# บทที่ 5

# สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลวิจัยการที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ ในการหาเครื่องต้นแบบการแปรรูปขยะอินทรีย์ให้เป็นไบโอดีเซลและแก๊สชีวภาพในชุมชน ตำบลบางแค จังหวัดสมุทรสงคราม โดยในช่วงระยะปีที่ 2 ที่เน้นการพัฒนานำผลการทดลองการแปรรูปขยะอินทรีย์ให้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบของไบโอดีเซลและแก๊สชีวภาพนำไปใช้ประโยชน์ในชุมชนนั้น สามารถสรุปผลการวิจัย ดังนี้

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลวิจัยการทดลองแปรรูปขยะอินทรีย์ 2 ประเภท ที่ประกอบด้วยขยะอินทรีย์ในครัวเรือน ประกอบด้วย เศษอาหาร มูลสัตว์ น้ำมันพืชที่ผ่านการใช้แล้วในครัวเรือน โดยรวมแล้วมีปริมาณร้อยละโดยน้ำหนัก ประมาณ 35-45 ของขยะทั้งหมดในแต่ละวัน มีผลสรุปดังนี้

**5.1.1 สรุปผลการแปรรูปขยะอินทรีย์ให้สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบของแก๊สชีวภาพโดยอาศัยเทคโนโลยีชีวภาพในระดับห้องปฏิบัติการ**

สามารถนำขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารผสมกับมูลโค เพื่อผลิตเป็นแก๊สชีวภาพในระดับห้องปฏิบัติการในสัดส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก สามารถผลิตแก๊สได้สูงสุด 68.25 เปอร์เซนต์ ส่วนการทดลองด้วยการผสมเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไทยประเภทเชื้อจากเชื้อ *Pseudomonas stutzeri* และ *Pseudomonas aeruginosa* กับเศษอาหารในสัดส่วน 1:1 สามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้สูงสุด 42.56 และ 42.2 เปอร์เซนต์ ปริมาณต่ำกว่าชุดควบคุม

**5.1.2 สรุปผลการแปรรูปขยะอินทรีย์ให้สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบของไบโอดีเซลในระดับห้องปฏิบัติการ**

เชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไทยที่ได้การเพาะเชื้อจากบ่อดักไขมันในพื้นที่ศึกษา จำนวน 6 สายพันธุ์ สามารถนำมาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันที่มีส่วนผสมของเมทานอล 20 เปอร์เซนต์ ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาชีวเคมี 48 ชั่วโมง พบว่าเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ *Pseudomonas stutzeri* สามารถที่จะผลิตไบโอดีเซล(เมทิลเอสเทอร์)ได้ในปริมาณสูงสุด 89.5 เปอร์เซนต์ในสัดส่วน น้ำมันต่อเชื้อ4:1 โดยปริมาตร และพบว่ามีค่าความร้อนของไบโอดีเซลจากการนำเชื้อแบคทีเรีย 6 ชนิดมาทำปฏิกิริยาชีวเคมีในช่วง 8997.2901-9511.8890 cal/gm. ค่าความหนืดในช่วง 12.59 -15.38 cSt. และจุดวาบไฟที่ 172-205 °C ซึ่งมีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานไบโอดีเซลชุมชนตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานสำหรับเครื่องยนต์เกษตร พ.ศ. 2550 เล็กน้อย โดยชุดทดลองควบคุมที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นสารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 5.0 กรัมต่อน้ำมัน 1.0 ลิตรผสมกับเมทานอล 20

เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ซึ่งสามารถผลผลิตไบโอดีเซลได้ร้อยละ 97.1 ค่าความหนืดที่ 4.0 cSt. มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานไบโอดีเซลชุมชนตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานสำหรับเครื่องยนต์เกษตร พ.ศ. 2550

5.1.3 **สรุปผลการนำแบคทีเรียไปทดสอบกับชุดทดลองสำหรับแปรรูปขยะอินทรีย์เป็นไบโอดีเซล และผลิตแก๊สชีวภาพในระดับชุมชน**

น้ำมันพืชที่ผ่านการใช้แล้วในครัวเรือนของชุมชนที่มีค่าปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA=1.5-2.5%) และทำการเลือกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตไบโอดีเซลจากระดับห้องปฏิบัติการ 2 ประเภท คือ *Pseudomonas stutzeri* (BNL1-15), *Bacillus anthracis* (BK3-2) ในสัดส่วน น้ำมัน: เชื้อ 4 : 1 สามารถผลิตไบโอดีเซลได้ร้อยละ 65-70 โดยปริมาตร ส่วนชุดควบคุมเป็นการผลิตโดยใช้กระบวนทรานส์เอสเทอริฟิเคชันทางเคมี และคุณภาพของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ในส่วนของชุดควบคุมมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานไบโอดีเซลชุมชนตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานสำหรับเครื่องยนต์เกษตร พ.ศ. 2550 ส่วนการผลิตด้วยเทคโนโลยีทางชีวภาพที่อาศัยเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไทยมีค่าด้อยกว่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน

**5.1.4 สรุปผลการอบรมสาธิตการแปรรูปขยะอินทรีย์ให้สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบของไบโอดีเซลและแก๊สชีวภาพโดยอาศัยเทคโนโลยีชีวภาพในระดับชุมชน**

พบว่าระดับความพึงพอใจของชุมชนในการเข้าร่วมกิจกรรมการวิจัยในครั้งนี้เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจในระดับมากในทุกๆประเด็นที่ประกอบด้วยประเด็นความรู้ความสามารถที่ได้รับจากการอบรมประเด็นความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรมและประเด็นการนำไปใช้ประโยชน์จากการวิจัย พบว่ามีความพึงพอในภาพรวมของกระบวนการวิจัยมากกว่า50 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับความต้องการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ภายในครัวเรือนได้โดยตรง ต้องการให้มีหน่วยงานในตำบลทำการผลิตและจ่ายแก๊สชีวภาพและไบโอดีเซลให้ทั่วถึงทั้งตำบลอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

## 5.2 อภิปรายผล

การพัฒนาเพื่อแปรรูปขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย โดยใช้เทคโนโลยีทางชีวภาพและกระบวนการทางเคมี สามารถที่แปรรูปขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากครัวเรือนได้ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะการผลิตแก๊สชีวภาพจากเศษอาหาร และยังคงมีเทคโนโลยีที่มีการศึกษาในปัจจุบันอีกหลายรูปแบบ เช่น เทคโนโลยีการผลิตด้วยกระบวนการทางชีว-เคมี เทคโนโลยีทางเคมี และเทคโนโลยีการใช้ความร้อน เพื่อเปลี่ยนเป็นแก๊สชีวภาพ หรือเปลี่ยนเป็นสารเคมีที่มีองค์ประกอบที่ใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงได้ (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, 2553) ซึ่งสามารถที่ต่อยอดพัฒนาการจัดการขยะอินทรีย์ในชุมชนได้มากขึ้น เนื่องจากขยะในชุมชนยังมีประเภทขยะที่ย่อยสลายได้ในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ อาทิ เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถที่นำมาแปรรูปเป็นพลังงานทดแทนได้หลายรูปแบบอาทิ Jewell และ Wujckit (1980) ได้ทำการทดลองโดยใช้ของเสียจากการเกษตร เช่น

มูลสัตว์ ฟางข้าว และข้าวโพด โดยใช้ถังหมักแบบ Batch พบว่า สามารถผลิตก๊าซมีเทนอย่างมีประสิทธิภาพที่ปริมาณ Total Solids มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในลักษณะนี้จะประสบความสำเร็จได้ดีจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากชุมชนเป็นอย่างดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ในกระบวนการจัดการกับขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนปัจจุบัน จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ผสมผสาน โดยเฉพาะสิ่งแรกที่ควรเกิดขึ้นก่อน คือ การรณรงค์ ปลูกฝังให้เกิดจิตสำนึกให้เกิดการคัดแยกขยะจากครัวเรือนก่อน

5.3.2 ขยะที่สามารถแยกได้ในแต่ละครัวเรือนควรมีพื้นที่สำหรับในการจัดเก็บและแปรรูปให้เกิดประโยชน์เป็นพื้นที่ตัวอย่างก่อน เนื่องจากขยะที่ย่อยสลายได้ในระดับครัวเรือนแต่ละหลังมีปริมาณที่ไม่มากพอที่จะผลิตแก๊สชีวภาพและไบโอดีเซลได้ในแต่ละวัน ดังนั้น หากสามารถมีพื้นที่และเทคโนโลยีที่เหมาะสมย่อมจะทำให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์มาก

5.3.2 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์หลังจากมีกระบวนการผลิตน้ำตามผลงานวิจัยนี้

5.3.3 ควรมีการศึกษาผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบที่เกิดจากการเลือกปฏิบัติในการผลิตด้วยเทคโนโลยีชีวภาพภายในชุมชนเพิ่มเติม ในส่วนของเวลาในการทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟเคชั่นโดยการใชเซลลตรึงรูปเปนตัวเรงปฏิกิริยา