



نشریه آموزشی - پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی

شماره ۲۸، پاییز ۱۳۹۷

صص: ۲۳-۳۰

تعیین قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای پروتئین دانه کلزای عمل آوری نشده و عمل آوری شده با روش هضم سه مرحله‌ای

بابک رخزاد

کارشناس محقق بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

رحمن ابن عباسی (نویسنده مسئول)

دانشجوی مقطع دکتری دانشگاه رازی و مربی پژوهشی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

محمد خضری

مربی پژوهشی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۷

حسن فضایی

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۸۷۳۳۶۲۳۵۵۳۰

استاد پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

Email: info.ph.d95@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/aasrj.2018.120919.1141

چکیده:

این پژوهش به منظور تعیین ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم پروتئین دانه کلزا عمل آوری نشده و عمل آوری شده به روش آزمایشگاهی سه مرحله‌ای انجام شد. اثر انکوباسیون شکمبه‌ای بر هضم روده‌ای پروتئین دانه کلزا عمل آوری نشده و عمل آوری شده نیز مورد مطالعه قرار گرفت. جهت عمل آوری حرارتی، دانه کلزا در دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت حرارت داده شد و جهت عمل آوری از طریق جوشاندن، دانه کلزا در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه جوشانده شد. بنابراین تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون عمل آوری)، عمل آوری حرارتی و عمل آوری جوشاندن بود که در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. ترکیب شیمیایی دانه‌ها تحت تأثیر عمل آوری قرار نگرفت. کمترین ناپدید شدن شکمبه‌ای و بیشترین میزان هضم روده‌ای در دانه حرارت دیده کلزا مشاهده شد ($p \leq 0/05$). ناپدید شدن شکمبه‌ای پروتئین دانه جوشیده کلزا کمتر از دانه حرارت دیده بود ($p \leq 0/05$). انکوباسیون شکمبه‌ای، هضم روده‌ای دانه کلزا عمل آوری شده و عمل آوری نشده را افزایش داد ($p \leq 0/05$). نتایج نشان داد که روش عمل آوری حرارتی در دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت را می‌توان به عنوان روشی کاربردی جهت کاهش ناپدید شدن شکمبه‌ای مورد استفاده قرار داد.

واژه‌های کلیدی: دانه کلزا، ناپدید شدن شکمبه‌ای، هضم روده‌ای، روش هضم سه مرحله‌ای

Applied Animal Science Research Journal No 28 pp: 23-30

Ruminal disappearance and intestinal digestion of untreated and treated canola seed protein by three-step *in vitro* procedure

1. By: B. Rokhzad, Researcher, Kurdistan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran
2. *R. Ebne Abbasi, PhD student, Razi University and research instructor of Kurdistan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran (Corresponding author). Email: info.ph.d95@gmail.com
3. M. Khezri, Research instructor of Kurdistan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran
4. H. Fazaeli, Animal Science Research Institute of Iran, Assistant professor, AREEO, Karaj, Iran.

This research was carried out to determine the chemical composition and protein digestibility of untreated and treated canola seed by three-step *in vitro* procedure. The effect of ruminal incubation on intestinal digestion of canola seed protein was investigated. For heat treatments, canola seed were heated at 160 °C for 2 hours and for boiled treatment, canola seed was boiled at 100 °C for 5 minutes. Therefore the treatments were control, heat treated and boiled treated, that were analyzed basis completely randomized design. Chemical composition of the seeds was not affected by the treatments. The lowest of ruminal disappearance and the highest of intestinal digestion of protein were observed in heat treated canola seed ($p \leq 0.05$). The ruminal protein disappearance of control treatment was the highest ($p \leq 0.05$). Intestinal digestion of boiled treated canola seed protein was less than that of heat treated ($p \leq 0.05$). Ruminal incubation significantly increased the intestinal digestion of untreated and treated canola seed protein ($p \leq 0.05$). The results showed that the heat treated can be used as an applied method for reducing the ruminal disappearance of canola seed protein.

Key words: Canola seed, Ruminal disappearance, Intestinal digestibility, Three-step *in vitro* procedure

مقدمه

تناوب با گندم به عنوان کشت غالب کشور، امکان دسترسی آسان به دانه کلزا وجود دارد. دانه کلزا حاوی ۳۰ تا ۴۰ درصد روغن و در حدود ۲۰ درصد پروتئین خام و دارای توازن اسیدهای آمینه مناسبی برای تغذیه نشخوارکنندگان می باشد (انجمن کلزا کانادا، ۱۹۸۵؛ دیورن و همکاران، ۲۰۰۹). به علت تجزیه پذیری بالای پروتئین دانه کلزا در شکمبه (لاوس و همکاران، ۱۹۸۲؛ دانش مسگران و همکاران، ۱۳۸۳) جهت تأمین پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه در گاوهای شیری پرتولید لازم است تجزیه پذیری شکمبه‌ای از طریق فرآوری آن کاهش یابد. روش های عمل آوری مانند تفت دادن، حرارت در آون و اکسترودر کردن سبب تغییر در تجزیه پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم روده‌ای دانه‌های روغنی می شود (زولیتسیچ و همکاران، ۱۹۹۳). هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثرات حرارت و جوشاندن دانه کلزا بر تجزیه پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم روده‌ای دانه کلزا بود.

با توجه به نیاز روز افزون جمعیت انسانی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران و افزایش تقاضا برای محصولات پروتئینی، استفاده بهینه از منابع خوراکی داخلی از جمله دانه کلزا در تغذیه نشخوارکنندگان ضروری به نظر می رسد (لشکری و تقی زاده، ۱۳۹۲). به دلیل این که روش تجزیه تقریبی بیان گر میزان قابل استفاده بودن مواد مغذی موجود در خوراکها نمی باشد؛ لذا می بایست روش های مناسبی جهت تعیین میزان قابلیت دسترسی مواد خوراکی برای حیوان استفاده کرد (AOAC، ۲۰۰۰). به دلیل هزینه بر بودن روش های درون تنی، تلاش هایی جهت ارزیابی قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از روش های آزمایشگاهی انجام گرفته است. یکی از مهم ترین روش های مورد استفاده روش هضم سه مرحله‌ای می باشد که در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به کشت روز افزون کلزا در اقلیم های سرد کشور و در

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از دانه کلزای وار یته اوکاپی که کشت آن در استان کردستان معمول‌تر از سایر وار یتها بود، استفاده شد. در عمل آوری حرارتی دانه کلزا در درجه حرارت ۱۶۰ درجه سلسیوس و به مدت ۲ ساعت در آون قرار گرفت. جهت عمل آوری به روش جوشاندن، دانه کلزا به مدت ۵ دقیقه در درجه حرارت ۱۰۰ درجه جوشیده شد و سپس در حرارت ۱۱۰ درجه سلسیوس خشک شد (دیورن و همکاران، ۲۰۰۹؛ امانولسون و همکاران، ۱۹۹۳؛ پلنگ و همکاران، ۱۹۸۵).

جهت تعیین ترکیب شیمیایی دانه کلزا، ابتدا نمونه‌ها با الک دو میلی متری آسیاب شد و سپس ماده خشک (دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت)، پروتئین خام (با دستگاه کجلدال)، چربی خام (با دستگاه سوکسله) و خاکستر (کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد) بر اساس روش‌های استاندارد تعیین شد (AOAC، ۲۰۰۰).

روش هضم سه مرحله‌ای بر اساس روش کالسامیگلیا و استرن (۱۹۹۵) انجام شد. در این پژوهش جهت ناپدید شدن شکمبه ای دانه کلزا از سه رأس گاو نر سیستانی (۱۰±۴۳۰ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. ۱۰ گرم از نمونه آسیاب شده (با الک ۲ میلی‌متری) به داخل کیسه‌های نایلونی داکرون (دارای منافذ ۵۰ میکرونی) به ابعاد ۱۷×۹ سانتی‌متری ریخته شد (۳ کیسه به ازای هر نمونه) و این کیسه‌ها به مدت ۱۲ ساعت در شکمبه قرار داده شدند و سپس کیسه‌ها پس از انکوباسیون شکمبه‌ای شستشو داده شدند (انجمن کلزا کانادا، ۱۹۸۵؛ فارلی و همکاران، ۱۹۹۲). کیسه‌ها حاوی نمونه‌ها با استفاده از آون به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۴۰ درجه سلسیوس خشک شدند و میزان نیتروژن آنها به با دستگاه کجلدال اندازه گیری شد (AOAC، ۲۰۰۰).

جهت تعیین هضم روده‌ای، خوراک‌های باقیمانده تجزیه نشده شکمبه‌ای (تقریباً حاوی ۱۵ میلی‌گرم نیتروژن) به مدت یک ساعت در ۱۰ میلی‌لیتر محلول پپسین-اسید کلریدریک (۱ گرم پپسین سیگما p-7000 در یک لیتر اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال)

در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد اضافه شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول ۱ نرمال هیدروکسید سدیم اضافه شد و ۱۳/۵ میلی‌لیتر محلول بافر پانکراتین-فسفات (۳ گرم پانکراتین در محلول ۰/۵ مولار pH=۷/۸ دی هیدروژن فسفات پتاسیم) به آن افزوده و به مدت ۲۴ ساعت در ۳۹ درجه سانتی‌گراد در داخل انکوباتور شیکردار انکوبه شدند. سپس پروتئین‌های هضم نشده با سه میلی‌لیتر از محلول تری کلرو استیک اسید رسوب داده شد و پس از سانتریفیوژ، غلظت نیتروژن مواد بالای آن به روش کجلدال تعیین شد.

داده‌های حاصل از این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه GLM با استفاده از مدل آماری ذیل آنالیز شدند.

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

Y_{ij} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین کل

T_i = اثر تیمار و e_{ij} = خطای آزمایشی می‌باشد.

میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه دانکن و در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شدند.

نتایج

ترکیب شیمیایی دانه عمل‌آوری نشده، حرارت داده شده و جوشیده در جدول ۱ نشان داده شده است. عمل‌آوری حرارتی و جوشاندن اثری بر میزان ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، عصاره عاری از ازت و خاکستر خام دانه کلزا نداشت.

مقادیر ناپدید شدن شکمبه‌ای و هضم روده‌ای پروتئین دانه کلزا عمل‌آوری نشده، حرارت دیده و جوشیده در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان ناپدید شدن شکمبه‌ای پروتئین در دانه خام کلزا بیشترین (۷۸/۵۸ درصد) و در دانه حرارت دیده کمترین (۳۲/۰۸ درصد) بود ($p \leq 0/05$). هضم روده‌ای پروتئین در دانه خام کمترین (۱۸/۰۱ درصد) و در دانه حرارت دیده بیشترین (۵۹/۳۰ درصد) مقدار را داشت ($p < 0/05$).

هضم روده‌ای پروتئین خام دانه کلزا خام، حرارت دیده و جوشیده شده با و بدون انکوباسیون شکمبه‌ای در جدول ۳ نشان داده شده است. در دانه‌های کلزا عمل‌آوری نشده و عمل‌آوری شده

۱۹۹۲؛ کارنل، ۱۹۸۸؛ لاوس و همکاران، ۱۹۸۲). پژوهش‌های متعددی نشان داده است که در نشخوارکنندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزا یا تخم پنبه حرارت داده شده، دانه سویای اکستروود شده، کنجاله سویای تفت داده شده یا دانه کلزای تفت داده شده در مقایسه با دانه عمل آوری نشده، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه پایین‌تری داشتند (بوچر و همکاران، ۲۰۰۹؛ و نسست و همکاران، ۱۹۹۱) که این امر خود گواه بر کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه و بهبود بازده استفاده از پروتئین خام جیره می‌باشد. از نقطه نظر تغذیه عملی گاوهای شیری پر تولید این نتایج می‌تواند مفید واقع شود، چرا که در این حیوانات عمدتاً مشکل بالا بودن سطح نیتروژن آمونیاکی در شکمبه وجود دارد که علاوه بر اتلاف منابع با ارزش پروتئینی به شکل آمونیاک، راندمان تولید مثلی نیز به دلیل افزایش سطح نیتروژن آورده‌ای، کاهش می‌یابد.

هضم روده‌ای پروتئین در دانه حرارت دیده (۵۹/۳۰ درصد) و دانه جوشیده (۳۰/۳۲ درصد) بیشتر از دانه کلزای عمل آوری نشده (۱۸/۰۱ درصد) بود. عمل آوری حرارتی و جوشیدن دانه کلزا سبب کاهش میزان تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه شده که این امر سبب افزایش جریان پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و قابل هضم به روده باریک می‌شود. به دلیل ثابت بودن الگوی اسیدهای آمینه پروتئین میکروبی، روش‌های عمل آوری مانند عمل آوری حرارتی در تحقیق حاضر را می‌توان به عنوان یک روش مؤثر جهت تغییر الگوی اسید آمینه جذب شده در روده و تأمین اسیدهای آمینه با منشأ خوراکی به کار برد. هم‌چنین نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده این است که کاهش قابلیت هضم در شکمبه می‌تواند به وسیله هضم روده‌ای جبران شود که با نتایج لشکری و تقی‌زاده (۱۳۹۲) هم سو بود. اگرچه عواملی از قبیل متفاوت بودن وارته‌ها، وضعیت آب و هوایی مختلف محل کشت، دام‌های آزمایشی و مدت زمان انکوباسیون می‌تواند بر آن اثر داشته باشد. هضم روده‌ای دانه کلزا جوشیده کمتر از دانه کلزا حرارت داده شده بود. احتمالاً حرارت ناشی از عمل آوری جوشیدن باعث ایجاد تغییرات ساختمانی در پروتئین و تغییر موقعیت اسیدهای

(حرارتی یا جوشیده) میزان هضم روده‌ای پروتئین خام دانه بدون انکوباسیون شکمبه‌ای نسبت به دانه انکوبه شده در شکمبه به طور معنی‌داری کم‌تر بود ($P < 0.05$).

بحث

میزان ماده آلی، پروتئین خام، عصاره اتری، عصاره عاری از ازلت و خاکستر خام دانه کلزای عمل آوری نشده، حرارت داده شده و جوشیده شده تفاوتی نداشت که با نتایج سایر محققین مطابقت داشت (دیورن و همکاران، ۲۰۰۹؛ فارلی و همکاران، ۱۹۹۲؛ مصطفی و همکاران، ۱۹۹۹؛ وانگ و همکاران، ۱۹۹۹).

ناپدید شدن شکمبه‌ای پروتئین در دانه حرارت دیده (۳۲/۰۸ درصد) و دانه جوشیده (۴۱/۸۶ درصد) کمتر از دانه کلزای عمل آوری نشده بود ($P \leq 0.05$) و عمل آوری حرارتی منجر به کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه شد. مطابق با نتایج تحقیق حاضر دانش مسگران و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند که حرارت دادن دانه کلزا در دما و مدت زمان مناسب ضمن کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین خام در شکمبه، سبب افزایش قابلیت هضم روده‌ای پروتئین خام شد و دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد به مدت سه ساعت چنین تأثیری را بر دانه کلزا داشت. دیورن و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که عمل آوری حرارتی با افزایش نسبت صفحه بتا به مارپیچ آلفا در پروتئین سبب کاهش تجزیه‌پذیری مؤثر آن در شکمبه می‌شود. این محققین گزارش کردند که با افزایش دما و زمان عمل آوری حرارتی، میزان تجزیه‌پذیری مؤثر در شکمبه کاهش یافت که این نتایج نشان می‌دهد در صورتی که دمای عمل آوری حرارتی و مدت زمان آن در حد کافی باشد به طور مؤثری می‌تواند تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه را کاهش دهد. وانگ و همکاران (۱۹۹۷) گزارش نمودند که حرارت دادن دانه کلزا با استفاده از امواج (میکرونیزاسیون)، تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام آن را در شکمبه کاهش داد. سایر محققین نیز نتایج مشابهی از کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین خام دانه کلزا در اثر انواع فرآیندهای حرارتی را گزارش نمودند (دانش مسگران و همکاران، ۲۰۰۵؛ فارلی و همکاران،

لشکری، س. و تقی زاده، ا. (۱۳۹۲). تخمین ترکیب شیمیایی، تجزیه پذیری و فراسنجه های تخمیری تفاله مرکبات. نشریه پژوهش‌های علوم دامی. شماره ۱، جلد ۲۳.

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis, 17th ed. Official Methods of Analysis of AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

Appelquist, L. A. (1972). Chemical constituents of rapeseed. In: Rapeseed, cultivation, composition, processing and utilization. Amsterdam, The Netherlands. Pp. 123-127.

Boucher, S. E., Calsamiglia, S., Parsons, C. M., Stern, M. D., Ruiz Moreno, M. V zquez-Awn, C. G. Schwab., (2009). In vitro digestibility of individual amino acids in rumen-undegraded protein: The modified three-step procedure and the immobilized digestive enzyme assay. Journal of Dairy Science. 92 :3939–3950.

Calsamiglia, S. and Stern, M. D. (1995). A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. Journal of Animal Science. 73:1459-1465.

Canola Council of Canada. (1985). Feeding with Canola Meal. Winnipeg, MB.

Danesh-Mesgaran, D. and Stern, M. D. (2005). Ruminant and post-ruminant protein disappearance of various feeds originating from Iranian plant varieties determined by the in situ mobile bag technique and alternative methods. Animal Feed Science and Technology. 118:31-47.

Danesh-Mesgaran, M. (2002). Degradability characteristics and intestinal protein apparent digestibility of Iranian soybean and cottonseed meals as assessed by mobile nylon bag technique. Proceeding of the British Society of Animal Science (BSAS). p. 145.

آمینه شده، که این امر می‌تواند منجر به کاهش قابلیت دسترسی گروه‌های فعال شیمیایی مولکول‌های پروتئین جهت هضم و جذب پروتئین در روده شود. با این وجود این نحوه عمل‌آوری (جوشاندن) در مقایسه با دانه عمل‌آوری نشده قادر به تأمین مقادیر بالاتری از اسیدهای آمینه از منشا خوراک در روده می‌باشد. ناپدید شدن شکمبه‌ای نمونه‌های عمل‌آوری نشده و عمل‌آوری شده تحت تأثیر انکوباسیون شکمبه‌ای قرار گرفت. همچنین قابلیت هضم روده‌ای نمونه‌های مورد آزمایش بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های بدون انکوباسیون شکمبه‌ای بود (جدول ۳). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که با توجه به تأثیر قابل توجه عمل‌آوری بر ناپدید شدن شکمبه‌ای و هضم روده‌ای، جهت تعیین قابلیت هضم پس‌از شکمبه‌ای دانه کلزا، انکوباسیون شکمبه‌ای یک مرحله ضروری می‌باشد. مطابق با یافته‌های تحقیق حاضر، بوچر و همکاران (۲۰۰۹) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که عمل‌آوری‌های حرارتی انجام شده بر روی دانه کلزا، سبب کاهش تجزیه پروتئین خام آن در شکمبه و افزایش هضم پروتئین آن در روده شد. عمل‌آوری جوشاندن اگرچه موجب کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین نسبت به دانه کلزا عمل‌آوری نشده گردید، با این وجود میزان هضم روده‌ای پروتئین آن کم‌تر از روش عمل‌آوری حرارتی بود.

منابع

دانش مسگران، م.، فتحی نسری، م. ح. و ولی زاده، ر. (۱۳۸۳). ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و ناپدید شدن شکمبه‌ای و روده‌ای پروتئین دانه کلزای خام یا حرارت داده شده در گوساله‌های نر هلشتاین. مجله علوم و صنایع کشاورزی. شماره ۱، جلد ۱۹.

قدمی، ن. (۱۳۸۹). زراعت و اصلاح کلزا (کاشت، داشت و برداشت). چاپ اول. انتشارات سازمان آموزش و ترویج کشاورزی. تهران ص ۵.

- Danesh-Mesgaran, M. and Nassiri Moghaddam, H. (2004). Ruminant and post ruminant protein disappearance of various Iranian feeds determined by in situ mobile bag technique and three- step procedure. The 11th AAAP congress.
- Deacon, M. A., De Boer, G. And Kennelly, J. J. (1988). Influence of Jet-Sploding and extrusion on ruminant and intestinal disappearance of canola and soybeans. *Journal of Dairy Science*. 71:745-753.
- Doiron, K., Yu, P., McKinnon, J. J. and Christensen, D. A. (2009). Heat-induced protein structure and subfractions in relation to protein degradation kinetics and intestinal availability in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 92 :3319:3330.
- Emanuelson, M., Ahlin, K. A. and Wiktorsson, H., (1993). Long-term feeding of rapeseed meal and full-fat rapeseed of double low cultivars to dairy cows. *livestock Production Science*. 33:199-214.
- Farlay, A., F. Legay, D., Bauchart, C., Poncet, and Mdoereau. (1992). Effect of a supply of raw or extruded rapeseeds on digestion in dairy cows. *Journal of Animal Science*. 70:915-923.
- Kärnell, R. (1988). Degradation of glucosinolates in vitro in rumen fluid. Comparison between untreated rapeseed, heat-treated rapeseed and rapeseed meal. Mimeo, English summary. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, 35p.
- Lashkri, S. and taghizadeh, A. (2013). Nutrient digestibility and evaluation of protein and carbohydrate fractionation of citrus by-products. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 97:701-709
- Laws, B., Stedman, J. A. and Hill, R. (1982). Rapeseed meal in animal feed. *Agritrade (Feb.)*:27-33.
- Madsen, J. and Hvesplund, P. G. (1985). Protein degradation in the rumen. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 25(Suppl.1):103-124.
- Mustafa, D. A., Christensen, McKinnon, J. J. and Newkirk, R. (1999). Effects of stage of processing of canola seed on chemical composition and in vitro protein degradability of canola meal and intermediate products. *Canadian Journal of Animal Science*. 80(1): 211-214.
- Plegge, S. D., Berger, L. L. and Fahey, G. C. (1985). effect of roasting temperature on the proportion of soybean meal nitrogen escaping degradation in the rumen. *Journal of Animal Science*. 61:1211.
- Vansoest, P. J., Robertson, B. and Lewis, B. A. (1991). Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.
- Wang, Y., McAlister, T. A. and Pickard, M. D. (1999). Effect of micronizing full fat canola seed on amino acid disappearance in the gastrointestinal tract of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 82:537-544.
- Wang, Y., McAlister, T. A., Zobell, D. R. and Cheng, K. J. (1997). The effect of micronization of full-fat canola seed on digestion in the rumen and total tract of dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 77:431-440.
- Zollitsch, W., Wetscherek, W. and Lettner, F. (1993). Use of differently processed full-fat soybeans in a diet for pig fattening. *Animal Feed Science and Technology*. 41:237-246.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی دانه کلزا عمل‌آوری نشده، دانه کلزا حرارت دیده و دانه جوشیده کلزا بر اساس ماده خشک

ترکیبات شیمیایی (درصد)	دانه کلزا	دانه حرارت دیده کلزا	دانه کلزا جوشیده
ماده خشک	۹۵/۵۶	۹۶/۶۰	۹۷/۷۲
ماده آلی	۹۶/۳۰	۹۶/۱۰	۹۷/۰۰
پروتئین خام	۱۹/۶۰	۲۰/۳۷	۲۰/۷۶
چربی خام	۳۰/۱۰	۳۰/۰۰	۲۵/۰۰
عصاره عاری از ازلت	۴۶/۶۰	۴۵/۷۳	۵۱/۲۴
خاکستر خام	۳/۷۰	۳/۹۰	۳/۰۰

جدول ۲. درصد تجزیه پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم روده‌ای پروتئین دانه کلزا عمل‌آوری نشده، حرارت داده شده و جوشیده

متغیر	دانه کلزا	دانه حرارت دیده کلزا	دانه کلزا جوشیده	SEM
تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای (درصد)	۷۸/۵۸ ^a	۳۲/۰۸ ^c	۴۱/۸۶ ^b	۷/۱۴
قابلیت هضم روده‌ای (درصد)	۱۸/۰۱ ^c	۵۹/۳۰ ^a	۳۰/۳۲ ^b	۶/۱۹

* در هر ردیف حروف غیر مشابه تفاوت معنی‌دار در بین دانه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد ($P < 0.05$).

جدول ۳. هضم روده‌ای پروتئین خام دانه کلزا عمل‌آوری نشده، حرارت دیده و جوشیده با و بدون آنکوباسیون شکمبه‌ای

متغیر	دانه کلزا	دانه حرارت دیده کلزا	دانه کلزا جوشیده
هضم روده‌ای بدون آنکوباسیون شکمبه (درصد)	۵۸/۰۷ ^b	۳۲/۰۸ ^b	۵۲/۱۸ ^b
هضم روده‌ای با آنکوباسیون شکمبه‌ای (درصد)	۷۸/۵۸ ^a	۹۱/۳۸ ^a	۷۲/۱۸ ^a

* در هر ستون حروف غیر مشابه تفاوت معنی‌دار در بین تیمارها را نشان می‌دهد ($P < 0.05$).

