การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารของโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ ตำบลศาลาลัย อำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Production from Food Waste at Bannongpaopee School, Salalai, Sam Roi Yot, Prachuap Khiri Khan

ชลีดล อินยาศรี[1*] ชลาลัย วงเวียน[2] นางสาวปานทิพย์ ดีเด่น[3] นางสาวกังสดาล สกุลพงษ์มาลี จุติพร อินทะนิน[1]

E-mail: bochaleedol@gmail.com

โทรศัพท์ 061-509-9898

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการลดปัญหาขยะอินทรีย์ของโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ ตำบลศาลาลัย อำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร พบว่าปริมาณเศษอาหารที่รวบรวมได้ต่อวันมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 7.72 กิโลกรัมต่อวัน และบ่อก๊าซชีวภาพสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 2 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน วัดค่าองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพมีค่ามีเทนเท่ากับ 47.7% ซึ่งสามารถทดแทนก๊าซหุงต้มได้เท่ากับ 0.44 กิโลกรัมต่อวัน หรือ 13.2 กิโลกรัมต่อเดือน สามารถช่วยลดปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้เท่ากับ 307 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ/ขยะอินทรีย์/เศษอาหาร/การจัดการขยะ

Abstract

This research were to reducing the organic waste in Bannongpaopee School, Salalai, Sam Roi Yot, Prachuap Khiri Khan. This is a learning center about the biogas productions from food waste to reduce using LPG. According to study, it was found that the food waste was 7.72 kilograms/day and the biogas system can produce about 2 cubic metre/day. The measurement results of methane is 47.7%. Therefore, the biogas system could produce the biogas and it could reduce using LPG 0.44 kilograms/day or 13.2 kilograms/month and reduce expenditure about 307 baht/month.

Keywords: Biogas/Organic waste/Food waste/Waste management

ความเป็นมาของปัญหา

จากการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชาชน ตลอดจนพฤติกรรมการอุปโภคบริโภคของคนในชุมชนในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลศาลาลัย อำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบปัญหาขยะมูลฝอยที่ส่งส่งกลิ่นเหม็นรบกวน เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงนำโรค ทำให้เกิดความสูญเสียทางด้านสิ่งแวดล้อมในชุมชนรวมถึงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์พาหะนำโรคเสียหายต่ออุตสาหกรรมและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในชุมชนและเป็นภาระให้กับชุมชนในการดูแลและจัดการกับปัญหาเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบกับสุขภาพ จึงเกิดแนวคิดในการจัดการขยะที่เกิดขึ้น ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยได้แบ่งเป็น 3 แนวทาง

[1] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

[3] โรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ ตำบลศาลาลัย อำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

หลัก ดังนี้ 1)ระบบคัดแยก เป็นเทคโนโลยีขั้นต้นของการจัดการขยะมูลฝอยในการจัดการขยะเพื่อเข้าสู่กระบวนการจัดการขั้นต่อไป 2) ระบบผลิตขยะเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel): (RDF) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ขยะมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสำหรับกระบวนผลิตพลังงานต่าง ๆ และ 3) ระบบผลิตหมักทำปุ๋ย ใช้สำหรับจัดการขยะมูลฝอยจำพวกขยะมูลฝอยอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย เช่น เศษอาหาร ผัก ผลไม้ เป็นต้น โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการดำรงชีวิต (Aerobic bacteria) ในการย่อยสลายอินทรีย์สารในขยะมูลฝอย ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งในกรณีของการจัดการขยะอินทรีย์นั้นมักนิยมใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ และมีผลพลอยได้จากกระบวนการเป็นปุ๋ยใช้สำหรับปรับสภาพดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชได้ด้วย

จากข้อมูลพื้นฐานในพื้นที่อบต.ศาลาลัย พบว่า ชาวบ้านส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำไร่สับปะรด สวนมะม่วง เป็นต้น และมีการประกอบอาชีพค้าขายและรับจ้างในโรงงานอุตสหกรรม มีโรงเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 3 แห่ง และวัด/สำนักสงฆ์จำนวน 3 แห่ง และด้วยปัญหามลภาวะทางกลิ่นที่เกิดจากขยะ จึงนำไปสู่การดำเนินการส่งเสริมให้ชาวบ้านคัดแยกขยะในครัวเรือน โดยการเริ่มจากการสร้างจิตสำนึกที่ดีให้กับเด็กนักเรียน และขยายผลสู่ผู้ใหญ่ในชุมชน หนึ่งในวิธีการกำจัดขยะที่คณะผู้วิจัยและชุมชนมีความประสงค์ที่จะศึกษาคือการจัดทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารและกำจัดสิ่งปฏิกูลจากการเกษตรด้วยการทำบ่อก๊าซชีวภาพสู่การจัดการพลังงานทดแทนในชุมชน ช่วยลดปัญหาขยะที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ และช่วยให้ชุมชนประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้เชื้อเพลิงสำหรับโรงเรียนและหมู่บ้านต่อไป รักษาการผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ กล่าวว่า โรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่เป็นโรงเรียนระดับชั้นอนุบาลและประถมศึกษา ต้องทำอาหารกลางวันให้กับนักเรียนทุกคน โดยที่ผ่านมาต้องมีการจัดสรรงบประมาณในการซื้อก๊าซหุงต้มขนาด 15 กิโลกรัม ซึ่งใช้ได้ประมาณ 1 เดือน และมีปริมาณเศษอาหารเหลือทิ้งทุกวันที่ไม่ได้กำจัดอย่างถูกวิธี โดยเฉลี่ยแล้วพบว่ามีประมาณ 8 กิโลกรัมต่อวัน และเป็นโรงเรียนที่อยู่ติดกับวัดซึ่งเป็นสถานที่รับใช้บริการงานประเพณีการทำบุญในวันสำคัญทางศาสนาต่าง ๆ ทั้งยังเป็นศูนย์กลางของสังคมจึงอาจพบว่ามีปัญหาด้านการจัดการขยะเช่นกัน ทางโรงเรียนจึงขอเข้าร่วมโครงการและสนับสนุนพื้นที่ในการทำวิจัยกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารในโรงเรียนและครัวเรือน สำหรับทดแทนก๊าซหุงต้มในการประกอบอาหาร และยังสอดรับกับแนวทางการเรียนการสอนของครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ อีกทั้งสามารถเป็นต้นแบบให้กับโรงเรียนใกล้เคียงในพื้นที่และเป็นต้นแบบสำหรับชาวบ้านผู้ที่สนใจลดรายจ่ายในการซื้อก๊าซหุงต้มและลดปัญหากลิ่นรบกวนด้วยการสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพไว้ใช้เองในครัวเรือน ส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีของชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดปริมาณขยะอินทรีย์ ด้วยการนำเศษอาหารมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการหมักภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน เพื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่

2. เพื่อหารูปแบบการผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมกับโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประเภทของการวิจัย

   งานวิจัยเพื่อพัฒนาพื้นที่

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

   2.1 กลุ่มชาวบ้านและผู้ปกครองนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ ต.ศาลาลัย อ.สามร้อยยอด จ.ประจวบคีรีขันธ์

   2.2 กลุ่มนักเรียนชั้นปฐมศึกษาของโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ ต.ศาลาลัย อ.สามร้อยยอด จ.ประจวบคีรีขันธ์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

   3.1 คณะผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (In - Depth - Interview) เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มประชาชนผู้ได้รับผลกระทบจากปัญหาขยะมูลฝอย ได้แก่ ผู้นำชุมชน คุณครู และผู้ปกครอง

   3.2 เอกสารบันทึกข้อมูลเศษอาหารเหลือทิ้งของโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่

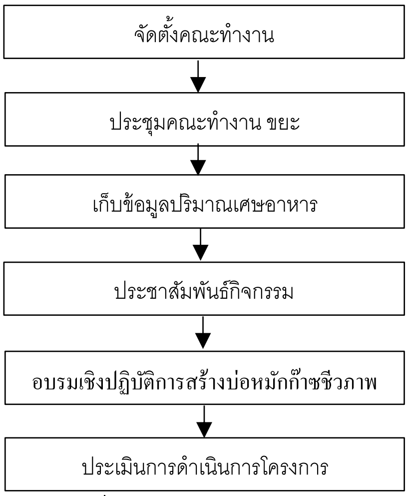
   3.3 เครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1. การสำรวจข้อมูล

ลงพื้นที่สำรวจ วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ตำบลศาลาลัย อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ร่วมกับนายกองค์การบริหารส่วนตำบลและเจ้าหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลในพื้นที่ และผู้นำชุมชน นำเสนอแนวคิดในการจัดการปัญหาโดยมุ่งเน้นความต้องการของชุมชนในพื้นที่และการมีส่วนร่วมในกระบวนการจัดการกับปัญหาในระยะยาวเพื่อให้เกิดความต่อเนื่อง ซึ่งได้พื้นที่ที่ให้ความสนใจ สนับสนุนให้เป็นพื้นที่แหล่งเรียนรู้ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพคือที่โรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการประชุมวางแผนกระบวนการ ดังนี้



ภาพที่ 1 กระบวนการดำเนินการ

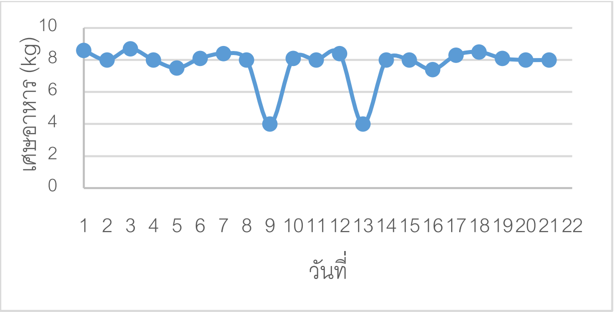
4.2. ประชุมวางแผนดำเนินการ

ประชุมกระบวนการเตรียมความพร้อมระหว่างคณะผู้วิจัยร่วมกับอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชนและเลือกรูปแบบที่เหมาะสมของโรงเรียน และกำหนดกลุ่มเป้าหมายในการเผยแพร่เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ

ภาพที่ 2 การประชุมกระบวนการเตรียมความพร้อม

4.3 เก็บข้อมูลปริมาณเศษอาหาร

เก็บข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ โดยคณะวิจัยร่วมกับคุณครูโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ร่วมกันวางแผนและเก็บผลการทดลองโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตระหนักถึงปัญหาขยะที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ซึ่งได้มีการจัดกิจกรรมให้ความรู้เรื่องการคัดแยกขยะและการนำขยะอินทรีย์ที่เป็นเศษอาหารเหลือทิ้งจากโครงการอาหารกลางวันนำมาใช้ประโยชน์ได้ด้วยการผลิตเป็นพลังงานทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม จากนั้นจัดกระบวนการการมีส่วนร่วมโดยให้นักเรียนจัดทำตารางเวรบันทึกผลเศษอาหารเหลือทิ้งให้หมุนเวียนกันเป็นผู้รับผิดชอบในแต่ละวันโดยอยู่ในความดูแลของคุณครูประจำชั้น ปริมาณเศษอาหารเหลือทิ้งในแต่ละวัน แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณเศษอาหารเหลือทิ้งใน 1 เดือน

4.4. ประชาสัมพันธ์กิจกรรม

คณะผู้วิจัยวางแผนจัดทำการประชาสัมพันธ์กิจกรรมการให้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ การนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ และผลพลอยได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ด้วยวิธีการจัดทำหนังสือเชิญผู้ปกครองและ

ชาวบ้านที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม และจัดทำหนังสือเชิญตัวแทนจากองค์การบริหารส่วนตำบลและขอความร่วมมือประชาสัมพันธ์หมู่บ้านใกล้เคียงที่สนใจเข้าร่วมรับฟังการให้ความรู้ในเรื่องดังกล่าวผ่านการประกาศเสียงตามสายของหมู่บ้านต่าง ๆ ในพื้นที่

4.5. อบรมการให้ความรู้

จัดกิจกรรมอบรมการให้ความรู้เกี่ยวกับการนำขยะที่เป็นเศษอาหารเหลือทิ้งมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนก๊าซหุงต้มสำหรับใช้ประกอบอาหาร และเพื่อร่วมกันพิจารณาถึงระบบที่เหมาะสมสำหรับโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ ระบบแบบ CDUA รบบแบบ H-UASB และระบบแบบ Fixed Dome โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ระบบก๊าซชีวภาพแบบบ่อหมักแบบรางตามด้วยบ่อหมักเร็วน้ำใส (Channel Digester + UASB, CDUA) เป็นระบบก๊าซชีวภาพที่เหมาะสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีการเลี้ยงสัตว์เทียบเท่าสุกรขุน 500 ตัวขึ้นไป พัฒนาโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นระบบก๊าซชีวภาพที่อาศัยหลักการง่าย ๆ ในการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศ คือเป็นระบบปิด ที่มีโครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำเสียสู่น้ำใต้ดิน และเพื่อความแข็งแรง ด้านบนคลุมด้วยพลาสติก PVC เคลือบป้องกันแสง UV เพื่อเก็บก๊าซชีวภาพ บ่อหมักจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบ่อหมักช้าแบบรางและบ่อหมักเร็ว ระบบนี้ออกแบบโดยเน้นที่การบำบัดน้ำเสีย มีองค์ประกอบของระบบที่แข็งแรง อายุการใช้งานยาวนาน สามารถดูแลและติดตามการทำงานได้ง่าย ระบบก๊าซชีวภาพที่ได้มีมาตรฐานประสิทธิภาพสูง ผลิตพลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพได้อย่างสม่ำเสมอ

2) ระบบก๊าซชีวภาพแบบบ่อหมักเร็วน้ำข้น (High suspension solids-Up flowAnaerobic Sludge Blanket, H-UASB) เป็นเทคโนโลยีหรือระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ส่งเสริมในโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ (ระยะที่ 3) สำหรับฟาร์มขนาดใหญ่ ของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นจากระบบก๊าซชีวภาพแบบบ่อหมักรางตามด้วยบ่อหมัก UASB ทำให้ลดภาระค่าก่อสร้างระบบ และลดการใช้พลังงานจากการเดินระบบได้เป็นอย่างมาก โดยยังใช้เทคโนโลยีการหมักย่อยแบบเดิมทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์คงเดิมคือมากกว่าร้อยละ 97 ของค่าความสกปรกเริ่มต้น แต่มีข้อจำกัดคือ ถังปฏิกรณ์แบบ H-UASB หรือถังหมักเร็วน้ำข้น จะรองรับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยสูง ซึ่งมีแนวโน้มที่จะสูญเสียกิจกรรมหากเกิดการตกตะกอนในชั้น sludge blanket จึงต้องการอัตราเร็วการไหลที่สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการตกตะกอนในชั้น sludge blanket ทำให้ต้องมีการเพิ่มถังพักเก็บน้ำ (Buffer Tank) เพื่อจ่ายน้ำเข้าสู่ถังอย่างสม่ำเสมอ ระบบนี้ออกแบบมาโดยเน้นที่การบำบัดน้ำเสีย มีส่วนประกอบของระบบก๊าซชีวภาพดังนี้ 1)ระบบส่งลำเลียงน้ำเสีย 2)บ่อรวมน้ำเสีย (CT) 3)บ่อพักน้ำเสีย (Buffer Tank หรือ EQ) 4)บ่อสูบ และ 5)บ่อหมักน้ำเสียแบบไร้อากาศ (H-UASB)

3) ระบบก๊าซชีวภาพแบบโดมคงที่ (Fixed Dome) เป็นระบบที่ส่งเสริมให้ใช้ในฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดเล็ก โครงสร้างของระบบมีส่วนประกอบสำคัญคือ 1)บ่อเติมมูลสัตว์ (Mixing Chamber) 2)บ่อหมัก (Digester Chamber) 3) บ่อล้น (Expansion Chamber) 4)บ่อรับกากจากบ่อล้น (Storage Tank) และ 5)ลานกรองของแข็ง (Sand Bed Filter)

4) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพสำเร็จรูปแบบ พพ1 ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ตัวบ่อรูปร่างคล้ายบ่อผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Plug Flow หรือบ่อแบบรางทำด้วยปริมาตรกักเก็บของเสียประมาณ 70 ลูกบาศก์เมตร กำลังผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 25 ลูกบาศก์เมตร/วัน ระบบประกอบด้วย 1)บ่อรวมน้ำเสีย 2)บ่อดักขน 3)บ่อผลิตก๊าซชีวภาพแบบสำเร็จรูป 4)บ่อดึงกาก 5)ลานตาก 6)บ่อน้ำใส และ 7)ระบบกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์

5) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพสำเร็จรูปแบบ พพ.2 ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สามารถรองรับน้ำเสีย ที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงประมาณ 2

ลูกบาศก์เมตร/วัน ต่อบ่อรูปร่างคล้ายบ่อผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Plug Flow หรือบ่อแบบราง ทำด้วย PVC แผ่นตัดขึ้นรูป พร้อมทดสอบรอยรั่วจากโรงงาน บรรจุใส่กล่องสามารถติดตั้งและใช้งานได้ทันทีปริมาตรกักเก็บของเสียประมาณ 14 ลูกบาศก์เมตร กำลังผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 5 ลูกบาศก์เมตร/วัน ระบบประกอบด้วย 1)บ่อรวมน้ำเสีย 2)บ่อดักขน 3)บ่อผลิตก๊าซชีวภาพแบบสำเร็จรูป 4)บ่อดึงกาก 5)ลานตาก 6)บ่อน้ำใส และ 7)ระบบกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์

6) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบถุงพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) มีราคาถูกรูปร่างตัวบ่อหมักมีลักษณะทรงกระบอก (แคปซูล) วางในแนวนอนทำจาก PVC แผ่นความหนา 0.25 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.50-1.60 เมตร ความยาวประมาณ 4.00 เมตร ตัวบ่อผลิตก๊าซชีวภาพมีปริมาตรประมาณ 8 ลูกบาศก์เมตร แบ่งออกเป็นส่วนที่เก็บของเสียปริมาตรประมาณ 6 ลูกบาศก์เมตร และส่วนเก็บก๊าซปริมาตร 2 ลูกบาศก์เมตร กำลังผลิตก๊าซชีวาภาพประมาณ 2 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ภาพที่ 4 การอบรมการใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ

4.6. สาธิตการทำบ่อก๊าซชีวภาพ

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตก๊าซชีวภาพนั้นสามารถใช้มูลสัตว์หรือเศษอาหารก็ได้ ซึ่งขบวนการหมักในตอนต้นจะใช้มูลสัตว์ผสมกับน้ำเติมลงไปในถังให้มีความสูงประมาณ 25% ของถังหมัก และใช้ไม้เกลี่ยให้มีการกระจายตัวของมูลสัตว์ให้ทั่วถึง และใช้เวลาในการหมักประมาณ 10 – 15 วัน หลังจากนั้นเติมน้ำลงไปที่ระดับประมาณ 75% ของถัง (ระดับน้ำล้นขอบถัง) จึงเติมเศษอาหารหรือมูลสัตว์หรือขยะเปียกที่สามารถย่อยสลายได้ลงไปเพื่อให้สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างต่อเนื่อง และต้องกวนให้เศษอาหารกระจายได้ทั่วบ่อทุกครั้ง โดยได้ทำการสาธิตขั้นตอนในการสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพให้กับชุมชน ครู และผู้ที่สนใจทั่วไป

ภาพที่ 5 ระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ

ภาพที่ 6 ขั้นตอนการประกอบชุดอุปกรณ์การสร้างบ่อก๊าซชีวภาพ

สาธิตวิธีการเติมเศษอาหารหรือมูลสัตว์หรือขยะเปียกที่สามารถย่อยสลายได้ ไม่ควรใส่เศษอาหารที่มีรสเปรี้ยวลงในบ่อหมัก เนื่องจากแบคทีเรียสร้างมีเทนจะมีความมไวต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า pH โดยขั้นตอนการเกิดก๊าซชีวาภพจะเกิดขึ้นได้ดีที่ pH อยู่ระหว่าง 6.8 – 7.2 และค่า pH ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 7.0 ทั้งนี้ประสิทธิภาพของระบบจะลดลงเมื่อมีค่า pH ต่ำกว่า 6.2 สามารถสังเกตได้จากปริมาณการเกิดก๊าซจะน้อยลง ในขณะที่แบคทีเรียชนิดที่สร้างกรดสามารถอาศัยอยู่ในสภาพที่มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0 – 8.0

4.7. จัดทำเอกสารเผยแพร่

จัดทำเอกสารแผ่นพับเพื่อเผยแพร่วิธีการสร้างระบบบ่อก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารของโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่เพื่อเป็นแนวทางให้กับชาวบ้านผู้สนใจสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับไว้ใช้งานในครัวเรือน

ภาพที่ 7 คู่มือการผลิตก๊าซชีวภาพ

4.8. วางแผนกระบวนการจัดการขยะ

จัดให้มีระบบการดูแลรับผิดชอบกระบวนการเติมวัตถุดิบลงบ่อก๊าซชีวภาพ ด้วยการสร้างตารางเวรกำหนดนักเรียนในแต่ละชั้นปีเป็นผู้รับผิดชอบในช่วงวันทำการ โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาประจำชั้นเรียนเป็นผู้ดำเนินการควบคุม ดูแลอย่างใกล้ชิด และกำหนดให้ภารโรงทำหน้าที่ในการดูแลช่วงช่วงปิดเทอม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยลงพื้นที่เพื่อติดตามและเก็บข้อมูลตรวจวัดปริมาณองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ พูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อรับทราบปัญหาจากการใช้งานบ่อหมักก๊าซชีวภาพ ดำเนินการแก้ไขปัญหา รวมถึงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายก๊าซหุงต้มที่ลดลง และการอบรมการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ให้กับกลุ่มเป้าหมายคือกลุ่มผู้ปกครองของนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ เพื่อขยายผลให้กับชาวบ้านในชุมชนและผู้ที่สนใจทั่วไป

วิเคราะห์คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพในการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน ค่าพลังงานที่ได้จากก๊าซชีวภาพจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนร้อยละของก๊าซมีเทนที่มีอยู่ในเนื้อก๊าซชีวภาพ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พลังงานจากก๊าซชีวภาพ

คุณสมบัติก๊าซชีวภาพ	ค่า
ค่าความร้อน	21.5 MJ/m3 (อ้างอิงที่ CH4 60%)
ความเร็วเปลวไฟ	25 cm/s
อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ทางทฤษฎี	6.19 m 3 -air/m3 -gas
อุณหภูมิเผาไหม้ในอากาศ	650 deg C
อุณหภูมิจุดติดไฟของ CH4	600 deg C
ค่าความจุความร้อน (Cp)	1.6 kJ/m3 -deg C
ความหนาแน่น	1.15 kg/m3

วิเคราะห์คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่ต้องการความร้อนจากเชื้อเพลิงได้ เช่น ทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) ในครัวเรือน เครื่องทำความร้อนสำหรับไก่ และลูกสุกร เครื่องอบแห้ง หม้อต้มไอน้ำ ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม หรือผลิตพลังงานไฟฟ้า แสดงคุณสมบัติตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพเมื่อเทียบที่ 0 องศาเซลเซียส

คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ (ที่ 0 ˚C ความดัน 1 บรรยากาศ)	
ปริมาณมีเทน (CH4)	65-70 %
ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2)	30-35 %
ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H2S)	1,000 ppm
ค่าความร้อนทางต่ำ	24.48 MJ/m3
ความเร็วเปลวไฟ	25 cm/s
อุณหภูมิเผาไหม้ในอากาศ	650 oC
ค่าความจุความร้อน (Cp)	1.6 kJ/m3 oC

ความหนาแน่น	1.15 kg/m3

พลังงานจากก๊าซชีวภาพปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าความร้อนเทียบเท่า 20.93 เมกะจูล ซึ่งเทียบเท่าเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพเมื่อเทียบกับปริมาตร

ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร (m^3) มีค่าความร้อนเทียบเท่า : ทดแทน	
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	0.46 kg
น้ำมันเบนซิน	0.67 l
น้ำมันดีเซล	0.60 l
น้ำมันเตา	0.55 l
ฟืนไม้	1.50 kg

ผลการวิจัย

1. ผลการสำรวจข้อมูลและวางแผนดำเนินการ

จากผลการเก็บข้อมูลปริมาณเศษอาหารเหลือทิ้งจากโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่ามีปริมาณเศษอาหารปริมาณรวม 162.1 กิโลกรัม ซึ่งเฉลี่ยแล้วคิดเป็น 7.72 กิโลกรัมต่อวัน จากนั้นได้ประชุมร่วมกลุ่มกันเพื่อหารูปแบบการนำเศษอาหารไปผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม พบว่าเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพที่ถูกเลือกเป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับโรงเรียนคือเป็นแบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบถุงพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) เนื่องจากมีราคาถูก รูปร่างมีลักษณะทรงกระบอกวางแนวนอนทำจาก PVC มีปริมาตร ประมาณ 4 ลูกบาศก์เมตร กำลังผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 2 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน สามารถเติมขยะอินทรีย์ได้สูงถึง 40 กิโลกรัมต่อวัน

2. ผลการดำเนินการโครงการ

จากการอบรมให้ความรู้ในเรื่องเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ และการสาธิตขั้นตอนการดำเนินการสร้างระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ จำนวน 1 ระบบ สำหรับใช้งานแทนก๊าซหุงต้มในโรงเรียน วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพและการใช้นำไปใช้งานจริงด้วยการประกอบอาหาร พบว่า บ่อหมักก๊าซชีวภาพมีกำลังการผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 2 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตรวจวัดปริมาณองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่ได้ พบว่ามีปริมาณมีเทนเท่ากับ 47.7% และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 45.4% ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณพลังงานทดแทนก๊าซหุงต้มได้ดังนี้

ปริมาณก๊าซหุงต้ม (LPG) = 2x0.46x47.7%
= 0.44 กิโลกรัม/วัน
= 13.2 กิโลกรัม/เดือน

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดได้ = 13.2x(349/15)
= 307.12 บาท/เดือน

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถทดแทนก๊าซหุงต้มได้เท่ากับ 0.44 กิโลกรัมต่อวัน หรือ 13.2 กิโลกรัมต่อเดือน ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อก๊าซหุงต้มในการประกอบอาหารได้เท่ากับ 307 บาทต่อเดือน (ก๊าซ LPG 15 กิโลกรัม ราคา 349 บาท)

สรุปผลการวิจัย

ผลการประชุมวางแผนจัดเตรียมรูปแบบการกำจัดขยะอินทรีย์หรือเศษอาหารที่เหมาะสมกับโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ ได้รูปแบบที่เหมาะสมคือ แบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบถุงพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) และได้ดำเนินการเผยแพร่ความรู้เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารของโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ ซึ่งมีผู้เข้าร่วมอบรมประกอบด้วย ครูและนักเรียน นักศึกษา ผู้ปกครอง และผู้ที่สนใจทั่วไป และวิเคราะห์ผลการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานจริง พบว่า ระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่สร้างขึ้นสามารถใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มได้เท่ากับ 13.2 กิโลกรัมต่อเดือน หรือสามารถช่วยลดปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในการประกอบอาหารกลางวันของโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้เท่ากับ 307 บาทต่อเดือน และได้แหล่งเรียนรู้กระบวนการวิธีการสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบถุงพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) ที่สามารถใช้งานได้จริง สำหรับเป็นแหล่งเผยแพร่ความรู้ให้กับชุมชนหรือโรงเรียนใกล้เคียงต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

บ่อหมักก๊าซชีวภาพของโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ จะมีการขาดช่วงเติมวัตถุดิบในช่วงเวลาปิดเทอมที่ไม่มีเศษอาหารเหลือทิ้ง จึงควรมีระบบความร่วมมือจากชาวบ้านโดยอาจมีการนำมูลวัว มูลไก่ หรือขยะเปียกของชาวบ้านในระแวกใกล้เคียงมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับเติมลงบ่อหมักในช่วงปิดเทอม และประชาสัมพันธ์ให้มีการใช้งานก๊าซหุงต้มที่ได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพได้ฟรีในช่วงปิดเทอม เพื่อให้ใช้งานระบบผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองเป่าปี่ และองค์การบริหารส่วนตำบลศาลาลัย อำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความร่วมมือในการดำเนินโครงการครั้งนี้ให้ลุล่วงและประสบผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2554). **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 5**. กรุงเทพฯ : บริษัท เอเบิล คอนซัลแตนท์ จำกัด.

นงลักษณ์ พรมสถิต, สุวรรณา จีรโภคสกุล, สมศักดิ์ พลายฆาต. (2556). **การจัดการขยะมูลฝอย**. สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี.

นเรศน์ ม่วงรุ่ง. (2545). **การจัดการแยกขยะมูลฝอยในโรงเรียน**. <จาก http://dric.nrct.go.th/Search/SearthDetail/122194> (สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2561).

สุธรรม ปทุมสวัสดิ์. (2556). **เทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน**. ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุนันทา เลาวัณย์ศิริ และคณะ. (2554). ศึกษาเกี่ยวกับ **การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์และขยะอินทรีย์ในชุมชน**. มหาวิทยลัยราชภัฏสวนสุนันทา.