

بررسی ترکیب شیمیایی، خصوصیات تخمیری و تولید گاز تفاله گوجه فرنگی سیلو شده با تفاله چغندر قند یا تفاله خشک مرکبات

حسین برزمینی^۱، یوسف مصطفی لو^۲، جواد بیات کوهسار^{۳*} و فرزاد قنبری^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

*نویسنده مسؤول: javad_bayat@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی ترکیب شیمیایی، خصوصیات تخمیری و تولید گاز سیلاژ تفاله گوجه فرنگی سیلو شده با سطوح مختلف تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) سیلاژ تفاله گوجه فرنگی فاقد افزودنی (شاهد)، (۲) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله چغندر قند، (۳) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله چغندر قند، (۴) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله خشک مرکبات و (۵) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله خشک مرکبات بودند. عمل سیلو کردن در کیسه‌های پلاستیکی دولایه انجام گرفت. سیلوها بعد از ۳، ۷، ۲۱ و ۴۵ روز باز شدند. نتایج نشان داد که افزودن سطوح مختلف تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات تأثیر معنی‌داری بر درصد ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خاکستر خام داشت ($P < 0/05$). با این حال، تیمارهای آزمایشی از نظر پروتئین خام اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P > 0/05$). در تمامی تیمارها با افزایش زمان پس از سیلو کردن، غلظت پروتئین خام روند کاهشی و غلظت نیتروژن آمونیاکی روند افزایشی نشان داد. استفاده از سطوح مختلف تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات پایداری هوازی سیلاژها را در مقایسه با تیمار شاهد بهبود بخشید ($P < 0/05$). سیلاژهای دارای سطح ۱۰ درصد در مقایسه با سیلاژهای دارای سطح ۵ درصد افزودنی، در تمامی زمان‌های پس از سیلو کردن از pH بالاتری برخوردار بودند. در بین تیمارهای آزمایشی از نظر پتانسیل و نرخ تولید گاز و سایر فراسنجه‌های تخمین زده شده (غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، ماده آلی قابل هضم و انرژی قابل متابولیسم) اختلافات معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$). بین تیمارهای آزمایشی از نظر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، اختلافات معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). نتایج نشان داد که افزودن سطح ۱۰ درصد هر دو افزودنی باعث افزایش مقدار تولید توده میکروبی و کاهش بازده تولید گاز در تمامی زمان‌ها پس از سیلو کردن شد. به نظر می‌رسد افزودن تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات به سیلاژ تفاله گوجه فرنگی ضمن بهبود کیفیت سیلاژ، پتانسیل تغییر فرآیند تخمیری شکمبه را داشته و می‌تواند موجب بهبود ارزش تغذیه‌ای این فرآورده فرعی شود.

کلمات کلیدی: پایداری هوازی، پتانسیل تولید گاز، سیلاژ، قابلیت هضم

مقدمه

استفاده از محصولات فرعی و خوراک های فرآوری شده در تغذیه دام قدمت زیادی داشته و دارای دو مزیت مهم می باشد؛ نخست آن که تغذیه این محصولات باعث وابستگی کمتر حیوانات به غلات می شود (قابل مصرف توسط انسان). دوم اینکه باعث حذف برنامه های پرهزینه مدیریتی جهت دفع ضایعات می شود (گراسر و همکاران، ۱۹۹۵). محصولات فرعی بر اساس نوع محصول و روش تولید فرق داشته و در اکثر مناطق جهان به عنوان ترکیب مهم جیره نشخوکنندگان می باشند (گراسر و همکاران، ۱۹۹۵). این ضایعات دارای سطوح بالایی از الیاف ساختمانی بوده که احتیاجات مواد مغذی جهت نگهداری، رشد، تولید مثل و تولید شیر را تأمین می کنند. در سال های اخیر مصرف محصولات فرعی کشت و صنعت با افزایش قیمت خوراک های متداول مورد توجه قرار گرفته است. در گذشته از محصولات فرعی همچون پودر چربی، سبوس، تفاله چغندر قند و ملاس جهت تغذیه دام استفاده می کردند. اما امروزه محصولات فرعی نامتعارف همچون بقایای حاصل از فرآوری میوه ها و سبزیجات، ضایعات حاصل از پختن نیز قابل دسترس می باشد. در این رابطه توجه به گسترش صنایع کشاورزی و غذایی و حجم وسیعی از محصولات تولید شده و استفاده بهینه از آن ها در تغذیه دام نه تنها در کاهش آلودگی محیط زیست کمک کرده، بلکه در بر طرف کردن بخشی از نیازهای غذایی دام نیز می تواند راهگشا باشد. در این میان، استفاده از ضایعات کارخانجات آبمیوه گیری و تهیه رب گوجه فرنگی در تغذیه دام با توجه به ویژگی های خاص تغذیه ای و حجم انبوه تولید آن ها در بسیاری از کشورها به ویژه در کشورهای در حال توسعه و نتایج مطلوب اخذ شده از کاربرد این قبیل مواد در تغذیه دام و طیور، امری ضروری به نظر می رسد (آکادمی ملی علوم، ۱۹۸۳؛ ال بوشی، ۱۹۹۴).

گوجه فرنگی از محصولات عمده صیفی در استان گلستان می باشد و سطح زیرکشتی برابر ۱۰۹۲۱ هکتار از اراضی کشاورزی استان را به خود اختصاص داده و تولید آن بیش از ۳۴۸۵۱۵ تن بالغ شده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۰-۱۳۸۹). بخش عمده این محصول (حدود ۸۰ درصد) برای تولیدات مهمی چون رب، سس گوجه فرنگی و چاشنی های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. پس از استخراج عصاره از گوجه تازه آنچه باقی می ماند تحت عنوان تفاله گوجه فرنگی حاوی آب، دانه و پوسته است و معادل یک پنجم وزن گوجه تازه است (حدود ۷۰۰۰۰ تن). تفاله گوجه فرنگی به علت تولید

در ماه های گرم سال و رطوبت بالا و غنی بودن از مواد مغذی مختلف به سرعت کپک زده و از بین می رود. بنابراین، جهت استفاده مطلوب از تفاله گوجه فرنگی در تغذیه دام باید به روش های مختلف از جمله خشک نمودن و سیلو کردن ارزش تغذیه ای آن را حفظ کرد (مختاپور، ۱۳۷۳؛ بیلی باسکیس و آمباتس دیس، ۱۹۹۵؛ ویس و همکاران، ۱۹۹۷). تفاله گوجه فرنگی دارای رطوبت بالایی بوده و اکثر دامداران در نوع سیلو کردن آن دچار مشکلات فراوانی هستند. علاوه بر این، خشک نمودن آن در فضای باز با توجه به شرایط آب و هوایی استان گلستان (بارندگی، ابری بودن و غیره) امکان پذیر نمی باشد. لذا با توجه به رطوبت بالای تفاله گوجه فرنگی، اضافه نمودن افزودنی هایی که بتوانند هم به عنوان جاذب رطوبت عمل کنند (اربابی و همکاران، ۲۰۰۸) و هم منبع انرژی محسوب شوند، می تواند باعث تولید سیلاژی با کیفیت مطلوب شود. تفاله چغندر قند به دلیل دارا بودن ظرفیت نگهداری بالای آب (ولکر و آلن، ۲۰۰۳) عمدتاً به منظور افزایش میزان ماده خشک در فرآیند سیلو کردن گیاهان با رطوبت بالا به کار می رود (ولی-زاده و همکاران، ۲۰۰۷). تفاله مرکبات شامل بخش های داخلی و پوست میوه های ضایعاتی خانواده مرکبات (پرتقال، نارنگی، گریپ فروت و غیره) هستند که به صورت خشک در آمده اند. این مواد دارای انرژی نسبتاً بالایی بوده و کلسیم و الیاف قابل هضم تقریباً بالایی داشته و از نظر پروتئین فقیر هستند (۷ درصد). تفاله مرکبات از نظر ارزش غذایی شبیه تفاله چغندر قند است. این مواد خوراکی بوی مطبوع و خاصی دارند. از آنجاکه این ماده دارای الیاف قابل هضم خوبی است، می تواند به عنوان جایگزین بخشی از الیاف علوفه در جیره های غذایی باشد. اما میزان پروتئین آن نسبتاً اندک است. هرچند تفاله گوجه فرنگی در تغذیه گاو های شیری مورد استفاده قرار می گیرد، ولی اطلاعات پژوهشی تعیین کننده و راهگشایی در زمینه سیلو نمودن آن و همچنین ارائه ی راهکارهای مناسب برای تهیه سیلاژی با کیفیت محدود است. هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی و مقایسه تأثیر افزودن تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات به تفاله گوجه فرنگی بر ترکیب شیمیایی، خصوصیات و پارامترهای تخمیری، تولید گاز و بررسی قابلیت هضم سیلاژ تفاله گوجه فرنگی در شرایط آزمایشگاهی بود.

مواد و روش‌ها

تهیه سیلاژ

تفاله گوجه‌فرنگی تازه از کارخانه رب گلستان عصاره واقع در شهرستان دلدند تهیه شد. ترکیب شیمیایی تفاله گوجه‌فرنگی تازه قبل از سیلو شدن در جدول ۱ نشان داده شده است.

به‌منظور تهیه سیلاژ، تفاله گوجه‌فرنگی در ۳ تکرار به مدت ۳، ۷، ۲۱ و ۴۵ روز در کیسه‌های پلاستیکی دولایه ذخیره شد. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) شاهد (تفاله گوجه‌فرنگی بدون افزودنی)، (۲) شاهد + ۵ درصد تفاله چغندرقد، (۳) شاهد + ۱۰ درصد تفاله چغندرقد، (۴) شاهد + ۵ درصد تفاله خشک مرکبات و (۵) شاهد + ۱۰ درصد تفاله خشک مرکبات بودند. بعد از سپری شدن زمان معین، درب سیلوها باز شده و بلافاصله pH آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس از هر کدام از تیمارها به‌منظور انجام آزمایش‌های مورد نظر نمونه‌گیری انجام شد. نمونه‌ها با استفاده از توری ۱ میلی‌متری (اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی) و ۲ میلی‌متری (آزمایش‌های تولید گاز و قابلیت هضم) آسیاب گردیدند. مقدار ماده خشک، پروتئین خام (کجلدال، شرکت *Tecator* کشور سوئد)، چربی خام (روش سوکسله)، خاکستر (سوزاندن در کوره الکتریکی) و نیز الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی به روش *AOAC* (۲۰۰۵) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری pH ۵۰ گرم از نمونه به همراه ۴۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر با استفاده از یک مخلوط کن هموژنیزه شدند. پس از صاف نمودن عصاره، pH آن بلافاصله با استفاده از pH متر دیجیتال (مدل ۶۹۱، شرکت *Metrohm*) ثبت شد.

میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش فنل-هیپوکلیت تعیین گردید. بدین منظور از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر جهت قرائت جذب نوری استفاده شد (برودریک و کانگ، ۱۹۸۰).

برای بررسی پایداری هوازای سیلاژها، بعد از باز کردن سیلوها محتوای هر سیلو به خوبی مخلوط شده و به یک ظرف یک کیلویی منتقل شدند. هر ظرف با دو دماسنج، که یکی از دماسنج‌ها در عمق پایین‌تر و دیگری در وسط قرار گرفته بود، تجهیز شد. به‌منظور کاهش تبادل دما با محیط و جلوگیری از آلودگی، محتوای هر سیلو نیز با یک پارچه متقال دو لایه پوشانده شد. دمای توده سیلاژ هر ۲ ساعت یکبار، تا زمانی که دمای درون سیلاژ حدود ۲ درجه سانتیگراد از دمای اولیه افزایش یافت ثبت می‌شد که این مدت به‌عنوان پایداری هوازای در نظر گرفته شد (باه و همکاران، ۲۰۱۱).

تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی

برای انجام آزمایش تولید گاز از شیرابه شکمبه سه رأس گوسفند دارای فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. حیوانات با جیره حاوی ۱۲ درصد پروتئین خام و ۲/۴۸ مگا کالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم که شامل اقلام یونجه (۲۵ درصد)، دانه جو (۳۵ درصد)، کاه گندم (۲۰ درصد)، سبوس گندم (۱۹ درصد)، نمک (۰/۵ درصد) و مکمل ویتامینی- معدنی (۰/۵ درصد) بود، تغذیه می‌شدند.

بزاق مصنوعی مطابق روش منک و همکاران (۱۹۷۹) تهیه و با شیرابه شکمبه با نسبت ۲:۱ مخلوط شد. برای هر نمونه ۴ تکرار در نظر گرفته شد. آزمایش سه بار تکرار شد. تولید گاز در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون توسط دستگاه مبدل فشارسنج ثبت شد. حجم خالص گاز با کاستن میانگین گاز تولیدی ویال‌های بلانک از ویال‌های دارای نمونه حاصل شد. برآورد فراسنجه‌های تولید گاز با استفاده از نرم‌افزار *Fit curve* انجام شد. بدین‌منظور از رابطه غیرخطی ارسکف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد (رابطه ۱):

(رابطه ۱)

$$y = b(1 - e^{-ct})$$

در این رابطه: y = گاز تولید شده در زمان t ؛ b = تولید گاز از بخش نامحلول قابل تخمیر؛ e = عدد نپر؛ c = ثابت نرخ تولید گاز برای بخش b ؛ و t = زمان کشت می‌باشند.

مقادیر انرژی قابل متابولیسم، گوارش پذیری ماده آلی^۱ و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر^۲ نمونه‌ها به ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۲، ۳ و ۴ برآورد شدند (منک و استینگاس، ۱۹۸۸؛ گتاچیو و همکاران، ۲۰۰۲).

(رابطه ۲)

$$ME = 2/20 + 0/136$$

$$GP + 0/057 CP + 0/0029 CF \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$OMD (\text{درصد}) = 14/88 + 0/889 GP + 0/45 CP + 0/0651 XA$$

(رابطه ۴)

$$SCFA (\text{میلی مول}) = 0/0222 GP - 0/00425$$

¹- Metabolizable Energy (ME)

²- Organic Matter Digestibility (OMD)

³- Short Chain Fatty Acid (SCFA)

می‌باشد. بازده مقدار توده میکروبی با تقسیم توده میکروب تولید شده بر مقدار ماده آلی حقیقی قابل تخمیر در پایان زمان انکوباسیون (۲۴ ساعت) محاسبه گردید. برای آنالیز داده‌های حاصل با رویه *GLM* نرم افزار آماری *SAS* (نسخه ۹/۱) و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تأثیر افزودن سطوح مختلف تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات بر *pH* و ترکیب شیمیایی تفاله گوجه فرنگی سیلو شده در زمان‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. تفاله تازه گوجه فرنگی پس از خروج از کارخانه دارای ماده خشک (۱۶/۵ درصد) و *pH* اولیه ۴/۸۵ بود. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی از نظر ترکیب شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$). مقادیر ماده خشک، ماده آلی، غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و میزان خاکستر در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$).

استفاده از تفاله خشک مرکبات و تفاله چغندر قند باعث افزایش غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی در مقایسه با تیمار شاهد (بدون افزودنی) شد و تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P < 0/05$). این افزایش در تیمار دارای سطح ۱۰ درصد تفاله خشک مرکبات مشهودتر بود. به طور کلی نتایج نشان داد که تیمار دارای سطح ۱۰ درصد تفاله خشک مرکبات، دارای بالاترین مقدار ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر و پایین‌ترین مقدار پروتئین خام و ماده آلی بود. تیمارهای دارای سطوح ۵ و ۱۰ درصد تفاله خشک مرکبات در تمامی سیلوها بالاترین مقدار *pH* را داشتند. همسو با افزایش سطوح تفاله خشک مرکبات، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی نیز افزایش یافت. به طور کلی تیمارهای دارای تفاله خشک مرکبات در مقایسه با تیمارهای دارای افزودنی تفاله چغندر قند از مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی، خاکستر و *pH* بالاتری برخوردار بودند. با افزایش طول مدت زمان سیلو کردن، مقدار پروتئین خام سیلوها در همه تیمارها روند کاهشی داشت، ولی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0/05$). کمتر بودن پروتئین خام در سیلاژها در طی گذشت زمان سیلو به دلیل کاهش ظرفیت بافری می‌تواند به عنوان یک مزیت در تهیه سیلاژ محسوب شود (میرون و همکاران، ۲۰۰۵).

در این روابط: GP = میزان تولید گاز خالص بعد از ۲۴ ساعت (میلی لیتر به ازاء ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، CP = پروتئین خام (درصد)، CF = الیاف خام (درصد)، و XA = میزان خاکستر (درصد)، می‌باشند.

اندازه‌گیری قابلیت هضم در شرایط برون‌تنی

برای اندازه‌گیری میزان قابلیت هضم ظاهری از روش آزمایشگاهی (کشت بسته) استفاده شد. محلول‌های مورد نیاز و بزاق مصنوعی مانند روش تولید گاز تهیه شدند. شیرابه شکمبه نیز مانند روش تولید گاز با نسبت ۲:۱ مایع شکمبه به محلول بزاق مخلوط شد. *pH* مخلوط بافر و مایع شکمبه توسط دستگاه *pH* متر الکترونیکی (مدل ۶۹۱، شرکت *Metrohm*) کنترل و به ۶/۸ رسانده شد. برای هر نمونه ۴ تکرار قرار داده و بعد از تزریق گاز کربنیک به مخلوط بزاق مصنوعی جهت ایجاد شرایط بی‌هوازی، مقدار ۵۰ میلی لیتر از مخلوط را به ویال‌های شیشه‌ای که حاوی ۵۰۰ میلی گرم ماده خشک نمونه‌ها بود ریخته و در بن‌ماری در دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار داده شد. جهت کاهش خطای کار گاز تولیدی ویال‌ها به‌طور مداوم خالی می‌شد تا گاز تولیدی بر میزان قابلیت هضم تأثیر نگذارد. بعد از گذشت هریک از زمان‌های مورد نظر، ویال‌ها از بن‌ماری خارج و جهت غیر فعال شدن فعالیت میکروبی در آب سرد قرار داده شدند و *pH* نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. پس از صاف نمودن محتویات کشت در زمان‌های ذکر شده، نمونه‌های حاصل به مدت ۴۸ ساعت در ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و درصد قابلیت هضم ماده خشک آن‌ها محاسبه شد. برای محاسبه قابلیت هضم ماده آلی، ماده خشک حاصل در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت قرار گرفت و خاکستر و قابلیت هضم ماده آلی محاسبه شد. بازده تولید گاز (GP_{24}) به صورت حجم گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون تقسیم بر مقدار ماده تجزیه شده واقعی (گرم) محاسبه شد (گتاچیو و همکاران، ۲۰۰۲). محاسبه توده میکروبی تولید شده با استفاده از معادله پیشنهادی بلومل و همکاران (۱۹۹۷) انجام شد:

$$MB = GP \times (PF - 2/2) \text{ (میلی گرم)}$$

در این رابطه MB : تولید توده میکروبی، GP : میزان تولید گاز بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون (میلی لیتر). PF : عامل تفکیک (میلی گرم در میلی لیتر) می‌باشد.

PF (عامل تفکیک) بنا به تعریف نسبت میلی گرم ماده آلی حقیقی هضم شده بر میلی لیتر حجم گاز خالص تولیدی

جدول ۱- تأثیر افزودن سطوح مختلف تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات بر pH و ترکیب شیمیایی سیلاژ

تفاله گوجه فرنگی									
NH_3 (میلی گرم در دسی لیتر)	pH	Ash (درصد)	OM (درصد)	ADF (درصد)	NDF (درصد)	CP (درصد)	DM (درصد)	تیمارها ^۱	روزهای سیلو کردن
-	۴/۸۵	۵/۲۵	۹۴/۷۵	۳۸	۵۵	۲۰/۱۶	۱۶/۵	تفاله تازه	۰
۱/۵۸۳ ^c	۳/۷۶ ^d	۴/۶۶ ^e	۹۵/۳۴ ^a	۳۹ ^d	۴۴ ^d	۱۸/۹۴	۲۴/۴۳ ^c	۱	۳
۲/۱۲۴ ^c	۳/۷۳ ^d	۵/۳۳ ^d	۹۴/۶۷ ^b	۴۰ ^{cd}	۵۱ ^c	۱۹/۱۵	۲۸/۰۹ ^b	۲	
۲/۴۵۶ ^b	۳/۸۶ ^c	۶/۳۳ ^c	۹۳/۶۷ ^c	۴۲ ^{ab}	۵۳ ^b	۱۹/۲۷	۲۸/۹۹ ^{ab}	۳	
۳/۱۸۷ ^a	۴/۰۵ ^b	۷/۴۹ ^b	۹۲/۵۰ ^d	۴۱ ^{bc}	۵۴ ^b	۱۹/۰۸	۲۷/۵۸ ^b	۴	
۳/۵۲۲ ^a	۴/۵۱ ^a	۱۰/۴۹ ^a	۸۹/۵۰ ^e	۴۳ ^a	۵۸ ^a	۱۹/۰۳	۲۹/۶۰ ^a	۵	
۰/۳۴۵	۰/۰۵۶	۰/۲۵۵	۰/۲۵۵	۱/۰۱۵	۰/۸۹۴	۰/۰۱۴	۰/۷۶۳	SEM	
۳/۷۹۲	۳/۷۴ ^d	۴/۳۳ ^e	۹۵/۶۷ ^a	۴۱ ^{bc}	۴۸ ^b	۱۸/۶۳	۲۳/۲۳ ^d	۱	۷
۳/۵۱۰	۳/۷۳ ^d	۵/۳۳ ^d	۹۴/۶۷ ^b	۴۲ ^{ab}	۴۷ ^b	۱۸/۷۸	۲۶/۰۶ ^c	۲	
۳/۵۵۱	۳/۸۴ ^c	۶/۴۹ ^c	۹۳/۵۰ ^c	۴۳ ^a	۴۵ ^c	۱۸/۸۹	۲۹/۶۱ ^a	۳	
۳/۵۲۷	۴/۰۲ ^b	۷/۴۹ ^b	۹۲/۵۰ ^d	۴۰ ^c	۴۵ ^c	۱۸/۷۰	۲۸/۰۷ ^b	۴	
۳/۴۷۶	۴/۳۰ ^a	۹/۶۶ ^a	۹۰/۳۴ ^e	۴۱ ^{bc}	۵۱ ^a	۱۸/۶۷	۲۹/۵۲ ^a	۵	
۰/۱۶۱	۰/۰۴۹	۰/۱۴۷	۰/۱۴۷	۰/۷۴۱	۱/۰۱۱	۰/۰۴۴	۰/۷۳۷	SEM	
۳/۸۲۰ ^{ab}	۳/۶۸ ^d	۴/۴۹ ^e	۹۵ ^a	۳۹ ^a	۴۲ ^d	۱۸/۴۰	۲۲/۹۶ ^d	۱	۲۱
۳/۸۱۵ ^{ab}	۳/۶۸ ^d	۵ ^d	۹۵ ^b	۳۱ ^d	۴۶ ^{bc}	۱۸/۵۴	۲۶/۷۳ ^c	۲	
۴/۰۲۰ ^a	۳/۷۸ ^c	۶ ^c	۹۴ ^c	۳۳ ^c	۴۴ ^{cd}	۱۸/۵۸	۲۹/۳۷ ^a	۳	
۳/۸۳۰ ^{ab}	۳/۹۵ ^b	۷/۱۶ ^b	۹۲/۸۳ ^d	۳۷ ^b	۴۸ ^b	۱۸/۴۸	۲۶/۵۸ ^b	۴	
۳/۷۳۳ ^b	۴/۰۶ ^a	۸/۶۶ ^a	۹۱/۳۴ ^e	۳۷ ^b	۵۲ ^a	۱۸/۴۳	۲۸/۷۴ ^a	۵	
۰/۱۵۴	۰/۰۲۴	۰/۱۴۷	۰/۱۴۷	۰/۸۹۴	۱/۴۸۳	۰/۰۱۹	۰/۷۳۷	SEM	
۴/۲۲۰ ^b	۳/۹۳ ^c	۵ ^d	۹۵ ^a	۳۱ ^d	۳۶ ^d	۱۷/۱۰	۲۲/۱۲ ^d	۱	۴۵
۴/۲۳۱ ^b	۳/۶۸ ^d	۵/۴۹ ^{cd}	۹۴/۵۰ ^{ab}	۳۵ ^b	۳۹ ^c	۱۷/۲۰	۲۶/۰۹ ^c	۲	
۴/۶۲۶ ^a	۳/۶۳ ^d	۶/۱۶ ^c	۹۳/۸۳ ^{ab}	۳۳ ^c	۴۳ ^b	۱۷/۲۶	۲۹/۱۴ ^b	۳	
۴/۲۷۷ ^b	۴/۱۰ ^b	۷/۴۹ ^b	۹۲/۵۰ ^c	۳۸ ^a	۴۲ ^b	۱۷/۱۷	۲۷/۷۴ ^{bc}	۴	
۴/۳۱۸ ^b	۴/۲۹ ^a	۹/۹۹ ^a	۹۰ ^d	۳۸ ^a	۵۳ ^a	۱۷/۱۴	۳۲/۱۴ ^a	۵	
۰/۱۳۹	۰/۰۹۳	۰/۲۷۸	۰/۲۷۸	۰/۷۴۵	۱/۲۶۴	۰/۰۱۷	۰/۹۸۲	SEM	

تیمارها شامل: (۱) تیمار شاهد (تفاله گوجه فرنگی بدون افزودنی)، (۲) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله چغندر، (۳) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله چغندر، (۴) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله مرکبات و (۵) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله مرکبات.

DM: ماده خشک، CP: پروتئین خام، NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ADF: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، OM: ماده آلی، NH_3 : ازت آمونیاکی.

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند ($P < 0.05$).

SEM: انحراف معیار میانگین.

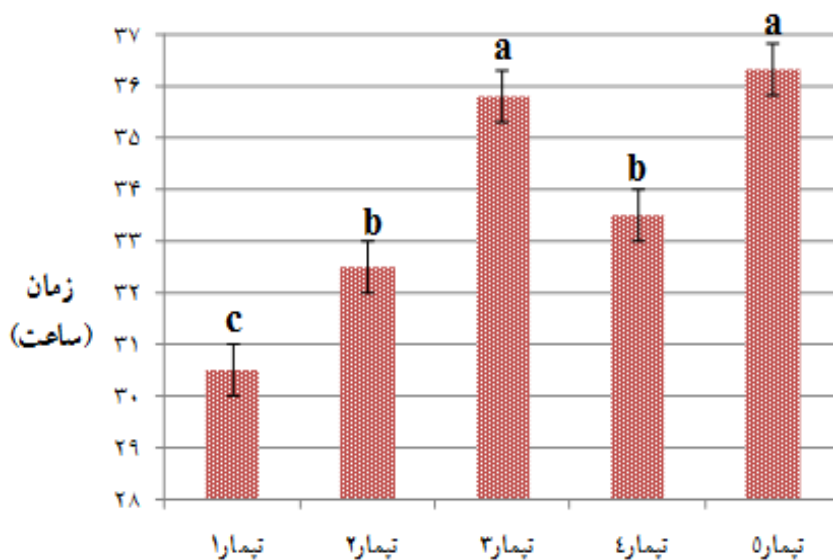
سانتی گراد و آهک استفاده می کنند (ال بوشی، ۱۹۹۴). در این ارتباط، مارتینز- پاسکال و همکاران (۱۹۸۰) خاطر نشان ساختند که خشک کردن تفاله مرکبات در درجه حرارت بالای ۱۳۰ درجه و افزودن آهک سبب افزایش خاکستر و دیواره سلولی در این فرآورده می گردد. همچنین افزودن تفاله خشک مرکبات با توجه به شرایط فرآوری ذکر شده در بالا احتمالاً،

علت بالاتر بودن میزان غلظت دیواره سلولی در تیمار حاوی ۱۰ درصد افزودنی تفاله خشک مرکبات به سیلاژ تفاله گوجه فرنگی نسبت به سایر تیمارها ممکن است ناشی از غلظت بالای دیواره سلولی در این افزودنی و شرایط فرآوری آن در کارخانه باشد. معمولاً در کارخانجات آب میوه گیری در پایان خط تولید، به منظور تسهیل در خشک کردن از حرارت ۱۳۰ درجه

داد ($P < 0/05$). به طور کلی پایین ترین میزان پایداری هوازی مربوط به تیمار شاهد (بدون افزودنی) و بالاترین آن مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد افزودنی تفاله خشک مرکبات بود. شاید بتوان علت بهبود در پایداری هوازی سیلاژ گوجه فرنگی در نتیجه افزودن تفاله خشک مرکبات و تفاله چغندر قند را به تاثیر آنها در نوع اسید چرب فرار تولیدی در فرآیند تخمیر درون سیلو نسبت داد. تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات دارای پکتین بالایی بوده که برخلاف نشاسته که منجر به تولید اسید لاکتیک می شود، در هنگام تخمیر منجر به ساخت اسید استیک می شود. اسید استیک نسبت به اسید لاکتیک دارای خاصیت ضد قارچی قوی تری می باشد و از آنجایی که مسئول اولیه فساد هوازی کپکها و قارچها است، می تواند در مهار رشد آنها مثرتر باشد که این بهبود پایداری هوازی را به دنبال دارد.

pH سیلاژها را نیز دستخوش تغییر کرده است و بدلیل وجود آهک در این افزودنی و خاصیت قلیایی آن موجب افزایش pH در تیمار حاوی ۱۰ درصد تفاله خشک مرکبات شده است. از نظر غلظت نیتروژن آمونیاکی نیز بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت ($P < 0/05$). با افزایش زمان پس از سیلو کردن، غلظت نیتروژن آمونیاکی روند افزایشی داشت. به طور کلی بالاترین مقادیر مربوط به تیمار حاوی افزودنی ۱۰ درصد تفاله چغندر قند بود که علت این امر را می توان ناشی از بالاتر بودن غلظت پروتئین خام این افزودنی دانست.

در خصوص پایداری هوازی همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها به طور معنی داری از پایداری هوازی پایین تری برخوردار بود ($P < 0/05$). در تیمارهای دارای افزودنی، افزودن سطح ۱۰ درصد در مقایسه با سطح ۵ درصد پایداری هوازی را افزایش



۱) تیمار شاهد (تفاله گوجه فرنگی بدون افزودنی)، ۲) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله چغندر، ۳) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله چغندر، ۴) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله مرکبات، ۵) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله مرکبات.

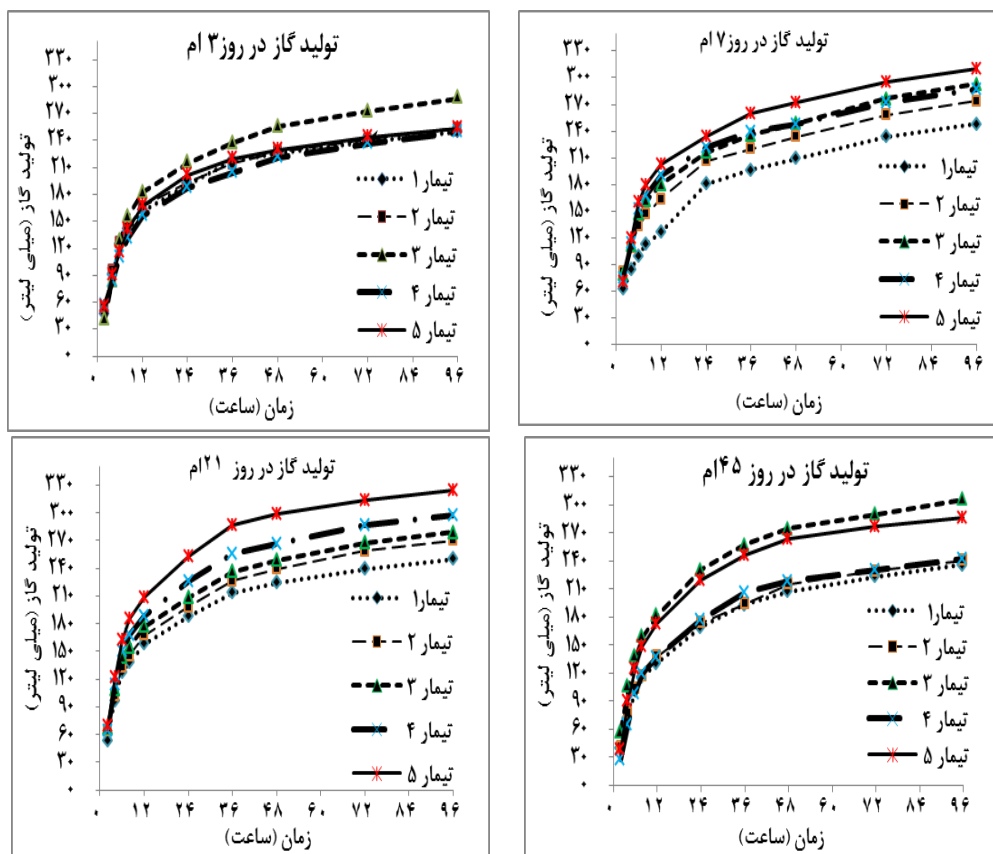
شکل ۱- تأثیر افزودنی های تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات بر پایداری هوازی سیلاژ تفاله گوجه فرنگی در روز ۴۵ پس از سیلو کردن

نرخ تولید گاز اختلاف معنی داری وجود داشت ($P < 0.05$). از این نظر، تیمار شاهد در تمام زمان‌های پس از سیلو کردن، پایین‌ترین پتانسیل تولید گاز را داشت. در تمامی زمان‌های پس از سیلو کردن تیمارهای دارای افزودنی، سطح ۵ درصد هر دو افزودنی در مقایسه با سطح ۱۰ درصد از پتانسیل تولید گاز پایین‌تری برخوردار بودند ($P < 0.05$).

بین تیمارهای آزمایشی از نظر پارامترهای تخمینی (قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر) نیز اختلافات معنی داری وجود داشت ($P < 0.05$).

روند تولید گاز تفاله تازه و تفاله‌های سیلو شده در شکل ۲ نشان داده شده است. در بین تیمارها اختلاف معنی داری از نظر حجم‌های تولیدی گاز در زمان‌های مختلف وجود داشت. مقادیر تولید گاز در تیمارهای دارای افزودنی بالاترین و در تیمار شاهد کمترین مقادیر را در زمان‌های مختلف داشت ($P < 0.05$). اضافه نمودن افزودنی‌ها تأثیر معنی داری بر تولید گاز داشت و سیلاژهای دارای افزودنی در مقایسه با تیمار شاهد تولید گاز بالاتری داشتند ($P < 0.05$).

تأثیر افزودن سطوح مختلف تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات بر فراسنجه‌های تولید گاز نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارها از نظر پتانسیل و



شکل ۲- منحنی تولید گاز سیلاژ تفاله گوجه فرنگی در زمان‌های مختلف

تیمارها شامل: (۱) تیمار شاهد (تفاله گوجه فرنگی بدون افزودنی)، (۲) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله چغندر، (۳) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله چغندر، (۴) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله مرکبات و (۵) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله مرکبات.

جدول ۲- خصوصیات تولید گاز و پارامترهای تخمینی تفاله تازه گوجه فرنگی و سیلو شده همراه با تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات

روز پس از سیلو کردن	تیمار ^۱	<i>b</i> ^۲	<i>c</i> ^۳	<i>OMD</i> ^۴	<i>ME</i> ^۵	<i>SCFA</i> ^۶
۰	تفاله تازه	۲۰۳/۱±۴/۰۹	۰/۰۸۰±۰/۰۰۵۲	۵۳/۱۲	۱۸/۱۴	۰/۷۱
۱	۱	۲۳۰/۱±۴/۶۳	۰/۱۱۱±۰/۰۰۷۶	۵۷/۶۱ ^b	۱۷/۷۰ ^c	۰/۸۴ ^b
۲	۲	۲۳۰/۶±۴/۳۵	۰/۱۱۸±۰/۰۰۷۶	۵۹/۳۶ ^{ab}	۱۹/۵۱ ^a	۰/۸۵ ^{ab}
۳	۳	۲۶۳/۳±۶/۰۲	۰/۰۹۷±۰/۰۰۷۳	۶۲/۷۱ ^a	۱۹/۲۶ ^a	۰/۹۴ ^a
۴	۴	۲۲۶/۷±۴/۲۹	۰/۱۰۲±۰/۰۰۶۵	۵۷/۶۲ ^b	۱۸/۳۴ ^b	۰/۸۲ ^b
۵	۵	۲۳۵/۳±۳/۱۰	۰/۱۰۸±۰/۰۰۴۹	۶۰/۰۳ ^{ab}	۱۸/۳۲ ^b	۰/۸۸ ^{ab}
	<i>SEM</i>			۲/۰۸	۰/۳۱۷	۰/۰۵۲
۱	۱	۲۲۳/۹±۶/۸۹	۰/۰۸۵±۰/۰۰۸۶	۵۴/۵۳ ^c	۱۶/۴۵ ^a	۰/۷۹ ^c
۲	۲	۲۴۱/۸±۶/۵۹	۰/۱۲۲±۰/۰۱۱۵	۵۸/۷۰ ^b	۱۶/۴۰ ^a	۰/۹۱ ^b
۳	۳	۲۵۸±۵/۷۷	۰/۱۲۳±۰/۰۰۹۵	۶۰/۲۴ ^{ab}	۱۶/۴۸ ^a	۰/۹۵ ^{ab}
۴	۴	۲۵۶/۴±۴/۹۵	۰/۱۳۵±۰/۰۰۹۲	۶۰/۸۳ ^{ab}	۱۶/۰۳ ^a	۰/۹۸ ^{ab}
۵	۵	۲۷۸/۶±۵/۱۶	۰/۱۲۶±۰/۰۰۸۱	۶۲/۵۱ ^a	۱۴/۸۸ ^b	۱/۰۳ ^a
	<i>SEM</i>			۱/۷۹	۰/۲۸۱	۰/۰۴۴
۱	۱	۲۲۷/۸±۵/۲۹	۰/۱۱۶±۰/۰۰۹۲	۵۶/۳۲ ^c	۱۶/۱۰ ^a	۰/۸۳ ^c
۲	۲	۲۴۴/۴±۴/۹۶	۰/۱۱۳±۰/۰۰۷۸	۵۷/۶۲ ^c	۱۵/۶۵ ^{ab}	۰/۸۷ ^c
۳	۳	۲۵۲/۵±۵/۱۲	۰/۱۲۰±۰/۰۰۸۴	۵۹/۲۸ ^{bc}	۱۵/۶۱ ^{ab}	۰/۹۲ ^{bc}
۴	۴	۲۷۲/۲±۶/۱۸	۰/۱۱۶±۰/۰۰۹۰	۶۲/۰۶ ^b	۱۵/۳۹ ^b	۰/۹۹ ^b
۵	۵	۳۰۱/۸±۵/۳۹	۰/۱۱۳±۰/۰۰۷۱	۶۵/۸۱ ^a	۱۵/۲۱ ^b	۱/۱۱ ^a
	<i>SEM</i>			۲/۰۳	۰/۳۰۶	۰/۰۵۰
۱	۱	۲۱۵/۸±۴/۵۰	۰/۰۸۷±۰/۰۰۵۹	۵۱/۷۳ ^b	۱۴/۵۹ ^{ab}	۰/۷۴ ^b
۲	۲	۲۲۰/۷±۴/۴۰	۰/۰۸۸±۰/۰۰۵۸	۵۲/۳۲ ^b	۱۴/۳۷ ^{bc}	۰/۷۶ ^b
۳	۳	۲۸۰/۸±۸/۶۱	۰/۰۹۸±۰/۰۱۰۱	۶۲/۱۳ ^a	۱۵/۳۶ ^a	۱/۰۱ ^a
۴	۴	۲۲۷/۲±۳/۶۵	۰/۰۸۰±۰/۰۰۴۱	۵۲/۴۰ ^b	۱۳/۵۷ ^c	۰/۷۸ ^b
۵	۵	۲۶۹/۳±۶/۵۷	۰/۰۹۰±۰/۰۰۷۳	۵۹/۳۶ ^a	۱۳/۷۲ ^{bc}	۰/۹۷ ^a
	<i>SEM</i>			۳/۲۳	۰/۴۹۱	۰/۰۷۹

^۱ تیمارها شامل: (۱) تیمار شاهد (تفاله گوجه فرنگی بدون افزودنی)، (۲) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله چغندر، (۳) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله چغندر، (۴) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله مرکبات و (۵) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله مرکبات
^۲ پتانسیل تولید گاز (میلی لیتر در هر گرم ماده خشک)، ^۳ نرخ تولید گاز، ^۴ قابلیت هضم ماده آلی (درصد ماده خشک)، ^۵ انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در هر کیلوگرم ماده خشک)، ^۶ اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی مول).
 در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند ($P < 0.05$).
SEM: انحراف معیار میانگین

فرض اینکه انرژی قابل متابولیسم ۸۲ در صد انرژی قابل هضم (باشد) را تأمین می‌نماید. به طور کلی تجزیه کربوهیدرات‌ها در داخل شکمبه، هگروزهای قابل استفاده برای میکروارگانیسم‌ها را به وجود می‌آورد. در میکروب‌ها، هگروزها جهت نگهداری یا رشد مورد استفاده قرار گرفته و عمدتاً پس‌مانده حاصل از این فرآیند که می‌تواند مورد استفاده حیوان نیز واقع شود اسیدهای چرب فرار است که این اسیدهای چرب فرار به عنوان منبع انرژی در حیوان میزبان مورد استفاده قرار می‌گیرد (دانش مسگران و همکاران، ۱۳۸۷). محققین بسیاری همبستگی بالای بین گاز تولید شده از سوبسترا و اسید چرب کوتاه زنجیر تولید شده را گزارش کرده‌اند. کربوهیدرات‌های سریع الهضم هنگام تخمیر در مقایسه با استات نسبتاً پروپیونات بیشتری را تولید می‌کنند و زمانی که کربوهیدرات‌های کند هضم تخمیر می‌شوند برعکس آن رخ می‌دهد (عامر و همکاران، ۲۰۰۴؛ قورباز، ۲۰۰۷). پارامترهای تخمینی و میزان تولید گاز نشان دهنده این امر است که در سیلاژهای با تولید گاز بیشتر پارامترهای (*SCFA* و *OMD, ME*) تخمینی از مقادیر بالاتری برخوردار هستند. گزارش شده است که تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی نشان دهنده بالا بودن انرژی قابل متابولیسم و همچنین ازت قابل تخمیر و سایر مواد مغذی لازم برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (گتاچیو و همکاران، ۲۰۰۲). ترکیب شیمیایی، خصوصیات فیزیکی ماده خوراکی، گونه دام دهنده مایع شکمبه، زمان جمع آوری و نوع جیره مصرفی توسط دام بر فعالیت میکروبی مایع شکمبه اثرگذار بوده که می‌تواند بر روند گاز تولیدی نیز مؤثر باشد (منک و همکاران، ۱۹۷۹). بلومل و ارسکوف (۱۹۹۳) بیان کردند که با افزایش گاز تولیدی قابلیت هضم ماده خشک نیز بیشتر می‌شود که نشان دهنده ارتباط تولید گاز با مصرف خوراک، ماده خشک قابل هضم مصرفی و سرعت رشد حیوان است. آنها همچنین بیان داشتند که حجم گاز تولیدی برآوردی از قابلیت هضم ظاهری است. تخمیر سریع‌تر مواد خوراکی احتمالاً منجر به تولید نسبت بالای اسید پروپیونیک می‌شود و حجم گاز تولیدی به ازای هر واحد اسید چرب فرار تولیدی کمتر می‌شود.

تأثیر افزودن سطوح مختلف تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و فراسنجه‌های تخمیری سیلاژ تفاله گوجه فرنگی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارها از نظر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی اختلاف معنی داری وجود داشت ($P < 0.05$). به طوری که افزودن هر دو سطح تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک و

در بین تیمارهای دارای افزودنی، سطوح ۱۰ درصد باعث افزایش ماده آلی قابل هضم و میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر شدند. تیمارهای دارای افزودنی، پتانسیل تولید گاز بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشتند، هر چند که داده‌های بدست آمده در سیلوهای زمان‌های مختلف از روند خاصی تبعیت نمی‌کنند اما با افزایش سطح افزودنی‌ها پتانسیل تولید گاز نیز افزایش یافت که علت آن به خاطر افزایش مقدار فراهمی انرژی می‌باشد. نتایج حاصل از تأثیر افزودنی‌ها در روز ۴۵ پس از سیلو کردن نشان داد که تیمارهای دارای افزودنی از سطح تولید گاز بالاتری برخوردار بودند و بالاترین تولید گاز مربوط به تیمار دارای سطح ۱۰ درصد تفاله چغندر قند بود. به طور کلی، نتایج مؤید این مطلب است که افزودن تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات به تفاله گوجه فرنگی که از نظر انرژی فقیر است، باعث افزایش فراهمی سوبسترای قابل تخمیر برای میکروارگانیسم‌ها شده و باعث تحریک فرآیند تخمیر شده و از طرفی افزودن تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات باعث افزایش مقدار کربوهیدرات محلول در آب شده که در نهایت سبب افزایش مقدار نرخ تولید گاز در تیمارهای دارای این افزودنی‌ها شده است. همان طور که در جدول مشخص است افزودن سطح ۱۰ درصد در مقایسه با سطح ۵ درصد در هر دو افزودنی با توجه به دلایل بالا باعث افزایش نرخ و حجم گاز تولیدی در تیمارهای دارای سطح ۱۰ درصد شده است. افزایش میزان قابلیت هضم ماده آلی با سطوح مختلف افزودنی در این پژوهش با دیگر پژوهش‌ها نیز همخوانی دارد (عبدالله‌زاده و همکاران، ۲۰۱۰).

گردی و ناصریان (۱۳۹۱) با افزودن سطوح مختلف ۶، ۱۲ و ۱۸ گرم سبوس گندم به تفاله مرکبات تازه برای تهیه سیلاژ گزارش کردند که بین میزان تولید گاز توسط سیلاژها در زمان‌های مختلف انکوباسیون با افزایش سطوح سبوس گندم یک رابطه خطی و درجه دوم وجود داشت. همچنین پتانسیل تولید گاز (*b*) و نرخ تولید گاز (*c*) یک رابطه خطی و درجه دوم را نسبت به افزایش سبوس گندم در سیلاژ نشان دادند، به طوری که این دو فاکتور برای تیمار شاهد کمتر از تیمارهای غنی شده با سبوس گندم بوده‌اند. این محققین پیشنهاد کردند که شاید این نتایج با غلظت بیشتر کربوهیدرات در سیلاژهای حاوی سبوس گندم در ارتباط باشد (گردی و ناصریان، ۱۳۹۱). نقش اسیدهای چرب فرار در تأمین انرژی مورد نیاز دام کاملاً مشخص است. به طوری که اسیدهای چرب فرار تولید شده در شکمبه - نگاری چیزی حدود ۵۷ درصد انرژی قابل متابولیسم و یا ۷۰ درصد انرژی قابل هضم مورد نیاز حیوان (با

pH شکمبه، تعادلی از غلظت اسیدهای چرب فرار عمده در شکمبه (استات، پروپیونات، بوتیرات و لاکتات)، آمونیاک، بافر شکمبه و بزاق است (ون سوست، ۱۹۹۴). هرچه میزان تخمیر شکمبه افزایش یابد، محصولات فرعی حاصل از آن یعنی اسیدهای چرب فرار نیز افزایش یافته که باعث کاهش pH شکمبه می‌گردد. تفاله مرکبات دارای پکتین و سلولز بوده و پکتین تقریباً ۴۵۰ گرم از هر کیلوگرم دیواره سلولی آن را تشکیل می‌دهد (سان ولد، ۱۹۹۵). گزارش شده که در شرایط آزمایشگاهی، حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد پکتین در هر ساعت تخمیر و تجزیه می‌شود (هاتفیلد و ویمر، ۱۹۹۵). محصول تخمیر پکتین نیز سبب می‌گردد که نسبت استات به پروپیونات در شکمبه افزایش یابد. میزان کمی لاکتات نیز تولید می‌شود که ناچیز و قابل چشم‌پوشی است (دهوریتی، ۱۹۶۹؛ هاتفیلد و ویمر، ۱۹۹۵؛ مارونک و همکاران، ۱۹۸۵؛ استروبل و راسل، ۱۹۸۶). ریحانی و همکاران (۱۹۹۳) نیز گزارش دادند که تفاله مرکبات یک ماده خوراکی با قابلیت تخمیر بالا می‌باشد. بنابراین انتظار می‌رود که میزان pH شکمبه بعد از مصرف تفاله کاهش یابد. در این خصوص مطالعه حاضر با دیگر مطالعات همخوانی داشته و تیمارهای دارای افزودنی تفاله خشک مرکبات با توجه به پکتین بیشتر در دیواره سلولی میزان pH شکمبه را به نسبت سایر تیمارها کاهش داد ($P < 0.05$).

سومارت و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که حجم گاز، پارامتر مناسبی است که قابلیت هضم، تخمیر، تولید و ساخت پروتئین میکروبی را در سوبستراها، بوسیله میکروارگانیسم‌های شکمبه در سیستم آزمایشگاهی، پیش‌بینی می‌کند. علاوه بر این، نشان داده شده است که قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در شرایط آزمایشگاهی، همبستگی بالایی با مقدار گاز تولیدی دارد (سومارت و همکاران، ۲۰۰۰). اسیدهای چرب فرار و توده میکروبی محصولات نهایی هضم شکمبه‌ای هستند. هر محصول نهایی که در پایان تخمیر اندازه‌گیری شده مستقیماً به توده مواد هضم شده بستگی دارد (منک و استینگاس، ۱۹۸۸). تولید گاز با تولید خالص اسیدهای چرب فرار و ساخت پروتئین میکروبی رابطه خطی دارد. هر چند حجم خالص گاز تولید شده به ازای هر واحد سوبسترا هضم شده نشان‌دهنده متابولیسم میکروبی است، اما نمی‌توان به تولید تجمعی گاز به-عنوان یک شاخص برای پتانسیل رشد میکروبی یک خوراک اتکا کرد.

ماده آلی شد. به طور کلی با افزودن سطح ۱۰ درصد در مقایسه با سطح ۵ درصد برای هر دو افزودنی، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی افزایش یافت ($P < 0.05$). بیشترین قابلیت هضم مربوط به تیمار دارای سطح ۱۰ درصد تفاله خشک مرکبات بود. آنالیز واریانس داده‌های حاصل از تأثیر افزودن سطوح مختلف تفاله چغندرقد و تفاله خشک مرکبات بر پارامترهای تخمیری نشان داد که اختلاف معنی‌داری در pH مایع شکمبه وجود داشت ($P < 0.05$). از این نظر تیمار شاهد (بدون افزودنی) در همه‌ی زمان‌های پس از سیلو کردن بالاترین مقادیر و تیمار حاوی ۱۰ درصد افزودنی تفاله خشک مرکبات پایین‌ترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. از نظر فراسنجه‌های تخمیری نیز بین تیمارها اختلافات معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای دارای افزودنی، پایین‌ترین مقدار تولید توده میکروبی را داشت. افزودن سطح ۱۰ درصد در مقایسه با سطح ۵ درصد هر دو افزودنی باعث افزایش مقدار تولید توده میکروبی و کاهش بازدهی تولید گاز در تمامی زمانها پس از سیلو کردن (به جزء روز ۲۱) شد. همچنین نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که بین مقدار گاز تولید شده و توده میکروبی تولید شده همبستگی منفی و معنی‌دار ($P < 0.001$) وجود داشت ($r = -0.29$). در این مطالعه مشاهده شد که با افزودن سطوح مختلف تفاله چغندرقد و تفاله خشک مرکبات موجب افزایش میزان قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در شرایط آزمایشگاهی شد و با مطالعه سایر محققین همخوانی داشت (مازلی و رامانتان، ۱۹۸۹). از این نظر مازلی و رامانتان (۱۹۸۹) سیلویی از محصولات علوفه با چمن چند ساله و شبدر سفید بدون افزودنی، همراه افزودنی ملاس، تفاله چغندرقد و جوی غلتک خورده را برای تغذیه گوسفندان آماده کردند. مصرف ماده خشک به وسیله تیمار افزودنی جو، ملاس و تفاله چغندرقد در مقابله با جیره شاهد افزایش نشان داد. همچنین میزان قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در هنگام تغذیه از سیلاژهای تیمار شده بیشتر بود. اثر سیلوی علف فیل (*elephant grass*) با سطوح مختلف تفاله مرکبات در شرایط آزمایشگاهی نیز مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که غلظت ماده خشک، قابلیت هضم ماده خشک و کربوهیدرات محلول در آب با افزایش سطوح تفاله مرکبات به صورت خطی افزایش یافت اما غلظت ازت آمونیاکی و NDF کاهش یافت. این مطالعات نشان می‌دهد که افزودنی‌های مواد مغذی می‌تواند باعث کاهش تولید پساب و بهبود ارزش غذایی سیلاژ شده و عملکرد حیوان را بالاتر ببرد (رودریگز و همکاران ۲۰۰۵).

جدول ۳- تأثیر افزودن سطوح مختلف تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی فراسنجه‌های تخمیری سیلاز تفاله گوجه‌فرنگی

روز پس از سیلو کردن	تیمار ^۱	قابلیت هضم ماده خشک (درصد)	قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	pH	عامل تفکیک (میلی گرم بر میلی لیتر)	بازده تولید گاز (میلی - گرم به ازای هر گرم ماده خشک)	تولید توده میکروبی (میلی - گرم ماده خشک)	بازدهی تولید توده میکروبی
۰	تفاله تازه	۶۱/۷۸	۶۰/۹۶	۶/۴۴	۴/۵۴	۲۲۴/۶۵	۱۶۲/۵۵	۰/۵۱۵
	۱	۵۷/۹۵ ^b	۵۸/۷۳ ^b	۶/۴۹ ^a	۴/۸۹	۲۱۴/۷۲	۱۶۶/۶۸ ^b	۰/۵۴۹
	۲	۶۴/۶۰ ^a	۶۵/۰۲ ^a	۶/۴۳ ^b	۴/۷۲	۲۱۹/۷۴	۱۷۴/۴۵ ^{ab}	۰/۵۳۳
۳	۳	۶۷/۹۶ ^a	۶۷/۷۶ ^a	۶/۴۲ ^b	۵/۰۱	۲۰۵/۲۴	۱۹۵/۵۱ ^a	۰/۵۶۰
	۴	۶۵/۵۳ ^a	۶۵/۸۴ ^a	۶/۴۳ ^b	۴/۷۷	۲۱۸/۹۶	۱۸۴/۳۳ ^{ab}	۰/۵۳۸
	۵	۶۹/۰۷ ^a	۷۰/۰۵ ^a	۶/۳۹ ^c	۴/۸۴	۲۱۹/۱۲	۱۹۹/۷۹ ^a	۰/۵۴۵
	SEM	۳/۴۴	۲/۹۵	۰/۰۱۴	۰/۲۱۱	۱۱/۱۷	۱۲/۰۸	۰/۰۱۹
	۱	۵۷/۵۶ ^c	۵۷/۹۷ ^c	۶/۴۷ ^a	۴/۶۸ ^{ab}	۲۲۲/۰۱ ^a	۱۵۸/۳۸ ^b	۰/۵۳۰ ^{ab}
	۲	۶۴/۰۱ ^b	۶۳/۶۷ ^b	۶/۴۱ ^b	۴/۳۷ ^c	۲۳۶/۰۲ ^a	۱۶۳/۸۸ ^b	۰/۴۹۶ ^{bc}
۷	۳	۶۴/۰۷ ^b	۶۴/۰۸ ^b	۶/۳۹ ^{bc}	۴/۶۲ ^{abc}	۲۲۳/۵۵ ^a	۱۷۲/۷۷ ^b	۰/۵۲۳ ^{abc}
	۴	۶۴/۵۹ ^b	۶۵/۰۱ ^b	۶/۴۱ ^b	۴/۵۴ ^{bc}	۲۳۰/۸۰ ^a	۱۷۴/۲۶ ^b	۰/۵۱۵ ^c
	۵	۷۱/۰۱ ^a	۷۱/۴۷ ^a	۶/۳۸ ^c	۴/۸۸ ^a	۲۱۳/۹۹ ^b	۲۰۴/۰۱ ^a	۰/۵۴۹ ^a
	SEM	۱/۵۷	۱/۳۹	۰/۰۱۳	۰/۱۵۸	۸/۶۷	۸/۲۱	۰/۰۱۶
	۱	۵۸/۳۳ ^c	۵۸/۲۷ ^c	۶/۴۶ ^a	۴/۹۳	۲۰۹/۳۱	۱۶۶/۵۰ ^c	۰/۵۵۳
	۲	۶۲/۴۵ ^{bc}	۶۲/۳۹ ^{bc}	۶/۴۲ ^b	۴/۸۷	۲۱۱/۰۶	۱۷۶/۳۵ ^{bc}	۰/۵۴۳
۲۱	۳	۶۸/۱۹ ^a	۶۸/۳۱ ^a	۶/۴۰ ^{bc}	۴/۸۲	۲۱۳/۸۲	۱۹۰/۸۷ ^{ab}	۰/۵۴۸
	۴	۶۶/۹۴ ^{ab}	۶۶/۵۷ ^{ab}	۶/۳۹ ^c	۵/۱۰	۲۰۱/۹۷	۱۹۶/۰۸ ^{ab}	۰/۵۶۸
	۵	۷۰/۳۲ ^a	۶۹/۹۲ ^a	۶/۳۷ ^d	۴/۹۶	۲۰۸/۳۴	۲۰۱/۸۸ ^a	۰/۵۵۶
	SEM	۲/۵۹	۲/۳۲	۰/۰۱۱	۰/۱۹۳	۹/۲۶	۱۱/۳۶	۰/۰۱۷
	۱	۵۷/۹۷ ^c	۵۸/۲۸ ^c	۶/۴۶ ^a	۴/۸۵ ^b	۲۱۴/۵۵ ^b	۱۶۴/۹۹ ^c	۰/۵۴۶ ^b
	۲	۶۳/۷۸ ^b	۶۳/۳۶ ^b	۶/۴۱ ^b	۴/۳۰ ^c	۲۳۹/۰۵ ^a	۱۵۹/۴۸ ^c	۰/۴۸۷ ^c
۴۵	۳	۶۹/۶۸ ^a	۶۹/۵۱ ^a	۶/۴۰ ^{bc}	۴/۹۷ ^b	۲۰۵/۹۱ ^{bc}	۱۹۹/۲۶ ^b	۰/۵۵۷ ^{ab}
	۴	۶۴/۹۷ ^b	۶۴/۴۷ ^a	۶/۴۱ ^b	۵/۰۱ ^{ab}	۲۰۶/۱۸ ^{bc}	۱۸۸/۳۰ ^b	۰/۵۶۱ ^{ab}
	۵	۷۴/۰۳ ^a	۷۳/۸۳ ^a	۶/۳۸ ^c	۵/۳۰ ^a	۱۹۵/۰۱ ^c	۲۲۳/۵۴ ^a	۰/۵۸۵ ^a
	SEM	۲/۵۵	۲/۳۹	۰/۰۱۲	۰/۱۷۱	۹/۴۷	۱۰/۷۰	۰/۰۱۸

تیمارها شامل: (۱) تیمار شاهد (تفاله گوجه فرنگی بدون افزودنی)، (۲) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله چغندر، (۳) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله چغندر، (۴) تیمار شاهد + ۵ درصد تفاله مرکبات و (۵) تیمار شاهد + ۱۰ درصد تفاله مرکبات. در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند ($P < 0.05$). SEM: انحراف معیار میانگین.

هضم نیستند. ولی خیلی سریع و به مقدار زیاد توسط میکروب‌های شکمبه تجزیه می‌شوند. هاتفیلد و ویمر (۱۹۹۵) گزارش کردند که در شرایط آزمایشگاهی، حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد پکتین در هر ساعت تخمیر و تجزیه می‌شود. همچنین محققین بسیاری گزارش کردند که تخمیر پکتین نیز سبب می‌گردد که نسبت استات به پروپیونات در شکمبه افزایش یابد (دهوریتی، ۱۹۶۹؛ هاتفیلد و ویمر، ۱۹۹۵؛ مارونک و همکاران، ۱۹۸۵؛ استرویل و راسل، ۱۹۸۶). تولید اسید استیک بیشتر نیز همراه با تولید هیدروژن می‌باشد که در مقایسه با اسید پروپیونیک گاز بیشتری تولید می‌کند. به نظر می‌رسد که مقدار ماده آلی بیشتری از تیمارهای دارای افزودنی به سمت تولید توده زنده میکروبی سوق داده شده است که با توجه به فراهمی پروتئین و انرژی سنتز پروتئین میکروبی نیز بالاتر رفته است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از هر دو افزودنی تفاله خشک مرکبات و تفاله چغندر قند باعث افزایش مقدار ماده خشک سیلاژ تفاله گوجه فرنگی و بهبود پایداری هوازی می‌شود. با توجه به شرایط اقلیمی استان گلستان و شرایط نگهداری انبوهی از تفاله گوجه فرنگی در بازه زمانی کوتاه، افزایش پایداری هوازی در تهیه سیلاژ می‌تواند رضایت-بخش باشد. تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات دارای پکتین بالایی بوده که علاوه بر مورد استفاده قرار گرفتن توسط میکروفلور شکمبه، می‌تواند موجب بهبود در هضم الیاف خوراک شود. همچنین با اضافه کردن این دو افزودنی میزان قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و افزایش میزان توده میکروبی در شرایط آزمایشگاهی افزایش یافت. از طرف دیگر با توجه به خصوصیات تفاله گوجه فرنگی (پروتئین بالا و انرژی پایین)، افزودن موادی که هم جاذب الرطوبت بوده و هم منبع انرژی، می‌تواند باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای سیلاژ تفاله گوجه فرنگی شود.

بلومل و همکاران (۱۹۹۷) مقدار عامل تفکیک‌آرا در غذاهای متعارف بین ۲/۷۵ تا ۴/۴۱ میلی‌گرم/میلی‌لیتر گزارش نمودند. عامل تفکیک بیان‌کننده نسبت تجزیه واقعی سوبسترا به حجم گاز تولید شده در دوره‌های زمانی انکوباسیون (معمولاً ۲۴ یا ۴۸ ساعت) بوده و شاخصی از راندمان ساخت توده میکروبی در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد (بلومل و همکاران، ۱۹۹۷). این نتایج نشان می‌دهند که مقدار ماده آلی حقیقی تخمیر شده به ازای هر میلی‌لیتر گاز تولید شده بستگی به نوع ماده تخمیر شده متفاوت می‌باشد. عامل تفکیک بالاتر بیانگر چندین خصوصیت است اول اینکه جیره مستعد تولید نسبت مولی بالاتر از اسیدچرب پروپیونات می‌باشد. دوم اینکه بیشترین بخش ماده تجزیه شده وارد ساختار میکروبی و تولید توده میکروبی گردیده است. به عبارت دیگر بازده سنتز پروتئین میکروبی در آن بالا بوده است. سوم اینکه علوفه‌های با عامل تفکیک بالاتر دارای ماده خشک مصرفی بالاتر توسط دام می‌باشند. چهارم اینکه مقدار گاز تولیدی از جمله گاز متان پایین‌تر بوده و در نتیجه اتلاف انرژی در آنها نیز پایین می‌باشد (گتاچیو و همکاران، ۱۹۹۸؛ مککار، ۲۰۰۵؛ بلومل و همکاران، ۱۹۹۷). در این مطالعه تیمارهای دارای سطوح مختلف افزودنی در مقایسه با تیمار شاهد از تولید گاز و تولید توده میکروبی بالاتری برخوردار بودند. بدیهی است در تیمارهای دارای افزودنی مقدار سوبسترای سهل‌تخمیر بیشتری در اختیار میکروارگانیسم‌ها قرار گرفته که تأثیر خود را بر پتانسیل تولید گاز گذاشته است. در اکثر مطالعات بین تولید گاز و تولید توده میکروبی همبستگی منفی گزارش شده است (بلومل و همکاران، ۱۹۹۷؛ المصری، ۲۰۰۳). اما در این مطالعه در تیمارهای دارای افزودنی، هم تولید گاز بیشتر و هم از توده میکروبی بالاتری برخوردار بودند و در تضاد با این نتایج بود. شاید بتوان این طور تفسیر کرد که این دو افزودنی (تفاله چغندر قند و تفاله خشک مرکبات) هر دو دارای کربوهیدرات سهل‌تخمیر عمدتاً پکتین می‌باشند که علت استفاده از آنها جهت افزودنی به خاطر تأمین منبع انرژی آنها بوده است. به طوری که در مورد تفاله مرکبات گزارش شده است تقریباً ۴۵۰ گرم از هر کیلوگرم دیواره سلولی را پکتین تشکیل می‌دهد (سان ولد، ۱۹۹۵). عموماً مواد پکتینی به همراه بتاگلوکان‌ها در فضای بین سلولی گیاهی قرار دارند و جزء کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی محسوب می‌شوند. پیوندها و ترکیبات کربوهیدراتی مواد پکتینی به وسیله آنزیم‌های پستانداران قابل

منابع

- آمار نامه کشاورزی سال رزاعی ۹۰-۸۹ سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.
- دانش مسکران، م.، طهماسبی، ع. و وکیلی، ع.، ۱۳۸۷. هضم و سوخت و ساز در نشخوار کنندگان. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۶۱ صفحه.
- کردی، م. و ناصریان، ع. ۱۳۹۱. اثرافزودن سطوح مختلف سبوس گندم بر ترکیب شیمیایی، خصوصیات تخمیری، تجزیه پذیری سیلاژ تفاله مرکبات. پنجمین کنگره علوم دامی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳ شهریور.
- مختارپور، غ. ۱۳۷۳. استفاده از تفاله گوجه فرنگی در جیره بره های نر پرواری. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام مازندران.
- Abdollahzadeh, F., Pirmohammadi, R., Fathi, F. and Bernousi, I., 2010. Effect of feeding ensiled mixed tomato and apple pomace on performance of holshtein dairy cows. *Slovak Journal of Animal Science*. 1: 31-35.
- AL-Masri, M. R. 2003. An in vitro evaluation of some unconventional ruminant feeds in terms of the organic matter digestibility, energy and microbial biomass. *Tropical Animal Health Production*. 35: 155-167.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis*. Vol.1. No. 1. 18th ed. Association of Official Analytical chemists Washington Town, D.C.
- Arbabi, S., Ghorchi, T. and Naserian, A. A., 2008. The effect of dried citrus pulp, dried beet sugar pulp and wheat straw as silage additives on by-products of orange silage. *Asian Journal of Animal Science*. 2: 35-42.
- Belibasakis, N. G. and P. Ambatzidiz. 1995. Effect of ensiled wet tomato pomace on milk production, milk composition and blood components of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 60: 399-402.
- Blummel, M., Makkar, H. P. S. and Becker, K. 1997. In vitro gas production: a technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 77: 34-24.
- Blummel, M. and Orskov, E. R. 1993. Composition of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting food intake in cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 40: 109-119.
- Broderick, G. A and Kang JH. (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, B. A. 1969. Pectin-fermenting bacteria isolated from the bovine rumen. *Journal of Bacteriology*. 99: 189.
- El-Boushy. 1994. Poultry feed from waste, processing and use. *Fruit, vegetable and brewers waste*. Citrus pulp. Chapman and Hall LTd. Lodon. UK. 204-224.
- Getachew, G., Crovetto, G.M., Fondevila, M., Krishnamoorthy, U. and Singh, B. 2002. Laboratory variation of 24 h in vitro gas production and estimated metabolizable energy value of ruminant feeds. *Animal Feed Sci Technol* 102:169-180.
- Grasser, L. A., Fadel, J. G., Garnet, I. and DePeters, E. J. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *Journal of Dairy Science*. 78: 962-971.
- Gurbuz, Y. 2007. Determination of nutritional value of leaves of several vitis vinifera varieties as a source of alternative feedstuff for sheep using in vitro and in situ measurement. *Small rRuminant Research* 71: 59-66.
- Hatfield, R. D. and Weimer, P. J. 1995. Degradation characteristics of isolated and in situ cell wall Lucerne dectic polysaccharides by mixed ruminal microbes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* . 69: 185.
- Makkar, H. P. S., Blümmel, M. and Becker, K. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidone and polyethylene glycol with tannins and their implications in gas production and true digestibility in in vitro techniques. *British Journal of sNutrition*. 73: 897-913.
- Marounek M. Bartus, S. and Brezina, P. 1985. Factors influencing the prduction of volatile fatty acids from hemicellulose, pectin and starch by mixed culture of rumen microorganisms. *Z. Tierphysiol Tierernahg U. Futtermittelkde*. 53: 50.
- Mart'inez-Pascual, J. and Fern'andez-Carmona, J. 1980. Composition of citrus pulp. *Animal Feed Science and Technology*. 5: 1-10.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. and Schneider, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science*. 93: 217-222.
- Menke, K. H. and Steingass, H. H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Journal of Animal Research and Development*. 28p.
- Miron, J., Ephraim, Z., Dgnit, S. and Gabriel, A., 2005. Yield, composition, in vitro digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. *Animal Feed Science Technology*. 120: 17-32.
- Moseley, G. and Ramanathan, V.,. 1989. The effect of dry feed additives on the nutritive value of silages. *Grass and Forage Science*. 44: 391-397.
- NRC, 2001. *Nutrient Requirements of dairy cattle*. 7th ed, National Academy Press. Washington, DC. U.S.A.
- Orskov, E. R and I, McDonald., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements Weighted according to the rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. 92: 499-503.
- Oude Elferink, S. J. W. H., Driehuis, F., Krooneman, J., Gottschal, J. C. and Spoelstra, S. F., 1999. Lactobacillus buchneri can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway, the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol. Pages 266-267 in T. Pauly (ed.) Proc. 12th Intl. Silage Conference. Uppsala, Sweden.

- Rihani, N., Garrett, W. N. and Zinn, R. A., 1993. Effect of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp-based diets by sheep. *Journal Of Animal Science*. 71: 2310-2321.
- Rodrigues, P. H. M., Borgatti, L. M. O., Gomes, R. W., Passini, R. and Meyer, M., 2005. Effect of increasing levels of citrus pulp on the fermentation quality and nutritive value of elephantgrass silage. *Revista Brasileira Zootecnia*. 34: 1138-1145.
- Sommat, K., Parker, D. S., Rowlinson, P. and Wanapat, M., 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an in vitro system using cassava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. *Asian-Australian Journal Animal Science*. 13: 1084-1093.
- Strobel, H. J. and Russell, J. B., 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. *Journal of Dairy Science*. 69: 2941-2947.
- Sunvold, G. D., Hussein, H. S., Fahey, Jr., Merchen, G. C. and Reinhart, G. A., 1995. In vitro fermentation of cellulose, beet pulp, citrus pulp, and citrus pectin using fecal inoculum from cats, dogs, horses, humans, and ruminal fluid from cattle. *Journal of Animal Science*. 73p.
- valizadeh, R., Naserian, A. A. and Ajdari Fard, A., 2007. *The biochemistry of silage*. Ferdowsi University Press. 414pp. (Translated in Persian).
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminants*, 2th Edition, Comstock Cornell University Press, USA.
- Voelker, J. A. and Allen, M. S., 2003. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 1. Effects on Feed Intake, Chewing Behavior, and Milk Production of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 86 (11): 3553-61.
- Weiss, W. P., Frobose, D. L. and Koch, M. E., 1997. Wet tomato pomace ensiled with corn plants for dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80: 2896-2900.



Investigation of chemical composition, fermentation characteristics and gas production of tomato pomace ensiled with sugar beet pulp and dried citrus pulp

H. Barzamini¹, Y. Mostafaloo², J. Bayat Kouhsar^{2*} and F. Ghanbari²

1- MSc Graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University

2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University

*Corresponding Author Email: javad_bayat@yahoo.com

Submitted: 22 September 2025

Accepted: 6 January 2026

Abstract

This experiment was conducted to investigate the of chemical composition, fermentation characteristics and gas production of tomato pomace ensiled with sugar beet pulp and dried citrus pulp, in a Completely Randomized Design. Treatments were: 1) tomato pomace silage (control), 2) control + 5% sugar beet pulp, 3) control + 10 % sugar beet pulp, 4) control + 5 % dried citrus pulp and 5) control + 10 % dried citrus pulp. The ensiling process was performed in two layer plastic bags. The silos were opened after 3, 7, 21, and 45 of days. The results indicated that there were significant differences between treatments on dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and Ash ($P<0.05$). However, crud protein (CP) content didn't affected by adding sugar beet pulp and dried citrus pulp. Results showed that with increasing time after ensiling, Ammoniacal nitrogen (NH_3-N) concentration increased. In this study, using different levels of sugar beet pulp and dried citrus pulp significantly improved aerobic stability compared with control treatment ($P<0.05$). Treatments containing 10 % additives had higher pH in comparison to treatments containing 5 % additives. There were significant differences between treatments on potential and rate of gas production and other estimated parameters (SCFA, OMD and ME) in all ensiling times. The obtained results showed that there were significant differences between treatments on OM and DM digestibility ($P<0.05$). The highest microbial biomass (MB) and lowest gas yield were obtained by using of 10 % additive in all ensiling times. It seems that adding sugar beet pulp and dried citrus pulp can improve nutritional value of tomato pomace silage.

Keywords: Aerobic stability, Digestibility, Gas Production potential, Silage.