مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۳ شماره ۲/ سال۱۴۰۲/ صفحات ۱۲۱ تا ۱۳۵
DOI: 10.22034/AS.2022.20657.1378

بررسی ارزش غذایی *گاودانه خام* و عمل‌آوری شده با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی و آزمون تولیدگاز

مرضیه تقوی[۱]، اکبر تقی زاده[۲]، علی حسین خانی[۳] و حمید محمدزاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/٦/٤ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۱۱/۲۰

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
[۲] استاد گروه علوم دامی دانشگاه تبریز
[۳] دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبه: Email: atagius@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: ترکیب شیمیایی و فراوری حرارتی گاودانه می‌تواند بر تخمیرپذیری آنها در دستگاه گوارش موثر باشد. **هدف**: این آزمایش به منظور بررسی ارزش غذایی گاودانه با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی و تکنیک تولیدگاز صورت گرفت. **روش کار**: جهت انجام آنالیز آماری داده‌ها از طرح کاملا تصادفی استفاده شد. برای این منظور از دو رأس گوسفند فیستوله‌دار جهت انجام روش‌های آزمایشگاهی و تکنیک تولیدگاز استفاده شد. تولیدگاز در زمان‌های ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۱٦، ۲۰، ۲٤، ۳٦ و ٤۸ ساعت ثبت شد. برای تعیین میزان ناپدید شدن ماده‌خشک از روش آزمایشگاهی از زمان‌های ۲، ۸، ۱۲، ۲٤ و ٤۸ ساعت استفاده شد. **نتایج**: میزان گاز تولیدی گاودانه‌خام، ماکروویو، تفت و پرک‌مرطوب در ٤۸ ساعت پس از انکوباسیون به ترتیب ۱٤۱، ۱٤۰، ۱۳٤/۵۷ و ۱٤۷ میلی‌لیتر در گرم ماده خشک بدست آمد. پارامترهای تجزیه‌پذیری بخش محلول و نامحلول (a+b) (میلی‌لیتر در گرم ماده خشک) و نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت) گاودانه‌خام به ترتیب ۱٤۲/۹ و ۰/۱۰٦ بدست آمد. در این تحقیق تیمار پرک مرطوب بیشترین و تفت کمترین میزان تولید گاز را داشتند. میزان ناپدید شدن ماده‌خشک گاودانه‌خام در مدت زمان ۲ و ٤۸ ساعت پس از انکوباسیون ۳۹/۸۸ و ۸۳/٤۸ درصد و ضرایب تجزیه‌پذیری a، b و c به ترتیب ۳۱/۰۸، ٤۸/۰۳ و ۰/۰۸۸ درصد در ساعت بدست آمد. **نتیجه‌گیری نهایی**: تیمار پرک مرطوب بیشترین پتانسیل تولیدگاز و تجزیه‌پذیری ماده‌خشک را نسبت به سایر تیمارها نشان داد (P<۰/۰۵). با توجه به هضم‌پذیری بالای تیمار پرک مرطوب، تیمار ذکر شده می‌تواند در فرمولاسیون جیره غذایی جهت بهبود فرایند هضم در تغذیه حیوانات مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: گاودانه، روش آزمایشگاهی، تکنیک تولیدگاز، پرک مرطوب، تفت، مایکروویو

مقدمه

یکی از اساسی‌ترین چالش‌های توسعه دامداری در ایران تامین منابع خوراک دام است. در این میان معرفی و شناسایی پتانسیل‌های تولیدی و ارزش غذایی منابع خوراک دام بومی کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. گاودانه با نام علمی *Vicia Ervilia* و نام انگلیسی *Bitter Vetch* از گیاهان تیره بقولات و جنس ویسیا ماش، به دلیل ارزش غذایی بالا، توانایی تثبیت ازت خاک، مقاومت در برابر خشکی کشت آن همواره با غلات توصیه می‌شود. دانه‌های کامل و دست نخورده بقولات منابع گیاهی غنی از انرژی (نشاسته) و پروتئین (اسیدآمینه) محسوب می‌شوند و همانند غلات، جزء

خوراک‌های متراکم به شمار می‌آیند و مزیت نسبی بقولات نسبت به دانه‌های غلات در تغذیه نشخوارکنندگان در این است که وقتی دانه‌های بقولات در سطوح بیشتر تغذیه می‌شوند به علت مقادیر کم نشاسته و سطوح زیاد فیبر، اکوسیستم شکمبه را کمتر تحت تاثیر قرار می‌دهند. اطلاعاتی در مورد عملکرد رضایت بخش دام‌های پرواری (کوماس و اکونومیدس ۱۹۹۷، حاجی پناتو و اکونومیدس ۱۹۹۸) و شیری (پتیت و همکاران ۱۹۹۷) با جیره‌های حاوی دانه‌های حبوبات و غلات گزارش شده است. کالبرو و همکاران (۲۰۱۰) میزان ماده‌خشک، پروتئین‌خام، دیواره سلولی، عصاره اتری و خاکستر دانه سویا را به ترتیب ۹۳/۳۰، ۳۳/۲، ۱٤/٥، ۲٥ و ٥/٥۷ درصد گزارش کردند. در تحقیق دیگر جایگزینی ۲۵ درصد کنجاله پنبه‌دانه با گاودانه باعث بهبود خصوصیات رشدی و لاشه بره‌های لری- بختیاری شد (رئیسی و همکاران ۲۰۱۱). میزان پروتئین‌خام دانه بقولات ۲–۳ برابر دانه‌های غلات می‌باشد این دانه بیش از ۲٦ درصد پروتئین و ۱۸/۱۰ مگاژول بر کیلوگرم انرژی‌خام دارد که از آن می‌توان به عنوان مکمل پروتئینی در جیره غذایی دام‌ها استفاده کرد (صادقی و همکاران ۲۰۰۹). ضریب هضمی مواد مغذی گاودانه در تغذیه گوسفندان نژاد مهربان زیاد و انرژی متابولیسمی آن در حد جو می‌باشد (عربی ۱۹۹۹). هدف متخصصان تغذیه استفاده از روش‌های فراوری از جمله پرک مرطوب، تفت دادن و مایکروویو جهت افزایش تجزیه‌پذیری و قابلیت هضم و کاهش اثرات ضدتغذیه‌ای در لگوم‌ها می‌باشد. جهت دستکاری تخمیر در شکمبه به منظور بهبود ارزش غذایی بقولات اساسا روش‌های عمل‌آوری متفاوتی در نظر گرفته می‌شود. فراوری مواد خوراکی مصرفی دام می‌تواند برخی تغییرات فیزیکی و شیمیایی را روی بافت‌های آن انجام دهد و موجب افزایش راندمان هضم و جذب شود. روش مطلوب فراوری آن است که نتیجه آن نزدیک به حداکثر ضریب هضمی باشد و تجاوز از آن میزان می‌تواند موجب اختلال در جریان هضم شود (سیف دواتی ۲۰۱۲). تغییر در خصوصیات هضمی مهمترین هدف در فرآوری دانه می‌باشد (پرند و تقی‌زاده ۲۰۰۹). نوع روش‌های عمل‌آوری بسته به هدف مورد انتظار محقق، مورد استفاده قرار می‌گیرد که از روش‌های مطلوب همانند آسیاب کردن، ورقه ورقه کردن، خیساندن، پرک‌مرطوب، تفت و مایکروویو و یا سایر روش‌های موثر می‌توان استفاده کرد. روش تولید گاز با استفاده از وسایل ساده آزمایشگاهی و مواد شیمیایی ارزان قیمت و همچنین وابستگی نسبی کم به دام در زمانی نسبتا کوتاه می‌تواند روند تخمیر خوراک‌ها و تعداد زیادی نمونه را مورد بررسی قرار دهد و اطلاعات مفیدی را در اختیار محققین بگذارد. همچنین این روش می‌تواند برای تعیین کمی و کیفی نرخ و میزان هضم یک ماده خوراکی بکار رود (تقی زاده ۲۰۰٤). هدف در این تحقیق بررسی میزان تجزیه‌پذیری تیمارهای مختلف گاودانه آسیاب شده، پرک مرطوب، تفت و مایکروویو با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی و تکنیک تولیدگاز بود.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش

تحقیق حاضر در ساختمان تحصیلات تکمیلی، آزمایشگاه تغذیه و هضم پیشرفته، و ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در منطقه خلعت پوشان تبریز انجام گرفت. آزمایشات تجزیه‌پذیری با استفاده از گوسفندان فیستوله‌دار که جیره‌ای در حد نگهداری، با نسبت ٦۰ درصد علوفه و ٤۰ درصد کنسانتره دریافت داشتند.

روش‌های فراوری دانه مورد آزمایش

چهار نوع تیمار گاودانه‌خام، پرک مرطوب، تفت‌دهی یا برشته‌کردن و پرتوتابی مایکروویو بر گاودانه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. در مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها، در روش پولکی کردن با بخار، دانه به مدت ۳۰ دقیقه در بخار آب ۱۰۰ درجه قرار گرفتند و سپس بلافاصله از میان غلطک عبور داده و به مدت ٤۸ ساعت

در هوای آزاد خشک شدند. برای تفت‌دهی دانه‌ها از ظرف چدنی استفاده شد که دانه ها به مدت ۱۰ دقیقه در معرض حرارت ۱۲۰ درجه قرار گرفتند و برای عمل‌آوری مایکروویو به مدت ۳ دقیقه از دستگاه مایکروویو (۸۰۰W Nasional) استفاده شد. در ادامه تیمارهای گاودانه خام، تفت و مایکروویو با غربال ۲ mm آسیاب شدند و پرک مرطوب به صورت فلیک شده جهت انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفتند.

تجزیه تقریبی

میزان ماده‌خشک، پروتئین‌خام، چربی‌خام و خاکستر طبق روش‌های پیشنهادی AOAC (۲۰۰۲) و دیواره‌سلولی، دیواره‌سلولی بدون‌همی‌سلولز به روش ون‌سوست (۱۹۹٤) اندازه‌گیری شد. درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی نمونه‌ها با استفاده از فرمول ذیر محاسبه شد:

$$\text{الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا اسیدی} = \frac{\text{وزن اولیه کیسه} - \text{وزن کیسه همراه نمونه بعد از گذاری آون}}{\text{وزن اولیه نمونه}}$$

اندازه‌گیری قابلیت تخمیر ماده خوراکی با روش تولید گاز

برای اندازه‌گیری میزان تولیدگاز حاصل از تخمیر کربوهیدرات‌ها از روش فدوراک و هرودی (۱۹۸۳) استفاده شد. در این روش از میزان جابجایی آب لوله‌های آزمایشی مدرج متصل به شیشه‌های حاوی مایع شکمبه و نمونه ماده غذایی جهت اندازه‌گیری میزان گاز تولید شده استفاده می‌شود. در ابتدا ۳۰۰ میلی‌گرم از گاودانه خام و فراوری شده که قبلا با الک ۲ mm آسیاب شده بودند را وزن کرده و در داخل شیشه‌های ۵۰ میلی‌لیتر استریل ریخته و برای هر نمونه ماده غذایی ۳ تکرار در نظر گرفته شد. مایع شکمبه حدود ۲ ساعت بعد از خوراک وعده صبحگاهی از دو گوسفند فیستوله‌گذاری شده جمع‌آوری و با پارچه ٤ لایه صاف و در فلاسک محتوی گاز کربنیک سریعا به آزمایشگاه منتقل گردید. مایع شکمبه و بافر تهیه شده طبق روش مکدوگال (۱۹٤۸) به نسبت یک قسمت از مایع شکمبه و دو قسمت از بافر به داخل ارلن ریخته شد و جهت جلوگیری از تخمیر هوازی و کاهش دمای مایع، گاز کربنیک به داخل مخلوط تزریق و در روی هیتر با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در هر شیشه حاوی نمونه، مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بافر مکدوگال ریخته شد و پس از تزریق گاز کربنیک و بی‌هوازی نمودن محیط داخل شیشه درب آن را با درپوش پلاستیکی و سیلک آلومینیومی محکم بسته و در دستگاه انکوباتور شیکردار در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد با ۱۲۰ دور در دقیقه قرار داده شد. برای تصحیح گاز تولیدی با منشاء مایع شکمبه ٤ عدد شیشه بدون ماده خوراکی (شاهد) فقط ۲۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه و بافر ریخته و در انکوباتور قرار داده شد و در هر زمان مقدار گاز تولیدی این شیشه از کل گاز تولیدی در هر ساعت کسر گردید تا مقدار گاز تولیدی ناشی از تخمیر ماده غذایی مورد آزمایش به دست آید. در زمان‌های ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۲۰، ۲٤، ۳٦، ٤۸ ساعت پس از قرار دادن در انکوباتور شیکر میزان گاز تولیدی قرائت و ثبت گردید. حجم گاز تولیدی براساس وزن نمونه ماده غذایی در هر زمان با استفاده از رابطه زیر تصحیح گردید که در این رابطه: V = حجم گاز تصحیح شده بر حسب میلی‌لیتر به ازای هر گرم ماده خشک، V_t = حجم گاز تولیدی در شیشه‌های حاوی نمونه ماده غذایی بر حسب میلی‌لیتر، V_b = حجم گاز تولیدی در شیشه‌های فاقد نمونه ماده غذایی بر حسب میلی‌لیتر، w = وزن نمونه ماده غذایی بر حسب میلی‌گرم ماده خشک.

$$V= (v_t - v_b) \times ۱۰۰ / w$$

برآورد پارامترهای تغذیه‌ای تخمینی خوراک با روش تولیدگاز

انرژی قابل متابولیسم (ME)، انرژی ویژه شیردهی (NE_L) و درصد ماده آلی قابل هضم (DOM) گاودانه با استفاده از معادلات پیشنهادی منکی و همکاران (۱۹۷۹)، منک و استنگیس (۱۹۸۸) و مقدار اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از رابطه گتاچیو و همکاران (۲۰۰۲) محاسبه شد. که در این روابط GP تولیدگاز (میلی‌لیتر در گرم ماده خشک) در ۲٤ ساعت؛ پروتئین‌خام (CP) ، چربی خام (CF) و خاکستر (CA) براساس درصد ماده خشک می باشند.

ME (MJ/kg DM) = ۱/۰٦ + ۰/۱۵۷ GP + ۰/۰۸٤ CP + ۰/۲۲۰ CF – ۰/۰۸۱ CA

NE_L (MJ/kg DM) = - ۰/۳٦ + ۰/۱۱٤۹ GP + ۰/۰۰۵٤ CP + ۰/۰۱۳۹ CF – ۰/۰۰۵٤ CA

DOM (% DM) = ۹/۰۰ + ۰/۹۹۹۱ GP + ۰/۰۵۹۵ CP + ۰/۰۱۸۱ CA

SCFA (m mol/۲۰۰ mgDM) = ۰/۰۲۲۲ GP – ۰/۰۰٤۲۵

مدل مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از روش تولیدگاز

به منظور تعیین فراسنجه‌های تولید گاز از معادله ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد. بدین جهت از معادله $p = a + b\,(۱-e^{-ct})$ برای تطبیق داده‌های حاصل از تولیدگاز استفاده شد که در این معادله P تولید گاز در زمان t؛ a تولید گاز بخش محلول؛ b تولید گاز بخش نامحلول؛ c نرخ تولید گاز بخش b؛ t زمان تخمیر است.

محاسبات وآنالیزهای آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SAS ویرایش ۹ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد صورت گرفت. مدل آماری مورد استفاده در مطالعه به صورت $Y_{ij}= \mu + T_{ij} + e_{ij}$ می‌باشد که در این رابطه: Y_{ij}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین کل، e_{ij} : اشتباه آزمایشی.

ناپدید شدن ماده‌خشک با استفاده از روش آزمایشگاهی

مراحل مقدماتی و آماده‌سازی بافر و مایع شکمبه همانند روش تولیدگاز می‌باشد. بطوریکه ۳۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه ماده‌غذایی وزن و در داخل شیشه‌های مخصوص ریخته شد. شیشه‌های حاوی نمونه در ۵ زمان مختلف به ترتیب ۲، ۸، ۱۲، ۲٤ و ٤۸ ساعت بود به طوریکه در هر سری برای ماده غذایی ۳ تکرار در نظر گرفته شد و سپس به طریقه ذکر شده در روش تولیدگاز مخلوط شکمبه و بافر اضافه شده و در انکوباتور قرار داده شد. برای هر سری سه عدد شیشه شاهد (بدون آنکه ماده غذایی ریخته شود) و۱۲ عدد شیشه دیگر بصورت سه تایی برای ٤ تیمار (۳۰۰ میلی‌گرم از گاودانه خام و پرک شده، تفت داده شده و مایکروویو) در نظر گرفته شد. تنها ۲۰ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بافر ریخته و در انکوباتور قرار داده شد. این نمونه‌های خالی جهت تصحیح تجزیه‌پذیری ماده‌خشک مورد استفاده قرار گرفت. شیشه‌های سری اول پس از ۲ ساعت به همراه ۳ عدد شیشه شاهد از انکوباتور خارج و به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۲۵۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شد و قسمت شناور آن جدا شد و قسمت باقی مانده با بافر مخصوص NDS (۵/۹۵ گرم فسفات هیدروژن سدیم، ۰/۷٦ گرم فسفات دی هیدروژن پتاسیم، ۷/۲ گرم نمک در یک لیتر آب مقطر) شستشو و دوباره به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۲۵۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ گردید و مجددا قسمت شناور جدا شده و باقیمانده به آون انتقال و بعد از خشک شدن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، ماده‌خشک آن اندازه‌گیری شد و میزان ناپدید شدن ماده‌خشک مواد غذایی از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

$$\text{ناپدید شدن ماده خشک} = \frac{\left[\left[\left(\text{میانگین ماده خشک شاهد}\right) - \left(\text{ماده خشک باقیمانده نمونه بعد از آون}\right)\right] - \left(\text{ماده خشک نمونه اولیه}\right)\right]}{\text{ماده خشک نمونه اولیه}} \times 100$$

نتایج و بحث

تجزیه تقریبی

باتوجه به جدول ترکیبات شیمیایی (جدول ۱) مشاهده می‌شود که عمل‌آوری بر روی مواد مغذی تیمارهای مورد استفاده تاثیرگذار بوده است. مقدار ماده‌خشک گاودانه پرک مرطوب بیشتر از سایر تیمارها بود و اخلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). مقدار ماده‌خشک مصرفی واقعی و یا تخمین دقیقی از آن برای فرموله کردن جیره‌های غذایی جهت پیشگیری از مصرف کمتر از حد و یا بیشتر از حد مواد مغذی و کاربرد موثر استفاده از مواد مغذی دارای اهمیت می‌باشد (ان آر سی ۲۰۰۱). آلتر و همکاران (۱۹۹٤) میزان پروتئین‌خام گاودانه را ۳٤۱/۸۷ گرم در کیلوگرم ماده‌خشک بدست آوردند. طبق تعریف NRC مکمل‌های پروتئینی که بیش از ۲۰ درصد پروتئین دارند می‌توانند به عنوان تکمیل کننده پروتئین جیره‌های غذایی حیوانات به کار برده شوند. طباطبایی و همکاران (۲۰۰۲) میانگین درصد ماده خشک، ماده‌آلی، پروتئین‌خام، الیاف‌خام، چربی‌خام، عصاره بدون نیتروژن و خاکستر گاودانه را به ترتیب ۹۳/۳٤، ۸۷/۹۹، ۲۲/۹۷، ۹/۵، ۱/۳٤، ۵۵/۱۸ و ۱۱/۰۱ درصد بدست آوردند. عبدالله و همکاران (۲۰۱۰) مقادیر ماده‌خشک، پروتئین‌خام، چربی‌خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی گاودانه را به ترتیب ۹۰/۷، ۲۳/۱، ۵/٦۹، ۲۱/۳ و ٦/۹ درصد بدست آوردند که یافته‌های ذکر شده با مطالعه حاضر مطابقت داشت و اندکی اختلاف در ترکیبات شیمیایی با نتایج سایر محققین شاید بدلیل تفاوت در اندازه و نوع مغز دانه، شرایط محیطی، نوع خاک، واریته و عملیات کشاورزی انجام شده برای دانه‌های بقولات باشد (خانوم و همکاران ۲۰۰۷).

Table1- Chemical composition of untreated and treated Vicia Ervilia (%DM)

Feeds	Dry matter	Crude protein	Ether extract	Ash	NDF	ADF
Control	94.97^{b}	20.89^{ab}	4.94	2.65	13.37^{c}	10.44^{b}
Steam flaking	89.74^{c}	20.82^{b}	3.86	2.24	14.3^{c}	11.06^{a}
Roasting	97.84^{a}	21.62^{a}	5.29	2.16	18.47^{ab}	11.35^{a}
Microwave	96.63^{ab}	21.37^{ab}	5.9	2.8	20.67^{a}	9.5^{b}
SEM	0.32	0.12	0.07	0.07	0.94	0.53

Means within same column with different letters differ significantly (P<0.05).
NDF: Neutral detergent fiber ADF: Acid detergent fiber.

روند تولیدگاز تیمارهای مختلف در شرایط آزمایشگاهی

در این مطالعه تاثیر فراوری‌های مختلف بر روند تولید گاز بررسی شد که در هر ساعت از انکوباسیون نتایج متفاوتی بدست آمد. ارتباط مثبت و قوی بین مقدار گاز تولیدی در زمان‌های انکوباسیون و ناپدید شدن ماده‌خشک در روش کیسه‌های نایلونی توسط نسهلای و همکاران (۱۹۹٤) ثابت شده است. در ٤۸ ساعت از انکوباسیون تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند که تیمار پرک‌مرطوب نسبت با سایر تیمارها بیشترین مقدار بود (P<۰/۰۵). نتایج آزمایش حاضر از نظر گاز تولیدی در ساعت ۲٤ برای گاودانه خام، پرک مرطوب (فلیک کردن)، تفت و مایکروویو به ترتیب ۱۳٤/۸۹، ۱۲۵/٦۹، ۱۲٤/۸ و ۹۳/۰۷ میلی‌لیتر در گرم ماده خشک بدست آمد (جدول ۲). با در نظر گرفتن جدول تولید گاز، در زمان ۲ و ٤ ساعت پس از انکوباسیون تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد. در زمان ٦ ساعت پس از انکوباسیون بین فراوری پرک با بخار آب و مایکروویو اختلاف معنی‌داری وجود داشت و تا زمان ۸ ساعت از انکوباسیون این روند ادامه داشت. در مدت ۲٤ ساعت فراوری برشته کردن و پرک با بخار آب تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان دادند. همچنین میزان تولید گاز

در ٢٤ ساعت اول در تمامی تیمارها بیشتر از فرآوری پرک کردن همراه با بخار بود. تقی‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) بیشتر بودن میزان گاز تولیدی در ٢٤ ساعت اول را مربوط به بیشتر بودن کربوهیدرات‌های محلول دانسته‌اند. در مدت زمان ٣٦ ساعت تیمار گاودانه‌خام و پرک اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان دادند و در زمان ٤٨ ساعت فراوری پرک اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان داد. سیف دواتی و همکاران (۲۰۱۲) میزان گاز تولیدی در ٢٤ ساعت پس از انکوباسیون گاودانه، خلر و ماشک خام به ترتیب ٢٤٦/٢٩، ٢٤٦/٣ و ۲۰۷/۳ میلی‌لیتر در گرم ماده‌خشک گزارش کردند در نتایج این مطالعه گاودانه نسبت به سایر دانه‌های مورد آزمایش به دلیل ویژگی‌های تخمیر و ترکیبات شیمیایی از ارزش غذایی بالاتری برخوردار می‌باشد بررسی نتایج حاصل نشان داد که بیشترین تولید گاز مربوط به تیمار پرک و کمترین میزان مربوط به تیمار تفت بود که تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان دادند. بیشتر بودن میزان گاز تولیدی تیمار مایکروویو نسبت به تفت می‌تواند به دلیل ژلاتینه شدن گرانول‌های نشاسته در اثر اعمال حرارت باشد. در فرایند تهیه فلیک توسط بخار، دانه ابتدا توسط بخار داغ پخته شده سپس از میان غلطک‌هایی عبور کرده و خشک می‌شود به این صورت دانه به صورت پولک‌های پهن و نازکی در می‌آید که در مقایسه با دانه اولیه از نظر دام مطلوب‌تر و قابلیت هضم آن نیز اندکی بالاتر است (مکدونالد و همکاران ۲۰۰۲).

از روش پولکی‌کردن یا پرک با بخار آب که مختص مواد متراکم می‌باشد در تغذیه دام جهت افزایش قابلیت هضم و کشتن بذر علف‌های هرز استفاده می‌شود (شهریار و نوبخت ۲۰۱۰). تفت دادن در حرارت‌های زیاد دانه‌های حبوبات موجب دناتوره شدن پروتئین و تشکیل واکنش مایلارد می‌شود که برای دام غیرقابل دسترس می‌باشد (ون سوست ۱۹۸۲). تفت دادن دانه ها موجب کاهش تجزیه‌پذیریری شده و باعث ایجاد تغییراتی در رنگ دانه می‌شود (شرما و همکاران ۲۰۱۱). به گزارش روفیان هنارس (۲۰۰۹) تغییر در رنگ نشان از واکنش مایلارد دارد. پرند و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که اثرات فراوری‌های تفت دادن و پولکی کردن با بخار در ٤٨ ساعت نسبت به جو آسیاب شده بدون فراوری معنی‌دار بود ($P<0/05$) و باعث کاهش کل گاز تولیدی شده بود که کمترین میزان کل گاز تولیدی در بین تیمارها مربوط به فرآوری پولکی کردن بود که با مطالعه حاضر مطابقت نداشت. شیرمحمدی و همکاران (٢٠١٤) مقادیر گاز تولیدی دانه جو خام، فلیک شده، تفت و مایکروویو را در ٤٨ ساعت ازانکوباسیون به ترتیب ١٤١/٥، ١٨٢/٩، ١٣٩ و ١٣٨/٢ درصد ماده خشک بدست آوردند که تولید گاز بالای دانه جو پرک شده نسبت به سایر تیمارها، به دلیل دسترسی میکروارگانیسم‌ها به محتوای نشاسته خوراک می‌باشد. والدو (۱۹۷۳) در تحقیقی با بررسی خصوصیات نشاسته دانه غلات نتیجه گرفته است که اعمال حرارت ملایم همراه با رطوبت و در مدت زمان‌های کوتاه باعث پف کردن گرانول‌های نشاسته و ژلاتینه شدن نشاسته در دانه می‌گردد که باعث افزایش قابلیت تخمیر آن در شکمبه خواهد شد و می‌توان افزایش میزان تجزیه‌پذیری در نشاسته دانه‌های فرآوری شده با اشعه مایکروویو را عمدتا به دلیل ژلاتینه شدن دانست (پرند و همکاران ۲۰۰۹). دراین روش به دلیل نفوذ امواج کوتاه در ساختارهای درونی مواد خوراکی، حرارت یکنواخت ایجاد شده و به دلیل تبدیل شدن کامل انرژی الکترومغناطیس به انرژی حرارت، بازده این روش نزدیک به ۱۰۰ درصد است (اولیورا ۲۰۰۲). پرنیان و همکاران (۲۰۱۱) میزان تولید گاز دانه جو خام را در ٤٨ ساعت از انکوباسیون ٢٨٤ میلی‌لیتر در گرم ماده‌خشک و بخش A (بخش محلول و نامحلول) و C (نرخ تولید گاز) را به ترتیب ٣٢٧/٨٣ میلی‌لیتر در گرم ماده‌خشک و ٦/٥٦ درصد در ساعت بدست آوردند. همچنین میزان تولید گاز دانه جو پرتوتابی با مایکروویو را در ٤٨ ساعت از انکوباسیون و در مدت زمان‌های ٣، ٥ و ٧ دقیقه به ترتیب ٣٠٦، ٣٠٧ و ٣٠١ میلی‌لیتر در گرم ماده‌خشک بدست آوردند. دانه‌های

غلات به ویژه دانه جو به علت نشاسته‌ای بودن اکوسیستم شکمبه را تحت تاثیر قرار می‌دهند و برای رفع این مشکل می‌توان از روش‌های عمل‌آوری مناسب استفاده کرد تا میزان تخمیر در شکمبه کنترل شود. تولیدگاز تابع کربوهیدرات قابل‌تجزیه می‌باشد و این میزان به سطوح کربوهیدرات (بلومل و بیکر ۱۹۹۷) و پروتئین قابل تجزیه بستگی دارد. در مطالعه آبریو و سوارس (۱۹۹۸) میزان گاز تولیدی دانه ماشک خام در ساعت ۲٤، ۱۱۳/۹ میلی‌لیتر در گرم ماده‌خشک، بیشترین میزان را نشان داد. طهمزی و همکاران (۲۰۱٤) میزان پتانسیل تولید گاز تجمعی بخش محلول و بخش غیرمحلول (a+b) تیمارهای کنجاله کانولا، کنجاله کانولای فراوری شده با ٥ درصد اوره و کنجاله کانولای فراوری شده با مایکروویو به ترتیب ۲٥۲/۱۳، ۲۱۳/٥۷ و ۲٤۰/۸۸ میلی‌لیتر در گرم ماده‌خشک گزارش کردند. علی عربی و همکاران (۱۹۹۷) میزان قابلیت هضم ماده‌خشک و قابلیت هضم ماده‌آلی گاودانه را به ترتیب ۸٥/۱۳ و ۸۰/۹۰ درصد بیان کردند. بین نتایج این مطالعه و سایر گزارش‌ها تفاوت‌هایی مشاهده می‌شود که در کل، این اختلاف‌ها احتمال می‌رود به دلیل تفاوت در شرایط محیطی، واریته و مدیریت زراعی دانه‌های بقولات باشد. آلتر و همکاران (۱۹۹٤) قابلیت هضم ماده‌خشک و ماده‌آلی گاودانه را به ترتیب ۹۰/۹٥ و ۸۸/۳۰ درصد گزارش کردند که بیشتر بودن این مقادیر برای گاودانه در ارتباط با کمتر بودن مقادیر دیواره‌سلولی و دیواره‌سلولی بدون همی‌سلولز می‌باشد. در ۲ و ٤ ساعت بعد از انکوباسیون اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. بیشتر بودن مقدار گاز تولیدی گاودانه‌خام در ساعات اولیه شاید به علت زیاد بودن کربوهیدرات‌های محلول و قابل تخمیر و تجزیه‌پذیری و حلالیت بیشتر دانه‌های بقولات باشد که در ساعات اولیه تولید گاز بالایی را نشان می‌دهد از طرف دیگر مواد دانه‌ای مواد مغذی لازم برای تکثیر میکروارگانیسم‌های شکمبه در زمان‌های اولیه انکوباسیون را فراهم می‌کنند چرا که تکثیر و فعالیت میکروبی به فراهمی انرژی قابل تخمیر در شکمبه بستگی دارد. عمل‌آوری پرک با بخار آب در مقایسه با گاودانه خام آسیاب شده در ساعات اولیه تولید گاز کمتری را نشان می‌دهد ولی قابلیت تخمیر آن با افزایش مدت زمان انکوباسیون، افزایش می‌یابد و دلیل این امر به کوچک بودن اندازه ذرات گاودانه خام آسیاب شده در مقایسه با تیمار پرک مرطوب مربوط می‌باشد که هر چقدر سطح تماس خوراک با میکرواورگانیسم‌های شکمبه و آنزیم‌هایی که در هضم دخیل هستند بیشتر باشد تجزیه‌پذیری بیشتر شده و هضم افزایش پیدا می‌کند. میزان گاز تولیدی پرک با بخار آب، نسبت به سایر تیمارها روند افزایشی را در طول زمان‌های انکوباسیون نشان داد به طوری که در ٤۸ ساعت پس از انکوباسیون بیشترین میزان گاز تولیدی را داشت. نسبت به سایر تیمارها روند افزایشی را در طول زمان‌های انکوباسیون نشان داد به طوری که در ٤۸ ساعت پس از انکوباسیون بیشترین میزان گاز تولیدی را داشت. غلطک زدن همراه با بخار بهترین روش برای افزایش هضم می‌باشد.

مزیت پرک کردن با بخار نسبت به بلغور کردن این است که دانه باز می‌شود اما نشاسته و پوسته به هم چسبیده است از سوی دیگر چسبندگی در نشاسته ایجاد شده است در این روش نشاسته که در آب نامحلول است جهت استفاده باکتری از آن باز می‌شود، اما از آنجا که نرم نشده است هضم دیرتر اتفاق می‌افتد (دانش مسگران ۲۰۰۸) و برای همین در زمان‌های بعدی انکوباسیون میزان گاز تولیدی این تیمار افزایش می‌یابد. بالا بودن میزان گاز تولیدی در عمل‌آوری حرارتی مایکروویو در ٤۸ ساعت پس از انکوباسون احتمال می‌رود به علت تاثیر حرارت بر ساختمان نانو مولکولی پروتئین و نشاسته باشد و همچنین کاهش عوامل ضدتغذیه‌ای در اثر حرارت‌دهی باشد. در روش‌های حرارتی مدت زمان و دما بر روند تجزیه‌پذیری تاثیر می‌گذارند هر چقدر مدت زمان فرایند حرارتی افزایش یابد میزان تخمیر خوراک کاهش می‌یابد.

Table 2- The gas production volume of untreated and treated Vicia Ervilia at different times of incubation (ml/gDM)

Time	Control	Steam flaking	Microwave	Roasting	SEM
2	26.88[a]	3.135[d]	5.08[c]	25.31[b]	0.21
4	50.62[a]	8.9[d]	15.23[c]	47.16[b]	0.19
6	66.67[a]	21.3[c]	46.3[b]	70.34[a]	0.8
8	80.43[a]	34[c]	61.59[b]	84.7[a]	1.52
12	99.69[a]	57.93[d]	75.32[c]	94.72[b]	0.16
16	116.92[a]	71.15[d]	82[c]	98.88[b]	0.27
20	129.5[a]	81.83[d]	90.82[c]	100.39[b]	0.68
24	134.89[a]	125.69[b]	93.07[c]	124.8[b]	1.4
36	137.4[a]	139.57[a]	97.44[c]	130.23[b]	0.83
48	141[b]	147[a]	140[b]	134.57[c]	0.47

Means within same row with different letters differ significantly (P<0.05).

پارامترهای تخمینی و فراسنجه‌های تولیدگاز گاودانه‌خام و عمل‌آوری شده

داده‌های مربوط به پارامترهای تخمینی تولیدگاز در جدول ۳ آورده شده است. مقادیر گزارش شده توسط معادلات رگرسیونی بر اساس داده‌های حاصل از تولید گاز با روش استفاده از مایع شکمبه و اعداد حاصل از تجزیه تقریبی مواد خوراکی بدست آمده است و اگرچه این مقادیر می‌توانند به عنوان یک شاخص اولیه کمک کننده باشند اما پذیرفتن آنها خالی از خطا نخواهد بود. طبق نتایج حاصله، کمترین میزان انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر مربوط به تیمار مایکروویو می‌باشد که اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد و کمتر بودن میزان گاز تولیدی در ٢٤ ساعت پس از انکوباسیون این مطلب را تایید می‌کند. محصولات نهایی تخمیر به تخمیر مواد مغذی و رشد میکروارگانیسم‌ها بستگی دارد. سیف دواتی و همکاران (۲۰۱۲) مقادیر قابلیت هضم ماده‌خشک گاودانه خام و اتوکلاو شده را به ترتیب ٦٨/٤٣ و ٦١/٢٦ درصد گزارش کردند همچنین میزان انرژی قابل متابولیسم گاودانه‌خام و اتوکلاو شده را به ترتیب ٨/٩٨ و ٨/٥٤ مگاژول در کیلوگرم ماده‌خشک گزارش کردند. با توجه به نتایج حاصل از مقادیر فراسنجه‌های تولیدگاز (جدول ٤)، علت تفاوت در حجم گاز تولیدی تیمارهای مختلف در زمان‌های انکوباسیون ناشی از اختلاف در نرخ تولیدگاز بوده در نتیجه پتانسیل تولیدگاز متفاوتی را سبب شدند. در مطالعه حاضر عمل‌آوری‌های حرارتی باعث کاهش نرخ تولیدگاز شدند به طوری که پتانسیل تولیدگاز گاودانه‌خام ١٤٢/٩ میلی‌لیتر و نرخ تولید گاز ٠/١٠٦میلی‌لیتر در ساعت بدست آمد و برای تیمار تفت پتانسیل تولیدگاز ۱۲۰ میلی‌لیتر و نرخ تولید گاز ۰/۰۵ میلی‌لیتر در ساعت بدست آمد که بیشترین میزان کاهش پتانسیل تولید گاز و نرخ تولیدگاز مربوط به تیمار تفت بود. تف دادن دانه‌ها می‌تواند باعث کاهش هضم پذیری نشاسته از طریق افزایش مقاومت شبکه پروتئینی نسبت به هضم پروتئین و کاهش دسترسی میکرو ارگانیسم‌ها به محتوی نشاسته خوراک شود. سیف دواتی و همکاران (۲۰۱۲) میزان بخش محلول (A)، فاز تاخیری (L) و نرخ تولید گاز (C) گاودانه‌خام را به ترتیب ۳۲۲/۹ (میلی‌لیتر در گرم ماده‌خشک)، ۰/۷۳ (بر حسب ساعت)، ۰/۰٦۲ (ساعت) و همین بخش‌ها برای گاودانه اتوکلاو شده به ترتیب ۳۲۱/۵، ۰/۷٦ و ۰/۰۵۳ گزارش کردند که از بین دانه‌های مورد بررسی در اثر تیمار حرارتی مرطوب بخش محلول تولیدگاز دانه ماشک نسبت به گاودانه و خلر بیشترین کاهش را نشان داد که نرخ تولید گاز دانه ماشک در مقایسه با خلر و گاودانه

کمترین میزان را داشت. هدف اولیه در روش‌های مختلف فرآوری فراهم آوردن امکان دسترسی آنزیم‌های میکروبی به محتوی اندوسپرم دانه و افزایش میزان گوارش‌پذیری دانه تغذیه شده به حیوان است.

Table 3- Estimated parameters for untreated and treated Vicia Ervilia using gas production techniques

Feed	ME	NE_L	DOM	SCFA
Control	12.95[a]	10.15[a]	92.03[a]	2[a]
Roasting	12.63[a]	9.38[b]	85.3[b]	1.85[b]
Microwave	8.44[b]	6.95[c]	64.2[c]	1.38[c]
Steam flaking	12.26[a]	9.42[b]	85.82[b]	1.86[b]
SEM	0.23	0.1	0.94	0.02

ME: Metabolizable energy (MJ/kg DM), NE_L: Net energy lactation (MJ/kg DM), DOM: Digestible organic matter (%DM), SCFA: Short-chain fatty acid (m Mol/200mg DM).

Table 4- Gas production parameters of untreated and treated Vicia Ervilia

Feeds	A+B (ml)	C (ml/h)
Control	142.9	0.106
Steam flaking	132	0.096
Microwave	125.73	0.072
Roasting	120	0.05

A+B= sum of soluble and insoluble (ml/gDM), C: gas product rate (ml/h)

تعیین ناپدیدشدن ماده‌خشک به روش آزمایشگاهی

میانگین داده‌های ناپدید شدن ماده‌خشک و ضرایب تجزیه‌پذیری ماده‌خشک تیمارها در جدول ۵ ارائه شده است که نتایج حاکی از آن است که با افزایش زمان‌های انکوباسیون روند صعودی را نشان داد و تفاوت در مقادیر ناپدید شدن به نوع روش‌های عمل‌آوری و مدت زمان و دمای فراوری بستگی دارد. در ۲ ساعت پس از انکوباسیون تیمار شاهد با ۳۹/۸۸ درصد، بیشترین مقدار و تیمار تفت با ۳۳/۲۲ درصد تجزیه‌پذیری کمترین میزان را داشت و تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد. میزان ناپدید شدن ماده‌خشک تیمار شاهد در مدت زمان ۲ و ٤٨ ساعت پس از انکوباسیون شکمبه‌ای به‌ترتیب ۳۹/۸۸ و ۸۳/٤٨ درصد بدست آمد. در ٤٨ ساعت پس از انکوباسیون گاودانه پرک، مایکروویو، خام و تفت به ترتیب با ۹۳/۸۸، ۸٦/۸۸، ۸۳/٤٨ و ۷۹/۸٤ درصد بدست آمد که در این میان تیمار پرک و تفت به ترتیب بیشترین و کمترین میزان ناپدید شدن ماده‌خشک را داشتند که شاید دلیل این امر ژلاتینه شدن نشاسته و نرم شدن محتوی دانه در تیمار پرک باشد که شرایط را برای نفوذ آنزیم‌ها و باکتری‌ها فراهم می‌کند. چنانچه از نتایج مشخص می‌شود تجزیه‌پذیری ماده‌خشک بقولات تحت تاثیر فراوری‌های حرارتی مرطوب افزایش می‌یابد که علت این امر بالا بودن میزان کربوهیدرات‌های غیرساختمانی می‌باشد و کربوهیدرات‌های ساختمانی به ویژه دیواره‌سلولی آنها کم می‌باشد. رابینسون و مک‌نیون (۱۹۹٤) یافتند که برشته کردن نرخ و میزان ناپدید شدن ماده‌خشک و پروتئین‌خام دانه جو را کاهش داد اما بر هضم روده‌ای تاثیری نداشت. تف دادن دانه‌ها می‌تواند باعث کاهش هضم پذیری نشاسته از طریق افزایش مقاومت شبکه پروتئینی نسبت به هضم پروتئین و کاهش دسترسی میکروارگانیسم‌ها به محتوی نشاسته خوراک شود. اندازه ذرات خوراک یکی از عوامل تاثیرگذار در

میزان تخمیر ماده خوراکی است (تامینگا ۱۹۹۷). افزایش سطح در دسترس ماده خوراکی باعث افزایش اتصالات میکروبی و در نتیجه افزایش میزان تخمیر ماده خوراکی می‌شود.

Table 5- Means of dry matter degradation and dry matter degradability coefficients of treatments by incubation at different times in the in vitro method (%DM)

	Incubation times					Degradability coefficients		
Treatments	2	8	12	24	48	a	b	c
Control	39.88^{a}	50^{b}	67/55^{a}	75/33^{b}	83.48^{bc}	31.08	48.03	0.088
Steam flaking	37.44^{ab}	61.77^{a}	69.62^{a}	81.7^{ab}	93.88^{a}	25.91	75.32	0.071
Microwave	36.66^{ab}	53.22^{b}	40.77^{c}	86.22^{a}	86.88^{b}	28.08	71.67	0.042
Roasting	33.22^{b}	47.22^{b}	53.16^{c}	64.49^{c}	79.84^{c}	16.31	66.15	0.11
SEM	0.64	1.06	0.87	1.19	0.92	0.73	1.14	0.002

Means within same column with different letters differ significantly (P<0.05)
a: Dry matter solution at zero time (%), b: Fermentable material (%),
c: Constant degradability coefficients at time t (%/h).
SEM: Standard error of the mean

پایا و همکاران (۲۰۰۸) میزان ناپدید شدن ماده‌خشک کنجاله سویا در مدت زمان صفر و ٤٨ ساعت پس از انکوباسیون ۲۵/۸ و ۷۱/۳ درصد و مقادیر ناپدیدشدن پروتئین خام کنجاله سویا را ٦/٤ و ٥٩/٥ درصد بیان کردند که روند افزایشی را نشان داد و ضرایب تجزیه‌پذیری a، b و c را برای این خوراک به ترتیب ۲۹/۱٤، ٤٤/٨٨ و٥/٤٠ درصد گزارش کردند که اندکی کمتر از نتایج بدست آمده در این مطالعه می‌باشد. ارتباط بالایی بین میزان ناپدید شدن ماده‌خشک در روش کیسه‌های نایلونی با ناپدید شدن ماده‌خشک در شرایط آزمایشگاهی وجود دارد (تقی زاده و همکاران ۲۰۰٦). نتایج روش‌های آزمایشگاهی و تولیدگاز نشان داد که تیمار پرک بیشترین و تیمار تفت کمترین میزان تولیدگاز و تجزیه‌پذیری را داشتند.

نتیجه‌گیری

تغییر خصوصیات هضمی مهمترین هدف در فرآوری دانه ها است. .نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که تیمارهای حرارتی پرک‌مرطوب، تفت و مایکروویو می‌توانند باعث تغییر ترکیبات شیمیایی، قابلیت تخمیر و ناپدید شدن ماده‌خشک گردد به طوری که تیمار پرک مرطوب و تفت به ترتیب بیشترین و کمترین پتانسیل تولیدگاز و تجزیه‌پذیری ماده‌خشک را داشتند و با توجه به اینکه در این تحقیق هدف افزایش تجزیه‌پذیری بود تیمار مذبور به عنوان تیمار مطلوب انتخاب شد که از این تیمار در راستای افزایش و بهبود فرایند هضم می‌توان در فرمولاسیون جیره‌های غذایی استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمامی پرسنل و مدیریت ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان و ساختمان شماره ۲ دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به لحاظ مساعدت‌های فراوان در انجام این تحقیق، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

Abdullah A, Marwan MM, Rashai Q, Hosam HT, 2010. Effect of bitter vetch (Vicia ervilia) seeds as a replacement protein source of soybean meal on performance and carcass characteristics of finishing Awassi lambs. Trop Animal Health Production 42: 293–300.

Aletor VA, Goodchild AV, Abd AM, Moneim EL, 1994. Nutritional and antinutritional characteristic of selected Vicia genotypes. Animal Feed Science and Technology 47:125–139.

Abreu F and Bruno-Soares AM, 1998. Chemical composition, organic matter digestibility and gas production of nine legume grains. Animal Feed Science and Technology 70:49-57.

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC international. AOAC international. Maryland, USA.

Arabi A, 1997. Nutritional value of Vicia ervilia seed and forage by In vitro and in vivo methods in Hamedan province. M Sc. Thesis, Buali University.

Blummel M, Becker K, 1997. The degradability characteristics of fifty four roughages and roughage neutral detergent fibres as described by in vitro gas production and their relationship to voluntary feed intake. British Journal of Nutrition 77: 757–768.

Bilbao-Sainz C, Butler M, Weaver T, Bent J, 2007. Wheat starch gelatinization under microwave irradiation and conduction heating. Carbohydrate Polymers 69: 224–232.

Calabro et al, 2010. www.progettobufale.it/pubblicazionenew.html.

Evitayani LW, Fariani A, Ichinohe T, Abdulrazak SA, Fujihara T, 2004. Comparative rumen degradability of some legume forages between wet and dry season in west Sumatra, Indonesia. Asian-Australian Journal of Animal Science 17(8):1107-1111.

Fedorak PM, Hrudey SE, 1983. A Simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultuvesin serum bottles. Environ Technology Letter 4: 425-435.

Getachew G, Makkar HPS, Becker K, 2002. Tropical browses: content of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acids and in vitro gas production. Journal of Agriculture Science 139: 341-352.

Hadjipanayiotou M, Economides S, 1998. The effect of partial replacement of soybean meal with either heated or unheated narbon vetch grains on the performance of growing Chios lambs. Annual Review p 68-69. Agricultural Research Institute Nicosia Cyprus.

Huntington GB, 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. Journal of Animal Science. 75: 852-867.

Hironaka R, Beauchemin KA, Lysyk TJ, 1992. The effect of thickness of steam-rolled barley on its utilization by beef cattle. Canadian Journal of Animal Science 72: 279-286.

Khanum SA, Yaqoob T, Sadaf S, Hussain M, Jabbar MA, Hussain HN, Kausar R, Rehman S, 2007. Nutritional evaluation of varius feedstuffs for livestock production using in vitro gas method. Pakistan Veterinary Journal 27(3): 129-133.

Koumas A, Economides S, 1987. Replacement of soybean meal by broad bean or common vetch grain in lamb and kid fattening diets. Technical Bulletin 27. Agricultural Research Institute Nicosia, Cyprus. 5p.

Ljøkjel KO, Harstad M, Prestløkken E, Skrede A, 2003. In situ digestibility of protein in barley grain and peas in dairy cows: Influence of heat treatment and glucose addition. Animal Feed Science and Technology 87: 87-104.

McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh, JFD, Morgan CA, 2002. Animal Nutrition. Six edition. Indian Branch.

McDougall EI, 1948. Studies on ruminant saliva the composition and output of sheep's saliva. Biochemical Journal 43: 99-109.

McNiven MA, Hamilton RMG, Robinson PH, Leeuiwe JWD, 1994. Effect of flame roasting on the nutritional quality of common cereal grains for ruminants and non-ruminants. Animal Feed Science and Technology 47: 31-40.

NRC (National Research Council), 2001. Nutrient requirement of dairy cattle. 2th ed. National Academy of Science, Washington D.C.

Nsahlai IV, Siaw DEKA, Osaji PO, 1994. The relationship between gas production and chemical composition 23 browses of the genus sesbania. Journal Science of Food and Agriculture 65:13-20.

Ørskov ER, McDonald D, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science 92: 499 – 503.s.

Oliveira MEC, Franca AS, 2002. Microwave heating of fod stuffs. Journal of food Engineering. 53:347-359.

Paya H, Taghizadeh A, Janmohamadi H, Moghadam GA, 2008. Ruminal Dry matter and Crude protein Degradability of Some Tropical (Iranian) Feeds Used in Ruminant Diets Estimated Using the in situ and in vitro Techniques. Research Journal of Biological Science 3: 720-725.

Parand E, A Taghizadeh, 2010. Examination of digestibility of processed barley grain with different methods, using gas production technique with two sources of inocola. University of Tabriz (In Persian).

Parnian F, Taghizadeh A, Moghaddam GA, Janmohammadi H, 2010.Use of in vitro gas production technique for evaluation of nutritive parameters of barley and corn grain treated by different microwave irradiation times. University of Tabriz (In Persian).

Petit V, Helene R, Ouellet DR, 1997. Milk production and intake of lactating cows fed raw or extruded peas. Journal of Dairy Science 80:3377-3385.

Reisi K, Zamani F, Vatankhah M, RahimiyanY, 2011. Effect of raw and soaked bitter vetch (vicia ervilia) seeds as replacement protein source of cotton seed meal on performance and carcass characteristics of Lori-Bakhtiari fattening ram lambs. Global Veterinaria 4: 405-410.

Rufian-Henares JA, Delgado-Andrade C, Morales FJ, 2009. Assessing the maillard reaction development during the toasting process of common flours employed by the cereal products industry. Food Chemistry 114: 93-99.

Robinson PH, Mcniven MA, 1994. Influence of flame roasting and feeding frequency of barley on performance of dairy cows. Journal of Dairy Science 77: 3631-3643.

Rubanza, CDK, Shem MN, Otsyina R, Ichinohe T, Fujihara T, 2003. Nutritive evaluation of some browse tree legume foliages native to semi-arid areas in western Tanzania. Asian-Australian Journal of Animal Science 16(10):1429-1437.

Shirmohammadi SH, Taghizade A, Moghadam GH, Hoseinkhani A, 2014. Influence of steam flaking and roasting on nano-molecular basis and digestibility of barley grain. MSc thesis, University of Tabriz (In Persian).

Seifdavati J, Taghizadeh A, 2012. Effect of moist heat on in vitro gas production parameters of some of legume seeds. Journal of Petroleum and Gas Exploration Research ISSN 2276-6510. 2(4) pp: 061-068.

Sharma P, Gujral HS, Rosell C, 2011. Effects of roasting on barley β-glucan, thermal, textured and pasting properties. Journal Cereal Science 53:25-30.

Seifdavati J, Taghizadeh A, Janmohammadi H, Sadegh A, Rafat SA, 2012. Determination of the nutritive value of legume seeds in ruminant nutrition by in situ and in vitro and their effect on performance of fattening lambs. PhD thesis, University of Tabriz (In Persian).

Taghizadeh A, Shahryar Aghdam H, Nobakht A, 2010. Animal responses to feed processed In: Animal Nutrition Science. Pp: 533-535.

Taghizadeh A, Nemati Z, 2008. Degradability Characteristics of Treated and Untreated Barley Grain Using In situ Technique. Am. Journal of Animal Veterinary Science 1 (7) 11-16.

Taghizadeh A, Hatami M, Moghadam GA, Tahmasbi AM, 2006. Relationships Between in vitro Gas production and Dry Matter Degradation of Treated Corn Silage by urea and Formaldehyde. Journal of Animal and Veterinary Advances 5: 1193-1198.

Tabatabaei MM, Arabi HA, Kiani N, Saki AA, Kafilzadeh F, 2002. Investigation of the nutritive value of Vicia Ervilia (bitter vetch) and Common Vetch by in vivo. University of Hamadan (In Persian).

Taghizadeh A, 2004. The estimation of feed value of energy supplement using in vitro gas production technique. Canadian Society of Animal Science. CSAS Annual Meeting, CA.

Tahmozi y, Taghizadeh A, Mehmannavaz Y, Moghadam M, 2014. Determination of degradability and digestibility coefficients of canola meal by using nylon bag and gas production. University of Mashhad (In Persian).

Van Soest PJ, 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, 3rd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.

Van Soest PJ, Robertson JB, Levis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non–starch polysaccharides in ration to animal nutrition. Journal of Animal Science 74: 3583–3597.

Waldo DR, 1973. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. Journal of Animal Science 37:1062-1074.

Yu P, Goelema JO, Holmes JHG, Tamminga S, 1996. Influence of pressure toasting on rumen degradation characteristics of lactating dairy cows. Processing of the 8th AAAP. Animal Science Congress (Japan) 694-695.

Investigation of the nutritive value of untreated and treated *Vicia Ervilia* using in vitro disappearance and gas production techniques

M Taghavi[1], A Taghizadeh[2*], A Hosseinkhani[3] and H Mohammadzadeh[3]

Receive: August 26, 2017 Accepted: February 9, 2022
[1]MSc graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[3]Associated Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author: Email: atagius@yahoo.com

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research
Journal of Animal Science/vol.33 No.2/ 2023/pp 121-135
https://animalscience.tabrizu.ac.ir
OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/AS.2022.20657.1378

Introduction: Heat treatment of a wide variety of feeds has been traditionally used to improve the utilization of their protein by ruminants. Heat treatment of legume seeds can inactivate anti-nutritional factors, it is also effective in increasing the digestibility (Seifdavati 2012). Chemical composition and heat processing can affects fermentability of *Vicia Ervilia* grain. Particle size and moisture during processing also influence the possible effects of processing. Digestibility may be directly determined in vitro or estimated by using in vitro procedures, which are cheaper and more convenient. In vitro gas production technique was widely used to evaluate the nutritive value of legume forages (Evitayani et al 2004) and tannin containing tree leaves (Rubanza et al 2003). This experiment was conducted to investigate of the nutritive value of *Vicia Ervilia* using the in vitro disappearance and gas production techniques.

Materials and method: The experimental treatments were grinding Vicia Ervilia grain, steam flak, roasting and microwave. Processing steam flak, treated steam at 100°C for 30 min and then immediately passed through rollers were allowed to air for 48 h and then sealed in plastic bags. Roasting treatments at 120°C for 10 min and microwave irradiation (Nasional at a power of 800w) for 3 min. The treatments were milled through a 2.0 mm screen. Samples of treatments were dried in oven at 65°C for 24h. The gas production of treatment were recorded at 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 36 and 48 h of incubation time using a water displacement apparatus. For this purpose two ruminal fistulated sheep were used. Rumen liquor samples were obtained from the two weathers that were fed a diet content 60% roughage: 40% concentrate. Rumen fluid was pumped with a manually operated vacuum pump and transferred into prewarmed thermos flask, combined, filtered through four layers of cheesecloth and flushed with CO_2. McDougall (1948) buffer solution was prepared and placed in a water bath at 39°C. Samples (300 mg) were weighed into 50 ml serum vial. Each feed sample was incubated in triplicate with 20 ml of rumen liquor and buffer solution (1:2). The vials were sealed immediately after loading and were affixed to a rotary shaker platform set as (120 rpm) housed on a incubator. Vials for each time point, as well as blanks, were prepared in quadruplicate. The metabolizable energy, net energy for lactation content of feeds, short chain fatty acid and digestible organic matter were calculated using equations of Menke & Steingass (1988) and Getachew et al. (2002). For in vitro disappearance method, the incubation time were 2, 8, 12, 24 and 48 h. The rumen liquor was obtained from the same sheep used in the gas production technique and receiving the same

diet to similar conditions for both techniques. Mc Dougall (1948) buffer prewarmed to 39 ºC. The inoculum was dispensed 20 ml per vial into 50 ml serum vial (containing of 300 mg sample per vial) which had been warmed to 39 ºC and flushed with oxygen free CO_2. The vials were sealed immediately after loading and were affixed to a rotary shaker platform set as (120 rpm) housed in incubator. Vials for each time point, as well as blank (containing no substrate), were prepared in triplicate. Triplicate vials were removed after 2, 8, 12, 24 and 48h of incubation. The residues were washed three times in phosphate buffer followed by centrifugation (2500 rpm, 10 min) and dried at 105 ºC and determined DM disappearance. The data was analyzed by completely randomized design.

Results and discussion: Dry matter disappearance and gas product increased with increasing incubation time. Heat processing of steam flak increasing of DM disappearance and gas produced at 48 h and higher than the other treatments ($P<0.05$). The gas production volume at 48 h incubation for treatments of control, microwave, roasting and steam flaking were 141, 140, 134.57 and 147 (ml/gDM), respectively. The gas production for sum of soluble and insoluble (a+b) fractions (ml/gDM) and gas production rate (ml/h) in control treatment were 142.9 and 0.106, respectively. Dry matter disappearance from in vitro increased with increasing incubation time. The disappearance percentage of DM in control treatment for 2 and 48 h of incubation were 39.88 and 83.48 and degradabilities coefficients (a, b and c) were 31.08, 48.03 and 0.088, respectively. For roasting treatments DM disappearance and gas produced at 48 h were lower than the other treatments. Barley grain treated by the steam flak, flame rusting and exploring can be decreased ruminal crude protein (McNiven 1994). Ljokjel et al (2003) reported that heat treatment decreased ruminal degradation of starch in both barley grain and pea grain. Parnian et al (2010) showed that, cumulative gas production of sorghum grain was linearly increased by altering period of microwave irradiation. Parand et al (2010) reported that the gas production of barley grain for steam flak, microwave and roasting at 48 h were obtained 239.4, 275.9 and 239.7 (ml/gDM), respectively, these values does not match with the results of this study. Similar to the latter, previous in vitro and in vivo studies (Hironaka et al 1992; Huntington 1997) have shown that steam flaking increased ruminal starch digestibility of barley in feedlot cattle. Seifdavati *et al* (2012) showed the gas production of *Vicia Ervilia* at 24 h was obtained about 246.29 ml/gDM and rate of gas product was achieved 0.063 (%h) that decreased with autoclave processing. Hadji Panayioton and Economids (2001), reported degradability characteristics of lupin (a, b and c) about 12.45%, 84.41% and 0.1 h^{-1}, respectively.

Conclusions: There was strong positive correlation between gas production, in vitro and in situ dry matter disappearance so that the gas production technique can be suitable replacement for in situ and in vitro DM disappearances. The steam flaking treatment showed high potential for producing of gas and high degradability of DM compared to the other treatments ($P<0.05$). Regarding to high gas production and in vitro degradability in steam flaking treatment, this treatment can be used to improve of digestion process in animal nutrition.

Key word: Vicia Ervilia, In vitro, Gas production, Steam flaking, Roasting, Microwave