مجله تحقیقات دام و طیور
جلد سوم/ شماره سوم/ پاییز ۱۳۹۳ (۶۹-۵۷)

تعیین ارزش غذایی و مقایسه روش‌های متفاوت خشک کردن بر ترکیب شیمیایی، مؤلفه‌های تولید گاز و قابلیت هضم تفاله انواع مرکبات

سکینه نوری[۱]، جواد بیات کوهسار[*۲]، ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[۲] و فرزاد قنبری[۲]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه گنبد کاووس
۲- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[*]نویسنده مسئول: javad_bayat@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۵/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۱/۲۷**

چکیده
مطالعه‌ای به منظور تعیین ارزش غذایی و مقایسه روش‌های متفاوت خشک کردن بر ترکیب شیمیایی، مؤلفه‌های تولید گاز و قابلیت هضم تفاله مرکبات شمال و جنوب (پرتقال، نارنگی، لیمو شیرین و لیمو ترش) و تفاله خشک تجاری انجام شد. نمونه‌های مرکبات جمع‌آوری شده پس از آب‌گیری، در آفتاب خشک شدند. نتایج نشان داد که بین انواع تفاله مرکبات از نظر ترکیب شیمیایی اختلاف معنی داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$). تفاله خشک تجاری در مقایسه با تفاله پرتقال شمال دارای خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی بالاتری بود. انواع تفاله مرکبات از نظر فراسنجه‌های تولید گاز اختلاف معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$). تفاله خشک تجاری پایین ترین پتانسیل تولید گاز، قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر را در مقایسه با سایر تیمارها داشت. بین انواع تفاله مرکبات به جزء تفاله خشک تجاری از نظر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در ساعت ۲۴ انکوباسیون و فراسنجه‌های تخمیری (عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به طور کلی نتایج نشان داد روش فرآوری می‌تواند ارزش تغذیه‌ای تفاله مرکبات را تحت تأثیر قرار دهد.

کلمات کلیدی: تفاله مرکبات، ترکیب شیمیایی، تولید گاز، قابلیت هضم

نگارنده پاسخگو: جواد بیات کوهسار. آدرس: گنبد کاووس، دانشگاه گنبد کاووس، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه علوم دامی

مقدمه

با توجه به اینکه ظرفیت مراتع طبیعی ایران جوابگوی جمعیت دامی موجود نبوده و سالیانه بخش اعظمی از مراتع تخریب و جهت کشت محصولات استراتژیک چون گندم برای تأمین نیازهای غذایی مردم استفاده می‌شود، لزوم توجه به بقایای زراعی و محصولات فرعی کارخانجات صنایع تبدیلی مرکبات جهت استفاده در خوراک دام کاملا محسوس است (بیات کوهسار و همکاران، ۱۳۸۹). ضایعات و فرآورده‌های فرعی میوه‌ها از منابع بالقوه تعلیف دام در کشور بوده که امروزه مورد توجه دامداران و مراکز تحقیقاتی قرار گرفته است.

ایران با تولید ۳۴۸۴۱۷۲ تن انواع مرکبات، ۳/۵ درصد از تولید مرکبات جهان را داراست و مقام ششم را به خود اختصاص داده است (فائو، ۲۰۰۷). با توجه به مقدار تولید مرکبات در ایران به ویژه در شمال، استفاده از محصولات فرعی صنایع غذایی مربوط به مرکبات در پرورش دام بایستی مورد توجه بیشتری قرار گیرد و اقدامات لازم در این زمینه جهت استفاده از چنین منابع با ارزشی صورت گیرد. تفاله تر مرکبات بیش از ۶۰ سال به عنوان یک منبع غذایی در تغذیه حیوانات اهلی استفاده شده است که عمدتاً شامل پوست، گوشت و دانه میوه (که غالباً از ضایعات پرتقال به‌دست می‌آمد) می‌باشد. این ضایعات به صورت لایه‌های به‌هم چسبیده و در بشکه‌های بدون درب، در کارخانه‌های آب میوه‌گیری جمع‌آوری گردیده و سپس آن را به صورت تازه به مصرف گاو می‌رساندند. این حجم انباشته شده باید سریعاً مصرف می‌شد؛ در غیر این صورت تخمیر شده و سریعاً فاسد می‌گردید. در هر حال مقادیر کمی از تفاله تازه مورد استفاده قرار می‌گرفت و مابقی فاسد می‌شدند (وینگ، ۱۹۷۴). اما هم اکنون، بیشتر تفاله مرکبات به خاطر راحتی ذخیره و حمل و نقل خشک می‌شوند. تفاله خشک مرکبات به صورت افشاندن، آهک زدن، فشردن و خشک کردن بقایای پوسته تفاله، دانه‌ها و همچنین میوه‌های وازده و نامرغوب که در مرحله بازرسی از چرخه آب‌گیری خارج می‌شوند با حدود ۸۰ درصد رطوبت، می‌باشد. آنچه نیاز به توضیح دارد نقش آهک در مکانیسم خشک کردن تفاله مرکبات است. آهک را به میزان ۰/۵-۰/۳ درصد به تفاله تر اضافه می‌کنند، سپس آن را کاملا مخلوط می‌نمایند تا واکنش‌های لازم صورت پذیرد. افزودن آهک سبب می شود تا اسید تفاله خنثی شده و همچنین سبب دمتیله شدن پکتین موجود در تفاله شود. بدین وسیله پیوندهای مایع آزاد شده و پکتین به صورت پکتات کلسیم در می آید. با این عمل از چسبناکی و لزجی پکتین کاسته شده و مخلوط برای پرس کردن آماده می‌شود (ال-بوشی، ۱۹۹۴).

تفاله خشک مرکبات[1] بهترین فرآورده تغذیه‌ای مرکبات برای دام‌ها بوده و برای تغذیه در تمام طول سال تهیه می‌شود. این محصول به سهولت انبار شده و حمل و نقل آن آسان است (بیات کوهسار و همکاران، ۱۳۸۹). ترکیب شیمیایی و فیزیکی فرآورده‌های فرعی مرکبات بسته به نوع میوه و نوع فرآوری در کارخانجات فرآوری‌کننده، متفاوت است. با این حال؛ به نظر می‌رسد در این کارخانجات، در پایان خط تولید جهت خشک کردن سریع تفاله‌ها معمولاً از حرارت‌های بالاتر از ۱۳۰ درجه سلسیوس استفاده شده و بیشتر از حد معمول آهک به آن‌ها می‌افزایند. این روش‌خشک کردن تفاله‌های مرکبات باعث از بین رفتن بسیاری از ترکیبات مفید و در نهایت کاهش ارزش تغذیه‌ای آنها می‌شود. لذا، هدف از انجام این مطالعه بررسی تأثیر روش خشک کردن و شرایط آب و هوایی بر ترکیب شیمیایی، مؤلفه‌های تولید گاز و قابلیت هضم انواع تفاله مرکبات در شرایط آزمایشگاهی بود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

از بین انواع مرکبات بر حسب فراوانی، چهار نوع شامل پرتقال، نارنگی، لیمو شیرین و لیموترش از دو منطقه شمال (تنکابن- مازندران) و جنوب (جیرفت- کرمان) جمع‌آوری شدند. پس از آب‌گیری، نمونه‌ها در شرایط نور خورشید خشک شدند و نمونه تفاله خشک مرکبات تجاری (پرتقال تامسون)، مشابه با تفاله پرتقال شمال، از کارخانه آب میوه‌گیری واقع در تنکابن تهیه گردید. سپس نمونه‌ها با استفاده از توری ۱ میلی‌متری (اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی) و ۱/۵ میلی‌متری (آزمایش‌های تولید گاز و قابلیت هضم) آسیاب گردیدند. مقدار ماده خشک، پروتئین خام (کجلدال، شرکت Tecator، کشور سوئد)، چربی خام (روش سوکسله) و خاکستر (سوزاندن در کوره الکتریکی) به روش AOAC (۲۰۰۵)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی طبق روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شد.

1-Dried citrus pulp (DCP)

تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی

برای انجام آزمایش تولید گاز از شیرابه شکمبه سه رأس گوسفند نژاد دالاق (۲/۵± ۴۵ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. حیوانات در سطح نگهداری با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه (یونجه و سیلاژ ذرت به نسبت مساوی) و ۳۰ درصد کنسانتره (جو، کنجاله تخم پنبه، سبوس و مکمل) تغذیه شدند و حیوانات به آب آزادانه دسترسی داشتند. بزاق مصنوعی مطابق روش منک و همکاران (۱۹۷۹) تهیه و با شیرابه شکمبه با نسبت ۲:۱ مخلوط شد. ۳۰ میلی‌لیتر از این محلول به داخل ویال‌های شیشه‌ای حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه (۶ تکرار) ریخته 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. اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از معادله مکار (۲۰۰۵)، قابلیت هضم ماده آلی طبق روش منک و همکاران (۱۹۷۹) و انرژی قابل متابولیسم طبق روش منک و استینگاس (۱۹۸۸) تخمین زده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک معادله ارسکوف مکدونالد (۱۹۷۹) $P=b(1-e^{-ct})$ که در آن:

P: گاز تولید شده در زمان t،

b: تولید گاز از بخش محلول و نامحلول قابل تخمیر

c: ثابت نرخ تولید گاز

t: زمان است و نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد.

اندازه‌گیری قابلیت هضم در شرایط برون‌تنی

برای اندازه‌گیری میزان قابلیت هضم ظاهری از روش آزمایشگاهی (کشت بسته) استفاده شد. محلول‌های مورد نیاز بزاق مصنوعی مانند روش تولید گاز تهیه و با نسبت ۲:۱ با مایع شکمبه مخلوط شد. pH مخلوط بافر و مایع شکمبه توسط دستگاه pHمتر الکترونیکی (مدل ۶۹۱، شرکت Metrohm) کنترل و به ۶/۸ رسانده شد. برای هر نمونه ۵ تکرار قرار داده و بعد از تزریق گاز کربنیک به مخلوط بزاق مصنوعی جهت ایجاد شرایط بی‌هوازی، مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از مخلوط را به ویال‌های شیشه‌ای که حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم 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 آون ۶۰ درجه سلسیوس 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:

(۲/۲ – عامل تفکیک)- نسبت ماده تجزیه شده واقعی = توده میکروبی تولید شده (میلی‌گرم به ازاء گرم ماده خشک)

عامل تفکیک بنا به تعریف نسبت میلی‌گرم ماده آلی حقیقی هضم شده بر میلی‌لیتر حجم گاز خالص تولیدی 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. آنالیز داده‌های حاصل با رویه GLM نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی انواع تفاله مرکبات شمال، جنوب و تفاله خشک تجاری در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین انواع تفاله مرکبات از نظر ترکیب شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<0/05$). از این نظر، تفاله خشک تجاری دارای بیشترین مقدار ماده خشک، خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و کمترین ماده آلی بود. بالاترین میزان پروتئین خام در لیموترش شمال (۱۱/۴۸ درصد) و لیمو ترش جنوب (۱۰/۳۲ درصد) و کمترین میزان در پرتقال شمال (۴/۵ درصد) بود. ($P<0/05$). در این مطالعه، تفاله خشک تجاری در مقایسه با

تفاله پرتقال شمال (آفتاب خشک) دارای خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی بالاتری بود.

ترکیب شیمیایی (ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی) حاصل از این مطالعه با ترکیب شیمیایی گزارش شده در جدول‌های انجمن ملی تحقیقات (۱۹۸۲، ۱۹۸۸ و ۲۰۰۱)، هوتان (۱۹۸۷)؛ کاتادا (۱۹۹۴) و بیات‌کوهسار و همکاران (۱۳۸۷) در توافق بود. آمرمن و همکاران (۱۹۶۸) میانگین ترکیب مواد مغذی: رطوبت، خاکستر، چربی خام، پروتئین، الیاف خام و عصاره عاری از نیتروژن حدود ۱۷۲۸نمونه از تفاله خشک مرکبات در فلوریدا را به ترتیب: ۸/۵۸، ۱۰/۱۲، ۴/۵، ۶/۷۴، ۱۳/۴۴ و۷۰/۶۰ درصد گزارش کردند. ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی تفاله مرکبات مناطق مختلف بر اساس شرایط اقلیمی (آب و هوایی)، منبع و نوع فرآیند می‌تواند متفاوت باشد (هوتان، ۱۹۸۷؛ مارتینز و فرنانز،۱۹۸۰). اسکوتی و لنزا (۱۹۷۳) نیز با مطالعه ترکیب شیمیایی تفاله استحصالی یک کارخانه آب پرتقال گیری طی دو سال، وجود تفاوت در ترکیب شیمیایی تفاله های استحصالی سال اول و دوم را به نوع واریته و میزان دانه ذکر کردند. کلوپفنستین و اوون (۱۹۸۱) درخصوص تفاوت ترکیب شیمیایی تفاله مرکبات بسته به نوع عمل‌آوری و تولید مقادیر چربی از ۳/۳ تا ۵/۲ و پروتئین خام را از ۶/۴ تا ۷/۴ گزارش کردند. البته بالاتر بودن میزان چربی و پروتئین با بالاتر بودن میزان دانه در تفاله رابطه دارد (آمرمن و همکاران، ۱۹۶۶). آمرمن و همکاران (۱۹۶۶) بیان داشتند که به ازاء هر یک درصد افزایش دانه مرکبات به جای پوست و گوشت تفاله، در محصول نهایی، ۰/۳۹درصد میزان چربی خام و حدود ۰/۰۹ درصد پروتئین خام افزایش می‌یابد. هندریکسون و کسترسون (۱۹۶۶) در مطالعه‌ای اهمیت میزان تغییردانه را بر اساس ماده خشک گزارش کردند که در میوه کامل گریپ فروت دانکن ۶/۸ درصد دانه در اکتبر و ۲/۹ درصد دانه در آوریل و گریپ فروت مارش حاوی ۰/۵ درصد دانه برای اکتبر و ۰/۳ درصد دانه برای آوریل بود. در تحقیق حاضر به این دلیل که بیشتر حجم نمونه‌های جمع‌آوری شده شامل پوسته بود و مقدار دانه در برخی نمونه‌ها بسیار اندک بود، تفاوت‌هایی در میزان چربی و پروتئین نمونه های مختلف تفاله ها مشاهده شد. بیشترین درصد خاکستر مربوط به نمونه تفاله تجاری بود که تفاوت معنی داری با سایر تفاله‌ها داشت، احتمالاً دلیل این تفاوت مربوط به نوع عمل‌آوری و خشک کردن تفاله در کارخانه می‌باشد. در کارخانه آب میوه‌گیری در پایان خط تولید به تفاله‌های حاصل آهک اضافه کرده که بالا بودن خاکستر آن در مقایسه با تفاله‌های آفتاب خشک مؤید این مطلب است. گزارش شده‌است که درکارخانه آب میوه‌گیری در پایان خط تولید جهت تسهیل درآب‌گیری وخشک کردن به تفاله‌های تر به میزان ۰/۳ تا ۰/۵آهک اضافه شده (ال-بوشی، ۱۹۹۴) و درحرارت ۱۳۰ درجه سلسیوس خشک می‌شوند. حرارت دادن تفاله‌ها در دمای بالا روی درصد پروتئین تأثیر منفی دارد. مارتینز و فرنانز (۱۹۸۰) خاطر نشان ساختند که خشک کردن تفاله مرکبات در درجه حرارت بالای۱۳۰ درجه سلسیوس و افزودن آهک سبب افزایش خاکستر و دیواره سلولی می‌گردد. به نظر می‌رسد که بالاتر بودن مقدار خاکستر و الیاف نامحلول در شوینده خنثی ناشی از حرارت بالا در حین فرآوری در کارخانه باشد.

مقایسه تأثیر روش خشک کردن بر فراسنجه‌های تولید گاز انواع تفاله مرکبات

مقدار و نرخ تولید گاز و پارامترهای تخمینی انواع تفاله مرکبات در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین انواع تفاله مرکبات از نظر فراسنجه‌های تولید گاز اختلافات معنی‌داری وجود داشت ($P<0/05$). از این نظر، تفاله خشک تجاری پایین‌ترین حجم و نرخ تولید گاز را در مقایسه با سایر تیمارها داشت. به طور کلی در بین تفاله مرکبات خشک شده در آفتاب بیشترین گاز تولیدی مربوط به نارنگی و کمترین تولید گاز مربوط به لیمو ترش در هر دو واریته شمال و جنوب بود. مقایسه تفاله پرتقال شمال و تفاله مرکبات تجاری با توجه به تفاوت در شیوه خشک کردن نشان داد که تفاله پرتقال شمال از نظر فراسنجه‌های تولید گاز و پارامترهای تخمینی مقادیر بالاتری داشت ($P<0/05$). بین تیمارهای آزمایشی از نظر پارامترهای تخمینی اختلافات معنی‌داری وجود داشت ($P<0/05$)؛ به طوری که تفاله خشک تجاری از نظر مقدار قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر پایین‌ترین مقدار را داشت. مقدار عددی قابلیت هضم ماده آلی تفاله نارنگی شمال از همه بالاتر بوده و تفاله لیموترش جنوب کمترین مقدار را داشت. بیشترین انرژی قابل متابولیسم مربوط به لیموترش شمال و کمترین مقدار مربوط به تفاله پرتقال شمال بود. از نظر مقدار اسیدهای چرب فرار بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب مربوط به نارنگی شمال و لیمو شیرین جنوب بود.

از نظر روند تولید گاز در زمان‌های مختلف پس از انکوباسیون (شکل ۱) نیز بین انواع تفاله مرکبات اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). روند تولید گاز در ۲۴ ساعت اول انکوباسیون برای همه انواع تفاله مرکبات از سرعت بالاتری برخوردار بود که با نتایج بیات کوهسار و همکاران (۱۳۸۷) در توافق بود. تفاله نارنگی شمال و جنوب در اکثر زمان‌ها بیشترین تولید گاز و تفاله خشک تجاری کمترین مقدار تولید گاز را داشتند. در این مطالعه، بین تولید گاز تفاله لیمو شیرین شمال و تفاله لیمو شیرین جنوب در همه زمان‌های انکوباسیون (به جز زمان ۲ و ۴) اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵).

اندازه گیری گاز تولیدی در شرایط آزمایشگاهی اطلاعات مفیدی را درباره سرعت و میزان هضم خوراک فراهم می کند. بکارگیری این تکنیک به‌منظور تجزیه‌پذیری خوراک‌های فیبری به اثبات رسیده است (منک و استینگاس، ۱۹۸۸). اسیدهای چرب فرار، گاز و توده میکروبی محصولات نهایی هضم تخمیری می‌باشند. تولید گاز در نتیجه تخمیر کربوهیدرات به استات، پروپیونات و بوتیرات می‌باشد (بووینک و اسپولسترا، ۱۹۹۲؛ بلومل و ارسکوف، ۱۹۹۳). تولید گاز ناشی از تخمیر پروتئین در مقایسه با تخمیر کربوهیدرات (ولین،۱۹۶۰) نسبتاً کم می‌باشد. سهم چربی نیز در تولید گاز جزئی می‌باشد (منک و استینگاس، ۱۹۸۸؛ گتاچیو و همکاران، ۲۰۰۲). حجم گاز پارامتر خوبی برای تخمین قابلیت هضم، فرآورده‌های نهایی هضم و سنتز پروتئین میکروبی در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد (سومارت و همکاران، ۲۰۰۰). فرآورده های فرعی مرکبات دارای سوبستراهای انرژی‌زا برای میکروب‌های شکمبه شامل کربوهیدارت‌های محلول ، نشاسته، فروکتان، گالاکتان، پکتین و بتاگلوکان‌ها) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی سهل‌الهضم می‌باشند (ون‌سوست، ۱۹۹۱). تفاوت در مقدار فراسنجه‌های تولید گاز در بین انواع تفاله مرکبات به تفاوت در ترکیب شیمیایی آنها بر می‌گردد.

مقایسه تفاله خشک تجاری و تفاله پرتقال شمال از نظر روش خشک کردن نشان داد که تفاله خشک تجاری حجم گاز تولیدی (۳۰۶/۹ در مقابل ۳۷۷/۲ میلی‌لیتر)، قابلیت هضم ماده آلی (۶۱/۶۶ در مقابل ۷۵/۸۵ درصد)، انرژی قابل متابولیسم (۱۲/۸۴ در مقابل ۱۴مگاژول) و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (۱/۱۵ در مقابل ۱/۵۰ میلی‌مول) پایین‌تری داشت که می‌تواند به این دلیل باشد که تفاله خشک تجاری از نظر مواد مغذی مؤثر بر تولید گاز یعنی ماده آلی و کربوهیدرات غیرفیبری پایین‌ترین مقدار را داشت. همچنین استفاده از آهک در کارخانجات آب میوه‌گیری باعث رقیق‌تر شدن مواد مغذی تفاله خشک مرکبات و بالا رفتن خاکستر می‌شود که در نهایت تأثیر خود را بر پارامترهای تولید گاز می‌گذارد.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی انواع تفاله مرکبات شمال، جنوب و تفاله خشک تجاری (درصد ماده خشک)

نوع تفاله مرکبات	[۱]DM	[۲]Ash	[۳]CP	[۴]OM	[۵]EE	[۶]NDF	ADF	[۷]NDS	[۸]NDS_C
پرتقال شمال	۷۶/۳۶^{e}	۳/۷۴^{c}	۴/۵۰^{g}	۹۶/۲۶^{a}	۳/۱^{e}	۲۲/۰۵^{dec}	۱۸/۰۳^{c}	۷۷/۹۴^{abc}	۷۰/۱۲^{a}
نارنگی شمال	۷۶/۶۳^{e}	۳/۷۹^{c}	۵/۰۵^{f}	۹۶/۲۱^{a}	۱/۱^{f}	۲۰/۰۲^{e}	۱۸/۹۵^{c}	۷۹/۹۷^{a}	۷۰/۹۵^{a}
لیمو شیرین شمال	۸۴/۲۶^{b}	۴/۱۶^{c}	۶/۷۶^{d}	۹۵/۸۴^{a}	۲^{h}	۲۳/۸۹^{ed}	۲۰/۷۰^{b}	۷۹/۳۰^{ab}	۶۸/۸۷^{a}
لیمو ترش شمال	۸۴/۰۰^{b}	۶/۸۳^{b}	۱۱/۴۸^{a}	۹۳/۱۶^{b}	۲/۱^{f}	۲۹/۵۳^{a}	۲۳/۹۹^{b}	۷۰/۴۶^{e}	۵۱/۸۴^{d}
پرتقال جنوب	۸۶/۶۳^{e}	۳/۷۵^{c}	۶/۷۶^{d}	۹۶/۴۴^{a}	۳/۵^{g}	۲۰/۶۷^{ed}	۱۸/۹۱^{c}	۷۹/۳۲^{ab}	۶۹/۱۰^{a}
نارنگی جنوب	۷۵/۵۳^{d}	۴/۲۷^{c}	۶/۲۵^{e}	۹۶/۱^{a}	۱/۵^{d}	۲۴/۴^{bc}	۲۰/۸۱^{bc}	۷۵/۶۰^{dc}	۶۵/۳۳^{b}
لیمو شیرین جنوب	۷۹/۷۶^{d}	۴/۴۶^{c}	۸/۳۱^{c}	۹۵/۵۳^{a}	۲/۵^{c}	۲۳/۴۹^{bcd}	۲۲/۷۴^{b}	۷۶/۵۰^{bcd}	۶۳/۱۰^{b}
لیمو ترش جنوب	۸۲/۶۸^{c}	۴/۹۰^{c}	۱۰/۳۲^{b}	۹۵/۱۰^{a}	۲/۸^{b}	۲۵/۱۱^{b}	۲۳/۷۳^{b}	۷۴/۸۹^{d}	۵۹/۳۳^{c}
تفاله خشک تجاری	۹۵/۲۷^{a}	۱۵/۷ ^{a}	۶/۲۲^{e}	۸۴/۳۳^{c}	۲/۶^{a}	۳۰/۸۵^{a}	۲۹/۱۶^{a}	۶۹/۱۶^{e}	۴۷/۱۵^{e}
میانگین خطای استاندارد	۰/۶۷۶		۰/۲۵۴	۰/۶۰۳	۰/۰۱۱۴		۱/۴۷	۱/۱۹	۱/۲۴

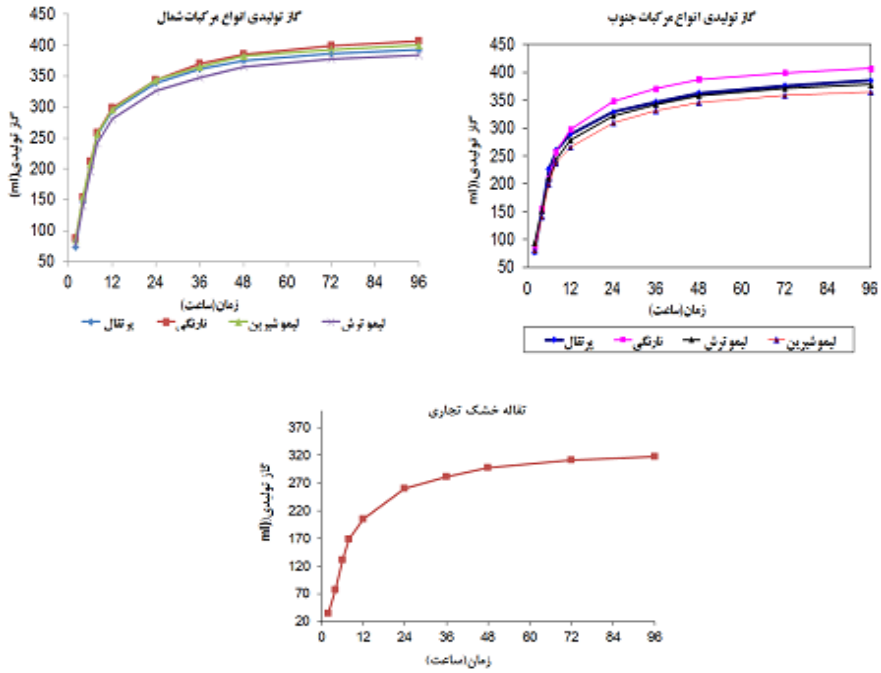
۱- ماده خشک؛ ۲- خاکستر، ۳- ماده آلی، ۴- چربی خام، ۵- الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ۶- الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، ۷- بخش محلول در شوینده خنثی، NDS=100-NDF و ۸- کل کربوهیدرات محلول در بخش شوینده خنثی (پروتئن خام+ چربی خام+ خاکستر) -NDSC=NDS.

* در هر ستون، اعداد با حروف نامشابه نشانه معنی دار بودن است (P<۰/۰۵).

جدول ۲- مقایسه تاثیر روش خشک کردن بر فراسنجه‌های تولید گاز و پارامترهای تخمینی انواع تفاله مرکبات

تیمار	پتانسیل تولید گاز	نرخ تولید گاز	قابلیت هضم ماده آلی	انرژی قابل متابولیسم	اسیدهای چرب کوتاه زنجیر
پرتقال شمال	۳۷۷/۲ ± ۲/۲۶	۰/۱۲۶۷ ±۰/۰۰۳۱	۷۵/۸۵^{abc}	۱۴/۰۰^{e}	۱/۵۰^{abc}
نارنگی شمال	۳۸۷/۸ ± ۳ /۰۳	۰/۱۲۷۲ ±۰/۰۰۳۴	۷۷/۵۴^{a}	۱۴/۵۷^{d}	۱/۵۴^{a}
لیمو شیرین شمال	۳۸۲/۵ ± ۳/۱۸	۰/۱۲۸۸ ± ۰/۰۰۳۷	۷۶/۶۹^{ba}	۱۵/۴۲^{c}	۱/۵۲^{ba}
لیمو ترش شمال	۳۶۶/۶ ± ۳ /۶۵	۰/۱۲۳۵ ± ۰/۰۰۴۲	۷۳/۶۷^{bcd}	۱۷/۶۷^{a}	۱/۴۴^{bcd}
پرتقال جنوب	۳۶۴/۳ ± ۴/۷۷	۰/۱۴۱۴ ±۰/۰۰۶۵	۷۳/۹۷^{abcd}	۱۵/۰۱^{dc}	۱/۴۵^{abcd}
نارنگی جنوب	۳۸۹/۰ ± ۳/۰۴	۰/۱۲۵۷ ±۰/۰۰۳۴	۷۷/۵۳^{a}	۱۵/۲۷^{c}	۱/۵۴^{a}
لیمو شیرین جنوب	۳۶۶/۶ ±۵/۳۷	۰/۱۳۲۳ ±۰/۰۰۷۱	۷۰/۵۶^{d}	۱۵/۳۸^{c}	۱/۳۷^{d}
لیمو ترش جنوب	۳۵۸/۶ ±۳/۹۰	۰/۱۳۶۴ ±۰/۰۰۵۲	۷۲/۸۶^{dc}	۱۶/۸۶^{b}	۱/۴۲^{dc}
تفاله خشک تجاری	۳۰۶/۹ ± ۳/۶۶	۰/۰۸۷۴ ±۰/۰۰۳۴	۶۱/۶۶^{e}	۱۲/۸۴^{f}	۱/۱۵^{e}
میانگین خطای استاندارد			۱/۱۹۲	۰/۱۹۶	۰/۰۲۹

* حروف نامشابه در هر ستون نشانه معنی‌دار بودن است (P<۰/۰۵).



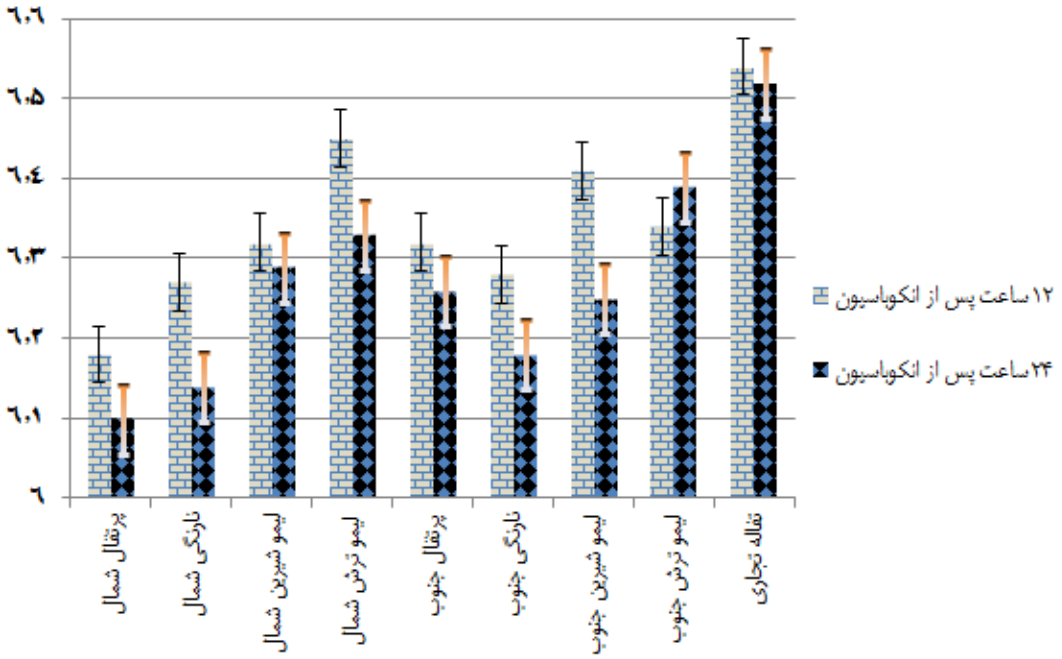
شکل۱- تولید گاز تفاله انواع مرکبات شمال، جنوب و تفاله خشک تجاری

تأثیر روش خشک کردن بر قابلیت هضم فراسنجه های تخمیری انواع تفاله مرکبات در شرایط برون‌تنی

تأثیر انواع تفاله مرکبات بر pH محیط کشت در ساعت‌های ۱۲ و ۲۴ پس از انکوباسیون در شرایط آزمایشگاهی در شکل ۲ نشان داده شده است. در هر دو زمان انکوباسیون، بین تفاله‌های مرکبات شمال و جنوب و تفاله خشک تجاری اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). در این مطالعه، تفاله پرتقال شمال در زمان‌های ۱۲ و ۲۴ پس از انکوباسیون، پایین‌ترین مقدار pH را در مقایسه با سایر تفاله‌های مرکبات شمال و جنوب داشت. نتایج آزمایش نشان داد که pH محیط کشت (به جز تیمار دارای تفاله لیموترش جنوب در زمان ۲۴) با افزایش زمان انکوباسیون روند کاهشی داشت. در بین انواع تفاله مرکبات شمال، تفاله لیموترش بالاترین pH را در زمان‌های ۱۲ و ۲۴ پس از انکوباسیون داشت. تفاله مرکبات تجاری در مقایسه با تفاله پرتقال شمال که از یک گونه پرتقال و با دو شیوه خشک کردن بودند، به طور معنی‌داری pH بالاتری داشت (P<۰/۰۵). این تفاوت، عمدتاً به‌خاطر خاصیت بافری ناشی از افزودن آهک به محصول برای کمک به آب‌گیری و خشک کردن تفاله می‌باشد.

تفاله مرکبات دارای پکتین و سلولز بوده و پکتین تقریباً ۴۵۰ گرم از هر کیلوگرم دیواره سلولی را تشکیل می‌دهد (سان ولد، ۱۹۹۵). عموماً مواد پکتینی به همراه بتاگلوکان ها در فضای بین سلولی گیاهی قرار دارند و جزء کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی محسوب می‌شوند. پیوندها و ترکیبات کربوهیدراتی مواد پکتینی به‌وسیله آنزیم های پستانداران قابل هضم نیستند. ولی خیلی سریع و به مقدار زیاد توسط میکروب‌های شکمبه تجزیه می‌شوند. 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 چشم پوشی است (دهوریتی، ۱۹۶۹؛ هاتفیلد و ویمر، ۱۹۹۵؛ مارونک و همکاران، ۱۹۸۵؛ استروبل و راسل، ۱۹۸۶). لذا بر این اساس انتظار می‌رود که میزان pH جیره های حاوی تفاله مرکبات در ساعت های اولیه پس از مصرف غذا (۳ ساعت اول) کاهش یابد. پکتین برخلاف

نشاسته تولید لاکتات کمتر کرده و سبب کاهش کمتری در pH می‌شود (باریوس- اوردانتیا، ۲۰۰۳؛ استوربل-راسل، ۱۹۸۶). در مورد تأثیر گنجاندن تفاله خشک مرکبات در جیره بر خصوصیات تخمیری شکمبه‌ای نتایج مختلفی گزارش شده است. برخی گزارش‌ها (کالن و همکاران، ۱۹۸۶) نشان دادند که تغذیه سطوح بالایی از تفاله مرکبات می‌تواند خطر اسیدوز اسید لاکتیکی را افزایش دهد. به نظر می‌رسد تأثیر استفاده از تفاله خشک مرکبات در جیره بر خصوصیات تخمیری شکمبه به سطح مورد استفاده بستگی دارد. در مطالعه بیات کوهسار و همکاران (۱۳۸۹)، با گنجاندن سطوح ۵، ۱۰و ۱۵ درصد تفاله خشک مرکبات به‌جای جو در جیره، افزایش در pH را همسو با افزایش سطح تفاله خشک تجاری گزارش کردند. در مقابل سیسک و مک کلف (۱۹۷۲) با استفاده از سطح ۸۲ درصد تفاله خشک مرکبات کاهش در pH را گزارش کردند. کاهش در pH شکمبه‌ای با افزایش سطح تفاله خشک مرکبات در جیره در مطالعه پینزون و وینگ (۱۹۷۶) و اسچایبلی و وینگ (۱۹۷۴) نیز گزارش شده است. این نتایج بر خلاف انتظار عمومی از خوراک‌های با پکتین بالا مثل فرآورده‌های فرعی مرکبات می‌باشد. به طوری که پکتین نمی‌تواند به اسید لاکتیک تخمیر شود. در حقیقت تغذیه تفاله مرکبات در سطوحی که به طور معمول تغذیه می‌شوند، ظاهراً شیوع اسیدوز لاکتیکی را افزایش نمی‌دهند (هایفیل و همکاران، ۱۹۸۷؛ سیسک و مک‌کلف، ۱۹۷۲؛ لیوا و همکاران، ۲۰۰۰). ریحانی و همکاران (۱۹۹۳) نیز گزارش دادند که تفاله مرکبات یک ماده خوراکی با قابلیت تخمیر بالا می باشد. بنابراین انتظار می‌رود که میزان pH شکمبه بعد از مصرف تفاله کاهش یابد.



شکل۲- تاثیر انواع تفاله مرکبات شمال و جنوب و مقایسه آنها با تفاله خشک مرکبات تجاری برpH محیط کشت در ساعت‌های ۱۲ و ۲۴ پس از انکوباسیون

نتایج مربوط به قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی و فراسنجه‌های تخمیری انواع تفاله مرکبات در جدول ۳ نشان داده شده است. در این مطالعه، بین تفاله انواع مرکبات شمال و جنوب (آفتال خشک) از نظر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در ساعت ۲۴ انکوباسیون اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). مقایسه بین تفاله‌های خشک شده در آفتاب از نظر عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی نشان داد که تفاله نارنگی شمال و تفاله نارنگی جنوب به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقدار عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی را داشتند. مقایسه تفاله پرتقال شمال و تفاله مرکبات تجاری با توجه به تفاوت در شیوه خشک کردن نشان داد که روش خشک کردن تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی داشت (P<۰/۰۵)؛ به طوری که تفاله خشک تجاری به‌طور

معنی‌داری پایین‌ترین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را در هر دو زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از انکوباسیون داشت (P<۰/۰۵). همچنین، تفاله خشک تجاری در مقایسه با تفاله پرتقال شمال از نظر فراسنجه‌های تخمیری (عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی)، پایین‌ترین مقدار و از نظر بازده تولید گاز بالاترین مقدار را داشت (P<۰/۰۵).

فرآورده‌های فرعی مرکبات دارای سوبستراهای انرژی‌زا برای میکروب‌های شکمبه شامل: کربوهیدارت‌های محلول و الیاف نامحلول در شوینده خنثی سهل‌الهضم می‌باشند (ون سوست، ۱۹۹۱). تاکنون به دلایل متعددی در خصوص علل وجود تفاوت در قابلیت هضم برخی مواد مغذی تفاله مرکبات از جمله شرایط اقلیمی و آب و هوایی، نوع میوه‌ای که تفاله از آن استحصال می‌گردد، نحوه فرآیند و عمل‌آوری تفاله اشاره شده است. اغلب آن‌ها، همان عواملی هستند که بر روی ترکیب شیمیایی تفاله تأثیر می‌گذارند اما پاره‌ای عوامل فیزیکی که در جریان فرآیند عمل‌آوری تفاله بکار گرفته می‌شود نیز بر روی ارزش غذایی تفاله مؤثر است. از آن جمله می‌توان به میزان درجه حرارت برای خشک کردن تفاله اشاره نمود. درجه حرارت بالا می تواند تأثیر منفی روی قابلیت هضم پروتئین و انرژی داشته باشد، به عنوان مثال خشک کردن تفاله در ۱۱۵ درجه سلسیوس در مقایسه با تفاله خشک شده در ۱۰۴ درجه سلسیوس سبب می‌شود تا قابلیت هضم پروتئین از ۸۱ درصد به ۷۴ درصد کاهش یابد (کلوپفنستین و اوون، ۱۹۸۱). به نظر می‌رسد که علت کاهش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی تفاله خشک تجاری در این مطالعه به خاطر حرارت بالای استفاده شده باشد. لنزا (۱۹۸۴) گزارش کردکه قابلیت هضم پروتئین خام در برخی جیره های با فراورده‌های فرعی مرکبات کاهش یافت که ممکن است به‌دلیل دماهای بالای آب‌گیری باشد (یعنی بالاتر از ۱۴۰ درجه سلسیوس). سان ولد و همکاران (۱۹۹۵) با ارزیابی قابلیت تخمیر تفاله مرکبات و پکتین مرکبات در شرایط برون‌تنی به‌وسیله میکروارگانیسم‌های گاو، ناپدید شدن ماده آلی برای تفاله مرکبات و پکتین مرکبات را به‌ترتیب ۷۳ و۹۰/۳ درصد در ۴۸ ساعت بعد از تخمیرگزارش کردند. براون و جانسون (۱۹۹۱) قابلیت هضم ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول درشوینده اسیدی در شرایط برون‌تنی را به ترتیب ۸۷/۲، ۷۵/۸ و ۸۲/۱ درصد گزارش کردند. اکونومیدز و همکاران (۱۹۷۴) قابلیت هضم مواد مغذی پوست و تفاله مرکبات را به دو روش آزمایش بر روی دام و آزمایشگاهی تعیین نمودند. قابلیت هضم ماده خشک پوست مرکبات به ترتیب ۶۷ و ۹۱ درصد و برای تفاله مرکبات ۹۲ و ۹۱ درصد به دست آمد. ولی قابلیت هضم پروتئین خام پوست مرکبات حدود ۱۵ و تفاله مرکبات حدود ۶۵ درصد گزارش گردید.

به طور کلی، نتایج قابلیت هضم فرآورده‌های فرعی مرکبات را در بین گونه‌های نشخوار کنندگان مشابه نشان می‌دهد. مکمل کردن علوفه با فرآورده‌های فرعی مرکبات که غنی از پکتین بوده و یا غنی از الیاف نامحلول در شوینده خنثی با تجزیه‌پذیری بالا، معمولاً اثر منفی کمتری بر شرایط شکمبه و همین طور فعالیت باکتری‌های سلولولتیک، نسبت به مکمل کردن با خوراک‌های غنی از قند یا نشاسته، داشته است. فرآورده‌های فرعی مرکبات دارای سوبستراهای گوناگونی از انرژی برای میکروب‌های شکمبه شامل کربوهیدارت‌های محلول و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به آسانی قابل هضم می‌باشد. فرآورده فرعی مرکبات مصرف بخش‌های فیبری جیره را احتمالاً به دلیل اثرات مثبت بر میکروفلورای شکمبه بهبود می‌بخشد. بازده میکروب‌ها از مواد پکتینی یا مواد هم خانواده پکتین تفاوتی با بازده نشاسته نمی‌کند (هوهتانن، ۱۹۸۸؛ راسل و دامبروسیک،۱۹۸۰؛ تریون و همکاران، ۱۹۹۷). حاصل تخمیر قندهای ساده و نشاسته (برخلاف تخمیر مواد پکتینی) سبب می شود که پروپیونات بیشتری نسبت به استات تولید شود (مارونک و همکاران، ۱۹۸۵؛ استرابل و راسل، ۱۹۸۶). علاوه بر آن، تفاوت عمده‌ای که در این میان وجود دارد این است که اسیدی‌تر شدن شکمبه سبب کاهش تخمیر پکتین می‌شود (بن-گدالیا و همکاران، ۱۹۸۹).

آنچه که در این مطالعه قابل ملاحظه می‌باشد این است که تیمار دارای تفاله خشک تجاری در مقایسه با سایر تیمارها بالاترین pH و پایین‌ترین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، عامل تفکیک و تولید توده زنده میکروبی را داشت.

دامنه مقادیر برای عامل تفکیک برای خوراک‌های فاقد تانن یا متعارف توسط بلومل و همکاران (۱۹۹۷) بین ۲/۷۵ تا ۴/۴۱ میلی‌گرم به ازاء هر میلی‌لیتر گزارش شده است. در واقع، عامل تفکیک مبین نسبت تجزیه حقیقی سوبسترا به حجم گاز تولید شده در دوره های زمانی انکوباسیون ۲۴ یا ۴۸ ساعت بوده (اولی ویرا، ۱۹۹۸) و شاخصی از راندمان سنتز توده میکروبی در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. بالاتر بودن این شاخص نشان دهنده این است که ماده آلی بیشتری وارد توده میکروبی می‌شود. در این مطالعه مقدار عامل تفکیک انواع

تفاله مرکبات شمال و جنوب در یک دامنه و در بالاترین حد خود بود که اختلاف معنی‌داری با تفاله خشک تجاری داشتند (P<۰/۰۵). با توجه به اینکه بین میزان تولید گاز و تولید توده میکروبی همبستگی منفی وجود دارد (بلومل و همکاران، ۱۹۹۷)، در این مطالعه، با اینکه تفاله خشک تجاری تولید گاز کمتری داشت، تولید توده میکروبی پایین‌تری نیز داشت که علت آن پایین بودن قابلیت هضم آن است که سوبسترای قابل تخمیر کمتری در اختیار میکروارگانیسم‌های شکمبه قرار گرفته است. این امر همان‌طور که پیشترگفته شد می‌تواند مربوط به نوع عمل‌آوری صورت گرفته در کارخانه باشد. در طی فرآیند کردن، اکسید کلسیم یا هیدروکسید کلسیم برای آب‌گیری اضافه می‌شود. مقدار کلسیم باقی‌مانده درتفاله بسته به روش عمل‌آوری فرق می‌کند. این امر می‌تواند در تغذیه در حفظ pH شکمبه کمک کند. اما به دلیل تحت تاثیر قرار دادن قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی نیاز به پژوهش بیشتر در مورد نوع عمل‌آوری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که بین انواع تفاله مرکبات از نظر ترکیب شیمیایی، مولفه‌های تولید گاز و قابلیت هضم اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نکته قابل ملاحظه در این مطالعه آن است که تفاله خشک تجاری که با تفاله پرتقال شمال از یک گونه بودند، پایین‌ترین ارزش تغذیه‌ای را داشت که احتمالا به دلیل درجه حرارت بالای مورد استفاده و افزودن آهک بالاتر از مقدار توصیه شده می‌باشد. به نظر می‌رسد که روش عمل‌آوری تفاله در کارخانه‌های آب میوه‌گیری بدون در نظر گرفتن ملاحظات تغذیه‌ای انجام می‌شود. هر چند روش خشک کردن در زیر آفتاب با توجه به حجم تولید تفاله، خطر فسادپذیری و شرایط جوی به خصوص در منطقه شمال از نظر عملی امکان‌پذیر نیست، اما می‌توان با بهبود روش عمل‌آوری ارزش تغذیه‌ای این فرآورده فرعی را افزایش داد.

جدول ۳- مقایسه میانگین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، و فراسنجه‌های تخمیری انواع تفاله مرکبات شمال و جنوب و تفاله خشک تجاری در شرایط برون‌تنی

تیمارها	بازده تولید گاز (میلی‌لیتر)	قابلیت هضم ماده خشک (درصد)			قابلیت هضم ماده آلی (درصد)			عامل تفکیک (میلی‌گرم در میلی‌لیتر)	توده میکروبی تولید شده (میلی‌گرم به ازاء گرم ماده خشک)	بازده تولید توده میکروبی
		ساعت ۱۲ انکوباسیون	ساعت ۲۴ انکوباسیون	ساعت ۱۲ انکوباسیون	ساعت ۲۴ انکوباسیون	ساعت ۱۲ انکوباسیون	ساعت ۲۴ انکوباسیون			
پرتقال شمال	۲۲۲/۶۸^{dc}	۸۵/۸۷^{bc}	۹۶/۸۲^{a}	۸۶/۸۶ ^{abc}	۹۷/۴۵ ^{a}	۹۷/۴۵^{ab}	۲۳۲/۳۴^{a}	۴/۳۵^{ab}	۰/۴۹۴^{ab}
نارنگی شمال	۲۳۷/ ۹۲^{ab}	۸۶/۴۸^{abc}	۹۵/۱۳^{a}	۹۱/۷۴^{a}	۹۳/۷۷ ^{a}	۴/۱۱^{b}	۲۰۹/۸۷^{a}	۰/۴۶۳^{b}
لیمو شیرین شمال	۲۲۹/۹۶^{abc}	۸۶/۸۱^{abc}	۹۴/۵۴^{a}	۸۷/۵۵^{abc}	۹۵/۲۰ ^{a}	۴/۱۹^{b}	۲۱۷/۰۴^{a}	۰/۴۷۵^{ab}
لیمو ترش شمال	۲۲۰/۸۳^{dc}	۸۹/۱۲^{ab}	۹۵/۴۲^{a}	۸۹/۳۶^{abc}	۹۶/۵۴ ^{a}	۴/۲۴^{ab}	۲۱۴/۸۴^{a}	۰/۴۸۰^{ab}
پرتقال جنوب	۲۲۱/۰۴^{dc}	۹۰/۳۹^{a}	۹۵/۶۴^{a}	۹۱/۵۸^{a}	۹۶/۲۰ ^{a}	۴/۳۹^{ab}	۲۳۱/۸۱^{a}	۰/۴۹۹^{ab}
نارنگی جنوب	۲۲۶/۵۰^{bcd}	۸۸/۵۹^{ab}	۹۶/۸۵^{a}	۹۰/۱۷^{ab}	۹۸/۳۱ ^{a}	۴/۲۹^{ab}	۲۲۹/۳۱^{a}	۰/۴۸۷^{ab}
لیمو شیرین جنوب	۲۱۳/۷۶^{d}	۸۴/۹۲^{bc}	۹۵/۳۵^{a}	۸۵/۹۷^{bc}	۹۶/۲۴ ^{a}	۴/۵۰^{a}	۲۳۳/۷۹^{a}	۰/۵۱۰^{a}
لیمو ترش جنوب	۲۲۵/۶۸^{bcd}	۸۳/۱۹^{c}	۹۲/۵۸^{a}	۸۴/۹۵^{c}	۹۴/۸۸ ^{a}	۴/۳۲^{ab}	۲۲۱/۶۸^{a}	۰/۴۹۰^{ab}
تفاله خشک تجاری	۲۴۳/۲۴^{a}	۶۵/۵۱^{d}	۷۵/۷۷^{b}	۷۲/۸۸^{d}	۸۲/۴۸^{b}	۳/۸۱^{c}	۱۴۸/۳۳^{b}	۰/۴۱۹^{c}
احتمال سطح معنی داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
میانگین خطای استاندارد	۴/۵۱	۰/۰۲۸	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹	۰/۰۲۵	۳/۸۱	۷/۶۱	۰/۰۲۵

میانگین‌ها در داخل یک ستون با حروف نامشابه اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

منابع

بیات‌کوهسار، ج.، ولی زاده، ر.، ناصریان، ع. ع.، طهماسبی، ع.م. و صفری، ر.، ۱۳۸۷. تعیین ارزش غذایی انواع تفاله مرکبات با استفاده از روش تولید گاز. چهارمین کنگره علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد.

بیات‌کوهسار، ج.، ولی زاده، ر.، ناصریان، ع. ع.، طهماسبی، ع.م. و صفری، ر.، ۱۳۸۹. تأثیر جایگزینی جو با تفاله خشک مرکبات در جیره گاوهای شیری هلشتاین بر عملکرد آنها. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. مجله پژوهش‌های علوم دامی ایران. شماره ۲، صفحات ۱۵۵-۱۴۸.

Ammerman, C.B., Easley J.F., Arrington, L.R. and Martin, F.G., 1966. Factors affecting the physical and nutrient composition of dried citrus pulp. Proc. Florida State Hor. Soc. 79: 223.30

Ammerman, C.B., Martin F.G. and Arrigton, L.R., 1968 . Nutrient and minral composition of citrus pulp as related to production source. Proc. Florida State Hor. Soc. 81: 301.

Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis. Vol.1. No. 1. 18th ed. Association of Official Analytical chemists Washing Town, D.C.

Barrios-Urdaneta, A., Fondevila, M. and Castrillo, C., 2003. Effect of supplementation with different proportions of barley grain or citrus pulp on the digestive utilization of ammonia-treated straw by sheep. J. Anim. Sci. 76: 309–317.

Ben-Ghedalia, D. Yosef, E., Miron, J. and Est, Y., 1989. The effects of starch and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. Anim. Feed Sci. Tech. 24:289.

Beuvink, J.M.W., and S.F. Spoelstra. 1992. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 37:505-509.

Blümmel, M. and Ørskov, E. R., 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting food intake in cattle. Anim. Feed Sci. Tech. 40: 109 –119.

Blummel, M., Makkar, H.P.S. and Becker, K., 1997. *In vitro* gas production: a technique revisited. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 77: 34-24.

Boushy, E.I., 1994. Poultry feed from waste, processing and use. Fruit, vegetable and brewers waste Citrus pulp. Chapman and Hall LTd. Lodon. UK. 204-224.

Brown, W.F. and Johnson, D.D., 1991. Effects of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. J. Anim. Sci. 69, 348–357.

Cullen, A.J., Harmon, D.L. and Nagaraja, T.G., 1986. *In vitro* fermentation of sugars, grains, and by-product feeds in relation to initiation of ruminal lactate production. J. Dairy Sci. 69, 2616–2621.

Dehority, B.A., 1969. Pectin-fermenting bacteria isolated from the bovine rumen J. Bacteriol. 99:189.

Economides, S.H. and Hadjidemetriou, D., 1974. The nutritive value of same agricultural by-products. Technical bulletin agricultural research institute ministry of agriculture and natural resources Nicosia Cyprus. No.18.

FAO. 2007. Food and Agriculture Organiza;on of the United Nations.

Getachew, G., Depiters, E. J. and Robinson, P. H., 2002. *In vitro* gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. California Agri. 58: 54-58.

Hatfield, R.D. and Weimer, P.J., 1995. Degradation characteristics of isolated and in situ cell wall Lucerne dectic polysaccharides by mixed ruminal microbes. J. Sci. Food Agric. 69:185.

Hendrickson, R. and Kesterson, J.W., 1966. Citrus pulp with and without seeds. Proc. Florida State Hor. Soc. 79:248.

Highfill, B.D., Boggs, D.L., Amos, H.E. and Crickman, J.G., 1987. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and *in vivo* and *in situ* digestibilities of low quality fescue hay. J. Anim. Sci. 65: 224–234.

Huhtanen, P., 1988. The effects of barley , unmolassed sugar-beet pulp and molasses supplements on organic matter, nitrogen and fiber digestion in the rumen of cattle given a silage diet. Anim. Feed Sci. Tech. 20:259.

Hutton, K., 1987. Citrus pulp in formulated diets. Recent advances in animal nutrition in astralia. 297-316.

Katade, A.J., shinde, V.T. and Gampawar, A.S., 1994. Chemical composition and nutritive value of dried orange fomace, and its utilization in the ration of crossbred milch cows. Indian J. Dairy Sci. 47:8, 640-643.

Klopfenstein, E. and Owen, F.G., 1981. Value and potential use of crop residues and by-products in dairy rations. J. Sci. 64:1250-1268.

Lanza, A., 1984. Dried citrus pulp in animal feeding. In: Holl´o, J. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Food Industries and the Environment. Budapest, Hungary. Elsevier Pulishers, New York, NY, USA, pp. 189–198.

Leiva, E., Hall, M.B. and Van Horn, H.H., 2000. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. J. Dairy Sci. 83: 2866–2875.

Makkar, H.P.S., 2005. *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. Anim. Feed Sci. Technol., (123-124): 291-302.

Marounek, M., Bartus, S. and Brezina, P., 1985. Factors influencing the pruduction of volatile fatty acids from hemicellulose, pectin and starch by mixed culture of rumen microorganisms. Z. Tierphysiol Tierernahg U. Futtermittelkde. 53:50.

Mart´ınez-Pascual, J. and Fern´andez-Carmona, J., 1980. Composition of citrus pulp. Anim. Feed Sci. Technol. 5: 1–10.

McCullough, M.E. and Sisk, L.R., 1972.Crude fiber, form of ration, type of silage and digestibility of optimum rations. J. Dairy Sci. 55: 484–488.

Menke, K.H. and Steingass, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obrtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid.Animal Research and Development. 28: 7-55.

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

National Research Council (NRC). 1982. United States–Canadian Tables of Feed Composition, 3rd rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.

National Research Council (NRC). 1988. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 6th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.

Olivera, M.P., 1998. Use of in vitro gas production technique to assess the contribution of both soluble and insoluble fraction on the nutritive value of forage. A thesis submitted to the Univercity of Aberdeen, Scotland, in partial fulfillment of the degree of Master of Science in Animal Nutrition.

Orskov, E.R. and McDonald, I., 1979. The estimation of protein degredebility in the rumen from incubation measurments Weighted according to the rate of passage. J. of Agri. Sci. (Cambridge) 92: 499-503.

Pinzon, F.J. and Wing, J.M., 1976. Effects of citrus pulp in high urea rations for steers. J. Dairy Sci. 59: 1100–1103.

Rihani, N., Garrett, W.N., Zinn, R.A., 1993. Effect of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp-based diets by sheep.J.Anim. Sci. 71:2310-2321.

Russel, J.B. and Dombrowski D.B., 1980. Effect of ph on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. Appl. Environ. Microbial. 39:604.

Schaibly, G.E. and Wing, J.M., 1974. Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. J. Anim. Sci. 38: 697–701.

Scotti, G.G., and Lanza, A., 1973. New knowledge on the amino acid and mineral composition and on digestibility *in vitro* of dried orange pulp. Alimantazione Animale. 17:2, 47-60.

Sommart K, Parker DS, Rowlinson P, 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- Aust. J. Anim. Sci. 13:1084-1093

Strobel, H.J. and Russell, J.B., 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydratelimited cultures of mixed rumen bacteria. J. Dairy Sci. 69: 2941–2947.

Sunvold, G.D., Hussein, H.S., Fahey Jr., G.C., Merchen, N.R. 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 pigs and ruminal fluid from cattle. J. Anim. Sci. 73.

Therion, J.J., kistner, A. and Kornelius, J.H., 1997. Effect of pH on growth rates of rumen amylolytic and lactilytic bacteria. Appl. Environ. Microbiol.44:428.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583–3597.

Wing, J.M., 1974. Effect of physical form and amont of citrus pulp on utilization of complete feeds for dairy cattle. J. dairy sci. 58:1, 63-66.

Wolin, M. J., 1960. A theoretical rumen fermentation balance. J. Dairy Sci. 43:1452-1459.

Determination of nutritive value and the effect of drying methods on chemical composition, gas production and digestibility parameters of different kinds of citrus pulp

S. Noori[1], J. Bayatkouhsar[2*], E. Gholamalipour Alamdari[2] and F. Ghanbari[2]
1- MSc Student, Gonbad Kavous University
2- Assistant Professor, Gonbad Kavous University
*Corresponding author Email: javad_bayat@yahoo.com

Submitted: 11 August 2014 **Accepted: 16 April 2015**

Abstract
An experiment was conducted to determine the nutritive value and the effect of drying methods (sun –dried vs high temperature) on chemical composition, gas production parameters and digestibility of north and South citrus pulp (orange, tangerine, sweet lemon, sour lemon) and commercial dried citrus pulp. The collected samples of citrus pulp after dewatering were dried in sunlight. Variety of commercial dried pulp was similar to the north citrus pulp. Results showed that there were significant differences among citrus pulps on chemical composition (P<0.05). Commercial dried citrus pulp had higher dry matter (DM), Ash, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) content over north orange pulp. Various kinds of citrus pulp showed significant difference on gas production parameters (P<0.05). The lowest gas production potential, OMD, ME and SCFAs content were found for commercial dried citrus pulp (P<0.05). There were no significant differences among various kinds of citrus pulp except commercial dried citrus pulp on dry matter and organic matter digestibility at 24 h after incubation and fermentation parameters (i.e. partitioning factor, microbial biomass production and microbial biomass production efficiency). Compared with north orange pulp, commercial dried citrus pulp had lowest partitioning factor, microbial biomass production and microbial biomass production efficiency content (P<0.05). Overall, results showed that processing procedures could affect the nutritive value of citrus pulp.
Keywords: Citrus pulp, Gas production, Chemical composition, Digestibility.