

ผลของอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ

Effect of Wastewater to Cassava Pulp Ratio on Biogas Production

สมยศ เนตรสงคราม (Somyot Netsongkram)* อาคม แก้วระวัง (Arkorm Kaewrawang)**

รัชพล สันติวารากร (Ratchaphon Suntivarakom)***

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ เพื่อศึกษาอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังที่เหมาะสม โดยใช้ถังหมักขนาดขนาด 1200 มิลลิลิตรและใช้เวลาทดลอง 15 วัน เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดมาทำการทดลองในถังแบบขนาด 50 ลิตรโดยใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นการทดลองจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียโรงงานแป้งมัน ควบคุมค่า pH เท่ากับ 8 พบว่าการเกิดก๊าซชีวภาพจะเริ่มเกิดเมื่อการทดลองผ่านไป 3 วันและมีระยะอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุด 4-5 วัน และพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด 4:6 สัดส่วนโดยปริมาตร มีปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุด 1294 มิลลิลิตรและมีอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุด 258 มิลลิลิตรต่อวัน และมีปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพของอัตราส่วน 4:6 มากกว่าอัตราส่วน 8:2, 6:4, 5:5, 2:8 และกากมันสำปะหลังอย่างเดียว 88.5% 16.8% 41.2% 15.9% 87.1% ตามลำดับ และมีสัดส่วนของก๊าซชีวภาพของอัตราส่วน 4:6 ก๊าซมีเทน(CH_4) 50.3% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) 45.9 % และก๊าซอื่นๆ 3.80%

ABSTRACT

The research of the effect of wastewater to cassava pulp ratio on biogas production is to study the wastewater to cassava pulp ratio and control the blending speed on biogas production by using 1200 ml of flasks for 15 days . To find the ratio which is the most appropriate to do the larger scale of the experiment for a prototype system by using 50 litre of tank.To use the starter from a wastewater in the pond of cassava starch. Controlling the value of pH is equal to 8,biogas will begin to occur when the experiment passes by 3 days and have 4-5 days for the most rate of biogas reaction , and the ratio that is most appropriate 4:6 the proportion by biogas.There are 1294 ml occurrence biogas the most quantities and have 258 millilitre per day of biogas , there is more biogas quantity occurs more than ratio of 8:2,6:4,5:5,2:8 and pure cassava waste and the biogas is 87.1%, 88.5%, 16.8% , 41.2%, 15.9%. The proportion of the biogas of 4:6 can produce the methane ratios (CH_4) 50.3% , and the carbon dioxide (CO_2) 45.9 % , and other gas 3.80%.

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ กากมันสำปะหลัง น้ำเสีย

Key Words: Biogas, Cassava pulp, Waste water

* นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1. บทนำ

สถานะการใช้พลังงานในปัจจุบันมีแนวโน้มการใช้พลังงานสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในประเทศไทยก็เช่นกันและยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานภายในประเทศ รัฐบาลจึงได้มองเห็นความสำคัญในการใช้พลังงานได้มีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในด้านต่างๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อน พลังงานจากชีวมวล และพลังงานจากก๊าซชีวภาพ เพื่อเข้ามาทดแทนพลังงานจาก น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ซึ่งใช้แล้วหมดไปตามกาลเวลา และมีแนวโน้มราคาที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน, 2555) ในประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีผลผลิตทางการเกษตรมากมายซึ่งมีผลพลอยได้จากจากผลผลิตทางการเกษตรที่สามารถนำผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้ เช่น แกลบ กากน้ำตาล ข้าวโพด กากมันสำปะหลัง เป็นต้น พลังงานทดแทนอาจไม่ได้มาจากผลพลอยได้จากผลิตทางการเกษตรเพียงอย่างเดียวแต่ประเทศไทยยังมีแหล่งอุตสาหกรรม ซึ่งมีแหล่งน้ำเสียที่สามารถนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้น้ำเสียจากอุตสาหกรรมแป้งมัน ซึ่งประเทศไทยนั้นเป็นผู้ผลิตแป้งมันส่งออกเป็นอันดับที่ 3 ของโลก(สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย, 2552)ซึ่งส่งผลให้มีน้ำเสียจากกระบวนการต่างๆของการผลิตแป้งและกากมันสำปะหลังออกมาจำนวนมาก ซึ่งมีกลิ่นเหม็นและส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันในอุตสาหกรรมแป้งมันนั้นได้นำเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพเข้ามาใช้เพื่อนำก๊าซชีวภาพไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า ทำให้สามารถลดการนำเข้าพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย และเพิ่มรายได้ช่องทางหนึ่ง

จากการนำเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพกับอุตสาหกรรมแป้งมันนั้นมีวัตถุประสงค์ในการผลิตก๊าซชีวภาพหลักคือน้ำเสียจากกระบวนการผลิตและกากมันสำปะหลัง ซึ่งมีการวิจัยและพัฒนาเพิ่มศักยภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพอย่างต่อเนื่องและการผลิตก๊าซชีวภาพของอุตสาหกรรมแป้งมันส่วนใหญ่ใช้น้ำเสียในการผลิตก๊าซชีวภาพ แต่ของเสียจากกระบวนการผลิตแป้งมันยังก

มันสำปะหลังที่สามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพได้แต่ไม่เป็นที่นิยมในการผลิตก๊าซชีวภาพ กากมันสำปะหลังที่เป็นของเสียจากโรงแป้งมันนั้นใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ ทำเห็ดฟาง แต่ก็ยังคงเหลือกากมันสำปะหลังที่เป็นของเสียอีกมาก จากการทบทวนงานวิจัยต่างๆพบงานวิจัยการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลังยังไม่มีการศึกษามากนัก จึงเป็นเหตุผลในการนำการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียและกากมันสำปะหลังเพื่อศึกษาหาการเพิ่มการเกิดก๊าซชีวภาพการจากหมักน้ำเสียและกากมันสำปะหลัง ศึกษาผลของการควบคุมความเร็วรอบใบกวนของน้ำเสียและกากมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มการเกิดก๊าซชีวภาพและเพื่อนำกากมันสำปะหลังมาเพิ่มมูลค่า ทดแทนการนำเข้าของพลังงาน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเป็นพลังงานทางเลือกในสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- เพื่อศึกษาผลของน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังที่มีต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) หมายถึง ก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไม่ใช้ออกาศด้วยแบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ แบคทีเรียกลุ่มผลิตกรด (Acid forming bacteria) และแบคทีเรียกลุ่มผลิตมีเทน (Methane producing bacteria) โดยแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรด จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ ให้กลายเป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเล็กลง จากนั้นแบคทีเรียกลุ่มผลิตมีเทนจะใช้สารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเล็กเป็นสารอาหารและย่อยสลายให้ผลผลิตหลักเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยมีก๊าซอื่นๆเกิดขึ้นปริมาณเล็กน้อย(สำนักเทคโนโลยีและความปลอดภัยกรมโรงงาน, 2553)

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การผลิตก๊าซชีวภาพจากการกาคตะกอนบ่อพักน้ำเสียจากระบบการผลิตแป้งมันได้ทำการศึกษาการหมักก๊าซชีวภาพจากตะกอนบ่อพักน้ำเสียร่วมกับน้ำเสียจากระบบการล้างหัวมันสำปะหลังที่ผ่านการสับโดยหมักส่วนผสมแบบไร้อากาศในท่อพีวีซีขนาด 6 นิ้ว ใช้มอเตอร์ในการกวนผสมปริมาตรความจุ 13.7 ลิตร ปริมาตรน้ำหนัก 10 ลิตร เวลา 24 วัน ได้ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วน 1 ต่อ 4 สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้มากที่สุด 1.031 ลูกบาศก์เซนติเมตร(ก๊าซ)/ลูกบาศก์เมตร (ปริมาตรน้ำหนัก)เมื่อเปรียบเทียบผลของการผสมการเติมสารอาหารแบบกึ่งต่อเนื่องผลิตแก๊สได้มากกว่าแบบเติมสารอาหารครั้งเดียว 1.44 เท่าสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงสุด 1.487 ลูกบาศก์เซนติเมตร(ก๊าซ)/ลูกบาศก์เมตร (ปริมาตรน้ำหนัก)เมื่อศึกษาผลของค่า pH พบว่าการปรับค่า pH ก่อนเข้าระบบและในระบบสามารถผลิตก๊าซได้มากกว่าไม่มีการปรับค่า pH 4.19 เท่า ที่การกวนผสม 15 นาทีหยุด 15 นาทีผลิตก๊าซได้สูงสุด 1.481 ลูกบาศก์เซนติเมตร(ก๊าซ)/ลูกบาศก์เมตร (ปริมาตรน้ำหนัก) (วรพจน์ และรัชพล, 2553)

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดสอบหาหัวเชื้อจุลินทรีย์และสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลังหลังจากระบบการผลิตแป้งมันและศึกษาผลของอุณหภูมิและสภาพความเป็นกรด-ด่างที่มีผลต่ออัตราการเกิดก๊าซชีวภาพเพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพให้มีปริมาณสูงสุดโดยใช้ค่าที่ทดลองในระดับสเกลเพื่อที่จะนำผลการทดลองดังกล่าวมาใช้ในระบบถังหมักก๊าซชีวภาพขนาดเครื่องต้นแบบในลำดับต่อไปการออกแบบการทดลองแบ่งออกเป็นสามส่วนโดยแต่ละส่วนใช้เวลาทดลอง 7 วัน ส่วนแรกเป็นการทดสอบหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมโดยใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์จากฟาร์มสุกร, ฟาร์มวัวและโรงงานแป้งมันสำปะหลังและปรับค่า pH เท่ากับ 7 (เป็นกลาง) ที่

อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสพบว่าหัวเชื้อจุลินทรีย์จากโรงงานแป้งมันสำปะหลังเกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุด

ส่วนที่สองเป็นการทดสอบผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพโดยการทดลองได้มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพิ่มขึ้นครั้งละ 5 องศาเซลเซียสจากอุณหภูมิตั้งแต่ 25 องศาเซลเซียสถึง 50 องศาเซลเซียสและได้ควบคุมค่า pH เท่ากับ 7 (เป็นกลาง) พบว่าอุณหภูมิที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพสูงที่สุดคือ 35 องศาเซลเซียส

ส่วนที่สามเป็นการทดสอบผลของความเป็นกรด-ด่างที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพการทดลองได้นำอุณหภูมิจากการทดลองในส่วนที่สองที่พบว่าทำให้เกิดก๊าซสูงสุด 35 องศาเซลเซียสมาเป็นตัวแปรควบคุมในการทดลองส่วนที่สามซึ่งได้มีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 5 จนถึง 10 โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 1.0 และจากผลการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีแนวโน้มต่อการเกิดก๊าซมากที่สุดคือค่า pH เท่ากับ 8 ดังนั้นจากการศึกษานี้พบว่าการใช้กากมันสำปะหลังมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพควรใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์จากโรงงานแป้งมันสำปะหลังและควบคุมอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียสค่า pH เท่ากับ 8 เพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพสูงที่สุดเวลาที่ให้อัตราการเกิดก๊าซสูงสุดคือ 3-4 วัน (พงษ์พันธุ์ และธนากร, 2554)

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับกลีเซอรินดิบที่ได้จากระบบการผลิตไบโอดีเซลในการวิจัยนี้ได้ทำการการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและการเพิ่มอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการเติมกลีเซอรินดิบที่ได้จากการผลิตไบโอดีเซล โดยกระบวนการหมักแบบไร้อากาศในถังหมักขนาด 200 ลิตร แบบกึ่งตะกอนในตอนเริ่มต้นเดินระบบใช้เศษอาหารอย่างเดียวป้อนที่อัตราการระเหยอินทรีย์เฉลี่ยในช่วง 0.306-1.245 กรัม/ลิตรให้ผลผลิตของมีเทนเฉลี่ย 0.465 ลูกบาศก์เมตร CH_4 /กิ โลกรัม ซี โอ ดี ที่อุณหภูมิห้องและให้ค่าผลผลิตของก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 0.789 ลูกบาศก์เมตรไบโอแก๊ส/กิ โลกรัม ซี โอ ดี ในการป้อนกลีเซอรินดิบร่วมกับเศษอาหารที่อัตราป้อนอาหาร

1.245 กรัม/วัน ปริมาตรก๊าซชีวภาพเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 36.8 ลิตร/วัน เป็น 72.2 ลิตร/วันและ 90.4 ลิตร/วัน หลังจากเพิ่มกลีเซอริน 30.8 และ 46.3 มิลลิลิตร/วัน ตามลำดับ (สมจิตนาและปณณวิและอนุรักษ์,2546)

4. ขั้นตอนและวิธีการวิจัยวัตถุดิบ



รูปที่ 1 หัวเชื้อจุลินทรีย์จากบ่อหมักก๊าซชีวภาพของโรงงานแปรงมัน



รูปที่ 2 กากมันสำปะหลังจากโรงแปรงมัน



รูปที่ 3 น้ำเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตแปรงมันสำปะหลัง

วิธีดำเนินงานวิจัย

การทดลองหาอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังโดยใช้น้ำเสียและกากมันสำปะหลังสดที่ได้จากโรงงานแปรงมันสำปะหลังและใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์จากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ โรงแปรงมันเป็นหัวเชื้อ โดยมีอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังที่ทำการทดลองดังนี้ 2:8, 4:6, 5:5, 6:4, 8:2 และกากมันสำปะหลังอย่างเดียวก เพื่ออัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการเกิดก๊าซชีวภาพ

วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

- ขวดทดลองขนาด 1250, 300 มิลลิลิตร
- กระบอแก้วขนาด 200, 500, 1000, 2000 มิลลิลิตร
- บีกเกอร์ขนาด 125, 250 มิลลิลิตร
- เครื่องวัดค่า pH (HORIBA รุ่น D-51)
- เครื่องวัดคุณภาพก๊าซชีวภาพ (Bio gas analyzer ยี่ห้อ GEOTECH)
- สารเคมีปรับค่า pH (Na_2CO_3)

วิธีการวิจัย

การทดลองหาผลของอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังโดยใช้กากมันสำปะหลังสดจากโรงงานแปรงมันและน้ำเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตแปรงมัน

เตรียมวัตถุดิบ กากมันสำปะหลัง น้ำเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตแปรงมัน หัวเชื้อจุลินทรีย์จากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ ทำการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ลงในขวดทดลองขนาด 1250 มิลลิลิตร โดยใส่หัวเชื้อ 200 มิลลิลิตรจำนวน 6 ขวดทดลองและทำการผสมน้ำเสียและกากมันสำปะหลังลงกระบอกตวงขนาด 2000 มิลลิลิตรในอัตราส่วน 2:8, 4:6, 5:5, 6:4, 8:2 และกากมันสำปะหลังอย่างเดียวก ขนาด 1000 มิลลิลิตรและทำการผสมเข้าขวดทดลองขนาด 1250 มิลลิลิตรที่เติมหัวเชื้อไว้แล้วและทำการปรับค่า pH เท่ากับ 8 ทุกการทดลองทำการทดลองเป็นเวลา 15 วันทำการเก็บผลการทดลองทุกวันและวัดปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพทุกวันในเวลาเดียวกันและทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง

การทดลองหาผลของการกวนผสมที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพโดยนำผสมการทดลองของผลอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังที่เหมาะสมที่สุดมาทำการทดลองในถังหมักดันแบบขนาด 50 ลิตรควบคุมความเร็วรอบการกวนผสมด้วยอินเวอร์เตอร์ โดยจะทำการทดลองการกวนผสมที่ความเร็วรอบ 50, 100, 300, 500 เพื่อหาผลของความเร็วรอบที่มีต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยการทดลองจะเติมเชื้อจุลินทรีย์จากบ่อหมักก๊าซชีวภาพขนาด 10 ลิตรและอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังที่เหมาะสมที่สุด และทำปรับค่า pH ก่อนการทดลองให้เท่ากับ 8 ทำการทดลอง 15 วันและเก็บผลการทดลองโดยการวัดคุณภาพก๊าซชีวภาพทุกวันด้วยเครื่องมือวัดคุณภาพก๊าซ (Bio gas analyzer) และค่า pH ของการทดลองทุกวันในเวลาเดียวกัน

เตรียมการทดลอง



รูปที่ 4 เตรียมวัตถุดิบ

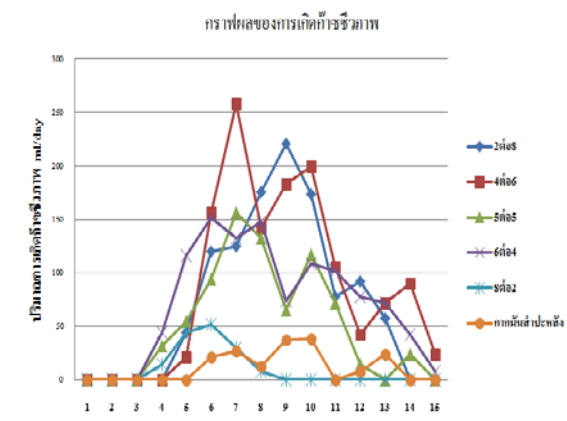


รูปที่ 5 ผสมอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลัง



รูปที่ 6 การทดลองและบันทึกการทดลอง

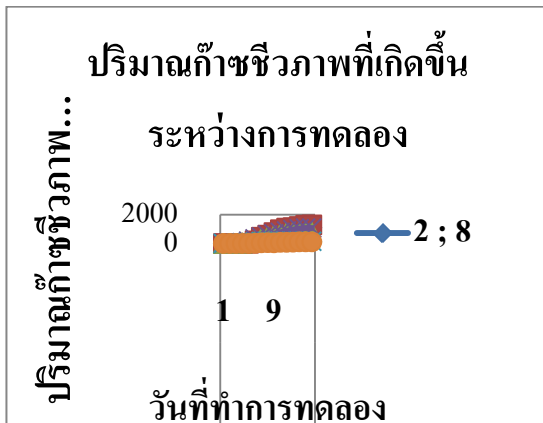
5. ผลและอภิปรายการวิจัย



รูปที่ 7 การผลิตก๊าซชีวภาพจากการทดลองหาอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลัง

จากรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าก๊าซชีวภาพจะเริ่มเกิดเมื่อในวันที่ 3 ของการทดลองและจะมีอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุดในวันที่ 6-9 ของการทดลองและพบว่าอัตราส่วนที่ 4:6 มีอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุดที่ 258 ml/day และเมื่อการทดลองผ่านไป 10 วันปริมาณอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจะลดลง เพราะการทดลองหาผลอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังเป็นการทดลองที่มีการเติมน้ำเสียและกากมันสำปะหลังเพียงครั้งเดียวตลอดการทดลองจึงทำให้ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพของการทดลองค่อยๆ ลดปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพลงและจะเริ่มไม่เกิดก๊าซชีวภาพหลังจากการทดลองผ่าน

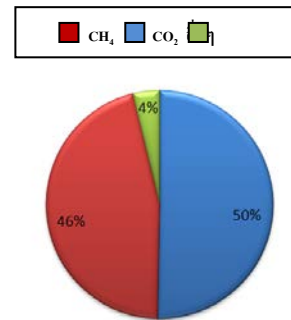
ไป 13 วันแต่ก็อัตราส่วน 4:6, 6:4, 5:5 ยังมีการเกิดก๊าซชีวภาพแต่ก็พบว่าปริมาณน้อยมากเนื่องจากปริมาณสารอาหารในขวดทดลองเริ่มลดลง



รูปที่ 8 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

จากรูปที่ 8 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองพบว่าผลของอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังที่อัตราส่วน 8:2, 6:4, 5:5, 4:6, 2:8 และกากมันสำปะหลังอย่างเดียวมีปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง 148, 1076, 761, 1094, 1088, 167 มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยที่อัตราส่วน 4:6 มีปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองมากที่สุดที่ 1294 มิลลิลิตรและมีปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพระหว่างการทดลองมากกว่าอัตราส่วน 8:2, 6:4, 5:5, 4:6, 2:8 และกากมันสำปะหลังอย่างเดียวอัตราส่วน 88.5% 16.8% 41.2% 15.9% 87.1% ตามลำดับ แต่จะมีอัตราส่วนที่ 8:2 และกากมันสำปะหลังอย่างเดียวที่มีการเกิดก๊าซชีวภาพที่น้อยมาก อาจเกิดจากสาเหตุของความเข้มข้นของสารอาหารที่ทดลองมากเกินไปและเกิดจากอัตราส่วนที่ไม่เหมาะสมของอัตราส่วนน้ำเสียต่อกากมันสำปะหลังด้วยปริมาณของกากมันสำปะหลังที่มากเกินไปทำให้กากมันสำปะหลังดูดซับน้ำ จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถสัมผัสกับของเหลวที่เติมเข้าไปได้เต็มที่ ทำให้จุลินทรีย์บางส่วนตายได้ (ยวดี, 2538)

อัตราส่วนของก๊าซชีวภาพ (น้ำเสีย:กากมันสำปะหลัง 4:6)



รูปที่ 9 สัดส่วนก๊าซชีวภาพในสภาวะการหมักอัตราส่วน 4:6 (V/V) (น้ำเสียและกากมันสำปะหลัง)

6. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองหาอัตราส่วนกากมันสำปะหลังและน้ำเสียจากโรงแป่งมันเพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการเกิดก๊าซชีวภาพพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมคือ ส่วนต่อน้ำเสียโรงแป่งมัน 4 ส่วนต่ออัตราส่วนกากมันสำปะหลัง 6 สัดส่วนโดยปริมาตร มีปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุดที่ 1294 ml และมีอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุดต่อวัน 258 ml/day โดยที่กากมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลองจะต้องผสมกับน้ำเปล่าสัดส่วนกากมันสำปะหลัง 1 ส่วนต่อน้ำเปล่า 3 ส่วนและใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นการทดลองจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียโรงแป่งมัน ควบคุมค่า pH เริ่มของการทดลองให้เท่ากับ 8 ใช้ระยะเวลาการทดลอง 15 วันพบว่าเกิดการเกิดก๊าซชีวภาพจะเริ่มเกิดเมื่อการทดลองผ่านไป 3 วันและมีระยะอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุด 4-5 วัน และจะมีอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุดในวันที่ 6-9 ของการทดลองและพบว่าอัตราส่วนที่ 4:6 อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพสูงสุดที่ 258 ml/day และมีปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพมากกว่ากากมันสำปะหลังอย่างเดียว 87.1% มากกว่าอัตราส่วน 8:2 88.5% มากกว่าอัตราส่วน 6:4 16.8% มากกว่าอัตราส่วน 5:5 41.2% มากกว่าอัตราส่วน 2:8 15.9% และหลังจากการทดลองผ่านไป 10 วันจะเริ่มลดปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพลงเนื่องจากปริมาณสารอาหารในขวดทดลองเริ่มลดลงและมีสัดส่วนของก๊าซชีวภาพของอัตราส่วน 4:6

ก๊าซมีเทน (CH_4) 50.3% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 45.9 % และก๊าซอื่นๆ

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการ บริษัท แป้งมัน กาศสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ทำการทดลอง พร้อมอุปกรณ์การทดลอง

ขอขอบคุณบริษัท แป้งมันกาศสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้วัตถุดิบ กากมันสำปะหลังและน้ำเสีย

ขอขอบคุณพนักงาน บริษัท เค.เอส.ไบโอ-พลัส จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการทดลอง อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซชีวภาพ (Bio gas analyzer) และเชื้อเพลิงสถานที่ทำการทดลอง

8. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กระทรวงพลังงาน. 2555. การผลิตก๊าซชีวภาพ

จากของเสียฟาร์มปศุสัตว์ และโรงงาน

อุตสาหกรรม. ค้นเมื่อวันที่ 11 กันยายน

2556, http://www2.dede.go.th/km_ber/Attach/Biogas-present.pdf

ชยันต์กิมยงค์. 2545. การพัฒนาการผลิตก๊าซชีวภาพจาก

มูลสุกรในถังปฏิกรณ์แบบสองขั้นตอนที่มีการ

ไหลวนกลับของน้ำเสีย. ค้นเมื่อ 24 ตุลาคม

2556, <http://www.eppo.go.th/encon/abstract/2545-KMUTT-chayan.html>.

บริษัท ไทย-เยอรมัน เอนเนอร์ยี จำกัด. 2554. การผลิตก๊าซ

ชีวภาพและการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากกากมัน

สำปะหลัง. ค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2556, จาก

<http://thaigermanenergy.com/th/contact.html>

พงษ์พันธุ์พรมพิพัทธ์ และธนกร วงวัฒนาเสถียร. 2554.

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซ

ชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา

วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ฝ่ายบริหารคัลส์เตอร์และโปรแกรมวิจัย สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมมัน

สำปะหลังประเทศไทย (พ.ศ.2555-2559). ค้น

เมื่อ 24 ตุลาคม

2556, http://www.draeqa.up.ac.th/zulu_store/FileStorage.aspx?fileID=11947

ยุวดี นาคะผดุงรัตน์และคณะ. 2538. ผลสภาวะต่างๆใน

ขั้นตอนการผลิตกรดอินทรีย์ที่มีต่อการก๊าซ

มีเทน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วีราวุฒิ พันลำและเอกเพชร นวลไธสง. 2545. การผลิต

ก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา

วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรพจน์ คำจันลา และรัชพล สันติวรกร. 2553. การผลิต

ก๊าซชีวภาพจากกากตะกอนบ่อพักน้ำเสียจาก

กระบวนการผลิตแป้งมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตภาควิชา

วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วีระพันธ์ เกียรติภักดิ์. 2554. การสัมมนาการส่งเสริมการ

ผลิตก๊าซชีวภาพน้ำเสียเพื่อเป็นพลังงานทดแทน

และปรับปรุงสิ่งแวดล้อม. ค้นเมื่อ 11 กันยายน

2556, <http://teenet.cmu.ac.th/btc/documents/BiogasUsability.pdf>.

ศูนย์พยากรณ์ และสารสนเทศพลังงาน สำนักนโยบาย

และแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2554.

สถานการณ์พลังงานปี 2554 และแนวโน้มปี

2555. ค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556, จาก

<http://www.energy.go.th/?q=th/Situation>

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี. 2554. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียและผลิต
พลังงานก๊าซชีวภาพสำหรับโรงงาน

อุตสาหกรรม. ค้นเมื่อ 8 กันยายน
2556, <http://www.biotech.or.th/bL>;

ศูนย์ส่งเสริมก๊าซชีวภาพ และการพึ่งพาตน. 2555 .

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ. ค้นเมื่อ 11
กันยายน 2556, [http://www.biogaseasy.org/](http://www.biogaseasy.org/biogas.php)
[biogas.php](http://www.biogaseasy.org/biogas.php).

สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย. 2552.อุตสาหกรรมมัน

สำปะหลังไทย. ค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม

2556, <http://www.thailandtapiocastarch.net>

สำนักงานเทคโนโลยี และความปลอดภัย. 2553. คู่มือการ

ปฏิบัติงาน เกี่ยวกับการออกแบบ การผลิต การ
ควบคุมคุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ
(Biogas). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมโรงงาน
อุตสาหกรรม.

สมจินตนา ลิ้มสุขและปณชวี เพียรธรรมและอนุรักษ์ ปิติ

รักษ์สกุล. 2546. การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษ
อาหารร่วมกับกลีเซอรินดิบที่ได้กระบวนการ
ผลิตไบโอดีเซล.วิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 38 (2):
101-110.

H.L.Zhang, J.Baeyens.,T.W.Tan., The bubble-induced
mixing in starch to ethanol fermenters.

Chemical engineering research and design.
2(2012): 155-163.

Porpanpannichanusin, AnnopNoppharatana.,

BirgitteAhring.,PawineeChaiprasert. 2010.
Production of methane by co-digestion of
cassava pulp with various concentrations of
pigmanure. Biomass&Bioenergy. 34(2010):
117-1124.

S.P. Singh, PandeyPrema., Review of recent advances in
anaerobic packed-bed biogas reactor.

Renewable and Sustainable Energy Reviewa.
13(2009): 1569-1575.