دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

اثر برشته و اکسترود کردن بر بخش‌های نیتروژن و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین دانه سویا

فرشید فتاح نیا[1]، سید غلامرضا موسوی[2]، ابراهیم عبدی[2] و علی‌نقی شکری[2]

۱- استادیار، دانشگاه ایلام، (نویسنده مسوول: ffatahnia@yahoo.com)
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۱۵

چکیده

این آزمایش برای تعیین بخش‌های نیتروژن و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین دانه سویای خام و حرارت داده شده (برشته یا اکسترود شده) انجام شد. نمونه‌ها در زمآنهای ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ ساعت در شکمبه ۴ رأس بره نر کردی (با میانگین وزن زنده ۳±۵۰ کیلوگرم) دارای کانولای شکمبه انکوباسیون شدند. بخش‌های مختلف نیتروژن نمونه‌ها با روش‌های شیمیایی اندازه‌گیری شد. اکسترود کردن، نیتروژن غیرپروتئینی و پروتئین غیرقابل حل در شوینده اسیدی در دانه سویا را کاهش داد. برشته کردن، پروتئین قابل حل در بافر و نیتروژن قابل حل در شوینده خنثی را در مقایسه با سویای خام به ترتیب کاهش و افزایش داد. کمترین مقدار نیتروژن غیرپروتئینی و پروتئین غیرقابل حل در شوینده اسیدی در سویای اکسترود شده مشاهده شد. اکسترود کردن دانه سویا بخش سریع تجزیه (*a*) و بخش کند تجزیه (*b*) پروتئین را به ترتیب کاهش و افزایش داد. برشته کردن و اکسترود کردن به‌طور معنی‌داری نرخ تجزیه‌پذیری (*c*) را کاهش دادند. تجزیه‌پذیری موثرماده خشک و پروتئین خام دانه سویا به‌طور معنی‌داری به‌وسیله فرآوری حرارتی کاهش یافت. برشته کردن و اکسترود کردن بر بخش بالقوه قابل تجزیه (*a+b*) ماده خشک و پروتئین خام دانه سویا اثری نداشتند. فرآوری حرارتی به‌طور موثری باعث تغییر در بخش‌های نیتروژن و کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین خام دانه سویا در شکمبه در مقایسه با سویای خام شد. همچنین اکسترود کردن در مقایسه با برشته کردن نیتروژن غیرپروتئینی و پروتئین غیرقابل حل در شوینده اسیدی، بخش سریع تجزیه و تجزیه‌پذیری موثر پروتئین دانه سویا را به طور معنی‌داری کاهش و بخش کند تجزیه آن را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: فرآوری حرارتی، دانه سویا، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای، بخش‌های نیتروژن

مقدمه

پروتئین در جیره نشخوارکنندگان برای نگهداری، رشد، تولید مثل و ساخت پروتئین شیر ضروری است. در تغذیه نشخوارکنندگان، پروتئین خام جیره به دو بخش پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP)[1] و پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (RUP)[2] تقسیم‌بندی می‌شود که هر کدام وظایف متفاوتی دارند.

1- Rumen degradabe protein
2- Rumen undegradabe protein

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

پروتئین قابل تجزیه در شکمبه ترکیبی از پپتیدها، اسیدهای آمینه آزاد و آمونیاک مورد نیاز برای رشد میکروب‌ها و تولید پروتئین میکروبی را تامین می‌کند. پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه دومین منبع مهم اسیدهای آمینه قابل جذب در روده کوچک حیوان می‌باشد (۱۷). احتیاجات پروتئین گاوهای شیری پرتولید به ویژه در اوایل شیردهی و نشخوارکنندگان با نرخ رشد بالا فقط توسط تولید پروتئین میکروبی در شکمبه تامین نمی‌شود، بلکه به پروتئین با کیفیت و غیرقابل تجزیه در شکمبه و قابل هضم در روده باریک هم نیاز دارند (۱۷). از طرف دیگر برای تأمین احتیاجات پروتئین این حیوانات، افزایش RDP بیش از نیاز میکروارگانیسم‌ها سبب تجزیه پروتئین به نیتروژن آمونیاکی در شکمبه و تبدیل آن به اوره در کبد و دفع آن از راه ادرار می‌شود (۱۸،۴).

از دانه سویا به‌عنوان یک مکمل پروتئینی و انرژی‌زا در جیره نشخوارکنندگان استفاده می‌شود اما بیشتر پروتئین دانه و کنجاله آن توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه تجزیه می‌شود (۱۲). به دلیل هزینه بالای کنجاله‌های پروتئینی و کم بودن مقدار RUP در آن‌ها، از روش‌های مختلفی برای افزایش محتوای پروتئین غیرقابل تجزیه مواد خوراکی در شکمبه استفاده می‌شود. هدف از فرآوری منابع پروتئینی در تغذیه نشخوارکنندگان به ویژه در دام‌های پرتولید، کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه و افزایش قابلیت هضم آن در روده باریک می‌باشد. انواع روش‌های فرآوری شامل استفاده از حرارت، مواد شیمیایی و یا ترکیبی از هر دو می‌باشند (۱۷). فرآوری با استفاده از حرارت رایج‌ترین روش فیزیکی مورد استفاده می‌باشد (۲۱،۲۰). از رایج‌ترین روش‌های فرآوری حرارتی می‌توان به برشته[1] و اکسترود کردن[2] اشاره کرد. آگاهی از تجزیه پروتئین‌های خوراک در شکمبه، پایه‌ای برای تنظیم جیره برای مقادیر مناسب RDP برای میکروارگانیسم‌های شکمبه و مقادیر کافی RUP برای حیوان میزبان است (۱۷).

تعیین ارزش تغذیه‌ای مواد خوراکی در سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (CNCPS)[3] بر اساس بخش‌های نیتروژن و کربوهیدرات آنها است (۲۳). در این سیستم پروتئین مواد خوراکی به سه بخش نیتروژن غیرپروتئینی (بخش A)، پروتئین حقیقی (بخش B) و پروتئین غیرقابل دسترس (بخش C) تقسیم می‌شود. پروتئین حقیقی بر اساس نرخ تجزیه در شکمبه به سه بخش B_1، B_2 و B_3 تقسیم می‌شود (۱۴).

یکی از روش‌های مهم برای تعیین ارزش تغذیه‌ای مواد خوراکی، تعیین پتانسیل هضم مواد خوراکی در هر یک از قسمت‌های دستگاه گوارش است. برای تعیین قابلیت هضم مواد خوراکی از روش‌های آزمایشگاهی و بیولوژیک مختلفی استفاده می‌شود که استفاده از روش‌های بیولوژیک مناسب‌تر است. روش استفاده از حیوان زنده و روش کیسه‌های نایلونی از روش‌های مرسوم بیولوژیک هستند. با توجه به تنوع زیاد در ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای و نوع فرآوری مواد خوراکی و از طرفی نیاز دام‌های پرتولید به منابع پروتئین با

1- Roasting 2- Extruding 3- Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS)

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

قابلیت تجزیه‌پذیری پایین در شکمبه، تعیین تجزیه‌پذیری پروتئین مواد خوراکی در شکمبه ضروری است. بنابراین، هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر برشته و اکسترود کردن بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین و ماده خشک و بخش‌های مختلف نیتروژن دانه سویا بود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های دانه سویا، تجزیه شیمیایی و تعیین بخش‌های نیتروژن‌دار نمونه‌ها

این آزمایش در گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام انجام شد. نمونه‌های سویای خام، برشته و اکسترود شده از شرکت تهران دانه تهیه شد. برای برشته کردن، ابتدا دانه‌های کامل سویا به مدت ۲ دقیقه از درون تونل با دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد عبور داده شدند. سپس به مدت ۲۰ دقیقه در همین دما و در جایی خارج از تونل نگهداری شدند و بعد از آن مرحله سرد شدن انجام شد. برای اکسترود کردن (از نوع خشک)، ابتدا دانه‌های کامل سویا به قطعات با اندازه ۵ میلی‌متر آسیاب شدند. سپس با یک نقاله با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه از درون تونل دستگاه عبور داده شدند به گونه‌ای که دما و فشار دورن تونل به ترتیب ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۴۵ اتمسفر بود. نمونه‌ها با آسیاب الکتریکی با توری ۲ میلی‌متر آسیاب شدند و سپس ماده خشک (دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ ساعت)، عصاره اتری، پروتئین خام، ماده آلی (۲)، بخش‌های مختلف نیتروژن شامل نیتروژن غیرقابل حل در شوینده اسیدی[1] و شوینده خنثی[2]، نیتروژنی غیرپروتئینی[3] و نیتروژن قابل‌حل در بافر فسفات (۱۴) در ۳ تکرار اندازه‌گیری شد.

تجزیه‌پذیری ماده خشک و نیتروژن با استفاده از کیسه‌های نایلونی

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و نیتروژن نمونه‌های سویا با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی انجام شد (۲۶). برای انجام این آزمایش از ۴ رأس بره نر کردی دارای فیستولای شکمبه با میانگین وزن بدن ۳± ۵۰ کیلوگرم استفاده شد. بره‌ها در قفس‌های انفرادی نگهداری و با جیره‌ای کاملاً مخلوط شده شامل علوفه خشک یونجه، کاه گندم، کنجاله سویا، دانه جو آسیاب شده، سبوس گندم، نمک و مکمل مواد معدنی و ویتامین به ترتیب ۵۰، ۱۰، ۸، ۲۵، ۵، ۰/۵ و ۱/۵ درصد ماده خشک در سطح نگهداری تغذیه شدند. آب به صورت آزاد در اختیار بره‌ها قرار داشت. برای تعیین تجزیه‌پذیری نیتروژن مقدار ۴ گرم ماده خشک از هر کدام از نمونه‌های سویای آسیاب شده در ۴ تکرار در داخل کیسه‌های نایلونی (قطر منافذ ۴۸ میکرومتر با ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی‌متر) ریخته شد (۹) و برای زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ ساعت در داخل شکمبه انکوباسیون شدند (۱۷،۱۶). به گونه‌ای که برای هر زمان انکوباسیون، یک کیسه (تکرار) در داخل شکمبه هر کدام از بره‌ها قرار گرفت. پس از

1- Acid Detergent Insoluble N 2- Neutral Detergent Insoluble N 3- Non Protein Nitrogen

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

پایان زمان مورد نظر، کیسه‌ها از درون شکمبه خارج و بلافاصله درون آب سرد قرار گرفتند. سپس کیسه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در ماشین لباسشویی، شسته شدند و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و وزن آنها ثبت شد. چهار کیسه از هر نمونه بدون انکوباسیون در شکمبه (زمان صفر)، مشابه با شرایط کیسه‌های قرار داده شده در شکمبه هم شسته و وزن آنها ثبت شد و تجزیه‌پذیری ماده خشک در شکمبه تعیین شد (۹). نیتروژن کل نمونه‌های باقیمانده در کیسه‌ها نیز به منظور محاسبه تجزیه‌پذیری نیتروژن، اندازه‌گیری شد.

محاسبه میزان و ضرایب تجزیه‌پذیری

تجزیه‌پذیری ماده خشک و نیتروژن کل در زمان‌های مختلف و ضرایب تجزیه‌پذیری شامل بخش سریع تجزیه (a)، بخش کند تجزیه (b) و ثابت نرخ تجزیه (c) و تجزیه‌پذیری موثر نمونه‌ها با نرخ عبور ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت ذرات از شکمبه با استفاده از معادله اورسکوف و مکدونالد (۱۹) و روابط زیر محاسبه شدند:

$$P= a + b\,(1-e^{-ct})$$

$$ED = a + [(b\times c) / (c+k_p)]$$

P= درصد تجزیه‌پذیری در زمان t، ED= درصد تجزیه‌پذیریموثر، a= بخش سریع تجزیه، b= بخش کند تجزیه، c = ثابت نرخ تجزیه، k_p= ثابت نرخ خروج شیرابه هضمی از شکمبه، t= زمان ماندگاری نمونه در شکمبه (ساعت)، e= عدد نپر (۲/۷۱۸).

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های مربوط به ترکیب شیمیایی و بخش‌های نیتروژن نمونه‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و داده‌های مربوط به تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام نمونه‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (۲۲) تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن و در سطح آماری ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی نمونه‌ها

ماده آلی نمونه‌های سویا با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). فرآوری حرارتی سبب افزایش درصد ماده خشک، پروتئین خام و عصاره اتری دانه سویا در مقایسه با سویای خام شد (جدول ۱). درصد پروتئین خام نمونه‌های سویا کمتر از مقادیر گزارش شده در موسسه تحقیقات ملی (NRC) (۱۷) بود. این نتایج با نتایج فتحی نسری و همکاران (۹) و گانش و گریو (۱۰) مطابقت داشت. تفاوت در محتوای پروتئین خام و ماده خشک نمونه‌های سویای فرآوری شده با سویای خام می‌تواند به ترتیب بیانگر تفاوت در روش فرآوری و اثر حرارت بر تبخیر آب موجود در دانه سویا باشد.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

جدول ۱- ترکیب شیمیایی دانه سویای خام، برشته و اکسترود شده

فراسنجه	دانه سویا			SEM[1]	P-Value	مقایسه مستقل[2]	
	خام	برشته	اکسترود شده			۱	۲
ماده خشک (درصد)	۸۷/۰۵^{a}	۹۸/۵۰^{b}	۹۳/۰۴^{c}	۰/۴۹۸	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۴۵
ماده آلی (درصد از ماده خشک)	۹۳/۹۶	۹۳/۷۵	۹۳/۰۳	۰/۶۶۳	۰/۵۹۸۵	۰/۴۹۶۵	۰/۸۰۳۲
پروتئین خام (درصد از ماده خشک)	۳۳/۲۲^{a}	۳۸/۸۷^{b}	۳۵/۴۲^{c}	۰/۰۸۲	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۷۳
عصاره اتری (درصد از ماده خشک)	۱۷/۳۷^{a}	۱۸/۸۰^{b}	۱۸/۸۰^{b}	۰/۱۱۴	۰/۰۰۷۲	<۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۸۱

a,b,c: میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند، تفاوت آنها در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

۱- خطای استاندارد میانگین

۲- مقایسه ۱: مقایسه سویای خام با سویای برشته و اکسترود شده و مقایسه ۲: مقایسه سویای برشته با سویای اکسترود شده

درصد NPN (بخش A) در سویای اکسترود شده در مقایسه با دانه سویای برشته پایین‌تر بود (جدول ۲). اما تفاوت آن با دانه سویای خام معنی‌دار نبود. در مطالعه فتحی نسری و همکاران (۹) و گانش و گریو (۱۰) برشته کردن سبب کاهش درصد NPN سویا در مقایسه با سویای خام شد. با توجه به این که بیشترین بخش NPN دانه سویا از اسیدهای آمینه آزاد و پپتیدها تشکیل شده است (۲۴) احتمالاً حرارت با تغییر شکل پپتیدها سبب غیر قابل حل شدن و قرار دادن آنها در بخش رسوب کرده شده است.

جدول ۲- اثر برشته و اکسترود کردن بر بخش‌های نیتروژن دانه سویا (درصد از پروتئین خام)

فراسنجه	دانه سویا			SEM[1]	P-Value	مقایسه مستقل[2]	
	خام	برشته	اکسترود شده			۱	۲
نیتروژن غیرپروتئینی (A)	۳/۲۲^{ab}	۴/۷۹^{a}	۱/۶۵^{b}	۰/۵۴۷	۰/۰۲۲۰	۰/۹۹۱	۰/۰۸۸
پروتئین قابل‌حل در بافر (B1)	۵۱/۶۸^{a}	۳/۳۸^{c}	۱۲/۵۳^{b}	۰/۶۹۶	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۸۲
پروتئین قابل‌حل در شوینده خنثی (B2)	۲۴/۰۸^{c}	۵۱/۹۵^{b}	۶۵/۱۷^{a}	۲/۳۱۲	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۶۳
پروتئین غیر قابل‌حل در شوینده خنثی (B3)	۱۴/۴۲^{b}	۳۳/۲۱^{a}	۱۸/۰۴^{b}	۱/۵۲۷	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۹۴	۰/۰۰۴۸
پروتئین غیر قابل‌حل در شوینده اسیدی (C)	۶/۵۸^{a}	۶/۶۶^{a}	۲/۶۳^{b}	۰/۲۷۸	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۵۷	۰/۸۴۸

a,b,c: میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند، تفاوت آنها در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

۱- خطای استاندارد میانگین

۲- مقایسه ۱: مقایسه سویای خام با سویای برشته و اکسترود شده و مقایسه ۲: مقایسه سویای برشته با سویای اکسترود شده

فرآوری حرارتی سبب کاهش بخش B_1 دانه سویا در مقایسه با سویای خام شد (جدول ۲). بخش B_1 بیشتر از سایر بخش‌ها تحت‌تأثیر فرآوری حرارتی قرار گرفته است که با نتایج فتحی نسری و همکاران (۹)، میلک و اسچینگوت (۱۵)، فالدت و همکاران (۸) و گانش و گریو (۱۰) مطابقت داشت. مقدار این بخش در سویای برشته شده در مقایسه با سویای اکسترود شده پایین‌تر بود. بخش B_1 به سرعت به وسیله میکروارگانیسم‌های شکمبه تجزیه می‌شود (۲۳). بیشتر پروتئین دانه سویا از گلوبولین‌ها و آلبومین‌ها تشکیل شده است (۲۴) که به حرارت حساس هستند (۲۹). حرارت بر پروتئین حقیقی قابل‌حل اثر گذاشته (۱۱) و سبب غیرفعال شدن نقاط عمل آنزیم‌های میکروبی تجزیه‌کننده پروتئین

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

می‌شود (۵). ممکن است حرارت با کاهش حلالیت پروتئین‌های سویا مقدار این بخش را کاهش داده باشد (۲۹).

فرآوری حرارتی باعث افزایش بخش B_2 دانه سویا در مقایسه با سویای خام شد (جدول ۲). در مطالعه فتحی نسری و همکاران (۹) و فالدت و همکاران (۸) فرآوری حرارتی سبب افزایش معنی‌دار بخش B_2 در سویای برشته شده در مقایسه با سویای خام شد. این بخش در سویای اکسترود شده در مقایسه با سویای خام و برشته شده بالاتر بود. به نظر می‌رسد که اکسترود کردن در مقایسه با برشته کردن در افزایش این بخش موثرتر باشد. بخش B_2 شامل پروتئین حقیقی و پپتیدهای بزرگ است. قسمتی از پروتئین‌های آن در شکمبه تجزیه و قسمتی به روده منتقل می‌شوند. سرنوشت این بخش به نرخ هضم و عبور بستگی دارد (۲۳). بنابراین اکسترود کردن با کاهش بخش B_1 و افزایش بخش B_2 تاثیر بهتری بر فرآوری دانه سویا داشته است. کاهش بخش B_1 و افزایش بخش B_2 با کاهش مقدار RDP و افزایش مقدار RUP همراه است (۲۷) که بازده استفاده از پروتئین خوراک را بهبود می‌دهد (۱۷).

فرآوری حرارتی سبب افزایش بخش B_3 پروتئین سویا در مقایسه با سویای خام شد (جدول ۲). اما این تفاوت بین سویای اکسترود شده و خام معنی‌دار نبود. این بخش شامل پروتئین حقیقی متصل به دیواره سلولی است که در شوینده خنثی حل نمی‌شود و سرعت تجزیه‌پذیری آن در شکمبه کند است (۲۸،۲۷). قسمت بیشتر این بخش از شکمبه عبور کرده و در تامین نیازهای RUP نقش دارد (۲۷). در مطالعه گانش و گریو (۱۰) برشته کردن سویای خام در دمای ۱۲۵ و ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش بخش B_3 شد اما با افزایش دما تا ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد، این بخش افزایش یافت که بیانگر صدمه حرارتی بود. آریلی و همکاران (۳) گزارش کردند که روند کاهش قابلیت حل شدن نیتروژن در دانه کتان با افزایش حرارت خطی نیست و حرارت بیش از حد سبب افزایش این بخش شد. بالا بودن بخش B_3 در سویای برشته شده در مقایسه با سویای اکسترود شده (به ترتیب ۱۵/۲۱ و ۳/۵۸ درصد افزایش در مقایسه با دانه سویای خام) ممکن است به بالا بودن درجه حرارت طی فرآوری ارتباط داشته باشد (۲۸).

مقدار بخش C در سویای اکسترود شده در مقایسه با سویای خام و برشته پایین‌تر بود (جدول ۲). اما تفاوت این بخش در سویای خام و برشته معنی‌دار نبود. در مطالعه گانش و گریو (۱۰) برشته کردن سویای خام در دمای ۱۲۵ (به مدت ۶۵-۴۵ ثانیه) و ۱۵۰ (به مدت ۶۳-۴۳ ثانیه) درجه سانتی‌گراد باعث کاهش بخش C شد اما با افزایش دما تا ۱۶۵ (به مدت ۷۰-۵۰ ثانیه) درجه سانتی‌گراد، این بخش افزایش یافت. بخش C که در سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل غیرقابل تجزیه در شکمبه فرض می‌شود رابطه مستقیمی با آسیب حرارتی نیتروژن (۱۶) و نیتروژن غیرقابل هضم دارد (۲۱). این بخش مقاومت بالایی به آنزیم‌های میکروبی و آنزیم‌های ترشح شده از دستگاه گوارش دارد و در تأمین اسیدهای آمینه مورد نیاز دام نقشی ندارد (۲۳). البته شواب و همکاران (۲۷) گزارش کردند که مقادیر

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

متغیری از این بخش می‌تواند در روده هضم شود و در تأمین اسیدهای آمینه برای دام نقش داشته باشد. همچنین وودز و همکاران (۳۰) قابلیت هضم روده‌ای بالا برای نمونه‌های کنجاله سویا که حاوی غلظت بالایی از ADIN بودند را گزارش کردند. با توجه به این که مقدار بخش C در مقایسه با بخش‌های دیگر نیتروژن خیلی کمتر است، اثر آن بر تامین اسیدهای آمینه برای حیوان میزبان از اهمیت کمتری برخوردار است. لذا درجه حرارت مناسب و کنترل شده طی فرآیندهای حرارتی از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به پایین بودن این بخش در سویای اکسترود شده، به‌نظر می‌رسد که اکسترود کردن در مقایسه با برشته کردن فرآوری حرارتی مناسب‌تری باشد.

تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر

بخش سریع تجزیه (a) ماده خشک تحت‌تأثیر فرآوری قرار نگرفت (جدول ۳). بخش کند تجزیه (b) ماده خشک سویای برشته شده در مقایسه با سویای خام و اکسترود شده پایین‌تر بود (جدول ۳). اما تفاوت این بخش در سویای اکسترود شده و سویای خام معنی‌دار نبود. بخش بالقوه قابل تجزیه ($a+b$) ماده خشک دانه سویا تحت تأثیر روش فرآوری قرار نگرفت (جدول ۳). فرآوری‌ها سبب کاهش معنی‌دار ثابت نرخ تجزیه (c) و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک در مقایسه با سویای خام شد. اما تفاوت این بخش‌ها در بین تیمارهای فرآوری شده معنی‌دار نبود. در مطالعه گانش و گریو (۱۰) بخش a ماده خشک سویای برشته شده در مقایسه با سویای خام کاهش یافت. با توجه به این نتایج به‌نظر می‌رسد که فرآوری حرارتی در کاهش c نرخ تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک سویا در مقایسه با سویای خام مؤثر بود.

جدول ۳- اثر برشته و اکسترود کردن بر تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک دانه سویا

فراسنجه	دانه سویا			SEM[1]	P-Value	مقایسه مستقل[2]	
	خام	برشته	اکسترود شده			۱	۲
بخش سریع تجزیه (درصد)	۳۵/۱۷	۴۳/۳۵	۳۵/۲۲	۲/۸۳۵	۰/۱۲۲۳	۰/۲۶۲۵	۰/۰۶۸۵
بخش کند تجزیه (درصد)	۶۱/۹۰^{a}	۵۳/۱۰^{b}	۶۰/۷۷^{ab}	۲/۶۴۲	۰/۰۸۱۵	۰/۱۶۳۷	۰/۰۴۱۲
بخش بالقوه قابل تجزیه (درصد)	۹۷/۰۷	۹۶/۴۵	۹۶/۰۰	۰/۶۵۳	۰/۵۳۹۶	۰/۵۱۸۷	۰/۳۲۸۶
نرخ تجزیه‌پذیری (درصد در ساعت)	۰/۱۲۸^{a}	۰/۰۵۰^{b}	۰/۰۵۸^{b}	۰/۰۹۷	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۲۳
تجزیه‌پذیری موثر (درصد)							
۲ درصد در ساعت	۸۸/۸۵^{a}	۸۰/۹۵^{b}	۸۰/۰۲^{b}	۰/۸۵۴	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۳۶
۵ درصد در ساعت	۸۰/۳۲^{a}	۶۹/۸۵^{b}	۶۷/۸۵^{b}	۱/۱۰۲	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۵۸
۸ درصد در ساعت	۷۴/۴۲^{a}	۶۴/۰۲^{b}	۶۱/۲۰^{b}	۱/۰۱۸	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۶۶

a,b,c: میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند، تفاوت آنها در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

۱- خطای استاندارد میانگین

۲- مقایسه ۱: مقایسه سویای خام با سویای برشته و اکسترود شده و مقایسه ۲: مقایسه سویای برشته با سویای اکسترود شده

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

فرآوری حرارتی سبب کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک سویا در مقایسه با سویای خام در زمان‌های مختلف فرآوری شد (جدول ۴). با افزایش زمان انکوباسیون نمونه‌های سویا در شکمبه، تجزیه‌پذیری آنها در شکمبه افزایش یافت اما سویای فرآوری شده در مقایسه با سویای خام به تجزیه‌پذیری در شکمبه مقاومت بیشتری داشت. تجزیه شدن ماده خشک در زمان صفر در سویای اکسترود شده در مقایسه با سویای خام و برشته کمتر بود (جدول ۴). تجزیه‌پذیری ماده خشک سویای اکسترود شده در ساعات اولیه شکمبه‌گذاری (۲ و ۴ ساعت) در مقایسه با سویای برشته شده کمتر بود. اما با افزایش زمان انکوباسیون در شکمبه این تفاوت معنی‌دار نبود. آلدریچ و همکاران (۱)، فالدت و همکاران (۷) و استرن و همکاران (۲۵) گزارش کردند که اکسترود کردن سویا، تجزیه‌پذیری ماده خشک در شکمبه را کاهش داد که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی داشت. حرارت با تغییر ساختمان پروتئین‌ها و ایجاد پل‌های عرضی در داخل زنجیره‌های پپتیدی و بین زنجیره‌های پپتیدی با کربوهیدرات‌ها، سبب کاهش قابلیت حل شدن پروتئین، کاهش قابلیت دسترسی پروتئین برای آنزیم‌های میکروبی و کاهش نرخ تجزیه آن در شکمبه می‌شود (۲۵). با توجه به این که پروتئین بخش عمده‌ای از ماده خشک دانه سویا را تشکیل می‌دهد کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه سویای اکسترود شده را می‌توان به کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین آن در شکمبه ارتباط داد (جدول ۵).

جدول ۴- اثر برشته و اکسترود کردن بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک دانه سویا در زمان‌های مختلف انکوباسیون (درصد)

زمان انکوباسیون (ساعت)	دانه سویا			SEM[1]	P-Value	مقایسه مستقل[2]	
	خام	برشته	اکسترود شده			۱	۲
۰	۵۰/۳۵^{a}	۴۷/۹۷^{a}	۴۳/۶۵^{b}	۰/۸۵۷	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۲۴	۰/۰۷۸۶
۲	۵۰/۷۵^{a}	۴۸/۴۲^{a}	۴۱/۹۰^{b}	۱/۶۱۲	۰/۰۱۲۳	۰/۰۲۰۵	۰/۳۳۱۲
۴	۶۰/۲۵^{a}	۵۳/۰۳^{b}	۴۷/۷۷^{c}	۰/۹۲۴	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۹۲
۸	۷۴/۸۷^{a}	۶۰/۷۵^{b}	۵۷/۵۷^{b}	۱/۴۰۵	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۴۷
۱۶	۸۸/۷۵^{a}	۷۲/۲۰^{b}	۷۱/۳۷^{b}	۱/۸۹۵	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۲۵
۲۴	۹۳/۸۲^{a}	۷۹/۸۰^{b}	۷۹/۹۶^{b}	۱/۸۳۲	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۶۳
۴۸	۹۶/۸۷^{a}	۹۰/۷۵^{b}	۹۱/۲۷^{b}	۱/۰۲۸	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۷۳	۰/۰۰۵۶

a,b,c: میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند، تفاوت آنها در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

۱- خطای استاندارد میانگین

۲- مقایسه ۱: مقایسه سویای خام با سویای برشته و اکسترود شده و مقایسه ۲: مقایسه سویای برشته با سویای اکسترود شده

فرآوری حرارتی به طور معنی‌داری باعث کاهش a، c و تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام در مقایسه با سویای خام شد (جدول ۵). بخش کند تجزیه پروتئین خام در سویای اکسترود شده در مقایسه با سویای خام و برشته شده بالاتر بود (جدول ۵). اما تفاوت این بخش بین

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

سویای برشته شده و خام معنی‌دار نبود. بخش بالقوه قابل تجزیه پروتئین خام دانه سویا تحت تاثیر روش فرآوری قرار نگرفت. بین تیمارهای فرآوری شده بیشترین تجزیه‌پذیری موثر با نرخ عبور ۵ و ۸ درصد در ساعت مربوط به سویای برشته بود. در مطالعه فتحی نسری و همکاران (۹) فرآوری حرارتی باعث کاهش عددی بخش a، c و تجزیه‌پذیری موثر و افزایش بخش b در سویای برشته در مقایسه با سویای خام شد. در روش کیسه‌های نایلونی، بخش a درصدی از پروتئین خام خوراک است که در زمان صفر (زمان ورود کیسه‌ها به درون شکمبه) از کیسه خارج می‌شود. این بخش شامل NPN، پروتئین با حلالیت بالا و پروتئین‌هایی است که اندازه آنها از اندازه منافذ کیسه‌ها ریزتر است (۲۷،۱۷). فرض بر این است که این بخش در شکمبه به طور کامل تجزیه می‌شود و فقط در تأمین RDP نقش دارد (۱۷). در صورتی که بخش b شامل قسمتی از پروتئین است که بالقوه قابل تجزیه است و به ذراتی متصل است که اندازه آنها از اندازه منافذ کیسه بزرگ‌تر است. این بخش در تامین RUP و اسیدهای آمینه برای حیوان میزبان نقش دارد. مقدار تجزیه بخش b در شکمبه به ثابت نرخ تجزیه‌پذیری آن و نرخ عبور مواد تجزیه نشده از شکمبه بستگی دارد (۲۷،۱۷)، بنابراین کاهش بخش a، افزایش بخش b و کاهش c سبب کاهش تجزیه‌پذیری موثر پروتئین در شکمبه می‌شود که با افزایش مقدار RUP همراه است. در این آزمایش بین نرخ تجزیه‌پذیری دانه سویای برشته و اکسترود شده تفاوت معنی‌داری دیده نشد اما چون اکسترود کردن در مقایسه با برشته کردن، بخش a را کاهش و بخش b را افزایش داده است، اثر بیشتری بر کاهش تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام به ویژه در سطح نرخ عبور ۵ و ۸ درصد در ساعت داشت.

جدول ۵- اثر برشته و اکسترود کردن برتجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام دانه سویا

فراسنجه	دانه سویا			SEM[1]	P-Value	مقایسه مستقل[2]	
	خام	برشته	اکسترود شده			۱	۲
بخش سریع تجزیه (درصد)	۴۱/۸۲^{a}	۳۲/۶۰^{b}	۱۵/۹۰^{c}	۱/۸۸۲	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۵۷
بخش کند تجزیه (درصد))	۵۷/۵۷^{b}	۶۴/۹۵^{b}	۸۲/۸۵^{a}	۳/۰۰۵	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۵۴	۰/۱۱۳۴
بخش بالقوه قابل تجزیه (درصد)	۹۹/۳۹	۹۷/۵۵	۹۸/۷۵	۱/۶۴۸	۰/۷۳۲۵	۰/۴۵۳۵	۰/۵۵۷۸
نرخ تجزیه‌پذیری (درصد در ساعت)	۰/۱۱۴^{a}	۰/۰۴۶^{b}	۰/۰۴۷^{b}	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۵۶
تجزیه‌پذیری موثر (درصد)							
۲ درصد در ساعت	۹۰/۷۲^{a}	۷۷/۷۷^{b}	۷۳/۶۰^{b}	۱/۷۶۷	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۳۶
۵ درصد در ساعت	۸۱/۸۰^{a}	۶۳/۷۲^{b}	۵۵/۷۰^{c}	۱/۶۱۲	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۳۸
۸ درصد در ساعت	۷۵/۶۰^{a}	۵۶/۳۷^{b}	۴۶/۳۰^{c}	۱/۴۳۷	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۶۹

a,b,c: میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند، تفاوت آنها در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

۱- خطای استاندارد میانگین

۲- مقایسه ۱: مقایسه سویای خام با سویای برشته و اکسترود شده و مقایسه ۲: مقایسه سویای برشته با سویای اکسترود شده

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

در مطالعه گانش و گریو (۱۰) بخش a پروتئین خام در سویای برشته شده در دمای ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با سویای خام کاهش، و در دمای ۱۵۰ و ۱۶۵ درجه افزایش یافت اما، بخش b، c و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک با نرخ عبور ۲، ۶ و ۸ درصد در ساعت تحت‌تأثیر قرار نگرفت. تجزیه‌پذیری موثر که رابطه مستقیمی با c دارد به دلیل کاهش ثابت نرخ تجزیه ماده خشک و پروتئین خام سویای فرآوری شده در مقایسه با سویای خام، کاهش یافت. بخش a که بیشتر آن از NPN تشکیل شده است در سویای برشته در مقایسه با سویای خام پایین‌تر بود که با نتایج بخش NPN متناقض بود (جدول ۲) اما، باید خاطر نشان کرد که بخش a علاوه بر NPN مقادیری از پروتئین حقیقی را نیز شامل می‌شود که به دلیل قابلیت حل شدن بالا یا اندازه ذرات خیلی ریز به سرعت از کیسه خارج می‌شود (۱۷). فرآوری حرارتی سبب کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین سویا در مقایسه با سویای خام در زمانهای مختلف انکوباسیون شد (جدول ۶). با افزایش زمان انکوباسیون نمونه‌های سویا در شکمبه، تجزیه‌پذیری پروتئین آنها افزایش یافت اما سویای فرآوری شده در مقایسه با سویای خام به تجزیه‌پذیری در شکمبه مقاومت بیشتری داشت. قابلیت انحلال پروتئین خام در زمان صفر در سویای اکسترود شده در مقایسه با سویای خام و برشته کمتر بود. تجزیه‌پذیری پروتئین خام سویای اکسترود شده در ساعات اول انکوباسیون (۲، ۴ و ۸ ساعت) در مقایسه با سویای برشته شده پایین‌تر بود. اما این تفاوت در بقیه ساعات انکوباسیون معنی‌دار نبود.

جدول ۶- اثر برشته و اکسترود کردن بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام دانه سویا در زمان‌های مختلف انکوباسیون (درصد)

زمان انکوباسیون (ساعت)	دانه سویا			SEM[1]	P-Value	مقایسه مستقل[2]	
	خام	برشته	اکسترود شده			۱	۲
۰	۴۲/۴۵^{a}	۳۲/۶۰^{b}	۱۵/۹۰^{c}	۱/۹۲۵	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۴۷
۲	۵۳/۶۰^{a}	۳۸/۳۷^{b}	۲۳/۳۰^{c}	۱/۳۷۴	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۶۲
۴	۶۲/۹۲^{a}	۴۳/۶۲^{b}	۳۰/۰۲^{c}	۱/۲۵۸	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۷۹
۸	۷۶/۲۲^{a}	۵۲/۷۵^{b}	۴۱/۷۰^{c}	۱/۶۰۵	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۵۳
۱۶	۸۹/۹۰^{a}	۶۶/۵۲^{b}	۵۹/۳۲^{b}	۲/۲۶۴	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۶۷
۲۴	۹۵/۴۲^{a}	۷۶^{b}	۷۱/۳۷^{b}	۲/۵۷۶	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۳۸
۴۸	۹۹/۰۷^{a}	۹۰/۱۰^{b}	۸۹/۳۲^{b}	۲/۴۵۴	۰/۰۴۱۳	۰/۰۱۱۳	۰/۰۲۸۹

a,b,c: میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند، تفاوت آنها در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

۱- خطای استاندارد میانگین

۲- مقایسه ۱: مقایسه سویای خام با سویای برشته و اکسترود شده و مقایسه ۲: مقایسه سویای برشته با سویای اکسترود شده

آلدریچ و همکاران (۱)، فالدت و همکاران (۷) و استرن و همکاران (۲۵) گزارش کردند که اکسترود کردن سویا در مقایسه با سویای خام تجزیه‌پذیری پروتئین خام در شکمبه را کاهش داد. در مطالعه فتحی نسری و همکاران (۹) و فالدت و همکاران (۸) برشته کردن سبب

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام سویا در مقایسه با سویای خام شد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. به نظر می‌رسد که در این آزمایش فرآوری حرارتی با تغییر در ساختار پروتئین‌های سویا در کاهش دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه به پروتئین و افزایش عبور آن از شکمبه موثر باشد. در کل، نتایج این آزمایش نشان داد که فرآوری حرارتی به طور موثری سبب تغییر در بخش‌های نیتروژن و کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام دانه سویا در شکمبه در مقایسه با سویای خام شد اما مفید بودن فرآوری حرارتی منوط به تعیین قابلیت هضم پروتئین عبوری به روده باریک است. در صورتی که قابلیت هضم بعد از شکمبه‌ای مواد مغذی عبور کرده از شکمبه در اثر حرارت کاهش نیافته باشد، کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ارزش تغذیه‌ای دانه سویا را افزایش می‌دهد. به‌نظر می‌رسد که در بین تیمارهای فرآوری شده، سویای اکسترود شده به دلیل پایین بودن بخش NPN، ADIN، بخش a و تجزیه‌پذیری موثر و بالا بودن بخش b پروتئین خام در مقایسه با سویای برشته شده، فرآوری حرارتی مناسب‌تری باشد.

منابع

1. Aldrich, C., N. Merchen and J. Drackley. 1995. The effect of roasting temperature applied to whole soybeans on site of digestion by steers: I. Organic matter, energy, fiber, and fatty acid digestion. Journal of Animal Science, 73: 2120-2130.
2. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. (17th ed.) AOAC, Washington, DC.
3. Arieli, A., A. Ben-Moshe, S. Zamwel and H. Tagari. 1989. In situ evaluation of the ruminal and intestinal digestibility of heat-treated whole cottonseeds. Journal of Dairy Science, 72: 1228-1233.
4. Awawdeh, M., E. Titgemeyer, J. Drouillard, R. Beyer and J. Shirley. 2007. Ruminal degradability and lysine bioavailability of soybean meals and effects on performance of dairy cows. Journal of Dairy Science, 90: 4740-4753.
5. Broderick, G.A. and W.M. Craig. 1980. Effect of heat treatment on ruminal degradation and escape, and intestinal digestibility of cottonseed meal protein. Journal of Nutrition, 110: 2381-2389.
6. Cant, J.L., R. Berthiaume, H. Lapierre, P.H. Luimes, B.W. McBride and D. Packeao. 2003. Responses of the bovine mammary glands to absorptive supply of single amino acids. Canadian Journal of Animal Science, 83: 341-355.
7. Faldet, M., Y. Son and L. Satter. 1992. Chemical, in vitro, and in vivo evaluation of soybeans heat-treated by various processing methods. Journal of Dairy Science, 75: 789-795.
8. Faldet, M., V. Voss, G. Broderick and L. Satter. 1991. Chemical, in vitro, and in situ evaluation of heat-treated soybean proteins. Journal of Dairy Science, 74: 2548-2554.
9. Fathi Nasri, M.H., J. France, M. Danesh Mesgaran and E. Kebreab. 2008. Effect of heat processing on ruminal degradability and intestinal disappearance of nitrogen and amino acids in Iranian whole soybean. Livestock Science, 113: 43-51.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

10. Ganesh, D. and D. Grieve. 1990. Effect of roasting raw soybeans at three temperatures on in situ dry matter and nitrogen disappearance in dairy cows. Journal of Dairy Science, 73: 3222-3230.
11. Goetsch, A.L. and F.N. Owens. 1985. The effects of commercial processing method of cottonseed meal on site and extent of digestion in cattle. Journal of Animal Science, 60: 803-813.
12. Krishnamoorthy, U., T. Muscato, C. Sniffen and P. Van Soest. 1982. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. Journal of Dairy Science, 65: 217-225.
13. Kung, L., J. Huber and L. Satter. 1983. Influence of nonprotein nitrogen and protein of low rumen degradability on nitrogen flow and utilization in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 66: 1863-1872.
14. Licitra, G., T. Hernandez and P. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 57: 347-358.
15. Mielke, C. and D. Schingoethe. 1981. Heat-treated soybeans for lactating cows. Journal of Dairy Science, 64: 1579-1585.
16. Mjoun, K., K. Kalscheur, A. Hippen and D. Schingoethe. 2010. Ruminal degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in soybean and corn distillers grains products. Journal of Dairy Science, 93: 4144-4154.
17. National Research Council. 2001. Nutrient Requirement of Dairy Cattle, 7th revised ed. National Academy of Science, Washington, DC.
18. Olmos Colmenero, J. and G. Broderick. 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 89: 1704-1712.
19. Ørskov, E. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science, 92: 499-503.
20. Pena, F., H. Tagari and L. Satter. 1986. The effect of heat treatment of whole cottonseed on site and extent of protein digestion in dairy cows. Journal of Animal Science, 62: 1423-1433.
21. Plegge, S., L. Berger and Jr.G. Fahey. 1985. Effect of roasting temperature on the proportion of soybean meal nitrogen escaping degradation in the rumen. Journal of Animal Science, 61: 1211-1218.
22. SAS Institute. 1999. SAS/STAT User's Guide: Statistics, version 8.01 Edition. SAS Inst., Inc., Cary, North Carolina.
23. Sniffen, C., J. O'connor, P. Van Soest, D. Fox and J. Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science, 70: 3562-3577.
24. Snyder, H.E. and T.W. Kwon. 1987. Soybean utilization. Van Nostrand Reinhold Company, NY.
25. Stern, M., K. Santos and L. Satter. 1985. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heat-treated whole soybeans. Journal of Dairy Science, 68: 45-56.
26. Subuh, A., T. Rowan and T. Lawrence. 1996. Effect of heat or formaldehyde treatment on the rumen degradability and intestinal tract apparent digestibility of protein in soya-bean meal and in rapeseed meals of different glucosinolate content. Animal Feed Science and Technology, 57: 257-265.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

27. Schwab, C.G., T.P. Tylutki, R.S. Ordway. C. Sheaffer and M.D. Stern. Characterization of proteins in feeds. Journal of Dairy Science, (E. Suppl.): E88-E103).
28. Van Soest, P. and V. Mason. 1991. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. Animal Feed Science and Technology, 32: 45-53.
29. Van Soest, P. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. 476 pp.
30. Woods, V.B., A.P. Moloney, S. Calsamiglia and F.P. Omara. The nutritive value of concentrate feedstuffs for ruminant animals Part III: Small intestinal digestibility as measured by in vitro or mobile bag techniques. Animal Feed Science and Technology, 110: 145-157.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]

Effect of Roasting and Extruding on Nitrogen Fractions and Ruminal Degradability of Soybean Seed Protein

Farshid Fatahnia[1], Seyed Gholamreza Mosavi[2], Ebrahim Abdi[2] and Alinaghi Shokri[2]

1- Associate Professor, University of Ilam, (Corresponding author: ffatahnia@yahoo.com)
2- Graduated M.Sc., University of Ilam
Received: February 13, 2013 Accepted: October 7, 2013

Abstract

This experiment was conducted to determine nitrogen fractions and ruminal dry matter and protein degradability of raw or heated (roasted or extruded) soybean seed. Samples were incubated for 2, 4, 8, 16, 24 and 48 h in the rumen of 4 cannulated Kurdish male lambs (50±3 kg BW). Nitrogen fractions of samples were measured by chemical methods. Results showed that extruding decreased non-protein nitrogen (NPN) and acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) in soybean seed. In compared with raw soybean seed, roasting decreased and increased buffer soluble nitrogen and neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), respectively. Lowest NPN and ADIN were observed in extruded soybean seed. Soybean seed extruding decreased and increased the rapidly degradable fraction (*a*) and the slowly degradable fraction (*b*) of protein, respectively. Roasting and extruding significantly decreased the rate of degradation (*c*). Effective degradability (ED) of soybean seed dry matter and crude protein significantly decreased by heat processing. Roasting and extruding had no effect on degradability potential of soybean seed dry matter and crude protein. The results of this experiment showed that heat processing significantly altered nitrogen fractions and decreased ruminal protein degradability of soybean seed. Also, extruding was better than roasting because it decreased NPN, ADIN, a fraction and ED and increased b fraction of soybean seed protein.

Keywords: Heat processing, Soynean seeds, Ruminal degradability, Nitrogen fractions

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-26]