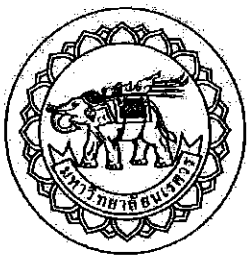
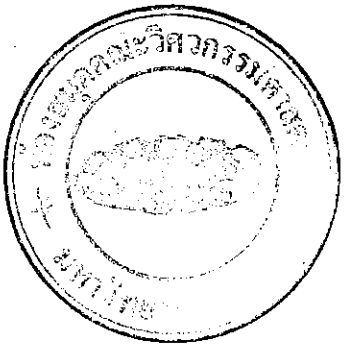




การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องผลิตไบโอดีเซล

Improvement and Development The Biodiesel Reactor

นายอัศนีย์ ป่านแก้ว

นายจิรายุ ฤาชาเกียรติกุล

นายรัฐพล อาจสว่าง

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 1 ก.ย. 2552
เลขทะเบียน 5200101
เลขเรียกหนังสือ

i 609 384 1. e. 2
ฝก
อ576ก
2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2551

ใบรับรองโครงงาน

หัวข้อโครงงาน	: การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องผลิตไบโอดีเซล (Improvement and Development The Biodiesel Reactor)	
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายอัศนีย์ ป่านแก้ว	รหัส 48361271
	นายจิรายุ ฤาชาเกียรติกุล	รหัส 48363442
	นายรัฐพล อาจสว่าง	รหัส 48363855
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์สิทธิโชค ผูกพันธุ์	
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล	
ปีการศึกษา	: 2551	

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์สิทธิโชค ผูกพันธุ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์นพรัตน์ สีหะวงษ์)

หัวข้อโครงงาน	: การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องผลิตไบโอดีเซล	
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายอัศนีย์ ป่านแก้ว	รหัส 48361271
	นายจิรายุ ฤาชาเกียรติกุล	รหัส 48363442
	นายรัฐพล อาจสว่าง	รหัส 48363855
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์สิทธิโชค ผูกพันธุ์	
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล	
ปีการศึกษา	: 2551	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันไบโอดีเซลเป็นพลังงานทางเลือกที่สำคัญชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงได้มีการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลต้นแบบขึ้น แต่พบว่าปัญหาที่เกิดจากเครื่องต้นแบบคือ กระบวนการในการผลิตยังไม่สมบูรณ์ จึงได้มีการศึกษาค้นคว้า เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตไบโอดีเซลให้ดีขึ้น

โครงงานนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการทำปฏิกิริยา และกระบวนการล้างไบโอดีเซล ทำการทดลองการทำปฏิกิริยาโดยใช้ใบพัดทั้งหมด 4 ชนิด คือ ใบพัดแบบจานใบตั้ง , ใบพัดเรือ , ใบพัด 45 องศา และใบพัด 90 องศา ซึ่งจากการทดลองพบว่า ใบพัด 90 องศา ทำให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนมากที่สุด จึงได้นำมาทำการทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ เพื่อหาอัตราส่วนของสารเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม จากการทดลองสารเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่เหมาะสมมีค่า 3.0 % โดยน้ำหนักของน้ำมันสบู่ดำ ทำให้คุณภาพของน้ำมันที่ได้นั้น มีคุณภาพดีกว่าการผลิตจากระบบปั้มหมุนวน ได้แก่ ค่าเมทิลเอสเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม ประมาณ 30 % , ค่าสิ่งปนเปื้อนลดลงประมาณ 25 % ,ค่ากลีเซอรีนทั้งหมดลดลงประมาณ 58 %

จากนั้นจึงได้นำมาทำการทดสอบกระบวนการล้างไบโอดีเซล เพื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้ใบพัดกวนกับกระบวนการล้างแบบเดิมคือการใช้ปั้มลมเติมอากาศ ผลจากการทดลองก็คือ การใช้ใบพัดกวนสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ประมาณ 75 %

Project Title	: Improvement and Development Biodiesel Reactor	
Name	: Mr. Asanee pankaew	Code 48361271
	Mr. Jirayu Ruachakiattikul	Code 48363442
	Mr. Rattaphon Ajsawang	Code 48363855
Project advisor	: Mr. Sitichok pukpan	
Department	: Mechanical Engineering	
Academic Year	: 2008	

Abstract

In present day, biodiesel is the one kind of interested alternative fuel. The biodiesel reactor was built to produces biodiesel. However, the prototype of reactor had problems in incomplete reaction and long time in wash process.

This project was to improve the reaction process and the biodiesel wash process. The reaction process studied by type of propellers such as disc propeller, boat propeller, 45 degree propeller , 90 degree propeller. From the experiment, the 90 degree propeller was found that had more turbulence flow than other propellers. Then, this propeller was selected to make biodiesel from physic nut. To find the proper amount of chemical catalyst, 3.0 % of KOH by physic nut oil weight produced highest yield of biodiesel from physic nut oil. Moreover, the quality of biodiesel was better than pump circulate reactor for example, amount of methylesters increased about 30 % , contaminant decreased about 25 % and total glyceride decreased about 58 %.

Finally, the propeller in wash process was compared with the pump circulate in wash process. The result was found that the propeller wash was faster than the pump circulate wash about 75 %

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือในด้านการให้คำแนะนำในการทำโครงงานจาก อาจารย์สิทธิโชค ผูกพันธุ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และอาจารย์ อนุสรณ์ วรสิงห์ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี ให้คำปรึกษาแก่ผู้ดำเนินโครงงานตลอดมา ผู้ดำเนินโครงงานของกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์ท่านอื่นๆ และเพื่อนทุกท่านที่ช่วยเหลืองานด้านการทำโครงงานและด้านเอกสารให้เสร็จสิ้นโดยเรียบร้อย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้ดำเนินโครงงานอย่างสม่ำเสมอตลอดมา

คณะผู้ดำเนินโครงงาน

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 งบประมาณที่ใช้	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 สถานการณ์พืชน้ำมันในประเทศไทย	4
2.2 สารตั้งต้นในการผลิต	5
2.3 กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่น	6
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการผสมของเหลวกับของเหลว	11
2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการผสม	13
2.6. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของของไหลในใบพัดแต่ละชนิด	20
3.2 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การศึกษาการขจัดสารตกค้าง	23
3.4 การศึกษาคุณสมบัติน้ำมัน	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	
4.1 ศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของของไหลในใบพัดแต่ละชนิด	29
4.2 ผลการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ	43
4.3 การศึกษาการขจัดสารตกค้าง	45
4.4 ผลการทดลองหาค่าความร้อนของไบโอดีเซล	46
4.5 ผลการทดสอบค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซล	46
4.6 ผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่น	47
4.7 ผลการทดลองคุณสมบัติของน้ำมันโดยใช้วิธี Thin Layer Chromatography	48
4.8 รายงานการตรวจสอบ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ)	49
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
สรุปผลการทดลอง	52
รายการอ้างอิง	53
ภาคผนวก	
ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซล สำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. ๒๕๔๘	54
ประวัติผู้ทำโครงการ	60

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณการผลิตพืชน้ำมันของประเทศไทย(พันตัน)	4
ตารางที่ 2.2 แสดงสถิติการใช้น้ำมันพืชในประเทศไทย	5
ตารางที่ 2.3 แสดงสมบัติและองค์ประกอบของกรดไขมันหลักของน้ำมันพืชชนิดต่างๆ	6
ตารางที่ 2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องผสมของเหลว	13
ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณเอสเตอร์ที่ได้โดยใช้เมทานอลที่อัตราส่วน 1: 5	44
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองค่าความร้อนของไบโอดีเซล	46
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองค่าความหนืดของไบโอดีเซล	46
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองค่าความหนาแน่นของไบโอดีเซล	47
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองคุณสมบัติของน้ำมันโดยใช้วิธี Thin Layer Chromatography	48

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงปฏิกิริยาการเกิดไบโอดีเซล	8
รูปที่ 2.2 แสดงผังการผลิตไบโอดีเซลในกระบวนการ Batch Process	10
รูปที่ 2.3 แสดงอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องต้นแบบ	11
รูปที่ 2.4 ภาชนะสำหรับการกวนและการ	12
รูปที่ 2.5 ใบพัดเรือชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการผสม	14
รูปที่ 2.6 ใบกวนแบบใบพาย	15
รูปที่ 2.7 ใบพัดชนิดกังหันต่างๆ	16
รูปที่ 2.8 ลักษณะการไหลของใบพัดกวนแบบใบพัดเรือ ในถังที่มีแผ่นกั้น	16
รูปที่ 2.9 ลักษณะการไหลของบัดกวนแบบกังหัน 6 ใบ ในถังที่มีแผ่นกั้น	16
รูปที่ 2.10 ลักษณะการเกิดการไหลแบบหมุนวน	17
รูปที่ 2.11 แสดงเมล็ดสบู่ดำ	17
รูปที่ 3.1 แสดงใบพัดแบบต่างๆ	20
รูปที่ 3.2 โหลแก้วขนาด 9 × 11 นิ้ว	21
รูปที่ 3.3 แสดงเตาไฟฟ้าและชุดเครื่องผลิตไบโอดีเซล	22
รูปที่ 3.4 แสดงเครื่อง Isoperibol Bomb Calorimeter	24
รูปที่ 3.5 แสดงเครื่อง Therrmosta ของ Schott Gerate	25
รูปที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบสำคัญของหลอดแก้ว Cannon – Fenske	25
รูปที่ 3.7 แสดงหลอดแก้ว Cannon – Fenske	26
รูปที่ 3.8 เครื่องชั่งมวลสาร	27
รูปที่ 3.9 แสดงรูป แผ่นอลูมิเนียมเคลือบซิลิก้า	28
รูปที่ 4.1 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	29
รูปที่ 4.2 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	29
รูปที่ 4.3 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	29
รูปที่ 4.4 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	30
รูปที่ 4.5 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	30
รูปที่ 4.6 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	30
รูปที่ 4.7 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	30

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.8 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	31
รูปที่ 4.9 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	31
รูปที่ 4.10 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	31
รูปที่ 4.11 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	31
รูปที่ 4.12 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	31
รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัดแบบจานใบตั้ง	32
รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัดแบบจานใบตั้ง	32
รูปที่ 4.15 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	33
รูปที่ 4.16 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	33
รูปที่ 4.17 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	33
รูปที่ 4.18 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	33
รูปที่ 4.19 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	33
รูปที่ 4.20 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	34
รูปที่ 4.21 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	34
รูปที่ 4.22 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	34
รูปที่ 4.23 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	34
รูปที่ 4.24 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	34
รูปที่ 4.25 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	35
รูปที่ 4.26 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	35
รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัดเรือ	35
รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัดเรือ	35
รูปที่ 4.29 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	36
รูปที่ 4.30 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	36
รูปที่ 4.31 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	36
รูปที่ 4.32 ใบพัด 45 องศา มี Baffles t ที่ 250 รอบต่อนาที	36
รูปที่ 4.33 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	37
รูปที่ 4.34 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	37

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.35 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	37
รูปที่ 4.36 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	37
รูปที่ 4.37 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	37
รูปที่ 4.38 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	38
รูปที่ 4.39 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	38
รูปที่ 4.40 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	38
รูปที่ 4.41 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัด 45 องศา	38
รูปที่ 4.42 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัด 45 องศา	39
รูปที่ 4.43 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	39
รูปที่ 4.44 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	40
รูปที่ 4.45 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	40
รูปที่ 4.46 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	40
รูปที่ 4.47 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	40
รูปที่ 4.48 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	40
รูปที่ 4.49 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	40
รูปที่ 4.50 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	41
รูปที่ 4.51 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	41
รูปที่ 4.52 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที	41
รูปที่ 4.53 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที	41
รูปที่ 4.54 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที	41
รูปที่ 4.55 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัด 90 องศา	42
รูปที่ 4.56 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัด 90 องศา	42
รูปที่ 4.57 แสดงน้ำมันสบู่ดำจากกระบวนการ Screw Press	43
รูปที่ 4.58 แสดงปริมาณเอสเตอร์จากการทดลองที่ a) 1% b) 1.5 % c) 2.0% ตามลำดับ	43
รูปที่ 4.59 แสดงปริมาณเอสเตอร์จากการทดลองที่ a) 2.5% b) 3.0 % c) 3.5% ตามลำดับ	43
รูปที่ 4.60 แสดงปริมาณเมทิลเอสเตอร์ที่โดยใช้ปริมาณสารเร่งปฏิกิริยาต่างกัน	44
รูปที่ 4.61 แสดงการขจัดสารตกค้าง a) ใช้ใบพัดกวน b) ใช้ปั๊มลม	45

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.62 แสดงภาพไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำที่ผ่านกระบวนการล้างแล้ว	45
รูปที่ 4.63 แสดงการเคลื่อนที่ของสารบนแผ่นอลูมิเนียมเคลือบด้วยซิลิก้า	48

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่ใช้ในปัจุบันนั้นเป็นเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัด ต้องนำเข้าจากต่างประเทศในแต่ละปีเป็นปริมาณมากและยังมีแนวโน้มของราคาที่สูงขึ้นตลอดเวลา โดยเฉพาะน้ำมันดีเซลซึ่งเป็นต้นทุนการผลิตที่สำคัญทั้งในภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม รวมไปถึงการขนส่ง ปัญหาดังกล่าวจึงมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศอย่างมาก ดังนั้นในปัจจุบันประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีการนำแหล่งพลังานทดแทนอื่นมาใช้เพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม และสามารถลดการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศได้

ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งสามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากประเทศไทยมีการบริโภคน้ำมันพืช 800 ล้านลิตรต่อปี (พ.ศ.2550) ส่งผลให้มีน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้แล้วถึง 100 ล้านลิตร น้ำมันเหล่านี้สามารถนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลได้โดยผ่านกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดเนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ง่าย และสารผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ เอสเทอร์ของกรดไขมัน (ethyl esters) หรือไบโอดีเซลซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล สามารถนำไปใช้ได้โดยตรงกับเครื่องยนต์ดีเซลโดยไม่ต้องดัดแปลง ช่วยลดปริมาณมลพิษจากท่อไอเสีย ลดปริมาณควันดำ เป็นเชื้อเพลิงสะอาด มีความเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ต่ำมากและย่อยสลายได้ง่ายในธรรมชาติ มีปริมาณกำมะถันน้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และยังเกิดตะกอนสะสมในหัวฉีดและห้องเผาไหม้ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

จากโครงงานเรื่องการศึกษาและออกแบบเครื่องผลิตไบโอดีเซลมีกำลังการผลิตไม่ต่ำกว่า 50 ลิตร[1] โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาถูกเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเหมาะสมกับการผลิตเพื่อใช้งานภายในชุมชนขึ้น แต่เมื่อได้ทำการทดลองผลิตแล้วพบว่าต้องใช้เวลาของการทำงานในแต่ในแต่ละกระบวนการนั้น จะต้องใช้เวลาในการทำงานมาก และอาจเกิดการทำปฏิกิริยาที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันพืชใช้แล้วกับสารเคมีขึ้นได้ จึงได้มีการปรับปรุงกระบวนการทำงานของเครื่องผลิตไบโอดีเซลให้ดีขึ้น เพื่องลดเวลาที่จะใช้ในแต่ละกระบวนการให้สั้นลง

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซล
2. ศึกษาเกี่ยวกับปรับปรุงเครื่องผลิตไบโอดีเซล
3. ทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ

1.3 ขอบเขต

1. ศึกษาคุณสมบัติของใบพัดที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล
2. การขจัดสารตกค้างโดยใช้วิธีการล้างด้วยน้ำโดยใช้ใบพัดกวน
3. ศึกษาตัวแปรที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	พ.ศ.2551				พ.ศ.2552			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีพื้นฐาน								
ศึกษาและปรับปรุงเครื่องผลิตไบโอดีเซลขนาด 50 ลิตร								
วิเคราะห์ปัญหา และ แก้ไข								
สรุปผลและเขียนรายงาน								

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตไบโอดีเซลให้ดีขึ้น
2. ใช้เวลาในการผลิตต่อครั้งน้อยลง

1.6 งบประมาณที่ใช้

1.6.1 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานวิจัย

1.ค่าจัดพิมพ์และการเข้ารูปเล่ม	2,000	บาท
2.ค่าวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	1,000	บาท
รวมเป็นเงิน	3,000	บาท

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 สถานการณ์พืชน้ำมันในประเทศไทย

สถิติการเกษตรของประเทศไทยโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี พ.ศ. 2541 – 2548 ประเทศไทยทำการเพาะปลูกพืชน้ำมัน 6 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน ถั่วลิสง มะพร้าว ละหุ่ง และงา โดยมีรายงานปริมาณผลผลิตของพืชน้ำมันทั้ง 6 ชนิด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณการผลิตพืชน้ำมันของประเทศไทย(พันตัน)

ปี พ.ศ.	ปาล์มน้ำมัน	มะพร้าว	ถั่วเหลือง	ถั่วลิสง	ละหุ่ง	งา
2542	3,413	1986	319	138	7	37
2543	3,343	1795	312	132	9	39
2544	4,097	1935	261	107	9	39
2545	4,001	2037	260	112	10	40
2546	4,903	2117	231	76	10	40
2547	5182	2126	218	65	10	41
2548	5003	1871	226	67	10	42
2549	6241	1561	225	68	11	41

ที่มา : สถิติการเกษตรของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2541 -2549

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณผลผลิต ปาล์มน้ำมันมีรายงานปริมาณผลผลิตในแต่ละปีสูงที่สุด อีกทั้งยังมีแนวโน้มที่จะมีอัตราการผลิตที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นปาล์มจึงเป็นพืชที่เหมาะสมแก่การนำมาศึกษาและทดลองนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อใช้ในอนาคต

2.2 สารตั้งต้นในการผลิต

น้ำมันพืชใช้แล้วเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลซึ่งสามารถแบ่งแหล่งที่มาของน้ำมันพืชใช้แล้วได้ 4 แหล่ง คือ บ้านเรือน สถานประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรมอาหารและผู้จำหน่ายของทอดในตลาด ซึ่งจากการสำรวจปริมาณน้ำมันพืชใช้แล้วในประเทศไทย (สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2548) พบว่า ปริมาณน้ำมันพืชที่เหลือทั้งหมดของทุกกลุ่ม เท่ากับ 74.5 ล้านลิตร โดยกลุ่มครัวเรือนมีปริมาณน้ำมันพืชเหลือมากที่สุดคือ 47.2 ล้านลิตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 63.4 รองลงมาคือสถานประกอบการณ์ มีปริมาณน้ำมันพืชเหลือ 22.5 ล้านลิตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 30.3 ส่วนน้ำมันพืชที่เหลือในกลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรม 3.4 ล้านลิตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 4.6 ท้ายสุดกลุ่มผู้จำหน่ายของทอดในตลาดมีปริมาณน้ำมันพืชเหลือ 1.3 ล้านลิตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 1.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 แสดงสถิติการใช้น้ำมันพืชในประเทศไทย

กลุ่ม	น้ำมันพืชที่ใช้		น้ำมันพืชที่เหลือ	
	ล้านลิตรต่อปี	ร้อยละ	ล้านลิตรต่อปี	ร้อยละ
ครัวเรือน	429.2	74.8	47.2	63.4
สถานประกอบการ	83.8	14.6	22.5	30.3
โรงงานอุตสาหกรรม	51.7	9.0	3.4	4.6
ผู้จำหน่ายของทอดในตลาด	9.2	1.6	1.3	1.7
รวม	573.9	100	74.5	100

ที่มา : สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2548

น้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์เป็นสารประกอบไตรกลีเซอร์ไรด์ มีโครงสร้างเป็น $-C_3H_5$ เชื่อมต่อกับกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 10 ถึง 300 ตัว จำนวน 3 โซ่ น้ำมันพืชและไขมันสัตว์มีกรดไขมันหลากหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ โดยมีปริมาณกรดไขมันอยู่ในโครงสร้างถึงร้อยละ 94-96 ของน้ำหนักโมเลกุลของไตรกลีเซอรไรด์ ทำให้คุณสมบัติของน้ำมันแต่ละชนิดทั้งทางเคมีและกายภาพแตกต่างกันตามสมบัติของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบน้ำมันพืชส่วนใหญ่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในกรดไขมันระหว่าง 12-18 ตัว มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวแตกต่างกัน น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณที่สูง จะมีค่าไอโอดีนต่ำ การเลือกน้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำเป็นเชื้อเพลิง จะป้องกันการเป็นสารเหนียวอันเนื่องมาจากปฏิกิยาพอลิเมอไรเซชันในการเผา

ไหม้ในเครื่องยนต์ สมบัติและองค์ประกอบของกรดไขมันหลักของน้ำมันพืชชนิดต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.3 แสดงสมบัติและองค์ประกอบของกรดไขมันหลักของน้ำมันพืชชนิดต่างๆ

ชนิด	ค่า	องค์ประกอบกรดไขมันหลัก						
น้ำมันดิบ	ไอโอดีน	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
ปาล์ม	14.1-21.0	ND-0.5	0.5-2.0	39.3-47.5	3.5-6.0	36.0-44.0	9.0-12.0	ND-0.5
ปาล์มโอลีน	>56	0.1-0.5	0.5-1.5	38.0-43.5	3.5-5.0	39.8-46.0	10.0-13.5	ND-0.6
ปาล์มสเตียรีน	>48	0.1-0.5	1.0-2.0	48.0-74.0	3.9-6.0	15.5-36.0	3.0-10.0	0.5
เมล็ดในปาล์ม	50.0-55.0	45.0-55.0	14.0-18.0	6.5-10.0	1.0-3.0	12.0-19.0	1.0-3.5	ND-0.2
มะพร้าว	6.3-10.6	45.1-53.2	16.8-21.0	7.5-10.2	2.0-4.0	5.0-10.0	1.0-2.5	ND
ถั่วลิสง	86-107	ND-0.1	ND-0.1	8.0-14.0	1.0-4.5	35.0-67.0	13.0-43.0	ND-0.3
เมล็ดสบู่ดำ	101	ND	ND	14.9	6.0	41.2	37.4	ND
เมล็ดเรพ	94-120	ND	ND-0.2	1.5-6.0	05.-3.1	8.0-60.0	11.0-23.0	5.0-13.0
ถั่วเหลือง	124-139	ND-0.1	ND-0.2	8.0-13.5	2.0-5.4	17.7-28.0	49.8-59.0	5.0-11.0

หมายเหตุ : ND (Not detect) คือ ไม่พบ

ที่มา : Codex Alimentarius Commission,FAOWHO,August 2000

2.3 กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่น

2.3.1. กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชั่น

Transesterification คือ การเปลี่ยนหมู่ของชนิดเอสเตอร์ (esters) การทำทรานส์เอสเตอริฟิเคชันของไขมันและน้ำมัน เป็นกระบวนการที่นิยมใช้มากที่สุดในการผลิตเมทิลเอสเตอร์ ไตรกลีเซอไรด์จะกลายเป็นเอสเตอร์และกลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้ที่ความดันบรรยากาศและที่อุณหภูมิประมาณ 50-70 เซลเซียส โดยทำปฏิกิริยากับเมทานอลที่มากเกินพอ ที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดอัลคาไลน์ ภายใต้เงื่อนไขนี้ต้องมีการขจัดกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ออกจากน้ำมัน (ปริมาณกรดต้องไม่เกิน 1%) ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชัน ซึ่งสามารถแสดงปฏิกิริยาการเกิดเมทิลเอสเตอร์ดังภาพที่ 1

การเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันแท้จริงแล้วประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2 กล่าวคือ ไตรกลีเซอไรด์เริ่มต้นทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ ได้ไดกลีเซอไรด์ (Diglyceride) และ

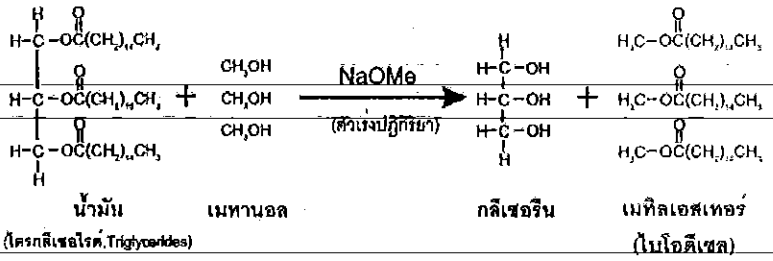
เอสเตอร์ หลังจากนั้นไดกลีเซอไรด์ที่ได้ทำปฏิกิริยาต่อกับแอลกอฮอล์ เกิดโมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) และเอสเตอร์ และท้ายที่สุดโมโนกลีเซอไรด์ทำปฏิกิริยาต่อกับ แอลกอฮอล์ ได้เป็นกลีเซอรอลและเอสเตอร์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ จำเป็นต้องใช้แอลกอฮอล์ 3 โมล ต่อ ไตรกลีเซอไรด์ 1 โมล และผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ กลีเซอรอล 1 โมล และเอสเตอร์ 3 โมล ซึ่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ปฏิกิริยาย้อนกลับได้ (Reversible Reaction) และการใช้แอลกอฮอล์ในปริมาณที่มากเกินพอ (Excess) จะช่วยทำให้ปฏิกิริยาเลื่อนไปข้างหน้าและเพิ่มปริมาณการเกิดเอสเตอร์ (ไบโอดีเซล) การใช้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่มากเกินพอพบว่า จะทำให้ได้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเทียม (Pseudo-First-Order) และปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นปฏิกิริยาอันดับสอง (Meher, Sagar and Naik 2006)

แอลกอฮอล์ที่นิยมใช้ในปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชัน ส่วนใหญ่จะใช้แอลกอฮอล์ที่มีสายโซ่คาร์บอนสั้น (Short Chain Alcohol) มีความเป็นขั้วสูง ในการทำปฏิกิริยาเป็นหลัก โดยเฉพาะเมทานอล เนื่องจากราคาที่ถูก และไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีแอลกอฮอล์ชนิดอื่นที่สามารถนำผลิตไบโอดีเซล เช่น เอทานอล และไอโซโพรพานอล ซึ่งอัตราส่วนเชิงโมลของสารตั้งต้นแอลกอฮอล์ต่อไตรกลีเซอไรด์อย่างน้อยเท่ากับ 6 ต่อ 1 เป็นค่าที่เหมาะสม เพื่อให้ได้การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันไปเป็นไบโอดีเซลมากที่สุด

สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยา โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 3 ชนิด

1) กรด
2) เบส
3) เอนไซม์

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่พบว่ามีประสิทธิภาพดี คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นเบสได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมเมทท็อกไซด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมแมทท็อกไซด์ (เมทท็อกไซด์จัดว่าเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในกลุ่มนี้) เป็นต้น ส่วนในกรณีของการใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะนิยมใช้กรดซัลฟิวริก กรดซัลโฟนิก กรดฟอสฟอริก และกรดไฮโดรคลอริก และนิยมใช้กรณีที่วัตถุดิบน้ำมันพืชมีกรดไขมันอิสระสูงและสำหรับเอนไซม์พบว่า เอนไซม์ไลเปส (Lipase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ราคาสูง



รูปที่ 2.1 แสดงปฏิกิริยาการเกิดไบโอดีเซล

2.3.2. การไทเทรต

เนื่องจากน้ำมันที่เป็นสารตั้งต้นเป็นน้ำมันที่ใช้แล้วทำให้มีกรดไขมันอิสระมากกว่าน้ำมันพืชบริสุทธิ์ จึงต้องทำการไทเทรตเพื่อหาค่าของกรดไขมันอิสระและคำนวณปริมาณของตัวแคตาไลสท์เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอดี

การไทเทรต เป็นวิธีการหาปริมาณของสารละลายมาตรฐาน (Standard Solution) สารที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน โดยให้ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายที่ไม่ทราบความเข้มข้นแต่ทราบปริมาตร (Unknown sample) และใช้การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์เป็นเกณฑ์ในการบอกจุดยุติ (End Point) เมื่อกรดและด่างทำปฏิกิริยากันพอดีกันตามจุดสมมูล (Equivalent Point) ก็จะทราบปริมาตรของสารละลายมาตรฐานแล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายอื่นได้ การไทเทรตเพื่อหาปริมาณด่างที่ต้องใช้ในปริมาณที่พอดีกับน้ำมันชนิดนั้น ทำได้ 2 วิธี

1. แบบใช้กระดาษลิตมัส
2. แบบที่ใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน

2.3.3. การขจัดสารตกค้าง

กระบวนการนี้ คือกระบวนการขจัดสารเร่งปฏิกิริยา,แอลกอฮอล์และกลีเซอร์รีน ที่ยังตกค้างอยู่ในน้ำมันไบโอดีเซล และยังปรับค่าความเป็นด่างของน้ำมันไบโอดีเซลให้มีความเป็นกลางอีกด้วย ดังนั้นน้ำไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิตนั้นควรทำกระบวนการขจัดสารตกค้างโดยมี 4 วิธีดังนี้

1. กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยใช้ฟองอากาศ (Buble Washing)

โดยทั่วไปมักใช้น้ำตั้งแต่ 25 – 50 % ของน้ำมันไบโอดีเซล โดยเทน้ำลงไปผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลในถังที่จะใช้ทำกระบวนการขจัดสารตกค้างจากนั้นติดตั้ง airpump และ airstone ใช้สำหรับผลิตออกซิเจนให้กับน้ำ โดยเราจะเปิดให้ airpump และ airstone ทำงาน 6 – 8 ชั่วโมง

จากนั้นตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมงก็จะเกิดการแยกชั้นของน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่าง และในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ดังนั้นควรทำการขจัดสารตกค้าง 3 -4 ครั้งจนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และมีค่า pH = 7 การ washing วิธีนี้สามารถทำได้ง่าย . ใช้น้ำในการขจัดสารตกค้างน้อย , เครื่องมือหาได้ง่าย สะดวก

2. กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยใช้การสเปรย์ (Mist - Washing)

โดยใช้การฉีดสเปรย์น้ำที่อยู่บนถังที่จะใช้ทำกระบวนการขจัดสารตกค้างลงไปที่น้ำมันไบโอดีเซล โดยไม่ต้องเขย่าถังและปล่อยสเปรย์น้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดชั้นของอิมัลชั่น จากนั้นตั้งทิ้งไว้เพื่อรอให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่าง และในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ดังนั้นควรทำการขจัดสารตกค้าง 3 -4 ครั้งจนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และมีค่า pH 7 การขจัดสารตกค้างวิธีนี้ใช้ปริมาณน้ำมากในการขจัดสารตกค้างแต่ละครั้ง , ใช้อุปกรณ์มาก และผลลัพธ์ที่ออกมามักจะเป็นปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์

3 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยการกวน (Stir Washing)

โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับตัวกวนที่ติดอยู่กับถังที่จะใช้ทำกระบวนการขจัดสารตกค้างโดยเราจะเทน้ำไปผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลประมาณ 1/3 ของน้ำมันไบโอดีเซล แล้วทำการเปิดสวิทซ์ให้ตัวกวนทำงานประมาณ 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ก็จะเกิดการ แยกชั้นระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่าง และในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ดังนั้นควรทำการขจัดสารตกค้าง 3 – 4 ครั้งจนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และมีค่า pH 7 กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่เร็วและมีประสิทธิภาพ , ไม่เกิดการบดบังของปฏิกิริยา และไม่เกิดออกซิเดชั่นทำให้เกิดการขจัดสารตกค้างที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำ

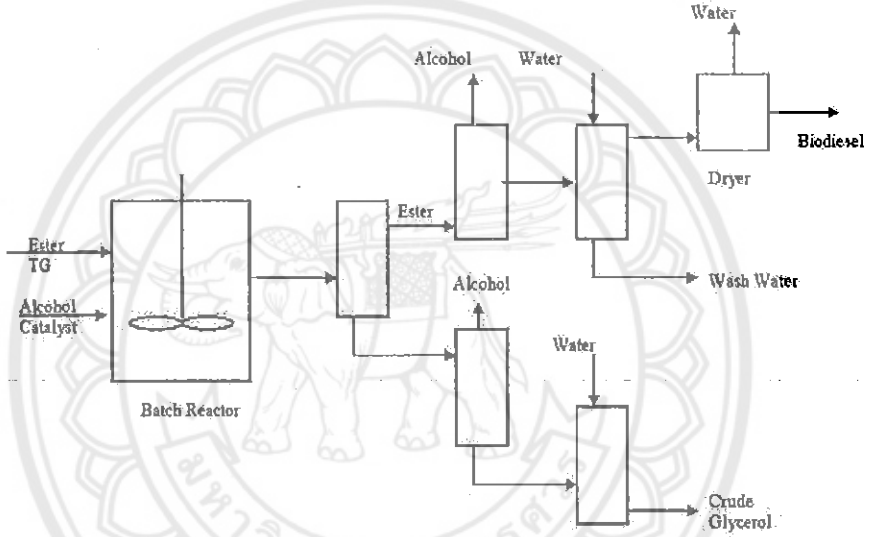
4. กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยการผสมกับน้ำ (Mix Washing)

เริ่มโดยเทน้ำประมาณ 50 % ของน้ำมันไบโอดีเซล เข้าไปผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลในถังที่จะใช้ทำกระบวนการขจัดสารตกค้างจากนั้นปิดฝาตั้งทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง ก็จะเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่าง และในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ดังนั้นควรทำการขจัดสารตกค้าง 3 -4 ครั้งจนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และมีค่า pH 7

2.3.4. กระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

เมื่อพิจารณาเทคโนโลยีในการผลิตไบโอดีเซลทั้งในทางพาณิชย์และการทดสอบในห้องทดลอง สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. กระบวนการผลิตแบบ Batch Process เป็นกระบวนการที่ง่ายที่สุดในการผลิตเป็นการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องทำให้ผลิตได้คราวละไม่มาก ข้อดีคือ ใช้เงินลงทุนต่ำ โดยทั่วไปจะผสมแอลกอฮอล์กับไตรกลีเซอไรด์ในอัตราส่วนโดยปริมาตร 4:1 ถึง 20:1 (ปกติที่ 6:1) ในถังปฏิกิริยา โดยรักษาให้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาไว้ไม่เกิน 65°C และใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ปริมาณร้อยละ 0.3 ถึง 1.5 เป็นแคตาไลสท์ โดยเริ่มทำปฏิกิริยาโดยการผสม น้ำมัน แคตาไลสท์ และแอล์กอฮอล์ในถังปฏิกิริยา จนปฏิกิริยาสิ้นสุดสร้างสารผลิตภัณฑ์คือเอสเธอร์และกลีเซอรีนแยกชั้นกัน โดยทั่วไปจะให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 85-94% ดังรูปที่ 3 แสดงผังกระบวนการในระบบ Batch Processing



รูปที่ 2.2 แสดงผังการผลิตไบโอดีเซลในกระบวนการ Batch Process

2. แบบต่อเนื่อง - ทรานเอสเทอริฟิเคชั่น (Continuous Trans-Esterification) เป็นกระบวนการผลิตที่ใช้เงินลงทุนสูงกว่าแบบแรก แต่ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีกว่า และมีกำลังการผลิตสูง
3. แบบต่อเนื่อง – 2 ขั้นตอน (2 Step Reaction) เป็นกระบวนการที่สามารถใช้ได้กับวัตถุดิบหลายชนิด รวมถึงน้ำมันที่กรดไขมันอิสระสูง โดยการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชั่นในขั้นแรก และผ่านกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชั่นอีกครั้ง ทำให้ได้ผลผลิตที่มากกว่า 2 ประเภทแรก แต่อย่างไรก็ตามเงินลงทุนก็สูงขึ้นเช่นกัน
4. ไมโครเวฟ เทคโนโลยี (Micro Wave Technology) เป็นกระบวนการผลิตที่สามารถทำปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น ด้วยการใช้คลื่นไมโครเวฟ และใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังคงมีเฉพาะ Pilot Plant และใช้เงินลงทุนสูงมาก

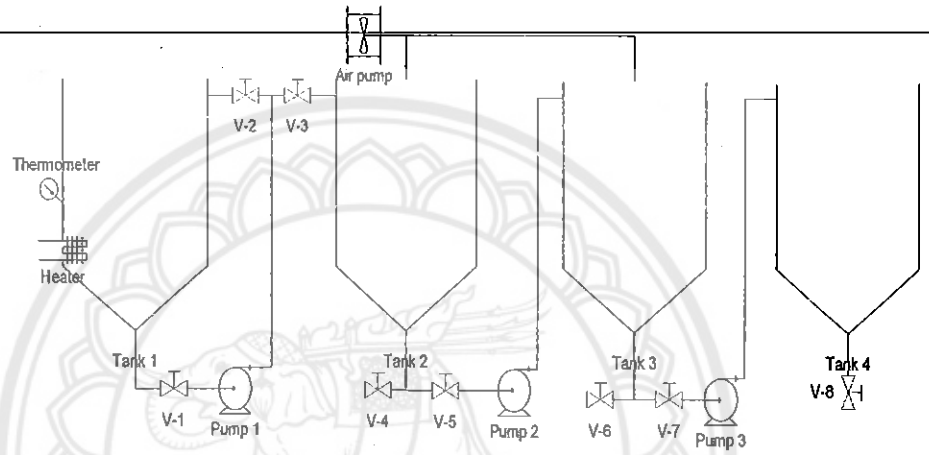
จากการศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบ Batch Process จะพบว่ามีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 4 ขั้นตอนคือ

1.การเตรียมและผสมสารเคมี

2.กระบวนการทำปฏิกิริยาระหว่างสารละลายเมท็อกไซด์และน้ำมันพืช

3.กระบวนการแยกกลีเซอร์ลีนออกจากเอสเตอร์

4.กระบวนการล้าง



รูปที่ 2.3 แสดงอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องต้นแบบ

2.3.5. การผสม (Mixing)

การผสมเป็นการทำเพื่อให้ได้ของผสมที่มีการกระจายตัวขององค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปอย่างสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน โดยการกระจายตัวขององค์ประกอบหนึ่งไปยังองค์ประกอบอื่นเป็นกระบวนการช่วยการแปรรูป (processing aids) กระบวนการนี้ใช้กันมากในอุตสาหกรรมโดยเฉพาะส่วนการผสมองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันหรือมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแตกต่างกัน

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการผสมของเหลวกับของเหลว (factors on liquid-liquid mixing)

ของเหลวแต่ละชนิดที่นำมาผสมกันมักมีคุณสมบัติการไหลแตกต่างกัน ของเหลวอาจเป็นของไหลชนิดนิวโตเนียน (Newtonian fluid : คุณสมบัติของของเหลวนี้เมื่อนำค่า stress และ shear rate มาสร้างกราฟจะให้ความชันของกราฟเป็นค่าคงที่ซึ่งเท่ากับความหนืดของของเหลวนั่นเอง) หรืออาจเป็นของไหลที่มีคุณสมบัติเป็นนอนนิวโตเนียน (ถ้าเขียนกราฟดังกล่าวมาแล้ว ความชันจะไม่คงที่)

ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการผสมของเหลวกับของเหลว คือ

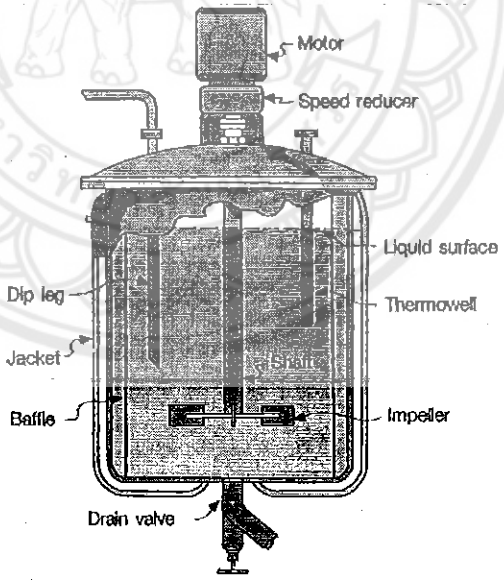
(1) ความสามารถในการละลายของของเหลวที่ผสมกัน

(2) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของของเหลวที่ผสม

การวัดการผสม (measuremtnt of mixing)

ทฤษฎีของการผสมของของเหลว (theory of liquid mixing)

ในอุตสาหกรรมการแปรรูป ปฏิบัติการหลายชนิดขึ้นกับการกวนและการผสมของของไหล อย่างมาก ของผสมที่เป็นอาหารเหลวสามารถสุ่มและวิเคราะห์ในลักษณะเดียวกับของแข็ง ข้อมูลส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับกำลังงานที่ต้องใช้ในเครื่องผสม เช่น พวกเครื่องผสมชนิดใบพาย (paddle mixer) และในเครื่องผสมชนิดใบพัดเรือ (propeller mixer) ในเครื่องผสมเหล่านี้ ของเหลวที่จะนำมาผสมจะใส่ในภาชนะและตัวกวนจะหมุน ภาชนะทรงกระบอกในแกนตั้ง ด้านบนอาจปิดหรือเปิดก็ได้ ด้านล่างจะกลมไม่แบนเพื่อกำจัดมุมที่คมหรือส่วนที่คมซึ่งมักมีปัญหาที่ว่ากระแสของไหลเข้าไม่ถึง ความลึกของของเหลวประมาณเส้นผ่าศูนย์กลางของแทงค์ ใบพัดอยู่ด้านบนซึ่งมีเพลายึดอยู่กับส่วนที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ บางครั้งอาจต่อกับเกียร์บ๊อกซ์ (gearbox) เพื่อลดความเร็วลง นอกจากนี้ยังอาจมีเครื่องมืออื่นประกอบด้วยดังแสดงในภาพที่ 4



รูปที่ 2.4 ภาชนะสำหรับการกวนและการ

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการผสม (mixing equipment)

ในอุตสาหกรรม ได้มีการออกแบบและผลิตเครื่องผสมออกมาเป็นจำนวนมากการเลือกชนิดและขนาดของเครื่องผสมที่ถูกต้องขึ้นกับชนิดและปริมาณของสิ่งที่จะนำมาผสมและความเร็วของการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ระดับของการผสมที่ต้องการโดยใช้พลังงานน้อยที่สุดเครื่องผสมจะแบ่งออกตามลักษณะการทำงาน

(1) ของเหลวที่มีความหนืดต่ำ

(2) ของเหลวหรือเพสต์ที่มีความหนืดสูง

เครื่องผสมสำหรับของเหลวที่มีความหนืดต่ำหรือปานกลาง (mixer for low- or medium-viscosity liquids)

เครื่องผสมหลายตัวที่มีการออกแบบเพื่อผสมของเหลวในภาชนะที่มีแผ่นกั้นก็ได้ ข้อดีและข้อจำกัดของแต่ประเภทตามลักษณะการใช้งานสรุปดังแสดงในตารางที่ 1

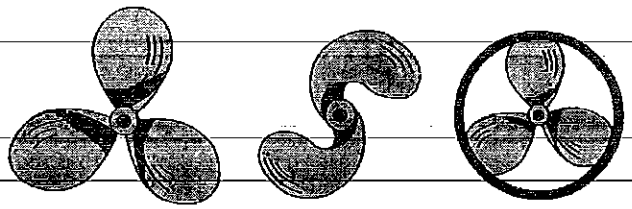
ตารางที่ 2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องผสมของเหลว

ชนิดของเครื่องผสม	ข้อดี	ข้อจำกัด
เครื่องผสมใบพาย	ให้การหมุนและความเร็วในแนวรัศมีดี	การไหลในแนวตั้งไม่ดีเกิดการหมุนวนที่ความเร็วสูง
เครื่องผสมใบพายหลายใบ	ให้การไหลเวียนดีทั้ง 3 ทิศทาง	ราคาแพงต้องการพลังงานสูง
เครื่องผสมใบพัดเรือ	ให้การไหลเวียนดีทั้ง 3 ทิศทาง	ราคาแพงกว่าเครื่องผสมใบพาย
เครื่องผสมใบพัดถังหัน	ให้การผสมดีมาก	ราคาแพงเกิดการอุดตัน

2.5.1 เครื่องกวนชนิดใบพัดเรือ (propeller agitator)

เป็นใบพัดความเร็วสูงไหลตามแนวแกนเหมาะสมสำหรับของเหลวที่มีความหนืดต่ำ สำหรับใบพัดเรือขนาดเล็กจะหมุนด้วยความเร็วเท่ากับของมอเตอร์ (1,150 หรือ 1,750 rpm) ถ้าเป็นใบพัดเรือขนาดใหญ่จะหมุนที่ 400-800 rpm . ระยะทางที่ใบพัดหมุน 1 รอบแล้วนำของเหลวเคลื่อนไปตามความยาวจะขึ้นกับมุมความชันของใบพัดเรือ อัตราส่วนของระยะทางนี่ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัดเรียกว่า pitch ของใบพัด ภาพที่ 5 เป็นใบพัดเรือแบบต่างๆ และลักษณะการไหลในถังผสมที่มีแผ่นกั้นโดยการติดตั้งใบพัดเรือที่ศูนย์กลางของถังผสม ลักษณะการไหลชนิดนี้เรียกว่า

axial flow เนื่องจากของไหลไหลลงที่แกนกลางหรือเพลาของใบพัดเรือ และไหลขึ้นที่ด้านข้างของถังผสมดังแสดงในภาพ



รูปที่ 2.5 ใบพัดเรือชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการผสม

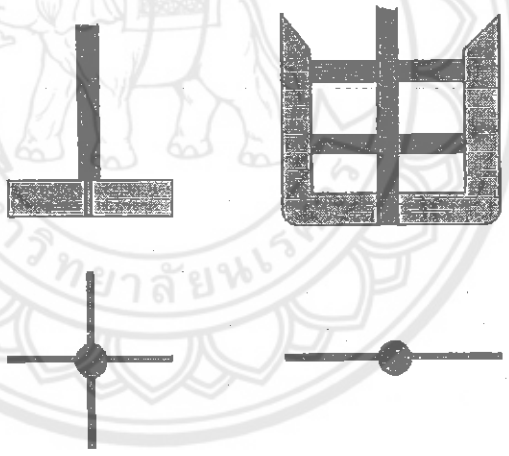
2.5.2 เครื่องกวนชนิดใบพาย (paddle agitator)

เป็นเครื่องกวนแบบง่ายๆ ประกอบด้วยใบพัดคล้ายใบพายที่แบนหมุนรอบเพลาในแกนตั้ง มักนิยมใช้ใบพายแบบ 2 หรือ 4 ใบดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งหมุนด้วยความเร็วต่ำถึงปานกลาง ประมาณ 20-200 รอบต่อนาที ณ ศูนย์กลางของถังผสม ซึ่งจะดันของเหลวในแนวรัศมี โดยไม่มีการเคลื่อนในแนวดิ่ง ยกเว้นใบพัดแบบ pitch ความยาวทั้งหมดของใบพัดชนิดนี้เป็น 50-80 % ของเส้นผ่าศูนย์กลางของถังผสม และความกว้างของใบพายเป็น 1/6 ถึง 1/10 ของความยาว การกวนที่ความเร็วต่ำมักใช้ในถังผสมที่ไม่มีแผ่นกั้น แต่ที่ความเร็วสูงขึ้นต้องใช้แผ่นกั้นเนื่องจากของเหลวจะหมุนวนรอบซึ่งมีผลด้านการผสมเกิดขึ้นเล็กน้อยถ้าไม่มีแผ่นกั้น

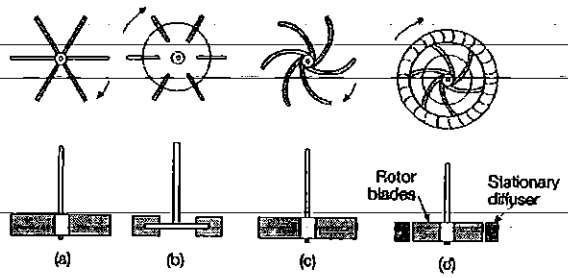
2.5.3 เครื่องกวนชนิดใบพัดกังหัน (turbine agitator)

ดังแสดงในภาพที่ 9 ประกอบด้วยใบพัดคล้ายใบพายหลายใบแต่ใบพัดสั้นกว่าและหมุนด้วยความเร็วสูงบนเพลาที่ติดตั้งอยู่ตรงกลางของถังผสม เส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัดกังหันปกติจะมีขนาดประมาณ 30-50 % ของเส้นผ่าศูนย์กลางของถังผสม ใบพัดกังหันสามารถใช้กับของเหลวที่มีความหนืดในช่วงกว้าง ลักษณะการไหลของถังผสมแบบใบพัดกังหันชนิดใบแบน 6 ใบซึ่งมีจำนวนจานด้วย ดังแสดงในภาพที่ 10 ในการผสมของเหลว ลักษณะการไหลในถังผสมขึ้นกับชนิดของใบพัด ลักษณะเฉพาะของของไหล ขนาดและสัดส่วนของถังผสม แผ่นกั้นและตัวกวน ความเร็วของ

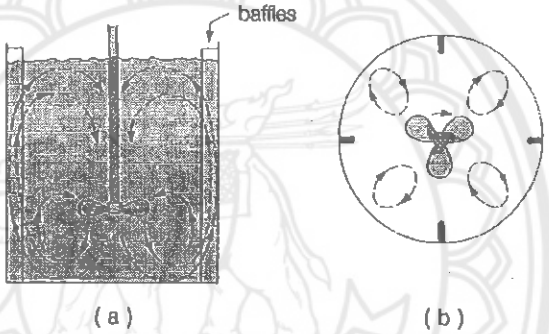
ของไหลที่จุดใดๆ ในถังประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) ความเร็วในแนวรัศมี (radial) และกระทำในทิศทางที่ตั้งฉากกับเพลาของใบพัด (2) ความเร็วในแนวตามความยาว (longitudinal) และกระทำในทิศทางที่ตั้งฉากกับเพลา และ (3) ความเร็วในแนวสัมผัสหรือหมุน (tangential or rotational) และกระทำในทิศทางที่สัมผัสกับทางเดินวงกลมรอบๆ เพลาของในพัด ในกรณีที่เพลาอยู่ในแนวตั้ง องค์ประกอบของความเร็วในแนวรัศมีและในแนวตามความยาวมีประโยชน์และให้การไหลที่จำเป็นต่าการผสมเมื่อแกนของใบพัดติดตั้งที่กึ่งกลางของถังผสมในแนวตั้ง องค์ประกอบของความเร็วในแนวสัมผัสจะก่อให้เกิดข้อเสีย เนื่องจากการไหลในแนวสัมผัสตามทางเดินที่เป็นวงกลมรอบเพลา ก่อให้เกิดน้ำวน (vortex) ขึ้นที่ผิวของของเหลว จึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงแบบการไหลในลักษณะการวนรอบๆ ถังผสมซึ่งมีผลต่อการผสมน้อยมาก ดังนั้นการทำลายการไหลลักษณะนี้กระทำได้ง่ายโดยติดตั้งใบพัดให้ห่างจากศูนย์กลางของถังผสม สำหรับถังผสมขนาดเล็ก ถ้าเป็นถังผสมขนาดใหญ่ขึ้นอาจมีการติดตั้งแผ่นกั้นที่ผนังของถังผสม หรือใบพัดอาจติดตั้งที่ด้านข้างของถังผสม โดยมีเพลาในแนวนอน



รูปที่ 2.6 ใบกวนแบบใบพาย

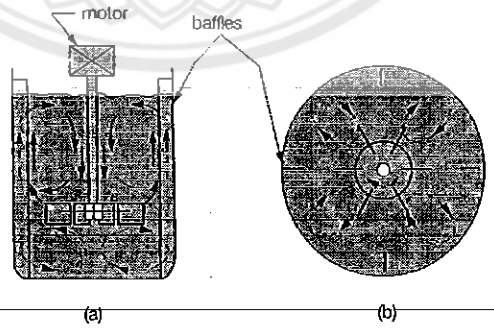


รูปที่ 2.7 ใบพัดชนิดกังหันต่างๆ



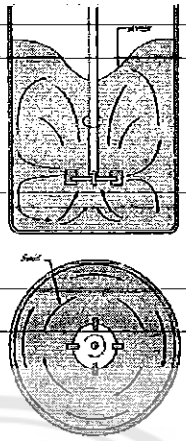
รูปที่ 2.8 ลักษณะการไหลของใบพัดกวนแบบใบพัดเรือ ในถังที่มีแผ่นกั้น

(a) side view (b) top view



รูปที่ 2.9 ลักษณะการไหลของบัดกวนแบบกังหัน 6 ใบ ในถังที่มีแผ่นกั้น

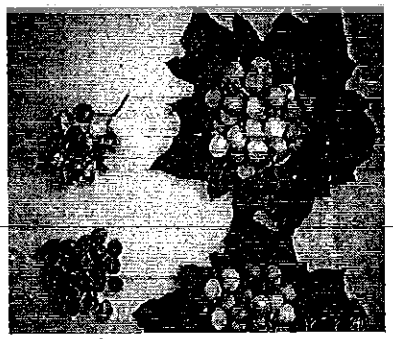
(a) side view (b) bottom view



รูปที่ 2.10 ลักษณะการเกิดการไหลแบบหมุนวน

2.6. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ

สบู่ดำ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Jatropha Curcas Linn. อยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย ในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยา เพื่อนำมาบีบน้ำมันสำหรับทำสบู่ ปัจจุบันสบู่ดำมีปลูกอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น ภาคเหนือเรียกว่ามะหุ่งยั้ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่ามะเยาหรือสีหลอด ภาคใต้เรียกว่ามาเดาะ ส่วนใหญ่ใช้ปลูกเป็นแนวรั้ว เพื่อป้องกันสัตว์เลี้ยงเข้าทำลายผลผลิต เนื่องจากมีสารพิษ Hydrocyanic มีกลิ่นเหม็นเขียว สบู่ดำ เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง ความสูง 2-7 เมตร อายุยืนไม่น้อยกว่า 20 ปี ลำต้นและยอดคล้ายละหุ่ง แต่ไม่มีขน ลำต้นเกลี้ยงเกลาใช้มือหักได้ง่ายเพราะเนื้อไม้ไม่มีแก่น ใบหยักคล้ายใบละหุ่งแต่หยักตื้นกว่า มี 4 หยัก



รูปที่ 2.11 แสดงเมล็ดสบู่ดำ

2.6.1 ประโยชน์ของสบู่ดำ

1.ยางจากก้านใบ ใช้ป้ายรักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือด แก้ปวดฟัน แก้ลิ้นเป็นฝ้าขาว โดยผสมกับน้ำนมมารดาป้ายลิ้น

2.ลำต้น ตัดเป็นท่อนต้มน้ำให้เด็กกินแก้ชางตาลขโมย ตัดเป็นท่อนแช่น้ำอาบแก้โรคพุพอง ใช้เป็นแนวรั้วป้องกันสัตว์เลี้ยง เช่น โค กระบือ ม้า แพะ เข้าทำลายผลผลิต

3.เมล็ด้หีบเป็นน้ำมัน ใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล ใช้บำรุงรากผม ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้กากที่เหลือจากการหีบน้ำมัน ซึ่งมีธาตุอาหารหลัก มากกว่าปุ๋ยหมักและมูลสัตว์หลายชนิด ยกเว้นมูลไก่ที่มีฟอสฟอรัส และโปรแตสเซี่ยม มากกว่า และยังมีสารพิษ Curcin มีฤทธิ์เหมือนสลอด เมื่อกินเข้าไปแล้วจะทำให้ท้องเดิน

2.6.2 การขยายพันธุ์

1. เพาะเมล็ด

เมล็ดสบู่ดำไม่มีระยะพักตัว สามารถเพาะในถุงเพาะหรือกระบะทรายก็ได้อายุประมาณ 2 เดือนจึงนำไปปลูก สำหรับต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ด จะให้ผลผลิตได้ประมาณ 8 - 10 เดือนหลังปลูก

2. การปักชำ

ต้องคัดท่อนพันธุ์ที่มีสีเขียวปนน้ำตาลเล็กน้อย หรือกิ่งที่ไม่อ่อนและแก่เกินไป ความยาว 50 เซนติเมตร โดยปักลงในถุงเพาะหรือกระบะทรายก็ได้ ใช้เวลาปักชำประมาณ 2 เดือน จึงนำไปปลูก โดยจะให้ผลผลิตหลังปลูก ประมาณ 6 - 8 เดือน

3.การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้ทำการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้แล้ว ซึ่งได้ผลเหมือนกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิดอื่นทั่วไป

ความสำคัญของสบู่ดำในยุคน้ำมันแพงก็อยู่ที่สบู่ดำเป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง ที่สามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้

2.6.3 การสกัดน้ำมันจากสบู่ดำ

1.การสกัดในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีบดให้ละเอียด แล้วสกัดด้วยตัวทำละลาย ปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ จะได้น้ำมัน 34.96 % จากเมล็ดรวมเปลือก และ 54.68 % จากเนื้อเมล็ด

2.การสกัดด้วยระบบไฮดรอริค จะได้น้ำมันประมาณ 25-30 % มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15 %

3.การสกัดด้วยระบบอัดเกลียว จะได้น้ำมันประมาณ 25-30 % มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15 %

การสกัดด้วยวิธีที่ 2 , 3 จะต้องนำเมล็ดมาทุบพอแตก แล้วนำไปเพิ่มความร้อน โดยการนำไปตากแดด หรือนึ่ง หรือนำเข้าตู้อบ ก่อนนำเข้าเครื่องสกัด เพื่อให้การสกัดน้ำมันกระทำได้ง่ายขึ้น น้ำมันที่ได้จากการสกัดจะต้องนำไปกรองสิ่งสกปรกออก หรือทิ้งให้ตกตะกอน ก่อนนำไปใช้งาน หรือเข้าสู่กระบวนการทางเคมีอื่นๆต่อไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

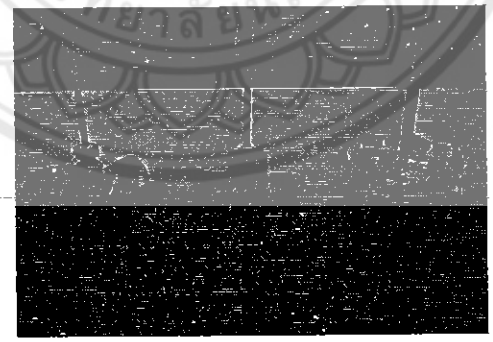
3.1 ศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของของไหลในใบพัดแต่ละชนิด

เป็นการศึกษาถึงการเคลื่อนที่ของของไหล 2 ชนิด ได้แก่ น้ำและน้ำมันปาล์มในโหลแก้วที่มี และไม่มีแผ่นกั้น (Baffles) โดยใช้ใบพัดต่างชนิดกัน ซึ่งทำการศึกษาใบพัด 4 ชนิดคือ

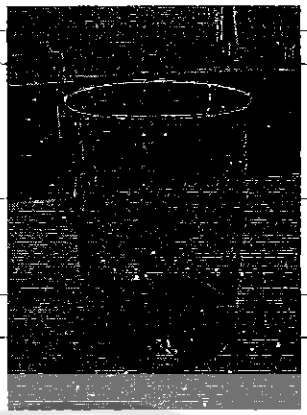
1. ใบพัดแบบจานใบตั้ง
2. ใบพัดเรือ
3. ใบพัดทำมุม 45 องศา
4. ใบพัดทำมุม 90 องศา

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

- โหลแก้ว 9 × 11 นิ้ว
- ชุดเครื่องผลิตไบโอดีเซล
- ใบพัดกวน 4 ชนิด



รูปที่ 3.1 แสดงใบพัดแบบต่างๆ



รูปที่ 3.2 โหลแก้วขนาด 9 × 11 นิ้ว

3.1.2 วิธีการทดลอง

1. ตวงน้ำประมาณครึ่งของโหลแก้วที่ได้เตรียมไว้
2. นำใบพัดที่เตรียมไว้ติดตั้งเข้ากับชุดผลิตไบโอดีเซล
3. ทำการทดลองหมุนใบพัดตามความเร็วรอบที่ 250 , 330 , 450 รอบต่อนาทีตามลำดับ
4. บันทึกภาพ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาใบพัดที่เหมาะสม
5. เปลี่ยนของเหลวเป็นน้ำมันปาล์ม ทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

3.2 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ

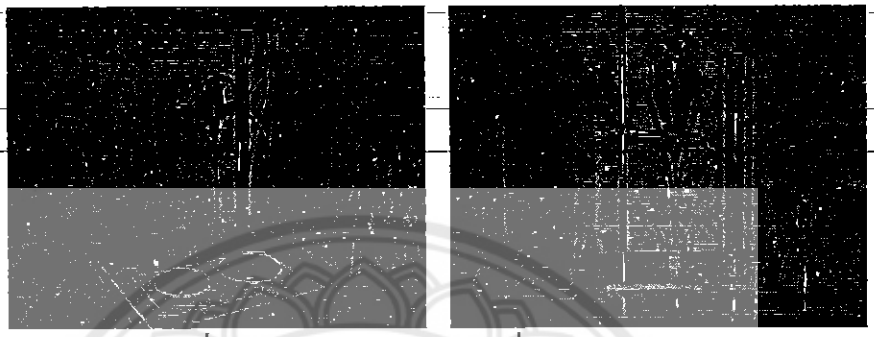
เป็นการศึกษาถึงตัวแปรที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต และปริมาณของไบโอดีเซลน้ำมันสบู่ดำ โดยตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

1. ปริมาณของ เมทิลแอลกอฮล์ต่อปริมาณน้ำมันสบู่ดำที่ 1 : 5 โดยปริมาตร
2. ปริมาณของ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalysts) ทำการทดสอบโดยใช้ปริมาณที่เทียบกับน้ำหนักของน้ำมันสบู่ดำที่ 1 % , 1.5 % , 2 % , 2.5 % , 3 % , 3.5 % ตามลำดับ
3. ทำการทดสอบที่อุณหภูมิน้ำมันประมาณ 55 – 60 °C
4. กำหนดเวลาในการทำปฏิกิริยาที่ 30 นาที

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

- บีกเกอร์ขนาด 250 cc

- บีกเกอร์ 50 cc
- เครื่องชั่งมวลสาร มีค่าความละเอียด 0.0001 – 100.0 กรัม
- เตาไฟฟ้า
- ชุดเครื่องผลิตไบโอดีเซล



รูปที่ 3.3 แสดงเตาไฟฟ้าและชุดเครื่องผลิตไบโอดีเซล

3.2.2 วิธีการทดลอง

3.1.2.2 ใช้สารเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

ขั้นตอนการทำปฏิกิริยา

1. ตวงน้ำมันสบู่ดำปริมาณ 500 cc ใส่ถังสแตนเลสแล้วนำไปให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า ทำการควบคุมอุณหภูมิที่ 55 – 60 °C

2. ตวงเมทานอล 100 cc ใส่ลงในขวดชมพู่ จากนั้นตวงโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำการคนให้เข้ากันจะได้สารละลายโซเดียมเมทอกไซด์

3. เทสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำมันที่อุ่นเตรียมไว้ ทำการคนให้เข้ากันเป็นเวลา 30 นาที

4. ยกส่วนผสมลงจากเตาไฟฟ้าจากนั้นนำไปใส่ในหลอดทดลองขนาด 1000 cc ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำมันไบโอดีเซล (เมทิลเอสเทอร์) กับกลีเซอรีน

5. ทำการบันทึกค่าปริมาณน้ำมันไบโอดีเซล และกลีเซอรีนที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยา

6. ทำการขจัดสารตกค้างโดยวิธีการกวน หรือวิธีใช้ฟองอากาศ

7. ทำการวัดค่า pH ของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการทดลองว่ามีความเป็นกลาง (pH 7-8) ถ้าค่า pH ยังไม่เป็นกลางให้ทำการขจัดสารตกค้างซ้ำ

7. ทำการเปลี่ยนปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)เป็น 1.0% , 1.5% , 2.0% , 2.5% , 3.0 % และ 3.5% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำตามข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 6

3.3 การศึกษาการขจัดสารตกค้าง

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

- โหลแก้วขนาด 9 × 11 นิ้ว
- ชุดเครื่องผลิตไบโอดีเซล
- ปั๊มลมขนาด 90 W
- ใบพัดกวน

3.3.2 วิธีการทดลอง

1. นำน้ำมันไบโอดีเซล (เมทิลเอสเทอร์) ที่ได้จากการผลิต เทลงในโหลแก้ว พร้อมกับน้ำปริมาณ 4 เท่าของน้ำมันไบโอดีเซล(เมทิลเอสเทอร์)

2. ทำการขจัดสารตกค้างโดยใช้วิธีฟองอากาศ

3. ทำการวัดค่า pH ของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้ให้มีความเป็นกลาง (pH 7-8) ถ้าค่า pH ยังไม่เป็นกลางให้ทำการขจัดสารตกค้างซ้ำ

4. บันทึกจำนวนครั้งและเวลาที่ใช้

5. การการทดลองอีกครั้งโดยใช้กระบวนการล้างด้วยวิธีการกวน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับกระบวนการแบบฟองอากาศ

3.4 การศึกษาคุณสมบัติน้ำมัน

3.4.1 การทดสอบหาค่าความร้อน

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ

-Isoperibol Bomb Calorimeter	ยี่ห้อ Parr. รุ่น 1261
-Oxygen Combustion Bumb	ยี่ห้อ Parr. รุ่น 1108
-Water Cooler	ยี่ห้อ Parr. รุ่น 1552
-Water Handing System	ยี่ห้อ Parr. รุ่น 1563
-Calorimeter Bucket	ยี่ห้อ Parr.
-Printer	ยี่ห้อ Mettler Toledo
-Firing Wire	ความยาว 10 cm. (ค่า Heat of Combustion =1400cal./g หรือ = 3.2 cal.cm.)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักของน้ำมันบันทึกค่ามวลที่ได้

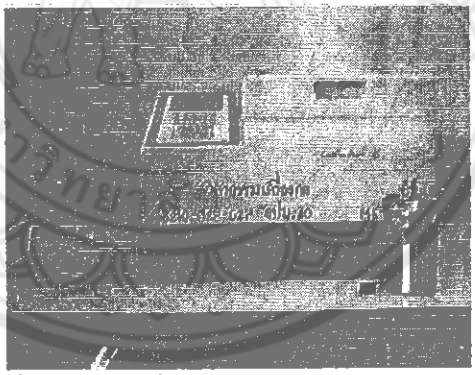
2. นำน้ำมันเทใส่ใน Bomb head ตัด fuse wire ยาว 10 cm. แล้วร้อยเข้าที่รูขั้วอิเลคโทรดทั้งสอง โดยจัดให้ fuse สัมผัสกับสารตัวอย่าง เรียบร้อยแล้ว ใส่ใน body bomb

3. อัดออกซิเจน โดยเสียบหัวอัดเข้าที่วาล์วบรรจุบรรจุที่ bomb head แล้วกดคีย์ O2 Fill บนเครื่องเพื่อเริ่มทำการอัด เมื่ออัดเสร็จเครื่องจะส่งสัญญาณเสียง beep บอกและหน้าจอจะหยุดกระพริบ

4. ทำการเปิดเครื่อง Isoperibol Bomb Calorimeter แล้วนำ Colorimeter วางลงในเครื่อง Isoperibol Bomb Calorimeter

5. เมื่อทำการป้อนค่ามวลของน้ำมันเสร็จ เครื่องจะเริ่มทำการทดลองสอบสารตัวอย่าง เมื่อเผาไหม้สมบูรณ์เครื่องจะให้ตัดสัญญาณเสียง beep เครื่องจะแสดงค่าความร้อนที่คำนวณได้บนหน้าจอ

6. เมื่อสัญญาณไฟของเครื่องจะกระพริบที่ fuse ให้ป้อนค่าความยาวฟิวส์ ที่ใช้ หลังจากนั้นสัญญาณไฟ sulfer จะกระพริบ ให้ป้อนค่ากรดกำมะถันที่เกิดจากการเผาไหม้ เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จเครื่องจะทำการพิมพ์ข้อมูลต่างๆ ออกมา



รูปที่ 3.4 แสดงเครื่อง Isoperibol Bomb Calorimeter

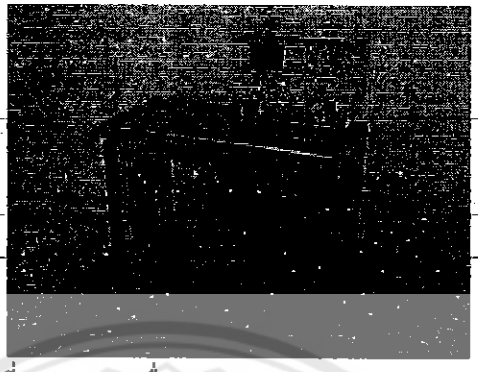
3.4.2 การทดลองหาค่าความหนืด

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ

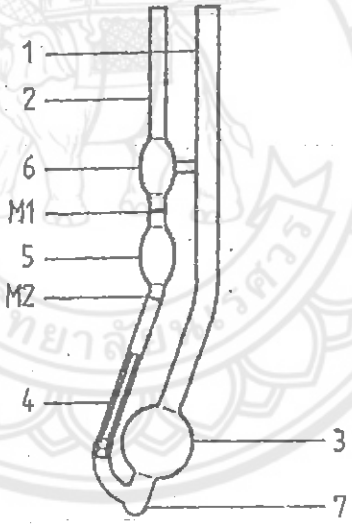
- หลอด Cannon – Fenske Routine Viscometer ชนิดหลอดเอียง
- Therrmostat ของ Schott Gerate ซึ่งมี Silicone oil เป็นตัวกลางพาความร้อน
- ถ้วยตวงแก้ว 1 ใบ
- ปิเปตสำหรับวัดปริมาตรของน้ำมันหล่อลื่น ขนาด 5 มล.

ท 509381. 5200101

- ลูกยางสำหรับดูด/ถ่ายน้ำมัน 1 ชิ้น
- นาฬิกาจับเวลา



รูปที่ 3.5 แสดงเครื่อง Thermosta ของ Schott Gerate

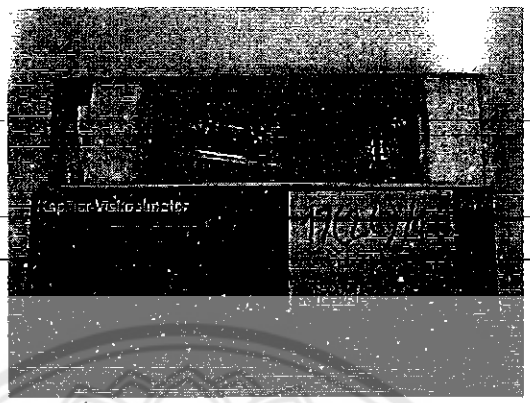


รูปที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบสำคัญของหลอดแก้ว Cannon – Fenske

แสดงหลอดแก้ว Cannon – Fenske ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่

- หลอดแก้ว 2 ข้าง(1)และ(2)
- แหล่งเก็บ หรือ Reservoir(3)
- ท่อ Capillary (4)

- มาตรวัดทรงกลม (5)
- ทรงกลม Pre – run (6)



รูปที่ 3.7 แสดงหลอดแก้ว Cannon – Fenske

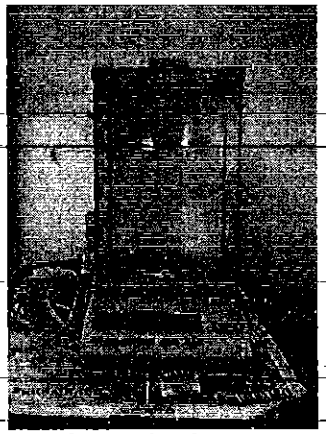
ขั้นตอนการทดลอง

1. ปรับอุณหภูมิ Thermostat เป็น 40°C
2. ตวงน้ำมันปริมาตร 10 มิลลิตรเทลงในหลอดแก้ว Cannon – Fenske
3. เมื่อเครื่องทำงานได้อุณหภูมิที่ต้องการแล้ว หย่อนหลอดแก้ว พร้อมตัวหนีบลงใน Thermostat Bath
4. เพื่อเป็นการอุ่นน้ำมัน รอ 10-15 นาที จากนั้นให้ใช้ลูกยางค่อยๆ ดูดของเหลวที่หลอด (2) มาให้ถึงกึ่งกลางของกระเปาะ (6) Pre – Rum จากนั้นให้ปล่อยของเหลวค่อยๆ ไหลลง
5. เริ่มจับเวลาเมื่อของเหลวไหลมาถึงขีด M1 และหยุดนาฬิกาเมื่อของเหลวไหลมาถึงขีด M2 จดบันทึก
6. เปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 80 และ 100°C และทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 3 จนครบอุณหภูมิที่ต้องการ

3.4.3 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ

- เครื่องชั่งมวลสาร มีค่าความละเอียด 0.0001 – 100.0 กรัม
- บิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
- หลอดแก้วใส่สาร ขนาด 50 มิลลิลิตร



รูปที่ 3.8 เครื่องชั่งมวลสาร

ขั้นตอนการทดลอง

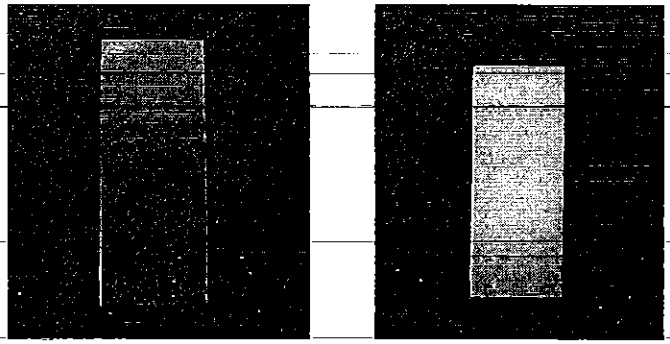
1. บิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ขึ้นชั่งเพื่อหาน้ำหนักของหลอดแก้วแล้วจดบันทึก
2. ตวงน้ำมันในหลอดตวงขนาด 50 มิลลิลิตรให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปใส่หลอดแก้วเพื่อชั่ง
3. บิกเกอร์ที่ใส่น้ำมันแล้วขึ้นชั่งแล้วจดบันทึกค่าน้ำหนักที่ได้

3.4.4 การทดสอบโดยใช้เทคนิค Thin Layer Chromatography (TLC)

การทดสอบโดยใช้เทคนิค Thin Layer Chromatography (TLC) เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลแต่ละชนิดที่ผลิตได้จากวัตถุดิบต่างกัน ซึ่งเป็นการทดสอบที่ง่ายในการทดลอง และสามารถเห็นผลได้อย่างชัดเจน และรวดเร็ว

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ

- แผ่นอลูมิเนียมที่เคลือบด้วยซิลิก้า
- หลอดคาปิลารี่ (capillary tube)
- หลอดทดลอง
- ถ้วยแก้วใส่สารเคมี
- สารผสมระหว่าง เฮกเซนและเอทิลอาซิเตท (hexanes and ethyl acetate)
- หลอดไฟ Black light



รูปที่ 3.9 แสดงรูป แผ่นอลูมิเนียมเคลือบซิลิก้า a) ด้านหลัง b) ด้านหน้า

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการผสมสารระหว่าง เฮกเซนและเอทิลอาซิเตท (hexanes and ethyl acetate) ใน อัตราส่วน 70 : 30 ใส่ลงในถ้วยแก้ว
2. ขีดเส้นเริ่มต้นและเส้นสิ้นสุดลงบนแผ่นอลูมิเนียมที่เคลือบด้วยซิลิกา
3. นำหลอดคาปิรารี่ (capillary tube) ดูดน้ำมันตัวอย่างที่เตรียมไว้ขึ้นมาเล็กน้อย
4. หยดน้ำมันลงบนแผ่นอลูมิเนียมที่เคลือบด้วยซิลิก้า
5. นำไปวางในถ้วยแก้วที่บรรจุสารเคมีที่เตรียมไว้
6. รอให้สารเคลื่อนที่ไปจนถึงจุดสิ้นสุดแล้วนำออกจากถ้วยแก้ว
7. นำไปตรวจสอบภายใต้แสง Black Light
8. บันทึกผลระยะทางที่สารเคลื่อนที่ได้
9. นำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนการเคลื่อนที่ (R_f)

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

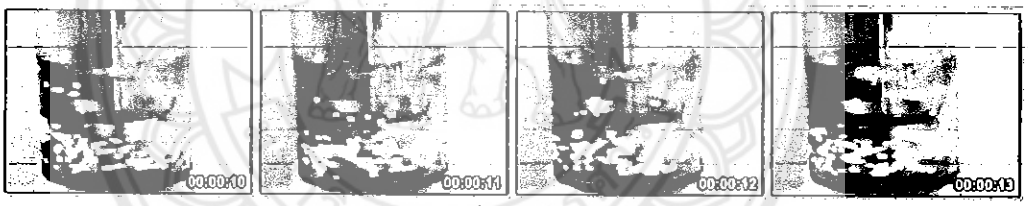
4.1 ศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของของไหลในใบพัดแต่ละชนิด

ทดลองในของเหลว 2 ชนิด คือ น้ำและน้ำมันปาล์มในโหลแก้วที่ติดและไม่ติดแผ่นกั้น (Baffles) โดยใช้ใบพัด 4 ชนิดคือ

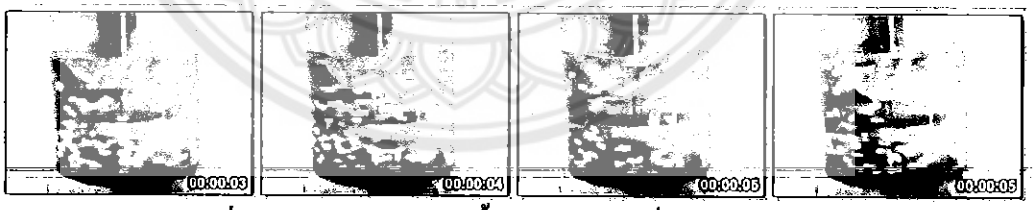
1. ใบพัดแบบจานใบตั้ง
2. ใบพัดเรือ
3. ใบพัดทำมุม 45 องศา
4. ใบพัดทำมุม 90 องศา

4.1.1 ใบพัดแบบจานใบตั้ง

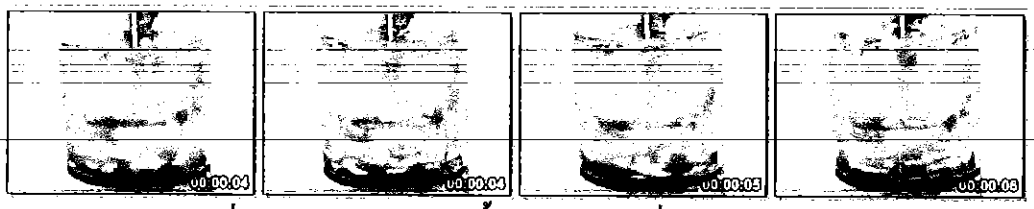
- ทดลองในน้ำ



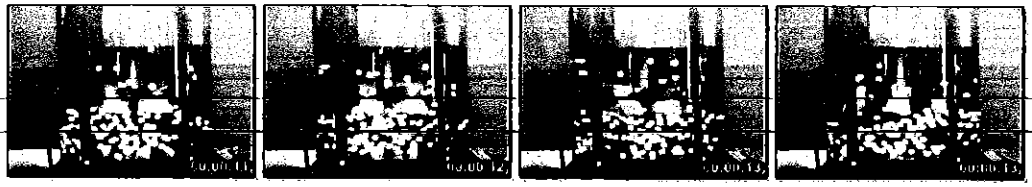
รูปที่ 4.1 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



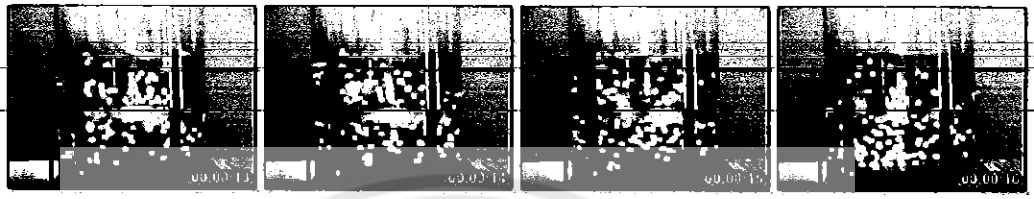
รูปที่ 4.2 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที



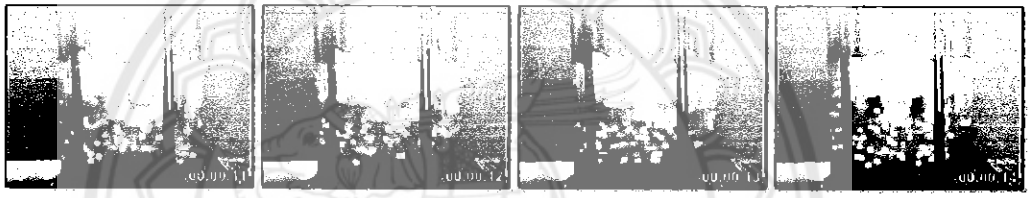
รูปที่ 4.3 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.4 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที

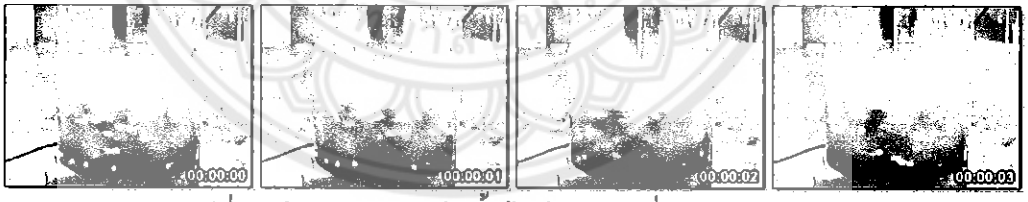


รูปที่ 4.5 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

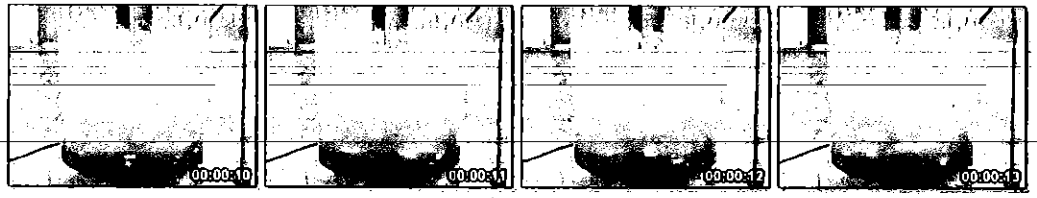


รูปที่ 4.6 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที

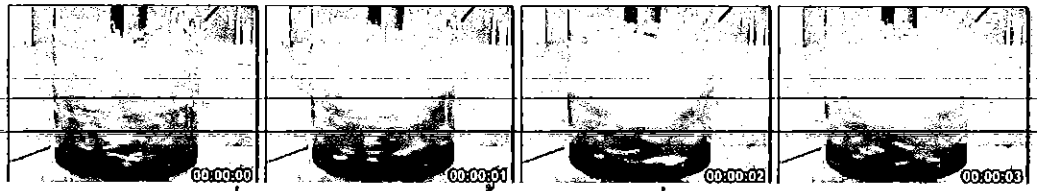
- ทดลองในน้ำมันปาล์ม



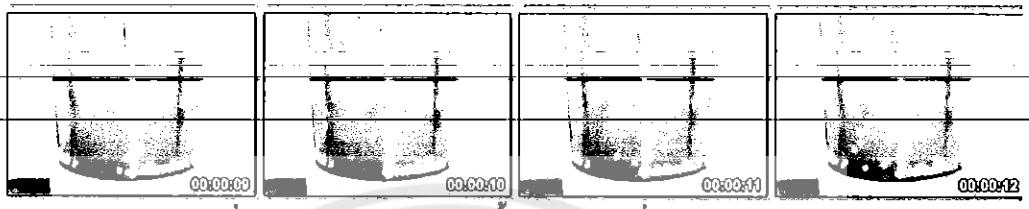
รูปที่ 4.7 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



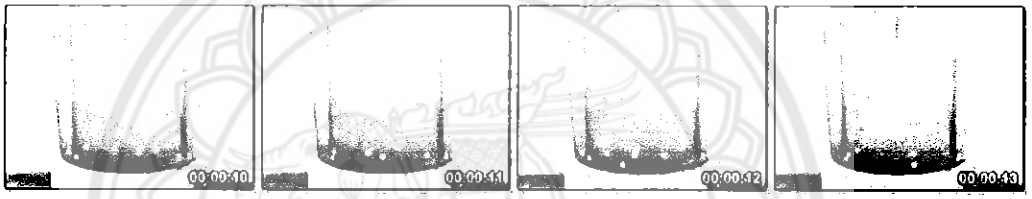
รูปที่ 4.8 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที



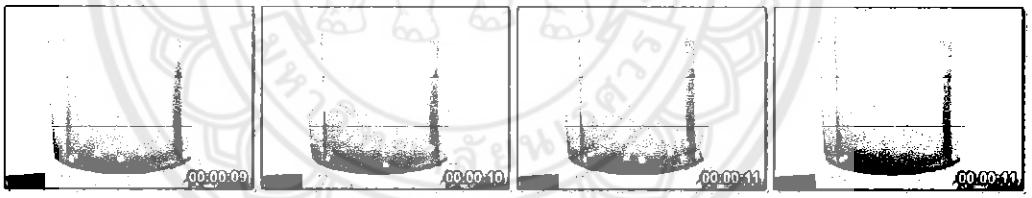
รูปที่ 4.9 ใบพัดแบบจานใบตั้ง ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที



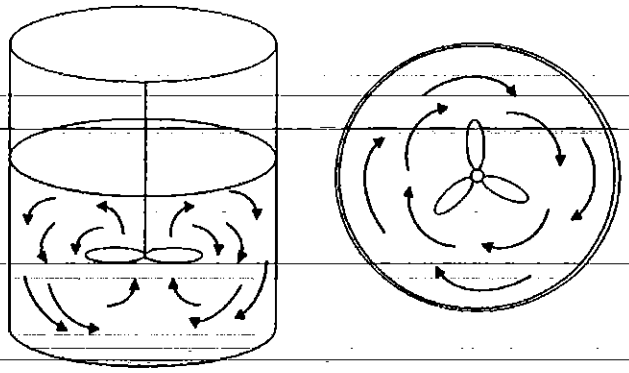
รูปที่ 4.10 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.11 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

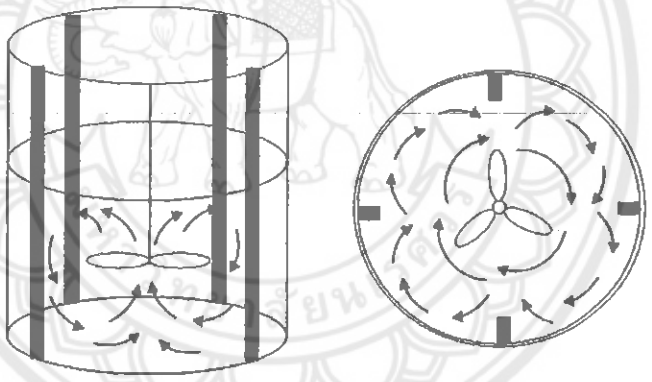


รูปที่ 4.12 ใบพัดแบบจานใบตั้ง มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัดแบบจานใบตั้ง

จากรูปการเคลื่อนที่ของลูกปัดจะเคลื่อนที่จากใต้ใบพัดขึ้นมาด้านบน แล้วโดยแรงดูดจากใบพัดแล้วถ่ายออกไปด้านข้างเคลื่อนที่ลงมาโดยใบพัดจะหมุนตามเข็มนาฬิกาทำมุมกับแกน X ประมาณ 30 องศา

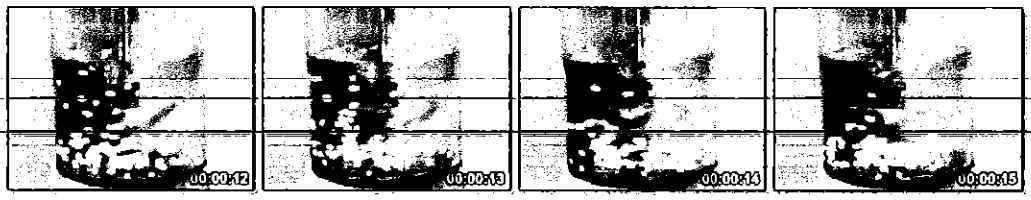


รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัดแบบจานใบตั้ง

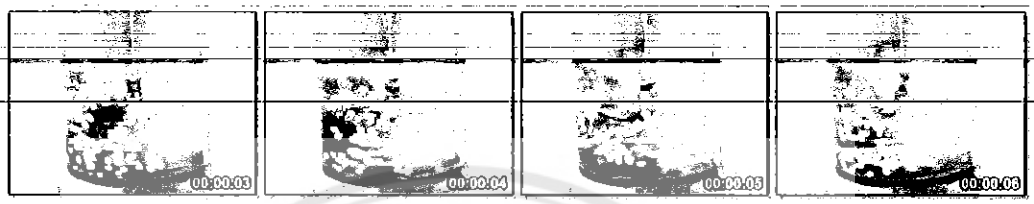
ลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกปัด จะเกิดการดูดขึ้นบริเวณด้านข้างของใบพัดจากนั้นจะเกิดการเหวี่ยงออก แต่เนื่องจากมีบัฟเฟต ทำให้น้ำเกิดการตีกลับจึงเกิดการปั่นป่วนขึ้นด้วย

4.1.2 ใบพัดแบบใบพัดเรือ

- ทดลองในน้ำ



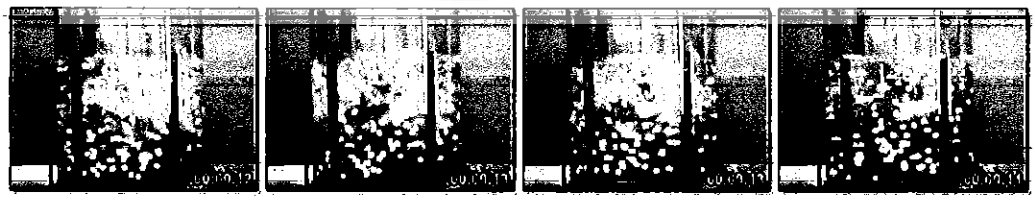
รูปที่ 4.15 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



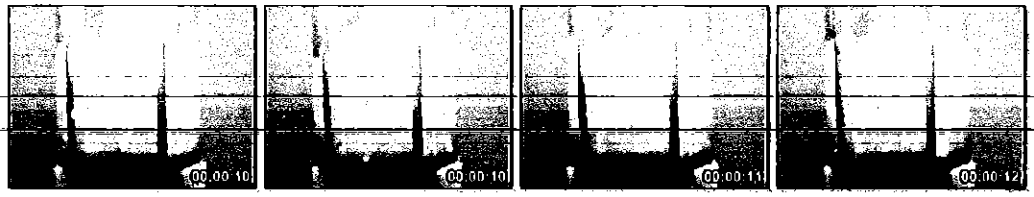
รูปที่ 4.16 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

รูปที่ 4.17 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที

รูปที่ 4.18 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที

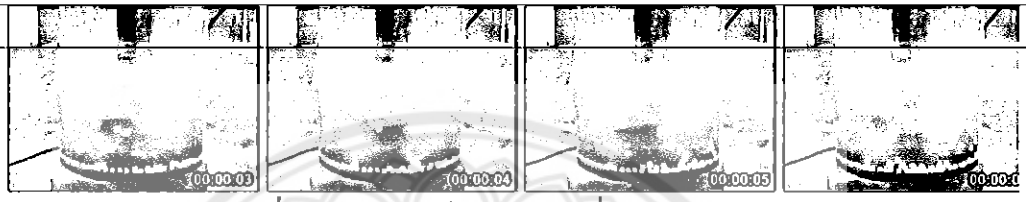


รูปที่ 4.19 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

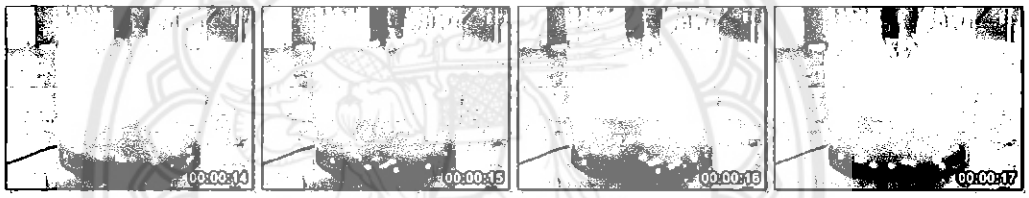


รูปที่ 4.20 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที

- ทดลองในน้ำมันปาล์ม

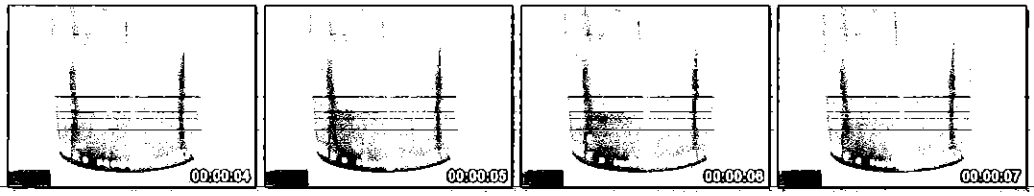


รูปที่ 4.21 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที

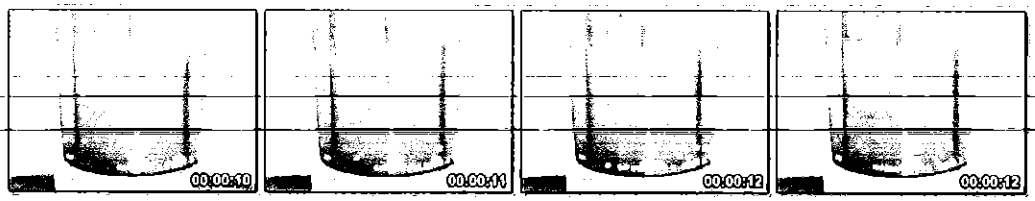


รูปที่ 4.22 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

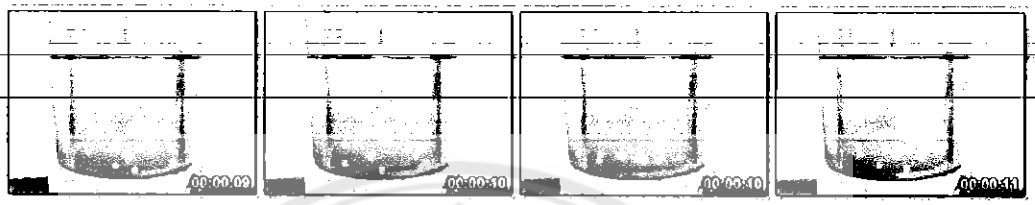
รูปที่ 4.23 ใบพัดเรือ ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.24 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



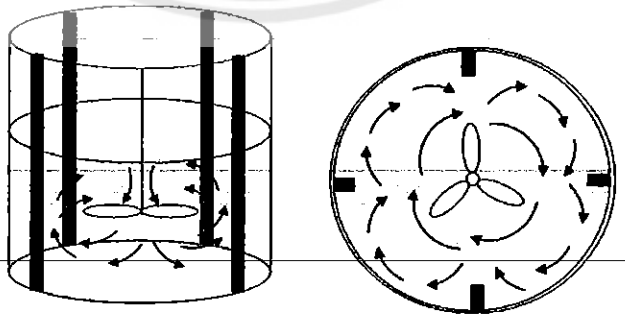
รูปที่ 4.25 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.26 ใบพัดเรือ มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที

รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัดเรือ

ลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกปัด ใบพัดจะไม่ได้มีการดูดขึ้นมาแต่จะเหวี่ยงออกทางด้านข้าง ทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำ มีลักษณะหมุนเป็นเกลียวไปพร้อมกับแรงเหวี่ยง

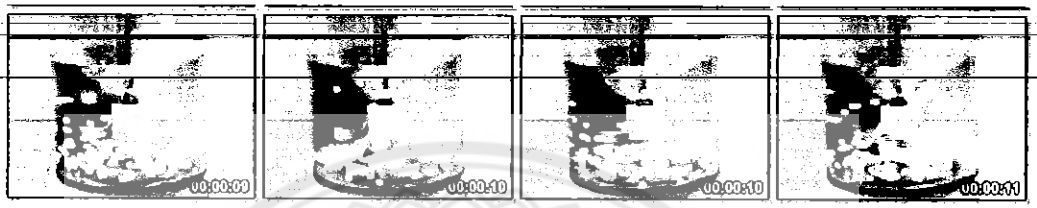


รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัดเรือ

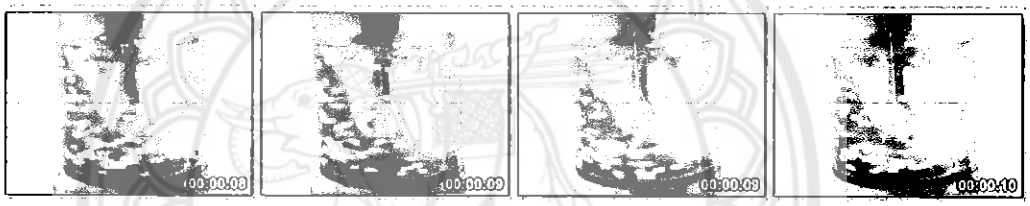
ลักษณะการเคลื่อนที่จะเหวี่ยงออกด้านข้าง ลูกปัดจะเคลื่อนที่ขึ้นจากวงรอบนอกแล้วขึ้นด้านบน กระแสน้ำที่กระทบบัฟเฟต จะหมุนย้อนกลับและลูกปัดก็วนกลับลงด้านล่าง

4.1.3 ใบพัดแบบใบพัด 45 องศา

- ทดลองในน้ำ



รูปที่ 4.29 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที

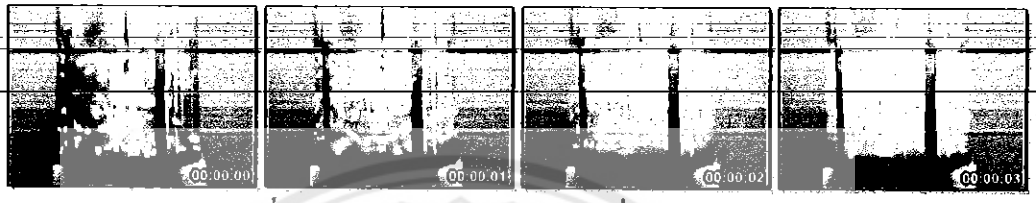


รูปที่ 4.30 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

รูปที่ 4.31 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที

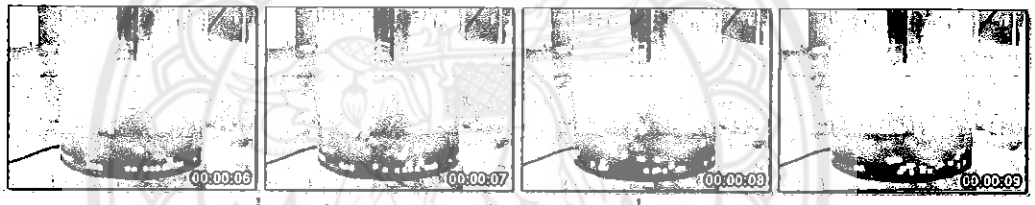
รูปที่ 4.32 ใบพัด 45 องศา มี Baffles t ที่ 250 รอบต่อนาที

รูปที่ 4.33 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

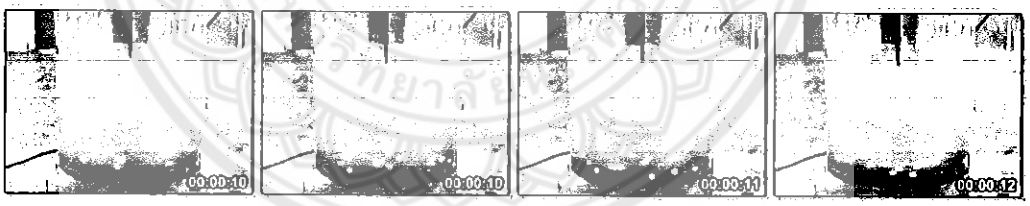


รูปที่ 4.34 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที

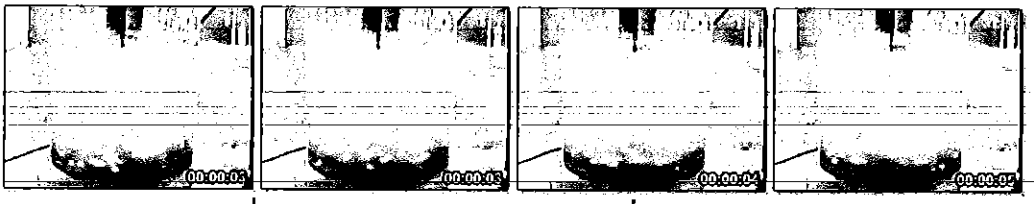
- ทดลองในน้ำมันปาล์ม



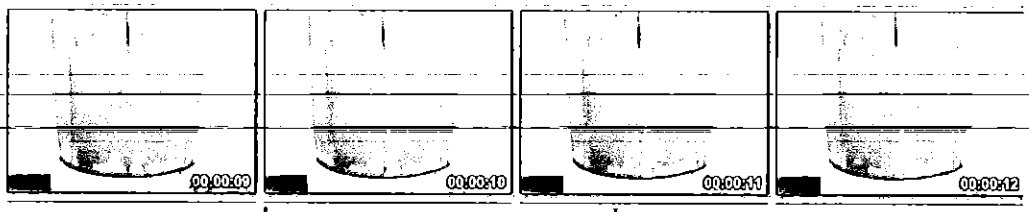
รูปที่ 4.35 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



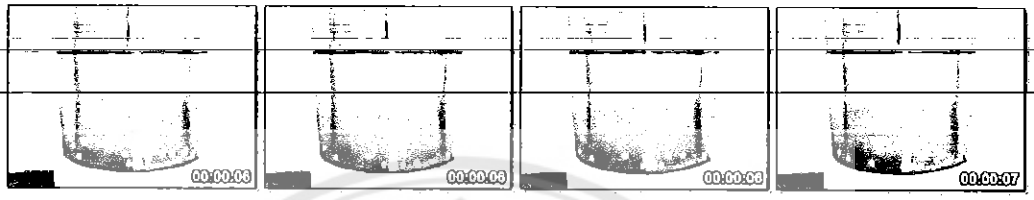
รูปที่ 4.36 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที



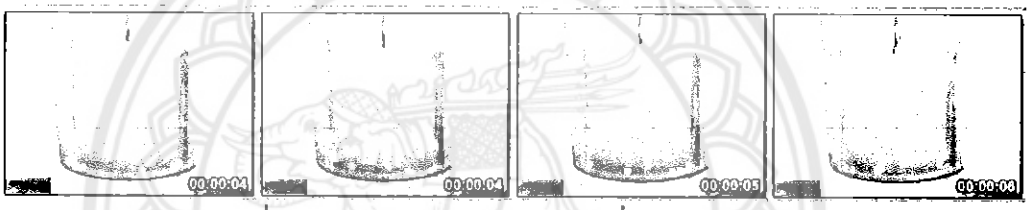
รูปที่ 4.37 ใบพัด 45 องศา ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที



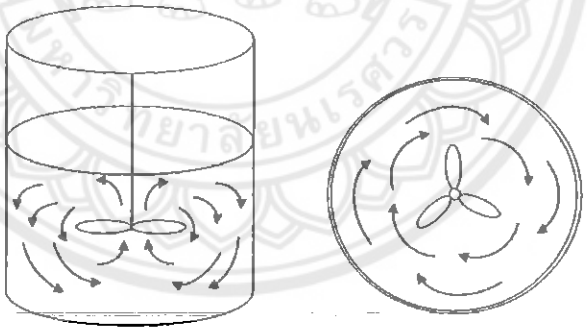
รูปที่ 4.38 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.39 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

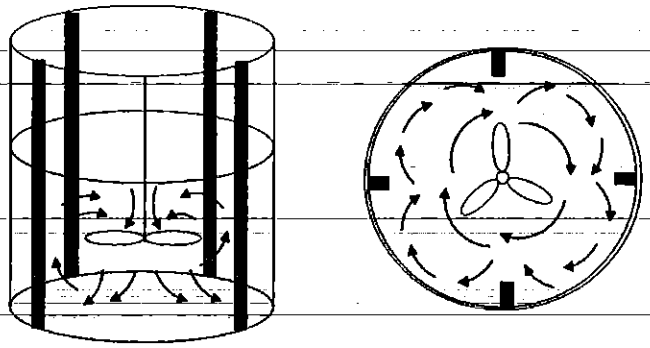


รูปที่ 4.40 ใบพัด 45 องศา มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.41 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัด 45 องศา

ใบพัด 45 องศานั้น ลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกปัดแสดงให้เห็นว่า จะมีทั้งแรงในแนวแกน x และแนวแกน y จะเริ่มจากการดูดขึ้นมา จากนั้นจะเกิดการเหวี่ยงออกใน 2 แนวแรง กล่าวคือจะมีการไหลที่ปั่นป่วน

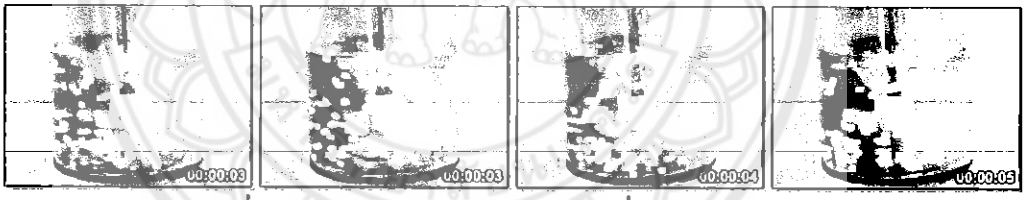


รูปที่ 4.42 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัด 45 องศา

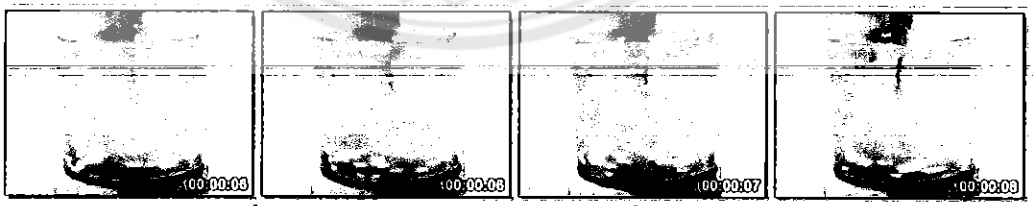
ลักษณะการหมุน เริ่มจากเกิดการดูดลูกปัดขึ้นมาจากด้านล่างของใบพัด ไปสู่ด้านบน จากนั้นจะเหวี่ยงออกด้านข้างหมุนวนไปกระทบกับบัฟเฟต และเกิดการหมุนวนกลับ เกิดความปั่นป่วนขึ้นเล็กน้อย

4.1.4 ใบพัดแบบใบพัด 90 องศา

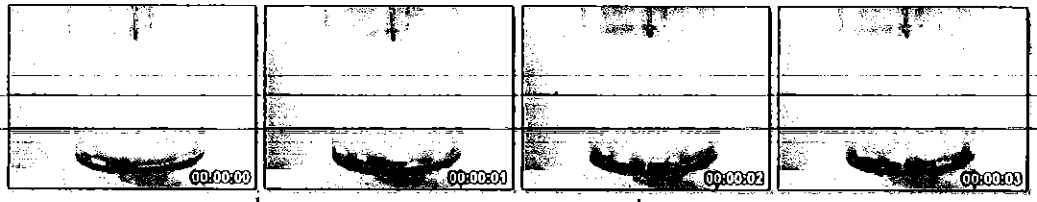
- ทดลองในน้ำ



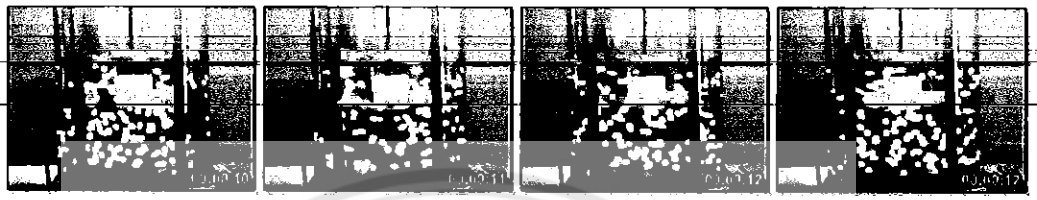
รูปที่ 4.43 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



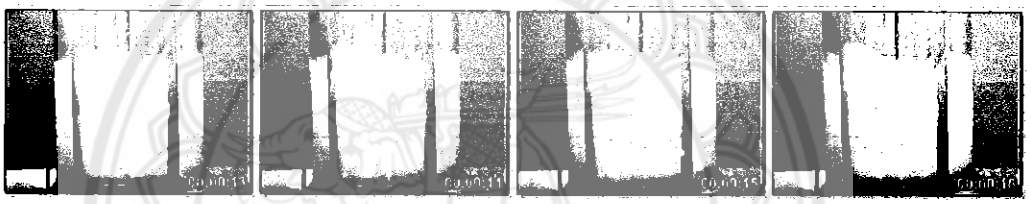
รูปที่ 4.44 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที



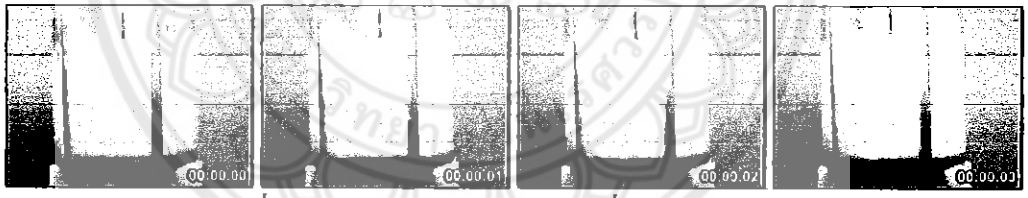
รูปที่ 4.45 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.46 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที

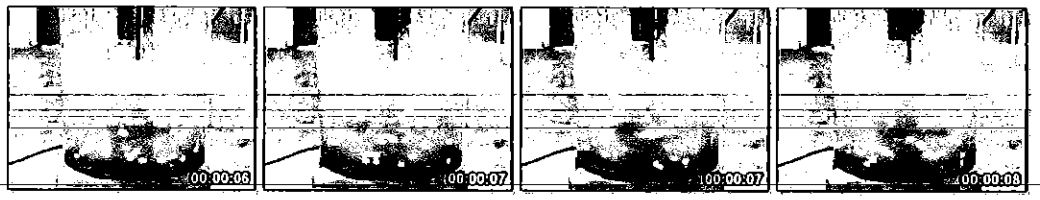


รูปที่ 4.47 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

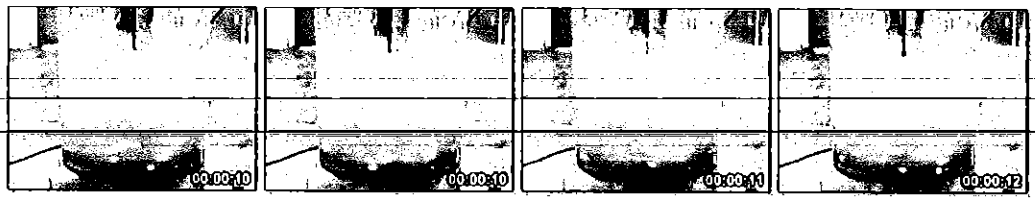


รูปที่ 4.48 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที

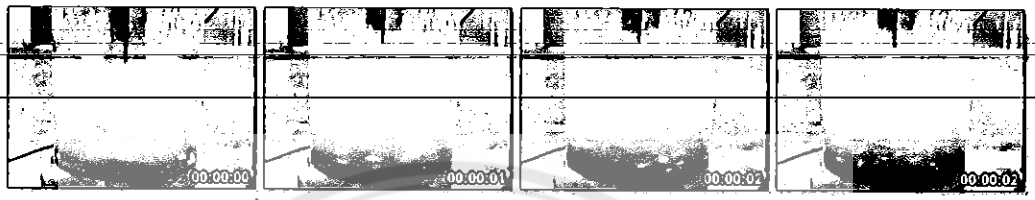
- ทดลองในน้ำมันปาล์ม



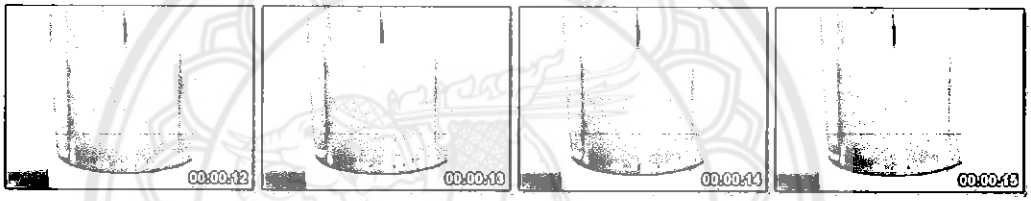
รูปที่ 4.49 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



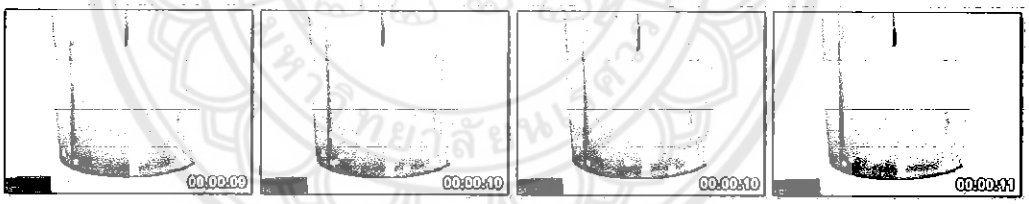
รูปที่ 4.50 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที



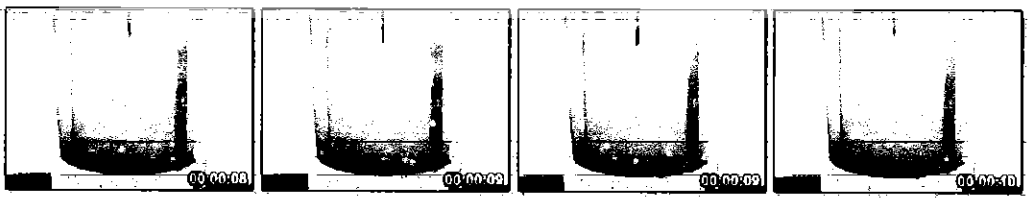
รูปที่ 4.51 ใบพัด 90 องศา ไม่มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที



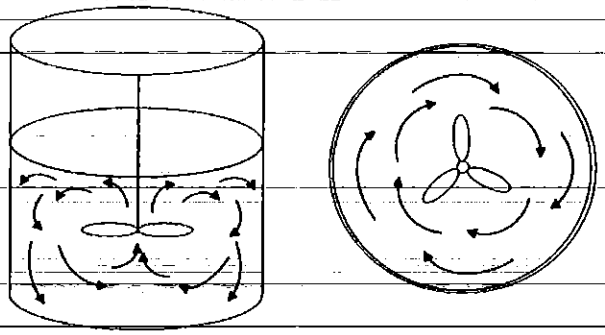
รูปที่ 4.52 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 250 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.53 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 330 รอบต่อนาที

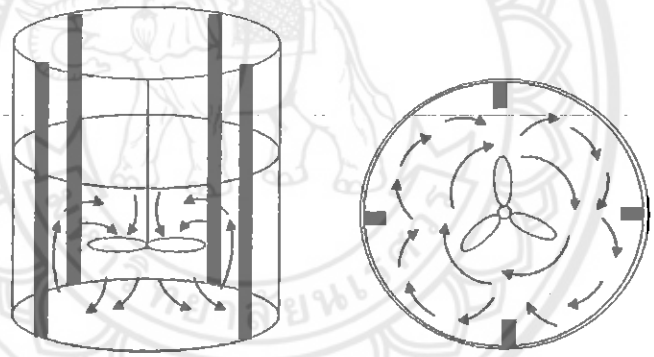


รูปที่ 4.54 ใบพัด 90 องศา มี Baffles ที่ 450 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.55 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัด 90 องศา

ลักษณะการเคลื่อนที่ของน้ำไม่มีการดูดขึ้นจากด้านล่างแต่มีการเคลื่อนที่ จะออกทางด้านข้างเพียงอย่างเดียว แต่จะเกิดการเหวี่ยงที่แรงมากกว่าใบพัดชนิดอื่นๆ ใบพัดชนิดนี้ไม่ต้องใช้รอบที่สูงมากแต่ก็ทำให้เกิดการไหลที่ปั่นป่วนได้



รูปที่ 4.56 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของใบพัด 90 องศา

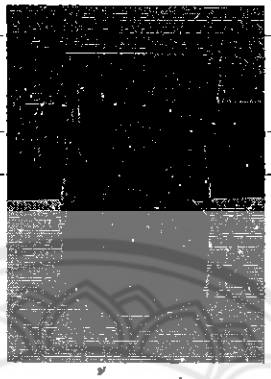
เกิดแรงเหวี่ยงออกด้านข้างมาก จากนั้นก็กระทบกับบัฟเฟตด้านข้างทำให้เกิดการวนกลับทำให้การไหลปั่นป่วนมากไม่มีการดูดของใบพัดโดยตรงแต่มีการดูดเพราะกระแสการไหลที่แรง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าใบพัดแต่ละชนิดจะมีลักษณะของการเคลื่อนที่ที่ไม่เหมือนกัน โดยจะขึ้นอยู่กับความเร็วรอบในการทดลองและชนิดของสารทำงานอีกด้วย

โดยจากการทดลองนั้นพบว่าใบพัดแบบ 90 องศา สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของของไหลเกิดความปั่นป่วนมากที่สุด ซึ่งจะเป็นผลให้ในการผลิตไบโอดีเซล ในขั้นตอนการทำปฏิกิริยาสามารถเกิดการทำปฏิกิริยาได้ดียิ่งขึ้นและสามารถทำการการล้างไบโอดีเซลได้ดีขึ้นอีกด้วย

4.2 ผลการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ

ทดลองโดยใช้น้ำมันสบู่ดำที่ได้จากกระบวนการบีบอัดแบบ Screw Press เป็นสารตั้งต้น และใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เป็นสารเร่งปฏิกิริยา



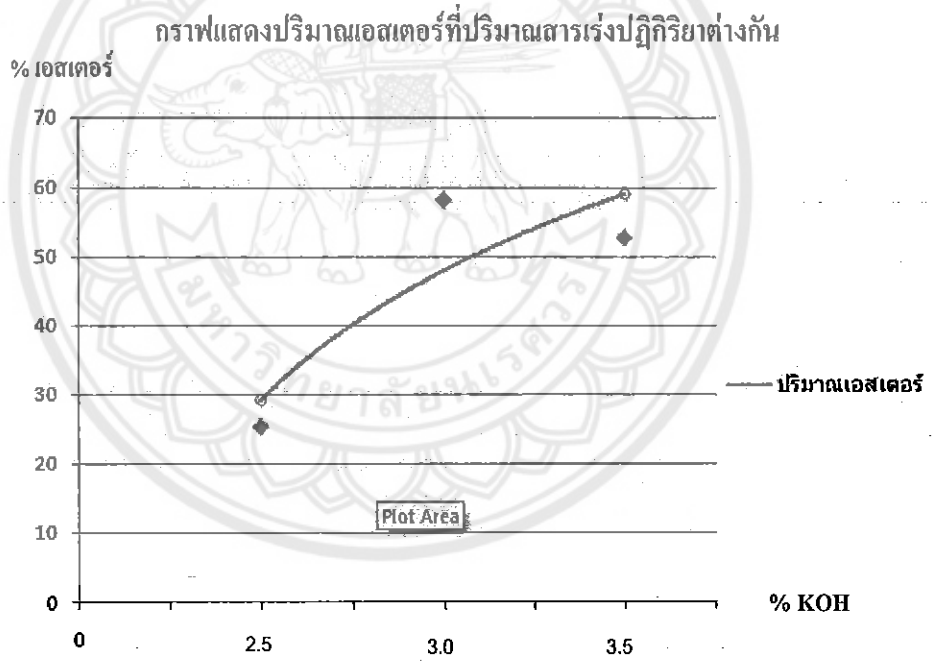
รูปที่ 4.57 แสดงน้ำมันสบู่ดำจากกระบวนการ Screw Press

รูปที่ 4.58 แสดงปริมาณเอสเตอร์จากการทดลองที่ a) 1% b) 1.5 % c) 2.0% ตามลำดับ

รูปที่ 4.59 แสดงปริมาณเอสเตอร์จากการทดลองที่ a) 2.5% b) 3.0 % c) 3.5% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณเอสเตอร์ที่ได้โดยใช้เมทานอลที่อัตราส่วน 1: 5

ครั้งที่	อัตราส่วนของเมทานอล	สารเร่งปฏิกิริยา (%)	ปริมาณรวม (cc)	ปริมาณกลีเซอร์ลีน (cc)	ปริมาณเอสเตอร์ (cc)	ปริมาณเอสเตอร์ (%)	หมายเหตุ
1	1 : 5	1.0 %	560	-	-	-	ไม่แยกชั้น
2	1 : 5	1.5 %	560	-	-	-	ไม่แยกชั้น
3	1 : 5	2.0 %	550	-	-	-	ไม่แยกชั้น
4	1 : 5	2.5 %	550	310	140	25.45	-
5	1 : 5	3.0 %	550	230	320	58.18	-
6	1 : 5	3.5 %	550	260	290	52.72	-



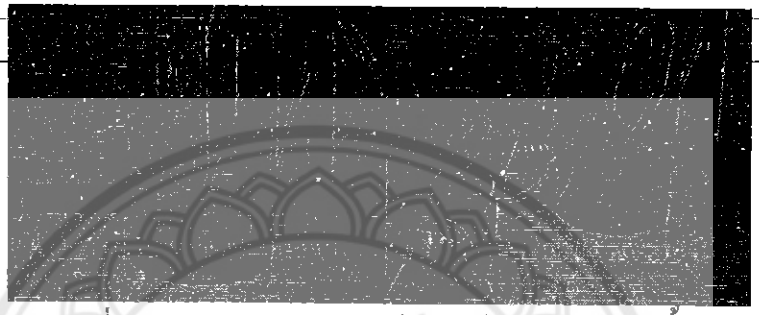
รูปที่ 4.60 แสดงปริมาณเมทิลเอสเตอร์ที่โดยใช้ปริมาณสารเร่งปฏิกิริยาต่างกัน

จากการทดลองได้ทำการเพิ่มปริมาณของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ช่วง 1 – 3.5 % ต่อปริมาตรโดยค่าปริมาณสุทธิของเอสเทอร์ที่ได้อยู่ในช่วง 2.5 – 3.5 % จะได้ปริมาณของเมทิลเอสเตอร์มากที่สุดคือ 58.18 % ที่ 3.0 % โดยปริมาตรซึ่งเมื่อทำการทดลองโดยเติมสารเร่งปฏิกิริยา

มากกว่า 3.5 % เข้าไป ปริมาณของเมทิลอสเตอร์ที่ได้ลดลงหรือไม่ต่างจากค่าที่ 3.0 % แสดงให้เห็นว่าที่ปริมาณสารเร่งปฏิกิริยาที่ 3.0 % คือค่าที่เหมาะสมในการใช้สารเร่งปฏิกิริยากับน้ำมันสบู่ดำ

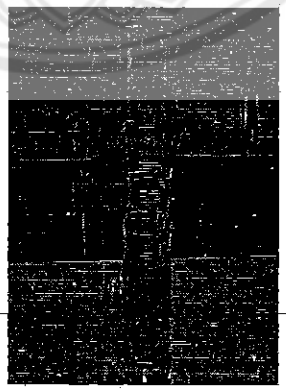
4.3 การศึกษาการขจัดสารตกค้าง

ทดลองโดยใช้วิธีการขจัดสารตกค้างโดยใช้ ปั๊มลม และการขจัดสารตกค้างโดยใช้ ใบพัดที่ได้ทำการเลือกมาจากการศึกษาข้างต้น



รูปที่ 4.61 แสดงการขจัดสารตกค้าง a) ใช้ใบพัดกวน b) ใช้ปั๊มลม

จากการทำการศึกษาการขจัดสารตกค้างด้วยวิธี ปั๊มลม และใบพัดกวน โดยใช้ปริมาณเอสเตอร์กับน้ำที่อัตราส่วน 1 : 4 ซึ่งจะพบว่าการใช้ปั๊มลมนั้นจะใช้เวลาในการทำให้เอสเตอร์และน้ำเข้ากันนั้นใช้แล้วเวลานาน ประมาณ 60 – 70 นาทีต่อครั้ง และต้องทำการล้างประมาณ 2 - 3 ครั้ง การล้างโดยใช้ใบพัดกวนนั้น ใช้เวลาในการทำให้เอสเตอร์กับน้ำเข้ากันนั้นใช้เวลาประมาณ 10 -15 นาทีต่อครั้ง และต้องทำการล้างประมาณ 1 – 2 ครั้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้ใบพัดในกระบวนการล้างจะทำให้การกระบวนการผลิตไบโอดีเซลใช้เวลาลดลง



รูปที่ 4.62 แสดงภาพไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำที่ผ่านกระบวนการล้างแล้ว

4.4 ผลการทดลองหาค่าความร้อนของไบโอดีเซล

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองค่าความร้อนของไบโอดีเซล

ชนิดของน้ำมัน	Heating value (kJ/kg)	ค่าความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (%)
ดีเซล	44,307	-
น้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดกล้วยอบเนย	36,710	17.15
ไบโอดีเซลน้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดกล้วยอบเนย	37,248	15.93
น้ำมันพืชใช้แล้วจากร้านอาหาร	37,577	15.19
ไบโอดีเซลน้ำมันพืชใช้แล้วจากร้านอาหาร	37,899	14.46
น้ำมันสบู่ดำบริสุทธิ์	39,397	10.72
ไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ	41,743	5.66

จากผลการทดลองจะสังเกตเห็นว่าค่าความร้อนเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการแปรสภาพจากน้ำมันพืชเป็นไบโอดีเซล และ เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันไบโอดีเซล จะพบว่าน้ำมันไบโอดีเซลที่ให้ค่าความร้อนใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุดคือไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ โดยมีความแตกต่างกันประมาณ 6 %

4.5 ผลการทดสอบค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซล

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองค่าความหนืดของไบโอดีเซล

ชนิดของน้ำมัน	ความหนืดเชิงจลน์ (mm^2/s) ที่ 40°C	ความหนืดเชิงจลน์ (mm^2/s) ที่ 100°C	ค่าความหนืดเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลที่ 40°C (%)
Diesel	3.43	1.73	-
น้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดกล้วยอบเนย	32.81	7.03	306.36
ไบโอดีเซลน้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดกล้วยอบเนย	3.75	1.59	8.09
น้ำมันพืชใช้แล้วจากร้านอาหาร	43.18	9.27	435.84
ไบโอดีเซลน้ำมันพืชใช้แล้วจากร้านอาหาร	4.16	2.02	16.76
น้ำมันสบู่ดำบริสุทธิ์	37.28	8.18	358.15
ไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ	4.69	1.97	21.8

จากผลการทดลองที่ได้พบว่า น้ำมันพืชที่ผ่านการใช้แล้วทั้งสองชนิดมีค่าความหนืดแตกต่างกับน้ำมันดีเซลมาก แต่หลังจากผ่านกระบวนการจนได้เป็นน้ำมันไบโอดีเซลแล้วค่าความหนืดจะลดลงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันสบู่ดำเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลจะมีค่าความหนืดใกล้เคียงกันและมีสมบัติทางกายภาพที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งจากการทดลองทดสอบความหนืดค่าที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุดคือไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ ที่ 100 องศาเซลเซียส

4.6 ผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่น

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองค่าความหนาแน่นของไบโอดีเซล

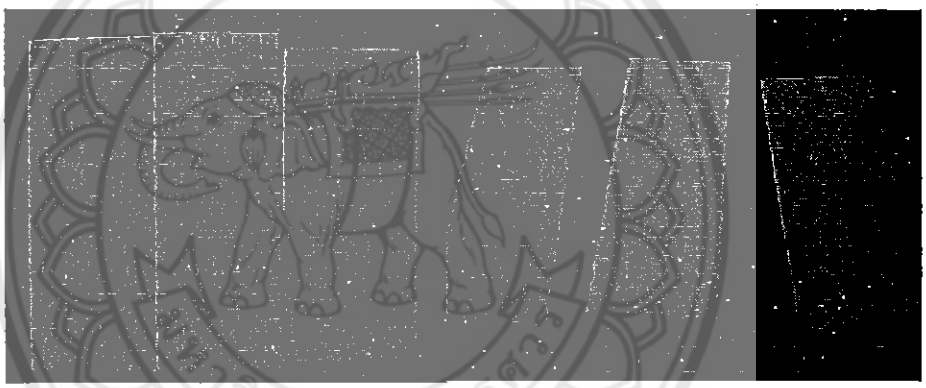
ชนิดของน้ำมัน	ความหนาแน่น (kg/m^3)	ความหนาแน่นเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล (%)
ดีเซล	822	-
น้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดกล้วยอบเนย	919	10.52
ไบโอดีเซลน้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดกล้วยอบเนย	908	10.46
น้ำมันพืชใช้แล้วจากร้านอาหาร	929	11.64
ไบโอดีเซลน้ำมันพืชใช้แล้วจากร้านอาหาร	922	11.01
น้ำมันสบู่ดำบริสุทธิ์	868	5.29
ไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ	831	1.08

จากการทดลองพบว่าค่าความหนาแน่นลดลงเล็กน้อยเมื่อผ่านกระบวนแปรสภาพเป็นไบโอดีเซล และ เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของน้ำมันดีเซลกับน้ำมันไบโอดีเซล จะพบว่าน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำที่มีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก

4.7 ผลการทดลองคุณสมบัติของน้ำมันโดยใช้วิธี Thin Layer Chromatography

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองคุณสมบัติของน้ำมันโดยใช้วิธี Thin Layer Chromatography

ชนิดของน้ำมัน	R_f
สารมาตราฐาน	0.68
ดีเซล	0.75
ไบโอดีเซลจากน้ำมันถั่วเหลือง	0.79
ไบโอดีเซลจากน้ำมันดอกทานตะวัน	0.79
ไบโอดีเซลจากน้ำมันรำข้าว	0.68
ไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม	0.79
ไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ	0.68



รูปที่ 4.63 แสดงการเคลื่อนที่ของสารบนแผ่นอลูมิเนียมเคลือบด้วยซิลิก้า
a) ที่สภาวะปกติ b) เมื่อส่องใต้ Black light

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ไบโอดีเซลจากน้ำมันแต่ละชนิดนั้นเมื่อนำมาทดสอบ โดยวิธี Thin Layer Chromatography จะเห็นได้ว่า น้ำมันแต่ละชนิดจะมีอัตราส่วนการเคลื่อนที่ (R_f) ที่ใกล้เคียงกันเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลและสารมาตราฐานคือเอสเทอร์บริสุทธิ์ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าน้ำมันที่นำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลแต่ละชนิดนั้น จะมีคุณสมบัติทางเคมีที่ใกล้เคียงกันเมื่อทำการทดสอบด้วย Thin Layer Chromatography

4.8 รายงานการตรวจสอบ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

4.8.1 น้ำมันไบโอดีเซลก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต (ผลิตจากชุดทดลองผลิตไบโอดีเซล)

เมทิลเอสเตอร์	ร้อยละ	61.5
กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเตอร์	ร้อยละ	0.10
จุดวาบไฟ	องศาเซลเซียส	136.0
เถ้าซัลเฟต	ร้อยละ	น้อยกว่า 0.005
สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด(ถ้วยปิดแบบเพนสกี้ มาร์เทนส์)ร้อยละ		0.0016
การกัดกร่อนแผ่นทองแดงที่ 50° ซ 3 ชั่วโมง		หมายเลข 1
ค่าความเป็นกรด	มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	0.08
โมโนกลีเซอไรด์	ร้อยละ	1.9
ไดกลีเซอไรด์	ร้อยละ	3.5
ไตกลีเซอไรด์	ร้อยละ	5.2
กลีเซอรีนอิสระทั้งหมด	ร้อยละ	น้อยกว่า 0.01
กลีเซอรีนทั้งหมด	ร้อยละ	น้อยกว่า 1.6
จุดขุ่น	องศาเซลเซียส	13
จุดไหลเท	องศาเซลเซียส	3

โดยใช้มาตราฐานในการทดสอบ ดังนี้

EN 14103 , ASTM D 93 , ASTM D 874 , EN 12662 , ASTM D 130 , ASTM D 664 , EN 14105 , ASTM D 2500 , และ ASTM-D 97 ตามลำดับ

หมายเหตุ : ผ่านมาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน พ.ศ 2549 ตาม ภาคผนวก

4.8.2 น้ำมันไบโอดีเซลก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต (ผลิตจากชุดทดลองผลิตไบโอดีเซล)

เมทิลเอสเตอร์	ร้อยละ	88.5
กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเตอร์	ร้อยละ	0.57
จุดวาบไฟ	องศาเซลเซียส	153.5
เถ้าซัลเฟต	ร้อยละ	น้อยกว่า 0.005
สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด(ถ้วยปิดแบบเพนสกี้ มาร์เทนส์)ร้อยละ		0.0086
การกัดกร่อนแผ่นทองแดงที่ 50° ซ 3 ชั่วโมง		หมายเลข 1
ค่าความเป็นกรด	มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	0.35
โมโนกลีเซอไรด์	ร้อยละ	0.71
ไดกลีเซอไรด์	ร้อยละ	0.38
ไตรกลีเซอไรด์	ร้อยละ	0.84
กลีเซอรีนอิสระทั้งหมด	ร้อยละ	น้อยกว่า 0.01
กลีเซอรีนทั้งหมด	ร้อยละ	น้อยกว่า 0.32
จุดขุ่น	องศาเซลเซียส	8
จุดไหลเท	องศาเซลเซียส	9

โดยใช้มาตราฐานในการทดสอบ ดังนี้

EN 14103 , ASTM D 93 , ASTM D 874 , EN 12662 , ASTM D 130 , ASTM D 664 , EN 14105 , ASTM D 2500 , และ ASTM D 97 ตามลำดับ

หมายเหตุ : ผ่านมาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน พ.ศ 2549 ตาม ภาคผนวก

4.8.3 น้ำมันไบโอดีเซลหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต (ผลิตจากชุดทดลองผลิตไบโอดีเซล)

เมทิลเอสเตอร์	ร้อยละ	91.6
กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเตอร์	ร้อยละ	0.10
จุดวาบไฟ	องศาเซลเซียส	164.0
สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด(ถ้วยปิดแบบเพนสกี้ มาร์เทนส์)ร้อยละ		0.0012
การกัดกร่อนแผ่นทองแดงที่ 50° ซ 3 ชั่วโมง		หมายเลข 1
ค่าความเป็นกรด	มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	0.20
ค่าไอโอดีน	กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม	77.6
โมโนกลีเซอไรด์	ร้อยละ	0.38
ไดกลีเซอไรด์	ร้อยละ	0.89
ไตรกลีเซอไรด์	ร้อยละ	4.2
กลีเซอรีนอิสระทั้งหมด	ร้อยละ	น้อยกว่า 0.01
กลีเซอรีนทั้งหมด	ร้อยละ	น้อยกว่า 0.67
จุดขุ่น	องศาเซลเซียส	3
จุดไหลเท	องศาเซลเซียส	3

โดยใช้มาตราฐานในการทดสอบ ดังนี้

EN 14103 , ASTM D 93 , EN 12662 , ASTM D 130 , ASTM D 664 , EN 14111 , EN 14105 , ASTM D 2500 , และ ASTM D 5950 ตามลำดับ

หมายเหตุ : ผ่านมาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน พ.ศ 2549 ตาม ภาคผนวก

จากผลการทดลองสังเกตุได้ว่า ข้อมูลการทดสอบคุณภาพน้ำมันโดย กรมวิทยาศาสตร์บริการ เช่น ค่าความเป็นเมทิลเอสเตอร์ เพิ่มขึ้นประมาณ 33 % สิ่งปนเปื้อนลดลงประมาณ 25 % ปริมาณกลีเซอรีนทั้งหมด ลดลงประมาณ 58 % เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ใบพัดกวนในการทำปฏิกิริยาสามารถทำให้การทำปฏิกิริยาของน้ำมันกับสารเร่งปฏิกิริยาเข้ากันได้ดีขึ้น จึงทำให้น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทดลองเพื่อสังเกตุลักษณะของใบพัดแต่ละชนิด พบว่าใบพัดที่สามารถทำให้เกิดการไหลที่ปั่นป่วนมากที่สุดคือใบพัดกวนแบบ ใบพัด 90 องศา ซึ่งเมื่อสังเกตุจากการเคลื่อนที่ในตัวกลางคือ น้ำและน้ำมันปาล์ม จะเห็นได้ว่าใบพัดแบบ 90 องศาสามารถทำให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับใบพัดกวนชนิดอื่นๆ ในรอบต่างๆกัน

เมื่อทำการเลือกใบพัดกวนจากการทดลองข้างต้นแล้ว จำได้ทำการทดลองต่อในด้านการนำมาปรับปรุงและพัฒนากระบวนการในการผลิตไบโอดีเซล ได้แก่ กระบวนการทำปฏิกิริยา และกระบวนการล้างสารตกค้างออกจากไบโอดีเซล

กระบวนการทำปฏิกิริยา เมื่อได้ทำการทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ โดยใช้ใบพัดกวนเป็นอุปกรณ์ โดยทำการทดลองหาค่าของสารเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่าของสารเร่งปฏิกิริยาที่ 3.0 % โดยเทียบกับปริมาตรของน้ำมันสบู่ดำ สามารถให้ปริมาณเมทิลเอสเตอร์มากที่สุดคือ ประมาณ 58 % จากนั้นจึงได้ทำการทดลองเพื่อผลิตเป็นจำนวนมากขึ้นและนำมาเปรียบเทียบกับกับกระบวนการทำปฏิกิริยาโดยใช้ปั้มหมุนวน พบว่าปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันสบู่ดำ เมทานอล และสารเร่งปฏิกิริยา ทำได้ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการทำปฏิกิริยาโดยใช้ปั้มหมุนวน โดยสังเกตุได้จากข้อมูลการทดสอบคุณภาพน้ำมันโดย กรมวิทยาศาสตร์บริการ เช่น ค่าความเป็นเมทิลเอสเตอร์ เพิ่มขึ้นประมาณ 33 % สิ่งปนเปื้อนลดลงประมาณ 25 % ปริมาณกลีเซอรีนทั้งหมด ลดลงประมาณ 58 % เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ใบพัดกวนในการทำปฏิกิริยาสามารถทำให้ไบโอดีเซลที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น

จากนั้นเมื่อทำการทดลองผลิตไบโอดีเซลเรียบร้อยแล้ว จึงได้นำใบพัดกวนที่ได้จากการทดลองข้างต้น มาทดลองกระบวนการล้างด้วยน้ำ เพื่อขจัดสารตกค้างในน้ำมันไบโอดีเซล โดยใช้อัตราส่วน 1 : 4 พบว่าเมื่อทำการล้างไบโอดีเซลด้วยใบพัดกวนจะใช้เวลาในการล้างต่อครั้งที่ประมาณ 10 – 15 นาทีต่อครั้ง โดยจะต้องล้างประมาณ 1 – 2 ครั้ง และเมื่อทำการล้างโดยใช้ปั้มลมเติมอากาศจะใช้เวลาล้างประมาณ 60 -70 นาทีต่อครั้ง โดยจะต้องล้างประมาณ 2 – 3 ครั้ง ดังนั้นจึงจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ใบพัดกวนในกระบวนการขจัดสิ่งตกค้างด้วยน้ำ จะทำให้ระยะเวลาในการทำงานและปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างลดลง

รายการอ้างอิง

วรวิทย์ บุญวัฒน์ , อนุพงษ์ หงษ์ใจ การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการผลิตไบโอดีเซลและสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลขนาดไม่ต่ำกว่า 50 ลิตร วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2550

พิศมัย เจนวนิชบัญจกุล แนวคิดและความก้าวหน้าของการใช้น้ำมันพืชเป็นพลังงานทดแทนกับเครื่องยนต์ วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 14(4) : 157 – 163 (2524)

คณะกรรมมาธการพลังงาน สภาผู้แทนราฎร พลังงานทดแทนเอทานอล และไบโอดีเซล : บริษัท แปลน พริ้นท์ติ้ง จำกัด, ธันวาคม 2545

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ไบโอดีเซลพลังงานเพื่อคนไทย : กระทรวงพลังงาน 2549

ราชกิจจานุเบกษา กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) 123 หน้า 5 - 8 : สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี 2549

อุดมศักดิ์ จันทร์ปาน , รุจสิรี นวลศิริ และ เนตรมิต ทองเยี่ยม. การศึกษาคุณสมบัติของไบโอดีเซลและสารตั้งต้น พร้อมสร้างเครื่องผลิต น้ำมันไบโอดีเซลขนาดพกพา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2549

คู่มือปฏิบัติการ Laboratory for mechanical engineering 1 และ 2

http://www.bangchak.co.th/th/energyDetail.asp?id=15

http://www.biodiesel.eng.psu.ac.th/process.php

http://courseware.rmutl.ac.th/courses/55/unit1007.htm

http://www.wellman.co.th/dt04.html

http://www.nan.rmutl.ac.th/webnew/read/pakit/units%204%20(Power%20Point).pdf

ภาคผนวก

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. ๒๕๔๙

เพื่อเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนได้มีการผลิตและการใช้ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๕ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. ๒๕๔๓ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ และมาตรา ๕๐ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมายอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า "ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. ๒๕๔๙"

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๓ ในประกาศนี้ "เครื่องยนต์การเกษตร" หมายความว่า เครื่องยนต์สูบเดียว ๔ จังหวะ สูบนอน ระบายความร้อนด้วยน้ำ

ข้อ ๔ ประกาศนี้มิให้ใช้บังคับกับไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน)

ที่จำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไปนอกราชอาณาจักรโดยการขนส่งทางทะเล

ข้อ ๕ ภายใต้บังคับของข้อ ๑๑ ลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ให้เป็นไปตามรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้การเติมสารเติมแต่งในไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ให้ผู้ค้าน้ำมันแจ้งขอความเห็นชอบและต้องได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานก่อน จึงจะดำเนินการได้

ข้อ ๖ ให้ผู้ค้าน้ำมันที่ประสงค์จะจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลสำหรับๆ เครื่องยนต์

การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ยื่นแบบแจ้งขอรับความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พร้อมเอกสารประกอบต่ออธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน ตามแบบ นพ. ๔๒๕ ท้ายประกาศนี้

ข้อ ๗ เมื่ออธิบดีให้ความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลสำหรับ
เครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ตามที่ผู้ค้าน้ำมันแจ้งแล้ว กรมธุรกิจพลังงานจะออกหนังสือรับรองการให้ความเห็นชอบ ตามแบบ นพ. ๔๒๖ ท้ายประกาศนี้หนังสือรับรองการให้ความเห็นชอบตามวรรคหนึ่ง ให้มีกำหนดระยะเวลาไม่เกิน ๓ ปีนับแต่วันที่ออก

ข้อ ๘ ผู้ค้าน้ำมันที่ได้รับความเห็นชอบให้จำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลสำหรับ
เครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ตามข้อ ๗ ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไข ดังนี้

(๑) ติดป้ายแสดงชื่อ "ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) สูบเดียว๔ จังหวะ สูบนอน ระบายความร้อนด้วยน้ำ" ขนาดตัวอักษรไม่ต่ำกว่า ๕ เซนติเมตร ณ จุดจำหน่ายให้เห็นได้อย่างชัดเจน

(๒) ผลิตหรือจำหน่ายไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน)
ณ สถานที่ที่กำหนดไว้ในหนังสือรับรอง

(๓) จัดเก็บตัวอย่างไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) เพื่อส่งมอบให้แก่พนักงานเจ้าหน้าที่ทำการตรวจสอบลักษณะและคุณภาพตามความจำเป็น เป็นครั้งคราวตามคำสั่งของพนักงานเจ้าหน้าที่

(๔) รายงานข้อมูลการจัดหา การจำหน่าย และยอดคงเหลือของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ตามแบบ นพ. ๔๒๗ ท้ายประกาศนี้ ต่อกรมธุรกิจพลังงาน ภายในวันที่๑๕ ของเดือนถัดไป

(๕) ผู้ค้าน้ำมันที่ประสงค์จะทำการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม ชื่อ สถานที่ตั้งสำนักงานใหญ่สถานที่ผลิต สถานที่จำหน่าย หรือรายละเอียดใด ๆ ที่ได้แจ้งหรือระบุไว้ในแบบแจ้งซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว ให้ทำหนังสือแจ้งต่อกรมธุรกิจพลังงาน ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า ๑๕ วัน ก่อนวันที่ประสงค์จะเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม แล้วแต่กรณี

(๖) ผู้ค้าน้ำมันที่ประสงค์เลิกการผลิต การจำหน่าย ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร(ไบโอดีเซลชุมชน) ให้ทำหนังสือแจ้งต่อกรมธุรกิจพลังงาน ภายในสามสิบวันนับแต่วันที่เลิกการผลิตการจำหน่าย แล้วแต่กรณี

ข้อ ๘ การยื่นแบบแจ้งเพื่อขอรับความเห็นชอบตามข้อ ๖ ให้ยื่น ณ สถานที่ ดังต่อไปนี้

(๑) กรณีสถานประกอบการ หรือสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร ให้ยื่นที่ศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ กรมธุรกิจพลังงาน

(๒) กรณีสถานประกอบการหรือสำนักงานแห่งใหญ่ตั้งอยู่ในจังหวัดอื่น ๆ ให้ยื่นต่อสำนักงานพลังงานภูมิภาค ที่กำกับดูแลในเขตรับผิดชอบจังหวัดนั้น หรือหน่วยงานบริการธุรกิจพลังงานณ จังหวัดที่สถานประกอบการตั้งอยู่

ข้อ ๑๐ ให้ผู้ค้าน้ำมันซึ่งอยู่ในข่ายที่จะต้องขอรับความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ในวันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับยื่นแบบแจ้งขอรับความเห็นชอบการจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ภายในหกสิบวันนับแต่วันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ

ข้อ ๑๑ ลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ที่ผู้ค้าน้ำมันจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายดังต่อไปนี้ จะไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้ก็ได้ แต่ผู้ค้าน้ำมันต้องแจ้งลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดังกล่าวเฉพาะส่วนที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้าย เพื่อขอความเห็นชอบและต้องได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานก่อน

(๑) ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) เพื่อการส่งออกไปนอกราชอาณาจักร นอกจากการขนส่งทางทะเล

(๒) ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) เพื่อการนำไปใช้ตามโครงการหรือนโยบายของรัฐบาล หรืองานวิจัย

(๓) ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรสำหรับใช้ตามโครงการหรือนโยบายของรัฐบาล หรืองานวิจัย

(๔) ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล

(๕) ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) เพื่อการจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าน้ำมันซึ่งเป็นผู้ผลิตไบโอดีเซล สำหรับนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล

(๖) ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) เพื่อการจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าน้ำมันสำหรับวัตถุประสงค์ตาม (๑)

(๗) ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) เพื่อการจำหน่ายให้แก่ผู้ผลิตไบโอดีเซล หรือผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา ๗ สำหรับวัตถุประสงค์ตาม (๒)

ข้อ ๑๒ การขอและการให้ความเห็นชอบตามข้อ ๕ วรรคสอง และข้อ ๑๑ ให้เป็นไปตาม
หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกรมธุรกิจพลังงานกำหนด

ประกาศ ณ วันที่ ๓๐ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๔๘
พานิช พงศ์พิโรดม
อธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน

รายละเอียดแนบท้ายประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร

(ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. ๒๕๔๘

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ[1]
1	ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 150ซ *กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร* (Density at 15 0C, *kg/m3*)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	860 900	ASTM D 1298
2	ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 0ซ *เซนติสโตกส์* (Viscosity at 40 0C, *cSt*)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	1.9 8.0	ASTM D 445
3	จุดวาบไฟ *องศาเซลเซียส* (Flash Point , 0C)	ไม่ต่ำกว่า	120	ASTM D 93
4	กำมะถัน *ร้อยละโดยน้ำหนัก* (Sulphur, *%wt.*)	ไม่สูงกว่า	0.0015	ASTM D 2622
5	จำนวนซีเทน (Cetane Number)	ไม่ต่ำกว่า	47	ASTM D 613
6	เถ้าซัลเฟต *ร้อยละโดยน้ำหนัก* (Sulphated Ash, *%wt.*)	ไม่สูงกว่า	0.02	ASTM D 874
7	น้ำและตะกอน *ร้อยละโดยปริมาตร* (Water and Sediment, *%vol.*)	ไม่สูงกว่า	0.2	ASTM D 2709
8	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 3	ASTM D 130

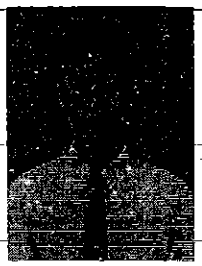
9	ค่าความเป็นกรด *มิลลิกรัมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม* (Acid Number, *mg KOH/g)*	ไม่สูงกว่า	0.80	ASTM D 664
10	กลีเซอรีนอิสระ *ร้อยละโดยน้ำหนัก* (Free glycerin, *%wt.)*	ไม่สูงกว่า	0.02	ASTM D 6584
11	กลีเซอรีนทั้งหมด *ร้อยละโดยน้ำหนัก* (Total glycerin, *%wt.*)	ไม่สูงกว่า	1.5	ASTM D 6584
12	สี (Colour)		ม่วง[2]	ตรวจพินิจด้วยสายตา
13	สารเติมแต่ง (ถ้ามี) (Additive)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน		

หมายเหตุ

1/ วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้

2/ ใช้สารประกอบประเภท 1,4-dialkylamino anthraquinone และ alkyl derivatives of azobenzene-4-azo-2-naphthol

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน



นายอัศนีย์ ป่านแก้ว : เกิด 6 มิถุนายน พ.ศ. 2528

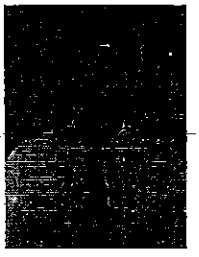
ภูมิลำเนา : 486 หมู่ 2 ตำบลโพทะเล อำเภอโพทะเล จังหวัด พิจิตร

การศึกษา :
- มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม จังหวัดพิจิตร
- มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม จังหวัดพิจิตร
- อุดมศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

นายจิรายุ ฤาชาเกียรติกุล : เกิด 6 กันยายน พ.ศ. 2530

ภูมิลำเนา : 499 หมู่ 2 ตำบล ทับคล้อ อำเภอ ทับคล้อ จังหวัด พิจิตร

การศึกษา :
- มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตะพานหิน จังหวัดพิจิตร
- มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนตะพานหิน จังหวัดพิจิตร
- อุดมศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก



นายรัฐพล อาจสว่าง : เกิด 29 ตุลาคม พ.ศ. 2529

ภูมิลำเนา : 45/3 หมู่ 3 ตำบล ลำประดา อำเภอ บางมูลนาก จังหวัด พิจิตร

การศึกษา :
- มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม จังหวัดพิจิตร
- มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม จังหวัดพิจิตร
- อุดมศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก