บทที่ 5
อภิปรายผลและสรุปผลการศึกษา

5.1 การทดลองแบบกะ (Batch test)

เศษอาหารที่ผ่านการหมักในขั้นตอนสร้างกรดอินทรีย์ระเหยที่ระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน มีค่า VFA เฉลี่ยเท่ากับ 759, 875, 1410, 1401, 1255, 1246, 1142 และ1038 mg/L ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ในเศษอาหารถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระบวนการสร้างกรดเปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ระเหยสูงสุดที่ระยะเวลาการหมัก 3 วัน หลังจากนั้นกรดอินทรีย์ระเหยจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นก๊าซ ทำให้ค่า VFA ลดลง และมีค่าต่ำสุดในวันที่ 7

เมื่อนำเศษอาหารที่ผ่านการหมักสร้างกรดที่ระยะเวลาต่างๆ ผสมกับน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นด้วยอัตราส่วน 1:1 และป้อนเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่าชุดทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการหมักสร้างกรดอินทรีย์ระเหยที่ระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน มีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ เฉลี่ยเท่ากับ 6,212.0, 4,042.9, 3,881.3, 301.0, 66.8, 105.0, 135.7 และ 81.9 mL ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ชุดทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการหมักสร้างกรดอินทรีย์ระเหยที่ระยะเวลา 0 วัน (ไม่ผ่านการหมักสร้างกรดอินทรีย์) มีปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพสูงที่สุด รองลงมาคือ ชุดทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการหมักกรด 1 และ 2 วัน ตามลำดับ โดยการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการหมักกรด 3-7 วัน สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ต่ำมาก เนื่องจากขยะเศษอาหารถูกหมักในถังหมักกรดเป็นระยะเวลานานก่อนป้อนเข้าสู่ชุดผลิตก๊าซชีวภาพ ทำให้สารอินทรีย์ซึ่งเป็นสารอาหารตั้งต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพ ถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นก๊าซต่าง ๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยในชุดหมักกรดจากเศษอาหารที่ระยะเวลาต่างๆ ซึ่งพบว่าปริมาณกรดระเหยจะมีค่าสูงสุดในวันที่ 2 (สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ในเศษอาหารถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ระเหย) หลังจากนั้นปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยจะค่อยๆ ลดลง เนื่องจากกรดอินทรีย์ระเหยถูกย่อยสลายต่อเป็นก๊าซ

ผลการตรวจวัดปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการหมักสร้างกรดอินทรีย์ที่ระยะเวลาต่างๆ แสดงให้เห็นว่า ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับเศษอาหาร ไม่จำเป็นต้องแยกถังหมักเป็นถังผลิตกรดอินทรีย์และถังผลิตก๊าซชีวภาพ การย่อยสลายทั้ง 2 ขั้นตอนสามารถเกิดขึ้นร่วมกันภายในถังเดียวกัน โดยสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้มากกว่าการหมักแบบแยกถัง

5.2 การทดลองเดินระบบแบบต่อเนื่อง (Continuous operation) ระดับห้องปฏิบัติการ

ชุดทดลองแบบต่อเนื่อง ประกอบด้วย 2 ชุดทดลองย่อย ชุดทดลองที่ 1 เดินระบบด้วยน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับขยะเศษอาหาร ชุดทดลองที่ 2 เดินระบบด้วยน้ำเสียยางแผ่น จากการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบ พบว่าชุดทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าบีโอดี เฉลี่ยเท่ากับ 11,800 และ 7,800 mg/L ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยซีโอดีเท่ากับ 28,267.00 และ 26,311.11 mg/L ตามลำดับ ค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ ค่าไนโตรเจนในรูปทีเคเอนเฉลี่ยเท่ากับ 214.67 และ 149.33 mg/L ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำเสียยางแผ่นผสมกับเศษอาหารมีค่าบีโอดี ซีโอดี และไนโตรเจน สูงกว่าน้ำเสียยางแผ่นเพียงอย่างเดียว และจากการตรวจวัดองค์ประกอบของก๊าซต่างๆ ในก๊าซชีวภาพ พบว่าชุดทดลองที่ 1 มีปริมาณก๊าซ H_2S, CH_4, CO_2 และ N_2 เฉลี่ยเท่ากับ 1,217.53 ppm, 52.97 %, 20.27 % และ 19.91% ตามลำดับ ชุดทดลองที่ 2 มีปริมาณก๊าซ H_2S, CH_4, CO_2 และ N_2 เฉลี่ยเท่ากับ 7,305.20 ppm, 23.94 %, 41.84 % และ 25.98 % ตามลำดับจะเห็นได้ว่า ชุดทดลองที่ 2 มีปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงกว่าชุดทดลองที่ 1 เนื่องจากมีการเติมน้ำเสียยางแผ่นเพียงอย่างเดียว โดยน้ำเสียยางแผ่นมีการปนเปื้อนของซัลเฟตสูง ซึ่งจุลินทรีย์ใช้ซัลเฟตในระบบ (sulfate reducing bacteria) จะเปลี่ยนรูปซัลเฟตเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของก๊าซมีเทน เห็นได้ว่า ชุดทดลองน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารมีปริมาณก๊าซมีเทนสูงกว่าชุดทดลองน้ำเสียยางแผ่น เนื่องจากเศษอาหารมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน มากกว่าน้ำเสียยางแผ่น ซึ่งเป็นสารอาหารจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนเป็นกรดอะซิติกได้ ซึ่งกรดอะซิติกจะเปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซมีเทน

5.3 ชุดทดลองแบบต่อเนื่องในพื้นที่ชุมชน

ชุดทดลองแบบต่อเนื่องในพื้นที่ชุมชน จัดทำขึ้นในครัวเรือนนำร่องของเกษตรกรชาวสวนยาง บ้านเกาะหมากน้อย ตำบลเกาะปันหยี อำเภอเมือง จังหวัดพังงา โดยเดินระบบด้วยน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับขยะเศษอาหาร ด้วยอัตราส่วน 1:1 ระยะเวลาเก็บกัก 30 วัน ค่าบีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และทีเคเอ็นไนโตรเจน ในน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22,500, 32,120, 820.5 และ 325.52 mg/L ตามลำดับ น้ำเสียออกจากระบบมีค่าบีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และทีเคเอ็นไนโตรเจน เฉลี่ยเท่ากับ 5,300, 12,300, 235.0 และ 305.45 mg/L ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และทีเคเอ็นไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.55, 61.71, 71.34 และ 6.17 % ตามลำดับ น้ำออกจากระบบยังคงมีค่าความสกปรกสูงมาก ไม่สามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำได้ อย่างๆ ก็ตาม ระบบสามารถลดปัญหากลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย น้ำออกจากระบบมีธาตุอาหารไนโตรเจนในปริมาณที่สูงมาก เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อการเพาะปลูก

จากการตรวจวัดอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับขยะเศษอาหารจากครัวเรือน พบว่า ระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 0.35 m^3-gas/m^3-reactor หรือ 0.50 m^3-gas/ kg $COD_{removed}$ ซึ่งผล

การทดลองสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tran และ คณะ (2003) โดยรายงานว่าระบบก๊าซชีวภาพมีศักยภาพในการผลิตก๊าซในอัตรา 0.3-0.6 m^3-gas/ kg $COD_{removed}$ โดยก๊าซชีวภาพมีส่วนประกอบของก๊าซก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 1,522.15 ppm ก๊าซมีเทน 61.25% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 31.25% และก๊าซไนโตรเจน 5.12%

เพื่อเป็นต้นแบบให้แก่เกษตรกรชาวสวนยาง จึงได้จัดทำแบบแปลนและก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารให้แก่ครัวเรือนนำร่อง ซึ่งมีกำลังการผลิตยางแผ่น 20 แผ่นต่อวัน มีอัตราการเกิดน้ำเสีย 40 ลิตรต่อวัน และมีขยะเศษอาหาร 5-10 ลิตรต่อวัน จากการเดินระบบและติดตามการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบฯ ไปใช้ประโยชน์ในการหุงต้มในครัวเรือน พบว่าระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 600 ลิตรต่อวัน สามารถใช้ก๊าซชีวภาพในการประกอบอาหารในครัวเรือนได้นาน 2 ชั่วโมง และทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) ที่ใช้อยู่เดิมได้ทั้งหมด และได้ถ่ายทอดความรู้ในการผลิตก๊าซชีวภาพน้ำเสียยางแผ่นร่วมกับขยะเศษอาหารให้แก่คนในโดยจัดทำแบบแปลนการก่อสร้างระบบพร้อมทั้งวิธีการจัดทำและเดินระบบ และจัดการประชุมเผยแพร่ความรู้ให้แก่ชาวบ้านเกาะหมากน้อย