مجله پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد اول، شماره اول، ۱۳۹۲
http://ejrr.gau.ac.ir

مقایسه قابلیت هضم پیت نیشکر عمل‌آوری شده با بخار تحت فشار توسط باکتری‌ها یا میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو هلشتاین و گاومیش خوزستان

محمود رفیعی طاقانکی[۱]، *مرتضی چاجی[۲]، طاهره محمدآبادی[۲] و محسن ساری[۲]
[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد تغذیه دام، [۲]استادیاران گروه علوم دامی دانشگاه کشاورزی و منابع‌طبیعی رامین خوزستان
تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۱/۲۷

چکیده

در این مطالعه به بررسی مقایسه هضم پذیری پیت نیشکر عمل آوری شده با بخار تحت فشار توسط کل میکروارگانیسم‌ها یا باکتری‌های شکمبه گاو هلشتاین و گاومیش خوزستان در شرایط تغذیه‌ای مشابه پرداخته شده است. قابلیت هضم ماده خشک (DM)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) پیت نیشکر عمل‌آوری شده توسط کل میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌های شکمبه گاو و گاومیش به روش هضم دو مرحله‌ای و استفاده از تکنیک تولید گاز اندازه گیری شد. قابلیت هضم ماده خشک توسط کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش (۶۳/۷۱ درصد) بیشتر از گاو (۶۰/۰۴ درصد) شد، همچنین قابلیت هضم ماده خشک و ADF توسط باکتری‌های شکمبه گاومیش (۳۸/۱۸ و ۲۲/۱۹ درصد) بیشتر از گاو (۳۴/۷۴ و ۱۳/۷۲ درصد) شد (P<۰/۰۵). صرف نظر از نوع میکروارگانیسم قابلیت هضم ماده خشک و ADF توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش (۵۰/۹۴، ۳۳/۲۳ درصد) بیشتر از گاو (۴۷/۳۹، ۲۸/۳۵ درصد) شد (P<۰/۰۵). پتانسیل تولید گاز (B) پیت نیشکر عمل آوری شده توسط کل میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌های شکمبه گاومیش (۹۱/۰۲ و ۶۱/۲۵ میلی‌لیتر) بیشتر از گاو (۶۸/۸۳ و ۲۴/۲۷ میلی‌لیتر) بود (P<۰/۰۵). نرخ گاز تولید شده (C) پیت نیشکر عمل آوری شده توسط کل میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌های شکمبه گاو به طور معنی‌داری بیشتر از گاومیش بود (P<۰/۰۵). پارتیشنینگ فاکتور، تولید توده میکروبی و راندمان تولید توده میکروبی برای باکتری‌ها و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو

*مسئول مکاتبه: mortezachaji@yahoo.com

به‌طور معنی‌داری بیشتر از شکمبه گاومیش به‌دست آمد (P<۰/۰۵). جمعیت کل باکتری‌های شکمبه گاومیش خوزستان بیشتر از گاو هلشتاین بود (P<۰/۰۵). بنابراین نتایج برتری گاومیش نسبت به گاو هلشتاین را در استفاده از پیت نیشکر عمل آوری شده با بخار آب تحت فشار را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ماده آلی قابل هضم، تکنیک تولید گاز، جمعیت باکتریایی، هضم دو مرحله‌ای

مقدمه

در جنوب کشور سطح زیر کشت نیشکر در حدود ۷۰ هزار هکتار است که در سال تولید مقادیر زیادی از محصولات فرعی نیشکر مثل باگاس (حدود ۲/۲ میلیون تن در سال)، پیت خام نیشکر و سر شاخه نیشکر تولید می‌شود. از راه‌های استفاده از باگاس تهیه خوراک برای نشخوار کنندگان است (چاجی و محمدآبادی، ۲۰۱۲). پیت نیشکر که پس از پوسته‌گیری از باگاس بدست می‌آید. به علت کیفیت کم تغذیه‌ای با روش‌های مختلف مانند استفاده از بخار آب تحت فشار (دمای بالای ۱۶۰ درجه سلسیوس)، سود و آنزیم جهت افزایش ارزش تغذیه‌ای عمل‌آوری می شود. استفاده از پیت نیشکر عمل‌آوری شده با بخار آب تحت فشار باعث افزایش تولید شیر و بهبود ترکیبات آن شده است (کاسترو و ماکادو، ۱۹۹۰). بخار آب تحت فشار گروه‌های استیل را از ماتریکس همی سلولزی آزاد کرده و تولید اسید استیک را به همراه دارد و تا حد قابل قبولی منجر به شکستن دیواره سلولی می‌گردد (تویسانت و همکاران، ۱۹۹۱).

در نواحی گرمسیری، بیشتر نشخوارکنندگان از علوفه‌های کم کیفیت، پس‌مانده‌های محصولات کشاورزی و فرآورده‌های فرعی کارخانجات صنعتی که اساساً حاوی سطح بالایی از مواد لیگنوسلولزی بوده و سطح کربوهیدرات‌های قابل تخمیر و پروتئین این مواد از کیفیت خوبی برخوردار نیستند استفاده می‌کنند (دیوندرا و سیلوا، ۲۰۰۲ و واناپت، ۲۰۰۹). بر اساس آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی، میکروارگانیسم‌های شکمبه شامل باکتری، پروتوزوآ و قارچ می‌باشند (چنگ و همکاران، ۱۹۹۱) که تقریباً حدود ۷۰ تا ۸۵ درصد ماده خشک قابل هضم را برای حیوان تجزیه می‌نمایند (بوم هوم، ۱۹۹۰). فراوان‌ترین ترکیب دیواره سلول گیاهی سلولز است (بهاتیا و همکاران، ۲۰۰۳) که نشخوارکنندگان از طریق یک رابطه همزیستی با میکروارگانیسم‌های شکمبه از آن استفاده می‌کنند (فرانزولین و دهوریتی، ۱۹۹۶). باکتری‌های سلولیتیک بطور متوسط ۵ تا ۷ درصد از جمعیت کل

باکتری‌های شکمبه را به خود اختصاص می‌دهند (اکین، ۱۹۸۶). اگر چه باکتری‌ها همیشه نمی‌توانند بزرگترین توده‌ی میکروبی را تشکیل دهند، ولی مهمترین نقش را در هضم و تجزیه‌ی مواد فیبری و سایر پلی‌ساکاریدهای موجود در دیواره‌ی سلولی گیاهی، مواد نشاسته‌ای و پروتئینی دارند (دهوریتی، ۲۰۰۳). محققان با مطالعه روی گونه‌ها و جمعیت میکروبی شکمبه گاومیش و گاو دریافتند، که اختلاف معنی‌داری در تعداد باکتری، قارچ و پروتوزوآی شکمبه وجود دارد (بهاتیا و همکاران، ۲۰۰۴). گزارش شده است که باکتری‌های تجزیه کننده سلولز در گاومیش هندی ۳۵ تا ۳۹ درصد از کل باکتری‌های زنده را تشکیل می‌دهد ولی در گاو، این گروه از باکتری‌ها، ۲۱ درصد از کل باکتری‌های شکمبه را تشکیل می‌دهند (تواتیا و بهاتیا، ۱۹۹۶)؛ اما با وجود این تفاوت‌ها در کل، قابلیت هضم مواد آلی، کم و بیش مشابه هم بود و تفاوت معنی‌داری بین گاو و گاومیش مشاهده نشد (واناپت و پیمپا، ۱۹۹۹). یکی از صفات بارز و برجسته گاومیش تغذیه آن از علوفه خشبی است و از این نظر نسبت به گاو برتری دارد، زیرا دستگاه گوارش گاومیش از گاو حجیم‌تر و چین خوردگی‌های آن بیشتر بوده و میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش از لحاظ تعداد و تنوع از گاو گسترده‌ترند (واناپت، ۲۰۰۱). این حیوان مدت زمان زیادی را صرف نشخوار غذای انباشته شده در شکمبه می‌کند (بهاتیا و همکاران، ۲۰۰۴). دیگر آزمایشات نشان داده که اگر چه گاومیش به طور آشکار، از قابلیت هضم سلولز بیشتری نسبت به گاو برخوردار بوده، اما گاو قابلیت هضم NDF و همی‌سلولز بیشتری را نسبت به گاومیش نشان داده است (بهاتیا و همکاران، ۲۰۰۴). گزارش شده است که تحت شرایط پرورشی یکسان، گاومیش‌ها می‌توانند خوراک مصرفی را با بازدهی حدود ۲ تا ۳ درصد بیشتر از گاوها مورد استفاده قرار دهند (واناپت و پیمپا، ۱۹۹۹). علت بهبود بازده در گاومیش نسبت به گاو به طور کامل مشخص نشده است، ولی شاید بتوان تا حدی آن را به نوع تخمیر، فرآورده‌های تخمیر و جمعیت میکروبی شکمبه‌ی این حیوان نسبت داد. از آنجایی که تعداد و نوع باکتری‌های شکمبه‌ای در گاو و گاومیش‌های مربوط به مناطق مختلف با هم متفاوت است، بدیهی است که هضم پذیری دیواره سلولی در دو دام مذکور نیز متفاوت می باشد (بهاتیا و همکاران، ۲۰۰۴). در منابع بسته به نوع منطقه جغرافیایی قابلیت گاو و گاومیش‌ها با یکدیگر متفاوت گزارش شده است. بنابراین برای داشتن اطلاع کافی از توان گاومیش هر منطقه باید به مطالعه اختصاصی آن منطقه پرداخت. با توجه به اینکه اطلاعات در مورد جمعیت و فعالیت هضمی باکتری‌های شکمبه گاومیش بومی خوزستان وجود ندارد و یا خیلی محدود است، بنابراین این آزمایش برای مطالعه مقایسه‌ای کل جمعیت و فعالیت باکتری‌های

شکمبه گاومیش خوزستان و گاو هلشتاین در هضم پیت نیشکر عمل آوری شده با بخار تحت فشار، صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این پژوهش از ۳ رأس گوساله نر گاو (میانگین وزن ۴۳۰ کیلوگرم) و ۲ رأس جوانه گاومیش (میانگین وزن ۴۲۰ کیلو گرم) مجهز به فیستولا استفاده شد. جیره‌ی غذایی دام‌های مورد مطالعه بر اساس وزن دام‌ها و بر طبق جداول احتیاجات غذایی (۱۹۹۶، انجمن ملی تحقیقات) تنظیم شدند. اجزاء جیره شامل یونجه خشک، کاه گندم، ختن (خوراک تفاله نیشکر)، کنجاله سویا، دانه جو، سبوس گندم، دانه ذرت، اوره، مواد معدنی و مواد ویتامینی بودند. خوراک روزانه در دو وعده غذایی صبح و عصر توزین شده و به صورت یکنواخت در اختیار دام‌ها قرار داده شد. آب در تمامی دوره به صورت آزاد در اختیار دام‌ها قرار گرفت. پس از تغذیه دام‌ها با جیره خوراکی مورد نظر به مدت ۵۶ روز، برای انجام آزمایش‌های بعدی قبل از تغذیه وعده خوراکی صبح از گاو و گاومیش‌ها مایع شکمبه جمع آوری گردید.

با استفاده از مایع شکمبه گاو و گاومیش‌هایی که در شرایط تغذیه‌ای یکسان نگهداری می‌شدند، قابلیت هضم پیت نیشکر عمل آوری شده با روش هضم دو مرحله‌ای (تلی و تری، ۱۹۶۳) با کل میکروارگانیسم‌ها و یا محیط حاوی باکتری‌ها به تنهایی مطالعه گردید. برای یافتن اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر فراسنجه‌های تولید گاز با استفاده از کل میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌های شکمبه گاو هلشتاین و گاومیش خوزستان با هم مورد مقایسه قرار گرفت.

برای انجام هضم آزمایشگاهی مایع شکمبه جمع‌آوری شده با پارچه متقال ۴ لایه، صاف و درون فلاسک آب گرم با دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار داده و به سرعت به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایش هضم دو مرحله‌ای برای دست یافتن به محیطی که فقط باکتری‌ها در آن وجود داشته باشند به روش ذیل عمل شد: برای جدا نمودن پروتوزواها، مایع شکمبه در ۱۰۰۰ دور برای ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد (دانش مسگران و همکاران، ۲۰۰۹)، سپس با استفاده از قارچ کش‌ها (بنومیل به میزان ۵۰۰ قسمت در میلیون در هر لیتر و متالاکسیل به میزان ۱۰ میلی‌گرم در هر لیتر)، قارچ‌های بی‌هوازی از مایع به‌دست آمده شسته شدند (ژنگ و همکاران، ۲۰۰۶). محصول به دست آمده به عنوان محیط حاوی باکتری‌های شکمبه استفاده شد. در ادامه قابلیت هضم آزمایشگاهی پیت نیشکر عمل آوری شده

توسط کل میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌های شکمبه گاو و گاومیش که با روش فوق تهیه شده بود، با استفاده از روش هضم دو مرحله‌ای تلی و تری (۱۹۶۳)، در لوله‌های آزمایش ۱۰۰ میلی‌لیتری که حاوی ۰/۵ گرم نمونه، ۴۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی و ۱۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بود (نسبت ۱:۴)، اندازه‌گیری شد. بزاق مصنوعی به روش مک دوگال (۱۹۴۸) تهیه شد. پس از بستن درب، لوله‌های حاوی مخلوط بزاق و مایع شکمبه در حمام آب گرم در دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار گرفت. روزانه در دو نوبت لوله‌های آزمایشی تکان داده شد که این عمل نشان‌گر حرکت محتویات شکمبه‌ای، در درون شکمبه می‌باشد. در پایان روز دوم، پس از گذشت ۴۸ ساعت از شروع آزمایش، با افزودن اسید کلریدریک به محیط، شرایط برای افزودن آنزیم پپسین مهیا گردید. آنزیم پپسین (مرک-M785، ۱:۳۳۰۰) به هر لوله اضافه شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت (تقلید هضم شیردانی) مواد باقیمانده شسته شده و در آون (۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس) خشک گردید. قابلیت هضم ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی با توجه به اختلاف ماده اولیه و مواد باقیمانده در پایان آزمایش هضم محاسبه گردید. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (ون‌سوست و همکاران، ۱۹۹۱) و اسیدی (AOAC, ۲۰۰۲) با روش متداول اندازه گیری شد.

تولید گاز پیت نیشکر عمل‌آوری شده با بخار تحت فشار (۱۹ بار، ۳ دقیقه) توسط کل میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌های شکمبه گاو و گاومیش با استفاده از روش منک و استینگس (۱۹۸۸)، در سرنگ‌های شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری که حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم نمونه، ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی و ۱۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بود، اندازه گیری شد. بزاق مصنوعی با مخلوط نمودن ۰/۱۲ میلی‌لیتر محلول معدنی کم نیاز (شامل: کلرید کلسیم، کلرید منگنز، کلرید کبالت و کلرید آهن)، ۲۴۰ میلی‌لیتر محلول معدنی پر نیاز (شامل: فسفات هیدروژنه سدیم، فسفات هیدروژنه پتاسیم و سولفات منیزیم)، ۲۴۰ میلی‌لیتر محلول بافری (شامل: بیکربنات سدیم و بیکربنات آمونیوم)، ۱/۲۲ میلی‌لیتر محلول ریزازورین ۰/۱ درصد و ۴۰ میلی‌لیتر محلول احیاء (سولفید سدیم ۹ آبه و سود یک مولار تهیه شد. مایع شکمبه جمع آوری شده با استفاده از پارچه متقال ۴ لایه صاف و با حجم مناسبی (نسبت ۱:۲) از بزاق مصنوعی مخلوط شد (منک و استینگس، ۱۹۸۸). ریزازورین به عنوان شناساگر اکسیژن استفاده گردید و از دی اکسید کربن برای کاستن آلودگی اکسیژنی مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی استفاده شد. برای تعیین تولید گاز توسط باکتری‌های شکمبه، با روش ژنگ و همکاران (۲۰۰۶) باکتری‌ها خالص

سازی شدند. تولید گاز سرنگ‌ها در دمای ۳۹ درجه سلسیوس در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون اندازه گیری شد.

نتایج حاصل از تولید گاز پیت نیشکر عمل‌آوری شده با بخار تحت فشار توسط کل میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌های شکمبه گاو و گاومیش با استفاده از معادله نمایی ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹)، برای توصیف روند تخمیر در روش تولید گاز استفاده شد:

$$Y = b\,(1 - e^{-ct})$$

Y= حجم تولید گاز از ماده خوراکی در زمان t b= تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)

c= نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت) t= مدت زمان قرار دادن نمونه در حمام آب گرم

فاکتور جزء بندی (Pf) بیان کننده نسبت تجزیه واقعی سوبسترا به حجم گاز تولید شده در دوره‌های زمانی انکوباسیون می‌باشد (اولی ویرا، ۱۹۹۸). جهت برآورد این فاکتور، پس از پایان انکوباسیون سرنگ‌ها در تکنیک تولید گاز، محتوای سرنگ‌ها کاملاً به درون ظرفی منتقل گردید و با ۲۰ سی‌سی محلول شوینده خنثی مخلوط و به مدت یک ساعت جوشانیده شد. پس از گذشت این زمان محلول صاف شده و باقیمانده درون بوته‌هایی که از قبل وزن خالی آن‌ها ثبت شده بود، ریخته شد. بوته‌ها به آون (دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، ۲۴ ساعت) منتقل گردید تا نمونه‌ها خشک شود. سپس بوته‌ها از آون خارج و به دسیکاتور منتقل شده تا خنک شده و پس از خنک شدن، بوته‌ها توزین شد. سپس بوته‌های حاوی باقی‌مانده به کوره الکتریکی (۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳/۵ ساعت) منتقل گردیده تا خاکستر به دست آید. بعد از گذشت این زمان بوته‌ها به دسیکاتور منتقل شده و پس از خنک شدن آن‌ها، به دقت وزن شدند. در نهایت برای محاسبه Pf از فرمول ذیل استفاده گردید:

خاکستر – باقی‌مانده – مقدار اولیه= ماده آلی واقعاً هضم شده (میلی‌گرم)

$$PF = \frac{\text{میلی‌گرم ماده آلی حقیقی هضم شده}}{\text{میلی‌لیتر گاز تولید شده}}$$

توده میکروبی (میلی‌گرم)= نصف گاز تولید شده در ۹۶ ساعت × (۲/۲– Pf)

درصد راندمان سنتز توده میکروبی = Pf / ماده آلی واقعا تجزیه شده

همچنین هضم پذیری ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم با استفاده از معادله منک و استینگس (۱۹۸۸)، محاسبه شد:

قابلیت هضم ماده آلی (گرم بر کیلو گرم ماده آلی) = ۰/۶۵۱Ash+۴/۵CP + ۸/۸۹GP +۱۴۸/۸

انرژی قابل متابولیسم (مگا ژول در کیلوگرم ماده خشک) = ۲/۲۰ + ۰/۱۳۶GP + ۰/۰۵۷CP + ۰/۰۰۲۹CP^{۲}

GP = گاز تولیدی در طی ۲۴ساعت CP =درصد پروتئین ماده انکوبه شده Ash = درصد خاکستر ماده انکوبه شده

برای شمارش باکتری‌های شکمبه از محلول رقیق کننده که شامل محلول نمکی ۱ (شامل فسفات هیدروژن دی پتاسیم)، محلول نمکی ۲ (شامل فسفات دی هیدروژن پتاسیم، سولفات آمونیوم، کلرید سدیم و کلرید کلسیم) و مایع شکمبه سانتریفیوژ شده استفاده شد. محیط کشت‌هایی با رقت $۱۰^{-۱}$ تا $۱۰^{-۵}$ تهیه شد و پس از افزودن قارچ‌کش به هر لوله، لوله‌های کشت به مدت ۱۰ تا ۱۲ روز در انکوباتور ۳۹ درجه نگهداری شدند. پس از طی شدن مدت زمان مذکور pH نمونه‌ها اندازه گیری شد. سپس با مقایسه مشاهدات با جداول MPN (روش محتمل ترین تعداد) و نرم افزارهای موجود شمارش باکتری‌ها صورت گرفت (دهوریتی، ۲۰۰۳).

داده‌های حاصل با استفاده از طرح پلات خرد شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در آزمایش‌های حیوان به عنوان پلات اصلی و میکروارگانیسم‌ها در پلات فرعی قرار گرفتند. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Yijk= \mu+Pi+\delta ik+Tj+(PT)ij+\varepsilon ijk$$

Yijk: متغیر وابسته (مقدار مشاهده مورد نظر)

μ: میانگین کل جامعه

Pi: اثر دام (گاو و گاومیش)

Tj: اثر تیمار (نوع میکروارگانیسم، کل یا باکتری خالص)

(PT)ij : اثر متقابل تیمار در دام

δ_{ik}: خطای پلات اصلی

εijk: خطای آزمایش

نتایج حاصل از آزمایش با رویه عمومی مدل خطی برنامه آماری SAS ویرایش ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد خطا استفاده شد.

نتایج و بحث

قابلیت هضم پیت نیشکر عمل آوری شده با بخار تحت فشار توسط کل میکروارگانیسم‌های شکمبه: بر اساس نتایج مشخص شد که قابلیت هضم ماده خشک، NDF و ADF پیت نیشکر عمل آوری شده توسط کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش بیشتر از گاو می‌باشد. که این اختلاف برای قابلیت هضم ماده خشک بین دو دام معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۱). در شرایطی نزدیک به آزمایش حاضر، جباری و همکاران (۲۰۱۲) و شاکرمی (۲۰۱۱) گزارش نمودند، قابلیت هضم ماده خشک، NDF و ADF پیت نیشکر عمل آوری شده توسط کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش خوزستان بیشتر از گاو بود. همچنین مطابق با نتایج حاضر محققان گزارش نمودند که میزان هضم‌پذیری DM و نرخ هضم پذیری علوفه و کاه گندم در گاومیش نسبت به گاو نر بیشتر است که این نشانگر آن است که گاومیش نسبت به گاو علوفه کم کیفیت را بهتر هضم می‌نماید (سرور و همکاران، ۱۹۹۷). مخالف با نتایج حاضر واناپت و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند که بین قابلیت هضم ماده خشک کاه برنج توسط کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش هیچ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ممکن است یکی از دلایل تفاوت هضم در گاو و گاومیش مربوط به میکروارگانیسم‌های شکمبه آن‌ها باشد. شکمبه دارای تعداد زیادی از باکتری‌های سلولیتیک، قارچ‌های بی‌هوازی و پروتوزواهای فیبرولیتیک است که بین گاو و گاومیش از نظر مقدار فعالیت آن‌ها تفاوت وجود دارد (چن و وانگ، ۲۰۰۸). محققان گزارش نمودند جمیعت باکتری‌های سلولیتیک در شکمبه‌ی گاومیش باتلاقی بیش‌تر از گاو بوده است، اما با وجود این تفاوت‌ها در کل، قابلیت هضم مواد آلی، کم و بیش مشابه هم بود و تفاوت معنی‌داری بین گاو و گاومیش مشاهده نشد، اما گاومیش‌ها می‌توانند خوراک مصرفی را با بازدهی حدود ۲ تا ۳ درصد بیشتر از گاوها مورد استفاده قرار دهند (واناپت و پیمپا، ۱۹۹۹). علت بهبود راندمان در گاومیش نسبت به گاو به طور کامل مشخص نشده است، ولی شاید بتوان تا حدی آن را مربوط به نوع تخمیر، فرآورده‌های تخمیر و جمعیت میکروبی شکمبه‌ی این

حیوان نسبت داد. فرانزولین و دهوریتی (۱۹۹۹) بیان نمودند که هضم پذیری مواد فیبری میکروب‌های شکمبه گاومیش در مقایسه با گاو بهتر است. از جمله دلایل دیگر اختلاف در هضم پیت نیشکر عمل آوری شده توسط گاو و گاومیش را می‌توان به جمعیت باکتریایی مختلف آن‌ها نسبت داد، به طوری که گاومیش باکتری بیشتری نسبت به گاو دارد (جدول ۷). باکتری‌ها نقش بسیار مهمی را در هضم مواد فیبری ایفا می‌نمایند، به نظر می‌رسد باکتری‌های غالب هضم کننده الیاف در شکمبه *فیبروباکتر سوکسینوژنز*، *رومینوکوکوس آلبوس* و *رومینوکوکوس فلوفسینس* باشند که به صورت فعال سبب تجزیه بیشتر بافت‌هایی می‌شوند که قابلیت هضم پایینی دارند (برایانت، ۱۹۷۳).

جدول ۱- مقایسه قابلیت هضم پیت نیشکر عمل آوری شده توسط باکتری‌ها و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش.

دام	میکروارگانیسم	ماده خشک (درصد)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
گاومیش	کل	۶۳/۷۱[a]	۴۶/۷۰[a]	۴۴/۲۷[a]
گاو	باکتری	۳۸/۱۸[c]	۲۵/۲۰[b]	۲۲/۱۹[c]
	کل	۶۰/۰۴[b]	۴۴/۰۷[a]	۴۲/۹۸[a]
	باکتری	۳۴/۷۴[d]	۲۳/۲۷[b]	۱۳/۷۲[d]
	SEM	۰/۶۸۲	۱/۳۸۶	۱/۰۰۳
	احتمال معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P<۰/۰۵$).

قابلیت هضم پیت نیشکر عمل‌آوری شده با بخار تحت فشار توسط باکتری‌های شکمبه: قابلیت هضم ماده خشک، NDF و ADF پیت نیشکر عمل‌آوری شده توسط باکتری‌های شکمبه گاومیش و گاو به‌ترتیب ۳۸/۱۸، ۲۵/۲۰، ۲۲/۱۹ و ۳۴/۷۴، ۲۳/۲۷، ۱۳/۷۲ درصد بود (جدول ۱). هضم پذیری ماده خشک، NDF و ADF پیت نیشکر عمل آوری شده توسط باکتری‌های شکمبه گاومیش و گاو به‌ترتیب، ۵۹/۹۲، ۵۳/۹۶، ۵۰/۱۲ و ۵۷/۸۶، ۵۲/۸۰، ۳۲/۹۲ درصد از هضم توسط کل جمعیت میکروبی شکمبه شد، که در شکمبه گاومیش سهم باکتری در مورد هضم پذیری ماده خشک و NDF

و ADF بیشتر از گاو می‌باشد (P<۰/۰۵). با توجه به یکسان بودن جیره و شرایط نگهداری دام‌های مورد آزمایش احتمالاً دلیل بیشتر بودن قابلیت هضم ماده خشک و ADF پیت نیشکر عمل آوری شده توسط باکتری‌های شکمبه گاو نسبت به گاومیش تفاوت در جمعیت باکتریایی گاو و گاومیش می‌باشد به طوری که همسو با نتایج آزمایش حاضر مطالعات نشان داد که جمیعت باکتری‌های سلولیتیک در شکمبه‌ی گاومیش هند در مقایسه با شکمبه گاو سه برابر می‌باشد (تواتیا و بهاتیا، ۱۹۹۶). باکتری بوتیری ویبریو فیبریوسولونس با غلظت‌های بالا در گاومیش، در مقایسه با گاو تغذیه شده با جیره‌ی کاه گندم و کنسانتره مشاهده شد (سینگ و همکاران، ۱۹۹۳). موافق با نتایج آزمایش حاضر برتوسی و همکاران (۱۹۹۷) نیز، تعداد بیشتر باکتری‌ها و تجزیه بهتر مواد فیبری را برای گاومیش در ایتالیا نسبت به گاو هلشتاین در جیره بر پایه علوفه یونجه و سیلوی ذرت گزارش کردند. همچنین گزارش شده که در جیره بر پایه سیلوی ذرت، تجزیه پروتئین در شکمبه گاومیش نسبت به گاو بالاتر بود (تراموسیا و همکاران، ۲۰۰۰). استرپتوکوکوس بویس در گاو نسبت به گاومیش، که هر دو با جیره‌ای بر پایه‌ی کاه گندم و کنجاله‌ی بادام زمینی یا کنجاله‌ی پنبه دانه تغذیه شده‌اند بیشتر است (سینگ و همکاران، ۲۰۰۳). لذا با توجه به بیشتر بودن جمعیت آمولیتیک‌ها (استرپتوکوکوس بویس) هضم فیبر در گاو در جیره‌های کنسانتره‌ای نسبت به گاومیش به طور منفی‌تری متأثر می‌گردد. علاوه بر این مطابق با نتایج آزمایش حاضر در مطالعه مقایسه‌ای توسط وورانا (۲۰۰۶) که روی گاو و گاومیش‌های تغذیه شده با کاه برنج عمل‌آوری شده با اوره و علف کاساوا انجام داد، مشاهده نمود که قابلیت هضم ماده خشک در گاومیش بیشتر از گاو است. واناپت (۲۰۱۰) گزارش داد که میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش نسبت به گاو گوشتی متفاوت می‌باشند، به خصوص باکتری‌های شکمبه که در هر دو گونه اختلاف و تفاوت فاحشی وجود دارد (کولادو و سنز، ۲۰۰۶)، که در چرخه نیتروژنی شکمبه توانایی فعالیت دارند. اما بر خلاف نتایج آزمایش حاضر واناپت و چردهانگ (۲۰۰۹) بیان نمودند که هیچ گونه تغییر و اختلافی بین گاو و گاومیش باتلاقی و تعداد باکتری، پروتوزوآ و قارچ‌های شکمبه در قابلیت هضم تخمیری مواد تولیدی در دسترس، برای جذب و استفاده توسط نشخوار کنندگان وجود ندارد. به دلیل اختلاف در فیزیولوژی هضم گاومیش باتلاقی و گاو فریزن، شکمبه گاومیش میکروفلورای بیشتری را تولید می‌نماید و هضم بهتر پروتئین خام را در جیره‌هایی که کربوهیدرات ساختمانی بیشتری دارند، نشان می‌دهد در حالی که در گاو هضم بهتر مواد آلی و سلولز وجود دارد (پاپو و همکاران، ۲۰۰۲). از طرفی در منابع یکی از علل اختلاف در هضم را اندازه متفاوت بدن دام‌ها بیان نمودند که البته در

آزمایش حاضر دام‌ها تقریبا هم وزن بودند. در رابطه با این موضوع هانگیت (۱۹۶۶) بیان نمود که میزان تخمیر به ازای هر واحد وزنی محتویات شکمبه افزایش می‌یابد و با اندازه بدن گونه‌های نشخوار کننده کاهش می‌یابد که احتمالاً با انرژی مورد نیاز حیوان در ارتباط است و آن را می‌توان به‌طور تقریبی، برابر با وزن بتوان ۰/۷۵ ذکر نمود.

صرف نظر از نوع میکروارگانیسم (کل یا باکتری) قابلیت هضم ماده خشک، NDF و ADFتوسط میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش بیشتر از گاو بود (جدول ۲). در این میان بین گاو و گاومیش در قابلیت هضم ماده خشک و ADF تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). علاوه بر دلایلی که در بالا اشاره شد، بهاتیا و همکاران، (۲۰۰۴) بیان نمودند که در نتیجه تفاوت در جمعیت میکروبی شکمبه گاو و گاومیش، قابلیت هضم خوراک نیز در شکمبه گاو و گاومیش با هم متفاوت خواهد بود. بر اساس مشاهدات حاضر، قابلیت هضم ماده خشک، NDF و ADF توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش به‌ترتیب ۳/۵۵، ۲/۲۸ و ۴/۸۸ درصد بیشتر از گاو بود. مخالف با نتایج آزمایش حاضر مبنی بر این که اختلاف معنی‌داری در قابلیت هضم NDF بین گاو و گاومیش ملاحظه نشد (P>۰/۰۵)، حسین و چک (۱۹۹۶) گزارش نمودند که در جیره‌ای بر پایه کاه چاودار و سیلوی ذرت، هضم پذیری NDF به‌طور معنی‌داری در گاومیش آبی نسبت به گاو هرفورد بیشتر است . ولی برتونی و همکاران (۱۹۹۳) بیان نمودند که قابلیت هضم NDF در گاو بیشتر بود، که این مسئله به نوع جیره استفاده شده نیز بستگی دارد. پراداهان (۱۹۹۱) گزارش داد هضم بهتر شکمبه گاومیش نسبت به گاو، به‌دلیل بزرگ‌تر بودن جمعیت میکروبی و همچنین غلظت آمونیاک شکمبه‌ای بیشتر گاومیش می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه قابلیت هضم مواد مغذی پیت نیشکر عمل آوری شده با بخار آب توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش

دام	ماده خشک (درصد)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
گاو	۴۷/۳۹[b]	۳۳/۶۷	۲۸/۳۵[b]
گاومیش	۵۰/۹۴[a]	۳۵/۹۵	۳۳/۲۳[a]
SEM	۰/۴۸۲	۰/۹۸۰	۰/۷۰۹
احتمال معنی‌داری	۰/۰۰۰۸	۰/۱۳۸۷	۰/۰۰۱۳

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

طبق داده‌های گزارش شده در آزمایش حاضر مشخص می‌شود که هضم پذیری پیت نیشکر عمل آوری شده توسط کل جمعیت میکروبی و باکتری‌های شکمبه گاومیش بیشتر از گاو می‌باشد. در این رابطه محققین بیان نمودند هضم پذیری مواد فیبری میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش در مقایسه با گاو بهتر است (بهاتیا و همکاران، ۱۹۹۹ و فرانزولین و دهوریتی، ۱۹۹۹)، که این می‌تواند به بیشتر بودن و متنوع بودن میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش ارتباط داشته باشد (بهاتیا، ۲۰۰۴).

تولید گاز پیت نیشکر عمل آوری شده توسط کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش: تولید گاز پیت نیشکر عمل آوری شده با بخار آب انکوبه شده در مایع شکمبه گاو و گاومیش با کل میکروارگانیسم‌های شکمبه و یا باکتری‌ها به تنهایی در جدول ۳ آورده شده است. بر طبق نتایج، آزمایش پتانسیل تولید گاز (B) پیت نیشکر عمل آوری شده در حضور کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش و گاو در طی ۹۶ ساعت انکوباسیون به ترتیب ۹۱/۰۲ و ۶۸/۸۳ میلی‌لیتر بود (جدول ۳)، که پتانسیل تولید گاز از پیت نیشکر عمل آوری شده توسط کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش بیشتر از گاو بود (P<۰/۰۵). ولی نرخ گاز تولید شده (C) از پیت نیشکر عمل آوری شده با کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو به طور معنی‌داری بیشتر از گاومیش بود (به ترتیب ۰/۰۱۶۷ و ۰/۰۱۲۱ میلی‌لیتر بر ساعت) (P<۰/۰۵). چان‌تاخان و واناپت (۲۰۱۲) گزارش دادند که پتانسیل تولید گاز به ترتیب برای گاومیش و گاو در محدوده‌ی ۱۶۸/۶۰–۶۳/۵۰ و ۱۳۲/۰۰–۵۳/۶۰ قرار داشت که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و گونه‌ها وجود داشت (P<۰/۰۵). ولی نرخ گاز تولید شده از تفاوت معنی‌داری بین گاومیش و گاو در بین تیمارها برخوردار نبود. این محققین بیان نمودند که پتانسیل تولید گاز بیشتر در گاومیش نسبت به گاو، به هضم‌پذیری بالاتر علوفه‌ی کاساوا و کنسانتره‌ها در گاومیش بستگی دارد. از سوی دیگر، چامپا وادی و همکاران (۲۰۰۶) بیان نمودند که کاه برنج، کاه غلات، اسفناج چینی و علف دم اسبی در شکمبه هضم پذیری بالایی دارند. شاید بتوان بیان نمود بیشتر شدن پتانسیل تولید گاز به خاطر هضم بیشتر مواد فیبری توسط باکتری‌های شکمبه گاومیش می‌باشد، زیرا بر اساس نتایج این آزمایش جمعیت باکتریایی شکمبه گاومیش به مراتب بیشتر از گاو بود. شاید علت بالاتر بودن نرخ تولید در گاو نسبت به گاومیش را بتوان به تفاوت در جمعیت میکروارگانیسم های آنها ارتباط داد. در گاومیش سویه های سلولایتیک بیشتر از گاو است که بدلیل

نیاز به زمان طولانی تر نسبت به تجزیه کنندگان نشاسته و همی سلولز برای کلنی سازی و شروع فعالیت هضمی، با نرخ کند تری هضم را انجام می‌دهند (واناپت و همکاران، ۲۰۰۳).

تولید گاز پیت نیشکر عمل آوری شده توسط باکتری‌های شکمبه گاو و گاومیش: نتایج نشان داد پتانسیل تولید گاز از پیت نیشکر عمل آوری شده (جدول ۳) توسط باکتری‌های شکمبه گاومیش و گاو طی ۹۶ ساعت انکوباسیون به ترتیب ۶۱/۲۵ و ۲۴/۲۷ میلی‌لیتر بود. که پتانسیل گاز تولید شده از پیت نیشکر عمل آوری شده توسط باکتری‌های شکمبه گاومیش بیشتر از گاو بود (P<۰/۰۵). نرخ تولید گاز پیت نیشکر عمل آوری شده توسط باکتری‌های شکمبه گاو بیشتر از گاومیش بود، (به ترتیب ۰/۰۳۳۲ و ۰/۰۱۲۰) (P<۰/۰۵). پتانسیل تولید گاز پیت نیشکر عمل‌آوری شده توسط کل میکروارگانیسم‌ها نسبت به باکتری‌ها در گاومیش و گاو به طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵). پتانسیل تولید گاز پیت نیشکر عمل آوری شده توسط باکتری‌های شکمبه گاومیش و گاو به‌ترتیب ۶۷/۲۹ و ۳۵/۲۶ درصد از پتانسیل گاز تولیدی کل میکروارگانیسم‌های شکمبه بود، که سهم باکتری‌های شکمبه گاومیش به‌مراتب بیشتر از گاو بود.

صرف نظر از نوع میکروارگانیسم (کل یا باکتری) پتانسیل تولید گاز توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش به طور معنی‌داری بیشتر از گاو می‌باشد (جدول ۴) (P<۰/۰۵). ولی نرخ تولید گاز توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو به طور معنی‌داری بیشتر از گاومیش بود (P<۰/۰۵). بالاتر بودن میانگین حجم گاز تولید شده در گاومیش نسبت به گاو را ممکن است بتوان به بالا بودن میزان تخمیر و تجزیه خوراک توسط جمعیت میکروبی شکمبه گاومیش (آگراوال و همکاران، ۱۹۹۱) ارتباط داد. تولید گاز بیشتر که نشانه هضم بیشتر مواد فیبری می‌باشد می‌تواند به سبب بیشتر بودن جمعیت باکتری‌های شکمبه گاومیش باشد، در این مورد محققین در بررسی مقایسه‌ای اکولوژی شکمبه گاومیش و گاو با مطالعه روی گونه‌ها و جمعیت میکروبی دریافتند، تعداد باکتری‌های تجزیه کننده سلولز در شکمبه گاومیش از گاو بیشتر می‌باشد (واناپت، ۲۰۰۱). همچنین شمار باکتری‌های شکمبه گاومیش نسبت به گاو بیشتر بوده (پاپو و گراندونی، ۱۹۹۴) که این بیانگر آن است که هضم‌پذیری مواد فیبری در شکمبه گاومیش در مقایسه با گاو بهتر صورت می‌پذیرد.

جدول ۳- تولید گاز پیت نیشکر عمل‌آوری شده توسط باکتری و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش

دام	میکروارگانیسم	B (میلی‌لیتر)	C (میلی‌لیتر بر ساعت)
گاومیش	کل	۹۱/۰۲ ± ۴/۸۴ [a]	۰/۰۱۲۱ ± ۰/۰۰۱۳ [c]
	باکتری	۶۱/۲۵ ± ۳/۶۵ [c]	۰/۰۱۲۰ ± ۰/۰۰۱۴ [c]
گاو	کل	۶۸/۸۳ ± ۳/۴۶ [b]	۰/۰۱۶۷ ± ۰/۰۰۲۱ [b]
	باکتری	۲۴/۲۷ ± ۰/۴۱۵ [d]	۰/۰۳۳۲ ± ۰/۰۰۲۰ [a]
	SEM	۱/۶۵۶	۰/۰۰۰۹۴
	احتمال معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، B: تولید گاز از بخش قابل تخمیر، C: نرخ تولید گاز، در هر ستون اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۴- تولید گاز توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش صرف نظر از نوع میکروارگانیسم

	B (میلی‌لیتر)	C (میلی‌لیتر بر ساعت)
گاو	۴۶/۵۵ [b]	۰/۰۲۴۹ [a]
گاومیش	۷۶/۱۳ [a]	۰/۰۱۲۰ [b]
SEM	۱/۱۷۳	۰/۰۰۰۶
احتمال معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، B: تولید گاز از بخش قابل تخمیر، C: نرخ تولید گاز، در هر ستون اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

فراسنجه‌های تولید گاز پیت نیشکر عمل آوری شده: همان‌گونه که در جدول ۵ نشان داده شده است مقدار Pf پیت عمل‌آوری شده برای باکتری‌ها و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش به‌ترتیب برابر با ۱۵/۴۲، ۸/۴۶ و۶/۵۰، ۶/۲۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، تولید توده میکروبی به‌ترتیب ۱۶۱/۰۴، ۱۸۷/۸۰ و ۱۰۴/۵۰، ۱۵۱/۳۶ میلی‌گرم و راندمان تولید توده میکروبی به‌ترتیب ۸۶/۰۰، ۷۴/۰۰ و ۶۶/۰۰، ۶۴/۵۰ درصد می‌باشد. مقدار Pf، تولید توده میکروبی و راندمان تولید توده میکروبی برای باکتری‌ها و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو به‌طور معنی‌داری بیشتر از شکمبه گاومیش به‌دست آمد، که ممکن است به سبب تولید گاز بیشتر پیت عمل آوری شده توسط باکتری‌ها و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش (در ساعت ۹۶) نسبت به گاو باشد. در نتیجه همانطور که بلومل

و همکاران (۱۹۹۷) گزارش نمودند با افزایش تولید متان، پارتیشنینگ فاکتور کاهش می‌یابد. گزارش شده است که میزان سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه‌ی گاو، براساس جیره‌هایی همانند کاه گندم-یونجه-کنسانتره و کاه گندم- شبدر برسیم نسبت به گاومیش هند بیشتر است (بهاتیا و همکاران، ۲۰۰۴). عمل‌آوری با بخار آب منجر به تبدیل بخش‌های همی‌سلولزی به قندهای محلول می‌شود، از طرفی منجر به دپلیمریزاسیون لیگنین (توزیع مجدد درون سلولی لیگنین) و تورم دیواره سلول می‌گردد که همگی باعث افزایش تولید گاز و ماده آلی قابل هضم آن‌ها می‌شود (بلاک‌بورن، ۱۹۸۴؛ چاجی و محمدآبادی، ۲۰۱۲).

قابلیت هضم ماده آلی برای باکتری‌ها و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش به‌ترتیب برابر با ۲۶۲/۵۳، ۲۸۸/۰۷ و ۲۷۴/۷۴، ۳۲۸/۰۸ گرم بر کیلوگرم ماده خشک شد که از نظر آماری تفاوت معنی‌اری بین قابلیت هضم ماده آلی توسط میکروارگانیسم‌های دو دام مشاهده نشد (P>۰/۰۵). مقدار انرژی قابل متابولیسم توسط باکتری‌ها و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش به ترتیب برابر با ۳/۹۲، ۴/۳۱ و ۴/۱۱، ۴/۹۳ (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک) بدست آمد که این مقدار فقط برای کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش نسبت به گاو به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵).

بر اساس جدول ۶ صرف نظر از نوع ماده خوراکی مقدار Pf، تولید توده میکروبی و راندمان تولید توده میکروبی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو به طور معنی‌داری نسبت به گاومیش بیشتر شد (P<۰/۰۵) ولی قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم برای میکروارگانیسم‌های شکمبه هر دو دام از تفاوت معنی‌داری برخوردار نبود (P>۰/۰۵).

مقایسه جمعیت باکتری‌های شکمبه گاو و گاومیش: بر اساس نتایج به‌دست آمده در جدول ۷، مقایسه تراکم باکتری‌ها با مصرف جیره‌های مشابه نشان داد که تراکم باکتری‌ها در هر میلی‌لیتر مایع شکمبه گاومیش و گاو تغذیه شده با جیره آزمایشی یکسان به‌ترتیب $۱/۹\times۱۰^{۵}$ و $۰/۹۲\times۱۰^{۵}$ در هر میلی‌لیتر مایع شکمبه شد. تراکم کل باکتری‌های شکمبه گاومیش بیشتر از گاو بود. موافق با نتایج آزمایش حاضر، در آزمایش مقایسه‌ای که بین گاو نر و گاومیش باتلاقی توسط وورآنا (۲۰۰۶) انجام شد، نشان داده شد که با استفاده از جیره کاه برنج عمل آوری شده با اوره و علوفه کاساوا، کل تعداد باکتری‌های زنده شکمبه گاومیش به‌طور معنی‌دار نسبت به گاو زیادتر بودند (به‌ترتیب $۴/۴\times۱۰^{۱۲}$ و $۳/۶\times۱۰^{۱۲}$). همچنین پاپو و همکاران (۱۹۹۳) گزارش نمودند تعداد باکتری‌های سلولیتیک در شکمبه گاومیش باتلاقی نسبت به گاو فریزن بیشتر است (به‌ترتیب $۱/۱۶\times۱۰^{۱۰}$ و $۰/۸۴\times۱۰^{۱۰}$). با این حال چودری و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند در جیره‌ی بر پایه کاه گندم (۶۰ درصد) و کنسانتره (۴۰

درصد) جمعیت باکتریایی در گاومیش هند ($۱/۴۹\times۱۰^{۱۱}$) با گاو ($۱/۵۱\times۱۰^{۱۱}$) تفاوت معنی‌داری نداشت. پاپو و گراندونی (۱۹۹۴) بیان کردند در جیره‌ی بر پایه مواد فیبری (۷۵ درصد پیت نیشکر عمل آوری شده و ۲۵ درصد کنسانتره) تعداد کل باکتری‌های زنده در شکمبه گاو و گاومیش تقریباً مشابه بود و اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (به‌ترتیب $۰/۷۲\times۱۰^{۱۰}$ و $۰/۸۱\times۱۰^{۱۰}$). گاو نر و گاومیش باتلاقی اختلافاتی را در جمعیت باکتریایی و پروتوزوآیی و قارچ‌ها با هم دارند، علت آن می‌تواند این باشد که گاومیش‌های باتلاقی به طور شرطی وزن بدن بهتری نسبت به گاوها دارند به خصوص در طول فصل‌های خشک که علوفه سبز گراسی یافت نمی‌شود (واناپت، ۲۰۰۰؛ واناپت، ۲۰۰۰a؛ واناپت، ۲۰۰۰b). محققین علت اختلاف‌های موجود را توضیح داده‌اند: جمعیت میکروبی شکمبه همواره ثابت و یکنواخت نیست بلکه عوامل فیزیولوژیکی مانند سن دام، رفتارهای تغذیه‌ای، سطح تولید، سلامت دام، ماهیت و روابط بین جمعیت‌های میکروبی مختلف و همچنین عوامل خارجی از قبیل ترکیب شیمیایی جیره غذایی، ماهیت جیره، مقدار خوراک، تعداد دفعات خوراک، تغییر جیره غذایی، تغییر فصل، تغییرات در طول شبانه روز و عوامل جغرافیایی، نسبت و تراکم گروه‌های مختلف میکروارگانیسم‌های شکمبه را تحت تاثیر قرار می‌دهند (راسل و همکاران، ۱۹۸۸). با در نظر گرفتن نوع جیره، مقدار و دفعات خوراک‌دهی و شرایط نگهداری مشابه، احتمالا تفاوت جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی بین گاو و گاومیش خوزستان ناشی از نوع دام و شرایط جغرافیایی می‌باشد.

جدول ۵- فراسنجه‌های تولید گاز پیت نیشکر عمل آوری شده توسط باکتری‌ها و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش.

نوع دام	نوع میکروارگانیسم	Pf (میلی‌گرم برمیلی‌لیتر)	توده میکروبی (میلی‌گرم)	درصد راندمان سنتز توده‌میکروبی	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)	قابلیت هضم ماده آلی (گرم بر کیلوگرم)
گاومیش	کل	۶/۲۲^{c}	۱۵۱/۳۶^{d}	۶۴/۵۰^{c}	۴/۹۳^{a}	۳۲۸/۰۸^{a}
	باکتری	۶/۵۰^{c}	۱۰۴/۵۰^{e}	۶۶/۰۰^{c}	۴/۱۱^{b}	۲۷۴/۷۴^{b}
گاو	کل	۸/۴۶^{b}	۱۸۷/۸۰^{b}	۷۴/۰۰^{b}	۴/۳۱^{b}	۲۸۸/۰۷^{a}
	باکتری	۱۵/۴۲^{a}	۱۶۱/۰۴^{cd}	۸۶/۰۰^{a}	۳/۹۲^{b}	۲۶۲/۵۳^{b}
SEM		۰/۱۷۳	۵/۰۹۳	۰/۹۰	۰/۱۵۵	۱۰/۳۲۲
احتمال‌معنی‌داری		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۷۴	۰/۰۳۹۶

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P<۰/۰۵$).

جدول ۶- مقایسه فراسنجه‌های تولید گاز توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو و گاومیش

نوع دام	Pf(میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)	توده میکروبی (میلی‌گرم)	درصد راندمان سنتز توده میکروبی	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)	قابلیت هضم ماده آلی (گرم بر کیلوگرم)
گاو	۱۱/۹۴[a]	۱۷۴/۴۲[a]	۸۰/۰۰[a]	۴/۱۲	۲۷۵/۳۰
گاومیش	۶/۳۶[b]	۱۲۷/۹۳[b]	۶۵/۲۵[b]	۴/۵۲	۳۰۱/۴۱
SEM	۰/۱۲۲	۳/۶۰	۰/۶۳	۰/۱۰۹	۷/۲۹
احتمال معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۰۷	۰/۰۶۴۷

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P<۰/۰۵$).

جدول ۷- مقایسه جمعیت باکتری‌های شکمبه گاو و گاومیش.

	گاو	گاومیش	SEM
تعداد باکتری (در هر میلی‌لیتر مایع شکمبه)	$۰/۹۲\times ۱۰^{۵}$ [b]	$۱/۹\times ۱۰^{۵}$ [a]	۱۲۰۰

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها، در هر ستون اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری کلی

بر پایه نتایج این آزمایش سهم باکتری در شکمبه گاومیش در مورد هضم پذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی بیشتر از گاو می‌باشد. پتانسیل تولید گاز پیت نیشکر عمل آوری شده توسط باکتری‌های شکمبه گاومیش به مراتب بیشتر از گاو بود، ولی در مورد نرخ تولید گاز نتیجه عکس بود. همچنین مقدار پارتیشنینگ فاکتور، تولید توده میکروبی و راندمان تولید توده میکروبی برای باکتری‌ها و کل میکروارگانیسم‌های شکمبه گاو بیشتر از شکمبه گاومیش به دست آمد. مطالعات مربوط به جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی در شکمبه گاو و گاومیش نشان داد با تغذیه جیره مشابه، تراکم باکتری‌های شکمبه گاومیش بیشتر از باکتری‌های شکمبه گاو بود. در کل می‌توان این‌گونه نتیجه گیری نمود که قابلیت هضم پیت نیشکر عمل آوری شده توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه گاومیش

خوزستان بیشتر از گاو هلشتاین می‌باشد. لذا در شرایط آب و هوای سخت خوزستان به سبب وجود گرمای شدید استفاده از گاومیش برای تولید گوشت و شیر با استفاده از مواد خشبی حاصل از کشاورزی و صنایع جانبی نیشکر یک مزیت به حساب می‌آید.

سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان مراتب سپاس خود را از دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان به سبب فراهم آوردن زمینه انجام این تحقیق و پژوهش اعلام می‌دارند.

منابع

1. Agarwal, N., Kewalramani, N., Kamra, D.N., Agarwal, D.K. and Nath, K. 1991. Hydrolytic enzymes of buffalo rumen comparison of cell free rumen fluid, bacterial and protozoal fractions. Buffalo J. 7: 203-207.
2. Akin, D.E. 1986. Interaction of ruminal bacteria and fungi with southern forages. J. Anim. Sci. 63: 962-977.
3. Association of Official Analytical Chemists. 2002. Official Method of Analysis.15th ed. AOAC Arlington.
4. Bartocci, S., Amici, A., Verna, M., Terramoccia, S. and Martillotti, F. 1997. Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. Livestock Production Science. 52: 201-208.
5. Bertoni, G., Amici, A., Lombardelli, R. and Bartocci, S. 1993. Variations of metabolic profile and hormones in blood of buffalo, cattle and sheep males fed the same diets. Proceedings of the international symposium, Prospects of buffalo production in the Mediterranean and Middle East, Wageningen, The Netherlands. European Association for Animal Production, publication no. 62: 345-348.
6. Bhatia, S.K., Kumar, S. and Sangowan, D.C. 2003. Nutritional microbiology and digestive physiology of buffalo and cattle. Teaching Manual. Departman of Animal Nutrition. CCS HAU. Hisar. P: 42-44.
7. Bhatia, S.K., Kumar, S. and Sangwan, D.C. 2004. Advances in buffalo-cattle nutrition and rumen ecosystem. International Book Distributing Co.
8. Bhatia, S.K., Pradhan, K., Sangwan, D.C. and Singh S. 1999. Relative *in sacco* dry matter degradation in cattle and buffalo due to source and level of dietary protein and fiber. Indian J. Anim. Nutr. 16: 315-319.
9. Blackburn, F. 1984.Sugarcane, Longman, New York.
10. Blummel, M., Steingss, H. and Becker, K. 1997. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and ^{15}N incorporation and

its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. British J. Nutr. 77: 911–921.
11. Bonhomme, A. 1990. Rumen ciliates: their metabolism and relationships with bacteria and their hosts. Anim. Feed Sci. Technol. 30: 203-266.
12. Bryant, M.P. 1973. Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria. Federation Proceedings. Vol. 32. No. 7: 1809-1813.
13. Castro, F.B. and Machado, P.F. 1990. Feeding value of steam sugar cane bagasse in ruminant ration. Lives. Research for rural development 2: (1).
14. Chaji, M. and Mohammadabadi, T. 2012. Determination of Rumen Fungi Growth on Steamtreated Sugarcane Pith by Quantitative Competitive Polymerase Chain Reaction. Anim Nutr Feed Techn. 12: 47-53.
15. Champawadee, S., Sommart, K., Vongpralub, T. and Pattarajinda, V. 2006. Nutritional elevation of crop residues and selected roughages for ruminants using *in vitro* gas production technique. Chiang. Mai. J. Sci. 33: 371-380.
16. Chanthakhoun, V. and Wanapat, M. 2012. The in vitro gas Production and Ruminal Fermentation of Various Feeds using Rumen Liquor from Swamp Buffalo and Cattle. Asian J. Anim. Vet. Adv. 7(1): 54-60.
17. Chaudhary, P.P., Dagar, S.S. and Sirohi, S.K. 2012. Comparative quantification of major rumen microbial population in Indian Cattle and Buffalo fed on wheat straws based diet. Prime Journal of Microbiology Research. 2(3): 105-108.
18. Chen, X.L. and Wang, J.K. 2008. Effects of chemical treatments of rice straw on rumen fermentation characteristics, fibrolytic enzyme activities and populations of liquid and solid associated ruminal microbes in vitro. Animal Feed Sci. Technol. 141: 1-14.
19. Cheng, K.J., Forsberg, C.W., Minato, H. and Costerton, J.W. 1991a. Microbial ecology and physiology of feed degradation within the rumen. In: Tsuda, T. Sasaki, Y., and Kawashima, R. (Ed.) Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants. Academic Press, Toronto. pp: 595.
20. Collado, M.C. and. Sans, Y. 2006. Quantification of mucosa-adhered microbiota of lambs and calves by the use of culture methods and fluorescent *in situ* hybridization coupled with flow cytometry techniques. Vet. Microbiol. 121: 299-306.
21. Danesh Mesgaran, M., Mohammadabadi, T., Heravi Mousavi, A. and Nasiri, M.R. 2009. Disappearance of dry matter and neutral detergent fibre (NDF) of sunflower meal treated with sodium hydroxide or formaldehyde by isolated mixed rumen bacteria using *in vitro* culture. Proc. Br. Soci. Anim. Sci. 183.
22. Dehority, B.A. 2003. RUMEN MICROBIOLOGY. Academic Press, London.
23. Devendra, C. and Sevilla, C.C. 2002. Availability and use of feed resources in crop-animal systems in Asia. Agricultural Systems. 7: 59-73.
24. Franzolin, R. and Dehority, B.A. 1996. Effect of prolonged high-concentrate feeding on ruminal protozoa concentrations. J. Anim. Sci. 74: 2803-2809.

25. Franzolin, R. and Dehority, B.A. 1999. Comparison of protozoal populations and digestion rates between buffalo and cattle fed an all forage diet. Journal of Applied Animal Research 16: 33-46.
26. Jabbari, S., Eslami, M., Chaji, M., Mohammadabadi, T. and Bojarpour, M. 2012. A comparison between water buffalo (Khuzestani) and cow rumen fluids in terms of the in vitro digestibility of steam treated sugarcane pith. Proceeding of WCDS Advances in Dairy Technology, University of Alberta, Canada 24: 405.
27. Hungate, R.E. 1966. THE RUMEN AND ITS MICROBES. Academic Press. NewYork and London.
28. Hussain, I. and Cheeke, P.R. 1996. Evaluation of animal ryegrass straw: corn juice silage with cattle and water buffalo: digestibility on cattle *v.* buffalo, and growth performance and subsequent lactational performance of Holstein heifers. Animal Feed Science and Technology. 57: 195-202.
29. McDougall, E.L. 1948. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. J. Biochem. 43: 99-106.
30. Menk, K.H. and Stenigass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development. 28: 6-55.
31. NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. Natl. Acad. Press. Washington. DC.
32. 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 University of Aberdeen, Scotland, in partial fulfillment of the degree of Master of Science in Animal Nutrition.
33. Pradhan, K. 1991. Feeding value of poor quality feeds in cattle and buffalo. In proceedings of 25th Interl. Symp. Of tropical Agri. Res. Tsukuba. Japan.
34. Puppo, S. and Grandoni, F. 1994. Comparison between buffaloes and cattle fed on fibrous diets: variation in ruminal microflora and VFA during the day. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. Frankfurt. Germany. DLGVerlag. 3: 210.
35. Puppo, S., Bartocci, S., Terramoccia, S., Grandoni, F. and Amici, A. 2002. Rumen microbial counts and *in vivo* digestibility in buffaloes and cattle given different diets. British Society of Animal Science. 75: 323-329.
36. Puppo, S., Grandoni, F. and Annicchiarico, G. 1993. Rumen microflora in buffaloes and cattle fed diets with different roughage, Proceedings of the International Symposium. Prospects of buffalo production in the Mediterranean and the Middle East. Cairo. Egypt. EAAP Publication Number 62: 319-322.
37. Russell, J.B., Strovel, H.J., and Chen, G. 1988. Enrichment and isolation of a ruminal bacterium with a very high specific activity of ammonia production. Applied and Environmental Microbiology. 54: 872-877.

38. Sarwar, M., Mahr-un-Nisa. Bhatti, S.A. and Ali, C.S. 1997. *In Situ* ruminal digestion kinetics of forages and feed byproducts in cattle and buffalo. Asian-Australian J. Anim. Sci. 11(2): 128-132.
39. SAS. 1998. SAS/STAT User's Guide: Version 6. 12th Ed. SAS Institute Inc. Cary. NC. USA.
40. Sing, S., Bhatia, S.K., Pradhan, K., Sangwan, D.C. and Sagar, V. 1993. Isolation of ruminal of bacteria from cattle and buffalo fed wheat straw-concentrate diet. Indian J. Anim. Nutr, 10: 49-52.
41. Singh S., Bhatia, S.K., and Pradhan, K. 2003. Relative ruminal ciliates distribution and physiology of bacteria isolated in buffalo and cattle fed wheat straw-preformed protein diets. Indian F. Anim. Sci. 73: 663-667.
42. Shakarami, F. 2011. The comparison of *in vitro* digestibility of stem treated sugarcane pith and wheat straw by whole rumen microorganisms and anaerobic fungi of cow and buffalo in Khuzestan. Khuzestan ramin Univ. thesis. (In Persian)
43. Terramoccia, S., Bartocci, S., Amici, A., and Martillotti, F. 2000. Protein and protein-free dry matter rumen degradability in buffalo, cattle and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. Livestock Production Science. 65: 185-195.
44. Tewatia, B.S. and Bhatia, S.K. 1996. Comparative studies in rumen ammonia anabolizing enzymes, microbial and mineral profiles between buffalo and cattle fed fibrous diet. Buffalo. 12: 169.
45. Tilley, J.M.A., and Terry, R.A. 1963. A two stage technique for the indigestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society . 18: 104-111.
46. Toussaint, B., Excofier, G. and Vignon, M.R. 1991. Effect of steam explosion treatment on the physico-chemical characteristics and enzymic hydrolysis of poplar cell wall components. Anim. Feed Sci. Technol. 32: 235-242.
47. Van Soest, P., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
48. Wanapat, M. 2000. Rumen Manipulation to Increase the Efficient use Local Feed Resources and Productivity of Ruminants in the Tropics. In: Proc. the 9th AAAP Congress. (Eds. Stone, G. M.). University of New South Wales. Sydney. Australia. Asian-Aus J. Anim. Sci. 13: 59-67.
49. Wanapat, M. 2000a. Rumen manipulation to increase the efficient use of local feed resources and productivity of ruminants in the tropics. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13(Suppl.): 59-67.
50. Wanapat, M. 2000b. Role of cassava hay as animal feed in the tropics. In: Proc. International Workshop on Current Research and Development in Use of Cassava as Animal Feed. Khon Kaen University. Thailand. pp: 13-19.

51. Wanapat, M. 2001. Swamp buffalo rumen ecology and its manipulation. National workshop on swamp buffalo development. Thailand.
52. Wanapat, M. 2009. Potential uses of local feed resources for ruminants. Trop. Anim. Health. Prod. 41: 1035-1049.
53. Wanapat, M. 2010. Current researches towards rumen fermentation and microbial ecology of swamp buffaloes. Proc. of The International Conference on Biochemist and Medical Chemest. Feb 23-25. Cambridge. UK. pp: 431-435.
54. Wanapat, M., and Cherdthong, A. 2009. Use of real time PCR technique in studying rumen cellulolytic bacterial population as affected by level of roughage in swamp buffalo. Curr. Microbiol. 58: 294-299.
55. Wanapat, M., and Pimpa, O. 1999. Effect of ruminal NH3-N levels on ruminal fermentation Purina derivatives, digestibility and rice straw intake in swamp buffaloes. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 12: 904-907.
56. Wanapat, M., Nontaso, N., Yuangklang, C., Wora-anu, S., Ngarmsang, A., Wachirapakorn, C., and Rowlinson, P. 2003. Comparative study on between swamp buffalo and native cattle in feed digestibility and potential transfer of buffalo rumen digesta into cattle. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16(4): 473-634.
57. Wora-anu, S. 2006. Study on predominant Ruminal cellulolytic bacteria in ruminants under various rumen ecology. Ph.D. Thesis. Khon Kaen University. Thailand. pp: 128.
58. Zhang, Y., Gao, W. and Meng, Q. 2006. Fermentation of plant cell walls by ruminal bacteria, protozoa and fungi and their interaction with fibre particle size. Arch. of Anim. Nutr. 61(2):114-125.

Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 1 (1), 2013
http://ejrr.gau.ac.ir

The comparison of digestibility of steam treated sugarcane pith by rumen bacteria or rumen microorganisms of Holstein cow and buffalo of Khuzestan

M. Rafiei Taghanaki[1], *M. chaji[2], T. Mohammadabadi[2] and M. Sari[2]
[1]M.Sc. Student of Animal Nutrition and [2]Assistant professors, Department of Animal Sciences, Khuzestan Ramin Agriculture and Natural Resource University
Recevied: 01/29/2013; Accepted: 04/16/2013

Abstract

The aim of this study was to compare the digestibility of sugarcane pith treated with steampressured by rumen microorganisms and rumen bacterial of Holstein cow and buffalo of Khuzestan under similarfeedingconditions. Digestibility of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of steam treated sugarcane pith was measured by total rumen microorganisms and rumen bacterial of cow and buffalo.Two-stagedigestionmethod and gas production techniques were used. *In vitro* digestibility of DM of steam treated sugarcane pith by total rumen microorganisms of buffalo (63.71%) were more than cow (60.04%), also DM and ADF digestibility by the rumen bacterial of buffalo (38.18 and 22.19%) was more than cow data significantly (34.74 and 13.72%) ($P<0.05$). However, about the NDF and ADF digestibility by total rumen microorganisms and NDF by the rumen bacterial, digestibility of rumen buffalo was more than cow numerically ($P>0.05$). Regardless of thetype of microorganism, DM and ADF digestibility by rumen microorganisms of buffalo (50.94, 33.23%) was higher than cow (47.39, 28.35%) ($P<0.05$). Potential of gas production (B) of steam treated sugarcane pith by total rumen microorganisms and buffalo rumen bacterial (91.02, 61.25 ml) was more than cow (68.83, 24.27 ml) ($P<0.05$). But rate of gas production (C) of steam treated sugarcane pith by total rumen microorganisms and rumen bacterial of cow were significantly higher than buffalo ($P<0.05$). Partitioning Factor (PF), microbialbiomassand microbialbiomassefficiency of steam treated sugarcane pith for rumen bacterial and total rumen microorganisms of cow were significantly higher than buffalo ($P<0.05$). The total bacteria population of Khuzestan buffalo (1.9×10^5 cells/ml) was significantly more than Holstein cows (0.92×10^5 cells/ml) ($P<0.05$).

***Keywords*:** Digestible organic matter; Gas production technique; Bacteria population; Two-stage digestion

---

*Corresponding Author; Email: mortezachaji@yahoo.com