บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ (1)การทดสอบคุณสมบัติ ไบโอดีเซลที่ผลิตได้ และ(2)การทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก โดยผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การทดสอบคุณสมบัติไบโอดีเซลที่ผลิตได้

4.1.1 ผลการศึกษาสมบัติของน้ำมันเมล็ดพืชน้ำมัน 3 ชนิดคือ กระบก มะแตก และมะเยาหิน

รูปที่ 4.1 น้ำมันกระบก น้ำมันมะเยาหิน และน้ำมันมะแตก ที่ใช้ในการศึกษาคุณสมบัติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดพืชน้ำมัน 3 ชนิด เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

คุณสมบัติ	ค่าความหนืด Viscosity (cSt) ที่ 40°c	ค่าความหนาแน่น Density (kg/m^3)	ค่าความร้อน Kcal/kg	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (%FFA)
น้ำมันมะแตก	5.18	873	8,697.6	14.89
น้ำมันมะเยาหิน	10.04	860	9,340.4	2.59
น้ำมันกระบก	5.75	856	9,028.3	4.30
น้ำมันดีเซล	1.8-4.1	810-870	9,470	-

หมายเหตุ : มาตรฐานน้ำมันดีเซลจากประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

4.1.1.1 ผลการศึกษาค่าความหนืด พบว่า น้ำมันมะแตกและน้ำมันกระบกมีความหนืดเท่ากับ 5.18 cSt และ 5.75 cSt ซึ่งค่าความหนืดดังกล่าวอยู่ในช่วงที่สามารถนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลได้ แต่น้ำมันมะเยาหินมีค่าความหนืดสูงถึง 10.04 cSt ซึ่งถือว่ามีค่าความหนืดค่อนข้างสูงมากแต่สามารถนำมาผลิตไบโอดีเซลได้เช่นกัน แต่หากผลิตเป็นไบโอดีเซลได้ความหนืดของไบโอดีเซลก็จะสูงตาม ซึ่งจะมีผลต่อการนำไปใช้งานอาจทำให้หัวฉีดทำการฉีดเชื้อเพลิงไม่เป็นฝอยละเอียด และจะส่งผลต่อการเผาไหม้ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความหนืดของน้ำมันดีเซลที่มีค่าระหว่าง 1.8-4.1 cSt

4.1.1.2 ผลการศึกษาค่าความหนาแน่น พบว่าน้ำมันทั้ง 3 ชนิดมีค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วง 850-880 kg/m^3 ซึ่งมีค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างกันมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

4.1.1.3 ผลการศึกษาค่าความร้อน พบว่า น้ำมันมะเยาหินมีค่าความร้อนมากที่สุด มีค่าความร้อนเท่ากับ 9,340.4 Kcal/kg รองลงมาคือ น้ำมันกระบกมีค่าความร้อนเท่ากับ 9,028.3 Kcal/kg และน้ำมันมะแตก มีค่าความร้อนเท่ากับ 8,697.6 Kcal/kg เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9,470 Kcal/kg น้ำมันทั้ง 3 ชนิดถือว่ามีค่าความร้อนที่น้อยกว่าไม่มากนัก แต่ก็ยังมีศักยภาพสามารถนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลได้

4.1.1.4 ผลการศึกษาปริมาณกรดไขมันอิสระ พบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะเยาหินเท่ากับ 2.59 % ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันกระบกเท่ากับ 4.30 % และปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะแตกเท่ากับ 14.89 % ซึ่งปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะแตกมีสูงมากและอาจส่งผลเสียต่อกระบวนการเกิดปฏิกิริยาในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด (ดังตารางที่ 4.1) คุณสมบัติของน้ำมันทั้ง 3 ชนิดมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถผลิตเป็นไบโอดีเซลได้แต่ต้องเลือกกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลต่อไป

4.1.2 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล โดยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ผลจากการหาปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล (ดังตารางที่ 4.2) น้ำมันกระบก น้ำมันมะเยาหิน และน้ำมันมะแตก ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.9, 3.6 และ 11.6 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (กรัม) เท่ากับปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร) จะได้ปริมาณโซเดียม ไฮดรอกไซด์ที่ใช้ต่อน้ำมันหนึ่งลิตร ทั้งนี้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกรดไขมันอิสระด้วย หากน้ำมันที่นำมาผลิตไบโอดีเซลมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงก็จะต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยามากขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 4.2 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล

ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา	ครั้งที่ 1 (มิลลิลิตร)	ครั้งที่ 2 (มิลลิลิตร)	ครั้งที่ 3 (มิลลิลิตร)	เฉลี่ย (มิลลิลิตร)
น้ำมันเมล็ดกระบก	7.1	7.0	6.7	6.9
น้ำมันเมล็ดมะเยาหิน	3.2	3.8	3.8	3.6
น้ำมันเมล็ดมะแตก	11.3	11.8	11.6	11.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.2 การหาปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ไตรเตรตจนกว่าตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีชมพู นาน 30 วินาที

4.1.3 การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะแตก น้ำมันมะเยาหิน น้ำมันกระบก

4.1.3.1 น้ำมันมะแตก

ตารางที่ 4.3 การทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะแตกด้วยกระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่น-ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้ (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

condition	ตัวเร่งปฏิกิริยา	ทำปฏิกิริยาพอดี	เพิ่ม 10%	เพิ่ม 20%
1	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	✓		
	กรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4)	✓		
2	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)		✓	
	กรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4)		✓	
3	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)			✓
	กรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4)			✓
4	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	✓		
	กรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4)		✓	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

condition	ตัวเร่งปฏิกิริยา	ทำปฏิกิริยาพอดี	เพิ่ม 10%	เพิ่ม 20%
5	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	✓		
	กรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4)			✓
6	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)		✓	
	กรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4)	✓		
7	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)		✓	
	กรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4)			✓
8	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)			✓
	กรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4)	✓		
9	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)			✓
	กรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4)		✓	

หมายเหตุ : condition 1-9 คือสัดส่วนในการทดลองใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และกรดซัลฟิวริก (conc.H_2SO_4) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในแต่ละอัตราส่วน

จากการทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะแตก ด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้เบส (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่า น้ำมันมะแตกไม่สามารถผลิตไบโอดีเซลได้ เนื่องจากน้ำมันมะแตกมีปริมาณกรดไขมันอิสระที่สูงมาก สูงถึง 14.89% ทำให้ในขั้นตอนการทำปฏิกิริยาเกิดสบู่ขึ้น

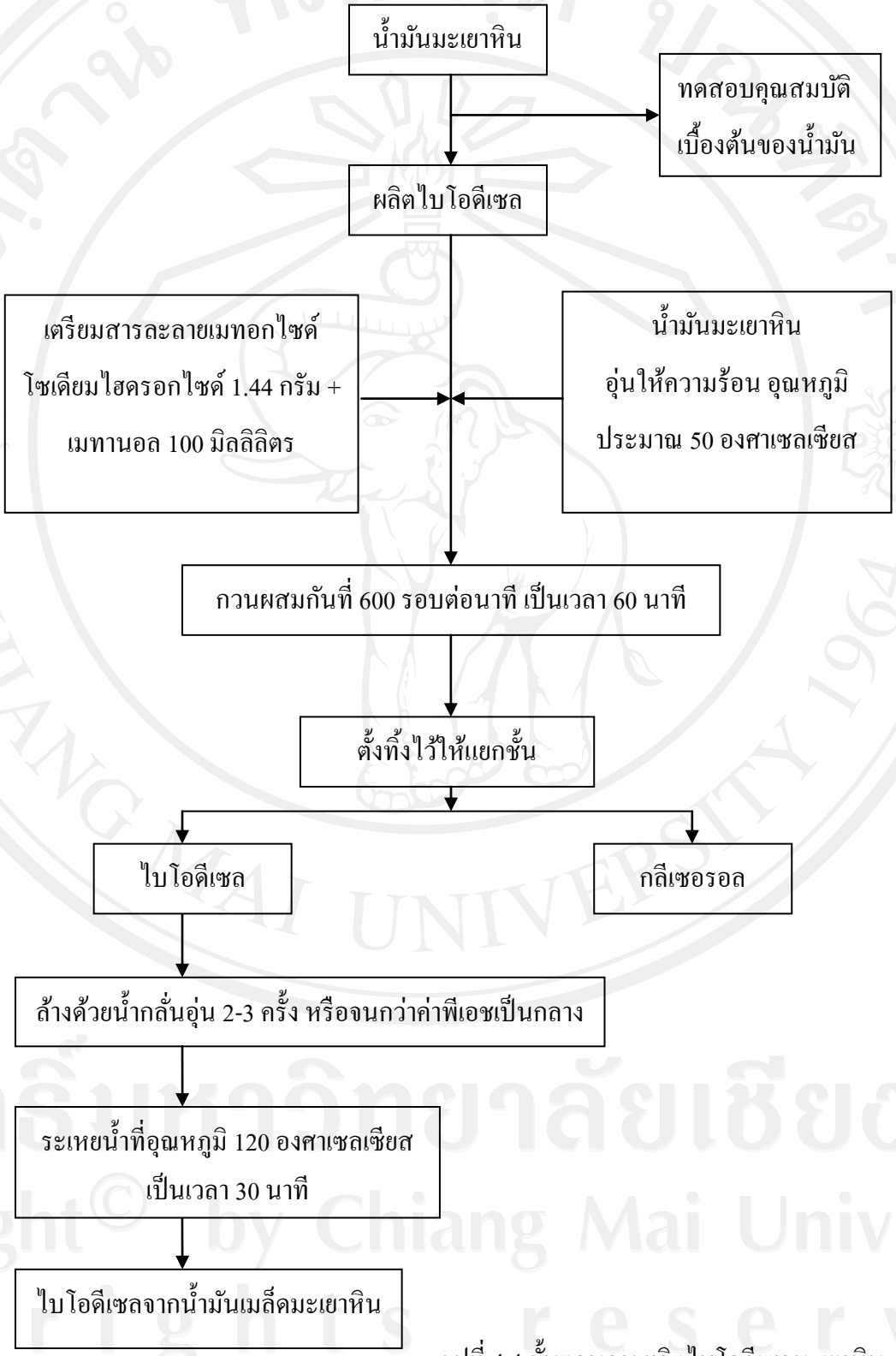
เมื่อทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะแตกด้วยกระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่น-ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้ (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยทำการทดลองในแต่ละคอนดิชั่น (ตารางที่ 4.3) น้ำมันมะแตกเกิดเป็นเจลขึ้นระหว่างทำปฏิกิริยา (ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันสูงประกอบกับน้ำมันมะแตกอาจจะมียางเหนียว (Gum) ในปริมาณมากจึงทำให้เกิดเป็นเจลขึ้น หากจะนำน้ำมันมะแตกมาผลิตเป็นไบโอดีเซลอาจจะต้องทำการลดปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันลงก่อน และอาจจะต้องกำจัดยางเหนียวในน้ำมันมะแตกก่อนนำมาผลิตไบโอดีเซล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.3 น้ำมันมะแตกทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชั่น-ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้ (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นเจลข้นหนืด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3.2 น้ำมันมะเยาหิน



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลมะเยาหิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ก) (ข)

รูปที่ 4.5 น้ำมันมะเยาหินหลังจากทำปฏิกิริยา (ก) ก่อนแยกชั้น (ข) แยกชั้น

จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะเยาหินด้วยกระบวนการปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้เบส (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาพบว่า น้ำมันมะเยาหินสามารถทำปฏิกิริยาได้ดี โดยอัตราส่วนโดยมวลของปริมาณน้ำมันต่อปริมาณเมทานอล และต่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (NaOH) เท่ากับ 4:1:0.144% ตามลำดับ และสามารถผลิตไบโอดีเซลได้ร้อยละผลผลิตสูงถึง 90-93 % จึงได้นำไบโอดีเซลที่ได้ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและเปรียบเทียบกับสมบัติทางกายภาพของไบโอดีเซลตามมาตรฐานการทดสอบไบโอดีเซล ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549 และการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

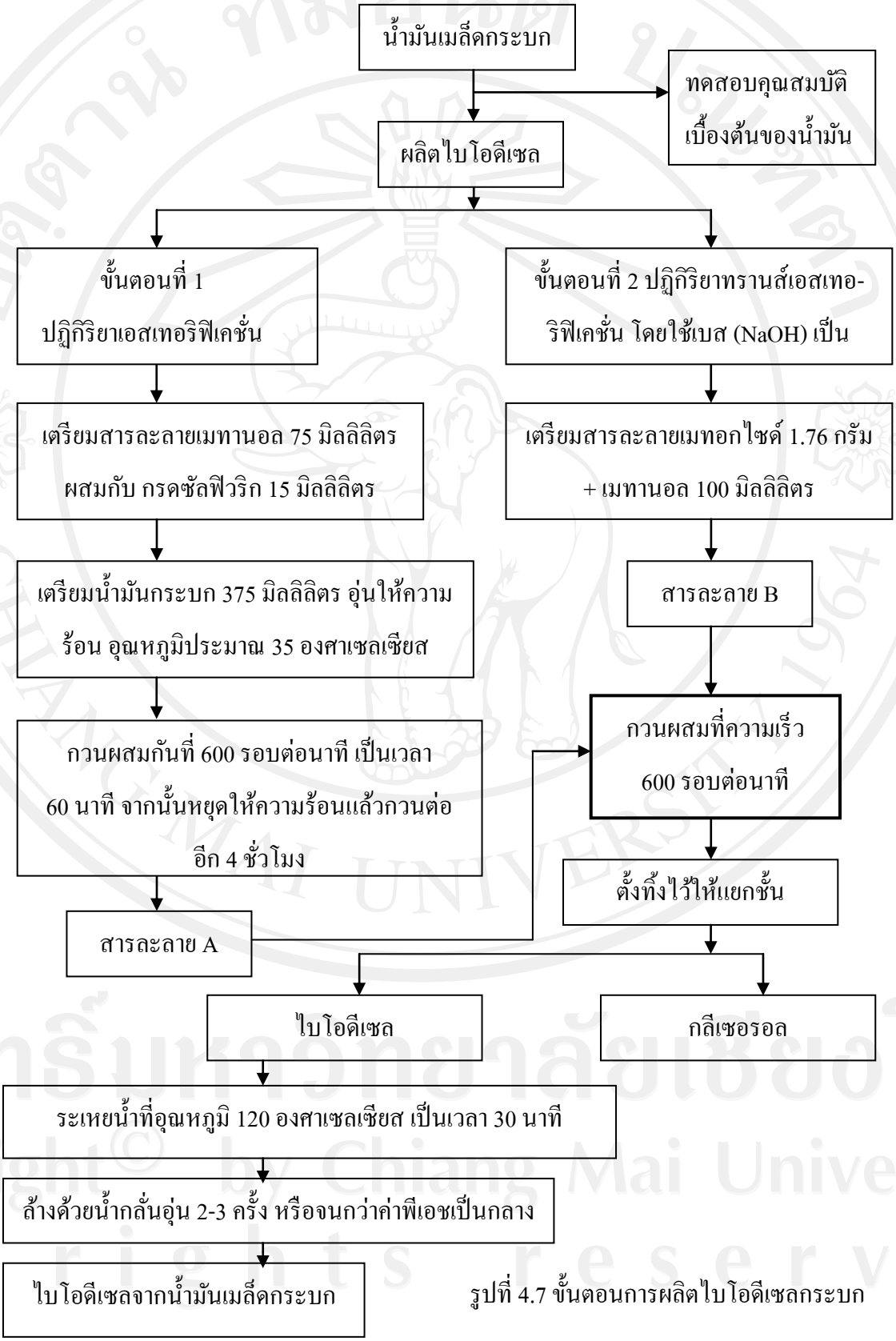
(ก) (ข)

รูปที่ 4.6 การล้างไบโอดีเซล (ก) ล้างขั้นตอนแรก (ข) ล้างจนน้ำกลั่นที่ใช้ล้างใส

รูปที่ 4.7 ไบโอดีเซลมะเยาหิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3.3 น้ำมันกระบก



รูปที่ 4.7 ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลกระบก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกระบกด้วยกระบวนการปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้เบส (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาพบว่า น้ำมันกระบกไม่สามารถทำปฏิกิริยาได้ เนื่องจากกระบกมีปริมาณกรดไขมันอิสระที่สูง และน้ำมันกระบกเกิดเป็นไขที่อุณหภูมิห้อง ในระหว่างการทำปฏิกิริยาจึงเกิดสบู่ขึ้น (ดังรูปที่ 4.9) จึงทำการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกระบกด้วยกระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่น-ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้ (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาพบว่าน้ำมันกระบกสามารถทำปฏิกิริยาได้ดีสามารถผลิตเป็นไบโอดีเซลได้ แต่ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นช้าใช้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยานาน โดยในขั้นตอนกระบวนการ เอสเทอริฟิเคชั่นอัตราส่วนโดยมวลของปริมาณน้ำมันต่อปริมาณเมทานอล และต่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (conc.H_2SO_4) เท่ากับ 25:5:1 ตามลำดับ และในขั้นตอนกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นอัตราส่วนโดยมวลของปริมาณเมทานอลต่อตัวเร่งปฏิกิริยา (NaOH) เท่ากับ 7:0.468% สามารถผลิตไบโอดีเซลได้ 91 % จึงได้นำไบโอดีเซลที่ได้ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและเปรียบเทียบกับสมบัติทางกายภาพของไบโอดีเซลตามมาตรฐานการทดสอบไบโอดีเซล ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549 และการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

รูปที่ 4.9 น้ำมันกระบกด้วยกระบวนการปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้เบส (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดสบู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.10 น้ำมันกระบกด้วยกระบวนการปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชั่น-ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่น โดยใช้ (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้ไบโอดีเซลกระบก

รูปที่ 4.11 กลีเซอรอลจากน้ำมันเมล็ดกระบก หลังจากการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชั่น-ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่น โดยใช้ (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.12 ไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันกระบก

4.1.4 การศึกษาสมบัติของไบโอดีเซลที่ผลิตได้

การทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกระบก น้ำมันมะแตก และน้ำมันมะเยาหิน น้ำมันที่สามารถผลิตเป็นไบโอดีเซลได้คือ น้ำมันกระบก และน้ำมันมะเยาหิน

ตารางที่ 4.4 สมบัติทางกายภาพของไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549

คุณสมบัติ	ค่าความหนืด Viscosity (cSt.)	ค่าความหนาแน่น Density (kg/m^3)	ค่าความร้อน kJ/kg	จุดวาบไฟ ˚C
ไบโอดีเซลมะเยาหิน	6.1	867	38,186	197
ไบโอดีเซลกระบก	4.2	846	37,230	174
มาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน	3.5-5.0	860-900	36,550	>120

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของไบโอดีเซลมะเยาหินที่ผลิตได้ พบว่า ไบโอดีเซลจากมะเยาหินที่ผลิตได้มีสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน (ตารางที่ 4.4) สามารถใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้มีเพียงค่าความหนืดที่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยมาตรฐานของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549 กำหนดค่าความหนืดไว้ไม่เกิน 5.0 cSt ซึ่งค่าความหนืดที่สูงเกินค่ามาตรฐานอาจส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของไบโอดีเซลกระบกที่ผลิตได้ พบว่า ไบโอดีเซลจากกระบกที่ผลิตได้นั้นมีสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน (ตารางที่ 4.4) สามารถใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้มีเพียงค่าความหนาแน่นที่ต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย โดยมาตรฐานของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549 กำหนดค่าความหนาแน่นต้องไม่ต่ำกว่า 860 kg/m^3

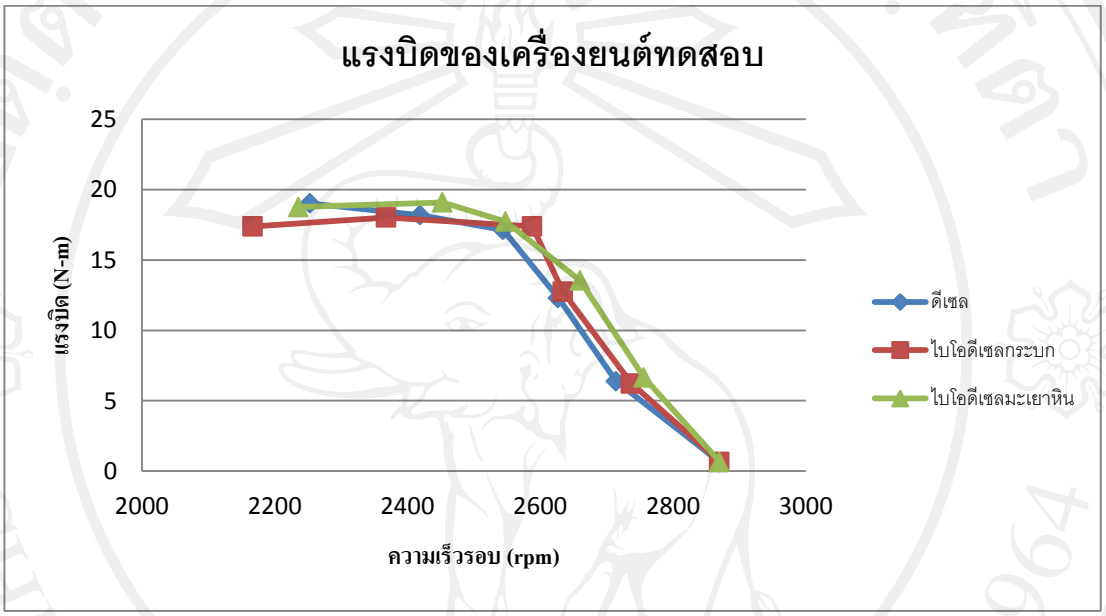
4.2 ส่วนการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลสี่จังหวะแบบสูบเดียว (HONMAR DH600S) โดยใช้น้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลจากมะเยาหิน และไบโอดีเซลจากกระบกเป็นเชื้อเพลิง (รูปที่ 4.13)

รูปที่ 4.13 ไบดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันกระบกและน้ำมันมะเยาหินเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลจากมะเยาหิน และไบโอดีเซลจากกระบกเป็นเชื้อเพลิง พบว่าให้ผลการศึกษาด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์ดังแสดงในรูปกราฟแรงบิดของเครื่องยนต์ (รูปที่ 4.14) กำลังของเครื่องยนต์ (รูปที่ 4.15) และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (รูปที่ 4.16)

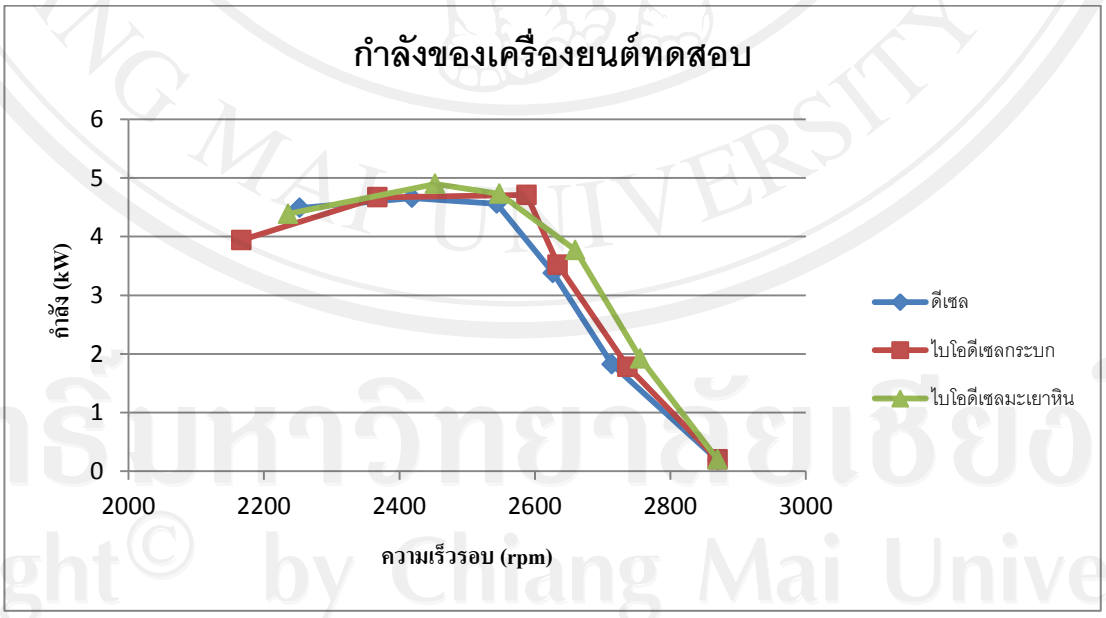


รูปที่ 4.14 การเปรียบเทียบแรงบิดของเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลจากมะเยาหิน และไบโอดีเซลจากกระบกเป็นเชื้อเพลิงทดสอบ

เมื่อพิจารณาผลของแรงบิดเครื่องยนต์ที่ได้จากการทดสอบ จากการใช้ไบโอดีเซลกระบก และไบโอดีเซลมะเยาหินเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง จาก (รูปที่ 4.14) จะเห็นได้ว่าแรงบิดของเครื่องยนต์ทดสอบจากการใช้ไบโอดีเซลกระบก และไบโอดีเซลมะเยาหิน ได้แรงบิดที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล จะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อเครื่องยนต์ทดสอบมีภาระโหลดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเครื่องยนต์ทดสอบจะมีค่าแรงบิดสูงตามไปด้วย ที่ช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,200-2,600 รอบต่อนาที ไบโอดีเซลกระบกค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ทดสอบแสดงค่าแรงบิดค่อนข้างเสถียรที่ 18 N-m ซึ่งมีค่าแรงบิดต่ำกว่าไบโอดีเซลมะเยาหินและน้ำมันดีเซล ค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ทดสอบจะส่งผลต่ออัตราเร่งของเครื่องยนต์หากเครื่องยนต์มีค่าแรงบิดที่สูงก็จะส่งผลให้เครื่องยนต์มีอัตราเร่งที่สูงตามไปด้วย

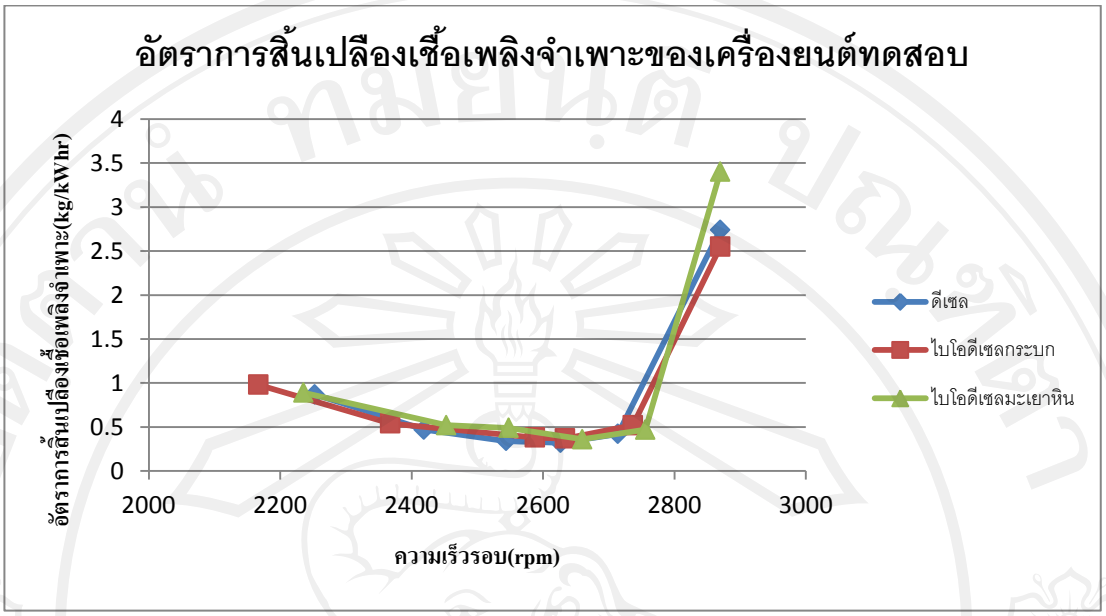
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาผลของกำลังเครื่องยนต์จากการทดสอบ จากการใช้ไบโอดีเซลกระบก และไบโอดีเซลมะเยาหินเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง (จากรูปที่ 4.15) พบว่าเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด ให้ค่ากำลังเครื่องยนต์ที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน เครื่องยนต์ทดสอบแสดงค่ากำลังสูงสุดที่ 4.5-5 kW ที่ช่วงความเร็วรอบ 2,400-2,600 รอบต่อนาที เช่นเดียวกันทั้ง 3 ชนิดเชื้อเพลิง แต่ไบโอดีเซลมะเยาหินมีค่ากำลังสูงที่สุด รองลงมาคือไบโอดีเซลกระบก และลำดับสุดท้ายคือน้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลมะเยาหินมีค่ากำลังสูงที่สูดในช่วงความเร็วรอบ 2,400-2,600 รอบต่อนาที อาจเนื่องมาจากค่าความร้อนของไบโอดีเซลมะเยาหินมีค่าความร้อนสูงกว่าไบโอดีเซลกระบก แต่เมื่อเครื่องยนต์ทดสอบมีภาระโหลดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเร็วรอบลดลงที่ช่วงความเร็วรอบ 2,200-2,400 กำลังของเครื่องยนต์ทดสอบจากการใช้ไบโอดีเซลกระบก และไบโอดีเซลมะเยาหินก็ลดลงอย่างเห็นได้ชัด กำลังของเครื่องยนต์ทดสอบที่ใช้ไบโอดีเซลกระบกลดลงอาจเนื่องมาจากไบโอดีเซลกระบกมีค่าความร้อนต่ำกว่าเชื้อเพลิงอีก 2 ชนิด ส่งผลให้กำลังของเครื่องยนต์ทดสอบลดลงมากกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนกำลังของเครื่องยนต์ทดสอบที่ใช้ไบโอดีเซลมะเยาหินลดลงต่ำกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อยอาจเนื่องมาจากไบโอดีเซลมะเยาหินมีค่าความร้อนที่น้อยกว่าน้ำมันดีเซล และอาจเนื่องมาจากไบโอดีเซลมีค่าความหนืดที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลจึงส่งผลต่ออัตราการเผาไหม้ทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เมื่อภาระโหลดไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นกำลังของเครื่องยนต์ทดสอบเมื่อใช้ไบโอดีเซลมะเยาหินลดลงต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซลในการทดสอบเล็กน้อย



รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบกำลังของเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลจากมะเยาหิน และไบโอดีเซลจากกระบกเป็นเชื้อเพลิงทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.16 การเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลจากมะเยาหิน และไบโอดีเซลจากกระบกเป็นเชื้อเพลิงทดสอบ

เมื่อพิจารณาผลของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ทดสอบจากการใช้ไบโอดีเซลกระบก และไบโอดีเซลมะเยาหินเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง จาก (รูปที่ 4.16) จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิดมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะที่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่จะสังเกตได้ว่าเครื่องยนต์ทดสอบในช่วงรอบเดินเบา ไบโอดีเซลมะเยาหินมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อกำลังที่ได้สูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากไบโอดีเซลมะเยาหินมีค่าความหนืดที่สูงกว่าเชื้อเพลิงอีก 2 ชนิด เมื่อเชื้อเพลิงมีค่าความหนืดสูงจะส่งผลให้เชื้อเพลิงแตกตัวเป็นฝอยได้ยากจึงทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และต้องใช้เชื้อเพลิงในการจุดระเบิดเพิ่มมากยิ่งขึ้นตามไปด้วย จากอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ทดสอบเมื่อเปรียบเทียบไบโอดีเซลมะเยาหินกับไบโอดีเซลกระบก เชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิดมีค่าความร้อนและค่าความหนืดที่แตกต่างกัน ในช่วงความเร็วรอบ 2,200-2,800 รอบต่อนาที มีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณสมบัติของไบโอดีเซล ซึ่งไบโอดีเซลมะเยาหินมีค่าความร้อนสูง แต่มีค่าความหนืดสูงด้วยจึงทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ส่งผลให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงตามด้วย ส่วนไบโอดีเซลกระบกมีค่าความหนืดต่ำ และมีค่าความร้อนต่ำกว่าไบโอดีเซลมะเยาหิน ค่าความร้อนที่ต่ำส่งผลให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในช่วงความเร็วรอบ 2,200-2,800 รอบต่อนาที เชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิดมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลสี่จังหวะแบบสูบเดียว (HONMAR DH600S) โดยใช้น้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลจากมะเยาหิน และไบโอดีเซลจากกระบกเป็นเชื้อเพลิง พบว่า ไบโอดีเซลกระบก และไบโอดีเซลมะเยาหิน มีค่ากำลังเครื่องยนต์ แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะมีแนวโน้มใกล้เคียงการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งถือได้ว่าไบโอดีเซลกระบก และไบโอดีเซลมะเยาหินมีศักยภาพที่จะสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซลสี่จังหวะสูบเดียวได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved