เอกสารประกอบวาระที่ 4.1

รายงานการวิจัย

โครงการศึกษาต้นแบบโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซลระดับการค้า

(ปี 2548 - 2550)

โดย

หน่วยปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานการวิจัย

โครงการศึกษาต้นแบบโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซลระดับการค้า

(ปี 2548 - 2550)

โดย

หน่วยปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การพัฒนาต้นแบบโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

1. บทนำ

การผลิตไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซลมีกระบวนการผลิตหลายแบบด้วยกันซึ่งแต่ละกระบวนการต่างก็มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันไปยกตัวอย่างเช่น การผลิตไบโอดีเซลโดยใช้กรดแก่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต้องใช้อุณหภูมิและความดันสูงแต่สามารถใช้กับวัตถุดิบที่มีกรดไขมันอิสระสูงได้ สำหรับการใช้ด่างแก่เป็นตัวเร่ง ปฏิกิริยาใช้อุณหภูมิและความดันต่ำไม่สามารถใช้กับวัตถุดิบที่มีกรดไขมันอิสระและน้ำสูงได้ เป็นต้น

การพัฒนาต้นแบบโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนี้ ได้กำหนดให้มีแนวทางการออกแบบ (Design Criteria) ดังนี้ คือ

1. มีกำลังการผลิตอย่างน้อย 10,000 ลิตร/วัน
2. อุณหภูมิที่ใช้ในปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันต่ำ
3. ระยะเวลาการเกิดปฏิกิริยาสั้น
4. มีอุปกรณ์ Recovery เมทานอล ตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวทำละลายอื่นๆ

โดยมีขั้นตอนคือ ทำการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลคุณภาพสูงที่มีประสิทธิภาพ และต้นทุนต่ำ สามารถแข่งขันกับตลาดได้ ในห้องปฏิบัติการ และนำมาขยาย Scale เพื่อพัฒนาเป็นโรงงานต้นแบบเป็นลำดับต่อไป

2. การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบ Semi-Homogenous Transesterification

เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคทางกายภาพโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีความสามารถละลายสารตั้งต้นในการผลิตไบโอดีเซลเช่น น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ เมทานอล และตัวเร่งปฏิกิริยาให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ โดยที่ก่อนเริ่มทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันสารตั้งต้นทั้งหมดจะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันอาจมีเหลืองหรือน้ำตาลเข้มโปร่งแสงขึ้นอยู่กับสีของน้ำมันพืชที่นำมาใช้เป็นสารตั้งต้น เมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปจะเกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วทำให้สามารถลดระยะเวลาการทำเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน สามารถผลิตน้ำมันไบโอดีเซลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล จึงทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการ

1) อุปกรณ์

1. Reaction Vessel ขนาด 1 ลิตร พร้อมชุดควบคุมอุณหภูมิ
2. เครื่อง Centrifuge
3. เครื่อง Gas Chromatography
4. เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง
5. เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

2) สารเคมี

1. น้ำมันปาล์ม
2. เมทานอล
3. Tetrahydrofuran (THF)
4. Iso-octane
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์
6. กรดซัลฟิวริก
7. โซเดียมคลอไรด์
8. N-Methyl-N-(trimethylsilyl)trifluoroacetamide (MSTFA)
9. Pyridine

3) วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การศึกษาการศึกษาผลกระทบของปริมาณการใช้ทำทำละลายอินทรีย์ร่วมในการผลิตไบโอดีเซล

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลกระทบของปริมาณการใช้ทำทำละลายอินทรีย์ร่วมในการผลิตไบโอดีเซลซึ่งในกรณีนี้คือ Tetrahydrofuran (THF) การทดลองจะเริ่มจากการนำส่วนผสมต่างตามที่กำหนดในตารางที่ 4-1 โดยเริ่มจาก Run No.1 , 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองแต่ละครั้งจะเก็บตัวอย่างที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 7, 9, 12 และ 15 นาที ตามลำดับ สกัดตัวอย่างที่ได้ด้วย iso-octane ครั้งละ 5 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง ปรับปริมาณของตัวอย่างที่สกัดให้ได้ 25 มิลลิลิตร ปิเปตตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ลงใน vial เติม pyridine 500 ไมโครลิตร MSTFA 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15-20 นาที นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณ ไบโอดีเซลหรือเมทิลเอสเอร์ โมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) ไดกลีเซอไรด์ (Diglyceride) และไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ตามวิธี ASTM D 6584

ตอนที่ 2 การศึกษาอัตราการแยกของกลีเซอรีนและไบโอดีเซล, กลีเซอรีนผสมน้ำล้างและไบโอดีเซล ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °C

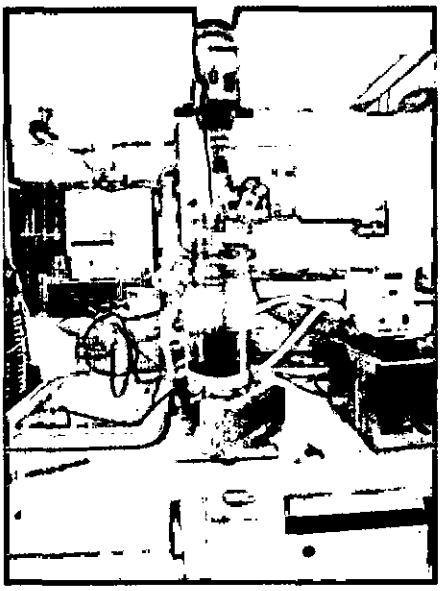
(ก) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิต่ออัตราการแยกตัวของกลีเซอรีนออกจากไบโอดีเซล โดยใช้สภาวะการทดลองตาม**ตารางที่ 1 Run No.1** ที่50 °C กวนตัวอย่างด้วยเครื่องผสมโดยใช้ความเร็วรอบ 500 rpm เป็นเวลา 30 นาที เมื่อหยุดการกวนเริ่มจับเวลาทันทีเริ่มวัดค่าความสูงของกลีเซอรีนที่แยกตัวออกมาที่เวลาต่างๆ จนระดับความสูงของชั้นกลีเซอรีนคงที่ ทดการทดลองซ้ำโดยการลดอุณหภูมิเป็น 40 แล 30 °C ตามลำดับ

(ข) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิต่ออัตราการแยกตัวของกลีเซอรีนผสมกับน้ำล้างในอัตราส่วน 1: 10 ออกจากไบโอดีเซล โดยใช้สภาวะการทดลองตาม**ตารางที่ 1 Run No.1** ที่50 °C ผสมน้ำกลั่น 35 มิลลิลิตรและกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตรกวนตัวอย่างด้วยเครื่องผสมโดยใช้ความเร็วรอบ 500 rpm เป็นเวลา 30 นาที เมื่อหยุดการกวนเริ่มจับเวลาทันทีเริ่มวัดค่าความสูงของกลีเซอรีนที่แยกตัวออกมาที่เวลาต่างๆ จนระดับความสูงของชั้นกลีเซอรีนและน้ำล้างคงที่ ทดการทดลองซ้ำโดยการลดอุณหภูมิเป็น 40 แล 30 °C ตามลำดับ

(ค) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาอัตราการแยกตัวของน้ำล้างในอัตราส่วน 1: 10 ออกจากไบโอดีเซล โดยใช้สภาวะการทดลองตาม **ตอนที่ 2 (ข)**ที่ 40 °C โดยไขแยกผสมน้ำกลั่น 35 มิลลิลิตรกวนตัวอย่างด้วยเครื่องผสมโดยใช้ความเร็วรอบ 500 rpm เป็นเวลา 30 นาที เมื่อหยุดการกวนเริ่มจับเวลาทันทีเริ่มวัดค่าความสูงของน้ำล้างที่แยกตัวออกมาที่เวลาต่างๆ จนระดับความสูงของชั้นน้ำล้างคงที่

ตารางที่ 1 ข้อมูลและสภาวะที่ใช้ในการทดลอง

Material and Condition		**Run No.1**	**Run No.2**	**Run No.3**
Molar ratio MeOH:Oil		6.253	6.253	6.253
Palm oil	(g)	350	350	350
MeOH	(wt of palm oil%)	23	23	23
THF	(wt of palm oil%)	***30***	***25***	***15***
Catalyst as NaOH	(wt of palm oil%)	0.75	0.75	0.75
Reaction time	(min)	30	30	30
Reaction temperature	(°C)	50	50	50
Sampling Volume	(ml)	5	5	5
Sampling Time	(min)	1,3,5,7,9,12,15		



ภาพประกอบที่ 1 Reaction vessel with jacket and temperature controller

2.2 ผลการทดลองและการวิเคราะห์

ผลการทดลอง พบว่าอัตราการเกิดเมทิลเอสเทอร์มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ THF อย่างมีนัยสำคัญซึ่งเมื่อลดปริมาณการใช้ THF ลงลดอัตราการเกิดเมทิลเอสเทอร์ก็จะลงไปด้วยโดยเปรียบเทียบจาก**ภาพประกอบที่** 2 3 และ 4 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากตัวทำละลายอินทรีย์มีหน้าที่ในการช่วยให้สารละลายมีขั้ว(คือเมทานอล) และไม่มีขั้ว (คือน้ำมันปาล์มและน้ำมันพืช/สัตว์) สามารถละลายเข้าด้วยกันและเพิ่มโอกาสในการทำปฏิกิริยาเคมีซึ่งเมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมลงไปในระบบปฏิกิริยาจะ

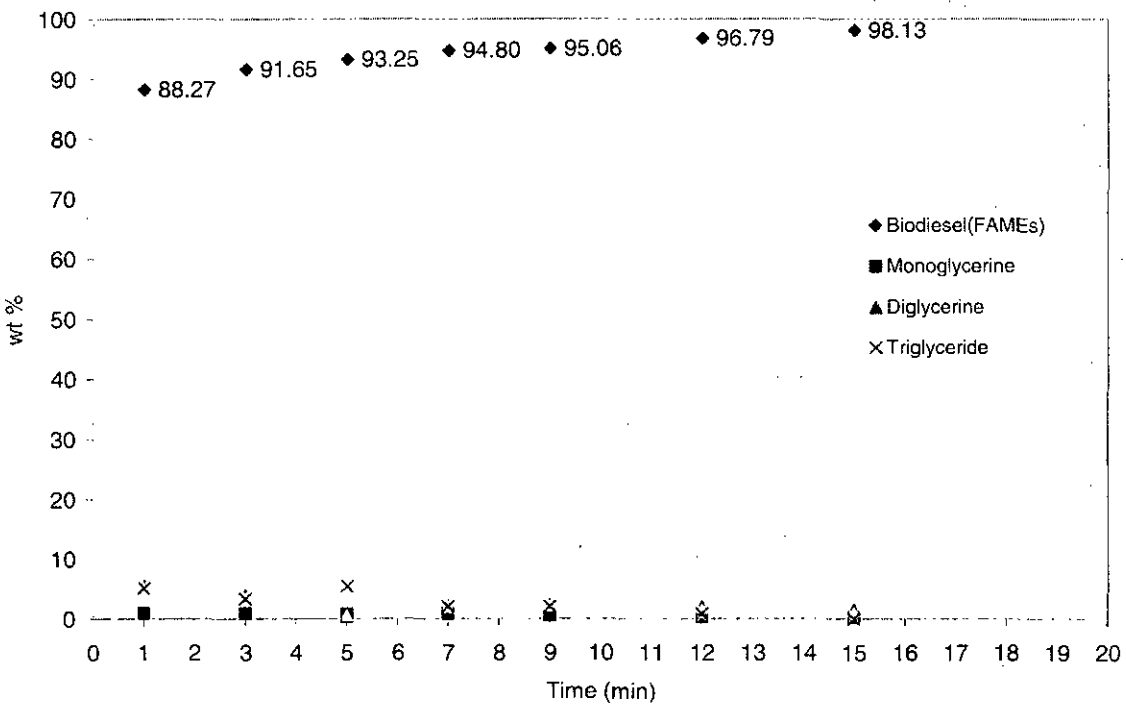
สามารถเกิดได้อย่างรวดเร็ว เมื่อตัวทำละลายไม่เพียงพอการเกิดปฏิกิริยาจะถูกหน่วงให้ช้าลงเนื่องการเกิดการแยกชั้นระหว่างเกิดปฏิกิริยาเร็วเกินไป ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณตัวทำละลายอินทรีย์หรือTHF ที่เหมาะสมควรมีค่ามากกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนักน้ำมันปาล์ม ซึ่งจำทำให้ได้เมทิลเอสเทอร์ ร้อยละ 98.17 โดยน้ำหนัก เสร็จสมบูรณ์ในเวลา 5-10 นาที จะสังเกตเห็นกลีเซอรอลเกิดขึ้นและแยกตัวออกมาจากเมทิลเอสเทอร์อย่างชัดเจน อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันและผลได้ของเมทิลเอสเทอร์นั้นสามารถกำหนดได้โดยอาศัยหลักทางสมดุลเทอร์โมไดนามิกซ์ของปฏิกิริยาเคมีซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ความดัน และความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ป้อนเข้าสู่ระบบนั้นๆ

ทั้งนี้กระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบ Semi-Homogenous Transesterification ที่พัฒนาขึ้นนี้จะนำไปใช้ออกแบบโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซล โดยมีสภาวะการทำงาน คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการดำเนินปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันอยู่ในช่วง 50-55 องศาเซลเซียส ความดันบรรยากาศปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา

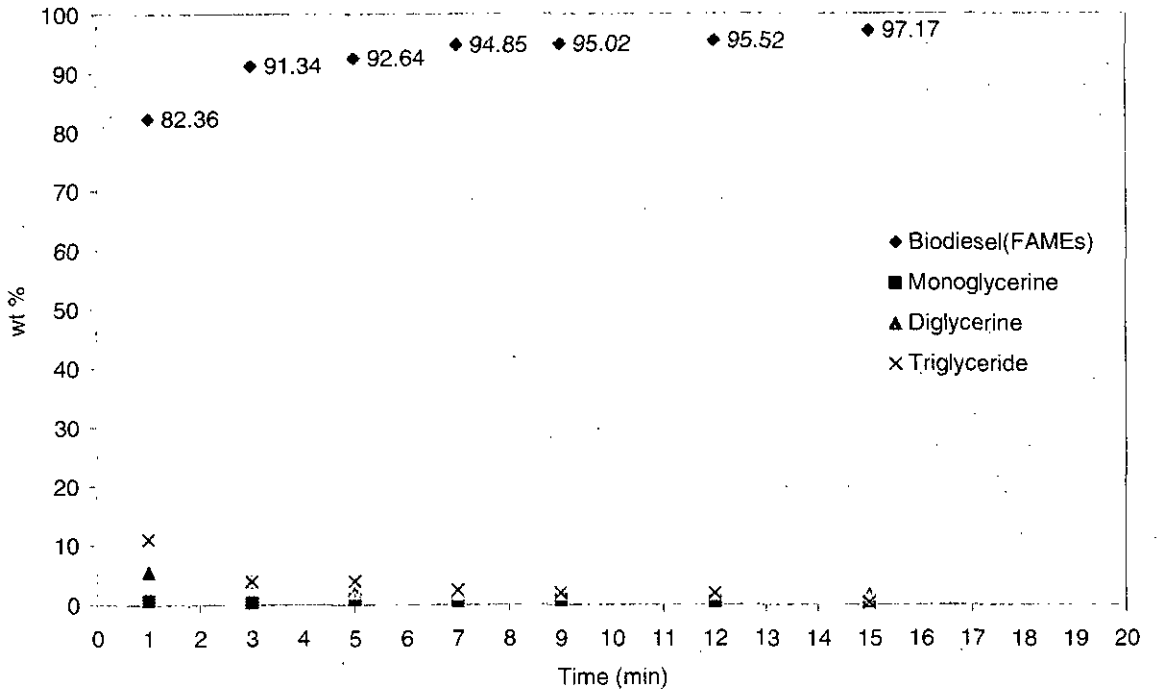
ประเภทด่าง (โซเดียมไฮดรอกไซด์) ร้อยละ 0.75 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืชที่ใช้เป็นสารตั้งต้น อัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันพืชอยู่ในช่วง 6.00 - 7.00 ปริมาณตัวทำละลายสารอินทรีย์ (THF) ร้อยละ 30.0 – 35.0 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืชที่ใช้เป็นสารตั้งต้น และระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินปฏิกิริยา 15 นาที

จากผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการแยกตัวของกลีเซอรีนดิบ กลีเซอรีนผสมน้ำล้างอัตราส่วน1:10 และการแยกตัวของน้ำล้างออกจากไบโอดีเซล พบว่าผลการทดลองมีความสอดคล้องกัน ดังนี้คือ กลีเซอรีนจะมีอัตราการแยกตัวออกจากไบโอดีเซลได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 40 °C เมื่อเปรียบเทียบกับการทอลองที่อุณหภูมิ 30 และ 50 °C โดยใช้เวลาในการแยกประมาณ 7 นาที 30 วินาที จาก**ภาพประกอบที่** 5 นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อเพิ่มน้ำล้างเข้าไปในระบบด้วยอัตราส่วน1:10 ที่อุณหภูมิ 40 °C จะเร่งให้อัตราการแยกตัวของกลีเซอรีนเร็วขึ้นโดยใช้เวลาในการแยกประมาณ 4 นาที 30 วินาที จาก**ภาพประกอบที่** 6 จากนั้นแยกกลีเซอรีนและน้ำล้างออกแล้วเติมน้ำล้างครั้งที่ 2 ด้วยอัตราส่วน1:10 ที่อุณหภูมิ 40 °C ใช้เวลาในการแยกน้ำประมาณ 1 นาที 30 วินาทีจาก**ภาพประกอบที่** 7

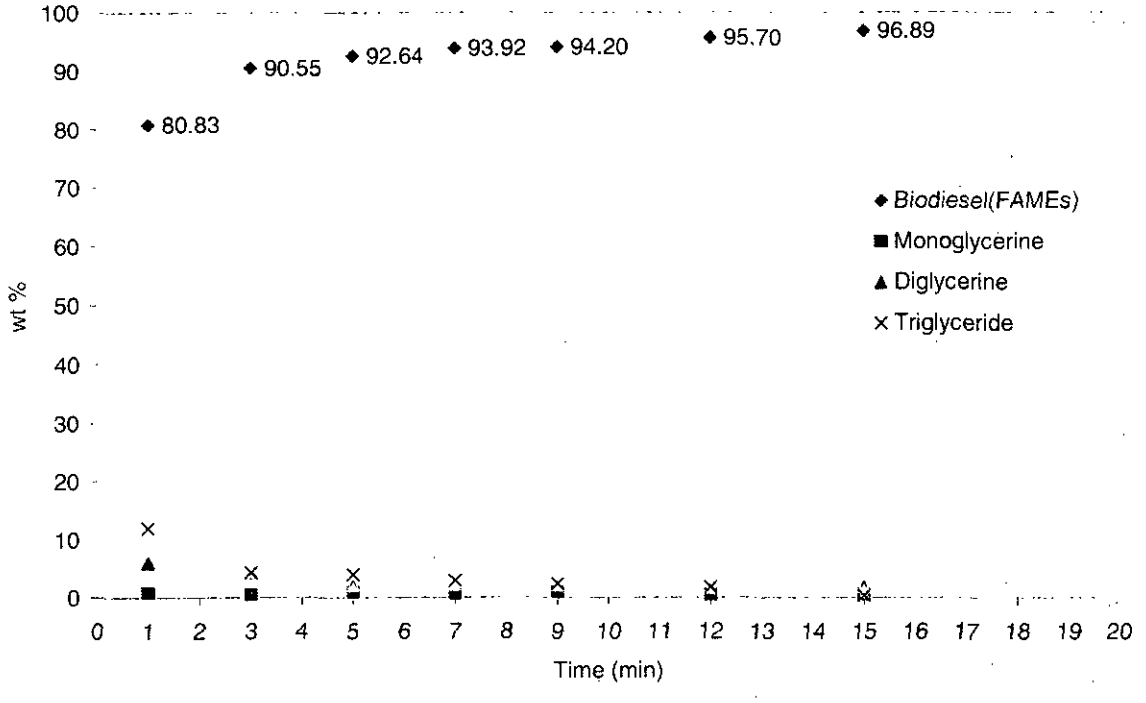
จากการผลการทดลองทำให้ทราบว่าอุณหภูมิ 40 °C เป็นที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการแยกกลีเซอรีน และการล้างไบโอดีเซลด้วยน้ำ



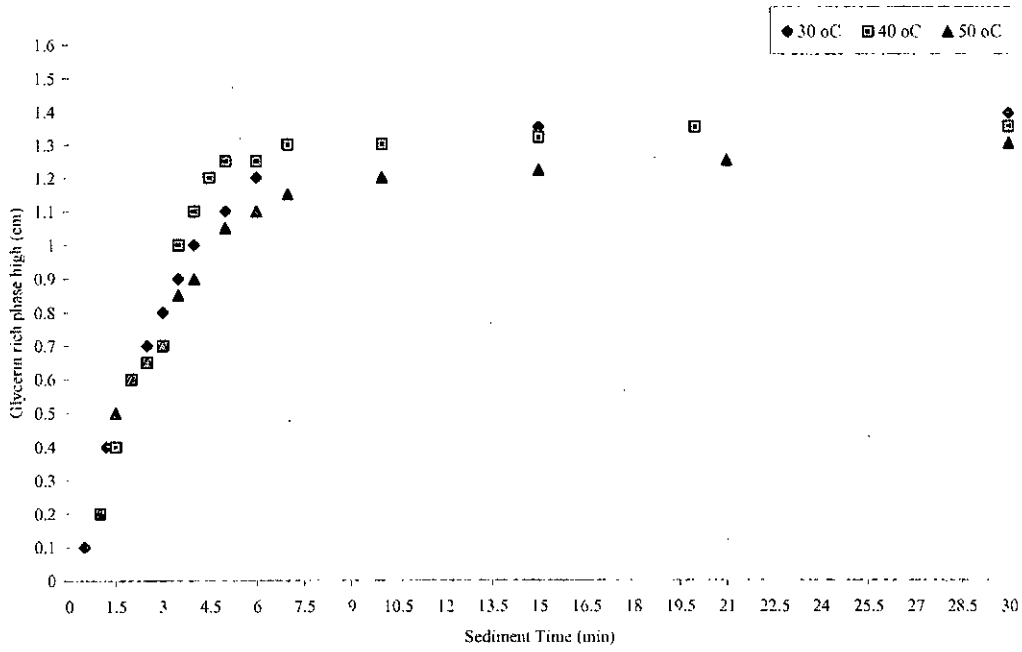
ภาพประกอบที่ 2 ผลผลิตน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้รับ ณ เวลาเกิดปฏิกิริยาใดๆ ของ ตัวอย่าง Run No. 1



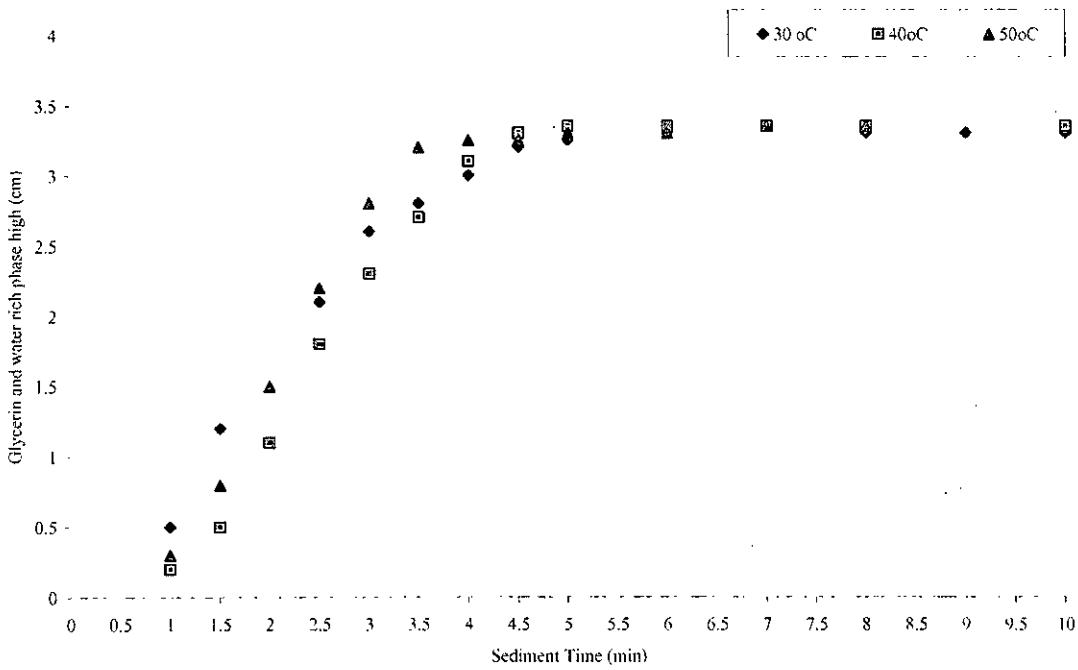
ภาพประกอบที่ 3 ผลผลิตน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้รับ ณ เวลาเกิดปฏิกิริยาใดๆ ของ ตัวอย่าง Run No. 2



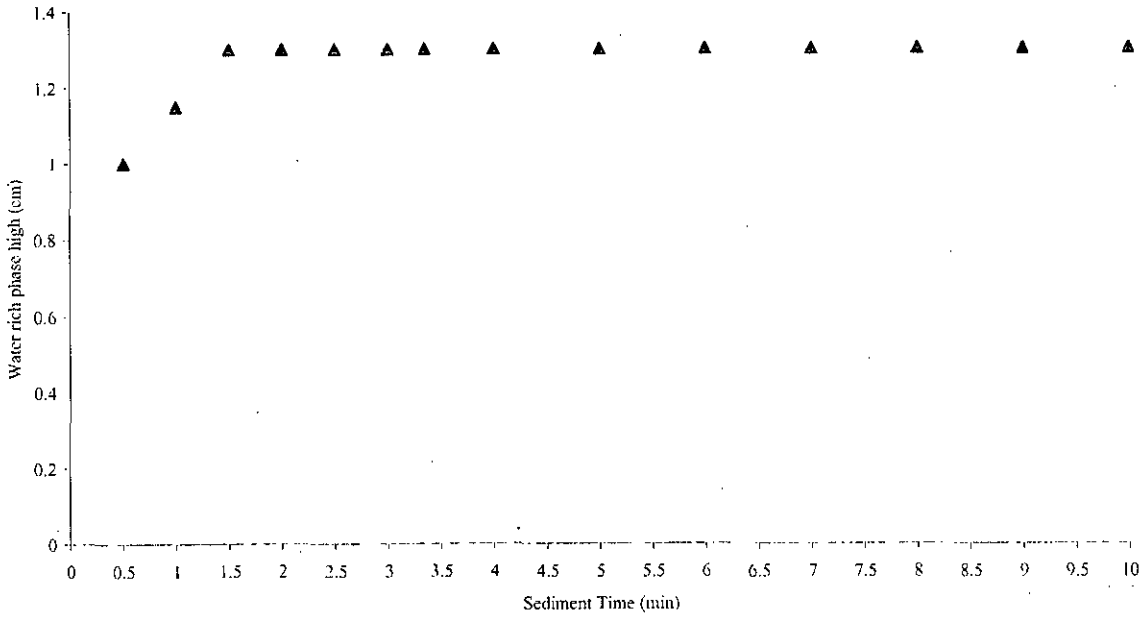
ภาพประกอบที่ 4 ผลผลิตน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้รับ ณ เวลาเกิดปฏิกิริยาใดๆ ของ ตัวอย่าง Run No. 3



ภาพประกอบที่ 5 ผลการแยกตัวของกลีเซอรีนจากน้ำมันไบโอดีเซลที่เวลาและอุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °C



ภาพประกอบที่ 6 ผลการแยกตัวของกลีเซอรีนและน้ำล้างจากน้ำมันไบโอดีเซลที่เวลาและอุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °C



ภาพประกอบที่ 7 ผลการแยกตัวของน้ำล้างจากน้ำมันไบโอดีเซลที่เวลาและอุณหภูมิ 40 °C

ตารางที่ 2 คุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืช

Fuel Properties	Method	Palm Biodisel	Used Palm Biodiesel	Coconut Biodiesel	Jatropha Biodiesel
Density @ 15 oC	ASTM D1298	0.874	0.875	0.871	0.880
Kinematic Viscosity @ 40 oC	ASTM D445	5.64	5.7	3.32	4.8
Flash Points (oC)	ASTM D 92	150	172	110	135
Cloud Points (oC)	ASTM D 97-96a	16	16	<0	-
Pour Points (oC)	ASTM D 97-96a	11	9	<0	2
Heating Value (MJ/kg)	ASTM D2015	42	39	38.5	39.23
Ramsbottom Carbon Residue (wt%)	ASTM D524	0.1	0.04	0.02	0.2
Copper Corrosion Sheet @ 3h/50 °C	ASTM D483	<1a	1a	<3a	<1a
Iodine Number	AOCS Tg 1-64	53.48	59.59	8.77	60.55
Calculated Cetane Index	ASTM D86	49.09	48.81	41.82	48

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยของกระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบ **Conventinal Process และ** Semi- Homogenous Tranesterification

Parameter	**Conventional Process**	**Homogenous Tranesterification**
เวลาในการทำปฏิกิริยา	1-8 ชั่วโมง	3-5 นาที
สภาวะในการทำปฏิกิริยา	0.1 MPa, 30-65°C	0.1 MPa, 30-45°C
ตัวเร่งปฏิกิริยา(ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำมันพืช)	0.5-1.0	0.3-0.5
อัตราส่วนโดยโมลของการใช้เมทานอลต่อน้ำมันพืช	6:1	4:1-5:1
ขนาดของถังปฏิกรณ์	ใหญ่	เล็ก
กำลังการผลิต@เงินลงเท่ากัน	ต่ำ	สูง
สามารถรองรับการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ	ไม่ได้	ได้
Saponified products	สูง	ต่ำ
Yield	*น้อยกว่า 0.97*	*มากว่า 0.97*
การแยกตัวระหว่างไบโอดีเซลและกลีเซอรีน	8 ชั่วโมง	15-30 นาที
สารที่ต้องแยกออกในกระบวนการทำให้บริสุทธิ์	Methanol, ตัวเร่งปฏิกิริยา, และ Saponified products	Methanol, Solvent, ตัวเร่งปฏิกิริยา, และ Saponified products
ความซับซ้อนของกระบวนการ	ง่าย	ง่าย
กระบวนการนำกลับมา	ง่าย	ง่าย
คุณภาพน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้	ปานกลาง, ไม่สม่ำเสมอ	สูง, สม่ำเสมอ

3. การศึกษาต้นแบบโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซลระดับการค้า

3.1 ที่ตั้งโรงงาน

โรงงานผลิตไบโอดีเซล ตั้งอยู่ที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ใช้พื้นที่ในโครงการประมาณ 2 ไร่ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการก่อสร้างอาคารอเนกประสงค์ไว้เพื่อรองรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ก

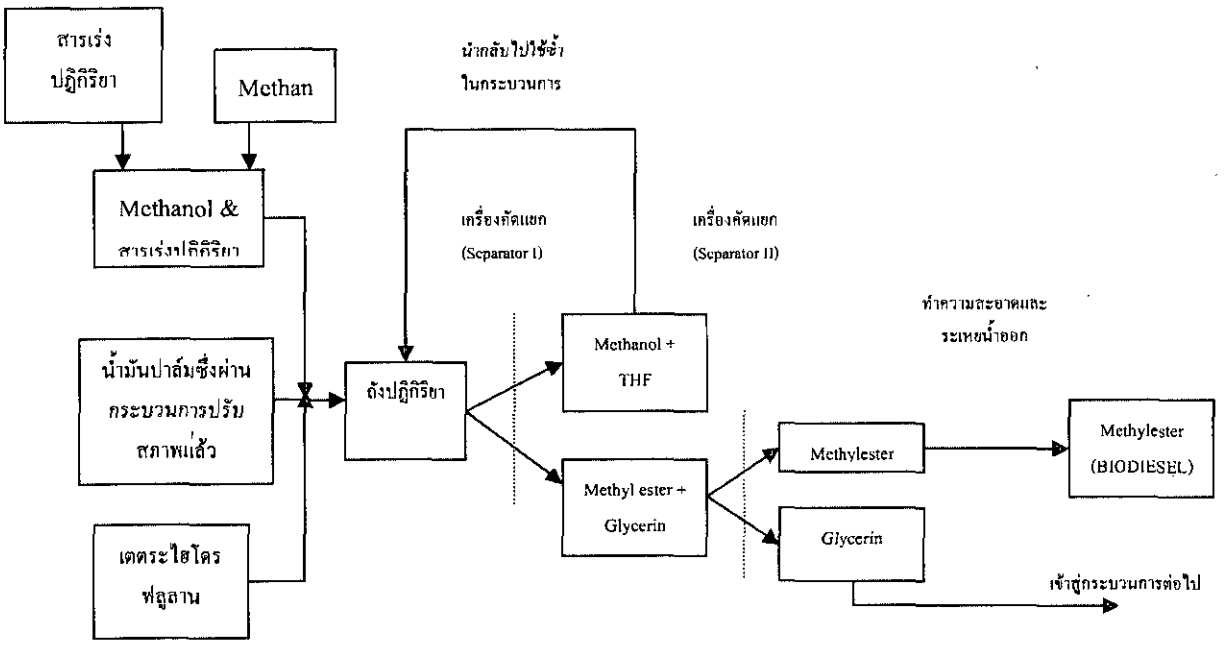
3.2 การออกแบบกระบวนการผลิต

การผลิตไบโอดีเซล เกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างน้ำมันพืชใช้แล้วที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชั่นโดยใช้ด่าง (โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งในน้ำมันพืชใช้แล้ว (หรือน้ำมันพืชและไขมันสัตว์) จะเป็น

สารประกอบตระกูลไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) มีโครงสร้างโมเลกุลเป็น C_3H_5 ที่เชื่อมต่อกับกรดไขมันมาทำปฏิกิริยากับเมทานอล (Methanol) ซึ่งจะทำให้ได้สารเอสเตอร์ (Esters) หรือไบโอดีเซล และกลีเซอรีน (Glycerine) เป็นผลพลอยได้

น้ำมันพืชใช้แล้วจะถูกปั๊มผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการเกิดปฏิกิริยากับเมทานอลและสารเร่งปฏิกิริยาโดยมีสารเตตระเมทิลไฮโดรฟลูลานเป็นสารละลายร่วมซึ่งจะถูกนำมาผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสมตามการออกแบบ หลังจากการเกิดปฏิกิริยาเสร็จสิ้น น้ำมันซึ่งผสมด้วยเมทานอล,ตัวเร่งปฏิกิริยาและสารเตตระเมทิลไฮโดรฟลูลานจะถูกนำไปเข้าสู่กระบวนการคัดแยกสารต่างๆ ออกจากสารเมทิลเอสเตอร์ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาโดยการผ่านหอกลั่นสุญญากาศ (Vacuum distillation) เพื่อนำเมทานอล และสารเตตระเมทิลไฮโดรฟลูลานซึ่งเป็นสารละลายร่วม กลับไปใช้หมุนเวียนในกระบวนการซ้ำอีกครั้ง

เมทิลเอสเตอร์และกลีเซอรีนที่ได้ จะถูกนำไปผ่านขั้นตอนของการสะเทินเพื่อทำให้เป็นกลางโดยเติมกรดซัลฟูริกในปริมาณที่เหมาะสมและตกตะกอนเพื่อแยกเมทิลเอสเตอร์ออกจากกลีเซอรีน เมทิลเอสเตอร์ที่ได้ จะถูกนำไปทำความสะอาดและลดปริมาณน้ำออก และจะกลายเป็นน้ำมันไบโอดีเซลซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด และพร้อมที่จะนำไปใช้



ภาพประกอบที่ 8 แผนผังกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลโดยใช้กระบวนการ Semi- Homogenous Tranesterification

4. การบริหารงบประมาณ

4.1 แผนการลงทุน

ตามแผนการลงทุนรวม 5 ปี โดยใช้เงินงบประมาณของทางมหาวิทยาลัย 33 ล้านบาท ซึ่งเบิกจ่ายตามปีงบประมาณ ดัง**ตารางที่ 4**

ตารางที่ 4 เงินลงทุนของโครงการและแหล่งที่มาของเงินทุน

แหล่งใช้ไปของเงินทุน (บาท)		แหล่งที่มาของเงินทุน-จากมทส. (บาท)			
รายการเงินลงทุนของโครงการ	**จำนวนเงิน**	**ปีที่ 0 (2548-50)**	**ปีที่ 1 (2551)**	**ปีที่ 2 (2552)**	**รวม**
1) เงินทุนหมุนเวียน	15,000,000			15,000,000	15,000,000
2) อาคารโรงงาน	1,880,000	1,880,000			1,880,000
3) เครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงาน	15,000,000	6,120,000	8,880,000		15,000,000
4) เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ	820,000		820,000.00		820,000
5) เครื่องใช้สำนักงาน	300,000		300,000.00		300,000
รวม	**33,000,000**	**8,000,000**	**10,000,000**	**15,000,000**	**33,000,000**

4.2 รายละเอียดเครื่องจักร

เครื่องจักรและอุปกรณ์ในโครงการ สามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนตามกระบวนการผลิต ได้แก่ 1) เครื่องจักรและอุปกรณ์ในส่วนกระบวนการผลิตไบโอดีเซล (Transesterification process) 2) เครื่องจักรและอุปกรณ์ส่วนการระเหยเมทนอลมาใช้ใหม่ 3) เครื่องจักรประกอบอื่นๆ และส่วนสนับสนุนการผลิตในส่วนต่างๆ .ในการดำเนินการ ปีที่ 0 (2548-50) ได้ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้าง อุปกรณ์และเครื่องจักร ในหมวดที่ 1) แล้วเสร็จ ดังแสดงไว้ใน**ตารางที่ 5** สำหรับอุปกรณ์ในหมวดที่ 2) และ 3) จะดำเนินการเป็นลำดับต่อไป โดยรายละเอียดงบประมาณ ปี 2551 แสดงไว้ใน**ตารางที่ 6**

ตารางที่ 5 อุปกรณ์สำหรับต้นแบบโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซลระดับการค้า ปี 2548-50

หมวดที่	รายการเครื่องมือ (Equipment List)	DRG. No.	จำนวน (หน่วย)
1	ถังปฏิกรณ์เคมีแบบต่อเนื่อง		
	1.1 ถังปฏิกรณ์เคมี ขนาด 500 ลิตร	ME-PIL-001	1
	1.2 ถังปฏิกรณ์เคมี ขนาด 1,000 ลิตร	ME-PIL-002	1
2	ถังผสมสารเคมี		
	2.1 ถังผสมสารเคมี ขนาด 2,000 ลิตร	ME-PIL-003	1
	2.2 ถังผสมสารเคมี หรือถังสะเทินกรด-เบส ขนาด 500 ลิตร	ME-PIL-004	1
3	ถังเก็บน้ำมันพืช สารเคมี และไบโอดีเซล		
	3.1 ถังเก็บน้ำมันพืช ขนาด 25,000 ลิตร	ME-PIL-005	1
	3.2 ถังเก็บไบโอดีเซล ขนาด 12,000 ลิตร	ME-PIL-006	1
4	ถังตกตะกอนแยกกลีเซอรีน ถังล้างไบโอดีเซล ถังพักไบโอดีเซล และ ถังพักกลีเซอรีน		
	4.1 ถังตกตะกอนแยกกลีเซอรีน ขนาด 2,000 ลิตร	ME-PIL-007	3
	4.2 ถังล้างไบโอดีเซล ขนาด 3,000 ลิตร	ME-PIL-008	2
	4.3 ถังพักไบโอดีเซลจากถังล้าง ขนาด 3,000 ลิตร	ME-PIL-009	2
	4.4 ถังพักไบโอดีเซลในกระบวนการผลิต ขนาด 2,000 ลิตร	ME-PIL-010	2
	4.5 ถังพักกลีเซอรีน, ทรงกรวย, ขนาด 2,000 ลิตร	ME-PIL-010	2
5	อุปกรณ์ทำความร้อน		
	5.1 อุปกรณ์ทำความร้อน(Thermal Oil Boiler) 200,000 kcal/hr		1
6	อุปกรณ์ปั๊มสารเคมี		
	6.1 ปั๊มสารเคมี Double Diaphragm , อัตราการไหล 47 L/MIN		8
	6.2 ปั๊มสารเคมี ชนิด Gaer Pump,อัตราการไหล 2,000 ลิตร/ชั่วโมง		2
	6.3 ปั๊มสารเคมี ชนิด Gaer Pump,อัตราการไหล 4,000 ลิตร/ชั่วโมง		1

ตารางที่ 6 อุปกรณ์สำหรับต้นแบบโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซลระดับการค้า ปี 2551

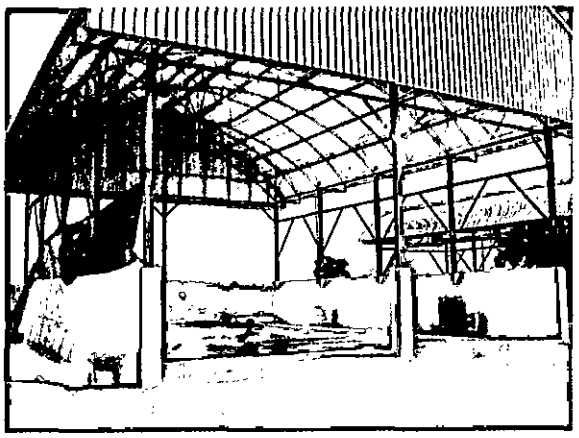
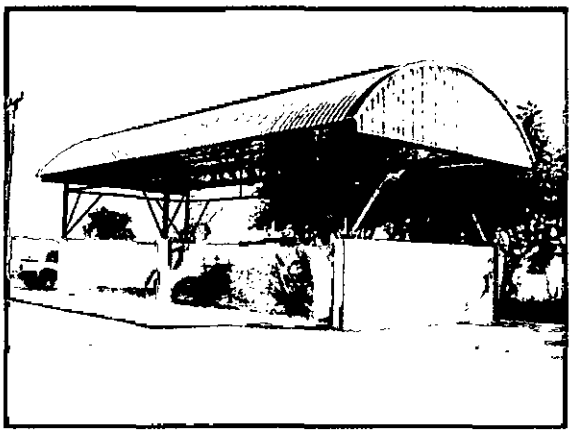
แหล่งใช้ไปของเงินทุน (บาท)	จำนวน (หน่วย)	จำนวนเงิน (บาท)	งบประมาณ (บาท)
1. เครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงาน			8,880,000.00
1.1 เครื่อง Solvent Recovery	1	2,000,000.00	
1.2 เครื่อง Dewater	1	1,000,000.00	
1.3 ระบบควบคุมอัตโนมัติ	-	2,500,000.00	
1.4 ระบบท่อ	-	1,500,000.00	
1.5 ระบบไฟฟ้า	-	1,500,000.00	
1.6 อุปกรณ์อื่นๆ	-	380,000.00	
รวมเป็นจำนวนเงิน		**8,880,000.00**	
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ			820,000.00
2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง	1	30,000.00	
2.2 เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง	1	50,000.00	
2.3 เครื่องกลั่นละเหยสูญญากาศ	1	300,000.00	
2.4 ชุดกรองสูญญากาศ	1	50,000.00	
2.5 ตู้ดูดความชื้น	1	70,000.00	
2.6 ตู้อบ	1	100,000.00	
2.7 อ่างควบคุมอุณหภูมิ	1	100,000.00	
2.8 อุปกรณ์อื่นๆ		120,000.00	
รวมเป็นจำนวนเงิน		**820,000.00**	
3. เครื่องใช้สำนักงาน			300,000.00
3.1 โต๊ะทำงาน	7	105,000.00	
3.2 ตู้ใส่เอกสาร	5	50,000.00	
3.3 คอมพิวเตอร์+ปริ้นเตอร์	3	75,000.00	
3.4 เครื่องปรับอากาศ	2	40,000.00	
3.5 อุปกรณ์อื่นๆ		30,000.00	
รวมเป็นจำนวนเงิน		**300,000.00**	
รวมเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น			**10,000,000.00**

5. ความก้าวหน้าในการดำเนินการก่อสร้าง

การดำเนินการก่อสร้างสามารถแบ่งออกได้ 3 ส่วนคือ

1. อาคารโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

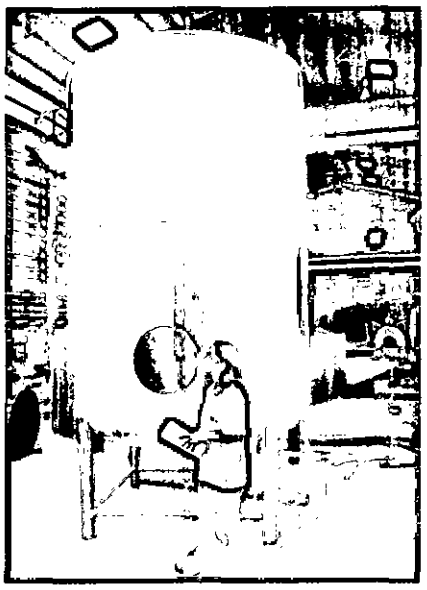
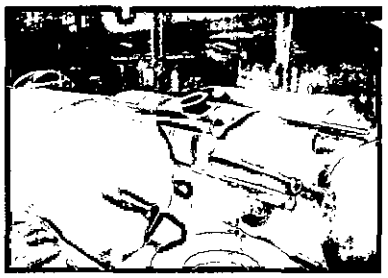
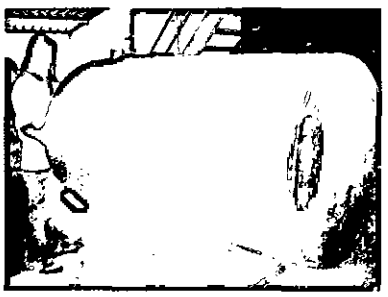
อาคารโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซลได้มีการก่อสร้างเป็นอาคารโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 2 ส่วนสำหรับ เครื่องจักรในส่วนผลิต เช่น ถังปฏิกรณ์ ถังพัก และ ส่วนเก็บวัตถุดิบและระบบผลิตพลังงาน ซึ่งดำเนินการแล้วเสร็จ

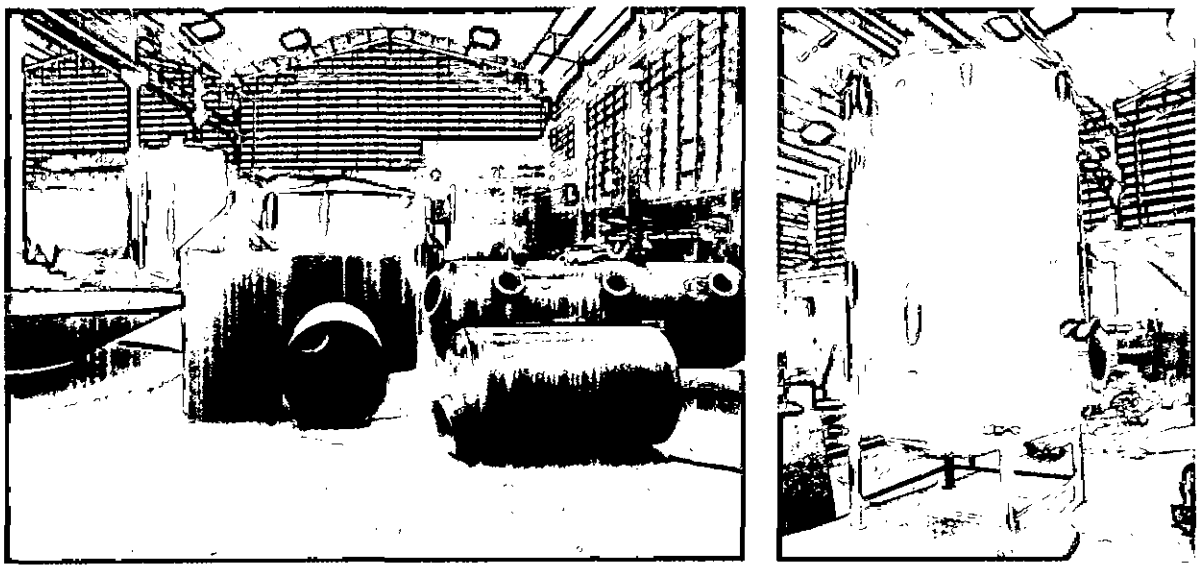
ภาพประกอบที่ 9 อาคารโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 2 ส่วน

2. การผลิตอุปกรณ์และเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต

เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตส่วนใหญ่ได้มีการจัดซื้อเป็นที่เรียบร้อย ซึ่งตัวถังผลิตน้ำมันไบโอดีเซล คาดว่าจะสามารถจัดส่งได้ภายในเดือนกุมภาพันธ์ โดยผู้ออกแบบและควบคุมได้มีการเดินทางไปตรวจสอบความก้าวในการดำเนินการเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง

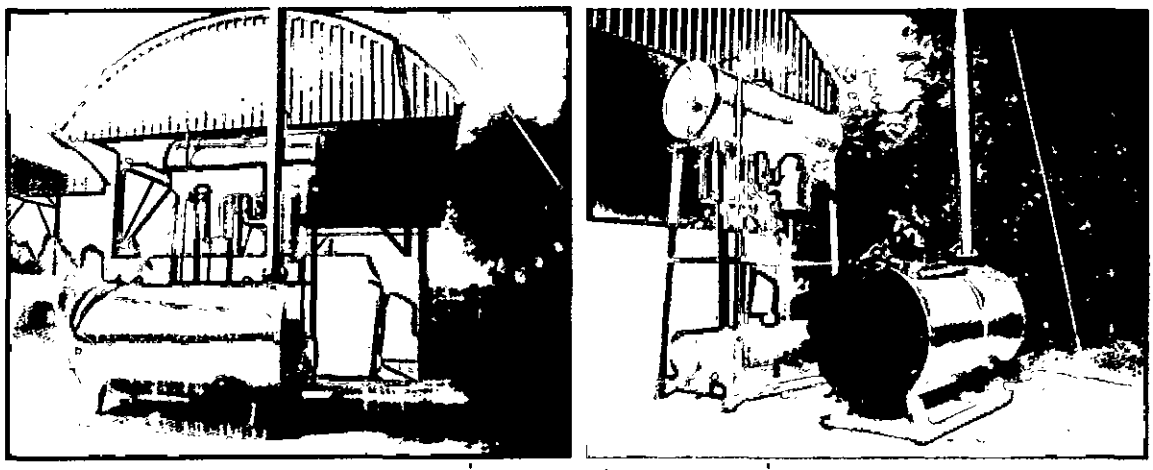
ภาพประกอบที่ 10 การควบคุมการผลิตถังปฏิกรณ์ ครั้งที่ 1



ภาพประกอบที่ 11 การควบคุมการผลิตถังปฏิกรณ์ ครั้งที่ 2

3. การติดตั้งระบบให้ความร้อนที่ใช้ภายในโรงงาน

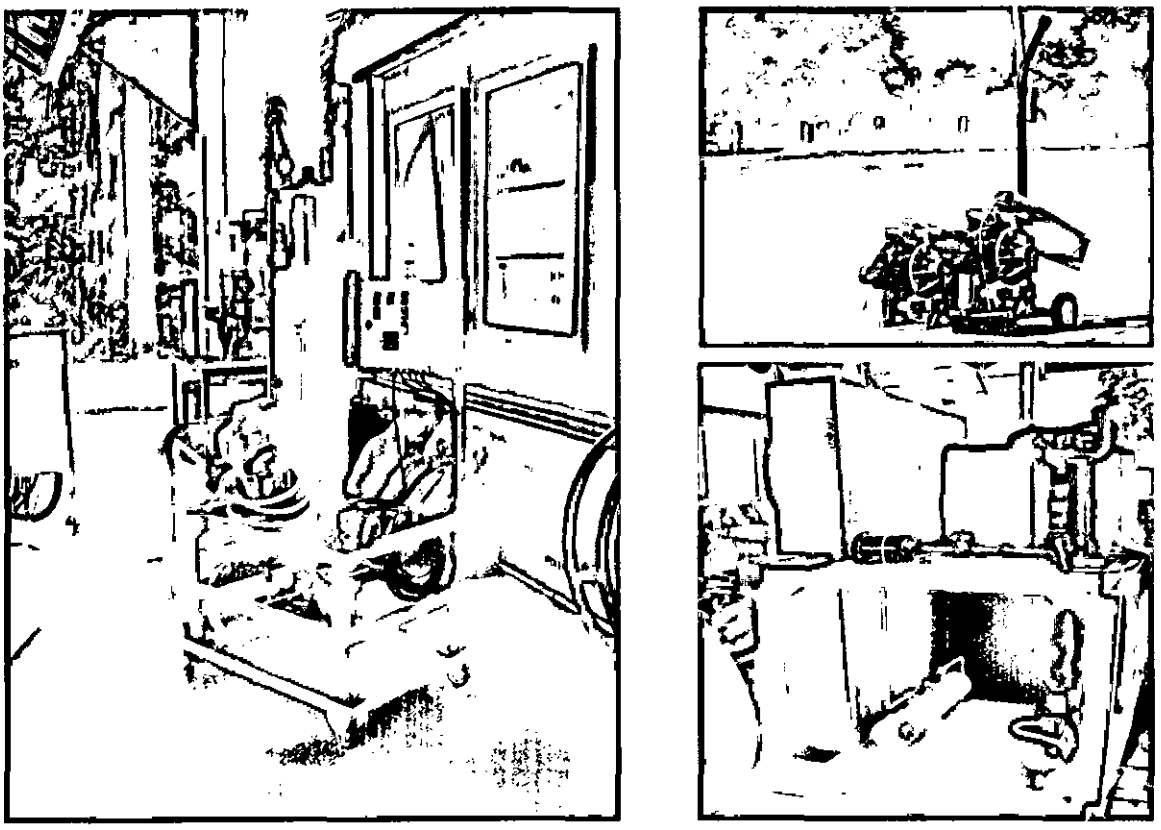
ทางบริษัท เอส.เอช.ที เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนสตรักชั่น จำกัด ได้ดำเนินการจัดส่งและติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ณ. บริเวณโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการจัดสร้างอาคารครอบอุปกรณ์ทำความร้อน เพื่อให้ถูกต้องตามที่กฎหมายกำหนดก่อนการใช้งาน



ภาพประกอบที่ 12 อุปกรณ์ทำความร้อนที่ใช้ในโรงงาน

4. การติดตั้งอุปกรณ์สูบถ่ายและระบบควบคุม

อยู่ในขั้นตอนการออกแบบวางระบบระบบการสูบถ่าย การเลือกปั๊ม วาล์ว และจัดหาบริษัทเพื่อติดตั้งระบบสูบถ่ายและระบบควบคุม



ภาพประกอบที่ 13 อุปกรณ์ต่างๆที่รอดำเนินการติดตั้ง