

การศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากกองขยะ

A Study on Producing Biogas from the Leachate

ตระกูลศักดิ์ เสนานิคม (Tragoolsak Senanikhom)* วรายุทธคัมภีราวัฒน์ (Warayut Kampeerawat)**

อาคม แก้วระวัง (Arkorn Kaewrawang)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดลองการหมักก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์และศึกษาผลของสภาพความเป็นกรด-ด่าง และการกวนที่มีผลต่ออัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยทำการทดลองในถังหมักคั่นแบบ การออกแบบการทดลองแบ่งออกเป็นสามส่วนส่วนแรกเป็นการทดลองการเกิดก๊าซชีวภาพโดยใช้ น้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์ โดยทำการปรับค่า pH ให้เป็นกลางก่อนทำการทดลอง ส่วนที่สองเป็นการทดลองผลของความเป็นกรด-ด่าง ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยการทดลองได้แบ่งค่าความเป็นกรด-ด่าง ออกเป็น 3 ค่า ได้แก่ค่า pH=6.5, 7.0 และ 7.5 ส่วนที่สามเป็นการทดลองการกวนที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพโดยการทดลองได้แบ่งการกวนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กวน 15 นาที หยุด 15 นาที, กวน 15 นาที หยุด 30 นาที และกวน 15 นาที หยุด 45 นาทีจากการศึกษานี้พบว่า การนำน้ำเสียจากกองขยะมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพควรใช้น้ำเสียจากกองขยะอินทรีย์ และค่า pH=7.5 และการกวน 15 นาที หยุด 15 นาที จึงจะทำให้เกิดก๊าซชีวภาพสูงสุด

ABSTRACT

The purpose of this research work is to study the biogas fermentation from the leachate of general garbage and leachate of organic garbage. In addition, the effect of acidity - alkalinity and condition of mixing on the biogas production is investigated. This research is divided in 3 parts. The first test is for biogas production from the leachate of general garbage and the leachate of organic garbage. Before fermentation, pH of the leachate will be adjusted to almost 7.0. The second test is for investigation of the effect of acidity-alkalinity on the biogas production by the pH=6.5, 7.0 and 7.5. The third test is for investigation of the effect of mixing condition on the biogas production by the mixing 15 minute and stopping 15 minute, mixing 15 minute and stopping 30 minute and mixing 15 minute and stopping 45 minute. It can be concluded that the leachate of organic garbage can produce biogas more than the leachate of general garbage. The pH=7.5 and mixing condition is mixing 15 minute and stopping 15 minute can produce the maximum biogas.

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ น้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไป น้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์

Key Words: Biogas, Leachate of general garbage, Leachate of organic garbage

* นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาขยะมูลฝอยของประเทศไทยได้ทวีความรุนแรงขึ้นอย่างรวดเร็วตามการขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคของประชาชน ซึ่งประชากรไทยกว่า 63 ล้านคน มีส่วนทำให้เกิดขยะมากกว่า 56 ล้านกิโลกรัมต่อวัน (ตุลาพร, 2553) กองขยะมูลฝอยที่มีอยู่ทั่วไปตามบ้านเรือนและชุมชนได้ก่อให้เกิดผลกระทบมากมายต่อสุขภาพคนในชุมชนและต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งระบบกำจัดขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาล เช่น การฝังกลบแบบถูกหลักสุขอนามัย หรือการเผาในเตาเผาขยะ ต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงและขณะเดียวกันนั้นด้วยจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นสูงก็ส่งผลต่อความต้องการใช้พลังงานสูงขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้จากข้อมูลของกระทรวงพลังงานพบว่าการใช้พลังงานยังคงเพิ่มขึ้นตามการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยที่น้ำมันสำเร็จรูปยังคงเป็นพลังงานที่ใช้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.5 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด รองลงมาประกอบด้วย ไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม พลังงานหมุนเวียน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินลิกไนต์ คิดเป็นร้อยละ 18.0, 11.4, 8.3, 7.0 และ 6.8 ตามลำดับ ในส่วนการใช้พลังงานพบว่าสาขาเกษตรกรรม อุตสาหกรรม บ้านอยู่อาศัย ธุรกิจการค้าและขนส่ง เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อน ร้อยละ 4.4, 4.4, 3.4, 3.8 และ 2.1 ตามลำดับ โดยสาขาอุตสาหกรรม ยังคงเป็นสาขาที่มีการใช้พลังงานในสัดส่วนที่สูงกว่าสาขาอื่น โดยมีสัดส่วนการใช้ร้อยละ 37.1 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด รองลงมาเป็นสาขาส่งออก บ้านอยู่อาศัย ธุรกิจการค้า และเกษตรกรรม โดยมีการใช้ร้อยละ 35.4, 15.1, 7.2 และ 5.2 ตามลำดับ (กระทรวงพลังงาน, 2555)

ดังนั้นเพื่อเป็นการลดการนำเข้าพลังงานและเพื่อตอบสนองความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นพลังงานทดแทนจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยตอบสนองความต้องการดังกล่าวอีกทั้งยังเป็นการนำวัตถุดิบที่มีอยู่แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์เช่นเดียวกับการนำขยะ

กลับมาใช้ประโยชน์ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำขยะมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทน อาทิเช่น การนำขยะไปเผาไหม้เพื่อให้ความร้อน, การนำก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบกลับมาใช้, การผลิตก๊าซชีวภาพจากกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันและการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากกองขยะ เป็นต้น

การนำน้ำเสียจากกองขยะมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนนอกจากจะสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนสำหรับใช้ในชีวิตประจำวันได้และยังสามารถลดปัญหาล้างแ้วลุ่มได้อีกด้วย

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) หมายถึงก๊าซที่ได้จากการปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไร้ออกซิเจน โดยแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ทำให้เกิดผลผลิตในรูปของก๊าซส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 50 - 70% , ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30 - 50% และก๊าซอื่นๆเล็กน้อยเช่น ไฮโดรเจน (H_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ออกซิเจน (O_2) และไนโตรเจน (N_2) ซึ่งมีคุณสมบัติในการติดไฟได้(สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551) จากการศึกษาปริมาณก๊าซมีเทนที่ได้จากการผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ ณสภาวะของค่า pH ที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายแบบไร้อากาศของสารอินทรีย์ของเสียประเภท Solid Waste จากบ้านเรือนพบว่าการผลิตก๊าซมีเทนของกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นประมาณ 35% ณสภาวะของค่า pH ที่เหมาะสมถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณของแข็ง (Liu et al, 2007) เนื่องจากสภาวะที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพมีอยู่หลายสภาวะด้วยกัน จึงได้มีการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลังซึ่งพบว่าอุณหภูมิที่ดีที่สุดคือ 35 องศาเซลเซียสและค่า pH= 8 ระยะเวลาที่ให้อัตราการเกิดก๊าซสูงสุดคือ 3-4 วันพบว่ามีก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 53.8% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 24.6% และก๊าซอื่นๆเล็กน้อย(พงษ์พันธ์และธนากร,

2554) ในส่วนของการกวนผสมพบว่าที่อัตราการกวนผสมที่มากและสม่ำเสมอ การผลิตก๊าซชีวภาพได้มากขึ้นเนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์สามารถสัมผัสกับน้ำเสียที่ใช้เป็นอาหารในการผลิตก๊าซชีวภาพทั้งนี้ต้องขึ้นกับลักษณะของวัตถุดิบด้วยเพื่อให้สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด (วรพจน์และรัชพล, 2555) ทั้งนี้ระยะเวลาในการหมักก๊าซชีวภาพหรือค่า HRT (Hydraulic Retention Time) ก็มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพเช่นเดียวกัน เช่นกรณีตัวอย่างการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำทิ้งในกระบวนการผลิตขนมจีนโดยวิธีการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน พบว่าก๊าซชีวภาพทั้งหมดที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มต่ำลงเมื่อค่า HRT เพิ่มขึ้น โดยกำหนดค่า HRT เท่ากับ 8 วัน มีปริมาณก๊าซชีวภาพสูงสุด เท่ากับ 21.05 ลิตรต่อวัน มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทน 67.78 % ในขณะที่ค่า HRT เท่ากับ 15 วัน มีปริมาณก๊าซชีวภาพเกิดต่ำสุด เท่ากับ 1.85 ลิตรต่อวัน มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทน 64.91 % ตามลำดับประสิทธิภาพการกำจัด COD, TS, TVS และ SS เท่ากับ 88.68, 73.49, 85.11 และ 88.75 % ตามลำดับ ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทดลอง (ประมวลและปราโมทย์, 2002)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีหลายปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของก๊าซชีวภาพ เช่น ประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ, คุณสมบัติของความเป็นกรด-ด่าง และรูปแบบของการกวนวัตถุดิบระหว่างการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งในงานวิจัยที่จะนำเสนอนี้มุ่งเน้นจะศึกษาชนิดของวัตถุดิบที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตก๊าซชีวภาพและสภาวะความเป็นกรด-ด่างรวมถึงรูปแบบการกวนที่ทำให้ได้ปริมาณก๊าซชีวภาพมากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อศึกษาการและเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากการทดลองหมักน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์

2. เพื่อทดลองความเป็นกรด-ด่างและการกวนที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์

วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาและทดลองการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัตถุดิบ 2 ชนิด ได้แก่ น้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปซึ่งเป็นการนำขยะจากบ่อทิ้งขยะมากองทับถมกันไว้โดยไม่มีการแยกชนิดของขยะแต่อย่างใด และน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปซึ่งเป็นการนำขยะจากบ่อทิ้งขยะมาแยกให้เหลือเฉพาะจำพวกขยะอินทรีย์แล้วให้กองทับถมกันไว้ จากนั้นนำมาหมักเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพและเปรียบเทียบปริมาณก๊าซที่เกิดจากวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด นอกจากนี้แล้วงานวิจัยนี้ยังต้องการทดลองค่าความเป็นกรด-ด่าง และทดลองการกวนเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพสูงสุด ซึ่งวิธีการทดลองเป็นดังนี้

1.การจัดเตรียมวัตถุดิบ

1.1 นำขยะทั่วไปที่ได้มาจากบ่อทิ้งขยะ เทศบาลตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี โดยไม่ต้องทำการคัดแยกน้ำหนัก 100 กิโลกรัมมาเก็บไว้ในถังเหล็กขนาด 200 ลิตรเป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นจึงทำการบีบเอาน้ำขยะออกมา

1.2 นำขยะที่ได้มาจากบ่อทิ้งขยะ เทศบาลตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี มาทำการคัดแยกให้เหลือเฉพาะขยะอินทรีย์ให้ได้ น้ำหนัก 100 กิโลกรัมมาเก็บไว้ในถังเหล็กขนาด 200 ลิตรเป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นจึงทำการบีบเอาน้ำขยะออกมา

1.3 นำน้ำเสียที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อให้ทราบค่า COD, BOD และ pH โดยส่งไปวิเคราะห์ในห้องทดลองของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

2.วัสดุและอุปกรณ์

2.1 ถังน้ำขนาด 60 ลิตร พร้อมติดตั้งปั๊มน้ำขนาด 19 วัตต์ภายในถังสำหรับใช้ในการกวน

- 2.2 ถังน้ำขนาด 18 ลิตร
2.3 ถังเก็บก๊าซชีวภาพขนาด 10 ลิตร
2.4 โซดาไฟเกรด 98% เพื่อใช้ปรับความเป็นกรด-ด่าง
2.5 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างยี่ห้อ Lovibond
2.6 เครื่องมือวัดคุณภาพก๊าซชีวภาพ (Bio Gas Analyzer) ยี่ห้อ GEOTECH

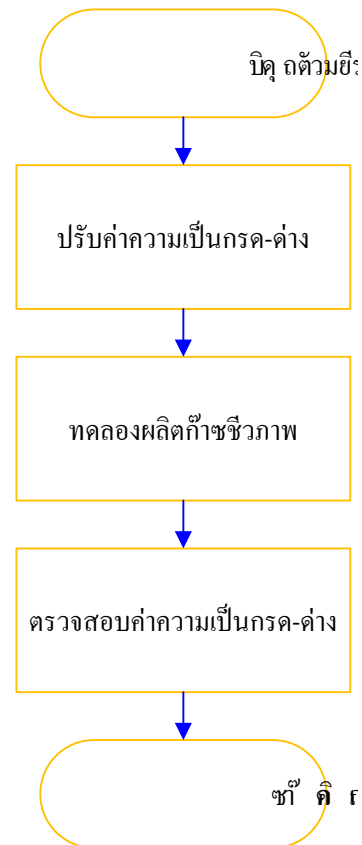
3. ขั้นตอนการทดลอง

แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนแรกเป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการเกิดก๊าซชีวภาพของน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์ ก่อนการทดลองปรับค่าให้ความเป็นกรด-ด่าง ให้เป็นกลาง pH = 6.8-7.2 โดยใช้โซดาไฟเกรด 98% ในการปรับค่า pH ปริมาณ 13 mg/L จากนั้นนำไปหมักในถังที่เตรียมไว้ แล้วสังเกตการเกิดก๊าซชีวภาพพร้อมกับวัดค่า pH ทุกๆ วันเป็นเวลา 20 วัน

ส่วนที่สองเป็นการทดลองผลของความเป็นกรด-ด่าง ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยในการทดลองได้ทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย ออกเป็น 3 ค่า ได้แก่ pH = 6.5, pH เท่ากับ 7.0 และ pH = 7.5 โดยใช้โซดาไฟเกรด 98% ในการปรับค่า pH ปริมาณ 10 mg/L, 13 mg/L และ 16 mg/L ตามลำดับ จากนั้นนำไปหมักในถังที่เตรียมไว้ แล้วสังเกตการเกิดก๊าซชีวภาพพร้อมกับวัดค่า pH ทุกๆ วันเป็นเวลา 20 วัน

ส่วนที่สามเป็นการทดลองผลของการกวนที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยในการทดลองได้ทำการแบ่งรูปแบบการกวน ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กวน 15 นาที หยุด 15 นาที, กวน 15 นาที หยุด 30 นาทีและกวน 15 นาที หยุด 30 นาที โดยใช้ปั๊มน้ำที่ติดตั้งอยู่ในถังหมักเป็นอุปกรณ์ในการกวน จากนั้นนำไปหมักในถังที่เตรียมไว้ แล้วสังเกตการเกิดก๊าซชีวภาพพร้อมกับวัดค่า pH ทุกๆ วันเป็นเวลา 20 วัน



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากกองขยะ

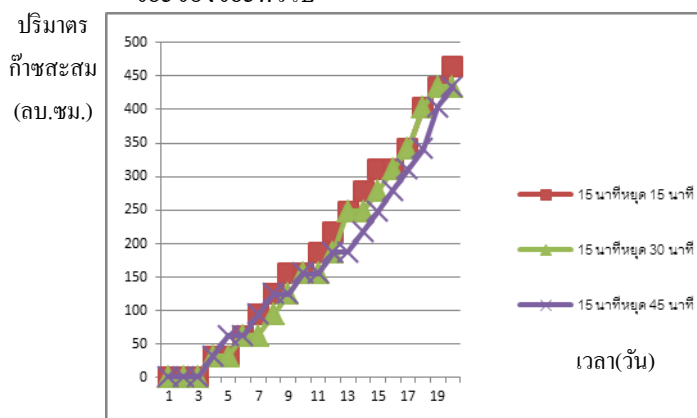
ผลการทดลองและอภิปราย

จากการนำน้ำเสียที่ได้จากกองขยะไปวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียพบว่าตัวอย่างน้ำเสียมีค่าความเป็นกรด-ด่าง pH = 4.0 ค่า BOD = 48,900 mg/L และค่า COD = 118,800 mg/L ดังตารางที่ 1 ผลดังกล่าวกล่าวทำให้ทราบว่าน้ำเสียตัวอย่างนี้มีสภาพเป็นกรดซึ่งไม่เหมาะต่อการเกิดก๊าซ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการปรับความเป็นกรด-ด่างให้มีสภาพเป็นกลางก่อน (พงษ์พันธ์ และธนกร, 2554) และตัวอย่างน้ำเสียที่นำไปวิเคราะห์มีค่า COD สูงซึ่งเหมาะกับการเกิดก๊าซชีวภาพ (ประมวล และปราโมทย์, 2002)

ตารางที่ 1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกองขยะ

ตัวอย่างน้ำเสีย	pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
ขยะทั่วไป	5.5	1,500	3,200
ขยะอินทรีย์	4.0	48,900	118,800

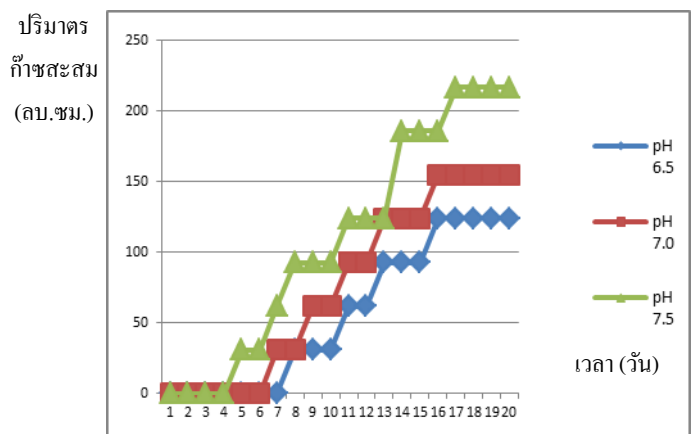
ผลการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพระหว่างน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์จะเห็นว่าน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์เกิดก๊าซเมื่อทำการทดลองผ่านไป 6 วันและเมื่อถึงวันที่ 10 ของการทดลองจะพบว่าปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนถึงจุดที่เกิดก๊าซมากที่สุดคือในวันที่ 16 ของการทดลองซึ่งปริมาณก๊าซเท่ากับ 186 ลูกบาศก์เซนติเมตร และจากวันที่ 17 ถึงวันที่ 20 ไม่มีก๊าซเกิดขึ้นอีก ส่วนน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปเกิดก๊าซเมื่อทำการทดลองผ่านไป 9 วัน และปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจนถึงวันที่ 14 ของการทดลองพบว่าไม่มีก๊าซเกิดขึ้นอีกซึ่งได้ปริมาณก๊าซสูงสุดเท่ากับ 93 ลูกบาศก์เซนติเมตรดังรูปที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบการเกิดก๊าซของทั้ง 2 การทดลองจะสังเกตเห็นว่าน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์เกิดก๊าซเร็วกว่าและให้ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมสูงกว่าก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปซึ่งสอดคล้องกับปริมาณค่า COD จากกองขยะของขยะอินทรีย์ที่สูงกว่าน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไป



รูปที่ 2 การทดลองการเกิดก๊าซชีวภาพของน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและจากขยะอินทรีย์

จากการทดลองผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปจะเห็นว่าเมื่อการทดลองผ่านไป 5 วันน้ำเสียจากกองขยะที่มีค่า pH = 7.5 มีการเกิดก๊าซชีวภาพขึ้น และการเกิดก๊าซเพิ่มขึ้นสูงเมื่อถึงวันที่ 7 เป็นต้นไปจนถึงวันที่ 17 จึงไม่มีก๊าซเกิดขึ้น

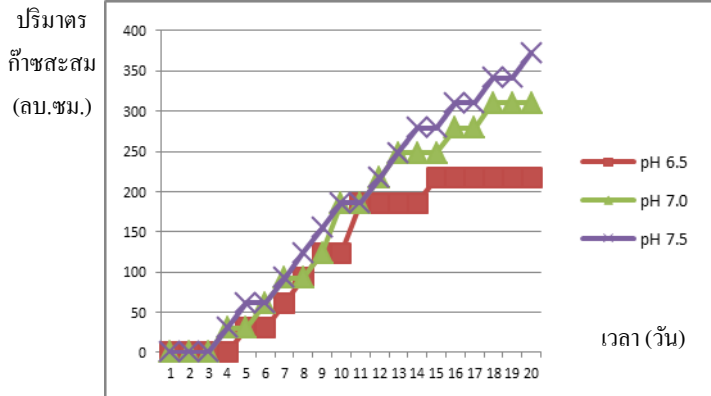
อีก ซึ่งปริมาณกรดสะสมที่ได้เท่ากับ 217 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในส่วนน้ำเสียที่มีค่า pH = 7.0 มีการเกิดก๊าซขึ้นเมื่อการทดลองผ่านไป 7 วัน และปริมาณก๊าซก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 16 พบว่าไม่มีการเกิดก๊าซเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งปริมาณกรดสะสมที่ได้คือ 155 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในส่วนน้ำเสียที่มีค่า pH = 6.5 พบว่ามีการเกิดก๊าซขึ้นเมื่อการทดลองผ่านไป 8 วัน และปริมาณก๊าซก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 16 พบว่าไม่มีการเกิดก๊าซเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งปริมาณกรดสะสมที่ได้คือ 124 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทดลองค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพของน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไป

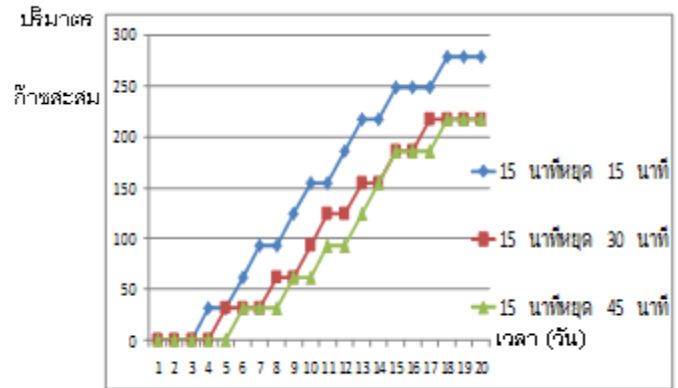
จากการทดลองผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์จะเห็นว่าเมื่อทำการทดลองผ่านไป 5 วันน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์ที่มีค่า pH = 7.5 และน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์ที่มีค่า pH = 7.0 ได้เกิดก๊าซขึ้นพร้อมกัน โดยน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์ที่มีค่า pH = 7.5 มีแนวโน้มการเกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดจนถึงวันที่ 20 ของการทดลองพบว่าปริมาณกรดสะสมเท่ากับ 372 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนน้ำเสียที่ค่า pH = 7.0 เมื่อการทดลองผ่านไป 16 วันพบว่าไม่มีปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นอีกและปริมาณกรดสะสมที่ได้เท่ากับ 310 ลูกบาศก์เซนติเมตร และน้ำเสียที่มีค่า pH = 6.5 พบว่าเกิดก๊าซช้าที่สุดโดยเกิดก๊าซ

ขึ้นในวันที่ 7 ของการทดลองและเมื่อการทดลองผ่านไปจนถึงวันที่ 16 ของการทดลองพบว่าไม่มีก๊าซเกิดขึ้นอีก และปริมาณก๊าซสะสมที่ได้เท่ากับ 217 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังรูปที่ 4



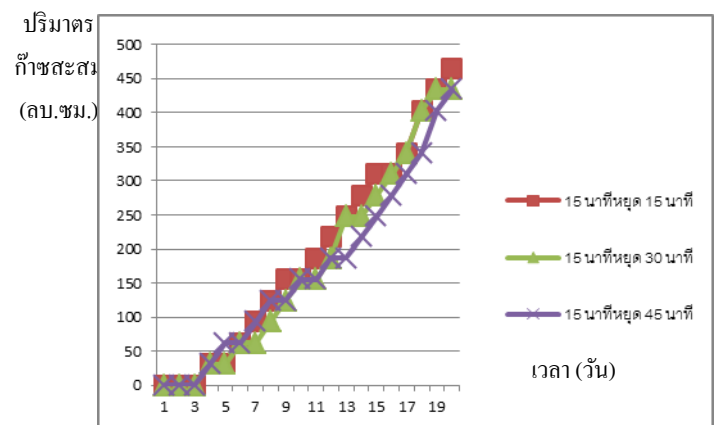
รูปที่ 4 การทดลองค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพของน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์

จากการทดลองผลของการกวนที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพของน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปจะเห็นว่าเมื่อการทดลองผ่านไป 4 วันน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปที่การกวน 15 นาทีหยุด 15 นาทีเกิดก๊าซชีวภาพเร็วกว่าการกวน 15 นาทีหยุด 30 นาที และที่การกวน 15 นาทีหยุด 45 นาที และมีปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเมื่อการทดลองผ่านไปจนถึงวันที่ 18 พบว่าไม่มีปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นปริมาณก๊าซสะสมที่ได้เท่ากับ 279 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับน้ำเสียที่การกวน 15 นาทีหยุด 30 นาทีนั้นเกิดก๊าซเมื่อการทดลองผ่านไป 5 วัน และปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 17 ของการทดลองพบว่าไม่มีปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นอีก โดยปริมาณก๊าซสะสมได้เท่ากับ 217 ลูกบาศก์เซนติเมตร และน้ำเสียที่การกวน 15 นาทีหยุด 45 นาที เริ่มเกิดก๊าซเมื่อการทดลองผ่านไป 6 วันและปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 18 ของการทดลองพบว่าไม่มีก๊าซเกิดขึ้นโดยปริมาณก๊าซสะสมได้เท่ากับ 217 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การทดลองผลของการกวนที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพของน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไป

จากการทดลองผลของการกวนที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพของน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์จะเห็นว่าน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์ที่การกวนทั้ง 3 ประเภทมีการเกิดก๊าซขึ้นพร้อมกันในวันที่ 4 ของการทดลองและปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 19 ของการทดลองพบว่าน้ำเสียที่การกวน 15 นาทีหยุด 30 นาที ไม่มีก๊าซเกิดขึ้นอีกและมีปริมาณก๊าซสะสมเท่ากับ 434 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ในส่วนของน้ำเสียที่การกวน 15 นาทีหยุด 15 นาทีและการกวน 15 นาทีหยุด 45 นาทีเมื่อถึงวันที่ 20 ของการทดลองยังมีแนวโน้มการเกิดก๊าซและมีปริมาณก๊าซสะสมเท่ากับ 465 และ 434 ลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การทดลองผลของการกวน ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพของน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์

การวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ

หลังจากทำการทดลองแล้วได้นำก๊าซชีวภาพบรรจุในถุงเก็บก๊าซเพื่อไปทดสอบหาองค์ประกอบของก๊าซในห้องทดลองของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี โดยนำก๊าซไปทดสอบการทดลองละ 1 ถุง ใช้เครื่องมือวัดคุณภาพก๊าซชีวภาพ จากผลการทดสอบก๊าซชีวภาพที่ได้จากน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปจะพบว่า องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพประกอบไปด้วย ก๊าซมีเทน (CH_4), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซออกซิเจน (O_2) และก๊าซไฮโดรซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งการทดลองความเป็นกรด-ด่างที่ค่า $\text{pH}=7.5$ ให้เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนสูงสุดที่ 63.5 % ส่วนการทดลองที่ให้เปอร์เซ็นต์ของก๊าซมีเทนน้อยที่สุดคือการทดลองกวน 15 นาทีหยุด 30 นาทีให้มีเทน 60.7 % ดังตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์มีเทนที่เกิดขึ้นของก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์พบว่าเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนที่ได้จากน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าเล็กน้อย

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของก๊าซจากน้ำเสียจากกองขยะทั่วไป

ตัวอย่างน้ำเสีย	% CH_4	% CO_2	% O_2	H_2S (ppm)
ขยะทั่วไป	61.3	34.7	0.2	2756
$\text{pH}=6.5$	59.5	30.1	0.1	2824
$\text{pH}=7.0$	61.2	28.9	0.1	2773
$\text{pH}=7.5$	63.5	28.3	0.1	2853
กวน 15 นาที	60.1	31.3	0.1	2795
หยุด 15 นาที				
กวน 15 นาที	59.0	33.2	0.1	2929
หยุด 30 นาที				
กวน 15 นาที	58.2	33.6	0.1	2974
หยุด 45 นาที				

จากผลการทดสอบก๊าซชีวภาพที่ได้จากน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์จะพบว่าองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพประกอบไปด้วย ก๊าซมีเทน (CH_4), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซออกซิเจน (O_2) และ

ก๊าซไฮโดรซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งการทดลองความเป็นกรด-ด่างที่ค่า $\text{pH}=6.5$ ให้เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนสูงสุดที่ 64.7 % ส่วนการทดลองที่ให้เปอร์เซ็นต์ของก๊าซมีเทนน้อยที่สุดคือการทดลองกวน 15 นาทีหยุด 30 นาทีให้มีเทน 60.7 % ดังตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์มีเทนที่เกิดขึ้นของก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์พบว่าเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนที่ได้จากน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าเล็กน้อย

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของก๊าซจากน้ำเสียจากกองขยะอินทรีย์

ตัวอย่างน้ำเสีย	% CH_4	% CO_2	% O_2	H_2S (ppm)
ขยะอินทรีย์	63.7	31.7	0.1	2903
$\text{pH}=6.5$	64.7	30.8	0.1	2645
$\text{pH}=7.0$	62.7	35.3	0.1	2673
$\text{pH}=7.5$	63.5	34.2	0.1	2884
กวน 15 นาที	61.3	29.5	0.1	2864
หยุด 15 นาที				
กวน 15 นาที	60.7	29.1	0.1	2948
หยุด 30 นาที				
กวน 15 นาที	61.2	30.6	0.1	2986
หยุด 45 นาที				

จากการนำน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปที่เหลือจากการทดลองไปทดสอบหาค่า COD คงเหลือจะเห็นว่าหลังจากการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพนั้นค่า COD ของน้ำเสียจากการทดลองมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่า COD ประมาณ 74 – 80 % โดยการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า COD น้อยที่สุดคือการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพที่การกวน 15 นาทีหยุด 45 นาทีซึ่งมีผลต่างของค่า COD = 74.69 % ส่วนการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า COD มากที่สุดคือการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพที่การกวน 15 นาทีหยุด 30 นาทีโดยค่า COD ลดลง 79.94 % ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่า COD ที่ลดลงหลังจากการทดลองสำหรับ
ขยะทั่วไป

ตัวอย่างน้ำเสีย จากกองขยะ ทั่วไป	ค่า COD ก่อน ทดลอง (mg/L)	ค่า COD หลังทดลอง (mg/L)	ลดลง (%)
ขยะทั่วไป	3,200	750	77.56
pH=6.5	3,200	800	75.00
pH=7.0	3,200	680	78.75
pH=7.5	3,200	720	77.50
กวน 15 นาที หยุด 15 นาที	3,200	750	76.56
กวน 15 นาที หยุด 30 นาที	3,200	770	79.94
กวน 15 นาที หยุด 45 นาที	3,200	810	74.69

จากการนำน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์ที่
เหลือจากการทดลองไปทดสอบหาค่า COD คงเหลือจะ
เห็นได้ว่าหลังจากการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพนั้นค่า
COD ของน้ำเสียทุกการทดลองมีแนวโน้มลดลงเมื่อ
เปรียบเทียบกับค่า COD ประมาณ 74 – 80 % โดยการ
ทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า COD น้อยที่สุดคือ
การทดลองผลิตก๊าซชีวภาพที่ pH = 6.5 ซึ่งมีผลต่างของ
ค่า COD = 74.58 % ส่วนการทดลองที่มีการ
เปลี่ยนแปลงของค่า COD มากที่สุดคือการทดลองผลิต
ก๊าซชีวภาพที่ pH = 7.5 โดยค่า COD ลดลง 79.16 %
และตารางที่ 5 และเมื่อเปรียบเทียบค่า COD ที่ลดลง
ของน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจาก
กองขยะของขยะอินทรีย์จะพบว่าค่า COD มีแนวโน้ม
ลดลงในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 5 ค่า COD ที่ลดลงหลังจากการทดลองสำหรับ
ขยะอินทรีย์

ตัวอย่างน้ำ เสีย จากกองขยะ ทั่วไป	ค่า COD ก่อน ทดลอง (mg/L)	ค่า COD หลัง ทดลอง (mg/L)	ลดลง (%)
ขยะอินทรีย์	118,800	29,700	75.00
pH=6.5	118,800	30,200	74.58
pH=7.0	118,800	29,400	75.25
pH=7.5	118,800	24,760	79.16
กวน 15 นาที หยุด 15 นาที	118,800	29,200	75.42
กวน 15 นาที หยุด 30 นาที	118,800	30,100	74.66
กวน 15 นาที หยุด 45 นาที	118,800	29,700	75.00

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจาก
กองขยะของขยะทั่วไปและขยะอินทรีย์ พบว่าน้ำเสียที่
เหมาะสมที่สุดคือน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์
เนื่องจากการเกิดก๊าซชีวภาพดีกว่าน้ำเสียจากกองขยะ
ของขยะทั่วไป ค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีผลต่อการเกิด
ก๊าซชีวภาพที่ดีที่สุดคือ pH=7.5 การกวนที่มีผลต่อการ
เกิดก๊าซชีวภาพที่ดีที่สุดคือการกวน 15 นาทีหยุด 15
นาที ส่วนการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ
จากการทดลองพบว่า มีก๊าซมีเทนประมาณ 62 % ก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 33 % และก๊าซอื่นๆ อีก
เล็กน้อย สำหรับการนำน้ำเสียไปทดสอบหาค่า COD ที่
ลดลงหลังการทดลองพบว่าทั้งการทดลองน้ำเสียจาก
กองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะ
อินทรีย์พบว่าค่า COD มีแนวโน้มลดลงเหมือนกันคือ
ประมาณ 76 %

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ผศ.ดร.อาคมแก้วระวังและ
อาจารย์รายุทธคมภิราวัฒน์ ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษา
การศึกษาอิสระ ที่ช่วยให้คำปรึกษา คำชี้แนะทางด้าน
วิชาการ

ขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ราชภัฏอุดรธานี ที่
เอื้อเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและองค์ประกอบของ
ก๊าซชีวภาพ

ขอขอบคุณการประสานส่วนภูมิภาคสาขาอุดรธานี
ที่เอื้อเพื่อสถานที่

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลคณะ
วิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่เอื้อเพื่อทุน
วิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2555.
สถิติพลังงานของประเทศไทย 2555. กรมพัฒนา
พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวง
พลังงาน: 2-3.
- ศุลาพร อนันต์นวิสูตรณ์. 2553. ปัญหาการจัดการขยะ
มูลฝอยของประเทศไทยกับการจัดการขยะมูลฝอย
จังหวัดตราด. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13
(ชลบุรี): 1.

ประมวล ทราชทอง และปราโมทย์ ศิริโรจน์.2002. การ
ผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำทิ้งในกระบวนการผลิต
ขนมจีนโดยวิธีการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน.สถาบันค้นคว้าและ
พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารภาควิชาจุลชีววิทยา คณะ
วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พงษ์พันธ์พรมพิพัตต์, และธนากรวงวัฒนาเสถียร.
2554. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซ
ชีวภาพจากกากมันสำปะหลัง ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกลคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.เมืองจ.ขอนแก่น.

วรพจน์คำจันลาและรัชพลสันติวรกร.2555. การผลิต
ก๊าซชีวภาพจากกากตะกอนบ่อพักน้ำเสียจาก
กระบวนการผลิตแป้งมัน, ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกลคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 หมู่ที่ 16 ต.ในเมืองอ.
เมืองจ.ขอนแก่น.

สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ. 2551. ทฤษฎีก๊าซชีวภาพ.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Liu et al. 2007.Prediction of methane yield at optimum
pH for anaerobic digestion of organicfraction of
municipal solid waste. College ofEnvironmental
Science and Engineering, HunanUniversity,
Changsha, Hunan 410082, China.