امکان‌سنجی تولید انرژی از فضولات دامی و کلش ذرت با استفاده از فرایند هضم بی‌هوازی

جبرائیل تقی نژاد[۱]*، رضا عبدی[۲] و مهرداد عدل[۳]

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج اردبیل ایران
taghinazhad55@gmail.com
۲- دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه تبریز
۳- استادیار پژوهشگاه مواد و انرژی کرج

چکیده

در سال‌های اخیر روند رو به رشد مصرف انرژی، پدیده بحران انرژی را در جهان به وجود آورده است. با توجه به مقادیر چشمگیر تولید سالیانه منابع زیست‌توده در ایران اهمیت استفاده از این منابع جهت تولید بیوگاز آشکارتر می‌شود. تولید بیوگاز با استفاده از فناوری هضم بی‌هوازی و کاربرد آن در نیروگاه‌های ترکیبی گرما و حرارت در ایران می‌تواند ضمن تأمین قسمتی از انرژی مورد نیاز کشور، حرکت در راستای توسعه پایدار را نیز محقق سازد. در این مطالعه.برای دستیابی به یک فن‌آوری تولید بیوگاز با کارایی بالا و کم‌هزینه در مقیاس پایلوت از سامانه هضم اختلاط کامل با تغذیه نیمه‌پیوسته استفاده شد. برای ارزیابی از ترکیب فضولات گاوی و کلش ذرت، در شرایط مزوفیلیک (۳۵ ±۲°C) استفاده شد. حجم راکتور ۱۸۰ لیتر و زمان‌ماند هیدرولیکی ۲۵ روز با نرخ بارگذاری آلی (OLR)، ۲و۳ کیلوگرم مواد آلی فرار بر مترمکعب گنجایش هاضم در روز به ترتیب با نسبت فضولات گاوی به کلش ذرت (۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰) بر اساس مواد جامد فرار بود. نتایج مطالعه نشان داد بیشترین عملکرد بیوگاز در هضم ترکیبی با نرخ بارگذاری آلی ($kg\ VS.(m^{-3}.d^{-1})$ ۲ در نسبت فضولات گاوی به کلش ذرت (۷۵:۲۵) به میزان l_N. ($kg^{-1}\ VS_{added}$) ۳۱۱ حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: *انرژی تجدیدپذیر، فضولات گاوی، ضایعات کشاورزی*

نویسنده مسئول: taghinazhad55@gmail.com

امکان سنجی تولید انرژی از فضولات دامی و کلش ذرت با استفاده از فرایند هضم بی‌هوازی

مقدمه

روش‌های جدید تولید انرژی ازجمله استفاده از زیست‌توده به دلیل کمبود یا فقدان انرژی فسیلی و وفور انرژی مواد فسادپذیر و زائد مایع و جامد بالأخص فضولات دامی و بقایای گیاهی محصولات کشاورزی سبب شده که در بسیاری از کشورهای دنیا مانند چین، هند، آلمان و سوئد از سیستم هضم بی‌هوازی به‌عنوان یک فن‌آوری تولید انرژی موردتوجه قرار گیرد [۱]. بنابراین استفاده از فن‌آوری بیوگاز به‌عنوان رویکردی نویدبخش، به‌خصوص در طرح‌های توسعه، مدیریت و ساماندهی ضایعات آلی تولید شده در مناطق روستایی و کشت صنعت و دامپروری‌ها، به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه، موردتوجه قرارگرفته است.

یکی از چالش‌های اصلی استفاده از بقایای گیاهی در فرایند هضم بی‌هوازی، پیچیدگی ساختار لیگنوسلولزی بوده که باعث ایجاد مشکل در تجزیه مواد می‌گردد. که ترکیب کود دامی با بقایای گیاهی می‌تواند کمکی برای غلبه به این چالش باشد که نه‌تنها برای میکروارگانیسم‌ها ضروری است بلکه شرایط مطلوبی از تعادل مطلوب مغذی‌ها ایجاد نماید که در رشد متان مؤثر است [۱۵]. نسبت کربن به نیتروژن در پسماندهای گیاهی بالاست در مقابل این نسبت برای کودهای حیوانی نسبتاً پایین است به‌عنوان مثال در نوع مرغی و گاوی به ترتیب حدود ۱۷/۹۷ و ۱۱/۷۵ است و با ترکیب کود گاوی با خمیر سیب‌زمینی این نسبت به ۲۴/۴ درصد افزایش‌یافته و از این طریق میزان بیوگاز استحصالی را افزایش داده‌اند [۹و۱۳]. این گاز عمدتاً متشکل از متان و دی‌اکسید کربن است و تنها محتوی متان آن دارای پتانسیل استفاده به‌عنوان سوخت است که در چهار مرحله متوالی هیدرولیز، اسیدسازی، استات سازی و درنهایت متان تولید می‌شود [۷]. پارامترهای زیادی بر میزان تولید بیوگاز تأثیر دارند مانند دمای محیط تولید، pH، نسبت غلظت سوبسترا، نوع خوراک تغذیه، همزن، پیش تیمار اولیه، زمان‌ماند هیدرولیکی و نسبت کربن به ازت و نوع هاضم (پیوسته و غیرپیوسته) بر فرآیند هضم که به‌طور آهسته در مدت‌زمان ۵۰-۳۰ روز انجام می‌گیرد [۶]. در تحقیقی برای تولید بیوگاز از بقایای گیاهان ذرت، برنج و پنبه با کود گاوی نشان دادند که ساقه‌های ذرت در ترکیب با کود گاوی عملکرد بیشتری داشته است [۵]. در تحقیقی دیگر ترکیب بقایای گیاهی ذرت، گندم و برنج با کود مرغی باعث تجزیه سریع‌تر سوبسترا شده است. میزان بیوگاز تولیدی در ساقه‌های ذرت نسبت به بقیه بیشتر بوده است (ژانگ وهمکاران، ۲۰۱۴). در تحقیقی دیگر، تولید متان از هضم ترکیب ضایعات سیب‌زمینی و کود گاوی در سه نسبت ۸۰:۲۰، ۵۰:۵۰ و ۲۰:۸۰ و تیمار فقط کود دامی بر اساس وزن جامد آلی فرار در شرایط آزمایشگاهی و دمایی مزوفیلیک بررسی شد. نتایج نشان داد متوسط تولید تجمعی متان به ترتیب ۱۹۳، ۲۵۶، ۳۴۸ و ۱۴۹ نرمال لیتر بر کیلوگرم ماده جامد خشک فرار بود [۹]. همچنین محققین بررسی‌های زیادی درزمینه تولید بیوگاز از موز و ترکیب با ضایعات موز انجام دادند ولی مدلی برای سینتیک تولید بیوگاز ارائه ندادند [۷و۶]. در تحقیقی به‌منظور تولید بیوگاز از لجن ضایعات فعال و ترکیب فضولات گاوی به‌عنوان ماده تلقیح، معادله اصلاح‌شده مناسب برای تولید بیوگاز برآورد کردند. معادله ارائه‌شده ارتباط بین ماکزیمم بیوگاز تولیدی و پتانسیل تولیدی را با ضریب رگرسیون ۰/۹۹۶به‌طور مطلوبی بیان نمود. در تحقیقی دیگر باهدف بهینه‌سازی و افزایش تجزیه‌پذیری ضایعات برای مدل‌سازی هضم بی‌هوازی مواد آلی ضایعات جامد شهری، چندین مدل ریاضی (مدل گومپرتز، تابع لجستیک، معادله گاسیان و اولین مدل توصیه‌شده) را مقایسه گردید [۱۲]. همچنین در مدل‌سازی فرایند تولید بیوگاز از ترکیب فضولات گاوی با پوست درخت در شرایط آزمایشگاهی تحت دمای مزوفیلیک با استفاده از راکتور ناپیوسته گزارش دادند مدل‌های لجستیک و گومپرتز بهترین ضریب همبستگی را نسبت به تابع‌نمایی داشته است و تیمار ترکیبی باعث افزایش ۱۸٪ تولید بیوگاز گردید [۸]. هدف از این پژوهش، مطالعه اثر نرخ بارگذاری آلی ترکیب کودگاوی با

کلش ذرت بر افزایش بهره‌وری تولید متان تحت دمایی مزوفیلیک با استفاده از سامانه هضم اختلاط کامل با تغذیه نیمه‌پیوسته در مقیاس پایلوت بود. سپس بررسی سینتیک فرایند تولید متان با مدل‌های لجستیک، گومپرتز اصلاح‌شده و تابع‌نمایی ماکزیمم است.

مواد و روش‌ها

تهیه و آنالیز لجن تلقیح و کود گاوی

لجن تلقیح موردنیاز از خروجی هاضم در پژوهشگاه مواد و انرژی کرج تهیه شد. کود گاوی تازه به‌صورت هفتگی از مجتمع گاوداری و بقای کلش ذرت (خردشده به قطعات cm ۲-۱) از کشت و صنعت دامپروری مغان تهیه گردید. سپس خصوصیات اولیه آن‌ها قبل از انجام آزمایش ازلحاظ محتوی ماده آلی، نیتروژن کل، کربن کل، ماده جامد کل، ماده جامد فرار، میزان pH , ECو نسبت کربن به ازت بر اساس استاندارد (APHA) تعیین شد[۳]. برخی خصوصیات لجن تلقیح، کودگاوی و کلش ذرت در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات اولیه لجن تلقیح، کلش ذرت و فضولات گاوی مورداستفاده در هاضم

مواد مورداستفاده /پارامترها	کود گاوی	کلش ذرت	لجن تلقیح
میزان مواد جامد کل(TS%)	۱۶/۲۱ (٪FM)	۹۰/۴۳ (٪DM)	۷/۱۱ (٪FM)
میزان مواد جامد فرار(VS%)	۱۳/۴۸ (٪FM)	۸۰/۳۳ (٪TS)	۵/۵۰ (٪TS)
(٪)$VS.TS^{-1}$	۸۳/۴۱	۹۷/۶۷	۷۷/۳۸
pH	۷/۴۹	N.D	۷/۰۸
کربن کل (TC %)	۳۲/۴۰ (%TS)	۴۳/۹۰	۳۷/۱۵ (%TS)
نیتروژن کل (TN %)	۱/۹۸ (%TS)	۰/۶۳	۱/۷۴ (%TS)
(٪) C/N	۱۶/۳۶	۶۹/۶۸	۲۱/۳۵

TS: total solid, VS: volatile solids, TC: Total carbon; TN: total nitrogen, FM: (Fresh matter of digester), DM: (Dry matter of digester) and ND: Not determined

مشخصات ساخت راکتور

راکتور بی‌هوازی نیمه‌پیوسته تک‌مرحله‌ای در مقیاس پایلوت طراحی و ساخته شد. شماتیک هاضم در شکل شماره (۱) نمایش داده‌شده است. ازلحاظ شکل هندسی استوانه‌ای و جنس آن آهن گالوانیزه mm ۴ به حجم ۱۸۰ لیتر بود. دو شیر کنترل حجم در هر دو طرف بالا و کف برای ورود، خروج و نمونه‌برداری در هاضم استفاده‌شد. این سیستم هضم، بر مبنای اصول تجربی و با استفاده از منابع علمی طراحی گردید (خی و همکاران، ۲۰۱۲). اجزای سامانه هضم از چهار بخش اصلی تشکیل‌شده بود. الف- واحد کنترل خودکار (دما، دور همزن- زمان همزنی) ب- سیستم تغذیه و تخلیه ج- مخزن هاضم با الکتروگیربکس متناسب و د- سیستم اندازه‌گیری و ذخیره گاز بود. برای ایجاد حرارت مطلوب میان‌خواه (مزوفیلیک^{oC}۲± ۳۵) و حفظ شرایط یکنواخت واکنش‌ها در طول فرایند هضم المنت شیشه‌ای مناسب کنترل‌شده در داخل هاضم گذاشته شد. برای ایزولاسیون دمای هاضم از عایق صنعتی الاستومریک مخصوص محیط باز باضخامت ۱۰ میلی‌متر استفاده شد. برای ایجاد یک مخلوط همگن از همزن مکانیکی دو پره با استفاده از الکتروگیربکس متناسب سه فاز(۳۸۰ ولت) با سرعت چرخشی حدود ۱۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در ساعت استفاده شد.

شکل ۱- شماتیک هاضم نیمه‌پیوسته

ارزیابی سامانه هضم

برای ارزیابی سامانه هضم از ترکیب فضولات گاوی و بقایای گیاهی ذرت در راکتور ساخته‌شده استفاده گردید. در این آزمایش به‌منظور افزایش بهره‌وری متان در شرایط دمای میان‌خواه (مزوفیلیک ۲°C± ۳۵) با نرخ بارگذاری آلی (OLR)، ۲و ۳ کیلوگرم مواد آلی فرار بر مترمکعب گنجایش هاضم در روز به ترتیب با نسبت کود گاوی به کلش ذرت (۱۰۰:۰ و ۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰) بر اساس مواد جامد فرار (VS) با زمان‌ماند ۲۵روز در دو تکرار انجام شد. در شروع کار مقدار بیوگاز ۶۰ لیتر لجن تلقیح مورد استفاده به مدت یک هفته تخلیه گردید. سپس خوراک تغذیه کود گاوی تازه به حجم ۸۰ لیتر با نرخ بارگذاری ۲ کیلوگرم مواد آلی فرار بر مترمکعب بر روز اضافه گردید تا حجم به‌کارگیری هاضم به ۱۴۰ لیتر رسید. سپس سیستم روزانه مقدار ۵/۶ لیتر تخلیه و تغذیه مجدد گردید.

پارامترها و روش اندازه‌گیری

میزان بیوگاز خروجی راکتور با استفاده از روش جابجایی آب اندازه‌گیری و سپس با تزریق نمونه به دستگاه کروماتوگراف گازی (GC-MS)، که نتایج از طریق قسمت جمع‌آوری اطلاعات ثبت و توسط نرم‌افزار PEAK درصد دو گاز متان و دی‌اکسید کربن تعیین گردید. برای تعیین مواد جامد کل نمونه‌های (۱۵۰-۱۰۰ گرم) به مدت ۲۴ ساعت در آون تحت دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک گردید. سپس از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$TS = \left(\frac{C-A}{B-A}\right)\times 100 \qquad (۱)$$

که در آن A وزن بوته خالی(gr)، B وزن بوته + نمونه‌تر (gr) و C وزن بوته + نمونه خشک (gr) است.

برای تعیین کل مواد فرار (VS) از نمونه خشک‌شده قبل حدود (۵-۳ گرم) در بوته چینی مخصوص با دمای ۵۷۰ ±۲۵°C برای مدت ۲ ساعت در کوره سوزانده شد. سپس از رابطه ۲ محاسبه شد (APHA, 1998).

$$VS = \left(\frac{F-G}{F-E}\right)\times 100 \qquad (۲)$$

که در آن E وزن خالی بوته (gr)، F وزن بوته + نمونه خشک (gr) و G وزن بوته + نمونه خاکستر (gr) است.

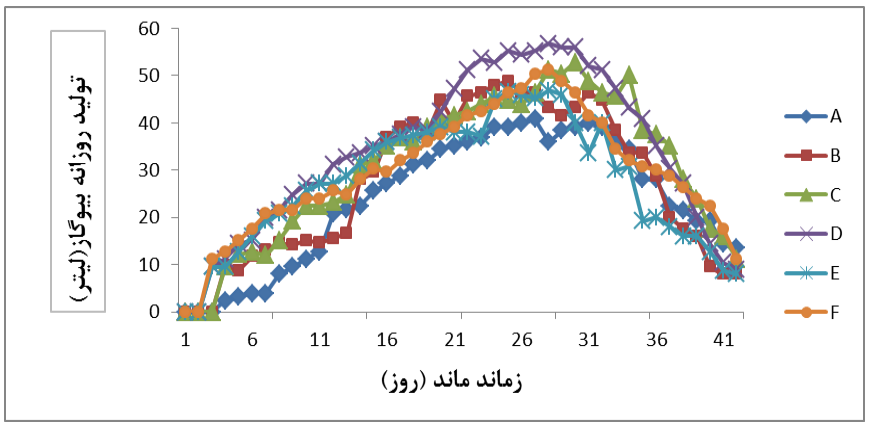
برای محاسبه نرخ بارگذاری آلی (OLR) در روز با در نظر گرفتن حجم راکتور برحسب لیتر و جرج ماده خام ورودی به هاضم در روز (m_{wet}) برحسب $gr.day^{-1}$ باشد از رابطه ۳ استفاده شد [۲].

$$OLR(gr_{VS} / L_{reactor}day) = \frac{m_{wet.}(TS\%/100).(VS\%/100)}{\text{Re}actor.Capacity(L)} \qquad (۳)$$

بحث و نتایج

تولید بیوگاز و متان

شکل (۲) تغییرات روزانه تولید بیوگاز در شرایط دمای مزوفیلیک در هاضم نیمه‌پیوسته پایلوت از ترکیب مختلف فضولات گاوی و کلش ذرت با دو نرخ بارگذاری آلی را نشان می‌دهد. بارگذاری آلی با ($m^{-3}.d^{-1}$). ۲kgVS شروع گردید. روزهای اول به دلیل ترکیب لجن بی‌هوازی با فضولات دامی و عدم سازگاری میکروارگانیسم‌ها با خوراک اصلی میزان بیوگاز تولیدی پایین بود. سپس به‌تدریج روند صعودی پیدا کرد به‌طوری‌که در اواسط بارگذاری اول سطح بهینه تولید بیوگاز حاصل گردید. برای تداوم پایداری تولید بعد از اتمام زمان اقامت ۲۵ روز به مدت ۱۴ روز سیستم بدون بارگذاری ادامه یافت. از روز چهلم نرخ بارگذاری دوم با ($m^{-3}.d^{-1}$). ۳ kg VS و فقط فضولات گاوی با ۵/۶ لیتر در روز تغذیه و تخلیه مجدد ادامه یافت. به همین منوال ترکیب‌های مختلف نسبت فضولات گاوی به کلش ذرت(۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰) بر اساس مواد جامد فرار به ترتیب با نرخ بارگذاری آلی ۲ و kgVS ($m^{-3}.d^{-1}$).۳ کیلوگرم مواد آلی فرار بر مترمکعب ادامه یافت. نتایج نشان داد حالت پایداری تولید بیوگاز برای نرخ بارگذاری مختلف در محدوده روزهای ۳۵-۲۰ به میزان حدود ۴۰ ، ۴۹، ۵۱/۵، ۵۶/۵، ۴۷ و ۵۱ لیتر در روز به ترتیب با نسبت کود گاوی به کلش ذرت (۱۰۰:۰ و ۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰) و نرخ بارگذاری آلی (OLR)،۲و ۳ کیلوگرم مواد آلی فرار بر مترمکعب گنجایش هاضم در روز بود شکل(۲).



شکل ۲- روند تولید روزانه بیوگاز از ترکیب فضولات گاوی با ساقه ذرت

A: ((OLR= ۲ kg VS. ($m^{-3}.d^{-1}$) و فقط کود دامی)، B: (OLR= ۳ و فقط کود دامی)،) C: (OLR= ۲ و تیمار ترکیبی۷۵:۲۵ کود گاوی با کلش ذرت)، D: (OLR= ۳ و تیمار ترکیبی۷۵:۲۵ کود گاوی با کلش ذرت)، E: (OLR= ۲ و تیمار ترکیبی ۵۰:۵۰ کود گاوی با کلش ذرت)، F: (OLR= ۳ و تیمار ترکیبی ۵۰:۵۰ کود گاوی با کلش ذرت) بر اساس مواد جامد فرار

به عبارتی با افزایش نرخ بارگذاری میزان بیوگاز و متان آن‌ها افزایش‌یافته ولی بازده تولیدی آن‌ها کاهش داشته است. این کاهش احتمالاً به دلیل تجمع اسیدهای چرب و درنتیجه کاهش pH بوده است. یافته‌های این تحقیق با نتایج محققین در هاضم نیمه‌پیوسته همخوانی دارد [۲]. نتایج ارزیابی و آنالیز آماری نشان داد که ازنظر تولید متان بین هاضم‌ها با ترکیب مختلف اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. ازنظر مقایسه میانگین بازده تولید متان تیمارهای ترکیب فضولات گاوی و بقایای کلش ذرت در هر دو بارگذاری آلی در بالاترین سطح قرار داشتند و بازده تولید متان با افزایش نرخ بارگذاری کاهش داشته است. نتایج ارزیابی بیانگر این است که مناسب‌ترین تیمار، با متوسط بازده تولید متان ۱۸۰/۲۱و ($l_N.kg^{-1}$ VS $_{added}$) ۱۵۴/۳۱ نرمال لیتر بر کیلوگرم ماده جامد خشک مربوط به ترکیب نسبت فضولات گاوی به کلش ذرت(۷۵:۲۵) به ترتیب برای نرخ بارگذاری آلی ۲ و ($m^{-3}.d^{-1}$). ۳kg VS کیلوگرم مواد آلی فرار بر مترمکعب بوده است. همچنین بازده تولید بیوگاز برای فضولات گاوی تنها به ترتیب ۱۵۳/۳۵و ($l_N.kg^{-1}$ VS $_{added}$) ۱۲۴/۷۱ نرمال لیتر بر کیلوگرم ماده جامد خشک و برای ترکیب نسبت فضولات گاوی به کلش ذرت (۵۰:۵۰) و ۱۴۷/۰۵و ($l_N.kg^{-1}$ VS $_{added}$) ۱۳۱/۲۲ نرمال لیتر بر کیلوگرم ماده جامد خشک به ترتیب برای نرخ بارگذاری آلی ۲ و ($m^{-3}.d^{-1}$). ۳kg S کیلوگرم مواد آلی فرار بر مترمکعب بوده است. با توجه به اینکه ترکیبات عمده بیوگاز متان و دی‌اکسید کربن و اندکی گازهای دیگر هست لازم است درصد متان و درنهایت میزان متان انباشته مدنظر قرار گیرد. نتایج میانگین متان انباشته در طی ۴۲ روز نشان داد از لحاظ درصد متان موجود در گاز تولیدی اختلاف آماری معنی‌داری بین ترکیبات مختلف وجود نداشت و درصد متان در روزهای پایدار تولید حدود ۵۸ تا ۶۲ درصد بود. اما ازلحاظ تولید متان انباشته اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بین ترکیبات و بارگذاری‌های آلی متفاوت بود. درمجموع می‌توان گفت پتانسیل تولید متان در هر دو نرخ بارگذاری نزدیک به هم بوده و افزایش مقدار خوراک ورودی با مواد جامد فرار بیشتر، تنها زمان رسیدن به این پتانسیل را کاهش داده است. نتایج نشان می‌دهد میزان تولید متان در تیمارهای ترکیبی به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار فقط کود گاوی بوده است. که احتمالاً به دلیل فراهم شدن نسبت کربن به ازت مناسب برای رشد باکتری‌های متان ساز در محدود مناسب نسبت کربن به نیتروژن بین ۳۰-۹ باشد [۱۶]. پایین بودن این نسبت در فضولات گاوی باعث کاهش تولید متان شده است و بقایای گیاهی مانند ذرت که دارای نسبت بالایی هستند می‌توانند در ترکیب با فضولات گاوی میزان قابل‌توجهی متان تولید کنند. نتایج این تحقیق با مطالعات ژانگ و همکاران تا حدودی مطابقت دارد [۱۸]. مقایسه کاهش درصدهای ماده آلی فرار نشان می‌دهد که بارگذاری‌های اول هر ترکیب با نرخ ($m^{-3}.d^{-1}$). ۲kgVS با درصد کود کمتر به‌واسطه تغذیه مناسب باکتری‌های فعال از مواد آلی ترکیبات درون هضم‌کننده دارای بیشترین درصد حذف ماده آلی فرار را داشته و در بارگذاری دوم با kgVS ($m^{-3}.d^{-1}$).۳ کمترین درصد کاهش ماده آلی فرار درصد بوده است. میزان کاهش ماده آلی فرار در تیمارهای مختلف به‌طور متوسط در محدود بین ۷۴-۵۴ درصد متغیر بود. بنابراین هرچه میزان ماده آلی فرار کاهش بیشتری پیدا کند حجم ویژه بیوگاز و متان تولیدی افزایش می‌یابد. این میزان کاهش ماده آلی فرار با نتایج تحقیقات کاستیلو و همکاران همچنین بابایی و شایگان مطابقت دارد [۴].

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی پایلوت سامانه هضم بی‌هوازی نیمه‌پیوسته با حجم نیمه‌صنعتی نشان می‌دهد بیشترین عملکرد متان در هضم ترکیبی در مقایسه با کود گاوی تنها بود. بالاترین درصد متان در هر دو نرخ بارگذاری در محدوده تولید پایدار بیوگاز حدود۵۸ تا ۶۲ درصد بود. بیشترین عملکرد متان در هضم ترکیبی با نرخ بارگذاری آلی ($m^{-3}.d^{-1}$) ۲ kg VS در نسبت کود گاوی به کلش ذرت (۷۵:۲۵) به میزان ($l_N. kg^{-1}$ VS $_{added}$) ۱۸۰/۲۱ به دست آمد.

منابع

۱- دعاگویی، ع. و غضنفری، ا. ۱۳۸۷. بررسی میزان تولید بیوگاز از ضایعات خانگی میوه در تلفیق با کود دامی به دو روش غیر پیوسته و نیمه‌پیوسته. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، مشهد. دانشگاه فردوسی مشهد.

2- Adebayo, A. O., Jekayinfa, S. O., and Linke, B. 2015. Effects of Organic Loading Rate on Biogas Yield in a Continuously Stirred Tank Reactor Experiment at Mesophilic Temperature. British Journal of Applied Science & Technology 11(4): 1-9.

3- APHA (American Public Health Association). 1998. Standard methods for the Experimental of Water and Wastewater. APHA Washington, D.C.

4- Babaee, A., and Shayegan. J. 2011. Effect of organic loading rates (OLR) on production of methane from anaerobic digestion of vegetables waste. Bio Technology 8-13may411-417.

5- El-Shinnawi, M. M., ElTahawi, ElM Houssieni B.S.. and Fahmy, S.S.. 1989. Changes of organic constituents of crop residues and poultry wastes during fermentation for biogas production. Journal of Applied Microbiology and Biotechnology. 5(4):475-486.

6- Kaparaju, P., Ellegaard, L. and Angelidaki, I. 2008. Optimization of biogas production from manure through serial digestion- Lab-scale and pilot-scale studies. Bio Res. Tec.100:701-709.

7- Kumar, S., Mondal, S.A.. Gaikward, S. and DevottaSingh, R.N. 2004. Qualitative assessment of methane emission inventory from municipal solid waste disposal sites: a case study. Atmos. Environ. 38: 4921–4929.

8- Latinwo, G.K., and Agarry, S.E. 2015. Modeling the kinetics of biogas from mesophilic anaerobic co-digestion of cow dung with plantain peels. Int. Journal of Renewable Energy Development 4(1):55-63.

9- Li, Y., Zhang, R. He., Y. Zhang., Ch. Liu, X Chen,. Ch. and Liu, G. 2014. Anaerobic co-digestion of chicken manure and corn Stover in batch and continuously stirred tank reactor (CSTR). Bio. Tech. 156:342-347.

10- Lo, H.M., Kurniawan, T.A. Sillanpaa,M.E.T. . Pai, Y. and Yand, C.F. Chiang. 2010. Modeling biogas production from organic fraction of MSW co-digested with MSWI ashes in anaerobic bioreactors. Bio resources Technology 101: 6329-6335.

11- Maamri, S., and Amrani, M. 2014. Biogas Production from Waste Activated Sludge Using Cattle Dung Inoculums- Effect of Total Solid Contents and Kinetics Study. Ene. Procedia. 50:352-359.

12- Nielfa, A. Cano, R., Vinto Fernandez, M. E. and Fdz-Polanco, M. 2015. Anaerobic-digestion-modeling-of-the-main-components-of-organic-fraction-of-municipal-solid-waste. Process safety and Environmental Protection 94:180-187.
13- Sanaei- Moghadam, A., Abbaspour-Fard, M.H., Agahel,H.., Aghkhani M.H. and Abedini-Torghbeh, J. 2014. Enhancement of Biogas Production by Co-digestion of Potato Pulp with Cow Manure in a CSTR System. Appl. Biochem. Biotechnol., 173:1858-1869
14- Siddiqui, Z., N. Horan and K. Anaman, 2011. Optimization of C:N ratio for co-digested processed industrial food waste and waste sludge using the BMP test. Int, Jou, Che. Re. Eng., 9.
15- Tait, S., Tamis, J., Edgerteon, B. and Batstone,DJ. 2009. Anaerobic digestion of spend bedding from deep litter piggery housing. Bio resource Technol., 100: 2210.
16- Tong, Zh., Linlin, L. Zilin,S., Guangxin, R., Youyang,F., Xinhui, H. and Gaphe, Y. 2013. Biogas production by co-digestion of Gout Manure anaerobic with three crop residues. Plos. ONE, 8(6): e66845.
17- Umar, H. S., Firdausi, B. R., Sharifah,R. W. A. and Fadimtu, M. 2013. Biogas production through Co-digestion of palm oil mill effluent with cow manure. Nigerian J.of Basic and Applied Science 21(1): 79-84
18- Zhang, T., Yang, Y., Liu, L., Han, Ren ,Y. G. and Yang, G. 2014. Improved biogas production from chicken manure anaerobic digestion using cereal residues as co substrates. Energy& Fuels.pubs.acs.org.

Feasibility of producing energy from livestock waste and corn straw by anaerobic digestion process

Jabraeil Taghinazhad*[1], Reza Abdi[2], and Mehrdad Adl[3]

1- Academic member, Department of Agricultural Engineering Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran
2- Department of Biosystem Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran
3-Materials and Energy Research Center (MERC), Karaj, Iran

Abstract

In recent years the growing trend of energy consumption has created energy crisis in the world. Due to the significant amount of the annual production of biomass sources in Iran the importance of using these resources for biogas production is more specific. The production of biogas using anaerobic digestion technology and its application in CHP plants in Iran can supply part of the required energy and achieve sustainable development. To this Purpose, the complete-mix, pilot-scale digester with 180 L in volume was used. Experiments were conducted to investigate the evaluation and optimization biogas production from anaerobic co-digestion of cow manure (CM) and corn straw residue (CSR) in semi continuously stirred tank reactor conditions, developed to operate under mesophilic (35°C±2) temperature. The evaluation and optimization of biogas production from anaerobic co-digestion by an average organic loading rates of 2 and 3 kg VS. (m-3.d-1) and a hydraulic retention time (HRT) of 25 days were employed with respect to three different CM to CSR mixing ratios of 100:0, 75:25 and 50:50 VS based, respectively. Result showed both organic loading rates co-digestion of cow manure and corn straw residue gave better methane yields than digestion of cow manure alone. The highest biogas production efficiency was 311L.(kg VS input)-1 for 2 kg VS. (m-3.d-1) OLR at CM to CSR mixing ratios of 75:25 VS based,.

Key words: Corn Straw, Cow Manure, renewable energy

Corresponding author
E-mail: taghinazhad55@gmail.com