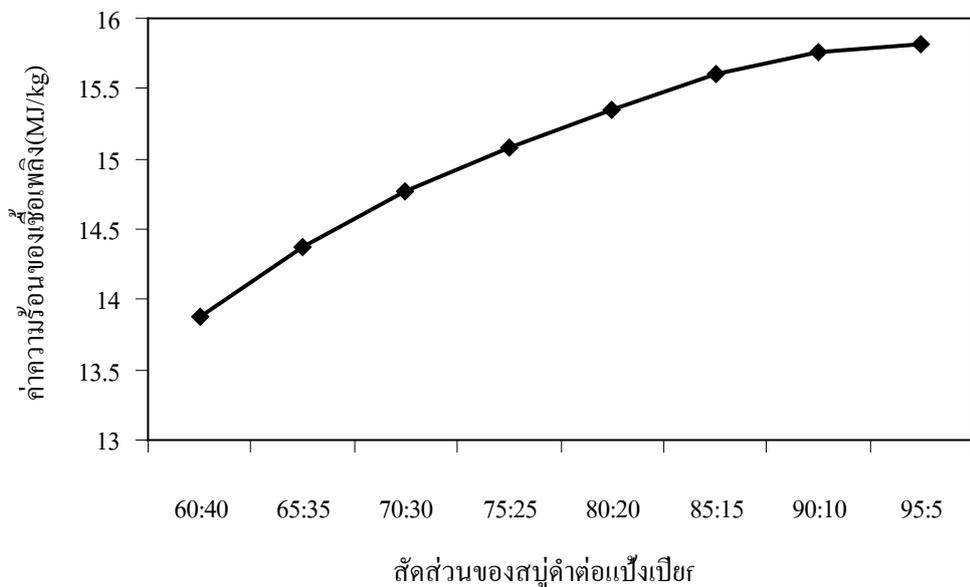


บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

ผลการทดลองสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตด้วยเครื่องอัดขนาด 10 แรงม้าสามารถสรุปผล และนำไปเขียนกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ต่างๆ ในแต่ละการทดลองได้ดังรูปที่ 4.1- 4.15

4.1.1 ผลการทดลองที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน (อิทธิพลของสัดส่วนตัวประสาน)



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนของเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสบู่อัดต่อตัวประสานแป้งเปียก

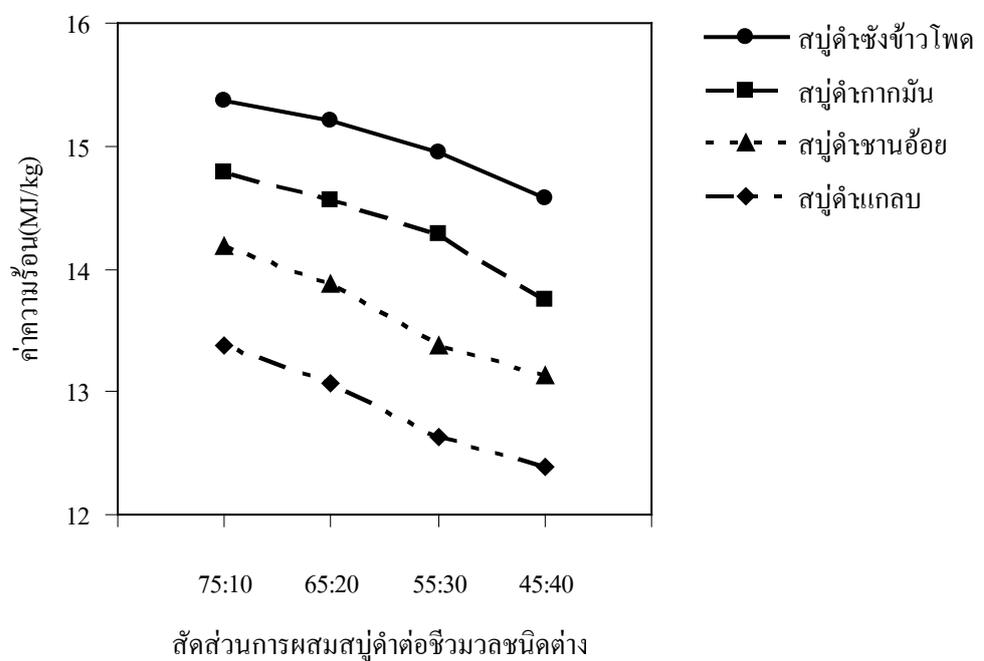
จากรูปที่ 4.1 เป็นผลการทดลองการผสมระหว่างสบู่อัดต่อแป้งเปียกที่สัดส่วนต่างๆ พบว่าค่าความร้อนของเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้นตามการลดลงของสัดส่วนการผสมแป้งเปียก เพราะการผสมแป้งเปียกที่มากขึ้นจะเป็นการลดสัดส่วนของตัวเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีในแท่งเชื้อเพลิง นอกจากนี้เมื่อทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงพบว่า ที่สัดส่วนสบู่อัดต่อแป้งเปียกที่ 80 : 20 และ 85 : 15 แท่งเชื้อเพลิงจะประสานเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีที่สุดดังรูปที่ 4.2 แต่สำหรับสัดส่วนที่ใช้แป้งเปียกต่ำกว่าร้อยละ 15 ปรากฏว่าเชื้อเพลิงไม่สามารถอัดติดเป็นก้อนได้ ดังนั้นในตอนต่อจากนี้จึงเลือกทำการศึกษาอิทธิพลของวัตถุดิบที่สัดส่วนตัวประสานแป้งเปียกที่ร้อยละ 15 และ 20 เท่านั้น



รูปที่ 4.2 ลักษณะแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้

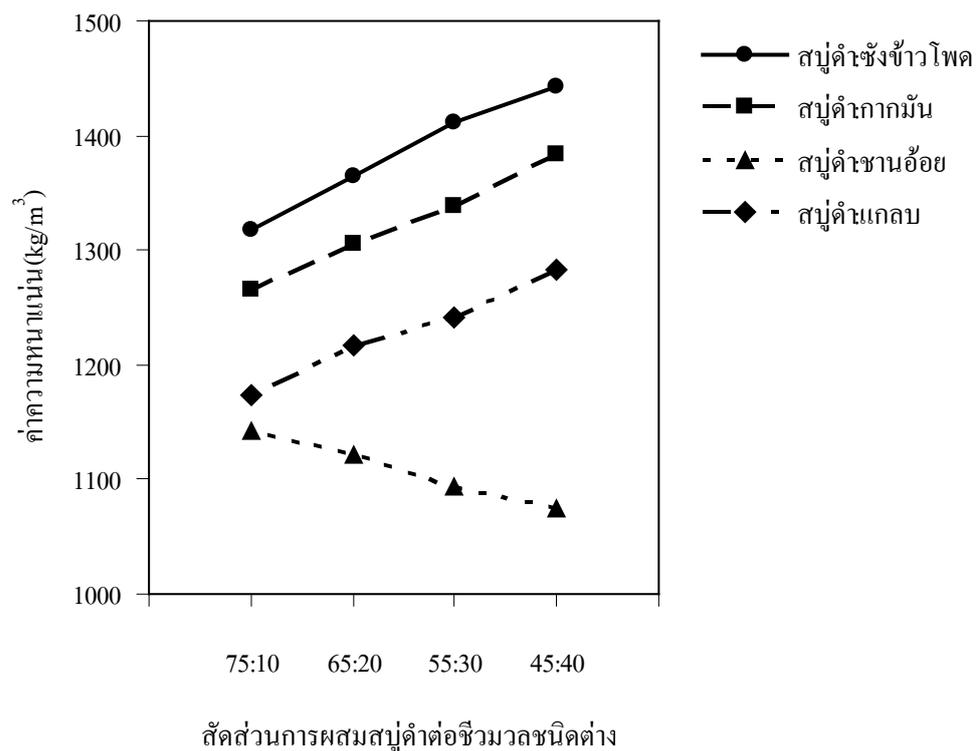
4.1.2 ผลการทดลองที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน (อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบ)

4.1.2.1 อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบเมื่อใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ร้อยละ 15



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสับคั่วต่อวัสดุชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15

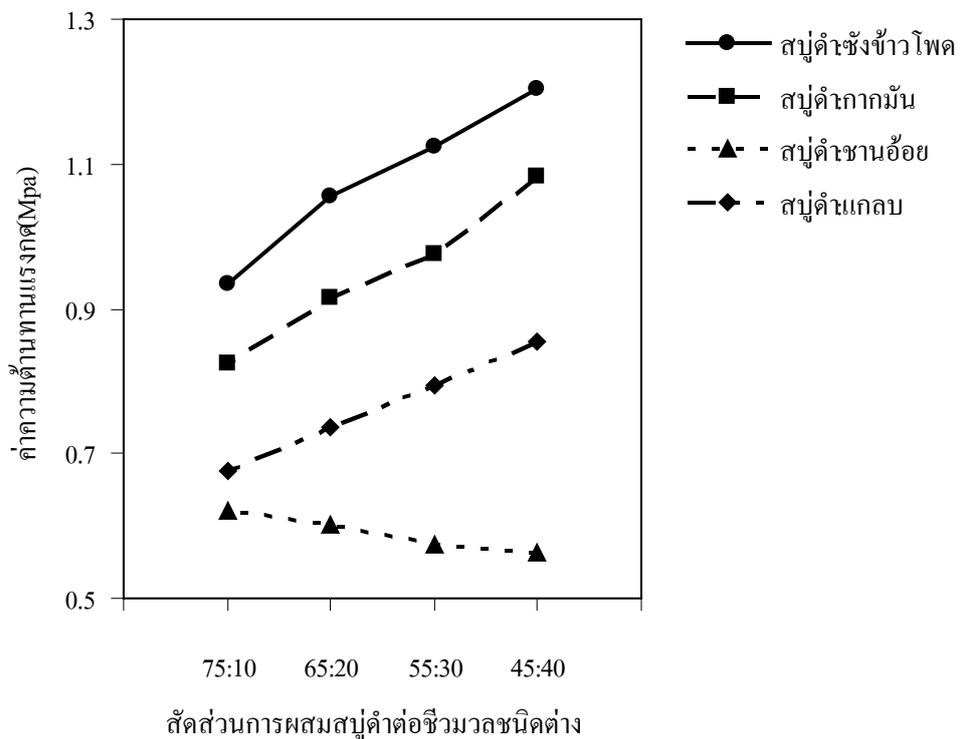
จากรูปที่ 4.3 นั้นเป็นผลการทดลองในการผสมวัตถุดิบซึ่งเป็นสบูดำต่อวัสดุชีวมวลอื่นๆ อันได้แก่ ชั่งข้าวโพด กากมันสำปะหลัง ชานอ้อย และแกลบที่สัดส่วน 75 : 10, 65 : 20, 55 : 30 และ 45 : 40 ใช้สัดส่วนการผสมชีวมวลต่อแป้งเปียกที่ 85 : 15 ซึ่งจาก Proximate Analysis ในตารางที่ 3.1 ค่าความร้อนของสบูดำมีค่าสูงที่สุดรองลงมาเป็นชั่งข้าวโพด กากมันสำปะหลัง ชานอ้อย และแกลบ ตามลำดับ พบว่าเมื่อทำการลดสัดส่วนของสบูดำจะทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงลดลงเนื่องจากสบูดำมีองค์ประกอบคาร์บอน และค่าความร้อนสูงกว่าวัสดุเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดอื่นที่นำมาผสม ดังนั้นเมื่อสัดส่วนของสบูดำลดลงค่าความร้อนจึงลดลงด้วย โดยที่ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงหลังจากอบจนกระทั่งความชื้นเหลือ 10 % db มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 15.366 MJ/kg ซึ่งได้จากสัดส่วนการผสมระหว่างสบูดำและชั่งข้าวโพดที่ 75 : 10 นอกจากนี้จะสังเกตได้ว่าถ้านำวัสดุชีวมวลที่มีค่าความร้อนสูงมาผสมก็จะทำให้แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย เช่น ในการทดลองนี้ค่าความร้อนของชั่งข้าวโพดสูงกว่ากากมันสำปะหลัง ดังนั้นแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมระหว่างสบูดำกับชั่งข้าวโพดจะมีค่าความร้อนสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมระหว่างสบูดำกับกากมันสำปะหลัง



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสบูดำต่อวัสดุชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15

จากรูปที่ 4.4 เป็นผลการทดลองในการผสมวัตถุดิบซึ่งเป็นสบูดำต่อวัสดุชีวมวลอื่นๆ อันได้แก่ ชั่งข้าวโพด กากมันสำปะหลัง ชานอ้อย และแกลบที่สัดส่วน 75 : 10, 65 : 20, 55 : 30 และ 45 : 40

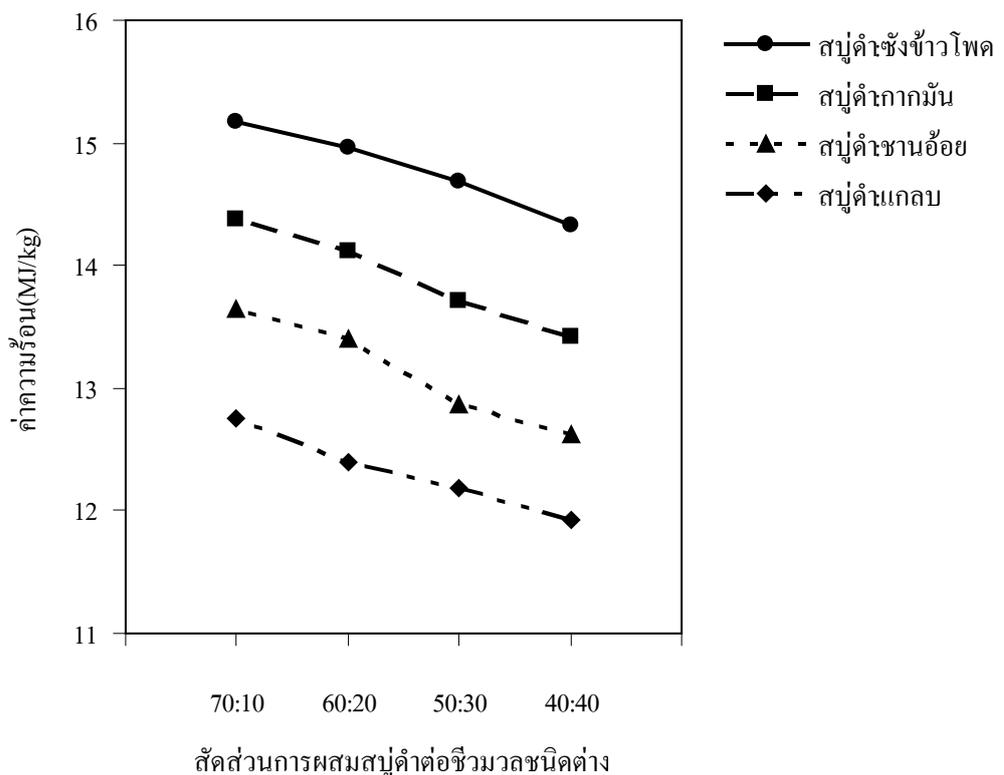
ใช้สัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อวัตถุดิบเป็น 15 : 85 โดยที่ค่าความหนาแน่นของซังข้าวโพดจะมีค่าสูงที่สุดรองลงมาเป็นกากมันสำปะหลัง แกลบ ชานอ้อย และสับุ้ดำ ตามลำดับ จะพบว่าค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตามสัดส่วนการผสมชีวมวลที่มีค่าความหนาแน่นสูง เช่น แท่งเชื้อเพลิงที่ผสมระหว่างสับุ้ดำและซังข้าวโพดที่สัดส่วน 45 : 40 จะมีค่าความหนาแน่นสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผสมระหว่างสับุ้ดำ และซังข้าวโพดที่สัดส่วน 75 : 10 เนื่องจากความหนาแน่นของซังข้าวโพดมีค่าสูงกว่าสับุ้ดำ ดังนั้นเมื่อสัดส่วนในการผสมซังข้าวโพดลดลงค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงจึงลดลงตามไปด้วย โดยที่ค่าความหนาแน่นมีค่าอยู่ระหว่าง 1176-1584 kg/m³ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าชนิดของชีวมวลที่ใช้เพื่อผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะมีผลต่อความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง เช่น ซังข้าวโพดมีค่าความหนาแน่นสูงกว่ากากมันสำปะหลังจึงทำให้ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากซังข้าวโพดผสมกับสับุ้ดำมีค่าสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากกากมันสำปะหลังผสมกับสับุ้ดำเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนเดียวกัน ในกรณีของชานอ้อยผสมกับสับุ้ดำจะเห็นว่าลักษณะกราฟจะสวนทางกับกรณีของชีวมวลชนิดอื่นๆ เนื่องจากค่าความหนาแน่นของสับุ้ดำมีค่าสูงกว่าชานอ้อย ดังนั้นเมื่อสัดส่วนการผสมสับุ้ดำเพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงสูงขึ้น



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสับุ้ดำต่อวัตถุดิบชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15

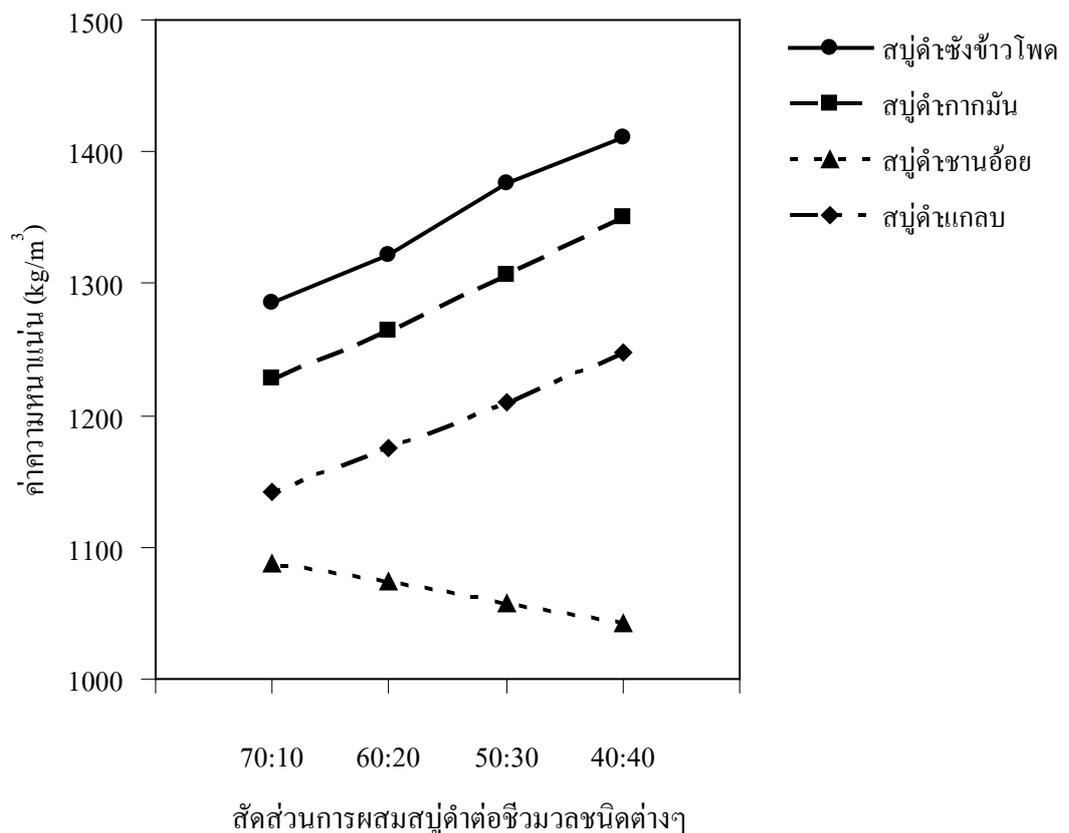
สำหรับค่าความต้านทานแรงกดจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับค่าความหนาแน่น คือ มีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของชีวมวลที่มีความหนาแน่นสูง จากรูปที่ 4.4 และ 4.5 จะเห็นว่าแท่งเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นสูงก็จะมีค่าความต้านทานแรงกดสูงตามไปด้วย และแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยชีวมวลที่มีความหนาแน่นสูงจะมีค่าความต้านทานแรงกดสูงด้วย เช่นในกรณีของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากสับุดำผสมกับขี้ข้าวโพดจะมีค่าความต้านทานแรงกดสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากสับุดำผสมกับแกลบ เมื่อเปรียบเทียบที่สัดส่วนการผสมเดียวกัน ลักษณะของผลของค่าความต้านทานแรงกดที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะการผสมชีวมวลที่มีความหนาแน่นสูงจะทำให้แท่งเชื้อเพลิงมีเนื้อแน่น และมีรูพรุนเนื่องจากการระเหยไอน้ำในตัวประสานแข็งเป็ยกหลังจากทำการอบหรือตากให้แห้งอยู่น้อย เมื่อนำไปทดสอบกดด้วยเครื่อง UTM จึงสามารถทนแรงกดได้สูง ค่าความต้านทานแรงกดที่ทดสอบได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.676-1.205 MPa โดยที่ค่าความต้านทานแรงกดสูงสุดได้จากแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากสับุดำผสมกับขี้ข้าวโพดต่อตัวประสานแข็งเป็ยกเป็น 45 : 40 : 15

4.1.2.2 อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบเมื่อใช้แข็งเป็ยกเป็นตัวประสานที่ร้อยละ 20

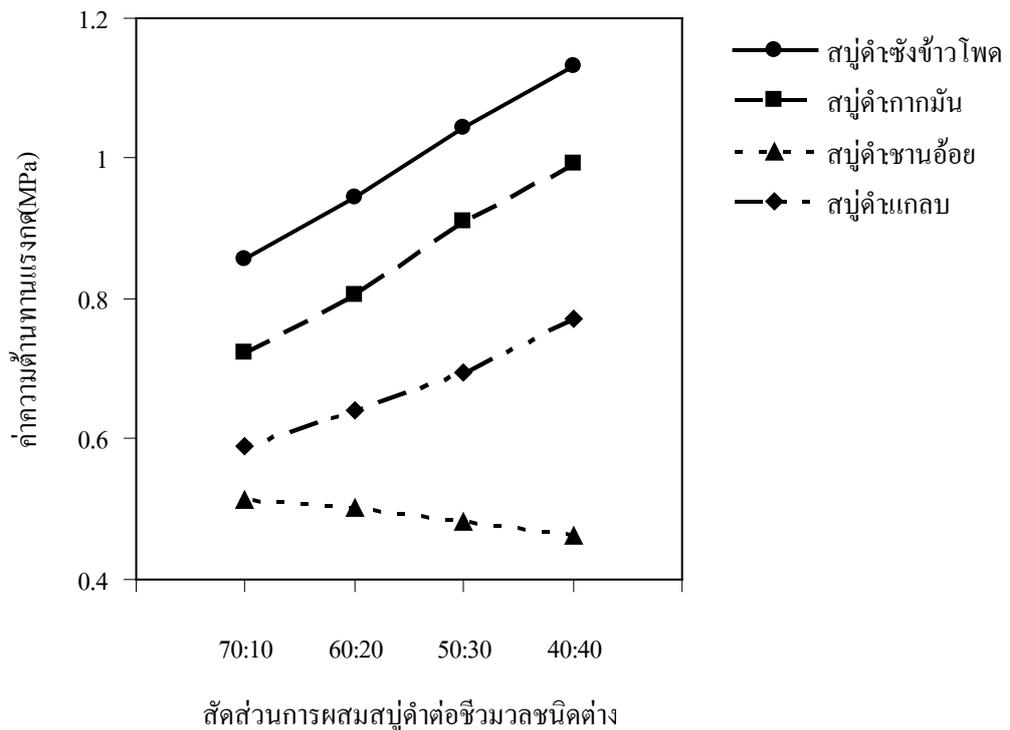


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสับุดำต่อวัสดุชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้แข็งเป็ยกเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 20

จากรูปที่ 4.6 เป็นผลการทดลองในการผสมวัตถุดิบซึ่งป็นสับู่ค่าต่อวัสดุชีวมวลอื่นๆ อันได้แก่ ช้างข้าวโพด กากมันสำปะหลัง ชานอ้อย และแกลบที่สัดส่วน 70 : 10, 60 : 20, 50 : 30 และ 40 : 40 ใช้สัดส่วนการผสมชีวมวลต่อแป้งเปียกเป็น 80 : 20 พบว่าผลการทดลองที่ได้จะเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับกรณีสัดส่วนการผสมชีวมวลต่อแป้งเปียกที่ 85 : 15 คือ เมื่อทำการลดสัดส่วนของสับู่ค่าลง จะทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงลดลง และการนำวัสดุชีวมวลที่มีค่าความร้อนสูงมาผสมก็จะทำให้แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย โดยที่ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 15.173 MJ/kg ซึ่งได้จากสัดส่วนการผสมระหว่างตัวสับู่ค่าและช้างข้าวโพดเป็น 70 : 10 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างรูปที่ 4.3 และ 4.6 จะพบว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัวประสานแป้งเปียกในสัดส่วนร้อยละ 20 จะมีค่าความร้อนน้อยกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัวประสานแป้งเปียกในสัดส่วนร้อยละ 15 เนื่องมาจากการผสมตัวประสานในสัดส่วนที่มากขึ้นทำให้ปริมาณวัสดุเชื้อเพลิงชีวมวลในแท่งเชื้อเพลิงลดลง ดังนั้นเมื่อนำไปทดสอบค่าความร้อนจึงมีค่าลดลง



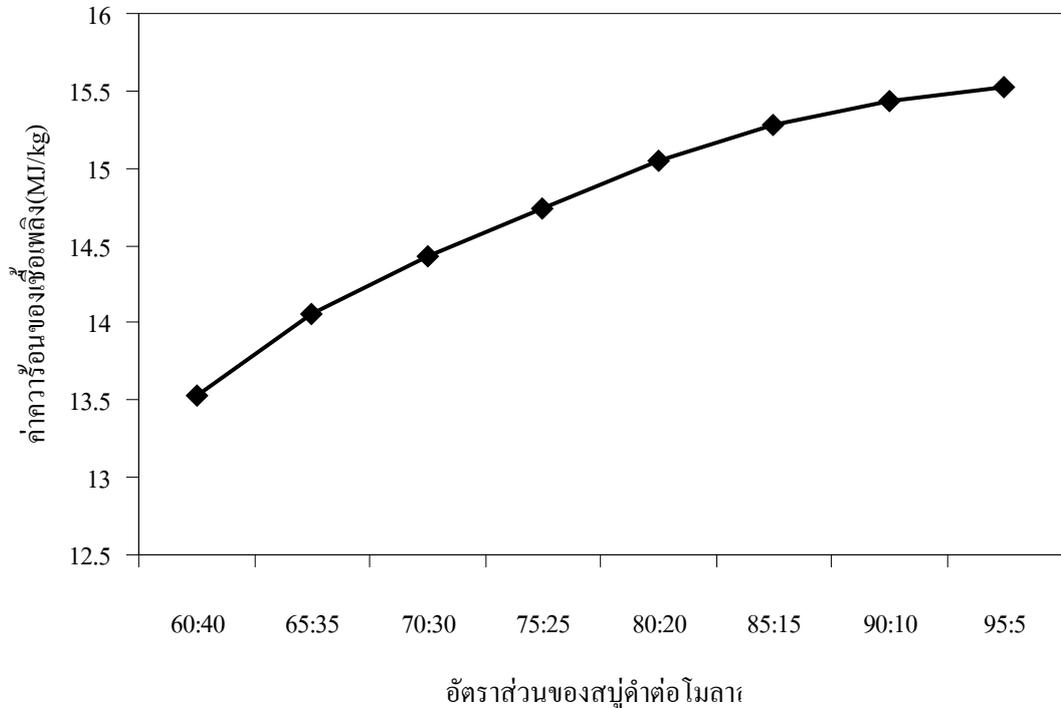
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสับู่ค่าต่อวัสดุชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 20



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสบู่อัดต่อวัสดุชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 20

สำหรับค่าความหนาแน่น และค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัวประสานแป้งเปียกร้อยละ 20 จะพบว่าผลการทดลองเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับในกรณีที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15 คือ ค่าความหนาแน่น และค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตามสัดส่วนการผสมชีวมวลที่มีค่าความหนาแน่นสูงดังแสดงในรูปที่ 4.7 และ 4.8 โดยที่ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง $1043-1411 \text{ kg/m}^3$ ซึ่งต่ำกว่าค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15 เนื่องมาจากการเพิ่มสัดส่วนตัวประสานการแป้งเปียกต่อน้ำหนักวัตถุดิบจะทำให้ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ลดลง เพราะส่วนประกอบหลักของตัวประสานแป้งเปียกเป็นน้ำและเมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้ไปทำการอบหรือตากแห้งจะทำให้หน้าที่มีอยู่ในแท่งเชื้อเพลิงระเหยออกไปจนเกิดรูพรุนขึ้นในแท่งเชื้อเพลิงโดยปริมาตรรูพรุนจะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการผสมตัวประสาน ทำให้ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงลดลงตามการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนตัวประสาน จากเหตุผลข้างต้นจะทำให้ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงลดลงตามการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนแป้งเปียกด้วยเช่นกัน โดยที่ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง $0.46-1.13 \text{ MPa}$ ซึ่งต่ำกว่าในกรณีของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15

4.1.2 ผลการทดลองที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสาน (อิทธิพลของสัดส่วนตัวประสาน)

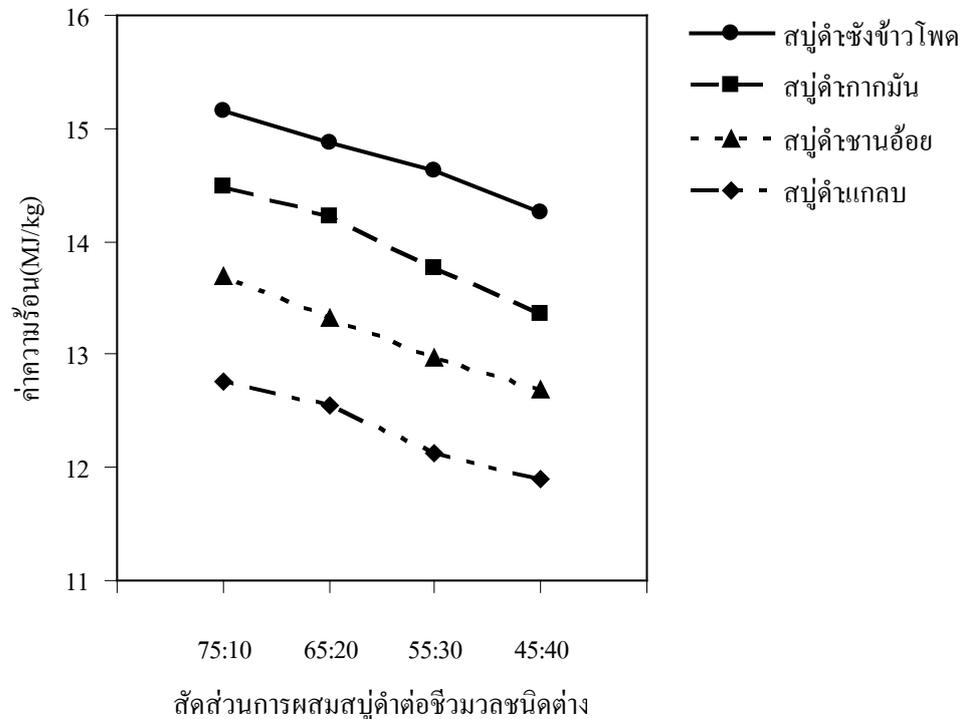


รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนของเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสบูดำต่อตัวประสานกากน้ำตาล

จากรูปที่ 4.9 เป็นผลการทดลองการผสมระหว่างสบูดำต่อตัวประสานกากน้ำตาลที่สัดส่วนต่างๆ พบว่าลักษณะของผลที่ได้จะคล้ายกับในกรณีที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน คือ ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้นตามการลดลงของสัดส่วนการผสมกากน้ำตาล เนื่องจากการผสมกากน้ำตาลมากขึ้นจะเป็นการลดสัดส่วนของวัสดุเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีในแท่งเชื้อเพลิง นอกจากนี้เมื่อสังเกตดูจะพบว่าค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจะต่ำกว่าในกรณีที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานที่อัตราส่วนผสมเดียวกันเพราะตัวประสานกากน้ำตาลมีความหนืดสูงเผาไหม้ได้ยากกว่าตัวประสานแป้งเปียก และจากการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงพบว่าสัดส่วนสบูดำต่อกากน้ำตาลที่ 80:20 และ 85:15 แท่งเชื้อเพลิงจะประสานเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีที่สุด สำหรับที่สัดส่วนสัดส่วนอื่นๆ ปรากฏว่าเชื้อเพลิงไม่สามารถอัดติดเป็นก้อนได้ ดังนั้นในตอนต่อจากนี้จึงเลือกทำการศึกษาอิทธิพลของวัตถุดิบที่สัดส่วนตัวประสานกากน้ำตาลที่ร้อยละ 15 และ 20 เท่านั้นเช่นเดียวกับกับกรณีของตัวประสานแป้งเปียก

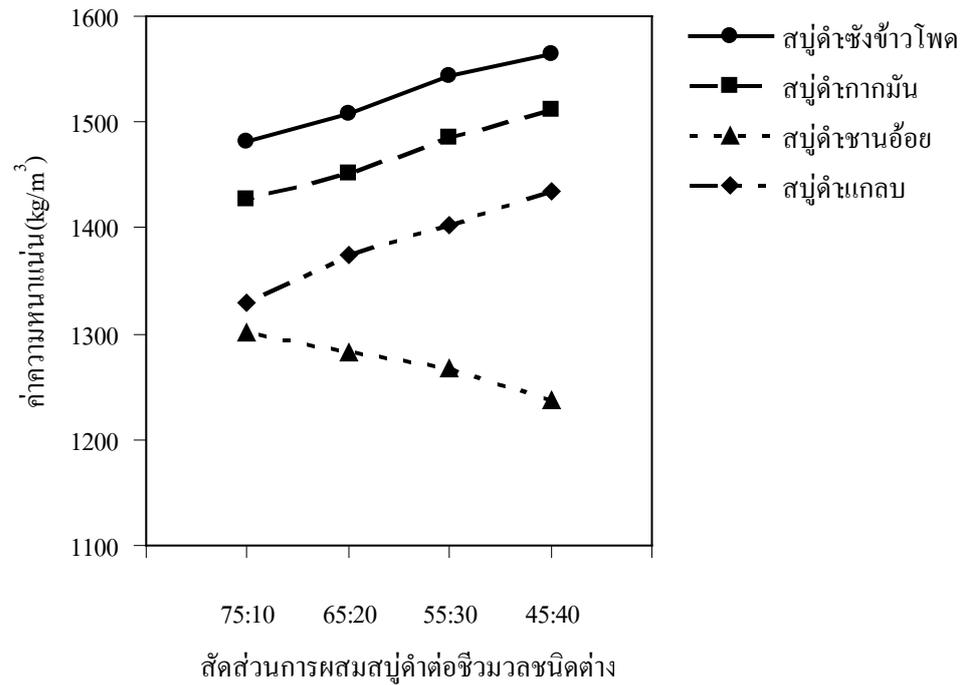
4.1.4 ผลการทดลองที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสาน (อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบ)

4.1.4.1 อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบเมื่อใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่ร้อยละ 15

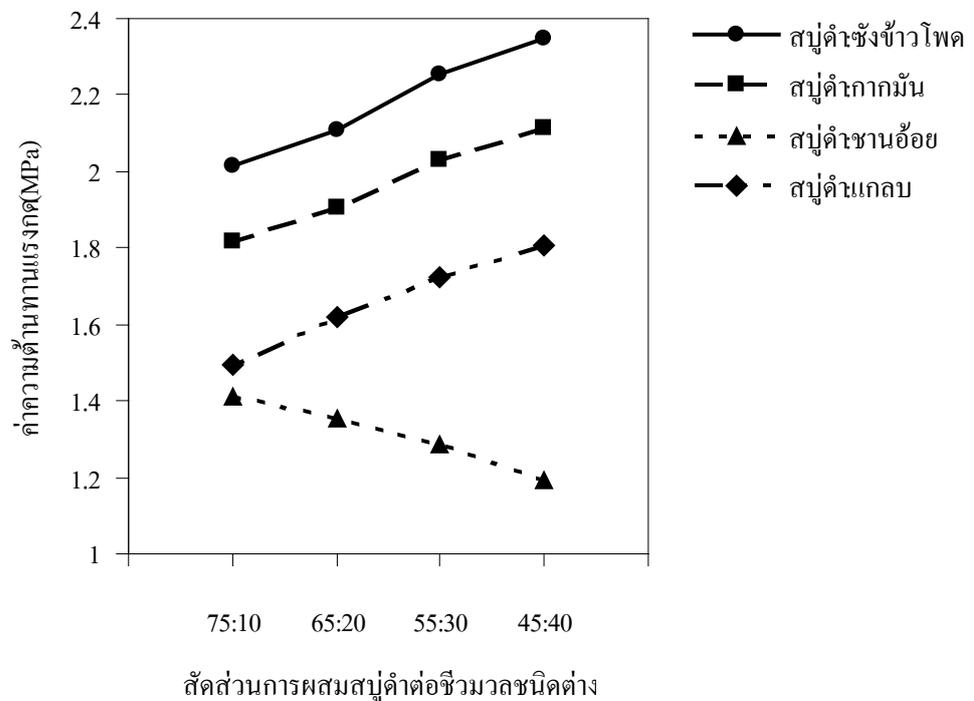


รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสบู่อัดต่อวัสดุชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15

จากรูปที่ 4.10 เป็นผลการทดลองในการผสมวัตถุดิบซึ่งป็นสบู่อัดต่อวัสดุชีวมวลอื่นๆ อันได้แก่ ซังข้าวโพด กากมันสำปะหลัง ชานอ้อย และเกลบที่สัดส่วน 45 : 40, 55 : 30, 65 : 20 และ 75 : 10 สัดส่วนการผสมระหว่างกากน้ำตาลต่อวัตถุดิบที่ 15 : 85 โดยที่ค่าความร้อนของสบู่อัดมีค่าสูงสุด ส่วนซังข้าวโพดจะมีค่าความร้อนสูงกว่ากากมันสำปะหลัง ชานอ้อย และเกลบ ตามลำดับ พบว่าลักษณะของผลการทดลองที่ได้จะคล้ายกับกรณีของตัวประสานแป้งเปียก คือ เมื่อทำการเพิ่มสัดส่วนของสบู่อัดจะทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น และจะสังเกตได้ว่าถ้านำวัสดุชีวมวลที่มีค่าความร้อนสูงมาผสมก็จะทำให้แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างรูปที่ 4.3 และ 4.10 จะเห็นว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานจะมีค่าความร้อนต่ำกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานเนื่องจากกากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่มีความหนืดสูงเผาไหม้ได้ยากกว่าแป้งเปียกจึงทำให้ค่าความร้อนลดลง โดยค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 11.89-14.25 MJ/kg



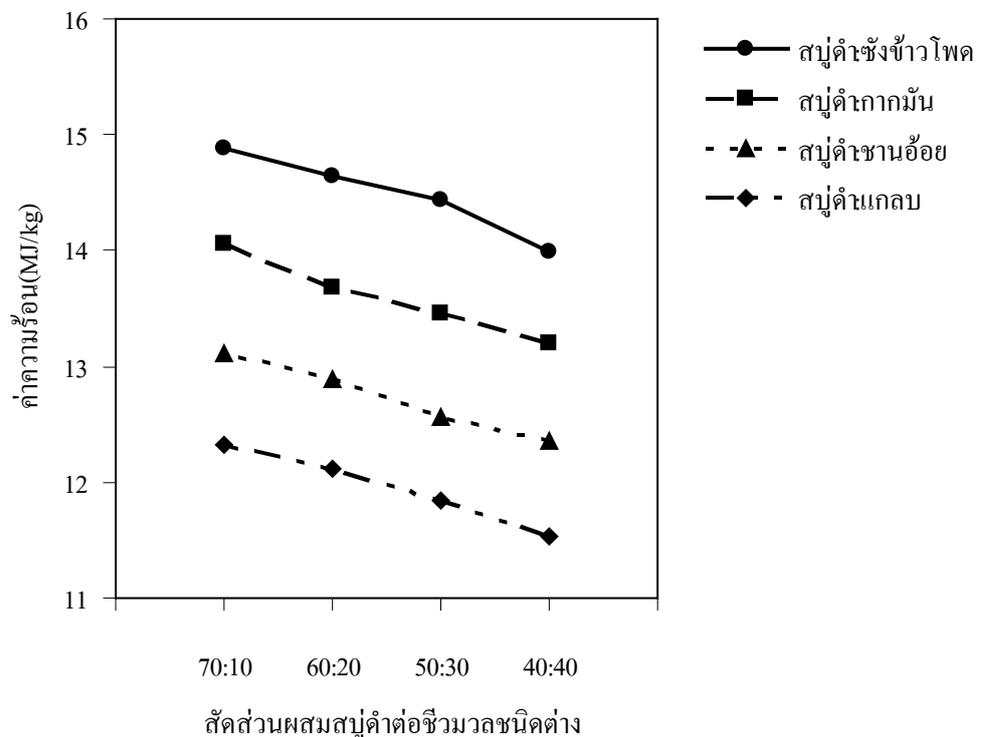
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมปูนดำต่อวัสดุซีเมนต์ต่างๆ ซึ่งใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมปูนดำต่อวัสดุซีเมนต์ต่างๆ ซึ่งใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15

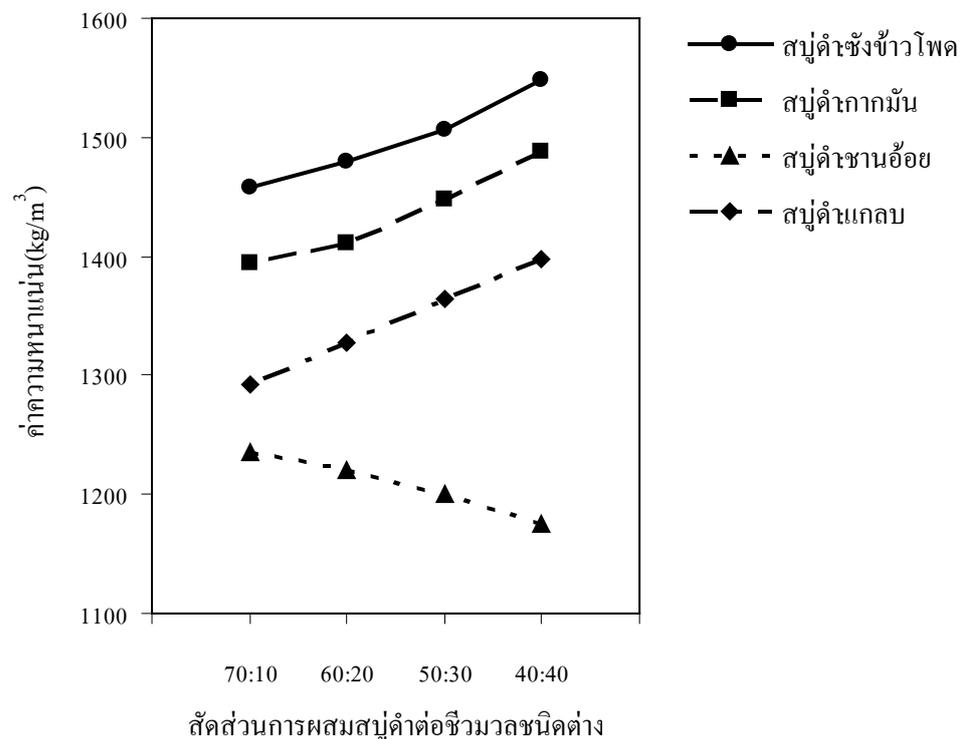
จากรูปที่ 4.11 และ 4.12 เป็นผลการทดลองในการผสมวัตถุดิบซึ่งป็นสบูดำต่อวัสดุชีวมวลอื่นๆ อันได้แก่ ชังข้าวโพด กากมันสำปะหลัง ชานอ้อย และแกลบที่สัดส่วน 75 : 10, 65 : 20, 55 : 30 และที่สัดส่วน 45 : 40 สัดส่วนการผสมระหว่างกากน้ำตาลต่อวัตถุดิบเป็น 15 : 85 โดยที่ค่าความหนาแน่นของชังข้าวโพดจะมีค่าสูงที่สุดรองลงมาเป็นกากมันสำปะหลัง แกลบ ชานอ้อย และสบูดำ ตามลำดับ จะพบว่าสำหรับค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตามสัดส่วนการผสมชีวมวลที่มีค่าความหนาแน่นสูง และการเปลี่ยนแปลงชนิดของชีวมวลที่ใช้ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะมีผลต่อความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงซึ่งสอดคล้องกับผลของค่าความต้านทานแรงกดที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของชีวมวลที่มีความหนาแน่นสูง ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะการผสมชีวมวลที่มีความหนาแน่นสูงจะทำให้แท่งเชื้อเพลิงมีเนื้อแน่น และมีรูพรุนเนื่องจากการระเหยไปของตัวประสานหลังจากทำการอบหรือตากให้แห้งอยู่น้อย เมื่อนำไปทดสอบด้วยเครื่อง UTM จึงสามารถที่จะทนแรงกดได้สูง โดยที่ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้นั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 1330-1565 kg/m³ ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 1.496-2.115 MPa

4.1.4.2 อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบเมื่อใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่ร้อยละ 20

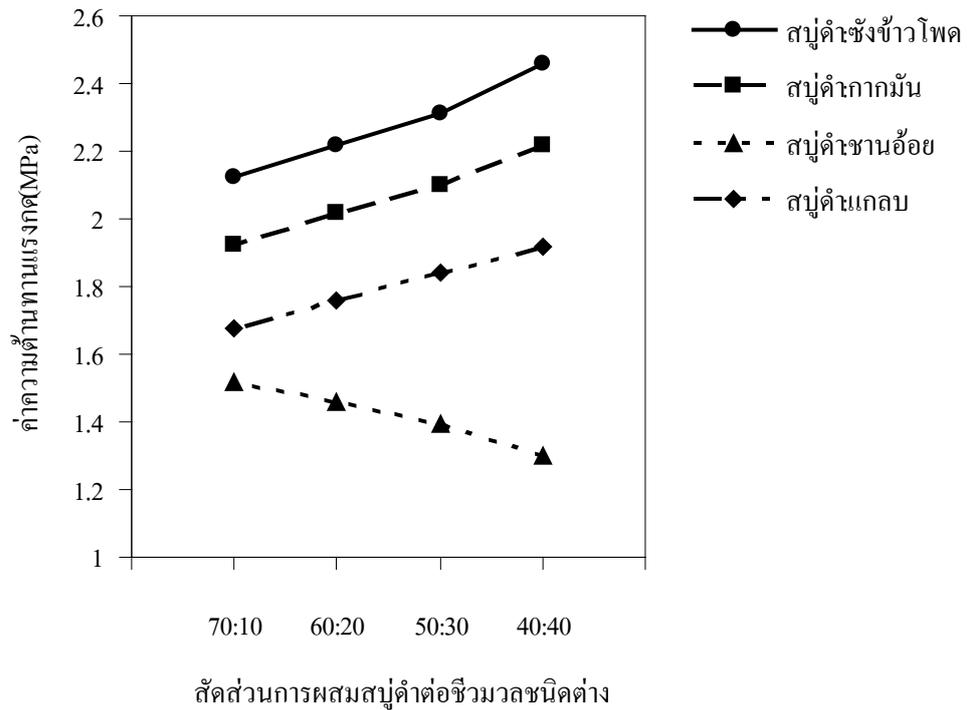


รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสบูดำต่อวัสดุชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 20

จากรูปที่ 4.13 เป็นผลการทดลองในการผสมวัตถุดิบซึ่งเป็นสบู่อัดต่อวัสดุชีวมวลชนิดอื่นๆ อันได้แก่ ช้างข้าวโพด กากมันสำปะหลัง ชานอ้อย และแกลบที่สัดส่วน 70 : 10, 60 : 20, 50 : 30 และ 40 : 40 โดยใช้สัดส่วนการผสมชีวมวลต่อกากน้ำตาลที่ 80 : 20 พบว่าผลการทดลองที่ได้จะเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับกรณีสัดส่วนการผสมระหว่างชีวมวลต่อกากน้ำตาลที่ 85 : 15 คือเมื่อทำการลดสัดส่วนของสบู่อัดจะทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงลดลงและการนำวัสดุชีวมวลที่มีค่าความร้อนสูงมาผสมก็จะทำให้แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย โดยที่ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 11.538-14.876 MJ/kg นอกจากนี้จะพบว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ตัวประสานกากน้ำตาลในสัดส่วนร้อยละ 20 จะมีค่าความร้อนน้อยกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัวประสานกากน้ำตาลในสัดส่วนร้อยละ 15 เนื่องจากการผสมตัวประสานในสัดส่วนที่มากขึ้นทำให้ปริมาณวัสดุเชื้อเพลิงชีวมวลในแท่งเชื้อเพลิงลดลงดังนั้นค่าความร้อนจึงมีค่าลดลง และเนื่องจากกากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่มีความหนืดสูงเผาไหม้ได้ยากกว่าแป้งเปียกจึงทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานต่ำกว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานเมื่อเทียบที่สัดส่วนผสมเดียวกัน



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมสบู่อัดต่อวัสดุชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 20



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงกับสัดส่วนการผสมส่วต่อชีวมวลต่างๆ ซึ่งใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 20

จากรูปที่ 4.14 และ 4.15 เป็นผลการทดลองในการผสมวัตถุดิบซึ่งป็นส่วต่อชีวมวลอื่นๆ อันได้แก่ ข้าวโพด กากมันสำปะหลัง ชานอ้อย และแกลบ ที่สัดส่วนการผสมระหว่างกากน้ำตาลต่อวัตถุดิบที่ 20 : 80 ซึ่งจะพบว่าผลการทดลองจะเป็นไปในแนวทางเดียวกับกรณีที่ใช้สัดส่วนการผสมกากน้ำตาลต่อวัตถุดิบที่ 15 : 85 คือค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตามสัดส่วนการผสมชีวมวลที่มีค่าความหนาแน่นสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลของค่าความต้านทานแรงกดที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของชีวมวลที่มีความหนาแน่นสูงเช่นกัน โดยที่ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 1176-1548 kg/m³ ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 1.3-2.46 MPa ซึ่งสูงกว่าในกรณีที่ใช้สัดส่วนการผสมกากน้ำตาลต่อวัตถุดิบที่ 15 : 85 เนื่องจากกากน้ำตาลเป็นตัวยึดที่มีความหนืดสูงทำให้ยึดเกาะได้ดี ดังนั้นเมื่อผสมสัดส่วนของกากน้ำตาลมากขึ้นจึงทำให้แท่งเชื้อเพลิงมีความยืดหยุ่นสูงขึ้นจึงทนแรงกดได้มากขึ้น ทำให้ค่าความต้านทานแรงกดเพิ่มสูงขึ้นด้วย และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวยึดกับแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวยึด พบว่าค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวยึดจะสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวยึด เนื่องจากกากน้ำตาลมีความหนืดสูงและมีองค์ประกอบของน้ำตาลทำให้ยึดเกาะได้ดี อีกทั้งยังมีรูพรุนหลังการอบน้อยกว่าแป้งเปียกจึงสามารถทนแรงกดได้มากกว่า

4.2 ผลการทดลองสมรรถนะเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่สร้างขึ้น

ผลการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลข้างต้นทั้งหมดเป็นการทดลองโดยใช้เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่มีขายตามท้องตลาดซึ่งใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 10 แรงม้า เป็นตัวส่งกำลังดังแสดงในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ทดลองในหัวข้อ 3.4-3.5 (ขนาด 10 แรงม้า)

สำหรับเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่ทำการสร้างขึ้นใหม่จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 5 แรงม้า เป็นตัวส่งกำลัง และใช้ความเร็วรอบ 50 rpm ตามที่ได้คำนวณไว้ในหัวข้อที่ 3.7 แสดงไว้ดังรูปที่ 4.17

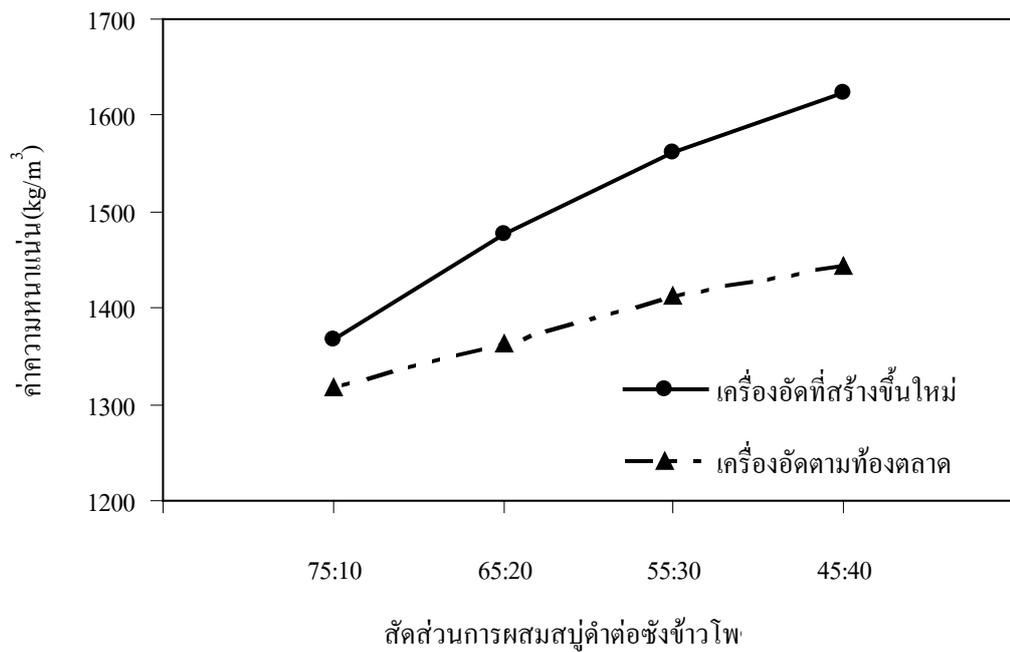


รูปที่ 4.17 เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่ทำการสร้างขึ้นใหม่ (ขนาด 5 แรงม้า)

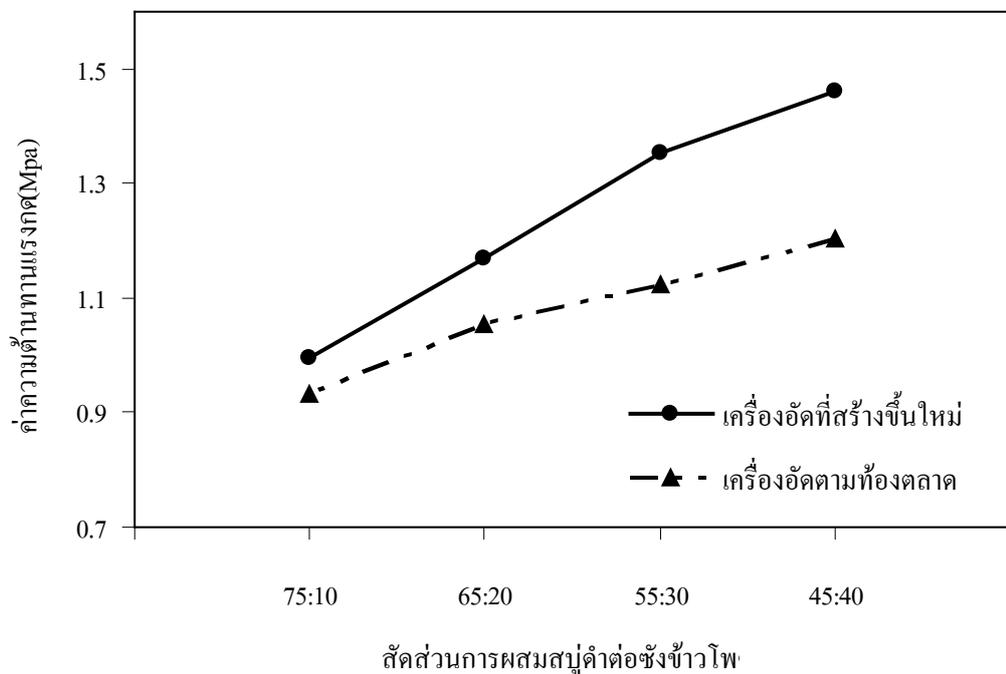
รายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ของตัวเครื่องสามารถดูได้ที่ภาคผนวก ค และจากผลการทดลอง ในหัวข้อที่ 4.1 พบว่าในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้ค่าความร้อนสูงสุดได้มาจากการผสมสบู่ดำ ต่อซังข้าวโพด โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานในสัดส่วนร้อยละ 15 ดังนั้นจึงใช้สัดส่วนดังกล่าวนี้ในการทดสอบเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่สร้างขึ้น จากการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงด้วยเครื่องอัดที่สร้างขึ้นใหม่พบว่าเมื่อใช้สัดส่วนการผสมเดียวกันกับการทดลองในหัวข้อที่ 3.4 ไม่สามารถอัดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงได้เนื่องจากมอเตอร์ส่งกำลังของเครื่องอัดที่สร้างขึ้นมีขนาดลดลงจากเดิมครึ่งหนึ่ง คือจากเดิมใช้มอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า ลดลงเหลือเพียง 5 แรงม้า ทำให้แรงอัดไม่พอที่จะอัดให้ชีวมวลประสานเป็นเนื้อเดียวกันได้ จึงทำการทดลองเพิ่มสัดส่วนของแป้งในการทำตัวประสานแป้งเปียกโดยเพิ่มจากสัดส่วนแป้งมัน 1 ส่วน ต่อน้ำ 4 ส่วน ไปเป็นแป้งมัน 1 ส่วน ต่อน้ำ 3 ส่วน เพื่อให้แป้งเปียกมีความเหนียวและทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะที่ดี ปรากฏว่าสามารถอัดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงได้โดยยังคงใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานในสัดส่วนร้อยละ 15 และผลการทดลองสมบัติทางกายภาพ สามารถสรุปผลและนำไปเขียนกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ต่างๆ ได้ดังรูปที่ 4.19- 4.20



รูปที่ 4.18 ลักษณะแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่ทำการสร้างขึ้นใหม่

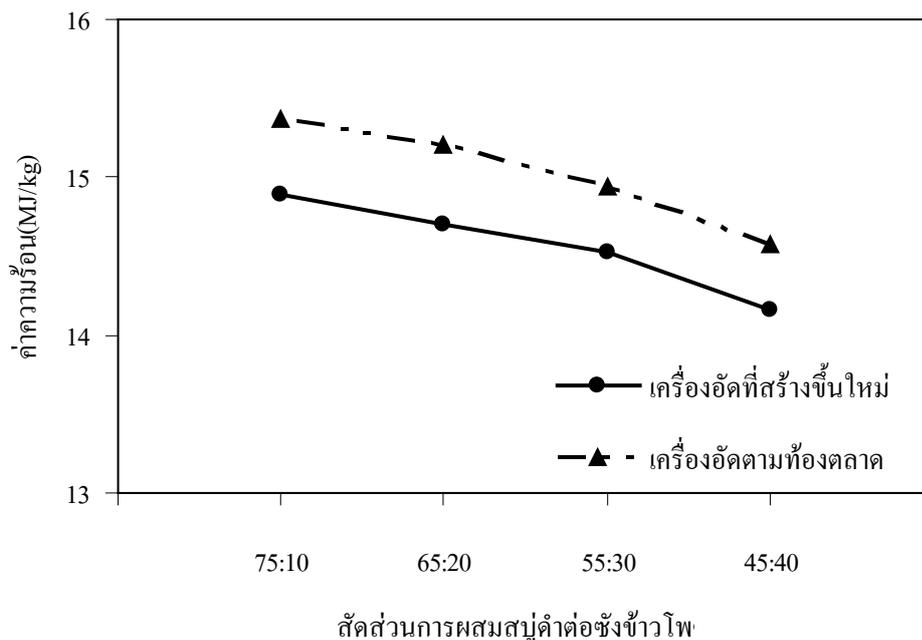


รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่ (5 แรงม้า) กับเครื่องอัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป (10 แรงม้า)



รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่ (5 แรงม้า) กับเครื่องอัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป (10 แรงม้า)

จากรูปที่ 4.19 และ 4.20 จะเห็นได้ว่าค่าความหนาแน่นและค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่จะแปรผันตามสัดส่วนการผสมชีวมวลที่มีค่าความหนาแน่นสูงเช่นเดียวกับผลการทดลองที่ได้ในหัวข้อที่ 4.1.2 แท่งเชื้อเพลิงที่ผสมระหว่างสับุดำและซังข้าวโพดที่สัดส่วน 45 : 40 จะมีค่าความหนาแน่น และค่าความต้านทานแรงกดสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากการผสมระหว่างสับุดำและซังข้าวโพดในสัดส่วน 75 : 10 โดยที่ค่าความหนาแน่นมีค่าอยู่ระหว่าง 1398-1624 kg/m³ สำหรับค่าความต้านทานแรงกดที่ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.997-1.462 MPa นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงสองชนิด พบว่าค่าความหนาแน่นและค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่จะมีค่าสูงกว่า เนื่องจากการอัดแท่งเชื้อเพลิงด้วยเครื่องใหม่นี้ต้องทำการผสมปริมาณแป้งลงในตัวประสานเพิ่มขึ้นทำให้ตัวประสานมีความหนืด และความหนาแน่นสูงขึ้นอีกทั้งแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จะมีเนื้อแน่นและมีรูพรุนเนื่องจากการระเหยไปของตัวประสานแป้งเปียกหลังจากทำการอบหรือตากให้แห้งน้อยลง เมื่อนำไปทดสอบกดด้วยเครื่อง UTM จึงสามารถทนแรงกดได้สูงขึ้น



รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่ (5 แรงม้า) กับเครื่องอัดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป (10 แรงม้า)

จากรูปที่ 4.21 จะเห็นได้ว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะลดลงตามสัดส่วนที่ลดลงของชีวมวลสับุดำเช่นเดียวกับผลการทดลองที่ได้ในหัวข้อที่ 4.1.2 และจะเห็นได้ว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่มีค่าต่ำกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงตามท้องตลาดเล็กน้อยเนื่องจากการอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่นั้นต้องทำการ

ผสมเนื้อแป้งลงไปในตัวประสานมากขึ้นซึ่งทำให้ตัวประสานแข็งเป็ยกเผาใหม่ได้ยากขึ้น ดังนั้นจึงทำให้แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าความร้อนลดลง โดยค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 14.165-14.896 MJ/kg จากผลของค่าความร้อน ความหนาแน่น และค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ออกแบบสร้างขึ้นใหม่มีความใกล้เคียงกับเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไปซึ่งใช้ในการทดลองหัวข้อที่ 3.7 แต่ใช้พลังงานในการอัดแท่งเชื้อเพลิงน้อยกว่า เนื่องจากตัวส่งกำลังที่ใช้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้าเท่านั้น ในขณะที่เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไปซึ่งใช้ในการทดลองหัวข้อที่ 3.7 ใช้มอเตอร์ขนาด 10 แรงม้าเป็นตัวส่งกำลัง

จากการออกแบบสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงตามเงื่อนไขที่กำหนดในหัวข้อที่ 3.7 ซึ่งเมื่อทำการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิง จะได้อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.75 kg/min ซึ่งจากการออกแบบที่คำนวณไว้นั้น ได้ตั้งเป้าหมายอัตราการผลิตไว้ที่ 0.85 kg/min ดังนั้นสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ออกแบบไว้นั้นสามารถหาสมรรถนะของสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงได้จากสมการที่ (3.22)

$$\begin{aligned} \text{สมรรถนะของสกรูอัด} &= \frac{0.75}{0.85} \times 100 \% \\ &= 88.23 \end{aligned}$$

สกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ออกแบบไว้มีสมรรถนะ 88.23 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ทำการสร้างขึ้นใหม่ (ขนาด 5 แรงม้า) กับเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ทดลองในหัวข้อที่ 3.4-3.5 (ขนาด 10 แรงม้า) โดยเทียบจากค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption) ของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงทั้งสอง พบว่าเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่จะมีดัชนีการใช้พลังงานน้อยกว่าเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองในหัวข้อที่ 3.4-3.5 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 สำหรับค่าดัชนีการใช้พลังงานนั้นคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงาน} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้}}{\text{อัตราการผลิต}}$$

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นกับเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองในหัวข้อที่ 3.4-3.5

ตัวแปรในการเปรียบเทียบ	เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้น	เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองในหัวข้อที่ 3.4-3.5
ขนาดแรงม้า	5 hp	10 hp
พลังงานงานไฟฟ้า	4 kWh	7.5 kWh
อัตราการผลิตต่อชั่วโมง	45 kg	60 kg
ดัชนีการใช้พลังงาน	0.089 kWh / kg	0.125 kWh / kg

จากตารางที่ 4.1 ถ้าต้องการผลิตแท่งเชื้อเพลิง 18000 kg เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้น (5 แรงม้า) จะใช้เวลาผลิต 400 hr ใช้พลังงานในการผลิตเป็น $4 \text{ kW} \times 400 \text{ hr} = 1600 \text{ kWh}$ ในขณะที่เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองในหัวข้อที่ 3.4-3.5 (10 แรงม้า) จะใช้เวลาผลิต 300 hr ใช้พลังงานในการผลิตเป็น $7.5 \text{ kW} \times 300 \text{ hr} = 2250 \text{ kWh}$ จะเห็นได้ว่าเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใช้พลังงานในการผลิตน้อยกว่า แต่ใช้เวลาในการผลิตมากกว่า

4.3 ผลการศึกษารูปร่างของแท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับการใช้ในเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิง

จากการศึกษาข้อมูลการทดลองในการพัฒนาต้นแบบโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 100 kW ด้วยเทคโนโลยี Biomass Gasification โดยวิรัช อัจหาญ และคณะ [15] ร่วมกับ บริษัท ซาตาเก้ (ประเทศไทย) จำกัด โดยวัตถุดิบที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงคือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. ลักษณะเป็นแท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกมีรูกลวงตรงกลาง
2. ลักษณะเป็นแท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกขนาดเล็กมีรูกลวงตรงกลาง
3. ลักษณะเป็นแท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกตัน
4. เชื้อเพลิงที่ถูกอัดเป็นแท่งเกลียว
5. แท่งเชื้อเพลิงที่ถูกอัดเป็นก้อนทรงสี่เหลี่ยมตัน
6. ลักษณะเป็นชิ้นไม้ที่สับเป็นเหลี่ยม

ลักษณะของแท่งเชื้อเพลิงแบบต่างๆ แสดงไว้ดังรูปที่ 4.22-4.27



รูปที่ 4.22 ลักษณะแท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกมีรูกลวงตรงกลาง



รูปที่ 4.23 ลักษณะแท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกขนาดเล็กมีรูกลวงตรงกลาง



รูปที่ 4.24 ลักษณะแท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกตัน



รูปที่ 4.25 เชื้อเพลิงที่ถูกอัดเป็นแท่งเกลียว



รูปที่ 4.26 แท่งเชื้อเพลิงที่ถูกอัดเป็นก้อนทรงสี่เหลี่ยมตัน



รูปที่ 4.27 เชื้อเพลิงมีลักษณะเป็นชิ้นไม้สับเป็นเหลี่ยม

ผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของแก๊สชีววมวลโดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph และการประเมินประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีววมวลแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบของแก๊สที่ผลิตจากเชื้อเพลิงชีววมวลรูปร่างลักษณะต่างๆ

ลักษณะของ แท่งเชื้อเพลิง	Gas Flow (m ³ /h)	Gas composition (%)					
		CO	H ₂	CH ₄	N ₂	O ₂	CO ₂
ทรงกระบอกกลาง	152.27	24.06	14.07	2.42	45.91	2.26	11.27
ทรงกระบอกกลางเล็ก	151.96	1854	17.35	1.56	50.04	1.90	10.61
ทรงกระบอกตัน	150.70	18.09	17.79	1.77	48.77	1.56	12.02
ก้อนทรงสี่เหลี่ยมตัน	147.11	15.36	15.29	1.62	51.66	2.45	13.62
แท่งเกลียว	105.18	15.74	16.38	1.96	52.58	1.43	11.91
ชิ้นไม้สับเป็นเหลี่ยม	123.75	16.81	17.27	2.41	49.53	0.75	13.23

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีววมวลที่ผลิตจากเชื้อเพลิงชีววมวลรูปร่างลักษณะต่างๆ

ลักษณะของ แท่งเชื้อเพลิง	Gas Flow (m ³ /h)	Biomass Consumption (kg/h)	HHV (MJ/m ³)	Tar (mg/m ³)	Dust (mg/m ³)	Gasification Efficiency (%)
ทรงกระบอก กลาง	152.27	68.56	6.01	4.00	16.40	85.96
ทรงกระบอก กลางขนาดเล็ก	151.96	41.00	5.36	0.40	2.70	81.29
ทรงกระบอกตัน	150.70	69.62	5.45	2.10	5.10	75.92
ก้อนทรง สี่เหลี่ยมตัน	147.11	59.72	4.70	0.40	0.40	74.70
แท่งเกลียว	105.18	54.22	5.03	0.70	2.00	62.94
ชิ้นไม้ สับเป็นเหลี่ยม	123.75	74.42	5.47	21.80	18.40	58.32

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.3 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่า Gasification Efficiency สูงสุดของแท่งเชื้อเพลิงแต่ละลักษณะ พบว่าแท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกมีรูกลวงตรงกลางมีค่า Gasification Efficiency เป็น 85.96 % แท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกขนาดเล็กมีรูกลวงตรงกลางมีค่า Gasification Efficiency เป็น 85.29 % แท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกตันมีค่า Gasification Efficiency เป็น 75.92 % เชื้อเพลิงลักษณะเป็นแท่งเกลียวค่า Gasification Efficiency เป็น 62.94 % แท่งเชื้อเพลิงลักษณะเป็นก้อนทรงสี่เหลี่ยมตันมีค่า Gasification Efficiency เป็น 74.70 % และเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นชิ้นไม้ที่สับเป็นเหลี่ยมมีค่า Gasification Efficiency เป็น 58.32 % จะสังเกตได้ว่าแท่งเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกมีรูกลวงตรงกลางจะมีค่า Gasification Efficiency สูง เนื่องจากแท่งเชื้อเพลิงทั้งสองลักษณะดังกล่าวมีความหนาแน่นสูง แต่มีช่องว่างให้อากาศไหลผ่านได้ดีทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ดี ในขณะที่แท่งเชื้อเพลิงรูปทรงกระบอกตัน และแท่งเชื้อเพลิงทรงสี่เหลี่ยมตันมีค่า Gasification Efficiency รongลงมา เนื่องจากถึงแม้แท่งเชื้อเพลิงจะมีความหนาแน่นสูงแต่มีช่องว่างให้อากาศไหลผ่านได้น้อยทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ไม่ดีนัก กรณีแท่งเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นเกลียวนั้นถึงแม้จะมีช่องว่างให้อากาศไหลผ่านได้ดีแต่เนื่องจากการมีช่องว่างระหว่างเกลียวจึงทำให้แท่งเชื้อเพลิงมีความหนาแน่นน้อยปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้จึงสูง และสำหรับเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นชิ้นไม้ที่สับเป็นเหลี่ยมมีค่า Gasification Efficiency ต่ำที่สุด เนื่องมาจากเชื้อเพลิงลักษณะนี้เป็นเชื้อเพลิงที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปจึงมีความหนาแน่นต่ำกว่าเชื้อเพลิงลักษณะอื่นๆ นอกจากนี้การสับเป็นท่อนสี่เหลี่ยมเล็กๆ จะทำให้มีช่องว่างระหว่างเชื้อเพลิงน้อยอากาศไหลผ่านได้ไม่ดี การเผาไหม้จึงไม่สมบูรณ์ดังจะเห็นได้จากปริมาณ Tar และฝุ่นที่ได้ในตารางที่ 4.3 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเชื้อเพลิงลักษณะอื่นๆ สำหรับผลการทดลองวัดสมบัติแก๊สชีววมวลที่ผลิตจากเชื้อเพลิงชีววมวลที่ผลิตได้จากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีววมวลที่สร้างขึ้นใหม่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบของแก๊สชีววมวลที่ผลิตจากเชื้อเพลิงชีววมวลที่ผลิตได้จากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่

Gas Flow (m ³ /h)	Gas composition (%)					
	CO	H ₂	CH ₄	N ₂	O ₂	CO ₂
75.46	24.70	12.63	2.36	46.12	2.64	11.38

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบองค์ประกอบของแก๊สชีววมวลที่ผลิตจากเชื้อเพลิงชีววมวลลักษณะรูปร่างทรงกระบอกกลางที่ผลิตได้จากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่และผลการทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แหล่งที่มาของเชื้อเพลิง	Gas composition (%)					
	CO	H ₂	CH ₄	N ₂	O ₂	CO ₂
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	24.06	14.07	2.42	45.91	2.26	11.27
เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่	24.70	12.63	2.36	46.12	2.64	11.38

จากตารางที่ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบแท่งเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกมีรูกลวงตรงกลางระหว่างแท่งเชื้อเพลิงของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นใหม่ (มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า) จะเห็นว่าองค์ประกอบแก๊สที่ผลิตได้มีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี