and nutrient digestion of Holstein bulls. *Animal Feed Science and Technology*, 203: 33-40.
- Kamra, D.N., Agarwal, N. and McAllister, T.A. (2010). Screening for compounds enhancing fiber degradation. In: Vercoe, P.E., Makkar, H.P.S., Schlink, A.C., editors. *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies, Chapter 6. Dordrecht (the Netherlands): IAEA; p. 87-107.
- Koenig, K.M. and Beauchemin, K.A. (2018). Effect of feeding condensed tannins in high protein finishing diets containing corn distiller's grains on ruminal fermentation, nutrient digestibility, and route of nitrogen excretion in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 96: 4398e413.
- Koenig, K.M., Beauchemin, K.A. and McGinn, S.M. (2018). Feeding condensed tannins to mitigate ammonia emissions from beef feedlot cattle fed high-protein finishing diets containing distillers grains. *Journal of Animal Science*, 96: 4414e30.
- Larsson, S. and Wolk, A. (2007). Overweight, obesity and risk of liver cancer: a meta-analysis of cohort studies. *British Journal of Cancer*, 97: 1005-1008.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the pholin-phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193: 262-275.
- Mallidadi, H., Nikolaus, T.T. and Enawati, L.S. (2019). Pengaruh level serat terhadap konsumsi dan pencernaan nutrisi sapi varian genetik dan sapi bali normal. *Journal of Peternakan Lahan Kering*, 1: 410-416.
- Menke, K.H. and Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28: 7-55.
- Miller, J.L. (1959). Modified DNS method for reducing sugars. *Analytical Chemistry*, 31: 426-429.
- Min, B.R., Barry, T.N., Attwood, G.T. and McNabb, W.C. (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 106: 3e19.
- Min, B.R., Frank, A., Gurung, N., Lee, J.H., Joo, J.W. and Pacheco, W. (2019). Peanut skin in diet alters average daily gain, ruminal and blood metabolites, and carcass traits associated with *Haemonchus contortus* infection in meat goats. *Animal Nutrition*, 5: 278-285.

- Min, B.R., Solaiman, S., Gurung, N., Behrends, J., Eun, J.S., Taha, E. and Rose, J. (2012). Effects of pine bark supplementation on performance, rumen fermentation, and carcass characteristics of Kiko crossbred male goats. *Journal of Animal Science*, 90: 3556-3567.
- Nepote, V., Lamarque, A. and Zygodlo, J. (2006). Natural products as antioxidants. *Phytochemistry: Advances in Research*, 37: 105-135.
- Nooriyan Soroor, E., Rouzbehan, Y. and Alipour, D. (2013). Effect of Echinium amoenum extract on the growth rate and fermentation parameters of Mehrabani lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 184: 49-57.
- NRC. (2007). National Research Council, Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington (DC, USA): National Academy of Sciences.
- 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, rumen fermentation and rumen microbial enzymes. *Animal*, 1: 221-226.
- Russell, J.B., O'Connor, J.D., Fox, D.G., Van Soest, C.J. and Sniffen, A. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, 70: 3551e61.
- SAS Institute Inc. 2005. User's Guide: Statistics, Version 9.0 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Schofield, P., Mbugua, D.M. and Pell, A.N. 2001. Analysis of condensed tannins: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 91: 21e40.
- Selinger, L.B., Forsberg, C.W. and Cheng, K.J. 1996. The rumen: a unique source of enzymes for enhancing livestock production. *Anaerobe*, 2: 263-284.
- Setyawan, S., Hidayat, I. and Yulistiani, D. (2016). Ketersediaan hasil samping tanaman tebu di Provinsi Jawa Barat dalam mendukung ketersediaan pakan ternak ruminansia, Prosiding Seminar Nasional dan Ekspose Inovasi Teknologi BPTP Jawa Tengah "Penyediaan Inovasi dan Strategi Pendampingan untuk Pencapaian Swasembada Pangan" Kabupaten Semarang, pp. 1051-1058.
- Shipp, A., Min, B.R., Gurung, N., Hyung, J.W. and McElhenney, W. (2017). The effect of tannin containing peanut skin supplementation on drug-resistant *Haemonchus contortus* control in meat goats. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 3: 1e9.
- Sobolev, V.S. and Cole, R. J. (2003). Note on utilization of peanut seed test. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 84: 105-111.
- Solaiman, S., Thomas, J., Dupre, Y., Min, B.R., Gurung, N., Terril, T.H. and Haenlein, G.F.W. (2010). Effect of feeding sericea lespedeza (*Lepedeza cuneata*) on growth performance, blood metabolites, and carcass characteristics of Kiko crossbred male kids. *Small Ruminant Research*, 93: 149-156.
- Suchoszek-Lukaniuk, K., Jaromin, A., Korycińska, M. and Kozubek, A. (2011). Health benefits of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds and peanut oil consumption, Nuts and seeds in health and disease prevention, Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention, 34: 873-880
- Toomer, O., Vu, T., Wysocky, R., Moraes, V., Malheiros, R. and Anderson, K. (2021). The effect of feeding hens a peanut skin-containing diet on hen performance, and shell egg quality and lipid chemistry. *Agriculture*, 11(9): 894.
- Toomer, O.T., Livingston, M., Wall, B., Sanders, E., Vu, T., Malheiros, R.D., Livingston, K.A., Carvalho, L.V., Ferket, P.R. and Dean, L.L. (2020). Feeding high-oleic peanuts to meat-type broiler chickens enhances the fatty acid profile of the meat

- produced. Poultry Science, 99: 2236-2245.
- Turner, K.E., Wildeus, S. and Collins, J.R. (2005). Intake, performance, and blood parameters in young goats offered high forage diets of lespedeza or alfalfa hay. Small Ruminant Reserch, 59: 15-23.
- Utley, P.R., Hill, G.M. and West, J.W. (1993). Substitution of peanut skins for soybean hulls in steer finishing diets containing recommended and elevated crude protein levels. Journal of Animal Science, 71: 33e7. doi: 10.2527/1993.71133x
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
- West, J.W., Hill, G.M. and Utley, P.R. (1993). Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 76, 590-599.
- Zhao, X., Chen, J. and Du, F. (2012). Potential use of peanut by-products in food processing: a review. Journal of Food Science and Technology, 49: 521-529.