บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การสังเคราะห์ไบโอดีเซลในห้องปฏิบัติการ

4.1.1. การเตรียมสารเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในการสังเคราะห์ไบโอดีเซล

เนื่องจากในกระบวนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน โดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ก่อนขั้นตอนการทำปฏิกิริยาจะต้องวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด (Acid value) ซึ่งคือ ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันวัตถุดิบ ในการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดของน้ำมันพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ทั้งน้ำมันพืชที่ยังไม่ผ่านการใช้งานและน้ำมันพืชใช้แล้วจะทำให้ทราบถึงปริมาณสารเร่งปฏิกิริยาที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาซึ่งจะส่งผลให้ได้ผลผลิตสูง เกิดปฏิกิริยาได้อย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 4.1 ผลการไทเทรตวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดของน้ำมันที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

น้ำมันวัตถุดิบ (200 g)	$V_{KOH\text{ไทเทรต}}$ (ml)	ค่าความเป็นกรด (mg KOH/g)	ปริมาณด่างที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	
			NaOH (g)	KOH (g)
น้ำมันพืชใช้แล้ว	2.40	1.35	1.192	3.269
น้ำมันปาล์ม	0.95	0.53	1.075	3.107
น้ำมันมะพร้าว	2.30	1.29	1.184	3.258
น้ำมันถั่วเหลือง	0.25	0.14	1.020	3.028

หมายเหตุ $V_{KOH\text{ไทเทรต}}$ (ml) ได้จากทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยนำค่าเฉลี่ยมาใช้ในการคำนวณผล

จากการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดด้วยวิธีการไทเทรตสารตัวอย่างน้ำมันที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลองสังเคราะห์ไบโอดีเซล ได้แก่ น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง ด้วยสารละลายมาตรฐาน KOH ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์พบว่า น้ำมันพืชใช้แล้วจะมีค่าความเป็นกรดสูงสุด คือ มีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 1.35 mg KOH/g รองลงมา คือ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง ให้ค่าความเป็นกรดเท่ากับ 1.29 mg KOH/g, 0.53 mg KOH/g, 0.14 mg KOH/g ตามลำดับ ซึ่งค่าความเป็นกรดที่ได้นี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จะนำไปคำนวณหาปริมาณด่างที่ใช้เป็นสารเร่งปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ไบโอดีเซลต่อไป ซึ่งจากการคำนวณพบว่าจะใช้ปริมาณสาร NaOH น้อยกว่า KOH ผลแสดงดังตารางที่ 4.1

4.1.2 ศึกษาและทำการเปรียบเทียบผลผลิต (Yield) ของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

จากการดำเนินการวิจัย ศึกษาและเปรียบเทียบผลผลิต (Yield) ของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยสภาวะต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงสภาวะต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองการเปรียบเทียบการสังเคราะห์ไบโอดีเซลในห้องปฏิบัติการด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

น้ำมันที่ใช้เป็นวัตถุดิบ	แอลกอฮอล์	อัตราส่วนเชิงโมลของน้ำมันต่อแอลกอฮอล์ที่ใช้	ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้	
			NaOH	KOH
น้ำมันพืชปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง	CH_3OH	1:6	$NaOH_{Neutralization}$ +0.5%wt ของน้ำมัน	$KOH_{Neutralization}$ +1.5%wt ของน้ำมัน
น้ำมันพืชใช้แล้ว		1:6		
น้ำมันพืชปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง	C_2H_5OH	1:9		
น้ำมันพืชใช้แล้ว		1:12		

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.1.2.1 การสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันวัตถุดิบทำปฏิกิริยากับเมทธานอล (Methanol: CH_3OH) โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide; KOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ทดลองสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันวัตถุดิบซึ่งได้แก่ น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง ปริมาณ 200 g ทำปฏิกิริยากับเมทธานอล ในอัตราส่วนเชิงโมลของน้ำมันต่อแอลกอฮอล์ที่ใช้คือ 1:6 โดยใช้ด่าง NaOH และ KOH 0.5%wt และ 1.5%wt ของน้ำมันวัตถุดิบ ตามลำดับ บวกกับปริมาณด่างสำหรับทำน้ำมันวัตถุดิบให้เป็นกลาง โดยปริมาณสารเร่งที่ใช้คำนวณได้โดยใช้วิธีการไทเทรตหาค่าความเป็นกรดของน้ำมัน

ตารางที่ 4.3 ไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากเมทธานอล โดยใช้ NaOH และ KOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

น้ำมันวัตถุดิบ (200 g)	CH_3OH (Molar ratio)	สารเร่งปฏิกิริยา		T (^oC)	pH		ไบโอดีเซล (g)	%Yield	± SD
		NaOH (%wt)	KOH (%wt)		ก่อน	หลัง			
น้ำมันพืชใช้แล้ว	1:6	0.5 %wt		55 ^oC	9	7	192.76	96.38	0.44
			1.5 %wt				184.51	92.26	0.95
น้ำมันปาล์ม	1:6	0.5 %wt		55 ^oC	9	7	190.32	95.16	0.01
			1.5 %wt				186.03	92.53	0.02
น้ำมันมะพร้าว	1:6	0.5 %wt		55 ^oC	9	7	195.0	97.50	0.27
			1.5 %wt				188.07	94.03	0.38
น้ำมันถั่วเหลือง	1:6	0.5 %wt		55 ^oC	9	7	196.62	98.31	0.47
			1.5 %wt				186.43	93.21	0.12

หมายเหตุ การทดลองทำ 3 ซ้ำโดยนำค่าเฉลี่ยมาใช้ในการคำนวณผล

4.1.2.1.1 สังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันวัตถุดิบซึ่ง ได้แก่ น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง ปริมาณ 200 g ทำปฏิกิริยากับเมทธานอลโดยใช้ NaOH ผลการทดลองจากตาราง 4.3 ปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้โดยการชั่งน้ำหนัก (g) คือ 192.76 g 190.32 g 195.00 g และ 196.62 g คิดเป็นร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้คือ 96.38±0.44, 95.16±0.01, 97.50±0.27 และ 98.31±0.0.47 ตามลำดับ โดยไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันถั่วเหลืองจะให้ร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้สูงสุดรองลงมาคือไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.1.2.1.2 สังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันวัตถุดิบซึ่งได้แก่ น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง ปริมาณ 200 g ทำปฏิกิริยากับเมทธานอลโดยใช้ KOH ปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้โดยการชั่งน้ำหนัก (g) คือ 184.51 g 186.03 g 188.07 g และ 186.43 g คิดเป็นร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้คือ 92.26±0.95, 92.53±0.02, 94.03±0.38 และ 93.21±0.12 ตามลำดับ โดยไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันมะพร้าวจะให้ร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้สูงสุดรองลงมาคือไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จาก น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม และน้ำมันพืชใช้แล้ว ตามลำดับ

4.1.2.2 การสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันวัตถุดิบทำปฏิกิริยากับเอทธานอล (Ethanol: C_2H_5OH) โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide; KOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ทดลองสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันวัตถุดิบซึ่งได้แก่ น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง ปริมาณ 200 g ทำปฏิกิริยากับเอทธานอลในอัตราส่วนเชิงโมลของน้ำมันต่อแอลกอฮอล์ที่ใช้คือ 1:9 ทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืชปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง แต่ในกรณีที่วัตถุดิบเป็นน้ำมันพืชใช้แล้ว อัตราส่วนเชิงโมลของน้ำมันต่อแอลกอฮอล์ที่ใช้คือ 1:12 ในการทำปฏิกิริยากับน้ำมันที่ใช้เป็นวัตถุดิบ โดยใช้ NaOH และ KOH 0.5%wt และ 1.5%wt ของน้ำมันวัตถุดิบตามลำดับบวกกับปริมาณด่างสำหรับทำน้ำมันวัตถุดิบให้เป็นกลาง

ตารางที่ 4.4 ไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากเอทธานอล โดยใช้ NaOH และ KOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

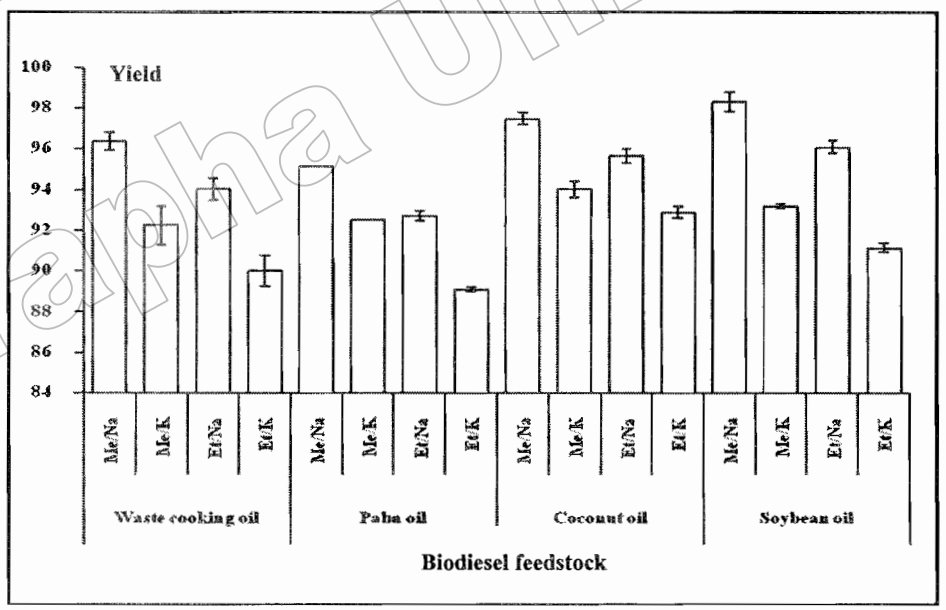
น้ำมันวัตถุดิบ (200 g)	C_2H_5OH (Molar ratio)	สารเร่งปฏิกิริยา		T (^oC)	pH		ไบโอดีเซล (g)	%Yield	± SD
		NaOH (%wt)	KOH (%wt)		ก่อน	หลัง			
น้ำมันพืชใช้แล้ว	1:12	0.5 %wt		55 ^oC	9	7	188.09	94.04	0.54
			1.5 %wt				180.02	90.01	0.75
น้ำมันปาล์ม	1:9	0.5 %wt		55 ^oC	9	7	185.47	92.73	0.26
			1.5 %wt				178.20	89.10	0.12
น้ำมันมะพร้าว	1:9	0.5 %wt		55 ^oC	9	7	191.33	95.67	0.37
			1.5 %wt				185.77	92.89	0.28
น้ำมันถั่วเหลือง	1:9	0.5 %wt		55 ^oC	9	7	192.19	96.09	0.31
			1.5 %wt				182.27	91.14	0.22

หมายเหตุ การทดลองทำ 3 ซ้ำโดยนำค่าเฉลี่ยมาใช้ในการคำนวณผล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.1.2.2.1 สังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันวัตถุดิบซึ่งได้แก่ น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง ปริมาณ 200 g ทำปฏิกิริยากับเอทธานอลโดยใช้ NaOH ผลการทดลองจากตารางที่ 4.4 ผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้โดยการชั่งน้ำหนัก (g) คือ 188.09 g 185.47 g 191.33 g และ 192.19 g คิดเป็นร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้คือ 94.04±0.54 92.73±0.26 95.67±0.37 และ 96.09±0.31 ตามลำดับ โดยไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันถั่วเหลืองจะให้ร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้สูงสุดรองลงมาคือไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม ตามลำดับ

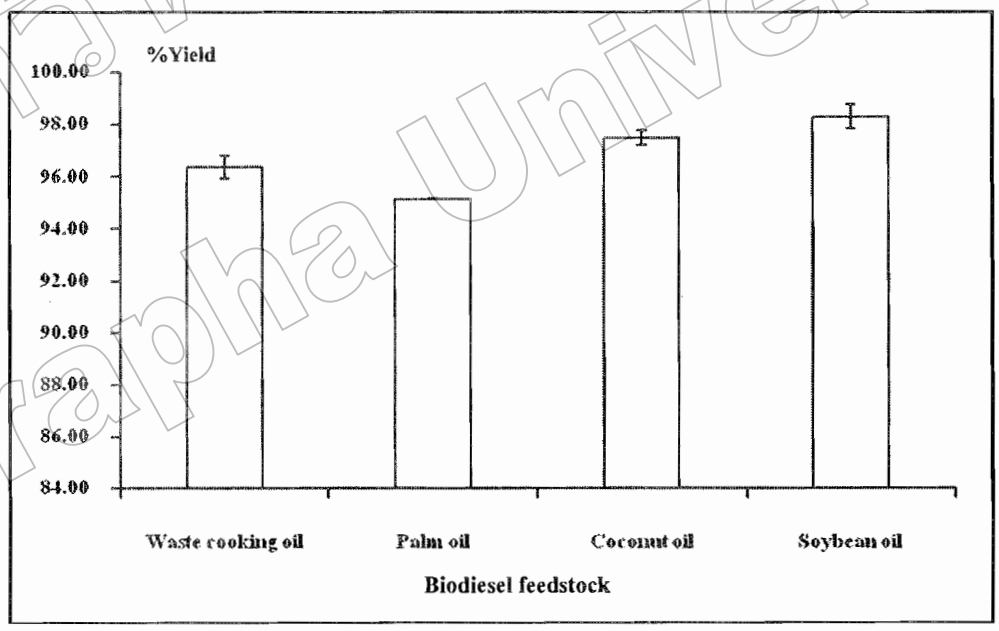
4.1.2.2.2 สังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันวัตถุดิบซึ่งได้แก่ น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง ปริมาณ 200 g ทำปฏิกิริยากับเอทธานอลโดยใช้ KOH ผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้โดยการชั่งน้ำหนัก (g) คือ 180.02 g 178.20 g 185.77 g และ 182.27 g คิดเป็นร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้คือ 90.01±0.75 89.10±0.12 92.89±0.28 และ 91.14±0.22 ตามลำดับ โดยไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันมะพร้าวจะให้ร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้สูงสุดรองลงมาคือไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบผลผลิตไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากการทดลองพบว่า ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟีเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา คือ การใช้น้ำมันวัตถุดิบทำปฏิกิริยากับเมทธานอล ในอัตราส่วนเชิงโมลของน้ำมันต่อแอลกอฮอล์ที่ใช้คือ 1:6 โดยใช้ NaOH 0.5%wt ของน้ำมันบวกกับปริมาณด่างสำหรับทำน้ำมันให้เป็นกลาง และเนื่องจากเมทธานอลเป็นแอลกอฮอล์ที่มีขั้วและมีโซ่คาร์บอนสั้นที่สุดจึงสามารถทำปฏิกิริยากับไตรกลีเซอร์ไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมันวัตถุดิบ ได้อย่างรวดเร็วและสามารถละลายตัวเร่งปฏิกิริยา NaOH ได้ง่าย จากผลการทดลอง การเปรียบเทียบผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟีเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยการทดลองใช้วัตถุดิบที่มีศักยภาพภายในประเทศในการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งได้แก่ น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันถั่วเหลือง พบว่า วัตถุดิบที่ให้ผลผลิตสูงสุดในการผลิตไบโอดีเซล ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม โดยคิดเป็นร้อยละของผลผลิตที่ได้ คือ 98.31±0.47 97.50±0.27 96.38±0.44 และ 95.16±0.01 (ภาพที่ 4.2) ตามลำดับ



ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบผลผลิตไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้เมทธานอลโดยใช้ NaOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 4.3 ผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

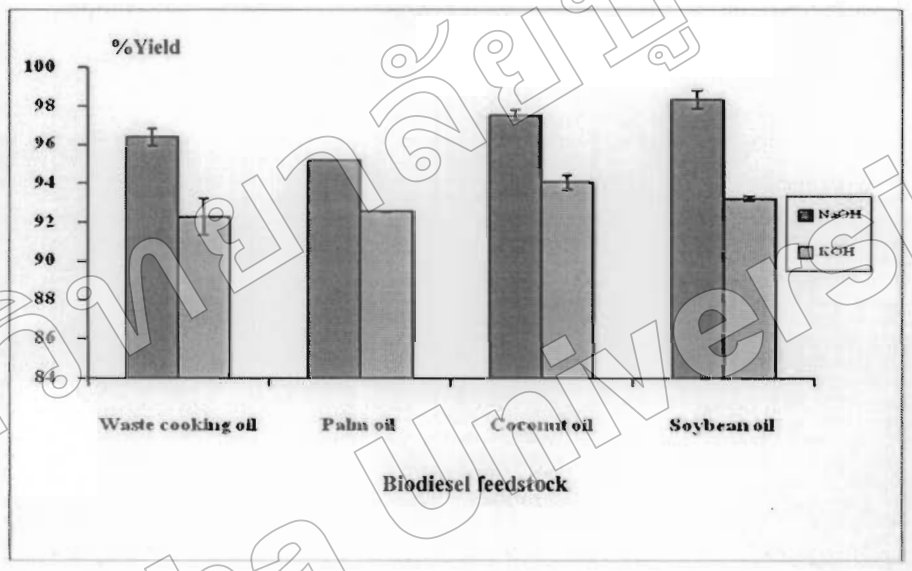
4.1.3 เปรียบเทียบผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยเปรียบเทียบการใช้ NaOH และ KOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

จากการทดลองพบว่านอกจาก การใช้ NaOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปริมาณที่น้อยกว่าแล้ว ในกระบวนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน จะให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละมากกว่าการใช้ KOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม คิดเป็นร้อยละของผลผลิตที่ได้คือ 98.31±0.47 97.50±0.27 96.38±0.44 และ 95.16±0.01 ตามลำดับ ในขณะที่กระบวนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ KOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้ผลผลิตไบโอดีเซลคิดเป็นร้อยละคือ 94.03±0.38 93.21±0.12 92.52±0.02 และ 92.26±0.95 จากน้ำมันที่ใช้เป็นวัตถุดิบคือ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม ตามลำดับ (ภาพที่ 4.4)

จากการทดลองสังเคราะห์ไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้น้ำมันวัตถุดิบทำปฏิกิริยากับเมทธานอล จากการเปรียบเทียบการใช้ NaOH และ KOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่าการใช้ NaOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะให้ผลผลิตสูงสุดเนื่องจากในกระบวนการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา อาจเกิดปฏิกิริยาข้างเคียง คือ ปฏิกิริยาการเกิดสบู่เรียกว่า สะปอนนิฟิเคชัน (Sponification) ซึ่งเกิดจากไขมันหรือน้ำมันทำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ปฏิกิริยากับด่าง และได้ผลิตภัณฑ์เป็นกลีเซอรอลกับเกลือของกรดไขมันหรือสบู่ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้ต่ำลง และ เนื่องจาก NaOH และ KOH เป็นสารประกอบของโลหะอัลคาไลน์ และต่างก็มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน แต่เนื่องจาก KOH มีค่าพลังงานไอออไนเซชันต่ำกว่า NaOH จึงเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอนกลายเป็นไอออนบวกได้ง่าย ซึ่งขนาดของไอออนมีแนวโน้มใหญ่ขึ้นเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความสามารถในการแตกตัวเป็นไอออนเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดไอออนใหญ่ขึ้นทำให้ KOH ก่อให้เกิดสบู่ได้ดีกว่า NaOH



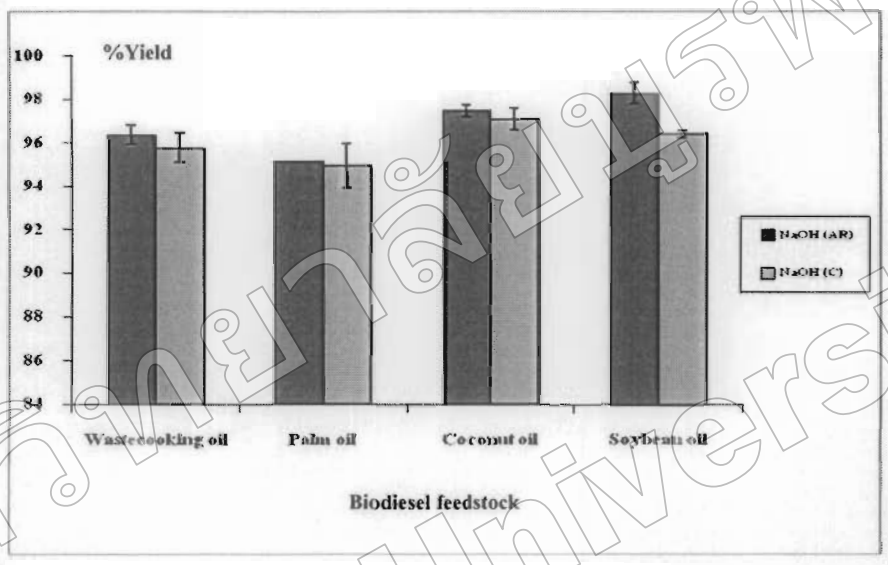
ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบการใช้ NaOH และ KOH เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในขั้นตอนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน

4.1.4 เปรียบเทียบผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ NaOH ชนิดเกรดวิเคราะห์ (Analytical reagent grade; AR grade) และชนิดเกรดทางการค้า (Commercial grade) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

จากการทดลองสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยได้ทำการเปรียบเทียบการสังเคราะห์ไบโอดีเซลโดยใช้ NaOH ชนิด AR grade และชนิด Commercial grade ในการทดลองพบว่า ผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้ โดยใช้ NaOH ชนิด AR grade เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะให้ผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้มากกว่าการใช้ด่าง NaOH ชนิด Commercial grade เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากภาพที่ 4.5 ผลผลิตไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันวัตถุดิบ ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

น้ำมันปาล์ม โดยใช้ NaOH ชนิด AR grade ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 98.31±0.47 97.50±0.27 96.38±0.44 และ 95.16±0.01 ตามลำดับ และในกรณีผลผลิตไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันวัตถุดิบ ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม โดยใช้ NaOH ชนิด Commercial gradeให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 96.44±0.16 97.12±0.49 95.78±0.67 และ 94.96±1.02 ตามลำดับเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบการใช้ NaOH ชนิด AR grade และ Commercial grade ในขั้นตอนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

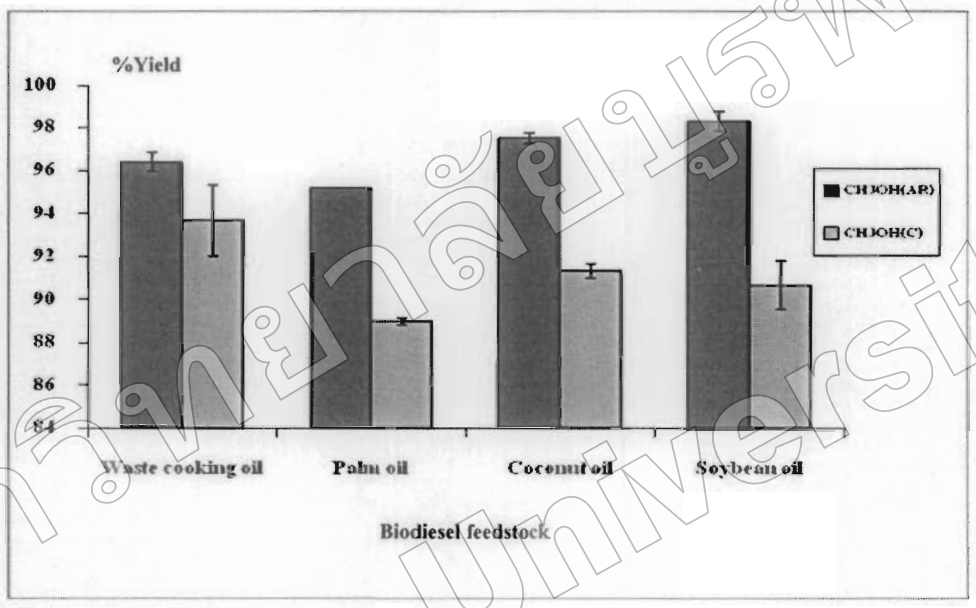
หมายเหตุ NaOH (AR) หมายถึง NaOH ชนิด AR grade
NaOH (C) หมายถึง NaOH ชนิด Commercial grade

4.1.5 เปรียบเทียบผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้เมทธานอลชนิด Analytical reagent grade (AR grade) และชนิด Commercial grade

จากการทดลองสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยได้ทำการเปรียบเทียบการสังเคราะห์ไบโอดีเซลโดยใช้เมทธานอลชนิด AR grade และชนิด Commercial grade โดยผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้พบว่าผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้โดยใช้เมทธานอลชนิด AR grade จะให้ผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้มากกว่าการใช้เมทธานอลชนิด Commercial grade จากภาพที่ 4.6 พบว่าผลผลิตไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันวัตถุดิบ ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

และน้ำมันปาล์ม โดยใช้เมทธานอลชนิด AR grade ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 98.31±0.47 97.50±0.27 96.38±0.44 และ 95.16±0.01 ตามลำดับ และในกรณีผลผลิตไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันวัตถุดิบ ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม โดยใช้เมทธานอลชนิด Commercial grade ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 90.63±1.12 91.29±0.34 93.65±1.64 และ 88.96±0.16 ตามลำดับ เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบการใช้เมทธานอลชนิด AR grade และ Commercial grade ในขั้นตอนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

หมายเหตุ CH_3OH (AR) หมายถึง เมทธานอลชนิด AR grade

CH_3OH (C) หมายถึง เมทธานอลชนิด Commercial grade

4.1.6 เปรียบเทียบผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่าง NaOH และ เมทธานอล ชนิด Analytical reagent grade (AR grade) และชนิด Commercial grade

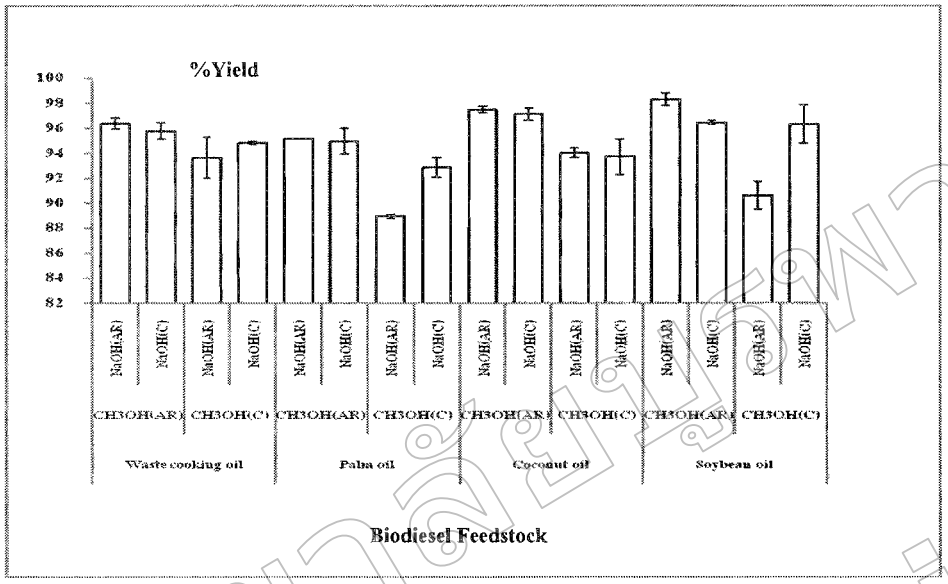
จากการทดลองสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยได้ทำการเปรียบเทียบการสังเคราะห์ไบโอดีเซลโดยใช้ NaOH และเมทธานอลชนิด AR grade และชนิด Commercial grade โดยผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้พบว่า ผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ NaOH และ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เมทธานอลชนิด AR grade จะให้ผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้มากกว่าการใช้ NaOH และเมธานอลชนิด Commercial grade โดยผลผลิตไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันวัตถุดิบ ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม โดยใช้ NaOH และเมทธานอลชนิด AR grade ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 98.31±0.47 97.50±0.27 96.38±0.44 และ 95.16±0.01 ตามลำดับ และในกรณีผลผลิตไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันวัตถุดิบ ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม โดยใช้ NaOH และเมทธานอลชนิด Commercial gradeให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 96.32±1.54 93.72±1.43 94.83±0.12 และ 92.88±0.79 ตามลำดับเช่นเดียวกันดังภาพที่ 4.7

ผลการทดลองพบว่า การใช้ NaOH และเมทธานอลทั้งชนิด AR grade และ Commercial gradeในขั้นตอนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาพบว่า น้ำมันถั่วเหลืองจะให้ผลผลิตไบโอดีเซลสูงสุด รองลงมาคือ น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากในน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ มีกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบต่างชนิดกัน โดยน้ำมันปาล์มมีกรดไขมันอิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบหลัก คือ Palmitic acid (C16:0 หมายถึงมีจำนวนคาร์บอน 16 อะตอมโดยมีพันธะเดี่ยวเป็นองค์ประกอบ) อยู่ร้อยละ42.8 น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบหลัก คือ Lauric acid (C12:0 หมายถึง มีจำนวนคาร์บอน 12 อะตอมโดยมีพันธะเดี่ยวเป็นองค์ประกอบ)) อยู่ร้อยละ 46.5 และน้ำมันถั่วเหลืองมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลัก คือ Linoleic acid (C18:2 หมายถึงมีจำนวนคาร์บอน 18 อะตอมโดยมีพันธะคู่ 2 ตำแหน่งเป็นองค์ประกอบ) อยู่ร้อยละ53.7 (Marchetti et al., 2007) เนื่องจากการที่น้ำมันถั่วเหลืองมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลักในขณะที่ น้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลักนี้ เป็นผลทำให้น้ำมันถั่วเหลืองซึ่งมีสารไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวอยู่นี้ซึ่งจะเป็นหมู่ฟังก์ชันที่มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากกว่าน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว ที่มีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลัก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



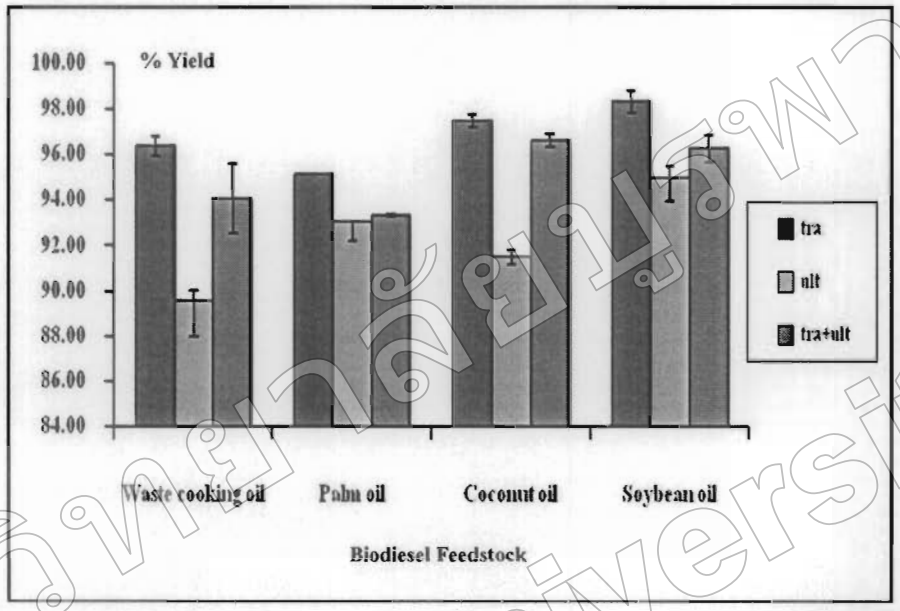
ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบการใช้ NaOH และ เมทธานอลชนิด AR grade และCommercial gradeในขั้นตอนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

4.1.7 ผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากการเปรียบเทียบขั้นตอนของการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

โดยในขั้นตอนของการทำปฏิกิริยาได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบขั้นตอนการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยการกวนสารด้วย Magnetic bar โดยใช้ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที เปรียบเทียบกับขั้นตอนการทำปฏิกิริยาโดยการใช้ระบบการสั่นด้วย Ultrasonic ที่ความถี่ 59 kHz และเปรียบเทียบกับขั้นตอนการทำปฏิกิริยาโดยการกวนสารด้วย Magnetic bar โดยใช้ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที แล้วตามด้วยการทำปฏิกิริยาโดยการใช้ระบบการสั่นด้วย Ultrasonic ที่ความถี่ 59 kHz จากการทดลองพบว่า ขั้นตอนการทำปฏิกิริยาทรานส์-เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยวิธีการการทำปฏิกิริยาด้วยการกวนสารด้วย Magnetic bar โดยใช้ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที จะให้ผลผลิตไบโอดีเซลคิดเป็นร้อยละมากที่สุด ซึ่งผลผลิตไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันวัตถุดิบได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์ม คิดเป็นร้อยละของผลผลิตที่ได้ คือ 98.31±0.47 97.50±0.27 96.38±0.44 และ 95.16±0.01ตามลำดับ (ภาพที่ 4.8)



ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบขั้นตอนการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยเปรียบเทียบการใช้ Magnetic bar และการสั่นด้วย Ultrasonic

หมายเหตุ tra หมายถึง ขั้นตอนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยาโดยการกวนสารด้วย Magnetic bar

ult หมายถึง ขั้นตอนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลที่ได้จากการทำปฏิกิริยาโดยการสั่นด้วยระบบ Ultrasonic

tra + ult หมายถึง ขั้นตอนการสังเคราะห์ไบโอดีเซลที่ได้จากการทำปฏิกิริยาโดยการกวนสารด้วย Magnetic bar แล้วตามด้วยการสั่นด้วยระบบ Ultrasonic

4.2 การทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลผลิต (Yield) ของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยพบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา คือ การใช้น้ำมันวัตถุดิบทำปฏิกิริยากับเมทธานอล ในอัตราส่วนเชิงโมลของน้ำมันต่อแอลกอฮอล์ที่ใช้คือ 1:6 โดยใช้ NaOH 0.5 %wt ของน้ำมันบวกกับปริมาณ NaOH สำหรับทำน้ำมันให้เป็นกลาง พบว่าวัตถุดิบที่ให้ผลผลิตสูงสุดในการผลิตไบโอดีเซล ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันปาล์มตามลำดับ โดยคิดเป็นร้อยละของผลผลิตที่ได้ คือ 98.31 97.50 96.38 และ 95.16 ตามลำดับ จากนั้นนำไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้มาทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลให้เป็นไปตามมาตรฐาน โดยนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติดังต่อไปนี้คือ

1. ค่าความหนืด (Viscosity, cSt)
2. ค่าความหนาแน่น (Density, kg/m^3)
3. ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำ (Water, %wt)
4. ค่าความเป็นกรด มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม (Acid value, mg KOH/g)

สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้ ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นต่างชนิดกัน โดยการเปรียบเทียบกับลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2552 ประกาศกรมธุรกิจพลังงานได้ผลดังตารางที่ 4.5 คือ

ในการทดสอบคุณสมบัติวัดค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้ซึ่งทำการวัดค่าโดยใช้เครื่องวิสโคมิเตอร์ จากการทดลองพบว่าไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และเมทธานอลชนิด AR grade วัดค่าความหนืดได้อยู่ในช่วง 3.5-3.8 cSt แต่กรณีไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และเมทธานอลชนิด Commercial grade จะวัดค่าความหนืดได้ อยู่ในช่วง 3.5-3.7 cSt ซึ่งพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของน้ำมันไบโอดีเซลซึ่งได้กำหนดไว้ที่ 3.5-5.0 cSt

ภาพที่ 4.9 การวัดค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้โดยใช้เครื่องวิสโคมิเตอร์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การทดสอบคุณสมบัติวัดค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้ซึ่งทำการวัดค่าโดยใช้ขวดพิคโนมิเตอร์เปรียบเทียบกับความหนาแน่นของน้ำ จากการทดลองพบว่าไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และเมทธานอลชนิด AR grade ซึ่งวัดค่าความหนาแน่นได้อยู่ในช่วง 0.87-0.89 kg/m^3 และกรณีไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และ เมทธานอลชนิด Commercial grade วัดค่าความหนาแน่นได้อยู่ในช่วง 0.87-0.90 kg/m^3 ซึ่งพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของน้ำมันไบโอดีเซลซึ่งได้กำหนดไว้ที่ 0.86-0.90 kg/m^3

การทดสอบคุณสมบัติวัดค่าปริมาณน้ำในน้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้ จากการทดลองพบว่าไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และ เมทธานอลชนิด AR grade และชนิด Commercial grade ซึ่งวัดค่าปริมาณน้ำได้ร้อยละ 0.020-0.030 โดยน้ำหนัก ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของน้ำมันไบโอดีเซลซึ่งได้กำหนดไว้คือ ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.050 โดยน้ำหนัก

การทดสอบคุณสมบัติวัดค่าของกรดในน้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้ จากการทดลองพบว่าไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และ เมทธานอลชนิด AR grade ซึ่งวัดค่าของกรดได้อยู่ในช่วง 0.20-0.30 mg KOH/g และกรณีไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ด่าง NaOH และ เมทธานอลชนิด Commercial grade วัดค่าของกรดได้อยู่ในช่วง 0.26-0.30 mg KOH/g ซึ่งพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของน้ำมันไบโอดีเซลซึ่งได้กำหนดไว้คือ ไม่สูงกว่า 0.50 mg KOH/g

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.5 คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

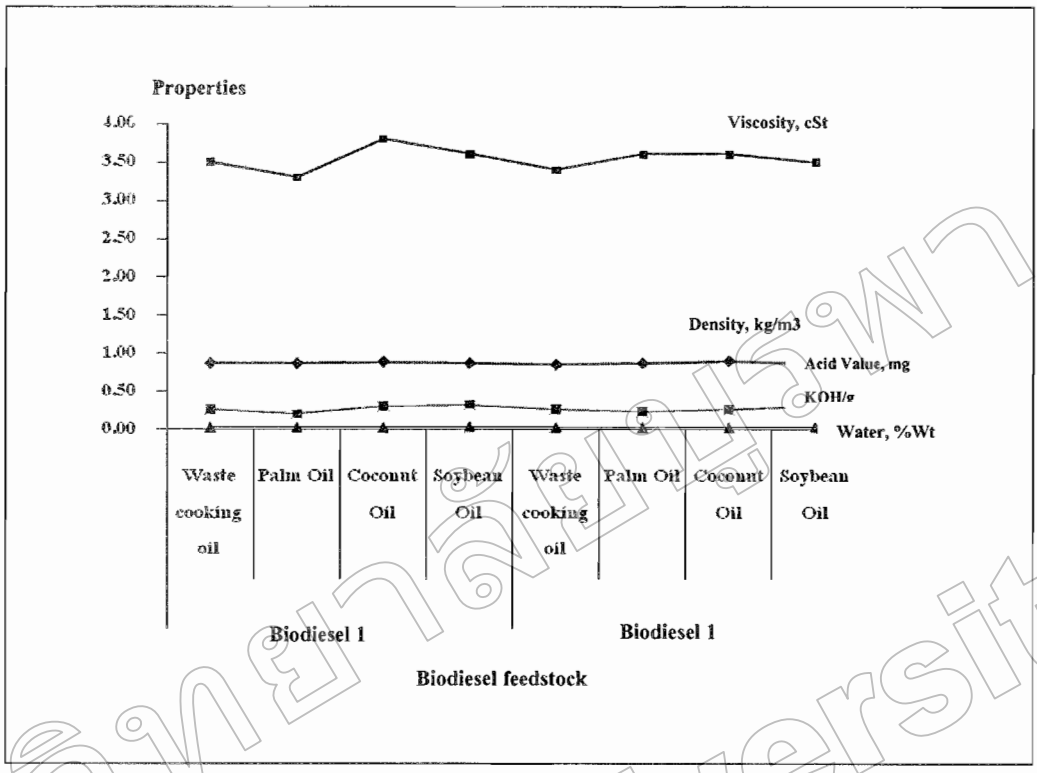
	น้ำมันวัตถุดิบ	คุณสมบัติของไบโอดีเซล			
		Viscosity (cSt)	Density (kg/m^3)	Water (%Wt)	Acid value (mg KOH/g)
ไบโอดีเซล 1	น้ำมันพืชใช้แล้ว	3.5	0.87	0.02	0.260
	น้ำมันปาล์ม	3.5	0.87	0.02	0.200
	น้ำมันมะพร้าว	3.8	0.89	0.02	0.300
	น้ำมันถั่วเหลือง	3.6	0.87	0.03	0.320
ไบโอดีเซล 2	น้ำมันพืชใช้แล้ว	3.7	0.87	0.02	0.260
	น้ำมันปาล์ม	3.6	0.87	0.02	0.230
	น้ำมันมะพร้าว	3.6	0.90	0.02	0.260
	น้ำมันถั่วเหลือง	3.5	0.86	0.03	0.300
ค่ามาตรฐานของไบโอดีเซล		3.5-5.0	0.86-0.90	ไม่สูงกว่า 0.050	ไม่สูงกว่า 0.50

หมายเหตุ ไบโอดีเซล 1 หมายถึง ไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และ เมทธานอลชนิด AR grade

ไบโอดีเซล 2 หมายถึง ไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และ เมทธานอลชนิด Commercial grade

จากภาพที่ 4.10 พบว่าในการทดลองทดสอบคุณสมบัติไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นทั้งชนิด AR grade และชนิด Commercial grade คุณสมบัติที่ทดสอบได้มีค่าใกล้เคียงกันโดยค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 3.5-3.8 cSt วัดค่าความหนาแน่นได้ 0.86-0.90 kg/m^3 วัดค่าปริมาณน้ำได้ร้อยละ 0.020-0.030 และวัดค่าของกรดได้ 0.23-0.32 mg KOH/g ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4.10 คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้น ชนิด AR grade และชนิด Commercial grade

หมายเหตุ ไบโอดีเซล 1 หมายถึงไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และ เมธานอลชนิด AR grade

ไบโอดีเซล 2 หมายถึงไบโอดีเซลที่สังเคราะห์จากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นโดยใช้ NaOH และ เมธานอลชนิด Commercial grade

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.3 การคำนวณต้นทุนเบื้องต้นในการผลิตไบโอดีเซล

ตารางที่ 4.6 ราคาวัตถุดิบและสารสารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์ไบโอดีเซล

วัตถุดิบและสารสารเคมี	หน่วย	ราคา/ หน่วย
น้ำมันพืชใช้แล้ว	ลิตร	18
น้ำมันปาล์ม	ลิตร	42
น้ำมันมะพร้าว	ลิตร	63
น้ำมันถั่วเหลือง	ลิตร	55
NaOH (AR grade)	กิโลกรัม	320
NaOH (Commercial grade)	กิโลกรัม	60
KOH (AR grade)	กิโลกรัม	450
KOH (Commercial grade)	กิโลกรัม	-
CH_3OH (AR grade)	ลิตร	149
CH_3OH (Commercial grade)	ลิตร	74
C_2H_5OH (AR grade)	ลิตร	352
C_2H_5OH (Commercial grade)	ลิตร	80

ในการคำนวณราคาต้นทุนของไบโอดีเซลเบื้องต้น โดยไม่รวมค่าพลังงานและค่าแรงผู้ดำเนินงาน กรณีการสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

ราคาต้นทุนของไบโอดีเซลต่อลิตร = (ราคาแอลกอฮอล์; CH_3OH + ราคาโซเดียมไฮดรอกไซด์; NaOH + ราคาของน้ำมันวัตถุดิบ) / ปริมาตรของไบโอดีเซลที่ได้

จากการคำนวณต้นทุนของไบโอดีเซลโดยการเปรียบเทียบราคาต้นทุนที่คำนวณได้จากราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์ไบโอดีเซลชนิด AR grade และ Commercial grade (NaOH และ เมทธานอล) พบว่าจากการคำนวณมีความแตกต่างทางด้านราคาค่อนข้างสูง โดยไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากวัตถุดิบชนิด Commercial grade จะมีต้นทุนต่ำกว่าไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากวัตถุดิบ AR grade โดยข้อมูลจากตารางที่ 4.8 ราคาต้นทุน (บาท/ลิตร) ของไบโอดีเซลที่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สังเคราะห์ได้จากน้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันมะพร้าว และใช้วัตถุดิบคือ NaOH และแอลกอฮอล์เมธานอล ชนิด AR grade ราคาต้นทุน(บาท/ลิตร) อยู่ที่ 65.23 91.25 101.53 และ 110.64 บาท/ลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากด่าง NaOH และแอลกอฮอล์เมธานอล ชนิด Commercial grade ราคาต้นทุน(บาท/ลิตร) อยู่ที่ 41.94 68.65 79.69 และ 90.45 บาท/ลิตร ตามลำดับเช่นเดียวกัน เปรียบเทียบกับราคาไบโอดีเซลในท้องตลาด พบว่าราคาไบโอดีเซล B100 อยู่ที่ 38.89 บาท/ลิตร ราคาไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ 38.75 บาท/ลิตร ราคาไบโอดีเซลที่ผลิตจากสเตียรีน 34.62 บาท/ลิตร และราคาไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มกึ่งบริสุทธิ์ 40.05 บาท/ลิตร ซึ่งหลักเกณฑ์การคำนวณราคาไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมันโดยคณะกรรมการบริหารนโยบายพลังงานได้มีมติให้กำหนดหลักเกณฑ์ในการคำนวณราคาไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (ใช้ในการอ้างอิง วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2555) สรุปได้ตามสมการ 4.1

$$\text{ราคาไบโอดีเซล} = \frac{(B100_{CPO} \times Q_{CPO}) + (B100_{RBD} \times Q_{RBD}) + (B100_{ST} \times Q_{ST})}{Q_{Tota}} \qquad (4.1)$$

ราคาไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ (CPO) = 0.94 CPO + 0.1 MeOH + 3.82
ราคาไบโอดีเซลที่ผลิตจากสเตียรีน (ST) = 0.86 ST + 0.09 MeOH + 2.69
ราคาไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มกึ่งบริสุทธิ์ (RBD) = 0.93 RBD + 0.1 MeOH + 2.69

โดยปริมาณการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบอยู่ที่ 485,252 ลิตร/วัน ปริมาณการผลิตไบโอดีเซลจากสเตียรีน 323,299 ลิตร/วัน และปริมาณการผลิตไบโอดีเซลน้ำมันปาล์มกึ่งบริสุทธิ์ 1,246,470 ลิตร/วัน

ซึ่งจากการคำนวณราคาต้นทุนเบื้องต้นของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้ พบว่า น้ำมันวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการนำมาสังเคราะห์ไบโอดีเซลมากที่สุด คือ น้ำมันพืชใช้แล้ว ที่ทำการสังเคราะห์ได้จากสารตั้งต้นชนิด Commercial grade เนื่องจากราคาต้นทุนอยู่ที่ 41.94 บาท/ลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับราคาไบโอดีเซลที่ขายในท้องตลาดมากที่สุดโดยราคาไบโอดีเซล B100 อยู่ที่ 38.89 บาท/ลิตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.7 แสดงราคาต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในสังเคราะห์ไบโอดีเซล

น้ำมันวัตถุดิบ	ราคาน้ำมัน (บาท)	CH_3OH AR grade		NaOH AR grade		CH_3OH Commercial grade		NaOH Commercial grade		% Yield	ราคาต้นทุน (บาท/ลิตร)
		ลิตร	บาท	ลิตร	บาท	ลิตร	บาท	ลิตร	บาท		
น้ำมันพืชใช้แล้ว	18.68	0.301	44.83	0.005	1.72					96.38	65.23
	19.22			0.006	1.77	0.310	22.92			93.65	43.91
	18.98					0.306	22.63	0.005	0.33	94.83	41.94
	18.79	0.303	45.11					0.005	0.33	95.78	64.23
น้ำมันปาล์ม	44.14	0.305	45.41	0.005	1.71					95.16	91.25
	47.21			0.006	1.83	0.326	24.12			88.96	73.16
	45.22					0.312	23.11	0.005	0.33	92.88	68.65
	44.23	0.305	45.50					0.005	0.032	94.96	90.05
น้ำมันมะพร้าว	64.62	0.297	44.32	0.005	1.70					97.50	110.64
	67.00			0.006	1.76	0.308	22.82			94.03	91.59
	67.22					0.309	22.90	0.006	0.33	93.72	90.45
	64.87	0.299	44.49					0.005	0.32	97.12	109.68
น้ำมันถั่วเหลือง	55.95	0.295	43.95	0.005	1.63					98.31	101.53
	60.69			0.006	1.77	0.320	23.68			90.63	86.14
	57.10					0.301	22.28	0.005	0.31	96.32	79.69
	57.03	0.301	44.81					0.005	0.31	96.44	102.15

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University