بررسی خصوصیات شیمیایی، تخمیر شکمبه‌ای و قابلیت هضم دانه ماشک، خلر و گاودانه به روش‌های آزمایشگاهی

وحیده رزم آذر [*1]، نورمحمدتربتی نژاد[2]، جمال سیف دواتی[3] و سعید حسنی[2]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۰

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[2] استاد و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[3] مربی گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی
[*] مسئول مکاتبه: Email: Razmazar_v@yahoo.com

چکیده

این تحقیق به منظور تعیین و مقایسه ترکیبات شمیایی، قابلیت هضم و قابلیت تولید گاز دانه ماشک (*Vicia sativa*)، خلر (*Lathyrus sativus*) و گاودانه (*Vicia ervilia*) کشت شده در استان اردبیل صورت گرفت. میزان گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت پس از انکوباسیون اندازه گیری شد. دانه‌های مورد آزمایش دارای پروتئین خام ۲۳/۸۹-۲۹/۳٤ درصد ماده خشک،NDF (دیواره سلولی) ۳۱/۱۲-۳٦/٦۳ درصد ماده خشک و قابلیت هضم ماده خشک ۷۱/۸٦-۸٤/۹۳ درصد بودند. در بین دانه‌های آزمایشی دانه گاودانه با پتانسیل گاز تولیدی ۸۰ میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه، نرخ تولید گاز ۰/۱۰۳ میلی‌لیتر بر ساعت، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر ۱/۵۰٦ میلی‌مول و انرژی قابل متابولیسم ۱۱/۷۲ مگاژول بر کیلوگرم دارای بالاترین ارزش غذایی و دانه ماشک با پتانسیل گاز تولیدی ۷۲/۱۸ میلی‌لیتر، نرخ تولید گاز ۰/۰۸۳ میلی‌لیتر بر ساعت، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر ۱/۳۱۳ میلی‌مول و انرژی قابل متابولیسم ۱۰/۳۵ مگاژول بر کیلوگرم دارای کمترین ارزش بود. دانه گاودانه نسبت به سایر دانه‌های مورد آزمایش به دلیل ویژگی‌های تخمیر و ترکیبات شیمیایی از ارزش غذایی بالاتری برخوردار می‌باشد. به طور کلی مواد خوراکی مورد آزمایش، از نظر قابلیت هضم، میزان تولید گاز و انرژی قابل متابولیسم متفاوت بودند، به طوری که بر فراسنجه‌های تجزیه پذیری اثر معنی‌داری داشتند.

واژه‌های کلیدی: انرژی قابل متابولیسم، تولید گاز، دانه بقولات، فراسنجه‌های تخمیر

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of chemical characteristics, rumen fermentation and digestibility of *Vicia sativa*, *Lathyrus sativus* and *Vicia ervilia* grain by *in vitro* methods

V Razmazar[1*], NM Torbatinejad[2], J Seifdavati[3] and S Hassani[2]

[1] MSc Graduate, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran
[2] Professor and Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3] Instructor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili
[*]Corresponding author: Email: Razmazar_v@yahoo.com

Abstract

This experiment was carried out to determine and compare the chemical composition, digestibility and gas production of grain of *Vicia sativa*, *Lathyrus sativus* and *Vicia ervilia* cultivated in Ardabil province. Digestibility was estimated using *in vitro* methods. The gas production was recorded after 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72 and 96 h of incubation. Crude protein content of legume grains were in range of 23.89-29.34%/DM, NDF (31.12-36.63%/DM) and digestible dry matter (71.86-84.93%). Among the tested grains, the grain of *Vicia ervilia* had highest fermentation parameters, potential gas production and rate of gas production, Short Chain Fatty Acids and metabolizable energy that estimated as 80 mL in 200 mg sample, 0.103 mL h-1, 1.506 mmol, and 11.72 MJ/kg respectively and *Vicia sativa* grain had the lowest potential gas production (72.18 mL in 200 mg sample), rate of gas production (0.083 mL h-1), Short Chain Fatty Acid (1.313 mmol), and metabolizable energy (10.35 MJ/kg) content. The grain of *Vicia ervilia*, had higher nutritive value than other tested feeds due to its *in vitro* fermentation characteristics as well as chemical composition. It was concluded different test feeds had different chemical composition, in vitro digestibility, gas production and metabolizable energy which significantly affected the degradation parameters.

Key words: Fermentation Parameters, Gas production, Legumes Grain, Metabolizable energy

مقدمه

منابع تأمین کننده انرژی و پروتئین حجیم‌ترین و پر هزینه‌ترین بخش خوراک دام را تشکیل می‌دهد و سالانه مقدار زیادی از این منابع جهت استفاده در صنعت دامپروری از خارج وارد کشور می‌شود (امینی و همکاران ۱۳۸۰). یکی از اقدامات مهم در کاهش هزینه خوراک که سهم عمده‌ای در تولید دام دارد، استفاده از منابع موجود و شناخت مواد غذایی جدید و بکارگیری آن در جیره دام است. خانواده بقولات از مهمترین منابع تأمین کننده مواد مغذی می‌باشند. گاودانه گیاهی است که در ایران و کشورهای مدیترانه‌ای به منظور تهیه دانه و علوفه کشت می‌گردد و به دلیل ارزش غذایی بالا، توان تثبیت ازت خاک و توان رشد در خاک‌های کم عمق و قلیایی همواره مورد توجه بوده است (صادقی و همکاران، ۲۰۰۹ و لوپز بلیدو ۱۹۹٤) دانه گاودانه ماده خوراکی غنی از انرژی، پروتئین و منبع مناسبی از مواد معدنی و اسید آمینه‌های ضروی می‌باشد. اما از نظر اسیدهای آمینه گوگرددار کمبود دارد. این دانه حاوی بیش از ۲٦/٦٥٪ پروتئین و ۱۸/۱۰ مگاژول بر کیلوگرم انرژی خام است (صادقی و همکاران ۲۰۰۹). ماشک گیاهی است که در آب و هوای معتدل مرطوب و خاک لومی به خوبی رشد می‌کند. دانه ماشک با دارا بودن ۲۸/۰٦٪ پروتئین و ۱/٦۹٪ چربی خام منبع مهم پروتئین و انرژی برای دام می‌باشد. گونه‌های مختلف خلر قابلیت

Archive of SID

www.SID.ir

رشد مناسب را در مناطق با باران کم تا متوسط (۵۰۰-۲۵۰ میلی لیتر سالانه) دارند و به عنوان محصول چند منظوره برای تهیه دانه برای مصرف انسان و دام، علوفه و کود سبز کشت می‌شود (وایت و همکاران ۲۰۰۲). گزارش شده است که دانه خلر حاوی ۲۵/٦-۳۵/۹ ٪ ماده خشک پروتئین، ۲/۸-۳/۵٪ خاکستر، ۰/۷-۱/۷٪ چربی و ۵/۳-۵/۹٪ فیبر خام می‌باشد (یان و همکاران، ۲۰۰٦). دانه خلر یکی از بقولات دانه‌ای است که در نواحی مختلف ایران به ویژه در منطقه غرب و شمال غرب، کشت و به صورت سنتی در تغذیه دام‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال به دلیل عدم شناخت کافی از ارزش غذایی این مواد خوراکی و دارا بودن مواد ضد تغذیه‌ای به طور محدود در تغذیه دام کشور مورد استفاه قرار می‌گیرد. در حالی که مطالعات انجام گرفته نشان دهنده آن است که این بقولات با داشتن ارزش غذایی بالا می‌توانند جایگزین بخشی از مکمل‌های پروتئین گیاهی مورد استفاده در تغذیه نشخوارکنندگان شوند (رضایزدی و همکاران ۱۳۸۷، محسنی و همکاران ۱۳۸۷ و وایت و همکاران ۲۰۰۲).

بعد از کمبود خوراک عامل اصلی کاهش بازده خوراک و عملکرد حیوان، تنظیم نبودن جیره‌های غذایی بر حسب نیاز حیوان است. لذا برای تغذیه صحیح در درجه اول بایستی ترکیب شیمیایی و اجزا مواد مغذی خوراک-ها را بشناسیم و بعد قابلیت هضم یا قابلیت استفاده از مواد مغذی خوراک‌ها را شناسایی کنیم (نیکخواه و مهدوی ۱۳۸۵). به دلیل دشواری، و هزینه و زمان‌بر بودن تعیین قابلیت هضم با استفاده از حیوان زنده و همچنین وجود منابع خطا ناشی از تعیین نرخ جریان شیرابه هضمی توسط نشانگرها، مشارکت منابع متابولیکی در مدفوع (*in vivo*) و نیز تنوع در داخل (اثر زمان) و بین حیوانات (در روش *in situ*) روش‌های آزمایشگاهی زیادی برای تخمین قابلیت هضم و نرخ تخمیر میکروبی مواد خوراکی (در شکمبه یا روده) و بررسی پاسخ آنها به عوامل مختلف گسترش یافته است (لوپز و همکاران ۲۰۰۷ و دانش مسگران ۱۳۸۸). روش تولید گاز منک و همکاران (۱۹۷۹) به طور گسترده‌ای برای ارزیابی ارزش غذایی مواد خوراکی، بررسی مکانیزم تخمیر میکروبی و نحوه‌ی عمل مواد ضد تغذیه‌ای، افزودنی‌ها و مکمل‌ها (لوپز و همکاران، ۲۰۰۷) بکار می‌رود. هدف از انجام این تحقیق تعیین و مقایسه ترکیبات شیمیایی و تولید گاز، قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسم دانه ماشک، خلر و گاودانه کشت شده در شرایط استان اردبیل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آنالیز شیمیایی: ترکیبات شیمیایی خوراک آزمایشی شامل ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام، چربی خام، کلسیم و فسفر با روش‌های پیشنهادی AOAC (۲۰۰۵) و میزان ADF و NDF با روش ون سوست (۱۹۹٤) تعیین شد.

تعیین قابلیت هضم به روش تلی و تری: قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در ۳ تکرار برای هر نمونه با استفاده از مایع شکمبه، اسید کلریدریک و پپسین طبق روش تیلی و تری (۱۹٦۳) اندازه‌گیری شد. برای این منظور مایع شکمبه ازگاو بومی تهیه و به نسبت ۱ به ٤ با بزاق مصنوعی مخلوط شد. نیم گرم نمونه خشک در محلول فوق به مدت ٤۸ ساعت در شرایط بی‌هوازی و دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون گردید و سپس به مدت ٤۸ ساعت دیگر در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد در معرض اسید کلریدیریک و پپسین تحت هضم قرار گرفت. سپس نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن شماره ٤۲ بدون خاکستر، صاف، خشک و وزن شدند. ماده آلی مواد باقیمانده با قرار دادن در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤ ساعت و تعیین خاکستر، اندازه-گیری شد. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک با فرمول قابلیت هضم تعیین شد. از دو رابطه زیر در محاسبه انرژی قابل هضم و انرژی

Archive of SID

www.SID.ir

قابل متابولیسم دانه ماشک، خلر و گاودانه بر حسب مگاژول در کیلوگرم استفاده شد (تیلی و تری ۱۹۶۳).

DE=0.019 DOMD (۱ ME=0.0157 DOMD (۲

DE: انرژی قابل هضم بر حسب مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک

ME: انرژی قابل متابولیسم بر حسب مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک

DOMD: نتایج حاصل از قابلیت هضم ماده‌آلی در ماده خشک مواد خوراکی از روش تلی و تری بر حسب گرم در کیلوگرم ماده خشک

اندازه‌گیری میزان گاز تولیدی: برای اندازه‌گیری گاز تولیدی از روش منک و همکاران (۱۹۷۹) استفاده شد. بعد از آسیاب با غربال یک میلی‌متری مقدار (۲±) ۲۱۳ میلی‌گرم از هر نمونه در داخل سرنگ‌های شیشه ای مدرج مخصوص با قطر داخلی ۳۲ و طول ۲۰۰ میلی‌متر و با حجم ۱۵۰ میلی‌لیتر قرار داده شد. برای هر نمونه ماده خوراکی ۳ تکرار (سرنگ) در نظر گرفته شد. شیرابه شکمبه حدود یک ساعت قبل از تغذیه صبح از دو رأس گاو تالشی از طریق فیستولای شکمبه‌ای جمع آوری و با پارچه چهار لایه مخصوص پنیرسازی صاف گردیده و در فلاسک محتوی گاز کربنیک به آزمایشگاه منتقل شد. مایع شکمبه صاف شده و تازه و محیط کشت تهیه شده مطابق روش منک و همکاران (۱۹۷۹) و روش تصحیح شده منک و استینگس (۱۹۸۸) به نسبت‌های ۱ (مایع شکمبه) به ۲ (محیط کشت) با هم مخلوط شد، در حالی که جریان گاز کربنیک به داخل مخلوط ادامه داشت. با استفاده از پیپت مخصوص مقدار ۳۰ میلی لیتر از مخلوط مایع شکمبه و محیط کشت در داخل هر سرنگ حاوی نمونه ریخته شد و سپس سرنگ‌ها در دستگاه انکوباتور (۳۹ درجه سانتی‌گراد) که با سرعت یک دور در دقیقه برای مخلوط کردن مداوم محتویات سرنگ‌ها می‌چرخید، قرار داده شد. برای حذف خطای ناشی از گاز تولیدی در اثر عمل میکروارگانیسم‌ها روی مواد خوراکی موجود در مایع شکمبه از نمونه‌های شاهد (بدون اضافه کردن ماده خوراکی و حاوی ۳۰ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی) استفاده شد. برای هر ۳ تکرار یک عدد سرنگ شاهد قرار داده شد و گاز تولیدی سرنگ‌های اصلی حاوی نمونه خوراکی تصحیح گردید. در زمان-های ۲، ٤، ٦، ٨، ١٢، ٢٤، ٤٨، ٧٢ و ٩٦ ساعت پس از قرار دادن سرنگ‌ها در انکوباتور، موقعیت پیستون و میزان گاز تولیدی قرائت و ثبت گردید. حجم گاز تولیدی بر اساس وزن نمونه خوراک در هر زمان با استفاده از رابطه‌ی $V= (200\times(Vt-Vb))/ W$ تصحیح گردید که در این رابطه، V حجم گاز تصحیح شده (میلی لیتر) به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه خوراک، Vt حجم گاز تولیدی در سرنگ‌های حاوی نمونه خوراک (میلی‌لیتر)، Vb حجم گاز تولیدی در سرنگ‌های فاقد نمونه خوراک (میلی‌لیتر)، W وزن ماده خشک نمونه خوراک (میلی-گرم) می‌باشد. مقدار اسیدهای چرب زنجیره کوتاه، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم با استفاده از رابطه‌های مربوطه برآورد شد (منک و استینگس، ۱۹۸۸؛ پایا و همکاران، ۲۰۰۷). برای تعیین فراسنجه‌های تخمیر یا تولید گاز مواد خوراکی از معادله ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد: $P=a+b(1-e^{-c(t-Lt)})$ که در آن، a میزان تولید گاز بخش محلول (میلی لیتر)، b بخش نامحلول ولی قابل تخمیر (میلی لیتر)، c نرخ تولید گاز (میلی لیتر بر ساعت) و t زمان انکوباسیون (ساعت) است که با استفاده از نرم افزار fitcurve محاسبه گردید.

اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی مول) = ۰/۰۲۲۲ Gas − ۰/۰۰٤۲۵

ME = ۱/۰٦ + ۰/۱۵۷ GP + ۰/۰۰۸CP + ۰/۰۰۲۲EE + ۰/۰۰۸۱Ash

OMD(٪) = ۹ + ۰/۹۹۱ GP + ۰/۰۵۹۵ CP + ۰/۰۱۸۱Ash

Archive of SID

www.SID.ir

(٪) DOMD = OM (۹ + ۰/۹۹۱ GP + ۰/۰۵۹۵ CP + ۰/۰۱۸۱Ash)

ME = انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم)

OMD = قابلیت هضم ماده آلی

DOMD = قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک

CP = پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

OM = ماده آلی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

Ash = خاکستر (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

EE = چربی خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

Gas = تولید گاز (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک در ۲٤ ساعت تخمیر پایه) (منک و استینگس ۱۹۸۸).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: داده‌های حاصل از روش تولید گاز در قالب طرح اندازه‌گیری‌های مکرر با استفاده از نرم افزارSAS با رویه Mixed با ۳ تیمار و ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. مدل مورد استفاده در این رویه یک مدل مختلط شامل اثر تیمار (ماده خوراکی)، اثر زمان انکوباسیون و اثر متقابل بین تیمار و زمان به عنوان اثرات ثابت و اثر تکرار درون هر تیمار به عنوان اثر تصادفی بود. مقایسه میانگین‌ها به روش میانگین حداقل مربعات (**LSMEAN**) انجام شد. مدل آماری مورد استفاده بدین صورت بود:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{k(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

μ = میانگین کل، α_i = اثر تیمار iام، β_j = اثر زمان jام،

$\alpha\beta_{ij}$ = اثر متقابل تیمار iام و زمان jام،

$\varepsilon_{k(i)}$ = خطای تصادفی حاصل از تکرار در داخل تیمار

ε_{ijk} = خطای تصادفی حاصل از تیمار iام در زمان jام در سرنگ (واحد ازمایشی) k، یا واریانس بین اندازه‌گیری‌های واحدهای آزمایشی.

تجزیه آماری سایر داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS رویه ANOVA و مقایسه میانگین آنها با آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱ ترکیبات شیمیایی دانه ماشک، خلر و گاودانه را نشان می‌دهد. میزان خاکسترخام دانه خلر(۵/۳۱٪) بطور معنی‌داری بیشتر از دانه ماشک (۳/۸۳٪) و دانه گاودانه (۳/۲۵ ٪) بود (P<۰/۰۵). دانه ماشک با پروتئین خام ۲۹/۳٤٪ نسبت به دانه خلر و گاودانه به ترتیب با ۲۷/۲۳٪ و ۲۳/۸۹٪ بیشترین مقدار را داشت. میزان کلسیم دانه خلر (۰/۲٤٦٪) بطور معنی‌داری از دانه ماشک ۰/۱۳۳٪ و دانه گاودانه ۰/۱۱۵٪ بیشتر بود. میزان فسفر دانه ماشک بیشتر از بقیه مواد خوراکی ۰/۲۰٦٪ بود. این مقدار برای دانه گاودانه و دانه خلر به ترتیب ۰/۱٦۰ و ۰/۱۳٦ ٪ بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقایسه میانگین ماده خشک و ترکیبات شیمیایی دانه ماشک، خلر و گاودانه (درصد در ماده خشک).

	ترکیبات شیمیایی							
ماده خوراکی	ماده خشک	خاکستر	پروتئین خام	چربی خام	ADF	NDF	کلسیم	فسفر
دانه ماشک	۸۸/۶۹^{a} ±۰/۲۵	۳/۸۳^{b} ±۰/۲۸	۲۹/۳٤^{a} ±۰/۵۷	۱/۲۵^{a} ±۰/۲۵	۹/٤۳^{a} ±۰/۹۸	۳٦/٦۳^{a} ± ٤/٦۳	۰/۱۳۳^{b} ±۰/۰۰۳	۰/۲۰٦^{a} ±۰/۰۲۸
دانه خلر	۸۹/۳٦^{a} ±۰/۲٦	۵/۳۱^{a} ±۰/۲۱	۲۸/۲۳^{a} ±۰/۰۷	۱/٤۱^{a} ±۰/۰۸	۹/۸^{a} ±۰/۱۱	۳۱/۳۵^{a} ±۱/۲۱	۰/۲٤٦^{a} ±۰/۰۰٤	۰/۱۳٦^{b} ±۰/۰۲۵
دانه گاودانه	۸۹/۳۸^{a} ±۰/۳۲	۳/۲۵^{b} ±۰/۱۰۳	۲۳/۸۹^{b} ±۰/۱۵	۱/۰۸^{a} ±۰/۰۸	۸/۱۰^{a} ±۰/٤۵	۳۱/۱۲^{a} ±۰/۸۱	۰/۱۱۵^{c} ±۰/۰۰۵	۰/۱٦۰^{a} ± ۰/۰۱۵

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (**P**<۰/۰۵)

NDF : الیاف نامحلول در شوینده خنثی **ADF** : الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی

داده‌های حاصل از این بررسی در مورد میزان خاکستر، چربی خام، پروتئین خام دانه ماشک مشابه نتایج محسنی و همکاران (۱۳۸۷) می‌باشد. میزان پروتئین خام، خاکستر و چربی خام دانه خلر با گزارشات یان و همکاران (۲۰۰٦) مطابقت دارد. از نظر مقدار ماده خشک، چربی خام و پروتئین خام دانه گاودانه نتایج این تحقیق مشابه با مقادیر گزارش رضا یزدی و همکاران (۱۳۸۷) بوده ولی میزان ADF، NDF بیشتر از نتایج آنها می‌باشد (NDF ۹/۵ و ADF ۳/۷ درصد). عبدالله و همکاران (۲۰۱۰) میزان ماده خشک ۹۰/۷٪، پروتئین خام ۲۳/۱٪، چربی خام ۵/٦۹٪، ADF ٦/۹٪ و NDF را ۲۱/۳٪ را برای دانه گاودانه گزارش کرده‌اند، که میزان ماده خشک و پروتئین خام مشابه با نتایج این تحقیق می‌باشد. تفاوت در ترکیبات شیمیایی دانه‌های مورد آزمایش با نتایج سایر محققین احتمالاً بدلیل تفاوت در شرایط محیطی، نوع خاک، واریته و عملیات کشاورزی انجام شده باشد (خانوم و همکاران ۲۰۰۷).

میزان قابلیت هضم و انرژی برآوردی حاصل از آزمایش تلی و تری دانه ماشک، خلر و گاودانه در جدول ۲ درج شده است. طبق این جدول میزان قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، ماده آلی در ماده خشک (برحسب درصد)، انرژی خام، انرژی قابل هضم و قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم) دانه گاودانه و دانه خلر بطور معنی‌داری (P<۰/۰۵) از میزان بدست آمده برای دانه ماشک بیشتر بود.

قابلیت هضم خوراک در درجه اول به ترکیبات آن به ویژه الیاف بستگی دارد و دانه ماشک به دلیل داشتن میزان NDF بیشتر انرژی قابلیت هضم و متابولیسم کمتری را نشان داد.

علی عربی (۱۳۷٦) میزان قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم ماده آلی گاودانه منطقه همدان را به ترتیب۸۵/۱۳ و ۸۰/۹۰ درصد گزارش نمود. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد ضرایب فوق مشابه نتایج این آزمایش است. رضا یزدی و همکاران (۱۳۸۷) میزان انرژی خام و انرژی قابل متابولیسم (با روش *In vivo*) دانه گاودانه را به ترتیب ۱۸/۳۲ و ۱۱/۷۳ مگاژول بر کیلوگرم گزارش کردند، نیومارک (۱۹۷۰) میزان انرژی قابل متابولیسم دانه ماشک را با استفاده از حیوان زنده ۱٤/۱۵ مگاژول بر کیلوگرم گزارش کرده است. در تحقیق طباطبایی و همکاران (۱۳۷۸) قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی با استفاده از روش *In vivo* برای دانه ماشک، به ترتیب ۹۰/۰۲ و۹٤/٦۷ درصد و برای دانه گاودانه به ترتیب ۸۰/۲۲ و ۸۲/۷۸ درصد به دست آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد مقادیر دو مورد

Archive of SID

www.SID.ir

مذکور از میزان نتایج این آزمایش بیشتر می‌باشد. اغلب موارد میزان قابلیت هضم بدست آمده با روش *In vivo* بیشتر از روش *In vitro* است. زیرا فرآیند هضم در دستگاه گوارش حیوان زنده می‌تواند در لوله گوارش تداوم داشته باشد ولی در روش آزمایشگاهی تلی و تری چنین نیست. همچنین در این روش تنها از یک آنزیم استفاده می‌شود در حالی که در بدن دام از چندین آنزیم استفاده می‌گردد و بنابراین، چنین تفاوت-هایی دور از انتظار نیست.

جدول ۲- قابلیت هضم (درصد) به روش تلی و تری و میزان انرژی (مگاژول بر کیلوگرم) دانه ماشک، خلر و گاودانه.

ماده خوراکی	DMD	OMD	DOMD	GE	DE	ME
دانه ماشک	۷۱/۸۶^{b} ± ۲/۲۰	۷۲/۱۸^{b} ± ۲/۹۸	٦۷/۳۳^{b} ± ٤/۷٦	۱۷/۲۳^{b} ± ۰/۰۹	۱۲/۷۹^{b} ± ۰/۹۰	۱۰/۵۷^{b} ± ۰/۷٤
دانه خلر	۸۳/۰٦^{a} ± ۱/٦۱	۸۷/٦۰^{a} ± ۲/٤۸	۸۲/۹٦^{a} ± ۳/۷۰	۱۸/۱۷^{a} ± ۰/۱۵	۱۵/۷٦^{a} ± ۰/۳۸	۱۳/۰۲^{a} ± ۰/۳۱
دانه گاودانه	۸٤/۹۳^{a} ± ۱/۳۵	۸٦/۹۰^{a} ± ۰/۷۲	۸٤/۰۵^{a} ± ۰/۷٦	۱۷/۸۲^{a} ± ۰/٤۱	۱۵/۹۷^{a} ± ۰/۱٤	۱۳/۱۹^{a} ± ۰/۱۲

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (**P**<۰/۰۵)

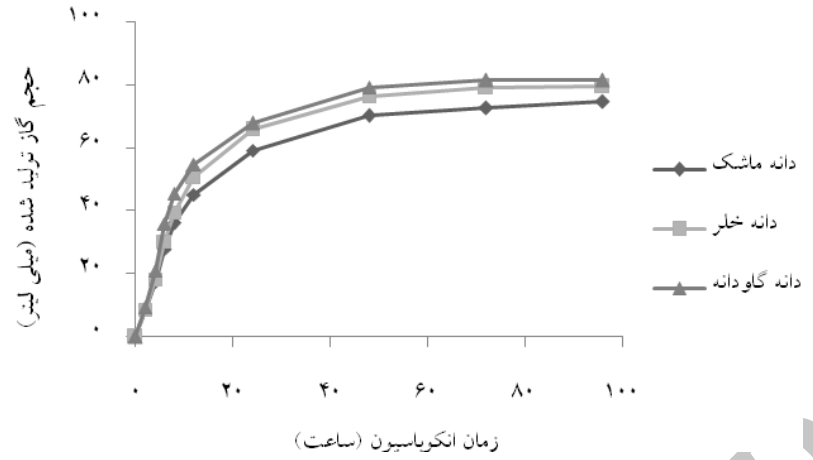
DMD: قابلیت هضم ماده خشک **OMD** : قابلیت هضم ماده آلی **DOMD** : قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک **GE** : انرژی خام

DE: انرژی قابل هضم **ME**: انرژی قابل متابولیسم

داده‌های مربوط به تولید گاز حاصل از تخمیر دانه ماشک، دانه خلر و دانه گاودانه در زمان‌های ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت پس از انکوباسیون در جدول ۳ گزارش شده است. در تمام زمان‌ها به جز در ساعت ۲ پس از انکوباسیون میزان گاز تولیدی نمونه-های خوراک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری(P<۰/۰۰۱) داشت. مقایسه الگوی گاز تولید شده (میلی‌لیتر) به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک این مواد خوراکی نشان دهنده‌ی تولید گاز بیشتر دانه گاودانه در مقایسه با دانه ماشک و دانه خلر می‌باشد و به طور کلی با افزایش زمان انکوباسیون میزان گاز تولیدی هر سه تیمار افزایش یافت (شکل ۱). در ساعت ٤ پس از انکوباسیون به طور متوسط ۲۱/۲۱ میلی‌لیتر گاز از تخمیر دانه گاودانه، حاصل شد در صورتی که در همین مدت گاز حاصل از تخمیر دانه خلر و دانه ماشک به ترتیب ۱۸/۳۲ و ۱۷/٤۱ میلی‌لیتر بود (P<۰/۰۰۱). در ساعت ۸ پس از انکوباسیون ٤۵/٦۲ میلی‌لیتر از دانه گاودانه و به ترتیب ۳۹/۵٦ و ۳٦/۱٦ میلی‌لیتر از دانه خلر و دانه ماشک گاز حاصل شد که نشان دهنده‌ی تفاوت بیشتر در نرخ گاز تولیدی بین این مواد خوراکی است. این تفاوت در نرخ تخمیر در بین تیمارها در زمان‌های بعدی نیز مشاهده شد به طوری که در ۲٤ ساعت این مقادیر به ٦۷/۸۷، ٦۵/۸۵ و ۵۹/۲۰ میلی‌لیتر رسید. در زمان‌های ۷۲ و ۹٦ ساعت پس از انکوباسیون اگر چه باز میزان گاز تولیدی دانه گاودانه (۸۱/٤۵ و ۸۱/۵۱ میلی‌لیتر) بیشتر بود ولی اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۰۱) با گاز تولیدی دانه خلر در این زمان‌ها نداشت.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- میزان و الگوی تولید گاز دانه ماشک، خلر و گاودانه در زمان‌های مختلف انکوباسیون (به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)

جدول ۳- میانگین حداقل مربعات و خطای استاندارد گاز تولیدی (میلی لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه) دانه ماشک، خلر و گاودانه.

زمان(ساعت) / تیمار	۲	٤	٦	۸	۱۲	۲٤	٤۸	۷۲	۹٦
دانه ماشک	۸/۵۷^{a}	۱۷/٤۱^{b}	۲۷/۹۱^{b}	۳٦/۱٦^{c}	٤۵/۱٦^{c}	۵۹/۲۰^{b}	۷۰/۲۸^{c}	۷۲/۷٤^{b}	۷٤/٦۳^{b}
دانه خلر	۸/۵٦^{a}	۱۸/۳۲^{b}	۳۰/۲۲^{b}	۳۹/۵٦^{b}	۵۰/۹۰^{b}	٦۵/۸۵^{a}	۷٦/۳۷^{b}	۷۹/۱٤^{a}	۷۹/٤٤^{a}
دانه گاودانه	۹/٤۸^{a}	۲۱/۲۱^{a}	۳۵/۸۵^{a}	٤۵/٦۳^{a}	۵٤/۷٤^{a}	٦۷/۸۷^{a}	۷۹/۲٤^{a}	۸۱/٤۵^{a}	۸۱/۵۱^{a}
خطای استاندارد						۰/۷۰۲۹			

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (**P<۰/۰۰۱**).

منک و استینگس (۱۹۸۸) گزارش نمودند وقتی که از روش تولید گاز برای تعیین خصوصیات هضمی مواد خوراکی استفاده می‌شود فرض بر این است که گاز تولیدی تحت تأثیر هیچ عامل دیگری جز ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی خوراک قرار نمی‌گیرد. هنگامی که یک ماده خوراکی با مایع شکمبه دارای بافر در شرایط آزمایشگاهی انکوباسیون می‌شود، کربوهیدرات‌ها به اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، گاز (عمدتاً دی اکسید کربن و متان) تخمیر می‌گردند. تولید گاز حاصل از پروتئین در مقایسه با کربوهیدرات‌ها نسبتاً اندک است. همچنین سهم چربی نیز در تولید گاز قابل صرف نظر می‌باشد (دانش مسگران ۱۳۸۸). احتمالاً یکی از علل کمتر بودن میزان گاز تولیدی دانه ماشک در مقایسه با دانه خلر و دانه گاودانه به بالاتر بودن میزان پروتئین خام و دیواره سلولی آن برمی‌گردد. بالاتر بودن میران گاز تولیدی دانه گاودانه نسیت به دانه ماشک و خلر در تمام زمان‌های انکوباسیون ناشی از کمتر بودن میزان ADF و NDF آن می‌باشد که این مطابق با گزارش ماهالا و همکاران (۲۰۰۷) می‌باشد که در مقایسه گاز تولیدی برگ و دانه تعدادی از خوارک‌ها بیان کردند که مهمترین عامل تأثیرگذار بر بیشتر بودن میزان گاز تولید دانه‌ها بر برگ‌ها کمتر بودن میزان ADF و NDF آنها می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه فراسنجه‌های تولید گاز دانه ماشک، خلر و گاودانه.

ماده خوراکی	فراسنجه‌های تولید گاز					
	a	b	c	(a+b)	۱۰۰-(a+b)	L.T
دانه ماشک	-۲/۲۵^{a} ± ۰/۳۴۹	۷۴/۴۲^{b} ± ۱/۴۳۷	۰/۰۸۳^{c} ± ۰/۰۰۰۹	۷۲/۱۷^{b} ± ۱/۱۸۸	۲۷/۸۲^{a} ±۱/۱۳	۰/۳۶۶^{b} ± ۰/۰۶۶
دانه خلر	-۵/۱۶^{b} ± ۰/۳۰۰	۸۳/۴۸^{a} ± ۰/۳۰۷	۰/۰۸۹^{b} ± ۰/۰۰۰۶	۷۸/۳۱^{a} ± ۰/۰۹۹	۲۱/۶۸^{b} ±۰/۱۰	۰/۷۰^{a} ±۰/۰۵۷
دانه گاودانه	-۵/۷۵^{b} ± ۰/۸۳۸	۸۵/۷۵^{a} ± ۱/۳۹۸	۰/۱۰۳^{a} ± ۰/۰۰۰۱	۸۰/۰۰^{a} ± ۰/۶۹۹	۱۹/۹۹^{b} ± ۰/۶۹	۰/۶۶^{a} ±۰/۰۸۸

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (**P<۰/۰۵**)

a: بخش محلول (میلی‌لیتر) **b**: بخش نامحلول اما قابل تخمیر (میلی‌لیتر)

c: ثابت نرخ تولید گاز (بر حسب میلی‌لیتر بر ساعت)

(a+b) : پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر) **L.T** : فاز تأخیر(ساعت)

گاز تولیدی در روش تولید گاز یا گازی است که مستقیماً تولید می‌گردد (دی اکسید کربن و متان) و یا به‌طور غیر مستقیم به‌واسطه بافر شدن اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (دی اکسید کربن حاصل از بافر بی-کربنات) تولید می‌گردد. در خوراک‌هایی که نسبت مولی اسید پروپیونیک بالا است (کنسانتره‌هایی مانند دانه ماشک، خلر و گاودانه) میزان تولید گاز از دی اکسید کربن حاصل از بی‌کربنات به ۶۰ درصد می‌رسد. هر میلی مول از اسیدهای چرب کوتاه زنجیر حاصله از تخمیر۱/۰ – ۰/۸ میلی مول دی اکسید کربن از مایع شکمبه حاوی بافر تولید می‌کند، که این میزان به مقدار بافر فسفات موجود بستگی دارد. همبستگی زیادی بین اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و تولید گاز وجود دارد (دانش‌مسگران ۱۳۸۸ و پرند و تقی زاده ۱۳۸۹). گاز عمدتاً هنگامی که ماده خوراکی به اسید استیک و بوتیریک تخمیر می‌شود، تولید می‌گردد. موادی که تنها به اسید پروپیونیک تخمیر می‌شوند، تنها به صورت غیر مستقیم و از طریق بافر شدن اسید پروپیونیک گاز تولید می‌نمایند. در نتیجه گاز کمتری از تخمیر ماده خوراکی به اسید پروپیونیک تولید می‌گردد (دانش‌مسگران ۱۳۸۸).

در جدول ٤ فراسنجه‌های تخمیر یا تولید گاز نشان داده شده است. گاز تولیدی حاصل از بخش محلول (a) دانه ماشک (۲/۲۵- میلی‌لیتر) بطور معنی‌داری از دانه خلر و دانه گاودانه (به ترتیب ۵/۱۶- و ۵/۷۵- میلی‌لیتر) بیشتر بود (P<۰/۰۵). دانه گاودانه بالاترین مقدار بخش نا-محلول اما قابل تخمیر با میزان ۸۵/۷۵ میلی‌لیتر در مقایسه با دانه ماشک (۸۳/٤۸ میلی‌لیتر) و دانه خلر (۷٤/٤۲ میلی‌لیتر) داشت. بخش قابل تجزیه یا پتانسیل تولید گاز با مقدار ۸۰ میلی‌لیتر و نیز نرخ ثابت گاز تولیدی با میزان ۰/۱۰۳ میلی لیتر بر ساعت مربوط به دانه گاودانه نسبت به دیگر مواد خوراکی بالاترین بود. فاز تأخیر مشاهده شده برای دانه خلر (۰/۷ ساعت) اگرچه بالاترین مقدار بود اما با میزان به دست آمده برای دانه گاودانه (۰/٦٦ ساعت) اختلاف معنی‌داری (P>۰/۰۵) نداشت. احتمالاً فاز تأخیر ببیشتر دانه خلر به دلیل پوسته سخت‌تر آن نسبت به دیگر دانه‌های مورد آزمایش می‌باشد که زمان زیادی طول می‌کشد که میکروارگانیسم‌ها شروع به جسبیدن و تجزیه آن نمایند. دانه ماشک (۰/۳٦ ساعت) کمترین زمان فاز تأخیر را داشت. تفاوت در میزان فراسنجه‌های تخمیر به دست آمده برای مواد خوراکی مورد آزمایش ناشی از تفاوت

Archive of SID

www.SID.ir

در ترکیب شیمیایی آنها می‌باشد. به نظر می‌رسد بالاتر بودن بخش محلول یا سریع تجزیه دانه ماشک مربوط به بالاتر بودن میزان پروتئین خام آن (۲۹/۳٤٪) در مقایسه با دانه خلر (۲۸/۳۲٪) و دانه گاودانه (۲۳/۸۹٪) باشد که مطابق با گزارشات پایا و همکاران (۲۰۰۷) و ماهالا و همکاران (۲۰۰۷) می‌باشد. پروتئین موجود در لگوم‌ها تجزیه پذیری بالایی دارد. این مطلب همچنین دلیلی برای کوتاه‌تر بودن فاز تأخیر دانه ماشک نسبت به دانه خلر و گاودانه نیز می‌باشد. بالا بودن بخش نا-محلول اما قابل تخمیر دانه گاودانه ناشی از کمتر بودن میزان ADF و بخصوص NDF آن در مقایسه با دانه ماشک و دانه خلر است، ماهالا و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که ADF و NDF، کربوهیدارت‌هایی که توسط میکروب‌های شکمبه به آهستگی هضم می‌شوند، میزان و نرخ تولید گاز را کاهش می‌دهد. نرخ ثابت گاز تولیدی نشان دهنده‌ی نرخ گاز تولید شده طی زمان انکوباسیون است که میزان گاز بالای گزارش شده برای دانه گاودانه در بخش قبلی تأییدی بر بالا بودن این بخش در دانه گاودانه نسبت به دانه ماشک و دانه خلر است (شکل۱).

جدول ۵- اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم تخمینی دانه ماشک، خلر و گاودانه با روش تولید گاز

مواد خوراکی	اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول)	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم)	قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	قابلیت هضم ماده آلی درماده خشک (درصد)
دانه ماشک	۱/۳۱۳^{c} ± ۰/۰۱۲	۱۰/۳۵^{c} ± ۰/۰۹	٦٧/٦٨^{c} ±۰/۵۷	٦٧/۰٧^{c} ± ۰/۰۵
دانه خلر	۱/٤٦۱^{b} ± ۰/۰۰٤	۱۱/٤۰^{b} ± ۰/۰۳	٧٤/٢٨^{b} ± ۰/٢۱	٧۰/٣٢^{b} ± ۰/۱۹
دانه گاودانه	۱/۵۰٦^{a} ± ۰/۰۱۳	۱۱/٧٢^{a} ± ۰/۱	٧٦/٢٧^{a} ± ۰/٦٢	٧٣/٧٩^{a} ± ۰/۵۹

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (**P<۰/۰۵**)

در جدول ۵ میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم برآوردی دانه ماشک، خلر و گاودانه با روش تولید گاز ارائه شده است. میزان اسید چرب کوتاه زنجیر دانه گاودانه (۱/۵۰٦ میلی‌مول) در مقایسه با دانه خلر (۱/٤٦۱ میلی‌مول) و دانه ماشک (۱/۳۱۳ میلی‌مول) بیشتر بود (P<۰/۰۵). انرژی قابل متابولیسم دانه گاودانه (۱۱/۷۲) مگاژول بر کیلوگرم) بالاتر از دانه خلر (۱۱/٤ مگاژول بر کیلوگرم) و دانه ماشک (۱۰/۳٤ مگاژول بر کیلوگرم) برآورد شد. قابلیت هضم ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک دانه گاودانه (به ترتیب ٧٦/٢٧ و ٧٣/٧٩ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از دیگر مواد خوراکی بود (P<۰/۰۵). روابط رگرسیونی، خواص فیزیکی متفاوت خوراک‌ها را در شکمبه و همچنین تفاوت‌های هضمی در قسمت‌های پایین‌تر دستگاه گوارش را در نظر نمی‌گیرند، از این رو تکیه بر اعداد حاصل از روابط رگرسیونی بدون در نظر گرفتن شرایط خاص هر خوراک و در هر زمان لزوماً به بهترین نخواهد انجامید. همچنین خطای موجود در برآورد تجزیه تقریبی خوراک باعث اریب بودن اعداد حاصل از فرمول‌های مذکور خواهد شد. به نظر می‌رسد با افزایش میزان ماده آلی قابل تخمیر، میزان انرژی قابل متابولیسم و به تبع آن میزان کل اسیدهای چرب افزایش می‌یابد. نسبت اسیدهای چرب فرار مختلف تولید شده در شکمبه نشخوارکنندگان نقش تعیین کننده‌ای در خصوصیات تولیدی دارد. تصور بر این است که تولید اسیدهای چرب گلوکوژنیک باعث افزایش تولید شیر و تولید اسیدهای چرب لیپوژنیک باعث افزایش چربی شیر

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود. روابط رگرسیونی تنها میزان کل اسیدهای چرب فرار را برآورد می‌کند (پرند و تقی زاده ۱۳۸۹). انرژی قابل متابولیسم یک خوراک نشان دهنده بخشی از انرژی خوراک است که توسط حیوان مورد استفاده قرار می‌گیرد. قابلیت هضم ماده آلی قسمتی از ماده آلی خوراک است که در دستگاه گوارش هضم می‌شود (پایا و همکاران ۲۰۰۷) میزان تفاوت در انرژی قابل متابولیسم خوراک‌های مختلف منعکس کننده تفاوت در میزان کربوهیدرات‌های قابل تخمیر و نیتروژن قابل دسترس آنها می‌باشد (خانوم و همکاران، ۲۰۰۷). اختلاف بین میزان گاز تولیدی تیمارهای مورد نظر به دلیل تفاوت در تولید میزان اسیدهای چرب فرار است. تحقیقات زیادی همبستگی بالایی را بین گاز تولید شده از سوبسترا و اسید چرب کوتاه زنجیر تولید شده گزارش کرده‌اند، کربوهیدرات‌های سریع‌الهضم طی تخمیر نسبت به استات، پروپیونات بیشتری را تولید می‌کنند و زمانی‌که کربوهیدرات‌های کند هضم تخمیر می‌شوند برعکس آن رخ می‌دهد (قورباز، ۲۰۰۷؛ گتاچو و همکاران ۲۰۰٤). منک و استنگس (۱۹۸۸) گزارش کردند که همبستگی بالای بین میزان انرژی قابل متابولیسم و گاز تولید شده در ۲٤ ساعت و ترکیب شیمیایی مواد خوراکی وجود دارد. که در این تحقیق نیز دانه گاودانه میزان گاز تولیدی در ۲٤ ساعت پس از انکوباسیون و در نتیجه انرژی قابل متابولیسم بیشتری را در مقایسه با دانه ماشک و خلر داشت. به طور کلی وجود تفاوت‌های معنی‌دار بین ترکیبات شیمیایی، قابلیت هضم و میزان تولید گاز دانه ماشک، دانه خلر و دانه گاودانه باعث اختلاف در فراسنجه‌های تجزیه پذیری، اسیدهای چرب فرار، انرژی قابل متابولیسم و در کل ارزش غذایی آنها شد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان نمود که که دانه ماشک، خلر و گاودانه به عنوان یک ماده خوراکی با پروتئین خام متوسط، قابلیت هضم و تجزیه پذیری بالا ماده غذایی مناسبی برای نشخوار کنندگان می‌باشد و دانه گاودانه به دلیل میزان تولید گاز و قابلیت هضم بالاتر نسبت به ماشک و خلر ارزش غذایی بالاتری را داشت.

نتیجه گیری:

بین ترکیبات شیمایی، قابلیت هضم و میزان تولید گاز دانه ماشک، دانه خلر و دانه گاودانه تفاوت‌های معنی-داری وجود داشت که باعث تفاوت در فراسنجه‌های تجزیه پذیری، اسیدهای چرب فرار، انرژی قابل متابولیسم و در کل ارزش غذایی آنها شده بود. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان نمود که دانه ماشک، خلر و گاودانه به عنوان یک ماده خوراکی با پروتئین خام متوسط، قابلیت هضم و تجزیه پذیری بالا خوارک مناسبی برای نشخوار کنندگان می‌باشد و دانه گاودانه به دلیل میزان تولید گاز و قابلیت هضم بالاتر نسبت به ماشک و خلر ارزش غذایی بالاتری را داشت.

منابع مورد استفاده

امینی ج، رزاق زاده س و محسن پور آذری ع، ۱۳۸۰. بررسی امکان جایگزینی سنگنک به جای سویا در تغذیه جوجه‌های گوشتی. صفحه‌های ۲۳۹ تا ۲٤۳ مجموعه مقالات سومین سمینار پژوهشی تغذیه دام و طیور. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.

پرند ا و تقی زاده ا، ۱۳۸۹. بررسی قابلیت هضم دانه جو فرآوری شده با روش‌های مختلف با استفاده از روش تولید گاز و دو منبع آنزیم میکروبی. مجله پژوهش‌های علوم دامی، جلد چهارم، ۲۰ شماره ۲.

Archive of SID

www.SID.ir

دانش‌مسگران م، ۱۳۸۸. روش‌های نوین برون تنی *in vitro* در پژوهش‌های علوم دامی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۹۱ صفحه.

رضا یزدی ک، دهقان بنادکی م و سیف دواتی ج، ۱۳۸۷. تعیین ترکیبات شیمیایی، قابلیت هضم، تجزیه‌پذیری و انرژی قابل متابولیسم گاودانه (*vicia ervilia*) در تغذیه گوسفند. سومین کنگره علوم دامی کشور. ۳ صفحه. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

طباطبایی م م، علی عربی ح، کفیل زاده ف و کیانی ن، ۱۳۷۸. تعیین ارزش غذایی ماشک و گاودانه به روش *in vivo* . صفحه‌های ۱۹۷ تا ۲۰۲. .مجموعه مقالات دومین سمینار پژوهشی تغذیه دام و طیور کشور. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.

علی عربی ح، ۱۳۷٦. تعیین ارزش غذایی دانه و علوفه گاودانه استان همدان به روش‌های *in vivo* و *in vitro*. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

محسنی ا س، طباطبایی م م، علی عربی ح، حاتمی ع و افروزی س، ۱۳۸۷. گوارش پذیری مواد مغذی حاوی سطوح مختلف دانه ماشک. ۳ صفحه. سومین کنگره علوم دامی کشور. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

نیکخواه ع، و مهدوی ع، ۱۳۸۵. مقایسه روش کیسه نایلونی(*in situ*) و روش آزمون گاز در تعیین ارزش غذایی مواد خوراکی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد سی و هفتم، شماره ۲، صفحه‌های ۲۸۱ تا ۲۹۲.

Abdullah YA, Marwan MM, Rashai Q and 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 Anim Health Prod 42: 293-300.

AOAC. 2005. Official Methods Of Analysis. Vol. 1. No. 1. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington. DC.

Getachew G, Robinson PH, Depeters EJ, and Taylor SJ, 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro gas production* of several ruminant feeds. Anim Feed Sci Technol 111: 57-71.

Gurbuz Y, 2007. Determination of nutritive value of leaves of several *Vitis vinifera* varieties as a source of alternative feedstuff for sheep using *in vitro* and *in situ* measurements. Small Rumin Res 71: 59–66.

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

Lopez Bellido L, 1994. Grain legumes for animal feed: Hernando Bermejo, JE and Len J (eds.). Neglected Crops: from a *gas production* of some tropical feeds used in ruminant diets estimated by *in vivo* and *in vitro gas production* techniques. American J Anim and Vet Sci 2 (4): 108-113.

Lopez S, Dhanoa MS, Dijkstra J, Bannink A, Kebreab E, and France J 2007. Some methodological and analytical considerations regarding application of the *gas production* technique. Anim Feed Sci and Technol 135: 139-156.

Mahala AG, Fadel E and Abdel Nasir MA, 2007. Chemical composition and *in vitro gas production* characteristics of six fodder trees leaves and seeds. Res J Agri and Bio Sci 3(6): 983-986.

Menke KH and Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro gas production* using rumen fluid. Anim Res Dev 28: 7-55.

Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D and Schneider W, 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. J Agric Sci Camb 93: 217-222.

Neumark H, 1970. *Vicia Sativa*. Volcani Institue of Agricul Res Israeal. Personal communication.

Orskov ER, McDonald I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agric Sci (Cambridge) 92: 499-503.

Archive of SID

www.SID.ir

Paya H, Taghizadeh A, Janmohammadi H and Moghadam GA, 2007. Nutrient digestibility and *gas production* of some tropical feeds used in ruminant diets estimated by the *in vivo* and *in vitro gas production* techniques. American J Anim Vet Sci 2 (4): 108-113.

Sadeghi GH, Pourreza J, Samei A and Rahmani H, 2009. Chemical composition and some anti-nutrient content of raw and processed bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed for use as feeding stuff in poultry diet. Trop Anim Health Prod 41: 85-93.

Tilley JA and Terry RA, 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J Br Grass Soc 18: 104–111.

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

White CL, Habury CD, Young P, Phililips N, Wiese SC, Milton JB, Davidson RH, Siddiqe KH and Harris D, 2002. The nutritional value of Lathyrus cicer and Lupin agustifolius grain for sheep. Anim Feed Sci and Technol 99: 45-64.

Yan ZY, Spender PS, Li ZX, Liang YM, Wang YF, Wang CY, and Li FM, 2006. Lathyrus sativus (grass pea) and its neurotoxin ODAP. Phytochemistry 67: 107-121.

Archive of SID

www.SID.ir