DOR: 20.1001.1.24234931.1398.6.2.3.5

سال ششم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۸، ص ص ۱۹- ۲۴

فصل‌نامه علمی – ترویجی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو

jrenew.ir

مقاله

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۷/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۰۶

بررسی و ارزیابی تولید گاز متان از ترکیب کود گاومیش و کلش ذرت در استان خوزستان

جبار محمدی مجد[1]*محسن خدابخشی پور[2]

۱- کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲- دکترای مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

*اهواز، کد پستی: ۶۳۴۱۷۷۳۶۳۷، jabbarmohamadi6@gmail.com

چکیده

بقایای کشاورزی و دامی می‌توانند برای تولید سوخت‌های پاک مانند بیوگاز به کار روند. روش فرآیند هضم بی‌هوازی، یکی از تکنولوژی‌های قابل قبول، هم از نظر صنعت و هم از نظر اقتصادی، برای تولید انرژی از ضایعات آلی می‌باشد. استان خوزستان با دارا بودن ۲۵۰۰ رأس گاومیش و مزارع زیاد ذرت، پتانسیل قابل ملاحظه‌ای در تولید گاز متان دارد. به این منظور، تحقیقی جهت بررسی فرآیند تولید گاز متان از ترکیب کلش ذرت به همراه فضولات گاومیش با چهار سطح و سه تکرار (۸۰:۲۰)، (۹۰:۱۰)، (۲۰:۸۰)، (۱۰:۹۰) به روش هضم بی‌هوازی که از بطری‌های ۱/۵ لیتری به عنوان هاضم استفاده گردید، انجام شد. همچنین این تحقیق به صورت آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در ایستگاه دامپروری دانشگاه علوک کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. این ترکیبات بر اساس وزن ماده خشک فرار با ۱۰٪ در دمای بین ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد که دمای مزوفیلیک نامیده می‌شود، مورد ارزیابی قرار گرفتند. در پایان تحقیق که شامل یک دوره بیست و هشت روزه بود، نتایج نشان داد که بیشترین میزان متان تولید شده در ترکیب ۲۰:۸۰، به میزان ۳۰/۸۳ لیتر و کمترین متان تولید شده در ترکیب ۹۰:۱۰ به مقدار ۱۳/۰۴ لیتر به دست آمد. نتایج نشان داد بین تیمارها تفاوت معنادار آماری وجود دارد.

کلیدواژه: گاز متان، کلش ذرت، کود گاومیش، هضم بی‌هوازی

Investigation and evaluation of methane production from buffalo chaff and corn Chaff combination in Khuzestan province

Jabbar Mohammadi Majd[1]* Mohsen Khodabakhshi Pour[2]

1. Master of Bio-system Mechanics, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Khuzestann, Iran
2. Ph.D. student of mechanization, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khuzestan, Iran
*P.O.B: 6341773637, Ahvaz, Iran, jabbarmohamadi6@gmail.com

Received: 10 October 2018 Accepted: 26 January 2019

Abstract

Agricultural and livestock residues can be used to produce clean fuels such as biogas. An anaerobic digestion process is one of the accepted technologies, both in terms of industry and economics, for the production of energy from organic waste. Khuzestan province has a significant potential for methane production with its 2500 head of buffalo and large corn farms. For this purpose, an investigation was carried out to investigate the process of producing methane from the combination of corn Chaff and buffalo salad with four levels and three replications (t1=10:90), (t2=20:80), (t3=90:10), (t4=80:20) Anaerobic digestion using 1.5 lit bottles as digestion) and a factorial experiment was conducted in a completely randomized design at Animal Husbandry Station of Khuzestan Agricultural and Natural Resources University These compounds were evaluated based on the weight of dry matter escaping at 10% at a temperature between 30 and 40 degrees Celsius, called the mesophilic temperature. At the end of the study, which included a twenty-eight-day period, the Results showed that the highest methane produced in the combination was 20:80, 30.83 lit and the lowest methane produced in the combination of 90:10 to 13.04 lit. Results showed that there was a significant statistical difference between treatments has it.

Keywords: methane gas, corn chaff, buffalo manure, anaerobic digestion.

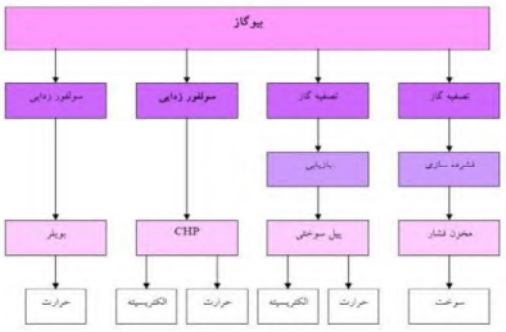
مقدمه

استفاده از زیست توده به عنوان یک منبع انرژی، نه تنها به دلایل اقتصادی، بلکه به دلیل توسعه اقتصادی و زیست محیطی نیز جذاب بوده و از طرفی آن را عامل تسریع در رسیدن به توسعه پایدار می‌دانند. پایان‌پذیری سوخت‌های فسیلی، نیاز مناطق روستایی به انرژی، اثرات مخرب زیست محیطی سوخت‌های فسیلی، مشکلات ناشی از حمل و نقل مواد سوختی و پراکندگی روستاهای کشور، لزوم توجه به تأمین انرژی این مناطق از منابع انرژی محلی و تجدیدپذیر را مطرح می‌سازد (طلایی، ۱۳۹۰).

انرژی زیست توده شامل انرژی تولیدی از کلیه ضایعات و زایدات حاصل از موجودات زنده می‌باشد و بعد از انرژی خورشیدی بالاترین پتانسیل انرژی را دارا می‌باشد. در حال حاضر انرژی زیست توده با توجه به مزایای ویژه‌ای نظیر مزایای اقتصادی، زیست محیطی و دسترسی آسان، بالاترین سهم را در میان انرژی‌های تجدیدپذیر به خود اختصای داده است (میرحسینی و همکاران، ۱۳۹۲).

با توجه به افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی در جهان همچنین قیمت و اثرات زیست محیطی آنها، امروزه نیاز و علاقه به جایگزینی آنها با منابع جدید و تجدیدپذیر انرژی زیاد شده است. این منابع جدید انرژی قابل دسترس، بدون آلودگی و عملاً پایان ناپذیر هستند. این ویژگی‌های عمده در منابع جدید و تجدیدپذیر انرژی باعث شده است که این منابع برای آینده کشورهای در حال توسعه مهم باشد. بیوگاز یکی از تکنولوژی‌های منابع جدید و تجدیدپذیر انرژی می‌باشد که فواید فرآوانی در آن جمع شده است (کاندلوال[1] و ماهدی[2]، ۲۰۰۱).

بیوگاز طی فرآیندهای مختلف بیوشیمیایی و ترموشیمیایی، قابلیت تولید انرژی به سه شکل برق، گرما و سوخت زیستی را دارد و در بخش‌های مختلف مصارف خانگی، صنعتی و حمل و نقل به کار گرفته می‌شود. برای نمونه با فشرده کردن متان موجود در بیوگاز از آن می‌توان بطور مستقیم به عنوان گاز شهری و سوخت خانگی برای پخت و پز و گرما استفاده کرد یا در وسایل نقلیه گازسوز مورد استفاده قرار داد. همچنین می‌توان از آن برق تولید کرد. در صورت استفاده از CNG به عنوان سوخت بیوگاز در صنعت حمل و نقل، میزان آلاینده دی‌اُکسیدکربن که سبب افزایش گازهای گلخانه‌ای جهان می‌شود تا حدود ۶۵ تا ۸۵ درصد کاهش می‌یابد (بیبل[3] و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۱ مصارف مختلف بیوگاز

1. Khandelwal
۲. Mahdi
۳. Babel

در سالهای اخیر به دلیل حجم بالای تولید گندم در صنعت، بازخورد ضایعات این محصول با داشتن محتوای بالای آلی به یک موضوع مورد علاقه تبدیل شده و در کشور ما نیز گندم از محصولات بسیار با ارزش و کاربردی می‌باشد. فرآیند تولید و نگهداری این محصول، ایجاد کننده پسماندهایی نظیر باقیمانده‌های گیاهی، سبوس و کاه و کزل می‌باشد که این پسماندها در حال حاضر چندان مورد توجه نبوده و در برخی موارد به عنوان مواد زاید، دور ریز گردیده و در کشور ما اکثرا در مزارع سوزانده می‌شوند. این در حالی است که پسماندهای گندم دارای ترکیبات شیمیایی بسیار ارزشمند می‌باشند که از آنها برای تولید انواع فرآورده‌های با ارزش نظیر بیوگاز، کاغذ، اتانول، سوخت زیستی و ... می‌توان استفاده کرد (ماهری و همکاران، ۱۳۹۱).

هضم بی‌هوازی که به متان‌زایی بیولوژیکی شهرت دارد، فرآیندی است که به طور طبیعی در خاک، روده جانوران، باتلاق‌ها، مرداب‌ها، فاضلاب‌ها و اماکن دفن زباله انجام می‌شود (ژانگ[4] و همکاران، ۲۰۱۶).

استفاده از فنآوری بیوگاز موجب کاهش بسیار شدید مصرف سوخت فسیلی، کاهش مشکلات سوخت‌رسانی به ویژه در سطح هزاران روستای کشور می‌گردد، در کنار این مباحث کاهش آلودگی‌های زیست محیطی نیز مدنظر واقع می‌گردد که همه این عوامل در راستای توسعه پایدار جلوه می‌بخشند و اصل توسعه پایدار را به خوبی نمایان می‌سازند (نجفی، ۱۳۹۱).

فرآیند هضم بی‌هوازی ضایعات آلی که منجر به تولید بیوگاز می‌شوند، از تعدادی واکنش متابولیکی پیچیده تشکیل شده است که به ۴ مرحلهٔ اصلی هیدرولیز، اسیدزایی، استات‌زایی و متان‌زایی تقسیم می‌شوند. میکروارگانیسم‌های مؤثر در این مراحل به ترتیب، هیدرولیزکننده‌ها، اسیدزاها (اسیدوژن‌ها)، استات‌زاها (استوژن‌ها) و متان‌زاها (متانوژن‌ها) می‌باشند. واکنش‌های مربوط به فرآیند هضم بی‌هوازی و محصولات تولید شده در هر مرحله در شکل نشان داده شده است. در یک فرآیند بی‌هوازی متعادل، تمامی محصولات متابولیکی هر مرحله، در مرحلهٔ بعد به طور کامل مصرف می‌شوند (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۱).

جدول ۱ مراحل چهارگانه تولید بیوگاز

ورودی	هیدرولیز	اسیدزدایی	ترشیدن	تولید متان
کربوهیدرات	شکرها	اسیدکربونیک	اسیداستیک	متان
کربوهیدرات	شکرها	اسیدکربنیک	اسیداستیک	متان
چربی	اسیدهای چرب	الکل ها	هیدروژن	دی اکسید کربن
پروتئین	آمینواسید	دی اکسید کربن	دی اکسید کربن	دی اکسید کربن

براساس گزارش فائو، ۱۸۱ میلیون راس گاومیش در جهان زندگی می‌کنند که از این میزان ۹۶/۵ درصد در قاره‌ی آسیا هستند و کشورهای هندوستان و پاکستان به ترتیب ۶۷ و ۲۵ درصد تعداد گاومیش‌های آسیا را به خود اختصاص داده‌اند. بیش از ۴۸۵ هزار راس گاومیش در کشور وجود

4. Zhang

دارد که از این میزان ۱۳۵ هزار راس گاومیش در استان خوزستان نگهداری می‌شوند. پس از خوزستان، استان‌های آذربایجان غربی، شرقی و اردبیل به ترتیب ۱۳۰، ۹۵ و ۸۰ هزار راس گاومیش در جایگاه‌های بعدی

هدف نهایی برنامه بیوگاز برگشت پهن دامی، باقیمانده گیاهی به خاک به منظور اصلاح حاصل خیزی و افزایش تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. گرچه ممکن است در روستاها منابع دیگری از انرژی برای توسعه کشاورزی و عمران روستا وجود داشته باشد، با این حال هرگز نباید فضولات سوزانده شوند (امانی و نصرتی، ۱۳۹۰).

(امجید[1]و همکاران، ۲۰۱۱) پتانسیل تولید بیوگاز حاصل از فضولات دامی شامل گاو و گاومیش را برای کشور پاکستان محاسبه کردند و به این نتیجه رسیدند که پاکستان با داشتن تقریباً ۱۵۹ میلیون گاو و گاومیش، روزانه ۶۲۵ میلیون کیلوگرم فضولات تولید می‌کند. این فضولات ۱۶۳ میلیون مترمکعب بیوگاز را در روز و ۲۰ میلیون تن کود غنی‌شده را در سال تولید می‌نماید.

مقدار فضولات دامی به منظور تولید سوخت بیوگاز در ایران حدود ۵/۹۷ میلیون تن در سال بوده و سوخت بیوگاز قابل تولید از آن حدود ۸/۲۳ میلیارد مترمکعب خواهد شد. اگر از کل فضولات دامی قابل جمع‌آوری در کشور استفاده شود، ارزش حرارتی آن حدود ۹۶/۵ کیلو وات ساعت به ازای هر مترمکعب در مقایسه با گاز طبیعی ۵۲/۷ کیلووات ساعت (معادل با ۸/۱۸ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی) خواهد بود (قائمی و صادقی، ۱۳۹۲).

در تحقیقی با عنوان مطالعه استحصال بیوگاز از ترکیب سبوس برنج با کود دامی (با مواد جامد کل ۸٪) و با نسبت ۵۰٪ در مدت ۳۸ روز، میزان استحصال گازی معادل ۵/۱۶۱ میلی‌لیتر را گزارش شد. از طرفی با نسبت ٪۲۵ کود دامی و ٪۷۵ سبوس، استحصال بیوگاز معنی‌دار نبود و در ترکیب ٪۰ کود دامی و ٪۱۰۰ سبوس، گازی تولید نشد (سنایی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۳).

نسبت C/N نشان دهنده وجود میزان کربن به عنوان منبع تغذیه میکروارگانیسم‌ها و نیتروژن به عنوان ماده مورد نیاز برای ساخت و سازهای سلولی در طی فرآیند تجزیه مواد آلی است. مشاهده شده که میکروارگانیسم‌های متازون کربن را ۲۵ تا ۳۵ برابر سریع تر از نیتروژن مصرف می‌کنند. بنابراین این نسبت C/N مواد ورودی باید ۲۵ تا ۳۵ به ۱ باشد. در صورتی که نسبت C/N بالا باشد، نیتروژن سریعا توسط باکتری‌های متان زا مصرف می‌شود و نرخ تولید گاز کاهش می‌یابد. اگر نسبت C/N پایین باشد و یا مقدار نیتروزن بالا باشد، امکان تجمع آمونیاک و افزایش pH به بالاتر از ۸/۵ وجود دارد (بوکنز[2] ۲۰۰۵).

در تحقیقی دیگر، تخمیر بی‌هوازی مواد زائد گوجه فرنگی و کود دامی تازه در راکتور نیمه پیوسته و شرایط مزوفیلیک بررسی شد. کود دامی پس از آنکه تهیه شد برای رسیدن به مواد جامد خشک ۷ درصد رقیق شد. پس از آن هر دو ماده با نسبت‌های معین مخلوط شدند، متوسط عملکرد تولید بیوگاز ۲۲۰ دکا مترمکعب برکیلوگرم مادهٔ جامد خشک فرار بود. مقدار مواد جامد فرار اولیه از ۷ درصد به ۳/۵ درصد قرار دارند. اهواز با بیش از ۳۳ هزار راس گاومیش و دزفول و دشت آزادگان با ۲۱ و ۱۹ هزار راس گاومیش، بیشترین جمعیت گاومیش استان را دارند (سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶).

رسید. حداکثر بیوگاز تولیدی در نسبت کود به مواد زائد ۲۰:۸۰ حاصل شد (سیو[3]و همکاران، ۲۰۰۹).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اردیبهشت ماه ۹۷ در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در شهر ملاثانی اهواز انجام شد. با توجه به اینکه گرمای محیط در طول دوره بین ۳۰ تا ۴۰ درجه سلسیوس متغیر بود و کنترل دمای محیط آزمایش در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه نیاز به شرایط و امکانات هزینه‌بر دارد، بنابراین بطری‌ها در دمای مزوفیلیک (۳۰ تا ۴۰ درجه سلسیوس) یا همان دمای محیط اردیبهشت ماه در استان خوزستان نگهداری شده و محتویات بطری‌ها نیز روزی یک بار به صورت دستی و به مدت ۲ تا ۳ دقیقه به هم زده شدند. هم‌زدن مواد می‌تواند شرایط مناسبی برای هیدرولیز سریع زائدات ایجاد کند. از مزایای هم‌زدن مواد می‌توان به پیشگیری از ته‌نشینی مواد، یکنواخت کردن دما در تمام هاضم، حذف یا کاهش تشکیل کف در سطح مواد و حفظ یکنواختی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی زائدات درون هاضم در سرتاسر مخزن اشاره کرد (یادویکا[4] ۲۰۰۴). ضرورت این تحقیق بررسی نقش پارامترهایی از جمله ترکیب بقایا، نسبت کربن به نیتروژن، pH و میزان مواد جامد کل بر میزان بیوگاز تولیدی حاصل از ترکیب کود گاومیش و کلش ذرت بود. این تحقیق شامل ۴ سطح کود گاومیش و کلش ذرت با ۳ تکرار در قالب بطری‌های ۱/۵ لیتری انجام شد. کود گاومیش قبل از ترکیب، داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشک شد تا میزان رطوبت آن مشخص شود. همچنین کلش ذرت داخل آون به مدت ۳ ساعت قرار داده شد تا میزان ماده خشک آن تعیین گردد. نمونه‌های مورد نیاز برای هر آزمایش وزن شده و با مقدار معینی آب در یک بطری یک و نیم لیتری با هم مخلوط شدند. برای جلوگیری از تخمیر هوازی که منجر به افزایش دی‌اکسیدکربن می‌گردد، کود گاومیش به صورت تازه استفاده گردید. درصد مواد جامد برای تمام ترکیبات ۱۰٪ در نظرگرفته شد. برای کارکرد بهتر، از ورود هوا به داخل بطری باید جلوگیری شود تا باکتری‌های متان‌زا بتوانند به فعالیت خود ادامه دهند. بنابراین بایستی بطری‌ها را از لحاظ عدم ورود هوا به دقت بررسی و ایمن ساخت تا بهترین شرایط برای تخمیر مواد مهیا گردد. بطری‌ها قبل از آماده سازی، با استفاده از فشار آب و گاز، آب‌بندی و گاز بندی شده و بعد از اطمینان از سالم بودن مورد استفاده قرار گرفتند (رحیمی، ۱۳۹۱). در برخی مواقع برای آغاز به کار سریع مخزن هضم و فساد سریعتر مواد، درون بطری‌ها از مواد شیمیایی نظیر کربنات سدیم، مواد معدنی نظیر نیکل و مولیبدن و غیره استفاده می‌گردد. استفاده از این مواد سبب افزایش قلیایی شدن ترکیب شده و تولید بیوگاز را سرعت می‌بخشد (غلامی، ۱۳۹۲).

۱. Amjid
۲. Buekens
3. Saev
٤. Yadvika

شکل ۲ تصاویر نمونه های آزمایشگاهی

غلظت یون هیدروژن (pH): پارامتر مهمی است که توسط پی‌اچ‌متر اندازه‌گیری شده و در تولید بیوگاز حائز اهمیت می‌باشد. چون باکتری‌های متان‌زا نسبت به pH محیط بسیار حساس‌اند و تنها در محدوده ۶/۸ تا ۷/۲ فعال هستند، محیط اسیدی باعث توقف عمل تخمیر و محیط بازی باعث کندی عمل تخمیر و تولید گاز دی اکسیدکربن می‌شود (آل سعید[۱] ۲۰۱۰ نجفی، ۱۳۹۰).

جدول ۲ ترکیبات موجود در بیوگاز

نام گاز	فرمول	درصد ترکیب
متان	CH_4	۵۵ تا ۶۵٪
دی اکسید کربن	CO_2	۳۵ تا ۴۵٪
نیتروژن (ازت)	N_2	۰ تا ۳٪
هیدروژن	H_2	۰ تا ۱٪
اکسیژن	O_2	۰ تا ۱٪
هیدروژن سولفوره	SH_2	۰ تا ۱٪

برای اندازه‌گیری pH مواد داخل بطری‌ها هر چند روز یک بار نمونه‌ای از مواد داخل هر بطری به صورت جداگانه تخلیه و pH آن توسط پی‌اچ‌متر در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. همچنین جهت کنترل میزان pH استاندارد، به مواد داخل بطری‌ها کربنات سدیم اضافه گردید. هر هفت روز یک بار، گاز تولید شده از مواد داخل هر بطری در یک کیسه خون جمع‌آوری و توسط لوله‌ای به یک استوانه مدرج که بطور وارونه در ظرف آبی قرار گرفته بود منتقل شد تا از طریق جابجایی آب درون استوانه حجم گاز اندازه‌گیری شود (جانتاراسیری[۲] ۲۰۱۱).

نتایج و بحث

قبل از اجرای آزمایش، درصد کربن و نیتروژن و در نهایت نسبت کربن به نیتروژن کود گاومیش و کلش ذرت تعیین شد تا بتوان با استناد به این نسبت‌ها، برای تیمارهای ترکیبی، نسبت مناسب را محاسبه کرد. بعد از تخلیه و اندازه‌گیری گاز داخل بطری‌ها در پایان سیکل، نتایج داده‌ها به وسیله نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس اثر زمان و ترکیب روی میزان حجم، در جدول ۳ نشان داده شده است. این طرح در قالب آزمایشات فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی انجام شد. نتایج تجزیه واریانس این طرح در جدول ۳ آمده است.

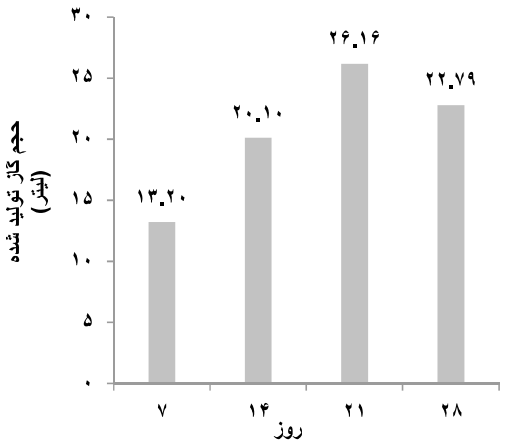
جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		حجم
ترکیب	۳	۷۸۶/۴**
زمان	۳	۳۶۲/۴**
ترکیب * زمان	۹	۹/۰۲$^{n.s}$
خطا	۳۲	۵/۶

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد، n.s عدم معنی‌داری

بررسی اثر زمان روی حجم بیوگاز تولید شده از ترکیب کودگاومیش و کلش ذرت

مطابق جدول ۳، زمان در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری بر درصد حجم گاز داشت. بدین معنی که در ترکیب کود گاومیش و کلش ذرت با افزایش زمان، مقدار حجم گاز تولید شده هم روند افزایشی داشت. با نزدیک شدن به پایان سیکل، روند تولید گاز به علت کاهش مواد مغذی که در دسترس باکتری‌های متان‌ساز بود، کاهش پیدا کرد. بیشترین گاز تولید شده در ترکیب کود گاومیش و کلش ذرت با میزان ۲۶/۱۶ لیتر در زمان سوم (روز بیست ویکم) و کمترین گاز تولید شده با میزان ۱۳/۲ لیتر در زمان اول (روز هفتم) به دست آمد.

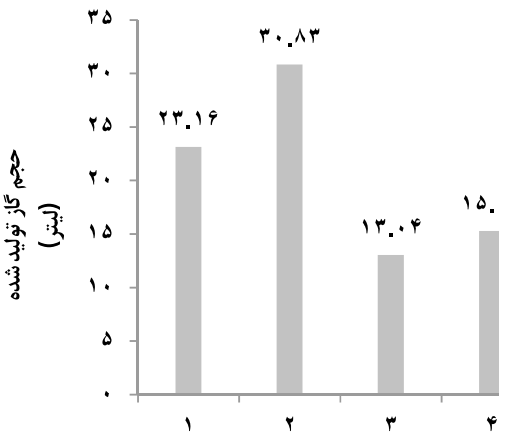


شکل ۳ نمودار زمان- حجم کود گاومیش و کلش ذرت

۱. Al Said
۲. Juntarasiri

بررسی اثر ترکیب روی حجم بیوگاز تولید شده از ترکیب کود گاومیش و کلش ذرت

با توجه به نتایج به دست آمده که در نمودار شکل ۳ نشان داده شده است، درصد ترکیبات در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری بر میزان حجم گاز داشت. بیشترین گاز تولید شده در ترکیب کود گاومیش و کلش ذرت با میزان ۳۰/۸۳ در ترکیب دو (۲۰ درصد کلش ذرت و ۸۰ درصد کود گاومیش) و کمترین گاز تولید شده با میزان ۱۳/۰۴ لیتر، در ترکیب سه (۹۰ درصد کلش ذرت و ۱۰ درصد کود گاومیش) به دست آمد. در حقیقت با افزایش میزان کلش ذرت تا ۲۰٪، حجم گاز تولیدی به طور معنی‌داری افزایش یافت.



شکل ۴ نمودار ترکیب- حجم کود گاومیش و کلش ذرت

نتایج نهایی حاصل از تخمیر بی‌هوازی کود گاومیش و کلش ذرت نشان‌داد که اگر غلظت باکتری متاژون در مرحله اول تخمیر (تشکیل اسیدهای آلی) به میزان کافی باشد، اسیدهای حاصل، توسط متاژون به بیوگاز تبدیل می‌گردد و گاز حاصل عمدتا متان می‌باشد. همچنان که در نمودار شکل ۴ مشاهده می‌گردد. در ترکیب ۲۰:۸۰ مقدار گاز تولیدی بیشتر از سایر ترکیبات دیگر بوده است که دلیل این امر احتمالا میزان مناسب کود گاومیش و مواد مغذی برای باکتری‌ها جهت بقا، تکثیر و فعالیت می‌باشد. کمترین میزان متان تولیدی در ترکیب ۹۰:۱۰ به دست آمد که دلیل اصلی آن می تواند ناکافی بودن میزان کود گاومیش در این ترکیب بوده باشد. در پایان دوره که به مدت ۲۸ روز طول کشید، گازی تولید شد که بدون هیچ خالص سازی و با شعله کاملا آبی سوخت که رنگ آن نشانه متان تولید شده می‌باشد. از این گاز تولید شده که مصارف مختلفی دارد می‌توان به عنوان سوخت مصرفی خانگی مورد استفاده قرار گیرد. نتایج نشان می‌دهد در صورت بالا بودن کود گاومیش به دلیل داشتن مواد مغذی، گاز بیشتری تولید می‌شود. همچنین وجود کلش ذرت به دلیل داشتن مواد آلی در ترکیب با کود گاومیش تاثیر بسزایی در افزایش تولید گاز دارد. تغییرات دمایی باعث عدم موفقیت فرآیند تولید متان می‌شود. محدوده دمایی که تاثیر مثبتی در تولید بالای بیوگاز دارد دمای مزوفیلیک است که با توجه به اینکه این تحقیق در این محدوده دمایی انجام شد، فرآیند تولید بیوگاز به خوبی صورت گرفت.

در پژوهشی تقریبا مشابه فرآیند تولید بیوگاز از ترکیب کود گاوی با ضایعات حاصل از گلاب گیری گل محمدی مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش ضایعات با کود گاوی با نسبت های ۲۰:۸۰، ۱۵:۸۵، ۱۰:۹۰ و ۵:۹۵ درصد در هاضم ۴ لیتری از جنس پلی اتیلنی مخلوط گشتند. سپس هر مخلوط را در یک رآکتور ریخته و پس از اضافه نمودن آب در دو دمای ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ روز نگهداری نموده تا درصد متان حاصل از آن تولید گردد. فرآیند تولید تجمعی بیوگاز در قالب یک طرح کامل فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. نتایج آزمایشات نشان داد که بیشترین تولید تجمعی بیوگاز به مقدار ۰/۱۳۵ متر مکعب مربوط به تیمار ۲۰:۸۰ بود. به ازای هر کیلو مواد، ۳۳ لیتر بیوگاز تولید شد (دعاگویی و همکاران، ۱۳۸۹).

(کلوری، ۱۳۹۱) طی تحقیقی پتانسیل تولید بیوگاز از کود مرغی، گاوی و کلش برنج را مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق برای تولید بیوگاز از روش هضم بی‌هوازی استفاده شد. این آزمایش در سه مرحله انجام شد و در هر مرحله مواد با نسبت ترکیب متفاوت استفاده گردید. در هر آزمایش از سه هاضم استفاده شد. هاضم اول به ترکیب کود گاوی و کلش برنج، هاضم دوم به ترکیب کود مرغی و کلش برنج و هاضم سوم به کود گاوی اختصاص یافت. نتایج نشان داد بیشترین میزان بیوگاز تولیدی در هاضم‌های یک و دو که شامل ترکیبی از مواد بودند به دست آمد.

(شیهانگ[1]، ۲۰۱۲) طی تحقیقی، میزان تولید بیوگاز از کود دامی خوک و علوفهٔ سیلویی به کمک پیش تیمار شیمیایی- حرارتی (مقیاس آزمایشگاهی و نیمه صنعتی) بررسی گردید. بیشترین عملکرد متان به میزان ۳۰۴/۲ میلیلیتر بر گرم ماده جامد خشک فرار در نسبت کود به علوفهٔ ۳ به ۱ به دست آمد. عملکرد تولید بیوگاز در دو حالت استفاده از کود دامی به تنهایی و استفاده از کود دامی به همراه علوفهٔ خشک در یک رآکتور نیمه صنعتی۴۸۰ لیتری نیز بررسی شد. نتایج این بررسی نشان داد که میزان تولید متان در کود دامی به تنهایی ۱۵۴ میلی‌لیتر بر گرم مادهٔ جامد خشک فرار و در ترکیب با علوفه ۲۵۱ میلی‌لیتر بر گرم مادهٔ جامد خشک فرار است. در نهایت استفاده از ترکیب کود دامی و علوفه به منظور استحصال متان و کود ارگانیک توصیه شده است.

نتیجه‌گیری

کلش ذرت به علت داشتن کربوهیدرات، کربن و نیتروژن در ساختمان خود، در ترکیب با کود دامی می‌تواند منجر به تولید بیوگاز بالایی گردد. با توجه به نتایج این تحقیق، کلش ذرت به منظور تولید بیوگاز، در ترکیب با کود گاومیش از پتانسیل بالایی برخوردار است. اگر در مقیاسهای صنعتی و نیمه صنعتی از این محصول استفاده شود، علاوه بر برتری تولید گاز نیز می‌تواند از نظر اقتصادی با صرفه باشد. از طرفی ترکیب این دو محصول دارای پتانسیل مناسبی برای تولید کودهای زیستی است که توصیه می‌شود این محصول از نظر تولید کود زیستی و ارزیابی اقتصادی نیز مورد مقایسه قرار گیرد.

منابع

[۱] امانی تیمور، نصرتی محسن.۱۳۹۰. ارتقاء عملکرد تصفیه و هضم بی هوازی بر اساس روابط سینتروفی باکتریهای استاتزا و متانزا. دانشگاه تربیت مدرس، ایران.

1. Sihuang

[۲] دعاگویی، علیرضا. و غضنفری، احمد. ۱۳۹۰. بررسی میزان تولید بیوگاز از ضایعات خانگی میوه در تلفیق با کود دامی به دو روش غیر پیوسته و نیمه پیوسته. انجمن مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۴۲-۹۵ :(۹۲) ۱.

[۳] رحیمی، فهیمه. ۱۳۹۱. طراحی و ساخت یک واحد بیوگاز در مزرعه عباس آباد. دکترای مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط انرژی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. سومین همایش بیوانرژی ایران

[۴] سازمان انرژی اتمی ایران. ۱۳۷۵. مجموعه مقالات اولین سمینار بیوگاز در ایران.

[۵] سازمان جهاد کشاورزی. ۱۳۹۶. گزارش نامه تعداد گاومیش های موجود در دنیا.

[۶] سنایی مقدم، اکبر.، آقا خانی، محمد حسین، عاقل، حسن. و عباسپورفرد، محمد حسین، ۱۳۹۳، تولید بیومتان از هضم بی هوازی مشترک ضایعات سیب زمینی و کود دامی توسط سیستم هاضم بیهوازی تک‌مرحله، دومین کنفرانس بین المللی سالانه انرژی پاک، کرمان، مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی.

[۷] طلایی، آویده. ۱۳۹۰ . استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و محلی در مناطق روستایی با رویکرد طراحی پایدار، در راستای اهداف توسعه پایدار. مجموعه مقالات دومین همایش بیوانرژی، تهران.

[۸] قائمی، فرزانه. و صادقی، حسین. ۱۳۹۲. پتانسیل تولید بیوگاز از فضولات دامی در ایران. چهارمین همایش بیوانرژی ایران.

[۹] کلوری، علیرضا. ۱۳۹۱. بررسی مقادیر ترکیبات مختلف فضولات گاوی و مرغی به همراه کلش برنج بر میزان تولید بیوگاز. سومین همایش بیوانرژی ایران (بیوماس و بیوگاز). سال انتشار: ۱۳۹۱.

[۱۰] الماسی، مرتضی. ۱۳۸۴. درسنامه دوره کارشناسی ارشد مکانیزاسیون. مدیریت مصرف انرژی در کشاورزی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهید چمران اهواز.

[۱۱] ماهری، داریوش و مریم شریفی، ۱۳۹۱، مطالعه امکان سنجی برای تولید انرژی با بکارگیری بیوگاز حاصل از ضایعات گندم در سیلوهای مکانیزه، دومین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، تهران، منطقه ویژه اقتصاد انرژی پارس جنوبی. ۳-۱ :(۹)۱.

[۱۲] میرحسینی، سید مجتبی.، عزیزی‌نژاد، وحید. و جهانبانی، علی. ۱۳۹۲ . امکان‌سنجی استفاده از انرژی زیست توده در مناطق مختلف ایران و فناوری استحصال آن. اولین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی، مؤسسه آموزش عالی مهر اروند.

[۱۳] نجفی، الهام. و حسینپور، محمدرضا. ۱۳۹۱. « ضرورت توسعه نیروگاه بیوگازسوز در استان البرز »، سومین همایش بیو انرژی ایران.

[۱۴] نجفی، بهمن. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر استفاده از بیودیزل و بیوگاز به جای گازوییل و گاز طبیعی در موتور دیزل دوگانه سوز. نشریه علمی پژوهشی سوخت و احتراق. ۸۶-۷۳ .

[۱۵] غلامی، میلاد.، خسرویار، سوسن. و هجری، زهرا. ۱۳۹۲. بررسی میزان گاز متان تولیدی از تفاله زیتون به همراه فضولات گاوی. چهارمین همایش ملی بیوانرژی ایران، تهران، نهم آبان ۱۳۹۲.

[16] Al Said, Hamid M. 2010. Design and building of biogas digester for organic materials gained from solid waste. Master of Science thesis. An najah national university, Nablus-Palestine. 131 pages.

[17] Amjid, Syed, Bilal, Muhammad and Hossain, Atlaf. 2011. Biogas, renewable energy resource for Pakistan. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 15(6): 2833-2۸۳۷.

[18] Babel, S.; Pecharaply, A.; Sae-Tang, J., (2009). Anaerobic digestion of sewage and brewery sludge for biogas production and land application. Int. J. Environ. Sci. Tech.,6 (1), 131-140 (10 pages).

[19] Buekens, A. 2005. Energy Recovery from Residual Waste by Means of Anaerobic Digestion Technologies. The Future of Residual Waste Management in Europe Conference.

[20] Juntarasiri, P., Nijsunkij, S., Buatick T., Jamkrajang, E., Wacharawichanant, S., 2011. Enhancing Biogas Production from Padauk Angsana Leave and Wastewater Feedstock through Alkaline and Enzyme Pretreatment, Energy Procedia, Vol. 9 207–215.

[21] Khandelwal K, Mahdi S, Biogas Technology: A Practical Handbook, CRC Press. India. (2001).

[22] Pound, B., F. Done and T. R. Preston. 1981. Biogas production from mixtures of cattle slurry and pressed sugar cane stalk, with and without urea. Tropical animal production. 16: 345 - 351.

[23] Saev, M., Koumanova1, B. and Simeonov, I. V. 2009. Anaerobic co-digestion of wasted tomatoes and cattle dung for biogas production. J. Uni. Chemical Technol. Metallurg. 44(1): 55-60.

[24] Sihuang, X. 2012. Evaluation of biogas production from anaerobic digestion of pig manure and grass silage. Ph. D. Thesis. Civil Engineering, National University of Ireland, Galway.

[25] Yadvika, Santosh, Sreekrishnan, T. R., Kohli, S., Rana, V., (2004). "Enhancement of Biogas Production from Solid Substrates Using Different Techniques- A review." Bio-resource. Technol., 95: 1-10

[26] Zhang R, El-Mashad H.M., Hartman K, Wang F, Liu G, Choate, Gamble P. (2007) Characterization of food waste as feedstock for anaerobic digestion. Bio-resource Technology 98: 929-925.

[27] Zhong, w., zh. Zhang, w. qiao, p. Fu, and M. Liu. 2011. Comparison of chemical and biological pretreatment of corn straw for biogas production by anaerobic digestion. Renewable energy. 36: ۱۸۷۵-۱۸۷۹.