مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۳ شماره ۳/ سال۱۴۰۲/ صفحات ۳۱ تا ۴۳
DOI: 10.22034/AS.2022.49396.1641

فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی جیره‌های دارای تفاله گل محمدی و یا تفاله شاتره

گلناز تأسلی [۱*]، فرشید فتاح نیا[۲]، سید رضا موسوی[۳]، شریف خدامرادی[۳] و امین اله پورملکشاهی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸

[۱] استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران
[۲] دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام
[۳] دانش‌آموخته دکتری تعذیه دام گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام
* مسئول مکاتبه: Email:gtaasoli@gmail.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: با پیشرفت صنایع غذایی تبدیلی، تنوع پسماندها نیز افزایش یافته است به نحوی که بسیاری از این پسماندها برای دامداران ناشناخته بوده و برای استفاده بهینه از آنها نیاز به اطلاعات جدید می‌باشد. بنابراین شناسایی و آگاهی از ارزش غذایی و ترکیب آنها بسیار مهم است. **هدف**: این پژوهش با هدف مطالعه پویایی تخمیر برون‌تنی تفاله گل‌محمدی و یا تفاله شاتره و نیز جیره‌های حاوی سطوح مختلف آنها انجام شد. **روش‌کار**: تفاله‌ها به صورت جداگانه به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد جایگزین بخش الیاف یک جیره آزمایشی شدند. فراسنجه‌های تولیدگاز، جمعیت پروتوزوآ وغلظت نیتروژن آمونیاکی اندازه‌گیری و انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و گوارش‌پذیری ماده آلی برآورد شد. **نتایج**: تفاله گل محمدی و تفاله شاتره به ترتیب دارای۱۳۰/٦ و ۱٤۳/٤گرم پروتئین خام در کیلوگرم ماده خشک ، ٤۲٥/٥ و ٤۷۳/۷ گرم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در کیلوگرم ماده خشک و ۳۰۸/٥ و ۳٤۷/٤ گرم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در کیلوگرم ماده خشک بودند. سرعت تولید گاز در تفاله گل‌محمدی بیشتر از تفاله شاتره بود (۰/۰٥۷ در مقابل ۰/۰٤۷ درصد در ساعت، $P<0/01$). در بین جیره‌های آزمایشی، جیره دارای ۳۰ درصد تفاله گل‌محمدی بالاترین پتانسیل تولید گاز (۹۰/۰٥ میلی‌لیتر بر ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، نرخ تولید گاز (۰/۰۳٤ درصد درساعت)، گوارش‌پذیری ماده آلی (٥۸/۳۸ درصد)، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (۱/۰۷ میلی‌مول در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) و انرژی قابل متابولیسم (۹/٤۷ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) برآورده شده را داشت ($P<0/01$). جیره پایه بدون تفاله بیشترین غلظت نیتروژن آمونیاکی (۱٦/۷۷ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) را داشت ($P<0/05$). **نتیجه گیری نهایی**: با توجه به این نتایج و برای کاهش هزینه‌های خوراک می‌توان از تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره تا ۳۰ درصد ماده خشک جیره بدون اثر نامطلوب بر فرآیند تخمیر شکمبه استفاده کرد.

واژگان کلیدی: بقایای گیاهان دارویی، پویایی هضم، تولید گاز

مقدمه

افزایش جهانی تولید مواد غذایی و در نتیجه تولید مقدار زیادی محصولات جانبی کشاورزی، آلودگی‌های زیست محیطی زیادی به‌دنبال داشته است (کاساپیدو و همکاران ۲۰۱۵). براساس آمار منتشر شده، سالانه حدود ۱۱۸ میلیون تن پسماند متنوع زراعی در کشور تولید می‌شود که از این میزان حدود ۱۸ درصد در مراحل مختلف پس از تولید به ضایعات تبدیل و روزانه حدود ٤۰۰ هزارتن پسماند در بخش کشاورزی تولید می‌شود (زینتی فخرآباد و همکاران ۲۰۱۵). به‌عنوان نمونه طی استخراج اسانس و عصاره گیاهان دارویی در کارخانجات صنایع تبدیلی کشاورزی، سالیانه مقدار زیادی تفاله گیاهان دارویی به عنوان پسماند در این کارخانجات تولید می‌شود. از سویی دیگر با قرارگرفتن کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک بیابانی، تهیه محصولات زراعی و علوفه‌ای مورد نیاز بخش دامپروری با مشکل مواجه شده است. یکی از راه‌های مقابله با کمبود خوراک دام، استفاده از فرآورده‌های جانبی صنایع تبدیلی کشاورزی است. استفاده از این محصولات می‌تواند به کاهش هزینه‌های خوراک به خصوص در کشورهای در حال توسعه کمک کند (شماع و همکاران ۲۰۰۳). فزون بر این، استفاده از پسماندها در تغذیه دام کمک می‌کند تا سهم استفاده از محصولات زراعی در تغذیه انسان بیشتر شود. با پیشرفت صنایع غذایی تبدیلی، تنوع پسماندها نیز افزایش یافته است به نحوی که بسیاری از این پسماندها برای دامداران ناشناخته بوده و برای استفاده بهینه از آنها نیاز به اطلاعات جدید می‌باشد. بنابراین شناسایی و آگاهی از ارزش غذایی و ترکیب آنها بسیار مهم است (فضائلی و همکاران ۲۰۰٦). نشخوارکنندگان به دلیل شرایط خاص شکمبه خود قادر به استفاده از محصولات فرعی زراعی و فراورده‌های جانبی کارخانجات صنایع تبدیلی کشاورزی برای تأمین نیازهای نگه‌داری، رشد و تولید خود می‌باشند. جیره‌های دارای این فرآورده‌های فرعی الیافی باعث حفظ pH شکمبه می‌شوند. زیرا سوبسترای قابل تخمیر را برای باکتری‌های تجزیه کننده سلولز فراهم می‌کنند، بنابراین فرآورده‌های فرعی الیافی می‌توانند جایگزین بخشی از علوفه جیره شوند (زینتی فخرآباد و همکاران ۲۰۱۵). جایگزین بخش علوفه‌ای جیره دام با تفاله گیاهان دارویی اثر مطلوبی بر فراسنجه‌های شکمبه در شرایط درون‌تنی (کریمی و همکاران ۲۰۱۵) و برون‌تنی (بیابانی و همکاران ۲۰۱۹) داشته است. استفاده از سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تفاله کاسنی و یا تفاله نعناع به‌عنوان جایگزین یونجه، در مقایسه با جیره شاهد (بدون تفاله) تأثیر نامطلوبی بر فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر نداشت (بیابانی و همکاران ۲۰۲۱). هم‌چنین، استفاده از محصولات فرعی نعناع به عنوان جایگزین بخشی از علوفه جیره گوسفند، اثر نامطلوبی بر فرآیند تخمیر در شکمبه نداشت (دیژووینف و همکاران ۱۹۹۷). استفاده از تفاله مرزه به عنوان جایگزین یونجه جیره در شرایط برون‌تنی با کاهش میزان تولید نیتروژن آمونیاکی بازده استفاده از نیتروژن را بهبود بخشید (نوشادی و همکاران ۲۰۱٤). هم‌چنین، جایگزینی یونجه جیره بره‌های پرواری با سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ تفاله مرزه در مقایسه با جیره شاهد بدون تفاله مرزه تأثیری بر عملکرد پروار نداشت (وطن پرست و همکاران ۲۰۱۳) و با کاهش اسیدهای چرب اشباع گوشت باعث افزایش کیفیت گوشت شد (کریمی و همکاران ۲۰۱۵). هدف این پژوهش اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره و مطالعه پویایی تخمیر جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی و یا تفاله شاتره بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه تغذیه دام گروه علوم دامی دانشگاه ایلام انجام شد. تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره از

کارخانه عرقیات گربان واقع در استان کرمانشاه (شهرستان هرسین) تهیه شد. تفاله‌های گل‌محمدی و شاتره ، به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ٦٠ درجه سلسیوس خشک و سپس به قطعات ۲ میلی‌متری آسیاب شدند. ترکیب شیمیایی شامل خاکستر، ماده خشک، پروتئین خام، چربی‌خام براساس روش‌های استاندارد (AOAC ۲۰۰۰)، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز با دستگاه تجزیه فیبر فایبرتک براساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (ون سوست و همکاران ۱۹۹۱). درصد ماده آلی جیره از اختلاف ماده خشک از خاکستر محاسبه شد. کربوهیدرات‌های غیر الیافی بر اساس فرمول محاسبه شدند (NRC ۲۰۰۱). هر کدام از تفاله‌ها به صورت جداگانه به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد ماده خشک جایگزین بخش علوفه‌ای جیره پایه شدند. جیره‌ها برای میش داشتی متعادل شدند (NRC ۲۰۰۷) و شامل ٦٠ درصد علوفه و ٤٠ درصد کنسانتره براساس ماده خشک بودند. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره پایه (بدون تفاله گل محمدی یا تفاله شاتره)، ۲- جیره پایه دارای ۱۰ درصد تفاله گل محمدی ، ۳- جیره پایه دارای ۲۰ درصد تفاله گل محمدی ، ٤- جیره پایه دارای ۳۰ درصد تفاله گل محمدی ، ٥- جیره پایه دارای ۱۰ درصد تفاله شاتره ، ٦- جیره پایه دارای ۲۰ درصد تفاله شاتره و ۷- جیره پایه دارای ۳۰ درصد تفاله شاتره بودند جدول ۱ جیره‌های آزمایشی و جدول ۲ ترکیب شیمیایی یونجه و جو استفاده شده در جیره‌ها را نشان می‌دهد.

Table1- Ingredients of experimental diets (% of DM)

Feedstuffs	Basal Diet	Basal diet containing rose flower distillation residues (%)			Basal diet containing fumaria distillation residues (%)		
		10	20	30	10	20	30
Alfalfa hay	40	30	20	10	30	20	10
Wheat straw	23	16	15	11	22	18	10
Rose flower distillation residues	0	10	20	30	0	0	0
Fumaria distillation residues	0	0	0	0	10	20	30
Barley grain	10	15	15	15	15	15	15
Corn grain	10	15	15	15	15	15	15
Wheat bran	14	11	11	13	8	8	14
Soybean meal	0	0	2	3	0	2	4
Mineral - vitamin supplement	3	3	3	3	3	3	3
Chemical composition							
ME (Mcal/kg DM)†	2.13	2.24	2.24	2.22	2.24	2.20	2.20
CP (%)†	12.7	12.51	12.65	12.61	12.43	12.63	12.54

†: Calculated by NRC (2007)

Table 2. Chemical compositions of alfalfa hay and barley grain (% of DM)

Feedstuffs	DM	OM	Ash	CP	EE	NDF	ADF	NFC
Alfalfa	92	88.53	11.47	20.42	2.73	40.43	29.51	24.95
Barley grain	91	96.15	3.85	13.46	2.75	18.68	5.48	61.26

برای برآورد فراسنجه‌های تولید گاز، مایع شکمبه از دو رأس گوسفند نر کردی دارای فیستولای شکمبه (وزن زنده ٦٠ کیلوگرم) جمع آوری شد. این گوسفندان در جایگاه انفرادی و با آخور و آبخوری مجزا نگهداری می‌شدند و با یک جیره کاملا مخلوط حاوی ۷۰ درصد علوفه و ۳۰ درصد کنسانتره در سطح نگهداری تغذیه شدند. جیره در دو نوبت صبح و عصر به گوسفندان داده می‌شد. نمونه مایع شکمبه قبل از خوراک نوبت صبح جمع آوری و درون یک بطری پلاستیکی ریخته شد و این بطری درون یک فلاسک که از قبل با آب ۳۹ درجه سلسیوس پر شده بود، قرار گرفت. مایع شکمبه با چهار لایه پارچه متقال صاف شد. تولید گاز به روش تئودورو و همکاران (۱۹۹٤) اندازه‌گیری شد. میزان گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت پس از شروع انکوباسیون با فشارسنج (مدل Testo 512 Digitalmonomer) قرائت شد. داده های فشار گاز به حجم تبدیل شد (لوپز و همکاران ۲۰۰۷). برآورد فراسنجه‌های تولید گاز از معادله $Y=b\{1-e^{-ct}\}$ به دست آمد (بلومل و همکاران ۲۰۰۳). در این معادله، Y: گاز تولید شده در زمان، b: تولید گاز توسط بخش بالقوه قابل تخمیر خوراک (میلی‌لیتر)، c: سرعت تولید گاز (درصد در ساعت) و t: زمان انکوباسیون می‌باشد.

برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی و شمارش جمعیت پروتوزوآ یک آزمون تولید گاز به مدت ۲٤ ساعت انجام شد. پس از ۲٤ ساعت انکوباسیون، نیتروژن آمونیاکی با استفاده از روش برودریک و کنگ (برودریک و کانگ ۱۹۸۰) و پروتوزوآ با استفاده از روش دیهورتی (۲۰۰۳) اندازه‌گیری شد.

میزان انرژی قابل متابولیسم و گوارش‌پذیری ماده آلی برآورد شد (منک و استینگس ۱۹۸۸):

انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) = ۲/۲ + ۰/۱۳٦GP + ۰/۰۵۷CP

گوارش‌پذیری ماده آلی (درصد) = GP +۰/۰٤٥CP ۱٤/۸۸ + ۰/۸۸۹

اسیدهای چرب زنجیر کوتاه محاسبه شد (ماکار ۲۰۱۰):

(میلی‌مول) اسیدهای چرب زنجیر کوتاه = GP – ۰/۰۰٤۲٥ ۰ /۰۲۲۲

که در این روابط GP : حجم گاز حاصل از ۲٤ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر) و CP : پروتئین خام (درصد) است.

داده‌های حاصل در قالب طرح کاملا تصادفی و براساس رویه خطی ساده تعمیم یافته نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) و با استفاده از مدل آماری $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ تجزیه واریانس شدند که Y_{ij} = متغیر وابسته، μ = میانگین کل، T_i= اثر جیره آزمایشی و e_{ij} = اثر خطای آزمایشی است. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی-کرامر مورد مقایسه قرار گرفت و اثرات عوامل مذکور در مدل در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار تلقی شدند. مقایسات مستقل جیره پایه با جیره‌های حاوی تفاله گل محمدی و جیره شاهد با جیره‌های دارای تفاله شاتره و نیز جیره‌های حاوی تفاله گل‌محمدی با جیره‌های دارای تفاله شاتره صورت گرفت.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی تفاله‌های گل‌محمدی و شاتره در جدول ۳ نشان داده شده است. مقایسه ترکیب شیمیایی تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره با علوفه یونجه به عنوان متداول-ترین علوفه در تغذیه دام نشان داد که میزان پروتئین خام تفاله گل‌محمدی (۱۳/٤ درصد ماده خشک) و تفاله شاتره (۱٤/۳٤ درصد ماده خشک) باوجود ساختار الیافی آن نسبتا بالا و به‌ترتیب در حدود ۷۰ و ۷٥ درصد پروتئین خام علوفه یونجه (۱۹/۲ درصد ماده خشک، NRC ۲۰۰۱) می‌باشد. میزان NDF و ADF تفاله گل‌محمدی تا حدودی شبیه علوفه یونجه (به ترتیب ٤۱/٦ و ۳۲/۸ درصد ماده خشک) بود (NRC ۲۰۰۱). اما NDF و ADF تفاله شاتره

بیشتر از یونجه می‌باشد. در پژوهش دیگری مقدار ماده خشک، پروتئین خام، NDF و ADF تفاله گل‌محمدی به ترتیب ۱۱/۰۳، ۱۱، ۳٤/٥ و ۲۷/۱ درصد گزارش شده است (فضائلی و همکاران ۲۰۰٦). فزون بر این گزارش شده است که میزان پروتئین خام، NDF و ADF تفاله گل‌محمدی به‌ترتیب ۱۲/٥، ٥٦/٥ و ٤٦/۱ درصد ماده خشک بود (خرمی و همکاران ۲۰۱۱). تفاوت در ترکیب شیمیایی تفاله گل محمدی ممکن است تحت تأثیر نسبت اجزای تشکیل دهنده، نحوه برداشت، منطقه کشت گل (تفاوت در نوع خاک و آب و هوا)، نوع واریته گل و نیز نحوه فرآوری باشد (خرمی و همکاران ۲۰۱۱). با توجه به ترکیب شیمیایی تفاله‌های گل‌محمدی و شاتره می‌توان از آنها به عنوان بخشی از الیاف جیره استفاده قرار کرد.

Table 3. Chemical compositions of rose flower distillation residues and fumaria distillation residues (% of DM)

Distillation residues	DM	OM	Ash	CP	EE	NDF	ADF	NFC
Rose water	11.46	95.74	4.26	13.06	4.26	42.55	30.85	35.87
Fumaria	14.33	91.05	8.95	14.34	5.26	47.37	34.74	24.08

جدول ٤ میزان تولید گاز، فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی و فراسنجه‌های برآورد شده را نشان می‌دهد. تفاله گل‌محمدی در مقایسه با تفاله شاتره نرخ تولید گاز بیشتری داشت (P <۰/۰۱)، که دلیل آن احتمالا کمتر بودن میزان NDF و ADF در تفاله گل‌محمدی نسبت به تفاله شاتره است. چرا که NDF و ADF همبستگی منفی با سرعت تولید گاز دارد و کاهش مقدار NDF و ADF موجب افزایش سرعت تولید گاز می‌شود که علت آن می‌تواند افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها با افزایش دسترسی به کربوهیدرات‌های محلول باشد (گوفون و خلیفه ۲۰۰۷). بین تفاله‌ها هیچ گونه تفاوت معنی‌داری از نظر پتانسیل تولیدگاز، غلظت نیتروژن آمونیاکی و جمعیت کل پروتوزوآ مشاهده نشد.

Table 4. *In vitro* gas production parameters, ammonia-N concentration and total protozoa population of rose flower distillation residues and fumaria distillation residues

Parameters	Distillation residues		SEM	P-value
	Rose flower	Fumaria		
b (ml/200mg DM)	65.57	66.77	1.25	0.51
c (%/h)	0.057	0.047	0.002	<0.01
Ammonia-N (mg/dl)	19.91	19.30	1.19	0.73
Total protozoa population (Log 10/g digesta)	3.56	3.24	0.09	0.05
OMD (%)	38.94	40.33	0.93	0.35
SCFA(mM/200mg DM)	0.54	0.47	0.03	0.26
ME (MJ/kg DM)	5.60	5.19	0.22	0.27

فراسنجه‌های برآورد شده گوارش‌پذیری ماده آلی، غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و انرژی قابل متابولیسم تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت. با توجه به این‌که تولید گاز دو تفاله با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت و میزان پروتئین خام آنها به یکدیگر نزدیک است، عدم تفاوت فراسنجه‌های برآورد شده قابل پیش‌بینی بود.

حجم گاز تولید شده تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره در زمان‌های مختلف انکوباسیون در جدول ٥ نشان داده شده است. در زمان‌های ۱۲، ۱٦، ۲٤ و ٤٨ ساعت پس از

انکوباسیون تولید گاز تفاله گل‌محمدی از تفاله شاتره بیشتر بود($P <$ ۰/۰۵).

Table 5. *In vitro* gas (ml/200 mg DM) of rose flower distillation residues and fumaria distillation residues during incubation time

Incubation time (h)	Distillation residues		SEM	P-value
	Rose flower	Fumaria		
2	10.62	10.97	0.32	0.45
4	18.18	18.27	0.31	0.85
6	21.83	22.12	0.42	0.64
8	25.37	25.53	0.46	0.80
12	31.43	28.47	0.46	<0.01
16	36.67	32.75	0.48	<0.01
24	47.10	41.90	0.67	<0.01
48	54.20	50.88	0.96	0.04
72	64.50	64.27	1.13	0.88
96	71.40	73.25	1.13	0.28

تولید گاز، فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی و فراسنجه‌های برآورد شده جیره‌های دارای سطوح ۱۰ تا ۳۰ درصد تفاله گل‌محمدی و یا تفاله شاتره در جدول ٦ نشان داده شده است. جایگزینی سطوح مختلف تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره در جیره باعث افزایش پتانسیل تولید گاز شد ($P <$ ۰/۰۱)، به‌نحوی‌که جیره شاهد در مقایسه با جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی و یا جیره‌های دارای تفاله شاتره پتانسیل تولید گاز کمتری داشت. تولید گاز نتیجه تخمیر سوبسترایی است که استات و بوتیرات بیشتری تولید کند (ماکار ۲۰۱۰). مقایسه مستقل بین جیره شاهد و جیره‌های دارای سطوح مختلف تفاله‌ها (مقایسات ۱ و ۲ جدول ٦) و نیز مقایسه بین جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی با جیره‌های دارای تفاله شاتره (مقایسه ۳) نشان می‌دهد که پتانسیل تولید گاز جیره‌های دارای تفاله شاتره بیشتر از جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی است.

سرعت تولید گاز جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی بیشتر از جیره شاهد بود. مقایسه مستقل بین جیره شاهد و جیره‌های دارای سطوح مختلف تفاله‌ها (مقایسات ۱ و ۲ جدول ۵) و نیز مقایسه بین جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی با جیره‌های دارای تفاله شاتره (مقایسه ۳) نشان می‌دهد که جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی سرعت تولید گاز بیشتری داشتند. برخلاف آزمایش حاضر استفاده از سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله مرزه به عنوان جایگزین علوفه یونجه موجب کاهش پتانسیل تولید گاز شد (نوشادی و همکاران ۱۳۹۳). همچنین، جایگزینی یونجه با سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تفاله کاسنی یا تفاله نعناع در شرایط برون‌تنی در مقایسه با جیره شاهد تأثیری بر فراسنجه‌های تولید گاز نداشت (بیابانی و همکاران ۲۰۲۱).

غلظت نیتروژن آمونیاکی در جیره شاهد و جیره دارای ۳۰ درصد تفاله شاتره بیشتر از سایر جیره‌های آزمایشی بود که می‌تواند به‌دلیل تجزیه‌پذیری بیشتر پروتئین خام تفاله شاتره نسبت به تفاله گل‌محمدی باشد. بنا بر برخی پژوهش‌ها با افزایش میزان تجزیه‌پذیری پروتئین، غلظت نیتروژن آمونیاکی بیشتر می‌شود (هریستو و همکاران ۲۰۰٤). هم‌چنین، همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد تفاله شاتره نسبت به تفاله گل‌محمدی، NFC کمتری دارد. بنابراین ممکن است غلظت نیتروژن آمونیاکی در محیط انکوباسیون افزایش یافته است. مشابه نتایج حاضر با جایگزینی سطوح مختلف تفاله مرزه (۲۵، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) با علوفه یونجه در جیره بره‌های پرواری، میزان

نیتروژن آمونیاکی در جیره‌های حاوی تفاله در مقایسه با جیره شاهد کاهش یافت (نوشادی و همکاران ۲۰۱٤). برخلاف پژوهش حاضر، جایگزینی یونجه با سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تفاله کاسنی یا تفاله نعناع در شرایط برون‌تنی در مقایسه با جیره شاهد تأثیری بر غلظت نیتروژن آمونیاکی نداشت (بیابانی و همکاران ۲۰۲۱).

مقایسه مستقل بین جیره شاهد و جیره‌های دارای سطوح مختلف تفاله‌ها (مقایسات ۱ و ۲ جدول ٦) و نیز مقایسه بین جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی با جیره‌های دارای تفاله شاتره (مقایسه ۳) نشان می‌دهد که غلظت نیتروژن آمونیاکی در جیره‌های دارای تفاله شاتره بیشتر از جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی بود که می‌تواند به‌دلیل تجزیه‌پذیری بیشتر پروتئین خام تفاله شاتره نسبت به تفاله گل‌محمدی باشد. بنا بر برخی پژوهش‌ها با افزایش میزان تجزیه‌پذیری پروتئین، غلظت نیتروژن آمونیاکی بیشتر می‌شود (هریستو و همکاران ۲۰۰٤).

جمعیت کل پروتوزوآهای جیره‌های آزمایشی با یکدیگر تفاوتی نداشتند. مشابه نتایج حاضر جایگزینی سطوح مختلف تفاله مرزه (۲۵، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) با علوفه یونجه در جیره بره‌های پرواری (نوشادی و همکاران ۲۰۱٤) و استفاده از سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تفاله کاسنی یا تفاله نعناع در شرایط برون‌تنی در مقایسه با جیره شاهد جمعیت پروتوزوآ را در تیمارهای مختلف تحت تأثیر قرار نداد (بیابانی و همکاران ۲۰۲۱).

برآورد انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گوارش‌پذیری ماده آلی جیره‌های دارای سطوح مختلف تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره در جدول ٦ ارائه شده است. جیره شاهد و جیره‌های دارای سطح ۳۰ درصد تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره به‌ترتیب کمترین و بیشترین میزان انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گوارش‌پذیری ماده آلی برآورد شده را داشتند. ناهمسو با این پژوهش، جایگزینی یونجه با سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد تفاله کاسنی یا تفاله نعناع در شرایط برون‌تنی در مقایسه با جیره شاهد تأثیری بر گوارش‌پذیری ماده آلی، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و انرژی قابل متابولیسم نداشت (بیابانی و همکاران ۲۰۲۱). در یک آزمایش درون‌تنی گوارش‌پذیری ماده آلی جیره‌های دارای سطوح ۱۵، ۳۰ و ٤۵ درصد تفاله گل‌محمدی به ترتیب ٥٤/٤، ٥۳/٥ و ٥۰/۸ درصد و مقدار انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها به طور میانگین ۷/۹ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک گزارش شد. در این جیره‌ها تفاله گل‌محمدی جایگزین یونجه شده بود (خرمی و همکاران ۲۰۱۱).

Table 6. *In vitro* gas production parameters, ammonia-N concentration and total protozoa population of diets containing rose flower distillation residues or fumaria distillation residues

Parameters	Basal Diet	Basal diet containing rose flower distillation residues			Basal diet containing fumaria distillation residues			SEM	P- value	Contrasts*		
		10	20	30	10	20	30			1	2	3
b (mL/200mg DM)	75.51^{c}	80.10^{b}	79.22^{b}	90.05^{a}	88.17^{ab}	81.96^{ab}	86.40^{ab}	2.27	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
c (%/h)	0.026^{b}	0.033^{a}	0.033^{a}	0.034^{a}	0.025^{b}	0.029^{ab}	0.032^{a}	0.001	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Ammonia-N (Mg/dl)	16.77^{a}	14.56^{bc}	14.39^{c}	15.39^{b}	15.01^{b}	14.78^{bc}	16.23^{a}	0.57	0.04	<0.01	<0.01	<0.01
Total protozoa population †	3.12	3.67	3.31	3.27	3.27	3.38	3.34	0.12	0.09	0.05	0.05	0.05
OMD (%)	43.39^{c}	51.90^{b}	52.08^{b}	58.38^{a}	48.98^{b}	51.09^{b}	56.00^{a}	0.72	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SCFA (mM/200mg DM)	0.69^{c}	0.91^{b}	0.91^{b}	1.07^{a}	0.83^{b}	0.89^{b}	1.01^{a}	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
ME (MJ/kg DM)	7.21^{c}	8.49^{b}	8.52^{b}	9.47^{a}	8.04^{b}	8.37^{b}	9.12^{a}	0.11	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

*. Orthogonal contrasts: 1. Basal diet versus diets containing rose flower distillation residues, 2. Basal diet versus diets containing fumaria distillation residues and 3. diets containing rose flower distillation residues versus diets containing fumaria distillation residues.

† (Log 10/g digesta).

^{abc} Within a row, means without a common superscripts differ (P<0.05).

مقایسه مستقل بین جیره شاهد و جیره‌های دارای سطوح مختلف تفاله‌ها (مقایسات ۱ و ۲ جدول ٦) و نیز مقایسه بین جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی با جیره‌های دارای تفاله شاتره (مقایسه ۳) نشان می‌دهد که گوارش‌پذیری ماده آلی (٥٤/١٢ در برابر ٥٢/٠٢ درصد)، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (٠/٩٦ در برابر ٠/٩١ میلی‌مول در ٢٠٠ میلی‌گرم ماده خشک) و انرژی قابل متابولیسم (٨/٨٣ در برابر ٨/٥١ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی بیشتر از جیره‌های دارای تفاله شاتره بود.

جدول ۷ میانگین حجم گاز تولیدی جیره پایه و جیره‌های دارای سطوح مختلف تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره را نشان می‌دهد. جیره شاهد در مقایسه با جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی و یا جیره‌های دارای تفاله شاتره در زمان‌های مختلف انکوباسیون حجم گاز کمتری داشت ($P <$ ۰/۰۱). جیره‌های دارای تفاله گل‌محمدی در مقایسه با جیره‌های دارای تفاله شاتره در زمان‌های مختلف انکوباسیون حجم گاز بیشتری تولید کرد ($P <$ ۰/۰۱). در بین تیمارهای آزمایشی، جیره دارای ۳۰ درصد تفاله گل‌محمدی در تمام زمان‌های انکوباسیون بیشترین تولید گاز را به خود اختصاص داد که با روند پتانسیل تولید گاز نیز همسو بود (جدول ٦).

Table 7. *In vitro* gas (ml/200 mg DM) of diets containing rose flower distillation residues or fumaria distillation residues during incubation time

Incubation time (h)	Basal Diet	Basal diet containing rose flower distillation residues			Basal diet containing fumaria distillation residues			SEM	P- value
		10	20	30	10	20	30		
2	9.57^{b}	10.16^{ab}	10.02^{ab}	10.62^{a}	9.67^{b}	10.06^{ab}	10.40^{a}	0.20	<0.01
4	15.87^{d}	17.09^{bc}	16.80^{c}	18.27^{a}	15.92^{d}	16.92^{c}	17.78^{ab}	0.27	<0.01
6	18.27^{d}	20.27^{bc}	19.78^{c}	21.84^{a}	18.33^{d}	19.65^{c}	20.93^{ab}	0.33	<0.01
8	20.58^{e}	23.36^{bc}	22.41^{cd}	25.05^{a}	20.15^{e}	21.94^{d}	23.63^{b}	0.36	<0.01
12	22.73^{d}	28.04^{b}	28.08^{b}	31.29^{a}	22.77^{d}	24.98^{c}	27.70^{b}	0.37	<0.01
16	25.14^{g}	31.72^{d}	33.23^{c}	37.77^{a}	27.62^{f}	29.56^{e}	34.79^{b}	0.48	<0.01
24	31.42^{e}	41.01^{c}	41.17^{c}	48.29^{a}	37.73^{d}	40.09^{c}	45.62^{b}	0.71	<0.01
48	43.25^{c}	54.05^{b}	53.30^{b}	60.47^{a}	51.36^{b}	52.36^{b}	58.37^{a}	1.09	<0.01
72	63.09^{c}	72.83^{b}	71.81^{b}	80.02	72.93^{b}	71.07^{b}	77.85^{a}	1.45	<0.01
96	73.70^{d}	81.75^{c}	81.86^{c}	90.26^{a}	83.57^{bc}	82.12^{c}	87.62^{ab}	1.64	<0.01

*. Orthogonal contrasts: 1. Basal diet versus diets containing rose flower distillation residues, 2. Basal diet versus diets containing fumaria distillation residues and 3. diets containing rose flower distillation residues versus diets containing fumaria distillation residues.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که تفاله گل‌محمدی و تفاله شاتره دارای ترکیب شیمیایی قابل قبولی برای تغذیه دام هستند. جایگزینی علوفه جیره با تفاله گل‌محمدی و یا تفاله شاتره در مقایسه با جیره شاهد فراسنجه‌های تخمیر و هضم را بهبود داد. البته نتایج حاصل از پژوهش برون‌تنی در مقایسه با شرایط درون‌تنی دارای محدودیت‌هایی است و در صورت تأیید این اطلاعات در آزمایش‌های درون‌تنی ،می‌توان از این تفاله‌ها به عنوان جایگزین بخشی از علوفه جیره بدون تأثیر منفی بر فرآیند تخمیر شکمبه استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

AOAC, 2000. Association of official analytical chemists. Official Methods of Analysis. 17th ed., Arlington. VA.

Biabani N, Fatahnia F, Taasoli G, Bahrami M, and Mirzayi alamouti HR, 2019. Effect of adding different levels of barley on gas production parameters, protozoa population, and silage quality of mint pulp silage and chicory pulp silage. Journal of Animal Science Research. 29: 31-42. (In Persian)

Biabani N, Fatahnia F, Taasoli G, Bahrami M, and Mirzayi alamouti HR, 2021. *In vitro* fermentation parameters of diets containing different levels of mint pulp and chicory pulp. Iranian Journal of Animal Science Research 12: 437-448. (In Persian)

Blummel M, Karsli A, and Russell JR, 2003. Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms *in vitro* and *in vivo*: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. British Journal of Nutrition 90: 625-634.

Broderick GA and Kang GH, 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Dairy Science 63:64-75.

Dehority BA, 2003. Rumen Microbiology. British Library Cataloguing in Publication Data.

Djouvinov D, Pavlov D, Ilchev A, and Enev E, 1997. Peppermint (*Mentha piperita Huds*.) and basil (*Ocimum basilicurn L*.) etheric oil by-products as roughages for sheep feeding. Animal Feed Science Technology 68: 287- 294.

Fazaeli H, Zahedifar M, and Noroozian H, 2006. Chemical composition and ensiling of domask rose extraction residue with different additives. Animal Science Journal, 72: 58-65. (In Persian)

Gofoon A, and Khalifa IM, 2007. The effects of Molasses levels on quality of Sorghum (Sorghum bicolor) silage. Research Journal of Animal and Veterinary Sciences 2: 43-46.

Hristov AN, Etter RP, Ropp JK, and Grandeen KL, 2004. Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. Journal of Animal Science 82:3219–3229.

Karimi H, Azarfar A, Khosravinia H, and Kiani A, 2015. Effects on production performance and fatty acids composition of longissimus muscle of feeding dried de-oiled Satureja khuzistanica in Farahani finishing lambs. Animal Production 17: 71-82. (In Persian)

Kasapidou E, Sossidou E, and Mitlianga P, 2015. Fruit and vegetable co-products as functional feed ingredients in farm animal nutrition for improved product quality. Agriculture 5: 1020-1034.

Khorami B, Khadem AA, Afzalzadeh A, and Norouzian MA, 2011. Chemical composition, digestibility and degradability of Rose flower extraction pulp and its effect on nitrogen balance in ruminants. Journal of Animal Production 13: 29-38.

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. Animal Feed Science and Technology 135: 139–156.

Makkar HPS, 2010. *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. pp. 107–144. In Vercoe, PE Makkar, HPS, Schlink, AC (Eds.), *In vitro* Screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies. IAEA, Dordrecht, the Netherlands.

Menke KH, and Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research Development 28: 7-12.

NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

NRC, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Noshadi S, Azarfar A, Alipour D, and Khosravinia H, 2014. Effects of inclusion of dried deoiled *Satureja khuzistanica* in finishing diet of lambs on kinetics of gas production *in vitro*. Iranian Journal of Animal Science 45:163-171. (In Persian)

Shamma M, Nikpoor K, and Saedi H, 2003. Principal of animal and poultry nutrition. Tehran University Press. (In Persian).

Theodorou MK, William BA, Dhanoa MS, McAllan AB, and France J, 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 48: 185–197.

Van Soest PJ, Robertson JB, and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.

Vatanparast M, Azarfar A, and Khosravinia H, 2013. Effects of feeding of different levels dried deoiled Satureja khuzestanica on fattening performance of Farahani lambs. Journal of Ruminant Research 1:1-16. (In Persian)

Zinati fakharabad, H, Kalantari K, and Najafian A, 2015. Invsetigation and explaining the limitations and potentials pf agricultural residues management of Golestan province. International conference on sustainable development, strategies and challenges with a focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism. Tabriz, Iran. (In Persian)

In vitro fermentation kinetics of diets containing different levels of Rose flower distillation residues or Fumaria distillation residues

G Taasoli [1*], F Fatahnia [2], SR Mousavai [3], S Khodamoradi [3], A Pourmalekshahi [3]

Received: December 13, 2021 Accepted: May 18, 2022

[1] Assistant Professor, Department of Animal Science, Chaharmahal Bakhtiari Agirculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran
[2] Associate Professor- Assistant Professor- Department of Animal Science- Faculty of Agriculture- Ilam University
[3] Graduated PhD Student- Department of Animal Science- Faculty of Agriculture- Ilam University
[*] Corresponding author: Email: gtaasoli@gmail.com

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research
Journal of Animal Science/vol.33 No.3/ 2023/pp 31-43
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.2022.49396.1641

Introduction: The profitability of livestock production depends to a great extent on the cost of feeding animals, which is often the principal production cost. The animal feed production industry consumes large quantities of imported raw materials, including cereals and oilseed cake. This high dependence on imports, fluctuating prices and a lack of standardization concerning the composition of the raw materials, are constraints for the industry, which is keen to find a solution (Shamma et al 2003). In the last years the valorisation of agricultural co-products is receiving more attention, co-products contain valuable substances; they are good sources of dietary fiber. Many agricultural co-products are rich in dietary fibers. Ruminants could extract nutritional components through symbiotic relationships with microorganisms, including bacteria and protozoa, present in their digestive apparatus. The main benefit of these microorganisms is their ability to convert different vegetable materials rich in fiber, and with no use in human food, into products of high biological value such as milk and meat (Kasapidou et al 2015).
Most parts of Iran have arid and semi-arid climate, and there is feed shortage for livestock during the year. Use of agro-industrial co-products in animal diet is an alternative way to overcome feed shortage (Shamma et al 2003). Agro-industrial co-products, can be effectively consumed by ruminant species. One of the agro-industrial co-products are medicinal plant residue. These distilled leaves and residues do not have a specific commercial use and could be included in livestock diet. This experiment was aimed to study the *in vitro* rumen fermentation kinetic of rose flower distillation residues and fumaria distillation residues and experimental diets containing different levels of rose flower distillation residues or fumaria distillation residues.
Material and Methods: Fresh rose flower distillation residues and fumaria distillation residues were collected from an agro industry processing factory (Gareh Ban, Harsin, Kermanshah province). Chemical compositions (dry matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude protein and ash), *in vitro* gas production parameters, total protozoa population and N-ammonia concentration of rose flower distillation residues and fumaria distillation residues were measured. Each pulp separately included at three levels (10, 20 and 30 % of DM) in a basal diet. Experimental diets were:1- Basal diet, 2- basal diet containing 10% of rose flower distillation residues, 3- basal diet containing 20% of rose flower

distillation residues, 4- basal diet containing 30% of rose flower distillation residues, 5- basal diet containing 10% of fumaria distillation residues, 6- basal diet containing 20% of fumaria distillation residues and 7- basal diet containing 30% of fumaria distillation residues. Basal diet formulated for ewes and contained 12.5 % CP and 2.20 Mcal metabolisable energy (ME) /Kg of diet. *In vitro* gas production parameters, total protozoa population and N-ammonia concentration of diets were measured and metabolizable energy (ME), short chain fatty acids (SCFA) and organic matter digestibility (OMD) were estimated. For *in-vitro* gas production, rumen fluid was taken from two rumen fistulated Kordish rams. For measuring gas production, 200 mg of experimental diets were incubated with 40 ml of buffered-rumen fluid for 120 hours. The cumulative produced gas was recorded at different times of incubation and gas production parameters were fitted with Blummel et al. equation (2003). Organic matter digestibility (OMD) was estimated after 24 hours of incubation (Menke and Steingass 1988). N-ammonia concentration was measured based on the method of Broderickand and Kang. (1980). Rumen protozoa were identified according to the method of Dehority et al. (2003). After 24 h incubation, 5 ml of buffered rumen fluid was pipetted into a screw-capped test tube containing 5 ml of formalin. Thereafter, two drops of brilliant green dye (2 g brilliant green and 2 ml glacial acetic diluted to 100 ml with distilled water) were added to the test tube, mixed thoroughly, and allowed to stand overnight at room temperature. Total and differential counts of protozoa were made with five replications. *In-vitro* rumen concentration of volatile fatty acids (VFA) was measured by gas chromatography (Ottenstein and Bartley 1971). All *in-vitro* gas production trials were carried out in three runs. Protozoa population, ammonia-N, SCFA, ME and OMD data were analyzed based on a completely randomized design and gas production data was analyzed based on a complete randomized block design using Proc GLM of SAS software. The differences among treatments were evaluated using Tukey adjustment when the overall F-test was $P \leq 0.05$. In addition, independent comparisons were done for diets containing rose flower distillation residues vs. diets containing fumaria distillation residues.

Results and Discussions: The results showed that rose flower distillation residues contains 130.6, 425.5 and 308.5 g/kg of CP, NDF and ADF respectively and fumaria distillation residues contains 143.4, 473.7 and 347.4 g/kg of CP, NDF and ADF respectively. Gas production, ammonia-N and total protozoa population were not different between rose flower distillation residues and fumaria distillation residues, but rose flower distillation residues had greater gas production rate than fumaria distillation residues (0.057 vs 0.047 %/h, $P<0.01$). Diet inclusion of rose flower distillation residues or fumaria distillation residues increased gas production in compare to basal diet ($P<0.01$). Diet containing 30 % of rose flower distillation residues had the highest gas production (90.05 ml/200 mg DM), gas production rate (0.034 %/h), OMD (58.38%), SCFA (1.07 mmol/200 mg DM) and ME (9.47 MJ/kg DM) ($P<0.01$). Basal diet had the highest ammonia-N concentration (16.77 mg/dl, $P<0.01$) among experimental diets.

Conclusions: Considering the obtained data regarding the chemical compositions and gas production parameters, it can be concluded that rose flower distillation residues and fumaria distillation residues could be used as a part of forage portion in ruminant nutrition.

Keywords: Distillation residue of medicinal plants, Fermentation kinetics, Gas production