نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۱۶۲-۱۵۳

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 2, Summer 2018, p. 153-162

تعیین ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی سیلاژ بوته گوجه‌فرنگی فرآوری‌شده با سطوح مختلف تفاله خشک چغندرقند به روش کیسه‌های نایلونی و تولید گاز

عباسعلی ناصریان[1*]- رضا خداوردی[2]- رضا ولی زاده[1]- عبدالمنصور طهماسبی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۲۱

چکیده

ترکیبات شیمیایی، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و تولید گاز به روش آزمایشگاهی سیلاژ بوته گوجه‌فرنگی فرآوری‌شده با تفاله خشک چغندرقند با استفاده از سه رأس گاو نر بالغ هلشتاین دارای فیستولای شکمبه‌ای دائمی تعیین شد. نمونه‌های آزمایشی جمع‌آوری و بخشی از آن خشک و بخش دیگر با سطوح ۰، ۴ و ۸ درصد تفاله خشک چغندرقند در کیسه‌های نایلونی سیلو شدند و پس از بازگشایی، آزمون تولید گاز انجام شد و بخشی از نمونه‌ها برای تعیین خصوصیات تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی در ساعات متوالی استفاده شد. ترکیب شیمیایی بوته گوجه‌فرنگی نشان داد که این گیاه به‌ترتیب محتوی ۲۶، ۱۴، ۴۰/۲، ۲۸/۳ و۱۹/۶ درصد ماده خشک، پروتئین خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی‌سلولز و خاکستر خام است. فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک شامل، بخش سریع تجزیه (a)، بخش کندتجزیه (b) و ثابت نرخ تجزیه (c) درنمونه سیلاژ فرآوری‌شده با سطوح ۰، ۴ و ۸ درصد تفاله خشک چغندرقند به‌ترتیب برابر با ۲۱/۶۹، ۴۴/۹۷، ۰/۰۶۹ و ۲۰/۵۷، ۴۵/۱۵، ۰/۰۶۷ و ۲۵/۱۲، ۰/۴۳،۰۹۷/۱۱ درصد در ساعت بود. همچنین، فراسنجه‌های تولید و نرخ تولید گاز، ماده آلی قابل متابولیسم و انرژی قابل متابولیسم نمونه‌های آزمایشی به‌ترتیب برابر با ۴۸/۷۹، ۵۴/۲۶، ۵۴/۶۰ میلی‌لیتر به‌ازای گرم ماده خشک، ۰/۰۴۸، ۰/۰۵۵، ۰/۰۵۸ میلی‌لیتر در ساعت، ۷۵/۱۷، ۷۸/۵۸، ۷۵/۵۵ گرم در ۱۰۰گرم ماده خشک و ۷/۵۵، ۸/۵۲، ۸/۷۵ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک تعیین شد. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که بوته گوجه‌فرنگی دارای ترکیبات مغذی مورد نیاز نشخوارکنندگان بوده و عمل‌آوری با موادی مانند تفاله خشک چغندرقند باعث افزایش ارزش غذایی آن می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه‌پذیری، ترکیب شیمیایی، تولید گاز، سیلاژ بوته گوجه‌فرنگی

مقدمه

کمبود خوراک دام از معضلات اساسی در صنعت دامپروری است و استفاده از فرآورده‌های فرعی محصولات کشاورزی و عمل‌آوری مناسب آن از راهکارهای اصلی جهت جبران بخشی از کمبود مواد مغذی مورد نیاز دام است. این درحالی است که استفاده از محصولات فرعی کشاورزی به‌علت هزینه نسبی کمتر در مقایسه باعلوفه و غلات، نقش مهمی در سیستم‌های خوراکی نشخوارکنندگان پیداکرده است (۴ و ۸). فرآورده‌های فرعی صنایع کشاورزی منابع ارزشمندی به‌لحاظ محتوای انرژی، پروتئین، و فیبر مؤثر هستند. استفاده از محصولات فرعی کشاورزی که طی برداشت یا فرآوری محصولات باغی یا زراعی به‌دست می‌آیند در تغذیه حیوانات از دو جنبه‌کاستن وابستگی دام به غلات که توسط انسان مصرف می‌شود و حذف برنامه‌های پرهزینه برای از بین بردن پس‌مانده‌های محصولات کشاورزی اهمیت دارد (۱۵).

یکی از محصولات فرعی زراعی برگ و ساقه گوجه‌فرنگی می‌باشد که به‌طور عمده در مزارع بدون استفاده باقی مانده و از بین می‌رود (۱۷). گوجه‌فرنگی[3] از خانواده لیکوپرسیکوم اسکالنتوم[4] است که از هزاران سال پیش وجود داشته و موطن اصلی آن امریکای جنوبی می‌باشد و درحال حاضر بیش از هفت هزارگونه از آن در جهان وجود دارد (۶). تولید گوجه‌فرنگی در دنیا بیش از ۱۳۰ میلیون تن برآورد می‌شود (۱۱). حدود۲۷/۶ درصد از سهم زیرکشت سبزیجات در

۱- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: naserian@ferdowsi.um.ac.ir)
DOI: 10.22067/ijasr.v10i2.38678

3- *Lycopersicum esculentum*
4- *Solanaceae*

کشور (معادل ۱۵۴هزارهکتار) مربوط به کشت گوجه‌فرنگی بوده که با تولید حدود ۵ میلیون تن درسال زراعی ۱۳۹۰ رتبه هفتم را در جهان به‌خود اختصاص داده است (۲). برآورد می‌شود سالانه حدود۷۰۰ میلیون عدد بوته تر گوجه‌فرنگی در مزارع سراسرکشور بر جای می‌ماند که با توجه به متوسط درصد ماده خشک ۱۷/۷سالانه حدود۱۰۰ میلیون تن ماده خشک از این بقایا حاصل شود که رقمی قابل‌ملاحظه است (۱۸). با توجه به بحران جهانی غذا و مقادیر تولید بقایای گوجه‌فرنگی درکشور، استفاده بهینه از بقایای این گیاه در تغذیه دام همچون دیگر محصولات فرعی کشاورزی که استفاده مستقیم آنها در تغذیه انسان غیرممکن است، نوعی ضرورت به‌شمار می‌آید. درخصوص استفاده از تفاله خشک و سیلوشده میوه گوجه‌فرنگی (محصول فرعی کارخانه رب) در تغذیه دام، آزمایشات و مطالعات متعددی انجام‌شده است. ازسوی دیگر به‌منظور حفظ سطح مواد مغذی و نیز کاهش غلظت آلکالوئیدهای موجود در محصولات فرعی کشاورزی در تغذیه دام، انتظار می‌رود با سیلو نمودن این بقایا بتوان نتیجه بهتری را در عملکرد دام مشاهده نمود (۳۵). با توجه به کمبود منابع خوراک دام در کشور که ضرورت شناسایی و معرفی منابع جدید را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید، لازم است قابلیت تولید و ارزش غذایی گیاه گوجه‌فرنگی تعیین شود. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین ترکیبات شیمیایی گیاه گوجه‌فرنگی و تجزیه‌پذیری سیلاژ عمل‌آوری شده آن به‌روش کیسه‌های نایلونی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تعیین ترکیب شیمیایی

بوته‌های گوجه‌فرنگی (رقم فلات سی اچ) در مهرماه ۱۳۹۲ در پایان فصل برداشت میوه از مزارع گوجه‌فرنگی استان سمنان جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده شامل برگ و ساقه و اندکی میوه سبز بودکه ازفاصله ۵ سانتی‌متری سطح زمین قطع، به اندازه تقریبی ۵ سانتی‌مترخرد و بخشی از آن جهت تهیه علوفه خشک جدا گردید. از بوته‌های خشک‌شده نمونه تصادفی برای آنالیز ترکیب شیمیایی گرفته شد (۳۱). بخش دیگر برای آزمایش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای در یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۴ تکرار سیلو شد و پس از ۶۰ روز بازگشایی و مورد ارزیابی حسی قرارگرفتند و میزان pH آنها اندازه‌گیری شد (۳ و ۹). ترکیب شیمیایی شامل میزان ماده خشک (DM)، پروتئین خام (CP)، چربی خام (EE) و خاکستر (Ash) به‌روش AOAC (۳) و دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز طبق روش ون‌سوست و همکاران (۳۲) تعیین شد و داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز شدند.

اندازه‌گیری تولید گاز و کشت بسته

برای آزمون تولید گاز، مایع شکمبه ۲ ساعت پیش از مصرف خوراک وعده صبح از دو گاو نر فیستولادار تغذیه‌شده در سطح نگهداری، جمع‌آوری شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از هر نمونه سیلاژ (با ۴ تکرار) با ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط بافر (مطابق با روش منک و استینگاس (۲۴) و مایع شکمبه (نسبت ۲ به ۱) در بطری‌های شیشه‌ای ریخته شده و درب آن‌ها با استفاده از درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی کاملاً بسته و در دمای ۳۹ درجه به مدت ۹۶ ساعت انکوباسیون شدند. فشار گاز در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بااستفاده از دستگاه فشارسنج اندازه‌گیری و حجم گاز تولیدی در هر زمان از رابطه تئودورو و همکاران (۳۰) به‌دست آمد. فراسنجه‌های A و C با روش حداقل مربعات تکراری با استفاده از رویه NLIN سیستم آنالیز آماری (۲۰۰۱) به‌دست آمد. برای تخمین قابلیت هضم ماده آلی (OMD)، انرژی متابولیسمی (ME)، انرژی خالص شیردهی (NEL) و ناپدید شدن ماده خشک (IVDMD) از فرمول‌های پیشنهادی منک و استینگاس (۲۴) به شرح زیر:

$$ME\ (MJ/kg\ DM) = 2.2 + 0.1357\ GP + 0.0057\ CP + 0.00002859\ CP2$$

$$OMD\ (g/100\ g\ DM) = 14.88 + 0.889 \times GP + 0.45 \times CP + 0.0651 \times XA$$

استفاده شد و میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA) نیز با استفاده از رابطه $SCFA\ (mmol) = ۰/۰۲۲۲\ GP - ۰/۰۰۴۲۵$ محاسبه گردید (۲۴). در این معادلات GP تولید گاز مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم نمونهٔ خوراک پس از ۲۴ ساعت، CP مقدار پروتئین خام (گرم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک) و XA مقدار خاکستر (گرم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک) می‌باشد. متوسط نرخ تخمیر (AFR) طبق معادله پیشنهادی فرانس و همکاران (۱۳) ($AFR = A.C/(2.ln2)$) محاسبه گردید که A تولید تجمعی گاز و C نرخ جزئی تولید گاز می‌باشند. برای محاسبه ناپدید شدن ماده خشک، محتوی بطری‌ها با پارچه با منافذ ۴۲ میکرومتر صاف شد و باقیمانده آن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد درآون به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. ویژگی‌های تخمیری شکمبه در شرایط برون‌تنی و بازدهی تخمیر خوراک محاسبه شد (۲۵). در مرحله بعد، آزمایش تخمیرپذیری in vitro سیلاژ آزمایشی در قالب سیستم کشت بسته[1] تعیین شد (۵). یک روز پیش از آزمایش، ۲۰۰ میلی‌گرم از ماده خشک هر نمونه سیلاژ داخل بطری‌های ۶۰ میلی‌لیتری ریخته شد و در روز آزمایش مایع شکمبه پیش از مصرف خوراک از ۲ گاونر فیستوله‌دار تغذیه‌شده در حد نگهداری جمع‌آوری گردید. مایع شکمبه پس از صاف‌کردن با پارچه ۴ لایه‌ای تحت شرایط بی‌هوازی به آزمایشگاه منتقل و pH آن

1- Batch culture

با بافر به ۷/۲ رسانده شد (۲۳). مقدار ۳۰ میلی‌لیتر از مخلوط بافر و مایع شکمبه با نسبت ۲ به ۱ وارد بطری‌های شیشه‌ای حاوی نمونه (سه تکرار در دو اجرا) گردید. پس از پرکردن بطری‌ها تحت شرایط بی‌هوازی درب شیشه‌ها بسته و در بن‌ماری ۳۹ درجه به مدت ۲۴ ساعت قرارگرفت (۹ و ۲۰). فشار گاز با استفاده از فشارسنج در ساعت‌های ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۲۴ انکوباسیون ثبت شد و گاز تجمع‌یافته آزاد گردید. در پایان انکوباسیون یک نمونه ۱ میلی‌لیتری از محیط کشت با ۰/۲ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ مولار برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی اسیدی (۹) و به روش فنلی با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای

در مرحله آخر، در کیسه‌هایی از جنس ابریشم مصنوعی با منافذ ۵۰ میکرومتر، معادل ۵ گرم نمونه آسیاب‌شده از سیلاژ آزمایشی ریخته شد. کیسه‌ها با آب معمولی خیس و در زمان‌های انکوباسیون ۰، ۲، ۴، ۸،۱۶، ۲۴، ۴۸ ،۷۲ ، ۹۶ و ۱۲۰ در شکمبه قرارداده شد. کیسه‌های خارج‌شده از شکمبه پس از شستشو به‌مدت ۴۸ ساعت در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و خشک گردید. باقیمانده داخل کیسه‌ها جهت محاسبه بخش ناپدیدشده، دیواره سلولی و پروتئین خام مورد استفاده قرارگرفت. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی در نمونه‌های مورد بررسی با استفاده از معادله پیشنهادی ارسکوف و همکاران (۴۲) P= a+b (1-e-ct) تعیین و تجزیه‌پذیری مؤثر (ED) نمونه‌ها با استفاده از معادله ED= a+(bc/c+k) با درنظر گرفتن نرخ خروجی ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ در ساعت محاسبه شد (۳۴).

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی بوته گوجه‌فرنگی در جدول۱ آورده‌شده است. میزان ماده خشک این گیاه در زمان پایان برداشت میوه ۲۶ درصد بود. ونتورا وهمکاران (۳۴) میزان ماده خشک بوته گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای را ۱۷/۷ درصدگزارش کردند. یکی از علت‌های اختلاف موجود، نوع کشت بوته است. زیرا بوته‌های آزمایش حاضر از نوع مزرعه‌ای‌بودند. میزان پروتئین خام بوته گوجه‌فرنگی ۱۴ درصد بود که مشابه با گزارش کمالی و همکاران (۱۷) است. میزان چربی خام بقایای مزرعه گوجه‌فرنگی در این آزمایش مشابه نتایج ونتورا و همکاران (۳۴) بود (۱/۵ درصد). با سیلو کردن شاهد افزایش مقدار پروتئین خام بوته گوجه‌فرنگی بودیم اما با افزودن تفاله خشک چغندرقند این میزان کاهش یافت. افزایش پروتئین سیلاژ احتمالاً ناشی از کاهش ترکیبات محلول در اثر فرآیند تخمیر (۱۰) می‌باشد. در مقابل کاهش میزان پروتئین بوته سیلو شده پس از افزودن تفاله خشک چغندرقند را می‌توان به میزان پروتئین خام پایین‌تر تفاله خشک چغندر نسبت داد. سیلو کردن بوته گوجه‌فرنگی سبب کاهش غلظت‌های دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز در مقایسه با مقادیر آنها در بوته خشک گوجه شد (۳۸/۵ و ۲۵/۴ در برابر ۴۰ و ۲۸ درصد)، اما افزودن تفاله خشک چغندرقند، این مقادیررا به‌طور معنی‌داری افزایش داد (P<۰/۰۵). کاهش میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز در سیلاژ احتمالاً ناشی از تجزیه دیواره سلولی توسط کلستریدیاها در شرایط سیلو می‌باشد (۱۰) و افزایش آن پس از عمل‌آوری می‌تواند مرتبط با مقادیر بالای این ترکیبات در تفاله خشک چغندرقند باشد. عمل‌آوری سیلاژ با تفاله چغندرقند سطح pH را به‌طور معنی‌داری کاهش داد که نشان‌دهنده تولید اسیدهای چرب فرار است (۲۲). اگرچه انتظار می‌رود با افزایش ماده خشک مواد سیلویی میزان pH آن در مقادیر بالاتری تثبیت شود (۱۲) اما با افزودن تفاله خشک چغندرقند کاهش pH شدت بیشتری (P<۰/۰۵) داشت که احتمالاً دلیل آن تأمین کربوهیدرات‌های قابل‌تخمیر بیشتر و در پی آن تولید اسید لاکتیک بیشتر بوده است. به هر حال با در نظرگرفتن میزان ماده خشک در سیلوهای این آزمایش مقادیر pH نیز منطقی به‌نظر می‌رسند و در دامنه قابل قبولی قرار دارد و می‌توان آنها را به‌عنوان سیلوی خوب رتبه‌بندی کرد (۱۲).

تولید گاز و کشت بسته

مقادیر فراسنجه‌های تولید گاز و متوسط نرخ تخمیر بوته گوجه‌فرنگی مزرعه‌ای خشک (تیمار ۱) و عمل‌آوری شده با سطوح ۰، ۴ و ۸ درصد تفاله خشک چغندرقند (به‌ترتیب تیمارهای ۲، ۳ و ۴) در جدول ۳ آورده شده است. بیشترین پتانسیل تولید گاز مربوط به تیمار چهارم بود که دارای ۸ درصد تفاله خشک چغندرقند بود (P<۰/۰۵). اگرچه سیلوی بوته گوجه‌فرنگی بدون افزودنی کمترین مقدار تولید گاز را داشت اما بین سایرتیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

با توجه به میزان دیواره سلولی بالاتر در تیمارهای شاهد، ۳ و ۴ (جدول۲) می‌توان تولید گاز بیشتری را نیز انتظار داشت (۲۶). از طرفی کاهش سطوح آلکالوئیدها نیز می‌تواند باعث افزایش تولید گاز شود، لذا می‌توان انتظار داشت سطوح آلکالوئیدها در این تیمارها با خشک کردن و نیز عمل‌آوری سیلاژ آن کاهش یافته باشد؛ چراکه سیلو کردن بوته گوجه‌فرنگی بدون افزودنی، سبب افزایش تولید گاز در مقایسه با نوع خشک آن شد (P<۰/۰۵).

جدول ۱- ترکیب شیمیایی بقایای مزرعه گوجه‌فرنگی (درصد ماده خشک)

Table 1- Chemical composition of The remains of a tomato farm (% DM basis)

ماده خشک * DM	پروتئین خام CP	چربی خام EE	دیواره سلولی NDF	دیواره سلولی بدون همی‌سلولز ADF	خاکستر Ash	اسیدیته pH
26	14	1.5	40	28	19.6	6.57

*درصد گیاه تازه

جدول ۲- تأثیر سیلوکردن بر ترکیب شیمیایی بوته گوجه‌فرنگی (درصد ماده خشک)

Table 2- Effect of Ensiling on tomato plant chemical composition

ترکیب شیمیایی Chemical composition	گیاه قبل از سیلوکردن *Plant before ensiling*	سیلاژ بوته بدون افزودنی Plant silage without additives	سیلاژ بوته + ٤٪ تفاله خشک چغندرقند plant silage + 4%Dried beet pulp	سیلاژ بوته + ۸٪ تفاله خشک چغندرقند plant silage + 8%Dried beet pulp	میانگین خطای استاندارد SEM
ماده خشک DM	26.0^{d}	29.4^{c}	30.0^{b}	31.6^{a}	0.100
پروتئین خام CP	14.0^{b}	14.4^{a}	13.0^{c}	12.7^{c}	0.104
دیواره سلولی NDF	14.0^{b}	38.5^{c}	45.7^{a}	46.0^{a}	0.123
دیواره سلولی بدون همی‌سلولز ADF	28.0^{c}	25.4^{d}	35.4^{b}	37.6^{a}	0.174
خاکستر Ash	19.6^{d}	22.2^{c}	23.0^{b}	24.1^{a}	0.121
اسیدیته pH	6.57^{a}	4.71^{b}	4.52^{c}	4.34^{d}	0.048

*در تمامی جداول میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

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

سیلو کردن بوته گوجه‌فرنگی سبب کاهش فاز تأخیر شد و این مقدار با افزایش سطوح تفاله خشک چغندرقند کاهش بیشتری را نشان داد، ولی اختلاف آن در بین تیمارها معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). میزان تولید گاز در ۹۶ ساعت در سیلاژ بوته گوجه‌فرنگی با سطوح ۴ و ۸ درصدتفاله خشک چغندرقند (جدول ۳)، به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) بیشتر از سایر تیمارها بود (۵۴/۲۶ و ۵۴/۶۰ میلی‌لیتر). این مقدار پایین‌تر از میزان تولید گاز علوفه‌های رایجی مانند یونجه است، اما در مقایسه با برخی محصولات فرعی کشاورزی با ارزش غذایی پایین (کاه گندم) از میزان بالاتری برخوردار است. میزان تولید گاز به‌طور عمده تحت تأثیر ترکیب شیمیایی گیاه قرار دارد (۱۰)، به‌طوری‌که مقدار انرژی متابولیسمی بالاتر (جدول ۴) سبب افزایش (۲۸) و خاکستر بالاتر می‌تواند باعث کاهش تولید گاز گردد (۱۰). قابلیت هضم با سیلوکردن و نیز افزایش سطح تفاله خشک چغندرقند به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) افزایش یافت. کامینز و همکاران (۷) علوفه تیموتی از خانواده گراس‌ها را با سطوح مختلفی از تفاله خشک چغندرقند سیلو کردند و دریافتند که با افزودن تفاله خشک چغندرقند به سیلو قابلیت هضم به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج الوزیری و همکاران (۱۰) متفاوت بود چرا که آنها مقادیر قابلیت هضم ماده آلی بوته خشک گوجه‌فرنگی را ۴۳/۹۴ درصد گزارش کردند که پس از سیلوکردن به ۳۹/۸۱ درصد کاهش یافت. مطالعات مختلف نیز وجود دارد که افزایش قابلیت هضم در پی سیلوکردن گیاه به سبب کاهش اتصالات لیگنوسلولزی توسط هیدرولیز اسیدی درون سیلو را گزارش داده‌اندکه نتایج مطالعه حاضر را تأیید می‌کند. بخش دیگری از این اختلاف می‌تواند با روش برآورد قابلیت هضم و مرحله رشد و وضعیت فیزیولوژیک گیاه و زمان برداشت مرتبط باشد (۲۴). اگرچه الوزیری و همکاران (۱۰) علت کاهش قابلیت‌هضم را پس از سیلو شدن گزارش نکردند، اما احتمالاً میزان رطوبت بالای بوته گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در مطالعه آنها و خروج شیرابه و به‌تبع آن خروج مواد مغذی محلول سبب کاهش قابلیت هضم سیلاژ شده است (۷). از سوی دیگر افزودن تفاله خشک چغندرقند به سیلاژ علوفه‌های با رطوبت بالا سبب پیشگیری از خروج شیرابه، مواد مغذی محلول و به‌تبع آن بهبود قابلیت هضم می‌شود (۱)، چراکه تفاله چغندرقند دارای ظرفیت جذب رطوبت بالا و دارای ارزش غذایی مناسبی می‌باشد (۱). مقدار انرژی قابل متابولیسم

بوته‌های مورد آزمایش بین ۷/۸۳ تا ۸/۷۵ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک بود. زمانی که گیاه به تنهایی سیلو شد مقدار انرژی قابل متابولیسم آن کاهش یافت، اما با افزودن تفاله خشک چغندرقند به سیلو این مقدار افزایش داشت (P<۰/۰۵) و بیشترین آن مربوط به تیمار سیلوی گوجه حاوی ۸ درصد تفاله چغندرقند بود. در مطالعه‌ای که توسط کردی و همکاران (۱۹) روی سیلوی تفاله مرکبات انجام گرفت، با افزودن تفاله خشک چغندر به سیلو میزان انرژی قابل متابولیسمی و قابلیت هضم آن افزایش یافت. با سیلوکردن بوته گوجه‌فرنگی و افزودن تفاله خشک چغندرقند به آن، نیتروژن آمونیاکی به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش یافت. گیاه گوجه‌فرنگی دارای متابولیت‌های ثانویه گیاهی از جمله توماتین است. دورمیک و همکاران (۹) ویژگی‌های تخمیری ۱۲۸ گونه مرتعی در استرالیا را با استفاده از کشت بسته ارزیابی کردند و نشان دادند که گونه‌های مختلف آتریپلکس سبب کاهش غلظت آمونیاک محیط کشت نسبت به شاهد شد و آنها علت آن را مربوط به تغییر جمعیت میکروبی یا متابولیت‌های ثانویه گیاهی (تانن‌ها) بیان کردند.

جدول ۳- فراسنجه‌های تولید گاز و متوسط نرخ تخمیر بوته خشک گوجه‌فرنگی و سیلاژ عمل‌آوری‌شده آن با سطوح مختلف تفاله خشک چغندرقند

Table 3- Gas production parameters and average fermentation rate of dry tomato plant and Silage mixed with different levels of dry sugar beet pulp

فراسنجه Item	بوته خشک مزرعه Dry tomato plant	سیلاژ بوته مزرعه Tomato plant Silage	سیلاژ بوته + ٤٪ تفاله خشک چغندرقند plant silage + 4%Dried beet pulp	سیلاژ بوته + ۸٪ تفاله خشک چغندرقند plant silage + 8%Dried beet pulp	میانگین خطای استاندارد SEM
A[1]	52.82[a]	48.79[b]	54.26[a]	54.60[a]	0.942
C[2]	0.046[a]	0.048[ab]	0.055a[b]	0.058[a]	0.0021
L[3]	0.098	0.092	0.083	0.079	0.0084
AFR[4]	1.767[a]	2.155[a]	2.170[a]	2.309[a]	0.1763

در تمامی جداول میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).
[1] Asymptotic gas production (mL/g OM)
[2] Fractional rate of gas production (/h)
[3] Lag time (h)
[4] Average fermentation rate (mL/h).

تجزیه‌پذیری

نتایج مربوط به فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی سیلاژ بوته گوجه‌فرنگی در جدول ۵ ارائه گردیده است. بخش سریع تجزیه ماده خشک، ثابت نرخ تجزیه‌پذیری، پتانسیل تجزیه‌پذیری و توان تجزیه‌پذیری بالقوه در سیلاژ عمل‌آوری‌شده با سطح ۸ درصد تفاله خشک چغندرقند بیشترین (P<۰/۰۵) مقادیر را به خود اختصاص داد، اما بین سطوح ۰ و ۴ درصد تفاله چغندرقند اختلاف معنی‌داری در مورد فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) اگرچه این دو سطح دارای بیشترین بخش کند تجزیه نسبت به سطح ۸ درصد تفاله بودند (P<۰/۰۵). مطالعات معدودی تجزیه‌پذیری بوته گوجه‌فرنگی را بررسی کرده‌اند. تحسین و همکاران (۲۹) میزان بخش سریع‌تجزیه و کندتجزیه مخلوط بقایای گلخانه‌ای (خیار و گوجه‌فرنگی) را به‌ترتیب ۱۶/۱ و ۵۵/۸ درصد در ساعت گزارش کردند که اختلاف آن با نتایج این آزمایش با ناخالصی نمونه‌ها و نوع کشت گوجه‌فرنگی مرتبط است. با اینکه بخش دیواره سلولی در تیمار سطح ۸ درصد تفاله خشک چغندرقند بیشتر از دو تیمار دیگر است، بالا بودن بخش سریع تجزیه و پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک (۲۵/۱۲ درصد) آن را می‌توان به میزان بیشتر خاکستر خام مربوط دانست که نشان‌دهنده قابلیت تجزیه‌پذیری بالاتر است (۲۷). از سوی دیگر تفاله چغندرقند می‌تواند مقدار فیبر قابل‌تجزیه بیشتری را فراهم نماید و باعث بهبود تجزیه‌پذیری فیبر دیگر اجزای خوراک در شکمبه شود (۲۱).

ماسودا و همکاران (۲۱) تفاله خشک چغندرقند را در سطوح مختلف با علوفه گرامینه مخلوط نمودند و دریافتند که با افزایش میزان تفاله خشک چغندرقند تا ۱۰درصد وزن تر علوفه، میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک افزایش می‌یابد، اما با افزایش سطح آن به ۲۰ و ۴۰ درصد، تجزیه‌پذیری کاهش یافت. ازسوی دیگر تفاله خشک چغندرقند به‌لحاظ دارا بودن کربوهیدرات‌های سریع تجزیه می‌تواند کیفیت سیلاژ و تجزیه‌پذیری مواد مغذی آن را بهبود بخشد (۲۸).

جدول ٤- فراسنجه‌های برآوردشده در روش تولید گاز و کشت تخمیری بسته بوته خشک گوجه‌فرنگی و سیلاژ عمل‌آوری‌شده آن با سطوح مختلف تفاله خشک چغندرقند

Table 4- Estimated parameters in *in vitro* gas production and batch culture methods of dry tomato plant and Silage mixed with different levels of dry sugar beet pulp

فراسنجه ITEM	بوته خشک مزرعه Dry tomato plant	سیلاژبوته مزرعه Tomato plant Silage	سیلاژ بوته + ٤٪ تفاله خشک چغندرقند plant silage + 4%Dried beet pulp	سیلاژ بوته + ٨٪ تفاله خشک چغندرقند plant silage + 8%Dried beet pulp	میانگین خطای استاندارد SEM
تولید گاز در ۹۶ ساعت انکوباسیون Gas produced after 96 h incubation (ml)	53.46^{b}	49.06^{c}	56.03^{a}	56.01^{a}	0.151
ناپدید شدن ماده خشک (%) IVDMD[1]	50.29^{c}	46.29^{d}	53.11^{b}	55.98^{a}	0.689
قابلیت هضم ماده آلی OMD[2] (%)	72.45^{c}	75.17^{b}	78.58^{a}	77.57^{b}	0.729
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر SCFA[3] (mmol)	0.777^{c}	0.708^{d}	0.912^{b}	0.952^{a}	0.010
FFE[6] (mg DM disappeared /ml gas produced after 24h)					
انرژی متابولیسمی ME[4] (Mj/kg DM)	7.83^{c}	7.55^{d}	8.52^{b}	8.75^{a}	0.077
بازدهی تخمیر خوراک FFE[5](mg DM disappeared /ml gas produced after 24h)	12.54^{a}	11.47^{b}	11.0^{b}	9.16^{c}	0.169
اسیدیته pH*	6.91^{a}	6.92^{a}	6.89^{ab}	6.85^{b}	0.014
نیتروژن آمونیاکی N-NH_3* (mg/g CP)	33.4^{a}	29.1^{b}	21.54^{c}	18.41^{d}	0.367

[1] *In vitro* dry matter disappearance
[2] Organic matter disappeared
[3] Short chain fatty acid
[4] Metabolizable energy
[5] Feed fermentation efficiency
* estimated from batch culture system

در این پژوهش میانگین تجزیه‌پذیری مؤثر برای نرخ‌های عبور ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری علوفه‌ها تحت تأثیر ترکیب شیمیایی، سهم بافت‌های مختلف گیاهی، ساختار دیواره سلولی و نوع ارتباط سلولز و همی‌سلولز قرار دارد. تجزیه‌پذیری ماده خشک همچنین تحت تأثیر عوامل حیوانی (کاهش اندازه ذرات در مراحل نشخوار، فعالیت میکروبی و شرایط محیط شکمبه) نیز قرار می‌گیرد (۱۴). همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، بخش سریع‌تجزیه پروتئین خام سیلاژ عمل‌آوری‌شده با سطح ۸ درصد تفاله خشک چغندرقند (۰/۴۸۹ %) به طور معنی‌داری بیشتر از دو گیاه دیگر بود. بنابراین انتظار می‌رود که پروتئین حقیقی و پروتئین عبوری دو تیمار دیگر بیشتر باشد. مقادیر مشخصی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی مانند تانن در برخی علوفه‌ها از تجزیه سریع پروتئین در شکمبه جلوگیری می‌کنند و بدین ترتیب بازدهی مصرف پروتئین در حیوان افزایش خواهد یافت (۱۴). تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین خام تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (P>۰/۰۵). بخش سریع‌تجزیه، کندتجزیه و پتانسیل تجزیه‌پذیری پروتئین در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری کمتر بود (P<۰/۰۵). اما بین تیمارهای۴ و ۸ درصد تفاله خشک چغندرقند اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در حالی که تجزیه‌پذیری مؤثر دیواره سلولی تیمار ۴ درصد تفاله خشک چغندرقند در نرخ عبور ۰/۰۶ به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو تیمار دیگر بود (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری کلی

بوته گوجه‌فرنگی دارای مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی به‌ویژه پروتئین خام است که می‌تواند بخشی از علوفه مورد نیاز دام را تأمین نماید. مقادیر بالاتر بخش سریع‌تجزیه ماده خشک و پروتئین خام سیلاژ فرآوری‌شده با تفاله خشک چغندرقند احتمالاً مصرف بهتر این گیاه توسط دام را باعث می‌شود. اما برای رسیدن به همبستگی مناسب بین مقادیر تولید گاز و تجزیه‌پذیری ماده خشک و مشاهده اثرات این یافته بر نشخوارکنندگان نیاز به پژوهش‌های بیشتری با استفاده از

دام‌ها است.

جدول ۵- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین و دیواره سلولی سیلاژ بوته گوجه‌فرنگی فرآوری شده با سطوح مختلف تفاله خشک چغندرقند

Table 5- *In situ* degradation parameters of DM, CP and NDF for dry tomato plant and Silage mixed with different levels of dry sugar beet pulp. (%)

	سیلاژ بوته گوجه‌فرنگی Tomato plant silages			
فراسنجه‌ها* Parameters	۰٪ تفاله خشک چغندقند 0%Dried beet pulp	٤٪ تفاله خشک چغندرقند 4%Dried beet pulp	۸٪ تفاله خشک چغندرقند 8%Dried beet pulp	خطای استاندارد SEM
ماده خشک DM				
(a) بخش سریع تجزیه	21.69^{b}	20.57^{b}	25.12^{a}	0.940
(b) بخش کند تجزیه	44.97^{a}	45.15^{a}	43.11^{a}	0.136
(c) نرخ تجزیه بخش b به ازای هر ساعت	0.069^{b}	0.067^{b}	0.097^{a}	0.001
*d= a+b	66.74	65.73	68.24	1.136
تجزیه پذیری مؤثر (ED)				
0.02	51.71	52.35	56.61	1.706
0.04	41.0	43.9	48.3	2.28
0.06	34.65	38.26	42.22	2.642
پروتئین خام CP				
(a) بخش سریع تجزیه	0.414^{c}	0.457^{b}	0.489^{a}	0.0022
(b) بخش کند تجزیه	0.441^{a}	0.401^{b}	0.393^{b}	0.0033
(c) نرخ تجزیه بخش b به ازای هر ساعت	0.059^{c}	0.66^{b}	0.069^{a}	0.0005
d= a+b*	0.856^{b}	0.876^{a}	0.883^{a}	0.005
تجزیه پذیری مؤثر (ED)				
0.02	0.710	0.639	0.685	0.0221
0.04	0.606	0.510	0.560	0.352
0.06	0.535	0.424	0.474	0.0442
دیواره سلولی NDF				
(a) بخش سریع تجزیه	0.034^{a}	0.22^{b}	0.35^{a}	0.0002
(b) بخش کند تجزیه	0.410^{a}	0.409^{b}	0.411^{a}	0.0003
(c) نرخ تجزیه بخش b به ازای هر ساعت	0.53^{b}	0.59^{a}	0.52^{c}	0.0002
d= a+b*	0.445^{a}	0.431^{b}	0.446^{a}	0.0005
تجزیه پذیری مؤثر (ED)				
0.02	0.327	0.323	0.332	0.0019
0.04	0.259	0.258	0.252	0.0029
0.06	0.209^{a}	0.215^{a}	0.207^{b}	0.0005

* a, soluble fraction (%); b, degradable but insoluble fraction (%); c, rate constant (per h) of degradation of fraction b; d=a+b, the potential degradable fraction (%); and ED, effective degradability calculated with a passage rates (k) of 0.02, 0.04, and 0.06 per h.

منابع

1- Al-Rwidah, M. N. 1989. The consequences of ensilinggrass with absorbent materials. DissAbstr. Int. B Sci. Eng. 49(10):4079B(Abstr).
2- Anonymous. 2014, Iranian Agricultural Statistics. Cropping Season 2011-2012. Volume 1. Ministry of Agriculture Jihad. Tehran, Iran. (In Persian).
3- AOAC International. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
4- Arosemena, A., E. J. DePeters, and J.G. Fadel. 1995. Extent of variability in nutrient composition within selected by-product feedstuffs. Anim. Feed Sci. Technol. 54:103-120.
5- Ben Salem, H. and T. Smith. 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. Small Rumin. Res. 77:174-194.
6- Borrell,B. 2009.How to grow a better tomato: The case against heirloom

tomatoes.http://www.scientificamerican.com/article/case-against-heirloom-tomatoes/

7- Cummins, B., P. O'Kiely, M. G. Keane, and D. A. Kenny. 2007. Conservation characteristics of grass and dry sugar beet pulp co-ensiled after different degrees of mixing. J. Agric. Food Res. 46:181-193.
8- DePeters, E. J., J. G. Fadel, and A. Arosemena. 1997. Digestion kinetics of neutral detergent fiber and chemical composition within some selected by-product feedstuffs. Anim. Feed Sci. Technol. 67:127-140.
9- Durmic, Z., P. Hutton, D. K. Revell, J. Emms, S. Hughes, and P. E. Vercoe. 2010. In vitro fermentative traits of Australian woody perennial plant species that may be considered as potential sources of feed for grazing ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 160:98-109.
10- El-Waziry, A. M., F. Alkoaik, A. I. Khalil, H. Metwally, and M. A. Al-Mahasneh. 2013. Evaluation of tomato and Cucumber Wastes as Alternative Feeds for ruminants using Gas production technique in vitro. Asian J. Anim. Vet. Adv. 8(6):821-826.
11- FAO Statistics, 2011. HTML Accessed Apr. 2012. http://www.fao.org/.
12- Fazaeli, H., M. Zahedifar, and H. Nouroozian. 2006. Chemical composition and ensiling of domask rose extraction residue with different additives. Pajouhesh&Sazandegi. 72:58-65. (In Persian with English abstract).
13- France, J., J. Dijkstra, M. S. Dhanoa, S. Lopez, and A. Bannink. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: derivation of models and other mathematical considerations. Br. J. Nutr. 83:143-150.
14- Givens, D. I., E. Owen, R. F. E. Axford, and H. M. Omed. 2000. Forage evaluation in ruminant nutrition. CABI Press.
15- Grasser, L. A., J. O. Fadel, I. Garnett, and E. J. Depeters. 1995. Quantity and Economic Importance of Nine Selected By-products Used in California Dairy Rations. J. Dairy. Sci. 78:962-971.
16- Jahani-Azizabadi, H., M. DaneshMesgaran, A. R. Vakili, K. Rezayazdi, and M. Hashemi. 2011. Effect of various medicinal plant essential oils obtained from semi-arid climate on rumen fermentation characteristics of a high forage diet using in vitro batch culture. African J. Microb. Res. 5(27):4812-4819.
17- Kamali, A., 2009. Determine the nutritional value of tomato plants with different ratios of molasses and its application in feeding goat fattening. Pages 120-125. in The 4st In. Conf. New Ideas in Agric. proc. Islamic Azad Uni. Khorasgan, Isfehan.
18- Khodaverdi, R., A. A. Naserian, A. Ebrahimi, M.talebi, and M. Rahati. 2014. Determination of chemical composition and gas production of dried or ensiled tomato shoot. Pages 140-151. in The 1st In. Conf. New Ideas in Agric. proc. Islamic Azad Uni. Khorasgan, Isfehan.
19- Kordi, M., and A. A. Naserian. 2012. Influence of wheat bran as a silage additive on chemical composition, in situ degradability and in vitro gas production of citrus pulp silage. African. J. Biotec.11(63):12669-12674.
20- Kumara Mahipala, M. B. P., G. L. Krebs, P. McCafferty, and L. H. P. Gunaratne. 2009. Chemical composition, biological affects of tannin and in vitro nutritive value of selected browse species grown in the West Australian Mediterranean environment. Animal Feed Science and Technology, 153(3):203-215.
21- Masuda, Y., S. Kondo, M. Shimojo, and I. Goto. 1999. Effect of sugar-beet pulp supplementation on fiber degradation of grass hay in the rumen of goats. Journal of Animal Science, 12: 186-188.
22- McDonald, P., A. R. Henderson, and S. J. E. Heron. 1991. The biochemistry of silage. 2nd ed., Chalcombe publications, Marlow, Uk.
23- McDougall, E. I. 1948. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. Biochemical Journal, 43:99-109.
24- Menke, K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28:7-55.
25- Norman, H. C.,C. Freind, D. G. Masters, A. J. Rintoul, R. A. Dynes, and I. H. Williams. 2004. Variation within and between two saltbush species in plant composition and subsequent selection by sheep. Australian Journal of Agricultural Research, 55:999-1007.
26- Norton, B. W. 2003. The nutritive value of tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture (Ed. R.C. Gutteridge and H.M. Shelton) pp.1-10. Available in website: http://www.fao.org/ag/agP/agpc/doc/Publicat/Gutt-shel/x5556e0j.htm.
27- Razzaghi, A., R. Valizadeh. Chemical composition, degradability and gas production halophytes (Atriplexcanesences, Salsolarigida, Aeluropuslittoralis). 2013. Journal of Animal Science, the researcher-Iran. Develop. 7:1-11.
28- Rowghani, E., M. J. Zamiri, and A. R. Seradj. 2008. The chemical composition, rumen degradability, in vitro gas production, energy content and digestibility of olive cake ensiled with additives. Iranian Journal of Veterinary Research, 9:213-221.
29- Tahseen, O, J. Abdallah, J. A. Omar. 2014. In situ degradability of dry matter, crud protein, acid and neutral detergent fiber of olive cake and greenhouse wastes of tomato and cucumber. Revue de Médecine Vétérinaire, 165:93-98.
30- Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan, and J. France. 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.
31- Towhidi, A., T. Saberifar, and E. Dirandeh. 2011. Nutritive value of some herbage for dromedary camels in the central arid zone of Iran. Tropical Animal Health and Production, 43:617-622.
32- Van Soest. P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74:3583-3597.
33- Vanzant, E. S., R. C. Cochran, and E. C. Titgemeyer. 1998. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. Journal of Animal Science, 76:2717-2729.
34- Ventura, M. R., M. C. Pieltain, and J. I. R. Castanon. 2009. Evaluation of tomato crop by-products as feed for goats. Animal Feed Science and Technology, 154:271-275.
35- Zobdeh, M. R., S. A. Mousavi, and H. Fazaeli. 2007. Utilization of potato tops in the diet of finishing lambs. Pages 240-241 in International Trop. Anim. Nut. Conf. proc. National Dairy Research Institute, Karnal, India.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 2, Summer 2018, p. 153-162

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۱۶۲-۱۵۳

Determining Chemical Composition and Nutritional Value of Tomato Shoot Silage Supplemented with Different levels of Beet Pulp by Using Nylon Bag and *in vitro* Gas Production Method

A. Naserian[1*]- R. Khodaverdi[2]- R. Valizadeh[1]- A. Tahmasbi[1]

Received: 24-08-2014
Accepted: 13-10-2015

Introduction The processed crop by-products can be used as a suitable feedstuff to meet livestock dietary requirements. Tomato shoots that left on the field surface after harvest, is a major valuable by-product. In Iran, the estimated annual tomato shoots production is about 100 million ton. We evaluated the nutritional value of ensiled tomato shoots processed by beet pulp as a fermentation enhancer.

Materials and Methods Tomato shoots were collected from tomato farms in Semnan, Iran. The shoots were ensiled with 0, 4 or 8% (W/W) air-dried beet pulp. After 60 days, the silos were opened and ensiled materials were evaluated for sensitive characteristics as well as pH. The ensiled samples were also analyzed for chemical composition after 48 h oven drying at 60° C. Rumen degradability and fermentation characteristics were measured by using a nylon bag method and an in vitro gas production technique, respectively. For in vitro gas production technique, 200 mg of dry matter was incubated for 96 h at 39° C. Cumulative gas volumes were recorded 2, 4, 6, 8, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 h after incubation. To estimate the gas production parameters, an exponential model was fitted for data. Rumen degradability parameters of dry matter (DM), crud protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) were determined by incubation of 5 g sample for 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 or 96 h in the rumen of a fistulated steer. Similar analysis and measurements were also performed for oven dried tomato shoot samples. All data were subjected to ANOVA using the GLM procedure of SAS and means were compared by using Duncan's multiple range test at 5% probability level.

Results and Discussion At the end of fruit harvest, the measured DM and CP content of tomato shoot samples were 26 and 14% respectively that are in agreement with previous reports. Ensiled tomato shoots had a significant higher content of CP than oven-dried shoots; more likely due to losses of soluble components during the ensiling process. However, the content of CP was decreased with increase in beet pulp level in the tomato shoot silage. Similarly, the tomato shoot silages with 4 or 8% beet pulp showed lower values of NDF and ADF in comparison with tomato shoot silage without beet pulp. Due to lower protein and fiber percentage of beet pulp, the decreases in CP, ADF and ADF contents of tomato shoot silages by adding beet pulp were expected. Although the potential of gas production was enhanced by increased levels of beet pulp in the silages, no significant difference was observed among tomato shoot silages. The silages were also similar for gas production parameters. However, cumulative volumes of gas produced at 96 h incubation for silages with 4 and 8% beet pulp were significantly higher than other treatment. The highest values of rapidly degradable DM, degradation rate constant and degradation potential were observed in tomato shoot silage supplemented with 8% beet pulp. However, there was no significant difference between tomato shoot silages with 4% beet pulp and without beet pulp supplementation.

Conclusions Tomato shoots are a suitable source of nutrient for ruminant. Our results indicated that ensiling increases nutritional value of tomato shoots. The in vitro rumen fermentation characteristics as well as rumen degradability of tomato shoot silages were improved by adding 8% beet pulp. However, future studies are needed to confirm these results and elucidate the potential use of tomato shoot silage in ruminant's diet.

Keywords: Chemical composition, Degradability, Gas production, Tomato shoot silage

1 and 2- Professor and MSc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively
(*- Corresponding author email: naserian@ferdowsi.um.ac.ir)