

บรรณานุกรม

- กรมธุรกิจพลังงาน. ประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่อง กำหนด ลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซล ประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. ๒๕๔๘. : กรมธุรกิจพลังงาน, 2548.
- ทรงพล พร้อมมูล และ พิภพ พิทักษ์ศักดิ์เสรี. การผลิตไบโอดีเซลด้วยกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน โดยใช้คลื่นไมโครเวฟ. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2550.
- นงเยาว์ มาลัยทอง. อินทรีย์เคมีพื้นฐาน : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2534.
- พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล. “ไบโอดีเซล : พลังงานทางเลือกใหม่สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล” วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กันยายน – ธันวาคม 2544. ปีที่ 3, ฉบับที่ 16, หน้า 5 – 7, 2544.
- วสันต์ เจียตระกุล. ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อนในตัวทำ อากาศร้อนแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.
- วิชุดา ไชยเขตต์. สมดุลปฏิกิริยาแบบเอกพันธ์ของปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันของน้ำมันปาล์ม กับเมทานอล. วิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2549.
- สมสง่า สิงห์ครุฑ และ สาวัจฉรา ภูงามนิล. การผลิตไบโอดีเซลด้วยกระบวนการทางเคมีแบบ 2 ขั้นตอน .ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล (พลังงาน) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- สุรพล ดำรงกิตติกุล. วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2535.
- อนุชา พรหมวังขวา. ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.
- อำพล ชื้อตรง, สายันต์ ศรีวิเชียร. เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2538.

Bamwal B.K., Sharma M.P. "Prospect of biodiesel production from vegetable oils in India."

Renewable & sustainable energy review, vol. 9, 2005. pp. 363 – 378

C. Mazzocchia et al. *Fatty Acid Methyl Esters Synthesis From Triglycerides Over Heterogeneous*

Catalysts in Presence of Microwaves. Materials and Chemical E.N.E.A., Pisa,

Italy Engineering Department, 2000.

Fangrui, M. and Milford, A.H. "Biodiesel production : a review." Bio resource Technology,

vol.70, 1999.pp. 1 – 15.

Pacific Biodiesel, Inc.2546. "Biodiesel Fuel." [Online]. Available

http://biodiesel.com/biodiesel_fuel.htm#FUEL

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 ตารางมวลโมเลกุลและความหนาแน่นของสารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

สาร	Density (g/cm ³)	Molar mass (g/mol)
Triglyceride	1.12	849.5
Methanol	0.79	32.04
Ester	-	284.50
Glycerin	1.26	92.12

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างของจำนวนโมลและน้ำหนักของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ได้

สารตั้งต้น	1	3	3	1
	Triglyceride	Methanol	Ester	Glycerin
Molar mass (g/mol)	849.500	32.040	284.500	92.120
Vol. (g)	100.000	11.315	100.471	10.844
Vol. (ml)	112.000	14.290	117.692	8.600
mol	0.118	0.353	0.353	0.118

ตารางที่ ก.3 สัดส่วนโดยโมลและปริมาตรระหว่างน้ำมันกับเมทานอล

สารตั้งต้น	1	3	6	9
	Triglyceride	Methanol	Methanol	Methanol
Molar mass(g/mol)	849.500	32.040	32.040	32.040
Vol. (g)	100.000	11.315	22.630	33.945
Vol. (ml)	112.000	14.290	28.580	42.870
mol	0.118	0.353	0.706	1.059

ตารางที่ ก.4 ผลการวัดปริมาณกลีเซอรินของการผลิตด้วยขดลวดความร้อนที่เวลาต่างๆ

ขดลวดความร้อน					
Time (sec.)	0	30	60	90	120
Glycerin (g)	0	6.12	7.03	8.02	8.42
mol	0.00	0.056	0.065	0.076	0.081
%yield (Glycerin)	0.0%	47.2%	55.6%	64.8%	68.4%

ตารางที่ ก.5 ผลการวัดปริมาณกลีเซอรินของการผลิตด้วยอิเล็กโทรดแบบแท่งคู่ที่เวลาต่างๆ

อิเล็กโทรดแบบแท่งคู่					
Time(sec.)	0	30	60	90	120
Glycerin(g)	0	9.59	9.87	10.04	10.75
mol	0.00	0.093	0.096	0.098	0.106
%yield (Glycerin)	0.0%	79.2%	81.8%	83.4%	89.9%

ตารางที่ ก.6 ผลการวัดปริมาณกลีเซอรินของการผลิตด้วยอิเล็กโทรดแบบแท่งกับวงแหวนที่เวลาต่างๆ

อิเล็กโทรดแบบแท่งกับวงแหวน					
Time(sec.)	0	30	60	90	120
Glycerin(g)	0	10.72	10.86	11.04	11.72
mol	0.00	0.106	0.107	0.109	0.116
%yield (Glycerin)	0.0%	89.7%	90.9%	92.6%	98.9%

ตารางที่ ก.7 ปริมาณกลีเซอริน (mol) ที่เวลาต่างๆ

Time(sec.)	Glycerin (mol)		
	ขดลวดความร้อน	อิเล็กทรอนิกส์แบบแท่งคู่	อิเล็กทรอนิกส์แบบแท่งกับวงแหวน
30	0.065	0.093	0.106
60	0.075	0.096	0.105
90	0.076	0.098	0.109
120	0.081	0.106	0.116

ตารางที่ ก.8 ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิขณะการทำปฏิกิริยา

Time(sec.)	Temp (° C)		
	ขดลวดความร้อน	อิเล็กทรอนิกส์แบบแท่งคู่	อิเล็กทรอนิกส์แบบแท่งกับวงแหวน
0	30.0	29.9	30
15	31.4	33.5	32.5
30	32.3	34.4	33.7
45	33.1	35.2	34.6
60	34.2	35.8	35.7
75	35.7	36.3	37.2
90	37.1	37.4	38.5
105	38.8	38.8	39.6
120	39.6	39.1	40.3



ตารางที่ ก.9 ค่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นต่อเวลาที่เปลี่ยนไป

Time(s)	ปริมาณของสารตั้งต้น (mol)		
	ขดลวดความร้อน	แบบทรงกระบอกคู่	แบบทรงกระบอกซ้อน
0	0.1180	0.1180	0.1180
10	0.1070	0.0865	0.0827
20	0.0799	0.0549	0.0468
30	0.0624	0.0247	0.0125
60	0.0525	0.0217	0.0109
90	0.0418	0.0198	0.0090
120	0.0374	0.0121	0.0016

ตารางที่ ก.10 ตารางแสดงค่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เกิดขึ้นในการทำปฏิกิริยา

Time(s)	ln[k]		
	ขดลวดความร้อน	แบบแท่งคู่	แบบแท่งกับวงแหวน
0	-2.1371	-2.1371	-2.1371
10	-2.2349	-2.4476	-2.4925
20	-2.5270	-2.9022	-3.0619
30	-2.7741	-3.6997	-4.3850
60	-2.9464	-3.8308	-4.5151
90	-3.1754	-3.9198	-4.7119
120	-3.2851	-4.4115	-6.4348

ตารางที่ ก.11 ผลการเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ ในค่า k_0 กับค่าพลังงานกระตุ้น

กรณีศึกษา	อันดับของปฏิกิริยา		Pre-exponential factor	พลังงานกระตุ้น
	m	n	k_0	E_a (kJ/kg)
Present Study (2011) ¹	1	0	34.81	16.56
Present Study (2011) ²	1	0	1.12×10^4	30.48
Joelianingsih et al. (2008)	1	0	4.21	30.8
He et al. (2007)	1	0	170	56
Kusdiana and Saka (2001)	1	0	3.33	-

¹ การผลิตไบโอดีเซลด้วยสนามไฟฟ้าโดยใช้อิเล็กโทรดแบบแท่งคู่

² การผลิตไบโอดีเซลด้วยสนามไฟฟ้าโดยใช้อิเล็กโทรดแบบแท่งกับวงแหวน

ตารางที่ ก.12 ผลการวัดค่ากระแส แรงดัน และพลังงานไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ

Time (sec)	อิเล็กโทรดแบบแท่งคู่			อิเล็กโทรดแบบแท่งกับวงแหวน		
	แรงดันไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า
0	0	0	0	0	0	0
15	220	0.11	24.2	220	0.13	28.6
30	220	0.13	28.6	220	0.15	33
45	220	0.16	35.2	220	0.17	37.4
60	220	0.19	41.8	220	0.2	44
75	220	0.23	50.6	220	0.22	48.4
90	220	0.23	50.6	220	0.23	50.6
105	220	0.24	52.8	220	0.24	52.8
120	220	0.25	55	220	0.25	55

ตารางที่ ก.13 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากกระบวนการต่างๆ

Process	Reaction Time (min)	Temp (°C)	Triglyceride (g)	Power (Watt)	%yield (Glycerin)
Electric Heater	2	40	200	1500	68.4
Electric Field	2	40	200	56	98.0
Microwave	15	60	100	250	99.9

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณ

ตารางที่ ก.14 การคำนวณต้นทุนการผลิต ไบโอดีเซลด้วยขบวนการความร้อน

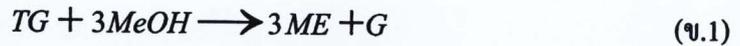
คำนวณ	หมายเหตุ ใช้เครื่องกลั่น 2 เครื่อง ระบบทำงาน 13.54 hr/เครื่อง/วัน						
	ปี	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
ต้นทุนอุปกรณ์	32500.00						
ค่าบำรุงรักษา	650.00	669.50	689.59	710.27	731.58	753.53	
PO&M	2933.17	627.90	606.55	585.93	566.01	546.77	
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	273,480.00	281,684.40	290,134.93	298,838.98	307,804.15	317,038.27	
Pดำเนินการ	1234097.78	264182.32	255200.74	246524.51	238143.26	230046.95	
ค่าไฟฟ้า	4082.74	4210.53	4342.32	4478.24	4618.41	4762.96	
Penergy	18,491.94	3,948.92	3,819.48	3,694.28	3,573.19	3,456.07	
มูลค่าซาก	3,250.00						
Psavate	1,711.17						
ค่าใช้จ่ายรวม	1,286,311.72	หมายเหตุ (ค่าใช้จ่ายรวม = เงินลงทุน+ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน +O&M)					
เฉลี่ยค่าใช้จ่ายรายปี	179,980.13						
ต้นทุนการผลิต	20.00						

ภาคผนวก ข

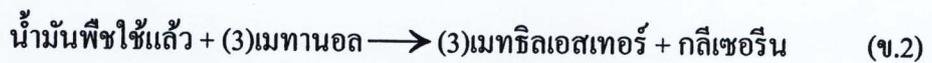
ตัวอย่างการคำนวณ

ข.1 การคำนวณหาปริมาณเมทานอลที่สัดส่วน 1: 3: 1 โดยกำหนดให้ค่ามวลโมเลกุลและค่าความหนาแน่นเป็นไปตามตารางที่ ก.1

จากสมการ



หรือ



หาจำนวน โมลของน้ำมันพืชใช้แล้ว 100 กรัม

$$mol_{TG} = \frac{g}{Mw} \quad (\text{ข.3})$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} mol_{TG} &= \text{จำนวน โมลของน้ำมันพืชใช้แล้ว (mol)} \\ g &= \text{น้ำหนักของน้ำมันพืชใช้แล้ว (g)} \\ Mw &= \text{มวลโมเลกุลของน้ำมันพืชใช้แล้ว (g/mol)} \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการที่ ข.3

$$mol_{TG} = \frac{100g}{849.5g/mol} = 0.118mol \quad (\text{ข.4})$$

ดังนั้นจะต้องใช้เมทานอล

$$mol_{MeOH} = 3 \times 0.118mol = 0.353mol$$

หรือ

$$0.353 \text{ mol} \times 32.04 \text{ g/mol} = 11.315 \text{ g}$$

ข.2 การคำนวณหาปริมาณน้ำมันไบโอดีเซล (%yield) กำหนดให้ค่ามวลโมเลกุลและค่าความหนาแน่นเป็นไปตามตารางที่ ก.1

จากสมการ

$$\% \text{yield} = \frac{[G_r - KOH]}{G_a} \times 100 \quad (\text{ข.5})$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} G_r &= \text{ปริมาณกลีเซอรินที่วัดได้จริง (g)} \\ G_a &= \text{ปริมาณกลีเซอรินตามทฤษฎี (g)} \\ KOH &= \text{ปริมาณสารโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (g)} \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการที่ ข.5

$$\% \text{yield} = \frac{[6.12 \text{ g} - 1 \text{ g}]}{10.844} \times 100 = 47.2\% \quad (\text{ข.6})$$

ข.3 การคำนวณหาความเข้มสนามไฟฟ้าของอิเล็กโทรดแบบแท่งคู่

จากสมการ

$$E = \frac{V}{2} \frac{\sqrt{\left[\frac{d}{2R}\right]^2 - 1}}{R \left[\frac{d}{2R} - 1\right] \ln \left[\frac{d}{2R} + \sqrt{\left[\frac{d}{2R}\right]^2 - 1} \right]} \quad (\text{ข.7})$$

เมื่อ

- E = ค่าความเข้มสนามไฟฟ้า (V/cm)
 V = แรงดันที่ป้อนสู่ขั้วอิเล็กโทรด (V)
 d = ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด (cm)
 R = รัศมีของอิเล็กโทรด (cm)
 x = ความเข้มสนามไฟฟ้าในแนวแกน x (cm)

กำหนดให้

- $x = 0 \text{ cm}$
 รัศมีของอิเล็กโทรด (R) เท่ากับ 0.5 cm
 ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด (d) เท่ากับ 2.5 cm
 แรงดันที่ป้อนสู่ขั้วอิเล็กโทรด (V) เท่ากับ 1000 V

แทนค่าในสมการที่ ข.7

$$E = \frac{1000}{2} \frac{\sqrt{\left[\frac{2.5}{2(0.5)}\right]^2 - 1}}{0.5 \left[\frac{2.5}{20.5} - 1\right] \ln \left[\frac{2.5}{20.5} + \sqrt{\left[\frac{2.5}{2(0.5)}\right]^2 - 1} \right]} \quad (\text{ข.8})$$

$$= 6382.43V/cm$$

ข.4 การคำนวณหาความเข้มสนามไฟฟ้าของอิเล็กโทรคแบบแท่งกับวงแหวน
จากสมการ

$$E = \frac{V}{R_2} \cdot \frac{1}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \quad (\text{ข.9})$$

เมื่อ

E	=	ค่าความเข้มสนามไฟฟ้า (V/cm)
V	=	แรงดันที่ป้อนสู่ขั้วอิเล็กโทรค (V)
R_1	=	รัศมีของอิเล็กโทรคแบบแท่ง (cm)
R_2	=	รัศมีของอิเล็กโทรคแบบวงแหวน (cm)

กำหนดให้

รัศมีของอิเล็กโทรคแบบแท่ง (R_1) เท่ากับ 0.5 cm

รัศมีของอิเล็กโทรคแบบวงแหวน (R_2) เท่ากับ 4 cm

แรงดันที่ป้อนสู่ขั้วอิเล็กโทรค (V) เท่ากับ 1000 V

แทนค่าในสมการที่ ข.9

$$E = \frac{1000}{4} \cdot \frac{1}{\ln \frac{4}{0.5}} \quad (\text{ข.10})$$

$$= 9617.96V/cm$$

ภาคผนวก ค

สมบัติของน้ำมัน

ค.1 ค่าความหนืด (Viscosity)

ค่าความหนืดคือการวัดความต้านทานการไหลของน้ำมัน เมื่อน้ำมันมีอุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความหนืดจะต่ำลง ค่าความหนืดของน้ำมันแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ

1. ค่าความหนืดสัมบูรณ์ (Absolute viscosity)

คือความต้านทานที่มีอยู่ในของเหลวในชั้นบางๆ ของของเหลวที่ถูกตัดแยกออกจากกัน จากการประทับไว้ด้วยโลหะ 2 แผ่น

2. ค่าความหนืดคิเนมติก (Kinematics viscosity)

คืออัตราส่วนความหนืดสัมบูรณ์ต่อความหนาของของเหลว ณ อุณหภูมิใดๆ ความหนืดในระบบเมตริกมีหน่วยเป็น สโตก (Stoke) หรือ เซนติสโตก (Centistokes)

เครื่องมือที่ใช้วัดค่าความหนืดมีอยู่ 3 แบบด้วยกันคือ ในเยอรมันจะใช้แบบ อิงเลอร์ (Angler) ในอังกฤษจะใช้แบบเรควูด (Red wood) และในสหรัฐอเมริกา จะใช้แบบเซย์โบลต์ (Say bolt) เครื่องมือวัดแบบเซย์โบลต์จะประกอบไปด้วยกระป๋องบรรจุน้ำมันซึ่งเจาะรูเล็กๆ ให้ไหลออกที่ก้นกระป๋อง ในการทดสอบ ให้เทน้ำมันลงในกระป๋องบรรจุน้ำมันแล้วทำการเพิ่มอุณหภูมิ หลังจากนั้นปล่อยให้ น้ำมันไหลผ่านรูที่ก้นกระป๋องทดลองให้ได้ตามปริมาณที่กำหนด พร้อมทั้งจับเวลาและบันทึกค่าอุณหภูมิในขณะที่ทำการทดลอง

ค.2 จุดวาบไฟ (Flash point)

จุดวาบไฟ คือ อุณหภูมิไอของน้ำมันเชื้อเพลิงจะเกิดการติดไฟ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ติดไฟง่าย แสดงว่ามีจุดวาบไฟต่ำ น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลไม่ควรมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 52°C จุดวาบไฟจะเกี่ยวข้องกับน้ำมันเชื้อเพลิงในด้านความปลอดภัยของการเก็บรักษา

ค.3 ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

ค่าความถ่วงจำเพาะ คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำมันกับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน ซึ่งกำหนดมาตรฐานไว้ที่อุณหภูมิ 15° ความถ่วงจำเพาะสามารถหาได้โดยแปลงรูปมาจากความถ่วงเอพิโอ ความถ่วงเอพิโอจะวัดได้โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ชนิดพิเศษ

ค.4 ค่าความร้อน (Calorific Value)

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงสามารถวัดได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับออกซิเจนที่เกิดขึ้น โดยการสันดาป ไฮโดรเจนที่เป็นส่วนประกอบของเชื้อเพลิงเมื่อรวมกับออกซิเจนจะกลายเป็นน้ำซึ่งเมื่อรวมกับออกซิเจนจะกลายเป็นน้ำซึ่งอยู่ในรูปของไอน้ำ ถ้ามีการกลั่นเป็นหยดน้ำก็จะมีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอเกิดขึ้น ไอน้ำนี้จะออกไปกับไอเสีย ดังนั้นความร้อนจึงสูญเสียไปกับไอเสียในรูปของความร้อนแฝง ส่วนที่เหลือจากการสูญเสีย คือ ส่วนที่ได้มาเป็นพลังงาน ซึ่งจะมีค่าความร้อนต่ำกว่าค่าความร้อนทั้งหมดที่ได้จากการสันดาปของเชื้อเพลิง ค่าความร้อนนี้เรียกว่าค่าความร้อนต่ำ ส่วนค่าความร้อนทั้งหมดของเชื้อเพลิงเรียกว่าค่าความร้อนสูง

ค.4 จุดขุ่นตัว (Cloud Point)

มีความสำคัญมากต่อการใช้งานและการเก็บรักษาไบโอดีเซลในสภาพอากาศเย็น สามารถลดจุดขุ่นได้โดยการเติมสารที่ต้านทานการฟอร์มตัวของผลึกไขมัน หรือการนำน้ำมันพืชที่มีองค์ประกอบกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงมาผสมกับน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่มีองค์ประกอบกรดไขมันอิ่มตัวสูง เพื่อลดจุดขุ่น หรือการกรองแยกส่วนของเอสเทอร์ที่เป็นไขมันออกไป

ค.5 จุดเทตัว (Pour Point)

จุดขุ่นตัว คือ อุณหภูมิที่น้ำมันยังสามารถไหลได้ โดยเมื่อทำให้อุณหภูมิต่ำลงจนเชื้อเพลิงเริ่มแข็งตัวและจับเป็นก้อนจนไม่สามารถไหลได้ ซึ่งจุดเทตัวจะเป็นตัวบ่งบอกถึงอุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังสามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่เกิดการแข็งตัว

ภาคผนวก ง

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

ที่ ศธ ๖๓๙๓(๑๔).๒/ ๐๐๑๔



ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
 คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ๒๓๙ ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ
 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ๕๐๒๐๐

๕ มกราคม ๒๕๕๔

เรื่อง ตอบรับการประชุมวิชาการเรื่องการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ (ครั้งที่ ๑๐)

เรียน คุณนพดล ศิริรัตน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย สำเนาการขออนุมัติจัดประชุมวิชาการ

ตามที่ ท่านได้ส่งบทความเรื่อง การศึกษาเชิงทดลองการผลิตไบโอดีเซลด้วยสนามไฟฟ้า เพื่อเข้าร่วมการประชุมวิชาการเรื่องการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ (ครั้งที่ ๑๐) วันที่ ๑๐-๑๑ มีนาคม ๒๕๕๔ ณ โรงแรม เชียงใหม่แกรนด์วิว จ.เชียงใหม่ บัดนี้ทางคณะกรรมการขออนุมัติแจ้งให้ทราบว่า บทความดังกล่าวได้รับการอนุมัติให้นำเสนอในการประชุมครั้งนี้แล้ว และโปรดส่งบทความฉบับสมบูรณ์ก่อนวันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๔ โดยท่านสามารถ Download Format การเขียนบทความ และตรวจสอบกำหนดการจัดประชุมได้ที่ เว็บไซต์ <http://webme.eng.cmu.ac.th/thermalsystem/index.html> หลังวันที่ ๒๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๔ เป็นต้นไป

อัตราค่าลงทะเบียน

นักศึกษา ๑,๕๐๐ บาท

อาจารย์,นักวิชาการ และบุคคลทั่วไป ๒,๕๐๐ บาท

อัตราห้องพัก

ห้องพักเดี่ยว/คู่ (Superior) ๑,๐๐๐ บาท/คืน

ห้องพักเดี่ยว/คู่ (Deluxe) ๑,๒๐๐/๑,๔๐๐ บาท/คืน

ในการนี้ ผู้เข้าร่วมประชุมที่มาจากส่วนราชการต่างๆ ที่ได้รับอนุมัติจากผู้บังคับบัญชาแล้ว สามารถเข้าประชุมโดยไม่มีชื่อเป็นวันลา และมีสิทธิ์เบิกค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้ตามระเบียบของทางราชการจากต้นสังกัด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ดร.ทพ. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์
 ทนงเกียรติ
 ทนงเกียรติ

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

นายวันรบ กิตินาน (๐๕๓) ๙๔๔๑๔๔ ต่อ ๔๓๑, ๐๘๓-๓/๕๕๑๓/๒๐, ๐๘๔-๖๗/๑๗/๘๓๖

(ศาสตราจารย์ ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์)

ประธานคณะกรรมการจัดการประชุม



DAIKIN 空調
空調 **SYSTEM**

การถ่ายทอด

พลังงานความร้อนและมวล
ในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ
(ครั้งที่ 10)

และการร่วมฉลองการก้าวเข้าสู่ปีที่ 72
 ของศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์

The 10th Conference on Energy,
 Heat and Mass Transfer in Thermal Equipments
 and Processes in Commemoration to the Pace
 of the 72nd Year of Professor Dr. Prida Wibulsawas



วันที่ 10-11 มีนาคม 2554
 ณ โรงแรม เชียงใหม่แกรนด์วิว จังหวัดเชียงใหม่
 ห้องประชุมธารจรรย์บนทางด่วนเทพี อาคารวิศวกรรมเครื่องกล
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
14. ผลของสภาวะไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อจลนพลศาสตร์และผลิตภัณฑ์ของการอบแห้งแคโรทเนน จิรายุภรณ์ ตันปิยะชญา และ กอศขวัญ นามสงวน	79
15. ศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่งสำหรับโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม บริเวณ จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช และ จ.สงขลา ชนะ จันทร์นำ และ จอมภพ แววกักดิ์	84
16. สมรรถนะของระบบสูบน้ำแบบผสมผสานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลมสำหรับการทำนาข้าวในจังหวัดพัทลุง ชัยนุสนธ์ เกษตรพงศ์ศาล และ จอมภพ แววกักดิ์	90
17. อิทธิพลของครีบูตวีวีในเตาเผาฟลูอิดไอซ์เบดต่อการเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่าน ณัฐวัฒน์ ชิงชัย, มนต์ศักดิ์ พิณสาร และ พงษ์เจด พรหมวงศ์	96
18. การอบแห้งผักทองโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ทิพาวรรณ บุญเชื่อม และ กอศขวัญ นามสงวน	102
19. การศึกษาเชิงทฤษฎีเพื่อหาผลของความชื้นในอากาศต่อการถ่ายโอนความร้อนบนผิวเย็น ธรัตน์เทพ ชำนิงาน และ ธนากร วงศ์วัฒนาเสถียร	107
20. การศึกษาเชิงทดลองการผลิตไบโอดีเซลด้วยสแนมไฟฟ้า นพดล ศิริวัฒน์, ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ และ นคร ทองเล็ก	113
21. การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนที่สอดคล้องกับชนิดในกรณีระยะปิดที่เพิ่มขึ้นตลอด นรวิทย์ อังสุนาท, พรัชญ์ นิเวศรังสรรค์, ชวัญชัย หนานแน่น และ สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด	118
22. การศึกษาการไหลในทางออกแบบหักฉากของระบบฟลูอิดไอซ์เบดแบบหมุนเวียน นางนลิน จันลาเศษ และ อนุสรณ์ ชินสุวรรณ	124
23. การประเมินสมรรถนะเครื่องยัดดีเซลไปรติวเซอร์แก๊สขนาด 32 kW นิกราน หอมดวง, กิตติกร สาสุจิตต์, ประวิทย์ ลีเหมือคภัย, ณัฐวุฒิ คุณัญญ์ และ ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์	128
24. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกชนิดผงเทียบกับผงซักฟอกชนิดน้ำ บุญปรีดี วันเพ็ญ, ธีรันทา ฤทธิมณี และ วรพจน์ อังกสิทธิ์	134
25. การศึกษาองค์ประกอบของไปรติวเซอร์แก๊สจากเชื้อเพลิง RDF-5 ในกระบวนการ Gasification : กรณีศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประวิทย์ ลีเหมือคภัย, ณัฐวุฒิ คุณัญญ์, กิตติกร สาสุจิตต์, นิกราน หอมดวง, เหมือนจิต แจ่มศิลป์ ฐรัตน์ ธารารักษ์ และ ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์	137
26. การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนภายในท่อกลมที่มีการสอดใส่แผ่นบังลัดครึ่งเอียง 20° ปรีชญา ส้ารายสินธุ์, พงษ์เจด พรหมวงศ์ และ ยานาจ คณะรัฐ	140

การศึกษาเชิงทดลองการผลิตไบโอดีเซลด้วยสนามไฟฟ้า EXPERIMENTAL STUDY ON BIODIESEL PRODUCTION WITH ELECTRIC FIELD

นพดล ศิริวัฒน์

สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Email: qtlor@hotmail.com

ทงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
จังหวัดเชียงใหม่

นคร ทองเล็ก

ภาควิชาไฟฟ้ากำลัง
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
จังหวัดเชียงใหม่

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้นำเอาสนามไฟฟ้า มาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันถั่วเหลือง โดยทำการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงในช่วง 5 10 และ 12 โวลต์ ที่ผ่านชุดสร้างสนามไฟฟ้าแรงดันสูง และศึกษาผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง ชนิดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านชุดสร้างสนามไฟฟ้าแรงดันสูง แบบกระแสตรง 12 โวลต์ และกระแสสลับ 220 โวลต์ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาถึงองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีของไบโอดีเซลที่ผลิตเปรียบเทียบกันกับไบโอดีเซลที่ผลิตโดยวิธีการทั่วไป โดยอาศัยการวิเคราะห์ด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี (GC) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแรงดันไฟฟ้ามีผลต่อการลดระยะเวลาในการเกิดไบโอดีเซล โดยที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ สามารถผลิตน้ำมันไบโอดีเซลปริมาณ 100 มิลลิลิตร ได้ภายในเวลา 20 นาที และในกรณีไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถลดระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาโดยใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเพียง 90 วินาที และอุณหภูมิของน้ำมันเพิ่มขึ้นเป็น 60°C จากอุณหภูมิเริ่มต้น 30 °C น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีใกล้เคียงกับน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากวิธีการทั่วไป

คำสำคัญ: ไบโอดีเซล สนามไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า

Abstract

In this study, use of electric field to produce transestered biodiesel from soybean oil was carried out. Direct-current power supply with various supplied voltages of 5 10 and 12V in to high voltage electric field generator device were considered. Moreover, the effect on direct current and alternating current in to high voltage electric field generator device were performed. Gas chromatography was the method to evaluate the composition of the oil yield. The results showed that, the 12 volt DC generator could produce 100 ml biodiesel and the spent time was 20 minutes. The alternating current unit could reduce the time on this process to be 90 second and increase the temperature of the oil to be 60°C from 25°C. The produced biodiesel had similar chemical composition to the general process.

Keywords: Biodiesel, Electric Field, Power of Electricity



1. บทนำ

การผลิตเชื้อเพลิงพลังงานเพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล มีความจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน ซึ่งในทุกกระบวนการผลิต นอกจากจะต้องคำนึงถึงการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ทันสมัย เหมาะสม สามารถผลิตเชื้อเพลิงได้ปริมาณมากเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้พลังงานแล้ว เชื้อเพลิงที่ได้ยังจะต้องมีราคาถูก และมีต้นทุนทางด้านพลังงานที่ต่ำ ดังนั้น ในการปรับปรุงกระบวนการการผลิต ที่สามารถลดการใช้พลังงาน หรือลดการใช้เวลาในกระบวนการผลิตได้ จึงนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ในกระบวนการผลิต น้ำมันไบโอดีเซลก็เช่นกัน โดยทั่วไป น้ำมันไบโอดีเซล ได้มาจากการเปลี่ยนรูปวัตถุดิบในกลุ่ม ไวน์ หรือ น้ำมัน ตัวปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริเคชัน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่มีส่วนประกอบเป็น โมโนแอลกอฮอล์เอสเตอร์ของกรดไขมันที่เป็นโมเลกุลแบบโซ่ยาว โดยในกระบวนการผลิตดังกล่าวนั้นจะต้องมีการตรวจสอบปริมาณกรดไขมันอิสระที่อาจเกิดจากการผ่านอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน เช่นการทอด เพราะกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นสาเหตุของการเกิดสบู่ ในกรณีที่ใช้น้ำมันเป็นตัวปฏิกิริยา จะทำให้การแยกชั้นของไบโอดีเซลและกลีเซอรินเป็นไปได้ยาก และจะทำให้ผลผลิตต่ำลง ซึ่งการลดกรดไขมันอิสระ และปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริเคชัน ในแบบทั่วไปอาศัยการให้ความร้อนโดยตรงจากการอุ่นหรือต้มให้น้ำมัน ซึ่งต้องใช้เวลายาวนาน 4 ชั่วโมง และเข้าสู่ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริเคชันอีก 2 ชั่วโมง (อนุชา และ ประเสริฐ, 2549) ดังนั้นหากต้องการลดการใช้เวลาในกระบวนการดังกล่าว จะต้องอาศัยเทคนิคที่เหมาะสม เช่น ในการศึกษาถึง การนำคลื่นไมโครเวฟมาช่วยในการให้ความร้อนในการทำปฏิกิริยาที่มีน้ำมันปาล์มรีไฟน์เป็นสารตั้งต้น ซึ่งพบว่าในการผลิตแบบต่อเนื่อง ที่ใช้กำลังไฟ 560 Watt NaOH 10.1 g. และเมทานอล 500 ml. สามารถผลิตไบโอดีเซลบริสุทธิ์ 95.7% โดยใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 2 นาที (ทรงพล และ พิกพ, 2550)

จากผลดังกล่าวในงานวิจัยนี้ จึงได้ให้ความสนใจที่จะศึกษาถึง การนำเอาสนามไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำให้เกิดความร้อนได้อีกแบบหนึ่ง มาช่วยในการเกิดปฏิกิริยา โดยจะศึกษาผลที่เกิดจากชนิด และปริมาณแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ รวมทั้งได้ทำการตรวจสอบปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้ เพื่อหาแนวทาง และความเป็นไปได้ของการนำเทคนิคทางสนามไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ เพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการให้ความร้อนของการผลิตไบโอดีเซล

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

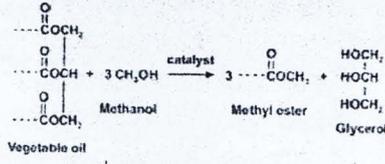
2.1 กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริเคชัน

กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริเคชันเป็นการเปลี่ยนสารตั้งต้น คือ น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ซึ่งเป็นสารประเภทไตรกลีเซอไรด์ที่เป็นสารประกอบเอสเตอร์ โดยทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล และเอทานอล เรียกว่า ปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ไลซิส ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ออกมาสองชนิด คือ เอสเทอร์ (ส่วนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงไบโอดีเซล) และกลีเซอริน (ผลพลอยได้จากการผลิตซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางอื่น ๆ ได้อีก) ปฏิกิริยาทรานส์เอส

เทอร์ริเคชันนั้นเป็นปฏิกิริยาแบบย้อนกลับได้จึงต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าช่วยให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า

1. ทรานส์เอสเทอร์ริเคชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาต่าง

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้กัน เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมเมทอออกไซด์ โซเดียมเอไมด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมเมทอออกไซด์ โพแทสเซียมเอไมด์ โพแทสเซียมไฮไดรด์ แคดเมียมออกไซด์ (Ma and Hanna, 1999) หรือ แมกนีเซียมออกไซด์ ตัวเร่งปฏิกิริยาต่างจะให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ดีที่สุดในการค้าตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งหมด เวลาในการทำปฏิกิริยาสามารถเข้าสู่สมดุลใน 1-8 ชั่วโมง ในปัจจุบันการผลิตไบโอดีเซล จึงนิยมใช้วิธีการนี้ เนื่องจาก ต้นทุนในการผลิตค่ากระบวนการสามารถเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถแปลงวัตถุดิบเป็นผลผลิตได้สูง (High conversion) และใช้เวลาน้อย สามารถแปลงเป็นเมทิลเอสเตอร์โดยตรง นอกจากนั้นการล้างตัวปฏิกิริยาไม่ซับซ้อน กลไกการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1- Transesterification reaction

2.2 สนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าคือปริมาณประจุไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคบริเวณใดขอบ หรือที่เรียกว่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้า สนามไฟฟ้าจะมีมากหรือน้อยอาจแสดงหรือวัดได้ในรูปของแรงที่เกิดขึ้นโดยกฎของคูลอมบ์ (Coulomb's law) ซึ่งขึ้นอยู่กับประจุ (q) และความเข้มหรือความเครียดสนามไฟฟ้า (Electric field intensity or electric field stress, E) อะตอมหรือโมเลกุลของสารทำงาน (ก๊าซหรือของเหลว) เมื่อได้รับพลังงานเพียงพอจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ อะตอมหรือโมเลกุลที่เคลื่อนที่หลุดออกมาจะมีประจุบวก กระบวนการที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า กระบวนการไอออนไนเซชันหรือการแตกตัวของอิเล็กตรอนออกจากโมเลกุล ส่วนกระบวนการที่ทำให้เกิดการหลุดออกจากของแข็งเรียกว่า การปล่อยอิเล็กตรอน สารทำงานจะมีสภาพการนำไฟฟ้าได้เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระที่หลุดออกจากอิเล็กโทรดเป็นจำนวนมากพอ(วันดี, 2547)

2.3 การวิเคราะห์โดยใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (GC)

เครื่อง Gas Chromatography (GC) เป็นเครื่องวิเคราะห์สารเคมีที่ใช้เทคนิค การแยกสารผสมที่ระเหยได้ง่าย ที่เป็นทั้งของแข็ง, ของเหลว และก๊าซ โดยมีก๊าซเฉื่อยเป็นตัวพา (Carrier gas) เข้า column ซึ่งสามารถแยกสารผสมมากกว่าหนึ่งชนิดให้ได้มาซึ่งสารประกอบเดี่ยวๆ ตามลำดับ ในสภาวะที่เหมาะสม และตรวจวัดสารตัวอย่างด้วย detector ตามคุณสมบัติเฉพาะทางเคมีพร้อมทั้งคำนวณหาชนิดและปริมาณของสารตัวอย่างเมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน (Standard samples) โดยอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์

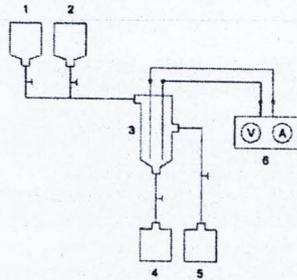
องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

- Injector : ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องและระเหยเป็นก๊าซก่อนที่จะเข้าสู่ column อุณหภูมิที่เหมาะสมของ injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารสามารถระเหยได้แต่ไม่ทำให้มาสลายตัว (decompose)
- Oven : ส่วนใช้สำหรับบรรจุ column และควบคุมอุณหภูมิของ column ให้เป็นไปตามที่กำหนด
- Detector : ส่วนที่ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง (Flame Ionization Detector; FID)

3. แนวทางการการศึกษา

3.1 การศึกษามลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณแรงดันไฟฟ้าและชนิดกระแสไฟฟ้า

การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลโดยอาศัยสแนมไฟฟ้าในการศึกษานี้ อาศัยชุดทดสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1 ใช้ทดสอบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันถั่วเหลืองเพื่อวัดไฟฟ้าปริมาณ 100 ๗ ทำปฏิกิริยาเอสเตอร์ฟิเคชันกับเมทานอลปริมาณ 20 ml และมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 0.9 g. เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



รูปที่ 3.1 ชุดทดสอบการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลด้วยสแนมไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงชุดทดสอบการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลด้วยสแนมไฟฟ้า การทดสอบจะเริ่มโดยทำการป้อนน้ำมันถั่วเหลืองเพื่อวัดไฟฟ้า และโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ละลายในเมทานอล ในสัดส่วนที่กำหนด ในอุปกรณ์หมายเลข 1 และ 2 ตามลำดับ จากนั้นสารละลายทั้งสองส่วนจะผ่านระบบเข้าผสมกันที่อุปกรณ์ชุดที่ 3 พร้อมกันนั้นจะเริ่มทำการป้อนสแนมไฟฟ้าจากอุปกรณ์ชุดที่ 6 ซึ่งเริ่มทำการศึกษามลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันของกระแสไฟฟ้ากระแสตรง โดยปรับแรงดันไฟฟ้าเข้าในระดับความเข้ม 5 10 และ 12 โวลต์ตามลำดับ หลังการสิ้นสุดปฏิกิริยาเกลือดินจะถูกแยกออกมาเก็บไว้ในภาชนะหมายเลข 4 เอสเตอร์หรือไบโอดีเซลจะถูกแยกออกมาเก็บไว้ในภาชนะหมายเลข 5 เพื่อรอนำไปใช้งานต่อไป หลังจากศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณแรงดันไฟฟ้าในระดับที่กำหนด เปลี่ยนชุดทดสอบป้อนสแนมไฟฟ้าจากชุดป้อน

กระแสตรงเป็นชุดป้อนแบบกระแสสลับ ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และช่วงเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นขณะทดสอบ

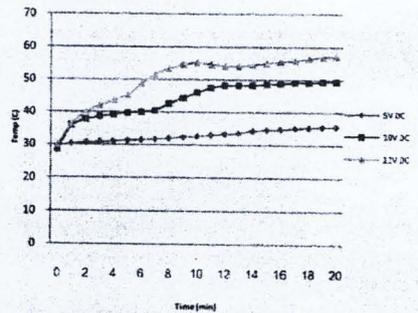
3.2 การทดสอบองค์ประกอบของน้ำมันโดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี

ตัวอย่างน้ำมันที่ได้จากการผลิตทั้งในกรณีการใช้สแนมไฟฟ้า กระแสตรง และกระแสสลับ ถูกนำไปใช้ทดสอบองค์ประกอบทางเคมีโดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี เกี่ยวกับตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการผลิตโดยวิธีการทั่วไป(800) การทดสอบอาศัยเครื่องโครมาโตกราฟี ชนิดคอลัมน์ AT-Wa ความยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.32 มิลลิเมตร และความหนา 0.1 ไมโครเมตร ใช้Detector ชนิด เฟลมไอออไนเซชัน อุณหภูมิ 250°C และใช้แก๊สฮีเลียม เป็นแก๊สตัวพาในการทดสอบ ปริมาณตัวอย่างที่ฉีด 1 ไมโครลิตร การควบคุมการทดสอบทำได้ใน 3 ระดับ เริ่มจากการเพิ่มระดับอุณหภูมิอัตรา 3°C/min จนได้อุณหภูมิ 150°C ที่ระดับอุณหภูมิการทดสอบที่ 5 นาทีแล้วเพิ่มอุณหภูมิจนได้อุณหภูมิ 190°C ด้วยอัตราให้ความร้อนที่ระดับเดียวกัน ปล่อยให้อุณหภูมิคงที่ 5 นาทีก่อนเปลี่ยนช่วงอุณหภูมิจนได้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 220°C

4. ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า

เมื่อทำการป้อนสแนมไฟฟ้าที่ระดับแรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 5 10 และ 12 โวลต์ พบว่าอุณหภูมิของน้ำมันในอุปกรณ์ผสมมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงผลการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในรูปที่ 4.1



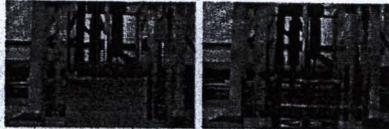
รูปที่ 4.1 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า

จากรูปจะเห็นได้ว่าที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ มีผลทำให้เกิดการเพิ่มอุณหภูมิมากที่สุด ในแต่ละช่วงเวลา และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะน้ำมันทดสอบ พบว่าที่ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ 5 และ 10 โวลต์ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะน้ำมัน นั่นคือ สีของน้ำมันตลอดการทดสอบยังมีลักษณะขุ่น ซึ่งแตกต่างจากที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ พบว่าสีของน้ำมันมีลักษณะใสขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20 นาที หรือในช่วงที่



การถ่ายเทความร้อนและความร้อนสะสม
ในอุปกรณ์ถ่ายความร้อนระบอบการ
(ครึ่งที่ 10)

อุณหภูมิของน้ำมันมีค่าในประมาณ 60 °C แสดงลักษณะของน้ำมัน
ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงรูปที่ 4.2

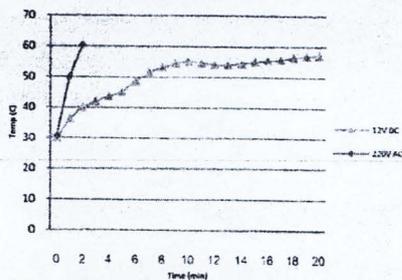


รูปที่ 4.2 ลักษณะของน้ำมันผสมก่อนและหลัง ผ่านสนามไฟฟ้า
(ส: น้ำมันผสมก่อนการทดสอบ (b): น้ำมันผสมหลังการทดสอบ)

4.2 ผลการเปลี่ยนแปลงชนิดกระแสไฟฟ้า

นอกจากทำการศึกษาสังผลการเปลี่ยนขนาดแรงดัน โดย
อาศัยกระแสไฟฟ้า กระแสตรงแล้ว เมื่อทำการศึกษาลักษณะการ
ส่งผ่านสนามไฟฟ้า แบบกระแสสลับ แสดงผลการเปรียบเทียบซึ่ง
เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำมันขณะทดสอบดังรูปที่

4.3



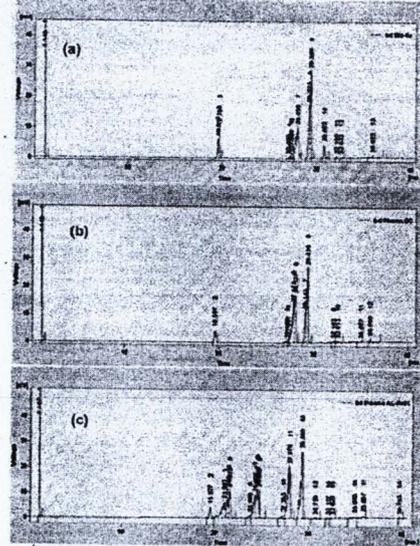
รูปที่ 4.3 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำมันที่มีการ
ใช้กระแสไฟฟ้า กระแสตรง และกระแสสลับ

จากรูปจะเห็นได้ว่ากระแสไฟฟ้า ชนิดกระแสสลับมีการ
เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และส่งผลให้น้ำมันมีค่า
อุณหภูมิเพิ่มสูงมากกว่าการป้อนกระแสตรง นอกจากนี้ น้ำมันยังมี
ลักษณะเปลี่ยนแปลงจากขุ่น เป็นใส ได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลา
เพียง 90 วินาที

4.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันไบโอดีเซล

เมื่อทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบของน้ำมันไบโอดีเซล
ที่อาศัยสนามไฟฟ้าช่วยในปฏิกิริยา ทั้งแบบกระแสตรง และ
กระแสสลับ กับน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยทั่วไป
โดยวิธีการวิเคราะห์แบบก๊าซโครมาโทกราฟี ทำให้ได้กราฟ
เปรียบเทียบดังแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่า
องค์ประกอบของน้ำมันไบโอดีเซลทั้ง 3 ชนิด ถูกพบ ณ ตำแหน่งที่มี
ความใกล้เคียงกัน โดยสารประกอบกลุ่มใหญ่แสดงผล ณ ตำแหน่ง
Retention time ช่วงตั้งแต่ 21 – 40 นาที แสดงผลดังตารางที่ 4.1
ซึ่งเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของสารเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน
ของการวิเคราะห์ไบโอดีเซล พบว่าเป็นสารประสาประกอบ
ไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่ช่วง C18 – C22 ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งผล

การทดสอบเปรียบเทียบทำให้ทราบว่า ไบโอดีเซลที่ได้จากการผลิต
โดยใช้กระแสไฟฟ้าช่วยในกระบวนการ มีคุณลักษณะพื้นฐานที่
ใกล้เคียงเทียบเท่ากับน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ทั่วไป และมี
องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานที่สำคัญตามลักษณะของน้ำมันไบโอดี
เซลมาตรฐาน ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้กับสารมาตรฐานที่เป็น
สารป่องความเป็นเมทิลเอสเทอร์ ที่จะช่วยบอกถึงการตรวจพบความ
เป็นไบโอดีเซลของน้ำมันที่ผลิตได้



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันไบโอดีเซล
ที่ได้จากการผลิตแบบต่างๆ

(ส: ไบโอดีเซลจากการใช้การทั่วไป บ: ไบโอดีเซลจากการป้อน
กระแสตรง ง: ไบโอดีเซลจากการป้อนกระแสสลับ)

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันไบโอดี
เซลที่ได้ในแต่ละช่วง Retention time

Reten Time [min]	Area [mV s]	Area [%]	Height [mV]	Height [%]	
1	1.147	1449.002	46.9	477.143	80.7
2	19.577	49.433	1.0	4.343	0.7
3	21.067	188.572	5.4	6.579	1.1
4	21.500	121.506	3.9	7.811	1.3
5	21.875	133.111	4.3	11.121	1.9
6	23.890	14.238	0.5	1.273	0.2
7	24.407	156.980	5.1	8.246	1.8
8	24.817	159.791	5.2	11.070	2.0
9	24.833	66.588	2.2	11.124	1.9
10	27.353	22.472	0.7	1.320	0.2
11	27.870	365.046	11.8	20.354	3.4
12	28.340	351.578	11.4	29.371	4.5
13	30.750	8.003	0.2	0.345	0.1
14	32.107	2.480	0.1	0.280	4.737e-02
15	32.823	2.006	0.1	0.211	3.567e-02
16	36.003	7.386	0.2	0.724	0.1
17	36.697	10.472	0.3	0.987	0.2
18	38.783	3.252	0.1	0.292	4.833e-02
Total		3093.643	100.0	591.582	100.0

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ และเทียบสาร Internal Standard ด้วยวิธีการ GC ของน้ำมันไบโอดีเซลจากปาล์มดิบ

Ret. Time	Area	Height	Name
2.574	300560869.2	141651761.1	HEPTANE
3.579	3181.6	1345.6	C8:0
5.006	3486.1	1270.7	C10:0
7.988	49307.9	13969.2	C12:0
12.628	176658.8	40471	C14:0
18.372	8689882.7	976021	C16:0
18.939	24126.8	5330.3	C16:1
21.513	3971183.7	458642.4	Internal standard
25.327	725619	85439.1	C18:0
26.293	7608150.4	669690.7	C18:1
26.391	100396.9	25060.5	C18:1
27.834	1748825.2	261534.2	C18:2
30.032	37706.9	6663.6	C18:3
32.375	53935.9	9882.5	C20:0
33.006	17230.6	3430.7	C20:1
39.771	9866.3	1160.3	C20:0
Total area = 323780428			

(ที่มา: <http://www.bistr.or.th/>)

5. สรุป

การศึกษาในงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่า สามารถใช้กระแสไฟฟ้าในการเร่งกระบวนการในการผลิตไบโอดีเซล หรือเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการผลิตลงได้ โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันพบว่า ในกรณีการใช้กระแสตรง ป้อนให้กับชุดทดสอบ ยิ่งทำการเพิ่มขนาดแรงดันไฟฟ้า ก็จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำมันมากยิ่งขึ้น และยังจะมีการเพิ่มช่วงอุณหภูมิมากขึ้นเมื่อเปลี่ยนชนิดของกระแสไฟฟ้า เป็นรูปแบบกระแสสลับ อีกทั้งเมื่อทำการศึกษาดังองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีจะพบว่า องค์ประกอบพื้นฐานของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตโดยอาศัยสนามไฟฟ้า มีลักษณะคล้ายกับน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตโดยวิธีการ

พื้นฐานทั่วไป และมีองค์ประกอบหลักของน้ำมันที่มีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการทดลองมาตรฐาน

6. กิดกิจกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โครงการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนโครงการวิจัย และขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อนุชา พรมวังขวา, 2549. ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [2] ทรงพล พรหมมูล และ พิภพ คิทธิศักดิ์เสรี, 2550. การผลิตไบโอดีเซลด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [3] กิตติพงษ์ นาคภักดิ์ และคณะ, ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟที่ใช้ไขมันไบโอดีเซลจากมะเขาคินเป็นเชื้อเพลิง. การประชุมวิชาการการถ่ายเทความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อน ครั้งที่ 9, 2553.
- [4] <http://library.dip.go.th/multimedia/edoc/17219.pdf>
- [5] กรมธุรกิจพลังงาน, ประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซล ประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. ๒๕๔๔.
- [6] วสันต์ เจียรตะกุล, "ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อนในตัวทำอากาศร้อนแสงอาทิตย์" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2547.

การศึกษาเชิงทดลองการผลิตไบโอดีเซล ด้วยสนามไฟฟ้า

EXPERIMENTAL STUDY ON BIODIESEL PRODUCTION WITH ELECTRIC FIELD

นพดล ศิริวิรัตน์

สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Email: qtorp@hotmail.com

ทองเกียรติ เกียรติศิริโรจน์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จังหวัดเชียงใหม่

นคร ทองเล็ก

ภาควิชาไฟฟ้ากำลัง

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

จังหวัดเชียงใหม่

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้นำเอาสนามไฟฟ้า มาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันถั่วเหลือง โดยทำการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงในช่วง 5 10 และ 12 โวลต์ ที่ผ่านชุดสร้างสนามไฟฟ้าแรงดันสูง และศึกษาผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง ชนิดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านชุดสร้างสนามไฟฟ้าแรงดันสูง แบบกระแสตรง 12 โวลต์ และกระแสสลับ 220 โวลต์ นอกจากนั้นยังได้ทำการศึกษาดังองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีของไบโอดีเซลที่ผลิตเปรียบเทียบกับไบโอดีเซลที่ผลิตโดยวิธีการทั่วไป โดยอาศัยการวิเคราะห์ด้วยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (GC) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแรงดันไฟฟ้ามีผลต่อการลดระยะเวลาในการเกิดไบโอดีเซล

โดยที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ สามารถผลิตน้ำมันไบโอดีเซลปริมาณ 100 มิลลิลิตร ได้ภายในเวลา 20 นาที และในกรณีไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถลดระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาโดยใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเพียง 90 วินาที และอุณหภูมิของน้ำมันเพิ่มขึ้นเป็น 60°C จากอุณหภูมิเริ่มต้น 30 °C น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีใกล้เคียงกับน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากวิธีการทั่วไป

คำสำคัญ: ไบโอดีเซล สนามไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า

Abstract

In this study, use of electric field to produce transestered biodiesel from soybean oil was carried out. Direct-current power supply with various supplied voltages of 5 10 and 12V in to high voltage electric field generator device were considered. Moreover, the effect on direct current and alternating current in to high voltage electric field generator device were performed. Gas chromatography was the method to evaluate the composition of the oil yield. The results showed that, the 12 volt DC generator could produce 100 ml biodiesel and the spent time was 20 minutes. The alternating current unit could reduce the time on this process to be 90 second and increase the temperature of the oil to be 60°C from 25°C. The produced biodiesel had similar chemical composition to the general process.

Keywords: Biodiesel, Electric Field, Power of Electricity

1. บทนำ

การผลิตเชื้อเพลิงพลังงานเพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล มีความจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน ซึ่งในทุกกระบวนการผลิต นอกจากจะต้องคำนึงถึงการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ทันสมัยเหมาะสม สามารถผลิตเชื้อเพลิงได้ปริมาณมากเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้พลังงานแล้ว เชื้อเพลิงที่ได้ยังจะต้องมีราคาถูก และมีต้นทุนทางด้านพลังงานที่ต่ำ ดังนั้น ในการปรับปรุงการกระบวนการผลิต ที่สามารถลดการใช้พลังงาน หรือลดการใช้เวลาในกระบวนการผลิตได้ จึงนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ในกระบวนการผลิต น้ำมันไบโอดีเซลก็เช่นกัน โดยทั่วไป น้ำมันไบโอดีเซล ได้มาจากการเปลี่ยนรูปวัตถุดิบในกลุ่ม ไชมัน หรือน้ำมัน ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่มีส่วนประกอบเป็น โมโน-แอลคิลเอสเทอร์ของกรดไขมันที่เป็นโมเลกุลแบบโซ่ยาว โดยในกระบวนการผลิตดังกล่าว นั้นจะต้องมีการตรวจสอบปริมาณกรดไขมันอิสระที่อาจเกิดจากการผ่านอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน เช่นการทอด เพราะกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นสาเหตุของการเกิดสบู่ ในกรณีที่ใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะทำให้การแยกชั้นของไบโอดีเซลและกลีเซอรินเป็นไปได้ยาก และจะทำให้ผลผลิตต่ำลง ซึ่งการลดกรดไขมันอิสระ และปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน ในแบบทั่วไปอาศัยการให้ความร้อนโดยตรงจากการอุ่นหรือต้มในน้ำมัน ซึ่งต้องใช้เวลอย่างน้อย 4 ชั่วโมง และเข้าสู่ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันอีก 2 ชั่วโมง (อนุชา และ ประเสริฐ, 2549) ดังนั้นหากต้องการลดการใช้เวลาในกระบวนการดังกล่าว จะต้องอาศัยเทคนิคที่เหมาะสม เช่น ในการศึกษาถึง การนำคลื่นไมโครเวฟมาช่วยในการให้ความร้อนในการทำปฏิกิริยาที่มีน้ำมันปาล์มรีไฟน์เป็นสารตั้งต้น ซึ่งก็พบว่าการผลิตแบบต่อเนื่อง ที่ใช้กำลังไฟ 560 Watt NaOH 10.1 g. และเมทานอล 500 ml. สามารถผลิตไบโอดีเซลบริสุทธิ์ 95.7% โดยใช้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 2 นาที (ทรงพล และ พิกพ, 2550)

จากผลดังกล่าวในงานวิจัยนี้ จึงได้ให้ความสนใจที่จะศึกษาถึง การนำเอาสนามไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำให้เกิดความร้อนได้อีกแบบหนึ่ง มาช่วยในการเกิดปฏิกิริยา โดยจะศึกษาผลที่เกิดจากชนิด และปริมาณแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ รวมทั้งได้ทำการตรวจสอบมิติของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ เพื่อหาแนวทาง และความเป็นไปได้ของการนำเทคนิคทางด้านสนามไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์

เพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการให้ความร้อนของการผลิตไบโอดีเซล

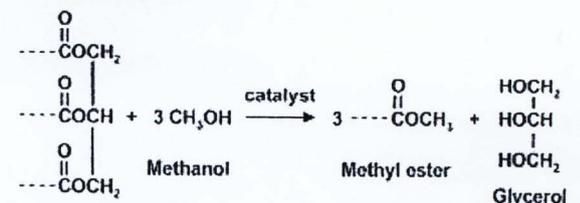
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน

กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันเป็นการเปลี่ยนสารตั้งต้น คือ น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ซึ่งเป็นสารประเภทไตรกลีเซอไรด์ให้เป็นสารประกอบเอสเทอร์ โดยทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล และเอทานอล เรียกว่า ปฏิกิริยาแอลกอฮอล์ไลซิส ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ออกมาสองชนิด คือ เอสเทอร์ (ส่วนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงไบโอดีเซล) และกลีเซอริน (ผลพลอยได้จากการผลิตซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอื่นๆ ได้อีก) ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันนั้นเป็นปฏิกิริยาแบบย้อน กลับได้จึงต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าช่วยให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า

1. ทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาด่าง

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้กัน เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมเมทออกไซด์ โซเดียมเอไมด์ โซเดียมไฮไดรด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมเมทออกไซด์ โพแทสเซียมเอไมด์ โพแทสเซียมไฮไดรด์ แคลเซียมออกไซด์ (Ma and Hanna, 1999) หรือ แมกนีเซียมออกไซด์ ตัวเร่งปฏิกิริยาด่างจะให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ดีที่สุด ในบรรดาตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งหมด เวลาในการทำปฏิกิริยาสามารถเข้าสู่สมดุลใน 1-8 ชั่วโมง ในปัจจุบันการผลิตไบโอดีเซล จึงนิยมใช้วิธีการนี้ เนื่องจาก ต้นทุนในการผลิตค่ากระบวนการสามารถเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถแปลงวัตถุดิบเป็นผลผลิตได้สูง (High conversion) และใช้เวลา น้อย สามารถแปลงเป็นเมทิลเอสเทอร์โดยตรง นอกจากนั้น การสร้างถึงปฏิกิริยาจะไม่ซับซ้อน กลไกการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวแสดงในรูปแบบที่ 2.1



รูปที่ 2.1 Transesterification reaction

2.2 สนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าคือปริมาณประจุไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคบริเวณ โคโรนา หรือที่เรียกว่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้า สนามไฟฟ้าจะมีมากหรือน้อยอาจแสดงหรือวัดได้ในรูปของแรงที่เกิดขึ้น โดยใช้กฎของ คูลอมป์ (Coulom's law) ซึ่งขึ้นอยู่กับประจุ (q) และความเข้มหรือความเครียดสนามไฟฟ้า (Electric field intensity or electric field stress, E) อะตอมหรือโมเลกุลของสารทำงาน (ก๊าซหรือของเหลว) เมื่อได้รับพลังงานเพียงพอก็จะทำให้อิเล็กตรอนเกิดการเคลื่อนที่ อะตอมหรือโมเลกุลที่เคลื่อนที่หลุดออกมานั้นจะมีประจุบวก กระบวนการที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า กระบวนการไอออนไนเซชัน หรือการแตกตัวของอิเล็กตรอนออกจากโมเลกุล ส่วนกระบวนการที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากของแข็งเรียกว่า การปล่อยอิเล็กตรอน สารทำงานจะมีสภาพการนำไฟฟ้าได้เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระที่หลุดออกจากอิเล็กโทรดเป็นจำนวนมากพอ(วสันต์, 2547)

2.3 การวิเคราะห์โดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี (GC)

เครื่อง Gas Chromatography (GC) เป็นเครื่องวิเคราะห์สารเคมีที่ใช้เทคนิค การแยกสารผสมที่ระเหยได้ง่าย ที่เป็นทั้งของแข็ง, ของเหลว และก๊าซ โดยมีก๊าซเฉื่อยเป็นตัวพา (Carrier gas) เข้า column ซึ่งสามารถแยกสารผสมมากกว่าหนึ่งชนิดให้ได้มาซึ่งสารประกอบต่างๆ ตามลำดับในสถานะที่เหมาะสม และตรวจวัดสารตัวอย่างด้วย detector ตามคุณสมบัติเฉพาะทางเคมี พร้อมทั้งคำนวณหาชนิดและปริมาณของสารตัวอย่างเมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน (Standard samples) โดยอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์

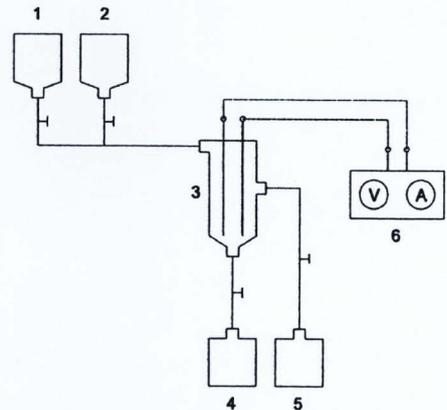
องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

- Injector : ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องและระเหยเป็นก๊าซก่อนที่จะเข้าสู่ column อุณหภูมิที่เหมาะสมของ injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารสามารถระเหยได้แต่ไม่ทำให้มารสลายตัว (decompose)
- Oven : ส่วนใช้สำหรับบรรจุ column และควบคุมอุณหภูมิของ column ให้เป็นไปตามที่กำหนด
- Detector : ส่วนที่ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง (Flame Ionization Detector; FID)

3. แนวทางการการศึกษา

3.1 การศึกษาผลกระทบบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณแรงดันไฟฟ้า และชนิดกระแสไฟฟ้า

การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลโดยอาศัยสนามไฟฟ้าในการศึกษานี้ อาศัยชุดทดสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1 ใช้ทดสอบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันถั่วเหลืองเพียวรีฟล์ปริมาณ 100 ml ทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกับเมทานอลปริมาณ 20 ml และมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 0.9 g. เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



รูปที่ 3.1 ชุดทดสอบการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลด้วยสนามไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงชุดทดสอบการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลด้วยสนามไฟฟ้า การทดสอบจะเริ่มโดยทำการป้อนน้ำมันถั่วเหลืองเพียวรีฟล์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ละลายในเมทานอล ในสัดส่วนที่กำหนด ในอุปกรณ์หมายเลข 1 และ 2 ตามลำดับ จากนั้นสารละลายทั้งสองส่วนจะผ่านระบบเข้าผสมกันที่อุปกรณ์ชุดที่ 3 พร้อมกันนั้นจะเริ่มทำการป้อนสนามไฟฟ้าจากอุปกรณ์ชุดที่ 6 ซึ่งเริ่มทำการศึกษามลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันของกระแสไฟฟ้ากระแสตรง โดยปรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าในระดับความเข้ม 5 10 และ 12 โวลต์ตามลำดับ หลังการสิ้นสุดปฏิกิริยากลิเซอรีนจะถูกแยกออกมาเก็บไว้ในภาชนะหมายเลข 4 เอสเทอร์หรือไบโอดีเซลจะถูกแยกออกมาเก็บไว้ในภาชนะหมายเลข 5 เพื่อรอนำไปใช้งานต่อไป หลังจากศึกษาผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณแรงดันไฟฟ้า ในระดับที่กำหนด เปลี่ยนชุดทดสอบสนามไฟฟ้าจากชุดป้อนกระแสตรงเป็นชุดป้อนแบบ

กระแสสลับ ศึกษาผลการเปลี่ยนอุณหภูมิ และช่วงเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นขณะทดสอบ

3.2 การทดสอบองค์ประกอบของน้ำมันโดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี

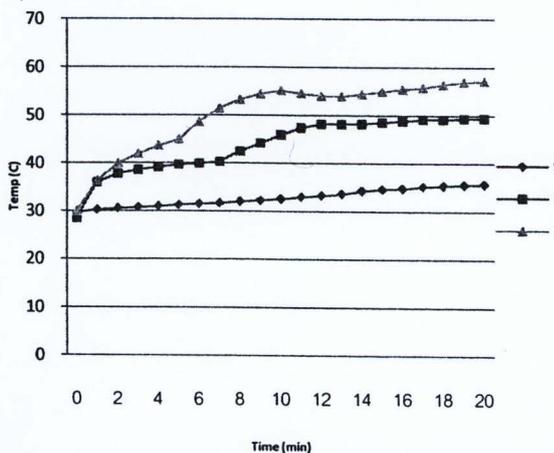
ตัวอย่างน้ำมันที่ได้จากการผลิตทั้งในกรณีการใช้สนามไฟฟ้า กระแสตรง และกระแสสลับ ถูกนำไปใช้ทดสอบองค์ประกอบทางเคมีโดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟีเทียบกับตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการผลิตโดยวิธีการทั่วไป(B100) การทดสอบอาศัยเครื่องโครมาโตกราฟี ชนิดคอลัมน์ AT-Wa ความยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.32 มิลลิเมตร และความหนา 0.1 ไมโครเมตร ใช้Detector ชนิด เฟลมไอออไนเซชันอุณหภูมิ

250°C และใช้แก๊สฮีเลียม เป็นแก๊สตัวพาในการทดสอบ ปริมาณตัวอย่างที่ฉีด 1 ไมโครลิตร การควบคุมการทดสอบทำได้ใน 3 ระดับ เริ่มจากการเพิ่มระดับอุณหภูมิอัตรา 3°C/min จนได้อุณหภูมิ 150°C ทั้งระดับอุณหภูมิการทดสอบที่ 5 นาทีแล้วเพิ่มอุณหภูมิจนได้อุณหภูมิ 190°C ด้วยอัตราการให้ความร้อนที่ระดับเดียวกัน ปล่อยให้อุณหภูมิคงที่ 5 นาทีก่อนเปลี่ยนช่วงอุณหภูมิจนได้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 220°C

4. ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า

เมื่อทำการป้อนสนามไฟฟ้าที่ระดับแรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 5 10 และ 12 โวลต์ พบว่าอุณหภูมิของน้ำมันในอุปกรณ์ผสมมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงผลการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า

จากรูปจะเห็นได้ว่าที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ มีผลทำให้เกิดการเพิ่มอุณหภูมิมากที่สุด ในแต่ละช่วงเวลา และเมื่อพิจารณาความเปลี่ยนแปลงของลักษณะน้ำมันทดสอบ พบว่าที่ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ 5 และ 10 โวลต์ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะน้ำมัน นั่นคือ สีของน้ำมันตลอดการทดสอบยังมีลักษณะขุ่น ซึ่งแตกต่างจากที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ พบว่าสีของน้ำมันมีลักษณะใสขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20 นาที หรือในช่วงที่อุณหภูมิของน้ำมันมีค่าในประมาณ 60 °C แสดงลักษณะของน้ำมันก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 4.2



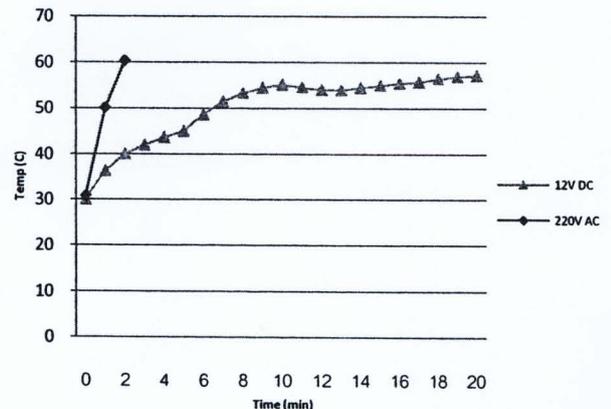
(a) (b)

รูปที่ 4.2 ลักษณะของน้ำมันผสมก่อนและหลัง ผ่านสนามไฟฟ้า

(a: น้ำมันผสมก่อนการทดสอบ (b): น้ำมันผสมหลังการทดสอบ)

4.2 ผลการเปลี่ยนแปลงชนิดกระแสไฟฟ้า

นอกจากทำการศึกษาถึงผลการเปลี่ยนขนาดแรงดัน โดยอาศัยกระแสไฟฟ้า กระแสตรงแล้ว เมื่อทำการศึกษาลักษณะการส่งผ่านสนามไฟฟ้า แบบกระแสสลับ แสดงผลการเปรียบเทียบซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำมันขณะทดสอบดังรูปที่ 4.3

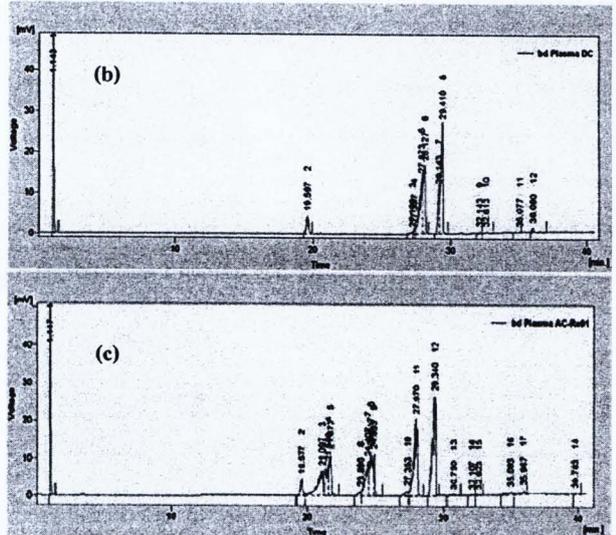
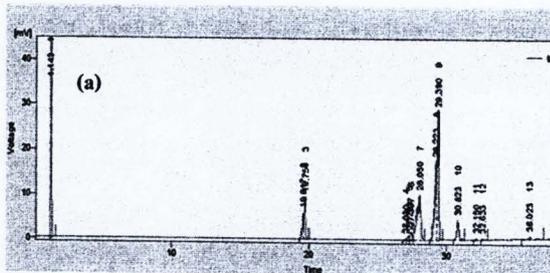


รูปที่ 4.3 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำมันที่มีการใช้กระแสไฟฟ้า กระแสตรง และกระแสสลับ

จากรูปจะเห็นได้ว่ากระแสไฟฟ้า ชนิดกระแสสลับมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและส่งผลให้น้ำมันมีค่าอุณหภูมิเพิ่มสูงมากกว่าการป้อนกระแสตรง นอกจากนี้ น้ำมันยังมีลักษณะเปลี่ยนแปลงจากขาวขุ่น เป็นใส ได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลาเพียง 90 วินาที

4.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันไบโอดีเซล

เมื่อทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบของน้ำมันไบโอดีเซลที่อาศัยสนามไฟฟ้าช่วยในปฏิกิริยา ทั้งแบบกระแสตรง และกระแสสลับ กับน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยทั่วไป โดยวิธีการวิเคราะห์แบบก๊าซโครมาโทกราฟี ทำให้ได้กราฟเปรียบเทียบดังแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่า องค์ประกอบของน้ำมันไบโอดีเซลทั้ง 3 ชนิด ถูกพบ ณ.ตำแหน่งที่มีความใกล้เคียงกัน โดยสารประกอบกลุ่มใหญ่แสดงผล ณ.ตำแหน่ง Retention time ช่วงตั้งแต่ 21 – 40 นาที แสดงผลดังตารางที่ 4.1 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของสารเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของการวิเคราะห์ไบโอดีเซล พบว่าเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่ช่วง C18 – C22 ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งผลการทดสอบเปรียบเทียบทำให้ทราบว่าไบโอดีเซลที่ได้จากการผลิตโดยใช้กระแสไฟฟ้าช่วยในกระบวนการ มีคุณลักษณะพื้นฐานที่ใกล้เคียงเทียบเท่ากับน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ทั่วไป และมีองค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานที่สำคัญตามลักษณะของน้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐาน ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้กับสารมาตรฐานที่เป็นสารบ่งชี้ความเป็นเมทิลเอสเทอร์ ที่จะช่วยบอกถึงการตรวจพบความเป็นไบโอดีเซลของน้ำมันที่ผลิตได้



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการผลิตแบบต่างๆ (a: ไบโอดีเซลจากการใช้กระแสตรง b: ไบโอดีเซลจากการป้อนกระแสตรง c: ไบโอดีเซลจากการป้อนกระแสสลับ)

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้ในแต่ละช่วง Retention time

Result Table (Uncal - bd Plasma AC-Res1)

Reten. Time [min]	Area [mV.s]	Area [%]	Height [mV]	Height [%]
1	1449.602	48.9	477.143	80.7
2	49.433	1.6	4.343	0.7
3	168.572	5.4	6.579	1.1
4	121.508	3.9	7.911	1.3
5	133.111	4.3	11.121	1.9
6	14.206	0.5	1.273	0.2
7	156.996	5.1	9.246	1.6
8	159.791	5.2	11.970	2.0
9	68.588	2.2	11.124	1.9
10	22.472	0.7	1.329	0.2
11	365.646	11.8	20.354	3.4
12	351.576	11.4	26.371	4.5
13	6.003	0.2	0.345	0.1
14	2.460	0.1	0.280	4.737e-02
15	2.606	0.1	0.211	3.567e-02
16	7.388	0.2	0.724	0.1
17	10.472	0.3	0.967	0.2
18	3.222	0.1	0.292	4.932e-02
Total	3093.643	100.0	591.582	100.0

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ และเทียบสาร Internal Standard ด้วยวิธีการ GC ของน้ำมันไบโอดีเซลจากปาล์มดิบ

Ret.Time	Area	Height	Name
2.574	300560869.2	141651761.1	HEPTANE
3.579	3181.6	1345.6	C8:0
5.006	3486.1	1270.7	C10:0
7.988	49307.9	13969.2	C12:0

12.628	176658.8	40471	C14:0
18.372	8689882.7	976021	C16:0
18.939	24126.8	5330.3	C16:1
21.513	3971183.7	458642.4	Internal standard
25.327	725619	85439.1	C18:0
26.293	7608150.4	669690.7	C18:1
26.391	100396.9	25060.5	C18:1
27.834	1748825.2	261534.2	C18:2
30.032	37706.9	6663.6	C18:3
32.375	53935.9	9882.5	C20:0
33.006	17230.6	3430.7	C20:1
39.771	9866.3	1160.3	C20:0
Total area = 323780428			

(ที่มา: <http://www.tistr.or.th/>)

5. สรุป

การศึกษาในงานวิจัยนี้ทำให้ทราบได้ว่า สามารถใช้กระแสไฟฟ้าในการเร่งกระบวนการในการผลิตไบโอดีเซล หรือเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการผลิตลงได้ โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันพบว่า ในกรณีการใช้กระแสตรง ป้อนให้กับชุดทดสอบ ยังทำการเพิ่มขนาดแรงดันไฟฟ้า ก็จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำมันมากยิ่งขึ้น และซึ่งจะมีการเพิ่มช่วงอุณหภูมิมากขึ้นเมื่อเปลี่ยนชนิดของกระแสไฟฟ้า เป็นรูปแบบกระแสสลับ อีกทั้งเมื่อทำการศึกษาถึงองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีจะพบว่า องค์ประกอบพื้นฐานของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตโดย

สนามไฟฟ้า มีลักษณะคล้ายกับน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตโดยวิธีการ

พื้นฐานทั่วไป และมีองค์ประกอบหลักของน้ำมันที่มีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการทดสอบมาตรฐาน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โครงการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนโครงการวิจัย และขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหาวิทาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- 1) อนุชา พรหมวังขวา. 2549. ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- 2) ทรงพล พรหมมูล และ พิภพ พิทักษ์ศักดิ์โสรั. 2550. การผลิตไบโอดีเซลด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- 3) กิตติพงศ์ นาคภักดี และคณะ. ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟที่ใช้ น้ำมันไบโอดีเซลจากมะเขือหินเป็นเชื้อเพลิง. การประชุมวิชาการการถ่ายเทความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อน ครั้งที่ 9, 2553.
- 4) <http://library.dip.go.th/multim6/edoc/17219.pdf>
- 5) กรมธุรกิจพลังงาน. ประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่อง กำหนด ลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซล ประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. ๒๕๔๘. วสันต์ เจียตระภูล."ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อนในตัวทำอากาศร้อนแสงอาทิตย์" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2547.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นายนพดล ศิริรัตน์

วัน เดือน ปี เกิด

12 ธันวาคม 2524

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก
โรงเรียนปัว น่าน ปีการศึกษา 2538

สำเร็จการศึกษาระดับ ปวช. จาก
วิทยาลัยเทคนิคน่าน ปีการศึกษา 2541

สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. จาก
วิทยาลัยเทคนิคน่าน ปีการศึกษา 2543

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551



