การสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

DESIGNING AND MAKING BIODIESEL MACHINE FROM WASTE VEGETABLE OIL

โดย

ภัทรพงศ์ ขำคม และคณะ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ประจำปีงบประมาณ 2557

เลขที่สัญญา 86/2557

การสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว
DESIGNING AND MAKING BIODIESEL MACHINE FROM WASTE VEGETABLE OIL

โดย

ภัทรพงศ์ ขำคม
วัลลภ หอมระหัด

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ประจำปีงบประมาณ 2557

หัวข้อวิจัย การสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

ผู้ดำเนินการวิจัย ภัทรพงศ์ ขำคม และคณะ

หน่วยงาน สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ปีงบประมาณ 2557

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว เพื่อหาค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด ค่าจุดไหลเท และค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ เพื่อนำค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความเป็นกรด และค่าจุดไหลเทของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับคุณสมบัติไบโอดีเซลของสำนักวิชาการพลังงานภาค 1 กระทรวงพลังงาน และเพื่อนำค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ของกรมธุรกิจพลังงาน การสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ซึ่งประกอบด้วย 4 ถัง ได้แก่ ถังผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเมทานอล ถังสำหรับต้มน้ำมัน ถังแยกชั้นกลีเซอรีนกับไบโอดีเซล และถังล้างน้ำมันไบโอดีเซล ผู้วิจัยทำการทดลองโดยใช้น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ปริมาตร 5 ลิตร เมทานอล (CH_3OH) ปริมาตร 1.25 ลิตร โซเดียมไฮดรอก-ไซด์ (NaOH) ปริมาณ 50 กรัม จำนวน 5 ชุดการผลิต และเวลาการผลิตในแต่ละครั้ง 11 ชั่วโมง

จากการวิจัยพบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีค่าที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยเฉลี่ยมีค่า 0.8766 ค่าความหนาแน่นที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ โดยเฉลี่ยจะมีค่าความหนาแน่น 876.6 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความเป็นกรดที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ จะมีค่าความเป็นกรดโดยเฉลี่ยมีค่า 7 ค่าจุดไหลเทที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีค่าที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีค่าจุดไหลเทโดยเฉลี่ยมีค่า 1.532 องศาเซลเซียส และค่าความหนืดที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้โดยเฉลี่ยมีค่า 0.0198 นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร

ดังนั้น เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเครื่องนี้ สามารถใช้ผลิตน้ำมันไบโอดีเซลได้ และน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด ค่าจุดไหลเท และค่าความหนืดที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซล ตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

Research Title Designing and Making Biodiesel Machine from Waste Vegetable Oil
Researcher Mr. Phattharaphong Khamkhom
Organization Department of Physics Faculty of Science
Buriram Rajabhat University
Acadamic year 2557

Abstract

The purpose of this research was to study the Biodiesel processing in order. To designing and making biodiesel machine from waste vegetable oil. To find out the specific gravity, the density, the pH, the pour point, and the viscosity of Biodiesel produced. To the specific gravity, the pH, and the pour point of the fuel comparing to the Biodiesel Region 1 Bureau of Energy, Ministry of Energy. And to bring the density of the fuel comparing to the standard Biodiesel for agricultural engines (Community Biodiesel) of Department of Energy Business. The making of Biodiesel machine consisted of 4 tanks : sodium hydroxide mixed with methanol tank, boiling oil tank, cracking glycerin tank, and washing tank. There are 5 seriers of sample Biodiesel consisted of 5 liters of used vegetable oil, 1.25 liters of methanol (CH_3OH) and 50 grams of sodium hydroxide which were took 11 hour per each series.

The result showed that the average specific gravity of the fuel was 0.8766 at 15°C, which was in the standard value. The density of the fuel was 876.6 kg/m^3, which was in the standard value. The pH of the fuel was 7, which was in the standard value. The average pour point of the fuel was 1.532°C, which was in the standard value. The average viscosity of the fuel was 0.0198 $N.s/m^2$, which was in the standard value.

As a result, the fuel from this Biodiesel machine was effective comparing to the standard Biodiesel of Department of Energy Business.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยสำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จากสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่กรุณาให้ความรู้คำแนะนำอย่างเอาใจใส่ในทุก ๆ ขั้นตอนของการทำวิจัย ทั้งในการทดลอง การเขียนโครงวิจัย

ขอบพระคุณ คณาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่าง ๆ ด้านวิชาการมาโดยตลอด

ขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในการจัดทำโครงการงานวิจัยทุก ๆ ท่าน ที่มิได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ด้วย และหวังไว้อย่างยิ่งว่าวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป

ภัทรพงศ์ ขำคม

ตุลาคม 2557

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก
บทคัดย่อภาษาไทย ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
สารบัญ ง
สารบัญตาราง ฉ
สารบัญภาพประกอบ ช
บัญชีสัญลักษณ์ ฌ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 สมมติฐานการวิจัย 2
1.4 ขอบเขตการวิจัย 2
1.5 ความสำคัญของการวิจัย 3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง 4
2.1.1 ไบโอดีเซล 4
2.1.2 คุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงของไบโอดีเซล 10
2.1.3 คุณภาพของไบโอดีเซลที่มีผลต่อเครื่องยนต์ 12
2.1.4 มาตรฐานไบโอดีเซล 15
2.1.5 ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน 16
2.1.6 ประโยชน์ของการใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ 18
2.1.7 ผลกระทบของไบโอดีเซลที่มีต่อเครื่องยนต์ 19
2.1.8 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 19
2.1.9 เมทานอล 20
2.1.10 สายพานส่งกำลัง (Transmission Belt) 21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23
2.2.1 งานวิจัยในประเทศ 23
2.2.2 งานวิจัยต่างประเทศ 28

3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 30
3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ 30
3.2 แบบการสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 32
3.3 ขั้นตอนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 42
3.4 วิธีทดสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล 44
3.5 วิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ 45

4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล 49
4.1 เครื่องผลิตไบโอดีเซล 49
4.2 ผลการทดสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล 50
4.3 วิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ 56

5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 61
5.1 สรุปผล 61
5.2 อภิปรายผล 61
5.3 ข้อเสนอแนะ 62

บรรณานุกรม 63

ภาคผนวก 67
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ 68
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 71
ภาคผนวก ค ขั้นตอนสร้างเครื่อง วิธีการผลิตน้ำมัน
และการตรวจสอบคุณภาพ 80

ประวัติผู้ทำวิจัย 96

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบผลการใช้ไบโอดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์ (B100) และน้ำมันดีเซล ซึ่งผสมด้วยไบโอดีเซล 20 เปอร์เซ็นต์ (B20) 5
2.2 คุณสมบัติและค่าความร้อนของน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล 11
2.3 กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549 15
3.1 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 48
3.2 รายละเอียดค่าบำรุงรักษาต่าง 48
3.3 ข้อมูลและสมมติฐานสำหรับวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ในการใช้เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 49
4.1 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส 51
4.2 ค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส 52
4.3 ค่าความเป็นกรดน้ำมันไบโอดีเซล 53
4.4 ค่าความเป็นกรดน้ำมันไบโอดีเซล 54
4.5 ค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซล 55
4.6 เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่ามาตรฐาน 56
4.7 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 57
4.8 รายละเอียดค่าบำรุงรักษา 58
4.9 ข้อมูลและสมมติฐานสำหรับวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ในการใช้เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 58
4.10 แสดงปริมาตรผลิตภัณฑ์จากการผลิตน้ำมันของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 79

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

2.1 ปฏิกิริยาระหว่างไขมันหรือน้ำมันกับแอลกอฮอล์ 17
2.2 สายพานส่งกำลัง 21
2.3 โครงสร้างพื้นฐานสายพานส่งกำลัง 22
2.4 สายพานส่งกำลังตัววีร่องเรียบ 23
3.1 แบบเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 32
3.2 แบบฐานของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 33
3.3 แบบถังที่ 1 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 35
3.4 แบบถังที่ 2 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 36
3.5 แบบถังที่ 3 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 37
3.6 แบบถังที่ 4 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 38
3.7 แบบฝาถังที่ 1 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 39
3.8 แบบฝาถังที่ 2 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 40
3.9 แบบฝาถังที่ 4 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 41
4.1 เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 49
ข 1 เหล็กกล่อง 72
ข 2 ถังสแตนเลส 72
ข 3 ถังพลาสติก 73
ข 4 ฝาถังสแตนเลส 73
ข 5 วาล์วน้ำทองเหลือง 74
ข 6 วาล์วน้ำพลาสติก 74
ข 7 เพลาสแตนเลส 75
ข 8 สายพาน 75
ข 9 พูลเล่ 76
ข 10 เมทานอล 76
ข 11 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 77
ข 12 น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 77
ข 13 วาล์วแก๊สพร้อมติดมาตรวัดความดัน 78
ข 14 แก๊ส 78
ข 15 ตาชั่งดิจิตอล 79

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

ค 1 เชื่อมฐานของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 81
ค 2 ฐานของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 81
ค 3 เชื่อมถังของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 82
ค 4 ถังผสมเมทานอลกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 82
ค 5 ถังต้มน้ำมัน 83
ค 6 ถังแยกชั้นกลีเซอรีนกับน้ำมันไบโอดีเซล 83
ค 7 ถังล้างน้ำมันไบโอดีเซล 84
ค 8 ฝาถังต้มน้ำมัน 84
ค 9 ฝาถังผสมเมทานอลกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 85
ค 10 ฝาถังล้างน้ำมันไบโอดีเซล 85
ค 11 กรองน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 86
ค 12 ตวงน้ำมันพืชที่กรองแล้วไปเทใส่ถัง 86
ค 13 ต้มน้ำมันพืชที่ใช้แล้วที่อุณหภูมิ 100 – 120 องศาเซลเซียส 87
ค 14 ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 50 กรัม 87
ค 15 ตวงเมทานอลปริมาตร 1.25 ลิตร 88
ค 16 ผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเมทานอล 88
ค 17 เปิดก๊อกให้โซเดียมไฮดรอกไซด์และเมทานอลไหลลงสู่ถังต้มน้ำมัน 89
ค 18 กวนสารทั้งสองให้เข้ากัน 89
ค 19 เปิดก๊อกให้น้ำมันที่ทำปฏิกิริยาแล้วไหลลงสู่ถังที่ 3 90
ค 20 น้ำมันเกิดการแยกชั้นกับกลีเซอรีน โดยน้ำมันจะอยู่ด้านบนและกลีเซอรีน อยู่ด้านล่าง 90
ค 21 เปิดก๊อกให้น้ำมันที่อยู่ด้านบนไหลลงสู่ถังล้างน้ำมัน 91
ค 22 เทน้ำเปล่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันที่ได้ลงไปผสมกับน้ำมัน 91
ค 23 กวนน้ำกับน้ำมันให้เข้ากันจนเป็นสีขาวขุ่น 92
ค 24 น้ำมันกับน้ำก็เกิดการแยกชั้นกันแล้วเปิดก๊อกเอาน้ำและไขสบู่ ที่อยู่ด้านล่างทิ้ง ทำการล้างน้ำมันซ้ำอีก 5 -7 ครั้ง น้ำมันจะใสขึ้น 92
ค 25 ต้มน้ำมันที่ล้างทำความสะอาดเสร็จแล้วที่อุณหภูมิ 100 – 120 องศาเซลเซียส เพื่อไล่น้ำที่ผสมมากับน้ำมัน 93
ค 26 บรรจุน้ำมันที่ต้มแล้วลงขวดพร้อมทั้งปิดให้สนิท 93
ค 27 ตวงน้ำมันที่ปริมาตร 2 มิลลิลิตร 94
ค 28 วัดอุณหภูมิจุดไหลเทของน้ำมันไบโอดีเซล 94
ค 29 ทดสอบความเป็นกรดด้วยกระดาษลิตมัส 95

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นสิ่งที่จำเป็นมากสำหรับมนุษย์ ทั้งยังเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ พลังงานมีอยู่หลายประเภทด้วยกันแต่พลังงานหลักที่ใช้คือ น้ำมัน ทั้งเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า การคมนาคมขนส่ง ตลอดจนเป็นวัตถุดิบในการผลิตของอุตสาหกรรม ซึ่งประเทศไทยจะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เมื่อราคาน้ำมันมีแนวโน้มที่สูงขึ้น สืบเนื่องจากภาวการณ์ตื่นกลัวในวิกฤตการณ์น้ำมัน ปัญหาการก่อการร้าย ภาวะสงครามและปริมาณน้ำมันสำรองของโลกที่เหลือน้อยลง ประกอบกับความต้องการใช้น้ำมันในปริมาณมากทำให้หลายประเทศพยายามหาแหล่งพลังงานทดแทน

ในปี พ.ศ. 2547 ประเทศไทยได้มีการตื่นตัวในเรื่องพลังงาน และมีการหาแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันอย่างมากมาย อาทิเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล ไบโอดีเซล เป็นต้น แต่พลังงานทดแทนที่เป็นที่รู้จักมากที่สุดในขณะนี้คือ “ไบโอดีเซล” เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกซึ่งเหมาะกับประเทศไทยในอนาคต เนื่องจากประเทศไทยต้องพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ แต่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีศักยภาพในการผลิตวัตถุดิบ สามารถปลูกพืชน้ำมันได้หลายชนิด และยังสามารถที่จะผลิตได้จากไขมันพืช ไขมันสัตว์หรือแม้แต่น้ำมันใช้แล้ว เป็นผลทำให้ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไม่สูงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ นอกจากลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงต่างประเทศแล้ว การใช้ไบโอดีเซลยังช่วยสร้างงานสร้างอาชีพให้กับเกษตรกรนับล้านคนในการผลิตวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมไบโอดีเซล และน้ำมันจากการประกอบอาหารที่ใช้แล้วนับล้านลิตรต่อวันจะได้มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก โดยไม่ต้องเททิ้งให้เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมทำให้มีหลายหน่วยงานได้ทำการวิจัยและพัฒนาวัตถุดิบภายในประเทศ เช่น น้ำมันใช้แล้ว ฯลฯ มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใช้แทนน้ำมันดีเซลเรียกว่า “ไบโอดีเซล” การนำน้ำมันใช้แล้วจากการประกอบอาหารตามร้านค้าหรือในอุตสาหกรรมอาหาร มาทำการผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลโดยใช้เครื่องผลิตที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้นี้ยังต้องการผลการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อยืนยันว่าน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันใช้แล้วมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด สามารถนำมาใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการเกษตรได้ (เชาวลิต ถาวรสิน และคณะ. 2549 : 1-3)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและออกแบบเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว รวมถึงหาค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด ค่าจุดไหลเท และค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ และเพื่อนำค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความเป็นกรด ค่าจุดไหลเทของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับคุณสมบัติไบโอดีเซลของสำนักวิชาการพลังงานภาค 1 กระทรวงพลังงาน รวมทั้งนำค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ของกรมธุรกิจพลังงาน เพื่อให้สามารถนำน้ำมันที่ผลิตจากเครื่องที่สร้างขึ้นมาใช้งานได้โดยเกิดผลกระทบกับเครื่องยนต์น้อยที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

1.2.3 เพื่อหาค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด ค่าจุดไหลเท และค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้

1.2.4 เพื่อนำค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความเป็นกรด และค่าจุดไหลเทของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับคุณสมบัติไบโอดีเซลของสำนักวิชาการพลังงานภาค 1 กระทรวงพลังงาน

1.2.5 เพื่อนำค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ของกรมธุรกิจพลังงาน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลนี้สามารถใช้ผลิตน้ำมันไบโอดีเซลได้ และน้ำมันที่ผลิตได้จะมีค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความเป็นกรด ค่าจุดไหลเทใกล้เคียงกับคุณสมบัติไบโอดีเซลของสำนักวิชาการพลังงานภาค 1 กระทรวงพลังงาน และค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของน้ำมันไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ของกรมธุรกิจพลังงาน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 เครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ใช้แล้วประกอบด้วย

1.4.1.1 ถังผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเมทานอล

1.4.1.2 ถังสำหรับต้มน้ำมัน

1.4.1.3 ถังแยกชั้นกลีเซอรีนกับไบโอดีเซล

1.4.1.4 ถังล้างน้ำมันไบโอดีเซล

1.4.2 เมทานอล (CH_3OH) ปริมาตร 1.25 ลิตร

1.4.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ปริมาณ 50 กรัม

1.4.4 น้ำมันพืชใช้แล้ว ปริมาตร 5 ลิตร

1.4.5 หาค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด ค่าจุดไหลเท และค่าความหนืด

1.4.6 ในการทดลองใช้น้ำมันจากการทอดปาท่องโก๋ ตลาดนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

1.5 ความสำคัญของการวิจัย

1.5.1 ได้เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ที่สามารถนำไปผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลได้

1.5.2 ได้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้วในราคาต่ำกว่าน้ำมันดีเซล

1.5.3 ได้น้ำมันไบโอดีเซลที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ เครื่องยนต์คูโบต้า ET 110 ซีซี กำลัง 11 แรงม้า

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ไบโอดีเซล (Biodiesel) คือ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ผลิตจากสิ่งมีชีวิต อาทิ น้ำมันจากพืชหรือน้ำมันที่เหลือใช้จากการประกอบอาหาร โดยน้ำมันที่ได้ดังกล่าวจะถูกทำปฏิกิริยาผ่านกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่น (Transesterification) ด้วยแอลกอฮอล์ และมีผลผลิตพลอยได้เป็นกลีเซอรีน (Glycerine)

1.6.2 น้ำมันใช้แล้ว คือ น้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานแล้วจากการทอดปาท่องโก๋

1.6.3 เครื่องผลิตไบโอดีเซล คือ เครื่องที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ประกอบด้วย 4 ถัง ได้แก่

ถังที่ 1 คือ ถังผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเมทานอล
ถังที่ 2 คือ ถังสำหรับต้มน้ำมัน
ถังที่ 3 คือ ถังแยกชั้นกลีเซอรีนกับไบโอดีเซล
ถังที่ 4 คือ ถังล้างน้ำมันไบโอดีเซล

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ไบโอดีเซล

น้ำมันไบโอดีเซล (Biodiesel) หมายถึง น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่ได้จากน้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือน้ำมันปรุงอาหารที่ใช้แล้ว ไปผ่านกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอริ-ฟิเคชั่น (Transesterification) โดยการเติมแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล หรือเอทานอล และตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำมันจากไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ให้เป็นโมโนอัลคิลเอสเทอร์ (Mono Alkyl Ester) ของกรดไขมันได้แก่ เมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน (Fatty Acid Methyl Ester) หรือเอทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน (Fatty Acid Ethyl Ester) และได้กลีเซอรีน (Glycerine) เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ (พาราไซแอนติฟิคดอทคอม. 2551)

เนื่องจากน้ำมันพืชที่ได้จากพืชน้ำมันมีคุณสมบัติหลายประการที่แตกต่างกับน้ำมันดีเซล เช่น ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนืด จุดไหลเท เป็นต้น ดังนั้น เมื่อจะนำน้ำมันพืชไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงในเครื่องยนต์จึงจำเป็นต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ เพื่อให้เกิดการสันดาปได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้น้ำมันพืชเป็นสารที่ไม่อยู่ตัว เมื่อน้ำมันพืชสัมผัสกับอากาศซึ่งมีธาตุออกซิเจนอยู่น้ำมันพืชจะถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายและเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรซ์ (Polymerization) ได้ที่อุณหภูมิสูงทำให้น้ำมันพืชมีสภาพเป็นสารเหนียวซึ่งเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ ดัชนีที่เป็นตัวบ่งชี้ว่าน้ำมันพืชจะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรซ์ได้ง่ายหรือยาก คือ ค่าไอโอดีน น้ำมันพืชที่ดีควรมีค่าไอโอดีนต่ำ ฉะนั้น การเลือกน้ำมันที่มีค่าไอโอดีนต่ำเป็นเชื้อเพลิงจะเป็นการป้องกันการเกิดสารเหนียวที่เกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรซ์ในเครื่องยนต์ได้ในเบื้องต้น

การแบ่งชนิดของน้ำมันพืชตามค่าไอโอดีน สามารถแบ่งได้ 3 ชนิดดังนี้

1) น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนสูง มีค่าระหว่าง 160 – 230 จะเป็นน้ำมันพืชที่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรซ์ได้ง่าย เรียกน้ำมันพืชเช่นนี้ว่า น้ำมันซักแห้ง (Dry Oils)

2) น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนปานกลางระหว่าง 125 – 150 จะเรียกน้ำมันพืชเช่นนี้ว่า น้ำมันกึ่งซักแห้ง (Semi – Dry Oil)

3) น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำกว่า 120 จะเรียกน้ำมันพืชเช่นนี้ว่า น้ำมันไม่ซักแห้ง (Non – Dry Oil)

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืช เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของน้ำมันพืชให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล น้ำมันที่ได้จากพืชน้ำมัน เช่น ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน เรพ สบู่ดำ อาจใช้เป็นน้ำมันดิบและเป็นวัตถุดิบตั้งต้นก็ได้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ต้องการผลิต หากต้องการไบโอดีเซลที่มีค่าฟอสฟอรัสต่ำโดยใช้น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองชนิดดิบยังคงมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่สูง หากไม่ทำให้บริสุทธิ์

ก่อนจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลที่ได้มีค่าฟอสฟอรัสสูงกว่าเกณฑ์ที่ต้องการ (เชาวลิต ถาวรสิน และคณะ. 2549 : 20 – 21)

ตาราง 2.1 เปรียบเทียบผลการใช้ไบโอดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์ (B100) และน้ำมันดีเซลซึ่งผสมด้วยไบโอดีเซล 20 เปอร์เซ็นต์ (B20)

มลพิษในไอเสีย	ไบโอดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์ (B100)	ไบโอดีเซล 20 เปอร์เซ็นต์ (B20)
แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์	ลดลง 43.2	ลดลง 12.6
ไฮโดรคาร์บอน	ลดลง 56.3	ลดลง 11.0
แก๊สไนโตรเจนออกไซด์	ลดลง 55.4	ลดลง 18.0
ฝุ่นละออง	เพิ่มขึ้น 5.8	เพิ่มขึ้น 1.2
สารก่อมะเร็ง	ลดลง 80 - 90	ลดลง 20

(ที่มา : เชาวลิต ถาวรสิน และคณะ. 2549 : 20 – 21)

2.1.1.1 ความเป็นมาของไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล เป็นที่รู้จักกันมานานแล้วในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งแอฟริกาใต้ใช้น้ำมันพืชขับเคลื่อนเครื่องยนต์ แต่ในช่วงนั้นน้ำมันปิโตรเลียมยังหาง่ายและราคาถูก น้ำมันพืชจึงไม่ได้รับความสนใจ จนกระทั่งเมื่อปี พ.ศ. 2513 เกิดวิกฤติน้ำมันขึ้นทำให้หน่วยงานในภาครัฐรวมทั้งสถาบันต่าง ๆ ของกลุ่มประเทศผู้ใช้น้ำมัน จึงได้ทำการวิจัยและพัฒนาเชื้อเพลิงชนิดนี้จนกระทั่งผลิตในเชิงพาณิชย์ได้

ไบโอดีเซลเป็นพลังงานทดแทนจากน้ำมันพืชเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล มีชื่อทางเคมีคือ เอสเทอร์ (Ester) โดยการเรียกชื่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา เช่น เมทิลเอสเทอร์ (เมื่อใช้เมทิลแอลกอฮอล์ในการทำปฏิกิริยา) เป็นต้น ปฏิกิริยาเพื่อให้ได้สารเอสเทอร์มี 2 กระบวนการด้วยกัน ได้แก่

- ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (Esterification) เป็นกระบวนการที่ใช้กรดเป็นสารเร่งปฏิกิริยา
- ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ด่างเป็นสารเร่งปฏิกิริยา

กระบวนการทางเคมีเพื่อเปลี่ยนให้มีสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล คือ ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) ของไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ที่มีอยู่ในน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์กับเอทานอลหรือเมทานอล โดยกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้อุณหภูมิสูง เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ให้อยู่ในรูปของเอทิลเอสเตอร์ (Ethyl Ester) หรือเมทิลเอสเตอร์ (Methyl Ester)

ไบโอดีเซลโดยทั่วไป หมายถึง ไบโอดีเซลบริสุทธิ์จะใช้สัญลักษณ์ B100 หมายถึง น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีไบโอดีเซลอย่างเดียว แต่ถ้าเป็นไบโอดีเซลผสมจะใช้สัญลักษณ์ เช่น B20 หมายถึง น้ำมันเชื้อเพลิงที่ประกอบด้วยไบโอดีเซลร้อยละ 20 ผสมกับน้ำมันดีเซลร้อยละ 80

คุณภาพของไบโอดีเซลนอกจากจะขึ้นกับกระบวนการผลิตแล้วยังขึ้นกับชนิดของน้ำมันพืช ไขมันสัตว์ที่ใช้ เนื่องจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์แต่ละชนิดจะประกอบด้วยกรดไขมันประเภทต่าง ๆ ในปริมาณสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปกรดไขมันที่พบในไบโอดีเซลจะมีสายโซ่มากกว่า 10 ชนิด คือ (มีคาร์บอน C_{12} – C_{22}) และร้อยละ 90 จะมีสายโซ่คาร์บอนระหว่าง 16 – 18 ซึ่งบางครั้งอาจจะอยู่ในรูปของกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated) หรือเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated) หรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงพหุ (Polyunsaturated) โดยชนิดและปริมาณที่แตกต่างกันนี้จะมีอิทธิพลต่อสมบัติของไบโอดีเซลที่ได้ ไบโอดีเซลที่ดีจะผลิตจากวัตถุดิบที่มีกรดไขมันอิ่มตัวเท่านั้น (ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และอนุกูล จันทร์แก้ว. 2553 : 11 – 13)

2.1.1.2 ประเภทของไบโอดีเซล

โดยปกติแล้วไบโอดีเซลแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ ไบโอดีเซลประเภทนี้ใช้น้ำมันของพืชหรือไขมันจากสัตว์โดยตรง เช่น ใช้น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม หรือน้ำมันจากไขสัตว์ ป้อนลงไปในเครื่องยนต์ดีเซลโดยไม่ต้องผสมหรือเติมสารเคมีอื่นใด และสิ่งสำคัญของการใช้น้ำมันพืชโดยตรง คือ ต้องมีการอุ่นน้ำมันในทุกจุดที่มีน้ำมันผ่าน ได้แก่ ถังน้ำมัน ท่อทางเดินน้ำมัน ชุดกรองน้ำมัน อุณหภูมิของน้ำมันที่อุ่นอย่างน้อย 70 องศาเซลเซียส แนวทางในการนำน้ำมันพืชมาใช้โดยตรงเป็นวิธีการที่ได้น้ำมันในราคาที่ถูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำน้ำมันพืชซึ่งยังไม่ผ่านกระบวนการกลั่นมาใช้ แต่การที่จะนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมจำเป็นต้องอาศัยความร้อนในการหลอมเหลวไขแข็ง และลดความหนืดของน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันพืชจะมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 11 – 17 เท่า ที่อุณหภูมิต่ำน้ำมันพืชยิ่งมีความหนืดสูงขึ้นเป็นลำดับจนเกิดเป็นไข การที่น้ำมันพืชมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซลทำให้หัวฉีดน้ำมันฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยได้ยาก เกิดเป็นอุปสรรคต่อการป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ และเกิดการสันดาปไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้น้ำมันพืชยังมีคุณสมบัติที่ระเหยตัวกลายเป็นไอได้ช้าและน้อยมากยิ่งทำให้เกิดการระเบิดได้ยาก เครื่องยนต์ติดยาก และหลงเหลือคราบเขม่าเกาะที่หัวฉีด ผนังลูกสูบ แหวนและวาล์ว จึงทำให้เกิดความยุ่งยากเมื่อใช้น้ำมันพืชโดยตรงในเครื่องยนต์

2) ไบโอดีเซลแบบลูกผสม ไบโอดีเซลประเภทนี้เป็นการผสมน้ำมันพืชหรือน้ำมันจากสัตว์กับ “น้ำมันก๊าด” หรือ “น้ำมันดีเซล” เพื่อลดความหนืดของน้ำมันพืชลงให้ได้ไบโอดีเซลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด เช่น ไบโอดีเซลที่ผสมกับน้ำมันมะพร้าวเรียกว่า โคโคดีเซล (Cocodiesel) ซึ่งอำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นจุดกำเนิดของไบโอดีเซลในประเทศไทย ดังจะเห็นว่าในปี พ.ศ. 2542 เกิดวิกฤติราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ภาวะ เศรษฐกิจโดยรวมของประเทศชะลอตัวลงประกอบกับในช่วงเวลานี้ผลผลิตทางการเกษตรหลาย ๆ ชนิดล้นตลาดทำให้ราคาผลผลิตตกต่ำ จึงเป็นผลให้กลุ่มเกษตรกรต่าง ๆ ทำการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลไว้จำหน่ายเพื่อใช้กับเครื่องจักรกลทางการเกษตรต่าง ๆ ภายในชุมชน น้ำมันที่ได้จากวิธีการดังกล่าวเหมาะกับกรณีจำเป็นต้องการใช้น้ำมันอย่างเร่งด่วน และใช้กับ

เครื่องยนต์ที่ใช้งานหนักตลอดจนใช้งานในภูมิอากาศเขตร้อน อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันก๊าดและน้ำมันพืชขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของพื้นที่ใช้งาน โดยที่อัตราส่วนผสมมีตั้งแต่น้ำมันก๊าด 10 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันพืช 90 เปอร์เซ็นต์ จนถึงน้ำมันก๊าด 40 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันพืช 60 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมอยู่ที่ น้ำมันก๊าด 20 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันพืช 80 เปอร์เซ็นต์ ถ้าต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำมันพืชผสมน้ำมันก๊าดสามารถติดตั้งถังน้ำมันดีเซล หรือน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อใช้ในการสตาร์ทเครื่องยนต์ และตอนก่อนใช้งานเครื่องยนต์ซึ่งในปัจจุบันมีการนำไปใช้งาน แต่เนื่องจากราคาของน้ำมันก๊าดค่อนข้างสูงทำให้ใช้น้ำมันก๊าดน้อยเกินไป น้ำมันผสมที่ได้เมื่อนำไปใช้จึงเกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์จากปัญหาการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันผสม นอกจากนี้เพื่อใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลที่ไม่มีการดัดแปลงเครื่องยนต์จึงต้องเลือกชนิดของน้ำมันพืช ชนิดของตัวทำละลาย และสัดส่วนผสมที่เหมาะสมกับพื้นที่ ฤดูกาลที่ใช้เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้และไม่เกิดความยุ่งยากต่าง ๆ ตามมา เช่น การเกิดไขในท่อส่งน้ำมันทำให้เกิดการอุดตัน เป็นต้น

3) ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ ไบโอดีเซลประเภทนี้เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือน้ำมันพืชที่ใช้แล้วกับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล หรือเอทานอล โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็นกรดหรือด่าง โดยปกติในน้ำมันพืชประกอบไปด้วยกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid), Phospholipids, Sterols, น้ำ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ดังนั้นในการนำน้ำมันมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจำเป็นต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างให้เป็นสายโซ่ตรง และหนึ่งในกระบวนการนั้น คือ ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (หรือปฏิกิริยา Alcoholysis) เพื่อจะเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำมันจาก Triglycerides ให้เป็นโมโนอัลคิลเอสเตอร์ (Mono alkyl Ester) ได้แก่ เมทิลเอสเตอร์ (Methyl Ester) หรือเอทิลเอสเตอร์ (Ethyl Ester) และกลีเซอรีน (Glycerine หรือ Glycerol) (อาภาณี เหลืองนฤมิตชัย. 2549 : 2 – 3)

2.1.1.3 พืชที่สามารถนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตได้จากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ เช่น ปาล์ม มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน เมล็ดเรพ สบู่ดำ น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ที่ใช้แล้ว ซึ่งพืชน้ำมันเหล่านี้เป็นแหล่งทรัพยากรที่สามารถผลิตทดแทนได้ในธรรมชาติ

1) เมล็ดเรพ (Rape Seed) เรพมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ เหมือนกับเมล็ดงา เป็นพืชล้มลุกประเภทวัชพืชที่พบอยู่ทั่วไปในทวีปยุโรป มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Brassica Napus ในปี พ.ศ. 2525 ได้มีการริเริ่มคิดค้นกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) โดยใช้เมล็ดเรพที่สถาบัน Institute Of Organic Chemistry, Graz, Austria และได้รับการยอมรับจากผู้ใช้รถเป็นอย่างดี ปัจจุบันเมล็ดเรพเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซลมากที่สุดในยุโรป คือ มีส่วนแบ่งในการผลิตถึงร้อยละ 80 ของวัตถุดิบอื่น ๆ ทั้งหมด ซึ่งประเทศเยอรมันถือได้ว่าเป็นทั้งผู้นำในการนำไบโอดีเซลมาใช้แทนน้ำมันดีเซล และเป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้วัตถุดิบจากเมล็ดเรพนอกจากนี้ยังมีประเทศฝรั่งเศสและสเปนที่ใช้เมล็ดเรพและทานตะวันเป็นวัตถุดิบเช่นกัน (อีดูโซนดอทคอม. 2550)

2) ถั่วเหลือง (Soybean, Glycine Max (L.) Merrill) เป็นพืชน้ำมันที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตไบโอดีเซลมากที่สุดในสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีปริมาณการผลิตถั่วเหลืองสูงถึง 30 ล้านตันต่อปี นอกจากนี้ยังมีประเทศอิตาลีซึ่งนิยมใช้ถั่วเหลืองในการผลิตไบโอดีเซลเนื่องจาก

ราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาสูงขึ้น ไบโอดีเซลจากถั่วเหลืองสามารถที่จะลดการแพร่กระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการใช้น้ำมันดีเซลได้ถึงประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ และยังทำให้การหล่อลื่นของเครื่องยนต์ดีขึ้นด้วยเป็นการยืดอายุการใช้งาน และลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเครื่องยนต์ ไบโอดีเซลจากถั่วเหลืองสามารถผลิตได้เองไม่ต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้เกิดผลประโยชน์และผลกำไรในระยะยาว (สยามไบโอเอนเนอยีดอทคอม. ม.ป.ป.)

3) ปาล์มน้ำมัน (Oil Palm) เป็นพืชน้ำมันที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยขณะนี้ เนื่องจากเป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น คือ มีต้นทุนการผลิตต่ำให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง โดยปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้ำมันต่อไร่สูงกว่าเมล็ดเรพ ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไบโอดีเซลในประเทศแถบยุโรปถึง 5 เท่า และสูงกว่าถั่วเหลืองที่ใช้กันมากในสหรัฐอเมริกาถึง 10 เท่า เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นทนต่อผลกระทบจากภัยธรรมชาติ อีกทั้งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นานเป็นเวลา 20 ปี จึงทำให้ความต้องการน้ำมันปาล์มดิบในประเทศเพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวนมากในอนาคต ซึ่งประเทศที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดคือประเทศมาเลเซีย สำหรับความคุ้มค่าในการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันนั้น จากข้อมูลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร พบว่าโดยเฉลี่ยการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันมีผลตอบแทนกำไรต่อไร่สูงถึงประมาณ 4,000 บาทต่อปี จึงมีการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการปลูกปาล์มพันธุ์ดี ทดแทนพืชอื่น ๆ ที่มีรายได้ต่ำกว่า (สยามไบโอเอนเนอยีดอทคอม. ม.ป.ป.)

4) สบู่ดำ (Physic Nut) เป็นพืชน้ำมันอย่างหนึ่งที่ภาครัฐมีนโยบายส่งเสริมให้ปลูกเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลชุมชน เนื่องจากเป็นพืชที่เพาะปลูกง่ายไม่ต้องดูแลมาก ทนต่อสภาพแล้งและน้ำท่วมทำให้ปลูกได้ในพื้นที่ทั่วทุกภาคแม้แต่ในพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้น้อย สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ภายในหนึ่งปีหลังปลูกและมีอายุยืนกว่า 30 ปี อีกทั้งปลูกได้ในพื้นที่แห้งแล้ง น้ำมันที่บีบจากผลสบู่ดำสามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำสำหรับการเกษตรแทนน้ำมันดีเซลได้ทันที สบู่ดำเป็นพืชน้ำมันทางเลือกที่เหมาะสมอีกชนิดหนึ่งที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรระบุว่า หากมีการพัฒนาเมล็ดพันธุ์และมีวิธีดูแลการเพาะปลูกที่เหมาะสมแล้วจะสามารถให้น้ำมันต่อไร่ได้สูงถึงปีละ 300 ลิตร แต่ถ้าปลูกตามธรรมชาติจะได้ผลผลิตเพียงแค่ 100 ลิตรต่อไร่ต่อปีเท่านั้น ขณะที่ผลผลิตปาล์มให้น้ำมันปีละประมาณ 600 ลิตร แต่ต้องใช้เวลาปลูก 3 – 4 ปี และข้อดีอีกประการหนึ่ง คือการที่สบู่ดำเป็นพืชรับประทานไม่ได้ ซึ่งแตกต่างจากพืชน้ำมันชนิดอื่น จึงทำให้ราคาของสบู่ดำไม่ผันผวนโดยราคาสบู่ดำอยู่ที่ประมาณ 3 – 4 บาทต่อกิโลกรัม การสกัดต้องใช้จำนวนเมล็ดถึง 4 กิโลกรัม จึงจะได้น้ำมัน 1 ลิตร ทำให้ต้นทุนน้ำมันสบู่ดำอยู่ที่ 12 - 16 บาทต่อลิตร ซึ่งยังคงต่ำกว่าราคาน้ำมันปาล์มดิบที่มีราคาค่อนข้างผันผวนประมาณ 14 - 22 บาทต่อลิตร น้ำมันจากสบู่ดำที่สกัดได้นี้จะสามารถนำไปใช้กับเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่เป็นเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำได้ เช่น เครื่องปั่นไฟ รถอีแต๋น รถแทรกเตอร์หรือเครื่องสูบน้ำได้โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ แต่มีปัญหาด้านคุณภาพบางประการ อาทิ ค่าความหนืดที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลถึง 10 เท่า ทำให้ไม่สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบสูงทั่วไปได้จำเป็นต้องนำไปผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) แปลงเป็นไบโอดีเซล (B100) ก่อนนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลปกติเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง (สยามไบโอเอนเนอยีดอทคอม. ม.ป.ป.)

5) น้ำมันพืชใช้แล้ว (Used Cooking Oil) ในระหว่างที่ต้องรอการขยายพื้นที่เพาะปลูกปาล์มให้เพียงพอ วัตถุดิบอีกประเภทหนึ่งที่ควรส่งเสริมให้นำไปผลิตไบโอดีเซล คือ น้ำมันพืชใช้แล้ว ซึ่งนอกจากจะเป็นประโยชน์ด้านพลังงานแล้ว ยังช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสาธารณสุข โดยในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ทั่วโลกมีอัตราเฉลี่ยในการบริโภคน้ำมันพืชเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 4 ต่อปี ส่งผลให้ปัจจุบันมีการบริโภคน้ำมันพืชสูงกว่า 100 ล้านตันต่อปี เพราะวิถีการบริโภคที่หันมานิยมอาหารประเภทจานด่วน (Fast Food) ที่ปรุงด้วยการทอดมากขึ้น ผลที่ตามมา คือ มีน้ำมันพืชใช้แล้วจำนวนมากที่เหลือจากการปรุงอาหารซึ่งจำเป็นต้องหาวิธีจัดการไม่ว่าเป็นการกำจัด บำบัด หรือนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสาธารณสุข (สยามไบโอ-เอนเนอยีดอทคอม. ม.ป.ป.)

6) ทานตะวัน (Sunflower) ทานตะวันเป็นพืชที่ออกดอกแค่ปีละหนึ่งครั้ง (Annual Plant) อยู่ในแฟมิลี Asteraceae มีฐานรองกลุ่มดอก (Inflorescence) ขนาดใหญ่ ลำต้นโตได้สูงถึง 3 เมตร ฐานรองกลีบดอกอาจกว้างได้ถึง 30 เซนติเมตร ชื่อ "ทานตะวัน" ถูกใช้อ้างอิงถึงพืชทั้งหมดในจีนัส Helianthus ด้วยเช่นกัน ทานตะวัน เป็นพืชท้องถิ่นของอเมริกากลาง มีหลักฐานแสดงให้เห็นว่ามีการปลูกดอกทานตะวันในประเทศเม็กซิโกตั้งแต่ประมาณ 2,600 ปีก่อนคริสตกาล ทานตะวันเป็นพืชให้น้ำมันโดยสกัดจากเมล็ด น้ำมันดอกทานตะวันนิยมนำไปใช้ในการฟอกหนัง การประกอบอาหาร รวมไปถึงนำเมล็ดทานตะวันมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล (สยามไบโอเอนเนอยีดอทคอม. ม.ป.ป.)

7) สาหร่าย (Algae) เป็นพืชชั้นต่ำไม่มีส่วนที่เป็นราก ลำต้นและใบที่แท้จริง มีขนาดตั้งแต่เล็กมากมีเซลล์เดียวไปจนถึงขนาดใหญ่ประกอบด้วยเซลล์จำนวนมาก อาจเป็นเส้นสาย หรือมีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูงก็มีการแบ่งพวกสาหร่ายแบ่งตามรูปร่างลักษณะภายนอกหรือดูตามสี จึงมีสาหร่ายสีเขียว เขียวแกมน้ำเงิน น้ำตาลและสีแดง สาหร่ายสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ แหล่งที่อยู่ของสาหร่ายส่วนใหญ่อยู่ในน้ำทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม สถานการณ์การนำสาหร่ายมาผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยนั้นกำลังอยู่ในขั้นตอนของการวิจัย โดยผู้ที่ทำการวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากบริษัทการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) จำกัด ซึ่งร่วมมือกันกับมหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และไบโอเทค (BIOTEC) ซึ่งคาดว่าในปี พ.ศ. 2552 จะพัฒนาถึงขั้นผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล สภาพแวดล้อมในประเทศไทยเหมาะแก่การเพาะเลี้ยงสาหร่ายอย่างยิ่ง สาหร่ายใช้เวลาเลี้ยงเพียง 24 ชั่วโมงก็โตแล้ว ขณะที่พืชพลังงานต้องใช้เวลาเพาะปลูกนานถึง 6 – 7 ปี ถึงจะให้น้ำมันได้ หากเลี้ยงสาหร่ายในบ่อพื้นที่ขนาดเท่ากับพื้นที่ปลูกสบู่ดำ 1 ต้น เป็นเวลา 7 ปี สบู่ดำจะให้น้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ แต่จะได้น้ำมันจากสาหร่ายมากถึง 1,000 เปอร์เซ็นต์ และอาจเพียงพอกระทั่งผลิตส่งออกต่างประเทศได้ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อผลิตไบโอดีเซลจะบรรเทาภาวะโลกร้อนด้วยโดยใช้เป็นตัวกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ สาหร่ายต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงอยู่แล้ว เมื่อเราต้องเพาะเลี้ยงสาหร่ายจำนวนมากก็ต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สาหร่ายปริมาณมากด้วยเช่นกัน อาจดักก๊าซจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ ซึ่งเป็นวิธีลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศที่มีประสิทธิภาพเช่นกัน (สยามไบโอเอนเนอยีดอทคอม. ม.ป.ป.)

8) ละหุ่ง (Caster Oil) ศรีสุดา เตชะสาน (ม.ป.ป.) กล่าวว่า ละหุ่งเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย น้ำมันละหุ่งมีคุณสมบัติที่ดี คือ ไม่แห้งง่าย มีความเหนียวและหนืดดีกว่าน้ำมันชนิดอื่น ๆ จึงมีการนำเข้าน้ำมันละหุ่งไปใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น สี หมึกพิมพ์ พลาสติก เครื่องสำอาง น้ำมันหล่อลื่น และจาระบี ประเทศไทยส่งออกละหุ่งในรูปน้ำมันและผลิตภัณฑ์แปรรูป ได้แก่ ขี้ผึ้งเทียมและน้ำมันละหุ่งแห้งเร็ว (Dehydrated Castor Oil) มีมูลค่าปีละ 300 – 400 ล้านบาท แต่น้ำมันละหุ่งที่สกัดได้ยังไม่เพียงพอกับความต้องการของอุตสาหกรรมภายในประเทศ ทำให้ต้องมีการนำเข้าน้ำมันละหุ่งและเมล็ดละหุ่งจากต่างประเทศ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมต่อเนื่องปีละไม่น้อยกว่า 400 ล้านบาท

9) มะพร้าว (Coconut) ธัญพรรณ พลตื้อ (2556 : 3) กล่าวว่า มะพร้าวเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญปลูกได้ในทุกภาคของประเทศ โดยประเทศไทยสามารถผลิตได้เป็นอันดับ 5 ของโลก และมีการขยายตัวทุกปี แต่ผลผลิตของมะพร้าวมักนำมาทำเนื้อมะพร้าวแห้งจำหน่าย หากจะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลรัฐต้องเร่งส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมะพร้าวมากขึ้น

10) งา (Sesame) ผลผลิตจำนวน 65 เปอร์เซ็นต์ ส่งออกไปยังต่างประเทศ น้ำมันงามีคุณค่าทางโภชนาการสูงเหมาะแก่การนำไปปรุงอาหารมากกว่าที่จะใช้ผลิตไบโอดีเซลเพราะมีต้นทุนการผลิตสูง เมล็ดงามีประโยชน์มาก ประกอบด้วยน้ำมันระหว่าง 46.4 – 52.0 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนอยู่ 19.8 – 24.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัดส่วนที่ดีจึงเหมาะทำเป็นอาหารมีสารมีไธโอนีน และมีทริพโทแฟ็นสูง แคลเซียม โปตัสเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินบี และเหล็ก น้ำมันงาที่ดีได้มาจากการบีบโดยไม่ใช้ความร้อน (Cold Pressed) น้ำมันงาชนิดนี้ได้รับความนิยมอย่างสูง เพราะไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างของโมเลกุลน้ำมันและไม่มีสารเคมีตกค้าง (ภูมิดินดอทคอม. 2553)

11) น้ำมันถั่วลิสง (Peanut Oil) พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2556) กล่าวว่า ถั่วลิสงมีน้ำมันประมาณร้อยละ 47 - 50 น้ำมันถั่วลิสงมีกลิ่นเฉพาะตัวนกรดไขมันเด่นในน้ำมันถั่วลิสงคือกรดโอเลอิก (Oleic Acid) และกรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) สูงถึงร้อยละ 50 - 55 ของกรดไขมันทั้งหมด และมีกรดอราชิดิค (Arachidic Acid) อยู่สูงกว่าร้อยละ 1 ในขณะที่น้ำมันอื่น ๆ มีกรดไขมันชนิดนี้อยู่น้อยมาก

2.1.2 คุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงของไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลหรือเมทิลเอสเทอร์หรือเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ มีความหนืดใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลและมีความคงตัวความหนืดเปลี่ยนแปลงได้น้อยมาก เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน จุดวาบไฟของไบโอดีเซลมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลทำให้มีความปลอดภัยในการใช้และการขนส่ง นอกจากนั้นแล้ว ค่าซีเทนที่เป็นดัชนีบอกถึงคุณสมบัติการจุดติดไฟของไบโอดีเซลยังมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลด้วย (เชาวลิต ถาวรสิน และคณะ. 2549 : 30)

ตาราง 2.2 คุณสมบัติและค่าความร้อนของน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล

น้ำมัน	ความถ่วงจำเพาะที่ 21 องศาเซลเซียส (กรัมต่อลิตร)	ความหนืดที่ 21 องศาเซลเซียส (เซนติพอยส์)	ค่าความร้อน (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)
ถั่วเหลือง	0.918	57.2	39,350
ทานตะวัน	0.918	60.0	39,490
มะพร้าว	0.915	51.9	37,540
ถั่วลิสง	0.914	67.1	39,470
ปาล์ม	0.898	88.6	39,550
เมล็ดในปาล์ม	0.904	66.3	39,720
เมล็ดสบู่ดำ	0.915	36.9	39,000
น้ำมันดีเซล	0.845	3.8	46,800

(ที่มา : พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล, ไบโอดีเซล : พลังงานทางเลือก วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปีที่ 16 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2544)

สุพัทรา แตงทับทิม และสุภาวรัตน์ ผลินยศ (2556 : 11) กล่าวว่าโดยทั่วไปแล้วสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลได้ดังนี้

1) ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสะอาด ไม่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ทำให้ไอเสียที่ปล่อยออกจากเครื่องยนต์ไม่ก่อให้เกิดภาวะฝนกรด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เมื่อถูกเผาไหม้แล้วกำมะถันในน้ำมันดีเซลจะเปลี่ยนเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์และกรดซัลฟิวริกหรือกรดกำมะถัน ตามลำดับ เกิดเป็นมลพิษทางอากาศ เมื่อฝนตกจะชะล้างมลพิษเหล่านี้เกิดเป็นฝนกรดได้

2) น้ำมันดีเซลไม่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างโมเลกุล และมีองค์ประกอบของสาร Aromatic Compound มีถึงร้อยละ 20 – 40 และในขณะที่ไบโอดีเซลไม่มีสารประกอบประเภท Aromatic Compound แต่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างโมเลกุลถึงร้อยละ 10 – 12 ทำให้เมื่อใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ไอเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและมีควันดำต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล

3) ไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล จึงมีค่าการจุดระเบิดในเครื่องยนต์ช้ากว่าน้ำมันดีเซล

4) น้ำมันดีเซลไม่มีพันธะคู่ในโครงสร้างโมเลกุล ในขณะที่ไบโอดีเซลจะมีพันธะคู่ในน้ำมันพืช ซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันตามชนิดของน้ำมันพืชทำให้ไบโอดีเซลไม่เสถียรตัวเกิดออกซิเดชันได้เร็วกว่าน้ำมันดีเซล และมีระยะการเก็บรักษาหลังการผลิตสั้นกว่าน้ำมันดีเซล

5) ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้ช่วยลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ได้ดี ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติที่ต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันพืชเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอยู่ในโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์

ถึงร้อยละ 94 – 96 ของน้ำหนักโมเลกุล ทำให้คุณสมบัติของน้ำมันมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเป็นไปตามกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ ดังนั้นเมื่อนำน้ำมันชนิดนั้น ๆ มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีคุณสมบัติตามกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบนั้น ๆ ด้วย

2.1.3 คุณภาพของไบโอดีเซลที่มีผลต่อเครื่องยนต์

สุพัทรา แตงทับทิม และสุภาวรัตน์ ผลินยศ (2556 : 13 - 17) ได้กล่าวถึงคุณภาพของไบโอดีเซลต้องมีดังนี้

2.1.3.1 ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ จะเป็นสิ่งที่แสดงถึงความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลและการเกิดปฏิกิริยาการผลิตไบโอดีเซลที่สมบูรณ์ มาตรฐานกำหนดให้มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนักเมื่อปริมาณเอสเทอร์น้อยกว่าที่กำหนดชี้บอกถึงยังมีโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ หรือไตรกลีเซอไรด์อยู่ในไบโอดีเซลในปริมาณสูงกว่าที่กำหนด ส่งผลให้ความหนืดของไบโอดีเซลมีค่าสูงและเกี่ยวเนื่องกับการอุดตันในหัวฉีดหรือกระบอกสูบของรถยนต์

2.1.3.2 ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นเป็นอีกตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบระบบหัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ค่าความหนาแน่นเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณของพลังงานเชื้อเพลิง เมื่อค่าความหนาแน่นมีค่ามากก็จะให้พลังงานความร้อนมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณเดียวกัน ความหนาแน่นของไบโอดีเซลจากวัตถุดิบน้ำมันพืชแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณเมทานอลที่ตกค้างในไบโอดีเซลยังเป็นสาเหตุให้ความหนาแน่นมีค่าต่ำอีกด้วย

2.1.3.3 ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความหนืดเกี่ยวข้องกับการไหลการฉีดเป็นฝอยของหัวฉีดในห้องเผาไหม้ การฉีดเป็นฝอยขนาดเล็กจะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ความหนืดของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันพืชที่เป็นวัตถุดิบ ความหนืดยังเป็นดัชนีแสดงการเสื่อมสภาพของไบโอดีเซลเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันอีกทางหนึ่ง

2.1.3.4 จุดวาบไฟ เป็นค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดเมื่อเปลวไฟผ่านเหนือไอของน้ำมันแล้วทำให้น้ำมันติดไฟ มาตรฐานได้กำหนดให้มีค่าจุดวาบไฟมากกว่า 120 องศาเซลเซียส ปริมาณของเมทานอลที่หลงเหลือในไบโอดีเซลทำให้จุดวาบไฟมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานได้ จุดวาบไฟมีผลต่อการขนส่ง เคลื่อนย้ายและการจัดเก็บ ปริมาณเมทานอลที่ยังคงเหลืออยู่ในไบโอดีเซลในปริมาณมากกว่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้จุดวาบไฟมีค่าต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

2.1.3.5 กำมะถัน น้ำมันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ เนื่องจากน้ำมันดิบที่ใช้ในการผลิตมักมีองค์ประกอบของกำมะถันต่ำกว่า 15 ส่วนในล้านส่วน องค์ประกอบกำมะถันในน้ำมันเมื่อถูกเผาไหม้จะเปลี่ยนเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งถูกปล่อยออกมาพร้อมไอเสียจากเครื่องยนต์และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.1.3.6 กากถ่าน (มีร้อยละ 10 ของกากที่เหลือจากการกลั่น) ซึ่งปริมาณกากถ่านมีความสัมพันธ์กับปริมาณกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระ สบู่ ตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ยังหลงเหลืออยู่ในไบโอดีเซล หากมีปริมาณกากถ่านสูงกว่าข้อกำหนด ชี้บอกถึงยังมีสารต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นหลงเหลืออยู่ในไบโอดีเซล นอกจากนั้นยังแสดงถึงแนวโน้มของปริมาณกากถ่านที่เหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ กากถ่านมีผลต่อการอุดตันในหัวฉีดหรือที่ลูกสูบทำให้กำลังของเครื่องยนต์ลดลง เครื่องยนต์สกปรกและต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องบ่อยครั้ง

2.1.3.7 เถ้าซัลเฟต เกิดจากการเผาไหม้ของสารปนเปื้อนในไบโอดีเซล เนื่องมาจากการตกค้างของสบู่และตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณเถ้าซัลเฟตมีผลต่อการอุดตันในเครื่องยนต์

2.1.3.8 น้ำ ปริมาณน้ำในน้ำมันทำให้การเผาไหม้ไม่ดี นอกจากนั้นน้ำในไบโอดีเซลยังเป็นสาเหตุให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลติกระหว่างน้ำกับเอสเทอร์เกิดเป็นกรดไขมันอิสระ ซึ่งส่งผลต่อการกัดกร่อนในเครื่องยนต์ และเป็นตัวเร่งให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในถังเก็บน้ำมันซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หัวฉีดอุดตัน

2.1.3.9 สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด สารปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำมันไบโอดีเซลส่วนใหญ่เป็นผลมาจากกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน และปฏิกิริยาข้างเคียง เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสบู่ของกรดไขมันอิสระและตัวเร่งปฏิกิริยาเบส ตัวเร่งปฏิกิริยาและสารที่ไม่สะปอนิฟาย ได้แก่ ไขมันที่ไม่อยู่ในรูปของกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์อย่างแข็ง สารประกอบแคโรทีน วิตามินและอื่น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุดิบน้ำมันพืชเริ่มต้น โดยทั่วไปสิ่งปนเปื้อนทั้งหมดจะถูกกำจัดออกจากไบโอดีเซลในขั้นตอนการล้างน้ำ สิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลมีผลเสียต่อเครื่องยนต์หลายด้าน เช่น คุณสมบัติด้านความเสถียรของไบโอดีเซลระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากสารประกอบของสารที่ไม่สะปอนิพายเปลี่ยนสภาพกลายเป็นสารที่มีผลในการลดคุณสมบัติด้านความเสถียรของไบโอดีเซล

2.1.3.10 การกัดกร่อนแผ่นทองแดง แสดงการกัดกร่อนของน้ำมันต่อโลหะที่ใช้เป็นชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ดีเซลเนื่องจากปริมาณกรด เช่น กรดไขมันอิสระ และสารประกอบซัลเฟอร์ในน้ำมัน ซึ่งค่าการกัดกร่อนนี้มีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์

2.1.3.11 ค่าของกรด แสดงความเป็นกรดในน้ำมันไบโอดีเซลเป็นผลมาจากปริมาณกรดไขมันอิสระในวัตถุดิบน้ำมันพืชและปริมาณกรดที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งมีผลต่อการกัดกร่อนในเครื่องยนต์ทำให้อายุการใช้งานของปั๊ม และไส้กรองน้ำมันลดลงนอกจากนี้ยังแสดงถึงการเสื่อมสภาพของน้ำมัน เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลติกจากปริมาณน้ำที่ปนอยู่ในน้ำมันและผลของสภาวะในการจัดเก็บ

2.1.3.12 กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเทอร์ แสดงถึงพันธะคู่หรือความไม่อิ่มตัวของไบโอดีเซลซึ่งมีแนวโน้มทำให้เกิดพอลิเมอร์ในเครื่องยนต์ทำให้เกิดการอุดตัน และการเสื่อมสภาพของน้ำมันเครื่อง ปริมาณกรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเทอร์ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันพืชที่เลือกมาใช้เป็นวัตถุดิบ

2.1.3.13 เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น โดยที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจากการเกิดสารประเภทเพอร์รอกไซด์ (Peroxide Linkage) ขึ้น ระหว่างพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่อยู่ในโครงสร้างของไบโอดีเซล ปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดเมื่อน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ โดยที่ความร้อนและแสงแดดมีผลช่วยเร่งปฏิกิริยาในขณะที่โลหะ เช่น ทองแดง และตะกั่ว ก็เป็นตัวเร่งให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเร็ว ผลของปฏิกิริยาทำให้เกิดสารพอลิเมอร์และเกิดของแข็งที่ไม่ละลายในไบโอดีเซล เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้จะขึ้นกับประเภทและคุณสมบัติของน้ำมันพืชที่เป็นวัตถุดิบแล้วยังขึ้นกับกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยโดยกระบวนการผลิตที่มีการให้ความร้อนสูง

แก่ไบโอดีเซลเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลให้เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้มีค่าสูงกว่า 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

2.1.3.14 ค่าไอโอดีน แสดงพันธะคู่ในน้ำมันซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของน้ำมันพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ค่าไอโอดีนต่ำแสดงถึงการมีสัดส่วนกรดไขมันอิ่มตัวในโครงสร้าง ไบโอดีเซลสูงทำให้ไม่มีแนวโน้มในการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนี้ค่าไอโอดีนยังมีความสัมพันธ์กับจุดขุ่น ซึ่งแสดงถึงอุณหภูมิที่น้ำมันเริ่มเป็นไขหรือจับตัวเป็นก้อนแข็ง ไบโอดีเซลที่มีค่าไอโอดีนต่ำจะมีจุดขุ่นสูงซึ่งมีผลต่อการใช้งานสภาพอากาศเย็น ไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบมีค่าไอโอดีน 50 – 55 ประกาศกรมธุรกิจพลังงานกำหนดให้ค่าไอโอดีนไม่สูงกว่า 120 กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม

2.1.3.15 เมทานอล เป็นสารตั้งต้นที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลซึ่งจำเป็นต้องกำจัดออกให้หมดก่อนนำไบโอดีเซลออกจำหน่ายจึงมีปริมาณต่ำในผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซล จุดวาบไฟขั้นต่ำของไบโอดีเซลคือ 130 องศาเซลเซียส เมทานอลมีจุดวาบไฟต่ำ ถ้ายังมีเมทานอลปะปนอยู่ในไบโอดีเซลจะทำให้ไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟต่ำลงด้วย ซึ่งมีผลต่อความปลอดภัยในการเก็บรักษา การขนส่ง และการนำมาใช้ในเครื่องยนต์ เมทานอลมีค่าเข้มข้นมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์จะมีผลกระทบต่อค่าซีเทน และความหล่อลื่นของน้ำมัน

2.1.3.16 ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ จะแสดงถึงความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตร-กลีเซอไรด์ที่เหลือ จากการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันที่ไม่สมบูรณ์ส่งผลให้เกิดการอุดตันบริเวณหัวฉีด กระบอกสูบ และวาล์วภายในเครื่องยนต์

2.1.3.17 กลีเซอรีนอิสระ ปริมาณของกลีเซอรีนที่คงยังเหลืออยู่ในน้ำมันไบโอดีเซลเนื่องมาจากการแยกกลีเซอรีนไม่สมบูรณ์ ทำให้มีปัญหาการแยกชั้นของกลีเซอรีนในการจัดเก็บไบโอดีเซล รวมถึงการสะสมที่บริเวณด้านล่างของถังน้ำมัน กลีเซอรีนมีผลต่อการอุดตันที่หัวฉีดและระบบลำเลียงน้ำมัน

2.1.3.18 กลีเซอรีนทั้งหมด คือปริมาณของกลีเซอรีนอิสระ และปริมาณกลีเซอรีนในโมเลกุล โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ที่เจือปนในองค์ประกอบไบโอดีเซล ซึ่งเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันไม่สมบูรณ์ มีผลก่อให้เกิดการอุดตันที่บริเวณหัวฉีดและไส้กรอง รวมถึงปัญหาในการใช้งานในสภาพอากาศที่เย็น กลีเซอรีนที่ได้นี้อาจมีปริมาณ 5-20 เปอร์เซ็นต์ (สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2557)

2.1.3.19 โลหะกลุ่ม 1 (โซเดียมและโปตัสเซียม) โลหะกลุ่ม 2 (แคลเซียมและแมกนีเซียม) เป็นการวัดปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเบส สบู่ และโลหะหนักจากน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการล้างไบโอดีเซลที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซล แคลเซียมยังมีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีสำหรับกระบวนการพอลิเมอร์ไรซ์ของเอสเทอร์อีกด้วย ข้อกำหนดลักษณะและคุณสมบัติของไบโอดีเซลตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานที่กำหนดให้ ปริมาณกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 มีค่าไม่สูงกว่าอย่างละ 5.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.1.3.20 ฟอสฟอรัส เป็นสารปนเปื้อนอยู่ในวัตถุดิบน้ำมันพืชตั้งแต่เริ่มต้น หากไม่ทำการกำจัดออกไปจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล จะทำให้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีฟอสฟอรัสปะปนอยู่ด้วย ซึ่งจะทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์คะตะไลติกส์ คอนเวอเตอร์ (Catalytic Converter) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการแพร่มลพิษ จากการที่มาตรฐานของการแพร่มลพิษเป็นกฎและข้อบังคับมากขึ้น อุปกรณ์คะตะไลติกส์ คอนเวอเตอร์ (Catalytic Converter) จึงถือเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในเครื่องยนต์ดีเซล

2.1.4 มาตรฐานไบโอดีเซล

ตาราง 2.3 กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549

ที่	ข้อกำหนด		อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ
1	ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ไม่ต่ำกว่าและไม่สูงกว่า	860 900	ASTM D 1298
2	ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	เซนติสโตกส์	ไม่ต่ำกว่าและไม่สูงกว่า	1.9 8.0	ASTM D 445
3	จุดวาบไฟ	องศาเซลเซียส	ไม่ต่ำกว่า	120	ASTM D 93
4	กำมะถัน	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า	0.0015	ASTM D 2622
5	จำนวนซีเทน		ไม่ต่ำกว่า	47	ASTM D 613
6	เถ้าซัลเฟต	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า	0.02	ASTM D 874
7	น้ำและตะกอน	ร้อยละโดยปริมาตร	ไม่สูงกว่า	0.2	ASTM D 2709
8	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง		ไม่สูงกว่า	หมายเลข 3	ASTM D 130
9	ค่าความเป็นกรด	มิลลิกรัมโปตัสเซียม-ไฮดรอกไซด์ต่อกรัม	ไม่สูงกว่า	0.80	ASTM D 664
10	กลีเซอรีนอิสระ	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า	0.02	ASTM D 6584
11	กลีเซอรีนทั้งหมด	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า	1.5	ASTM D 6584

ตาราง 2.3 (ต่อ) กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549

ที่	ข้อกำหนด		อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ
12	สี			ม่วง	ตรวจพินิจด้วยสายตา
13	สารแต่งเติม (ถ้ามี)		ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน		

(ที่มา : กรมธุรกิจพลังงาน. 2549)

ตาราง 2.4 คุณสมบัติของไบโอดีเซล

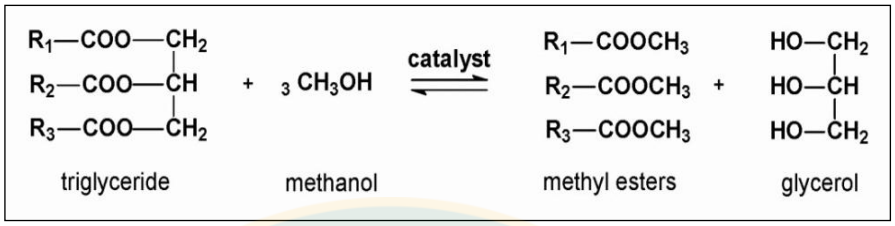
ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ
ค่าความถ่วงจำเพาะ	0.860 – 0.900
ค่าความหนืด ที่ 40 องศาเซลเซียส	ไม่เกิน 6
จุดวาบไฟ	มากกว่า 100 องศาเซลเซียส
จุดไหลเท	0 – 15 องศาเซลเซียส
ค่าความร้อน	33,300 กิโลจูลต่อลิตร
ค่าความเป็นกรด	6.8 – 7.3

(ที่มา : สำนักวิชาการพลังงานภาค 1 กระทรวงพลังงาน. 2554)

2.1.5 ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน

เนื่องจากน้ำมันพืชทั่วไปเป็นสารประกอบประเภทไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งตามธรรมชาติจะมีความหนืดสูง โดยมีผลมาจากการที่มวลโมเลกุลใหญ่ สามารถนำมาทำให้มวลโมเลกุลเล็กลง เพื่อความหนืดลดลงได้โดยใช้กระบวนการที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) ซึ่งจะได้น้ำมันที่มีความหนืดลดลง

ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) คือ ปฏิกิริยาแตกพันธะของเอสเทอร์ด้วยแอลกอฮอล์โดยมีกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ เอสเทอร์และกลีเซอรีน ในทางทฤษฎีการเกิดปฏิกิริยาโดยสมบูรณ์จะต้องใช้อัตราส่วนโดยโมลของแอลกอฮอล์กับน้ำมันเป็น 3 : 1 แอลกอฮอล์ที่ใช้ได้แก่ เมทานอลหรือเอทานอล โดยเมทานอลมักนิยมใช้มากกว่าเนื่องจากมีราคาถูก และเป็นแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลเล็กทำให้สามารถทำปฏิกิริยากับไขมันหรือน้ำมันได้ง่าย นอกจากนี้ถ้าใช้โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาก็สามารถละลายโปตัสเซียม-ไฮดรอกไซด์ในเมทานอลในระหว่างการเตรียมสารได้ง่ายด้วย (ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และอนุกูล จันทร์แก้ว. 2553 : 27)



ภาพประกอบ 2.1 ปฏิกิริยาระหว่างไขมันหรือน้ำมันกับแอลกอฮอล์
(ที่มา : Donald B Halcom, Ph.D.)

2.1.5.1 ชนิดของสารเร่งที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล

การใช้กรด เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการปฏิกิริยาทรานซ์เอสเทอริฟิเคชัน อาทิเช่น ซัลฟูลิก (Sulfuric) ฟอสฟอริก (Phosphoric) ไฮโดรคลอริก (Hydrochloric) กรดซัลโฟนิก (Sulfonic Acid) แต่กระบวนการเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าการใช้เบสเป็นตัวเร่ง เหมาะสำหรับกลีเซอไรด์ที่มีปริมาณค่ากรดไขมันอิสระสูงมาก

การใช้เบส เพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium Hydroxide) คาร์บอเนต (Carbonates) เป็นต้น โดยจะมีการเร่งปฏิกิริยาที่เร็วกว่าการใช้กรดหลายเท่าตัวจึงมักนิยมใช้วิธีการนี้มากในการผลิตไบโอดีเซล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ซึ่งมีราคาถูกกว่าสารอื่น ๆ (พาราไซแอนติฟิกดอทคอม. 2547)

2.1.5.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน

1) น้ำหรือความชื้น การที่มีความชื้นในไขมันจะทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไขมันหรือน้ำมัน โดยน้ำจะเป็นสาเหตุให้เกิดสบู่และสบู่ที่เกิดขึ้นจะปนกับเอสเทอร์และกลีเซอรีนที่ได้ทำให้สารละลายผสมทั้ง 2 มีความหนืดสูงขึ้น อาจส่งผลให้การแยกกลีเซอรีนออกจากเอสเทอร์ได้ยากขึ้น วิธีป้องกันคือ แอลกอฮอล์ ไขมันหรือน้ำมัน ควรมีน้ำหรือความชื้นปนน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย เพื่อทำให้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันเกิดได้สมบูรณ์

2) ตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ทั้งกรดและเบส ตัวเร่งปฏิกิริยาที่นิยมใช้คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นเบส เนื่องจากเบสมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงและให้ผลดีที่อุณหภูมิต่ำกว่าการใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในกรณีที่ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้เป็นเบสควรใช้เร่งปฏิกิริยาที่สอดคล้องกับแอลกอฮอล์ เช่น ถ้าใช้เอทานอลตัวเร่งปฏิกิริยาควรใช้เป็นโซเดียมเมทอกไซด์ (Sodium Methoxide) หรือโซเดียมเอทอกไซด์ (Sodium Ethoxide) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพมากกว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ เนื่องจากปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นจากการใช้โซเดียมเอทอกไซด์จะมีปริมาณน้อยกว่าการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นกรดพบว่ามีข้อเสียหลายประการ ได้แก่ ภาชนะที่ใช้ก็ต้องมีความทนทานต่อการกัดกร่อนของกรด อัตราส่วนของแอลกอฮอล์ต่อไขมันที่ใช้ต้องสูง อุณหภูมิสูง และใช้เวลานานในการทำปฏิกิริยา

3) เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าสูงในระยะแรกของปฏิกิริยาและลดลงเมื่อเวลาเพิ่ม ดังนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมจึงจำเป็นในการผลิตเชื้อเพลิงดีเซลในเชิงพาณิชย์

4) อุณหภูมิ ในกระบวนการทำปฏิกิริยาทรานซ์เอสเทอริฟิเคชันอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิที่ใช้สูงเกินจุดเดือดของแอลกอฮอล์จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาต่ำลงและทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง

5) ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยามีผลต่อปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่ต่ำและที่สูงเกินไปจะทำให้ได้ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ต่ำ ดังนั้นปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมจะมีค่าคงที่ค่าหนึ่งเท่านั้น นอกจากนั้นถ้าปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยามีค่ามากจะทำให้ตัวเร่งที่เกินมาไปทำปฏิกิริยากับน้ำมันทำให้เกิดปฏิกิริยาสปอนนิ-ฟิเคชัน (Saponification) หรือเกิดสบู่

6) สัดส่วนของแอลกอฮอล์ต่อน้ำมัน สัดส่วนของแอลกอฮอล์ต่อน้ำมันมีผลต่อปริมาณของเอสเทอร์ที่เกิดขึ้น โดยตามทฤษฎีสัดส่วนโดยโมลของแอลกอฮอล์ต่อน้ำมันจะเท่ากับ 3 : 1 ในทางปฏิบัติจะต้องใช้ปริมาณของแอลกอฮอล์มากกว่าทฤษฎี เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ซึ่งปกติจะใช้อัตราส่วนของแอลกอฮอล์ต่อน้ำมันระหว่าง 6 : 1 ถึง 15 : 1 ดังนั้น จะมีแอลกอฮอล์เหลือจากการทำปฏิกิริยา ซึ่งจะต้องมีระบบการกลั่นเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และอนุกูล จันทร์แก้ว. 2553 : 27 - 29)

2.1.6 ประโยชน์ของการใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์

โครงการวิจัยและพัฒนาน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซล กองทัพเรือ ได้อธิบายไว้ว่าการใช้น้ำมันพืชเพื่อทดแทนน้ำมันจากฟอสซิลในเครื่องยนต์ในประเทศไทย ได้รับความสนใจมาเป็นเวลานานแล้ว และเมื่อมีการประชาสัมพันธ์เรื่องการใช้น้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์ทดแทนน้ำมันดีเซลตามแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พสกนิกรรวมทั้งหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนก็ร่วมมือกันทดลองใช้อย่างกว้างขวางและหลากหลายรูปแบบ

การใช้น้ำมันพืชเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซลนั้นสามารถทำได้หลายแนวทาง สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ ต้องลดความหนืดของน้ำมันพืชให้ต่ำลงมาอยู่ในระดับเดียวกันกับน้ำมันดีเซล (โดยทั่วไปความหนืดควรต่ำกว่า 4.2 เซนติสโตก ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ผู้ใช้ก็ควรคำนึงถึงคุณสมบัติด้านอื่น ๆ ของน้ำมันพืชด้วย เช่น ค่าซีเทน ค่าไหลเท เป็นต้น

การผสมไบโอดีเซลในระดับร้อยละ 1 – 2 สามารถช่วยเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นให้กับน้ำมันดีเซลจากผลการทดลองของสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) พบว่าการเติมน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วและน้ำมันมะพร้าวในอัตราร้อยละ 0.5 สามารถเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นได้ถึง 2 เท่า ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้นเนื่องจากในไบโอดีเซลมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณร้อยละ 10 ทำให้การผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอและเป็นการเพิ่มอัตราส่วนปริมาตรของอากาศต่อน้ำมันได้เป็นอย่างดี จึงทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น ถึงแม้ว่าค่าความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลจะต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณร้อยละ 1 แต่ข้อด้อยนี้ไม่มี

ผลกระทบต่อการใช้งาน เพราะการใช้ไบโอดีเซลทำให้การเผาไหม้ดีขึ้นจึงทำให้กำลังเครื่องยนต์ไม่ลดลง

2.1.7 ผลกระทบของไบโอดีเซลที่มีต่อเครื่องยนต์

เนื่องจากน้ำมันไบโอดีเซลตามมาตรฐานสากลนั้น มีคุณสมบัติเทียบเคียงได้กับน้ำมันดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปิโตรเลียม ดังนั้นผลกระทบต่อเครื่องยนต์ถือได้ว่าไม่มีผลทางด้านลบหรือกรณีของเครื่องยนต์เก่าอาจมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนซีลยางบางส่วนเท่านั้นเอง โดยทั่วไปการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในต่างประเทศนั้นนิยมนำไปผสมเป็นสูตรต่าง ๆ เช่น

B2 (ไบโอดีเซล 2 เปอร์เซ็นต์ : ดีเซล 98 เปอร์เซ็นต์) มีจำหน่วยทั่วไปในมลรัฐมินนิโซตา ประเทศสหรัฐอเมริกาและบังคับใช้ทั้งมลรัฐในปี พ.ศ. 2548

B5 (ไบโอดีเซล 5 เปอร์เซ็นต์ : ดีเซล 95 เปอร์เซ็นต์) มีจำหน่ายทั่วไปในประเทศฝรั่งเศสโดยกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำมันดีเซลที่จำหน่ายเป็นน้ำมันสูตร B5

B20 (ไบโอดีเซล 20 เปอร์เซ็นต์ : ดีเซล 80 เปอร์เซ็นต์) เป็นน้ำมันผสมที่คณะกรรมการไบโอดีเซลแห่งชาติ และสำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกาแนะนำให้ใช้ตามกฎหมายยานยนต์เชื้อเพลิงทดแทนของประเทศ (Alternative Motor Fuels Act : AMFA 1988) ปัจจุบันนิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาโดยเฉพาะรถของบริษัทและรถของหน่วยราชการกว่า 147 แห่ง รวมทั้งการใช้ยานยนต์ในพื้นที่ที่ต้องคำนึงมลพิษเป็นพิเศษ เช่น รถรับส่งนักเรียน รถประจำทาง เรือ หรือเครื่องจักรกลที่ใช้ในเหมืองแร่ ทั้งนี้ได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ผลิตระบบหัวฉีดน้ำมันและเครื่องยนต์

B40 (ไบโอดีเซล 40 เปอร์เซ็นต์ : ดีเซล 60 เปอร์เซ็นต์) เป็นสูตรที่ใช้ในรถขนส่งมวลชนในประเทศฝรั่งเศสทั้งนี้เพื่อผลในการลดมลพิษ

B100 (ไบโอดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์) เป็นน้ำมันไบโอดีเซลร้อยละ 100 ที่ใช้ในประเทศเยอรมนีและออสเตรียโดยได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่ของประเทศ

สำหรับการใช้น้ำมันมะพร้าวสูตรภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีการผสมน้ำมันก๊าด ร้อยละ 5 เพื่อลดความหนืดนั้น ควรทำความสะอาดถังน้ำมันก่อนใช้ รวมทั้งระมัดระวังการอุดตันของกรองน้ำมันในช่วงอากาศเย็น ในอนาคตการใช้ไบโอดีเซลจะได้รับความนิยมมากขึ้นตามลำดับ การพัฒนาโครงการไบโอดีเซลในประเทศถือได้ว่าเป็นการพัฒนาเพื่อการพึ่งพาตนเองตามแนวทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอย่างแท้จริง (วารสารประสิทธิภาพพลังงาน ปีที่ 13 ฉบับที่ 61 เมษายน – กันยายน พ.ศ. 2546 หน้า 86 - 88)

2.1.8 โซเดียมไฮดรอกไซด์

โซดาไฟ (Caustic Soda) พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 นิยามว่า คือ สารประกอบชนิดหนึ่งชื่อ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นของแข็งสีขาว ดูดความชื้นดีมาก ละลายน้ำได้ดี ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำสบู่ ไหมเรยอง โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) เป็นสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนเนื่องจากคุณสมบัติเป็นเบสแก่ ประกอบด้วยโลหะโซเดียมและเบสไฮดรอกไซด์ใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ น้ำดื่ม สบู่และผงซักฟอก นอกจากนั้นยังใช้เพื่อปรับสภาพน้ำทิ้งที่มีฤทธิ์เป็นกรดให้เป็นกลางก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. 2556)

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือโซดาไฟ เป็นของแข็งลักษณะผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่ระเหย ไม่ติดไฟ น้ำหนักโมเลกุล 40.01 เป็นด่างแก่ จุดหลอมเหลว 318 องศาเซลเซียส ความถ่วงจำเพาะ 2.13 ละลายน้ำได้ดีและเกิดความร้อนสูง และมีควันหรือละอองสาร เมื่อถูกความชื้นจะเยิ้มได้ง่าย สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการณ์มักอยู่ในรูปของแข็งเป็นเม็ด (Pellets) ทางอุตสาหกรรมอาจอยู่ในรูปของเหลวละลายน้ำชนิดเข้มข้นเป็นแผ่นหรือเป็นแท่งทำปฏิกิริยากับกรดได้เกลือของสารและทำปฏิกิริยากับกรดไขมันได้สบู่ นอกจากนี้ยังทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศได้ง่ายเกิดโซเดียมคาร์บอเนต สารนี้ได้จากการผ่านกระแสไฟฟ้าในน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งโซเดียมอิออนจะไปที่ขั้วบวก (Cathode) ซึ่งมีแผ่นแอสเบสตอสป้องกันคลอรีนแล้วทำปฏิกิริยากับน้ำปลดปล่อยก๊าซไฮโดรเจนได้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ไทยอีดิทอเรียลดอทคอม. 2553)

อันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) มีฤทธิ์กัดกร่อนเนื้อเยื่อรุนแรงโดยทำปฏิกิริยากับโปรตีนและไขมันทำให้บริเวณนั้นอ่อนนุ่มกลายเป็นวุ้นหรือเจลาตินและสบู่ เนื้อเยื่อถูกทำลายหรือถูกกัดลึกลงไป ซึ่งการทำลายอาจต่อเนื่องหลายวัน ล้างน้ำออกได้ยาก การหายใจเอาไอหรือละอองสารทำให้ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้จาม ปวดคอ น้ำมูกไหล ปอดอักเสบรุนแรง หายใจขัด การสัมผัสถูกผิวหนัง จะระคายเคืองรุนแรง เป็นแผลไหม้และพุพองได้ การกลืนกินทำให้แสบไหม้บริเวณปาก คอ กระเพาะอาหาร เกิดแผลและเลือดออกในกระเพาะอาหาร อาเจียน ท้องร่วง เสียชีวิตได้ หากสัมผัสถูกตาจะมีฤทธิ์กัดกร่อน ระคายเคืองรุนแรง เป็นแผลไหม้อาจทำให้มองไม่เห็นจนถึงขั้นตาบอดได้ โซเดียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับโลหะเกิดก๊าซไฮโดรเจนที่ไวไฟและต้องหลีกเลี่ยงความชื้น ฝุ่น น้ำ กรด ของเหลวไวไฟ ไตรคลอโรเอทิลีน ซึ่งอาจเกิดไฟไหม้หรือระเบิดได้ (ไทยอีดิทอเรียลดอทคอม. 2553)

2.1.9 เมทานอล

เมทานอล (Methanol) หรือ เมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl Alcohol) มีสูตรโครงสร้างแบบย่อ CH_3OH น้ำหนักโมเลกุล 32.05 กรัมต่อโมล จุดหลอมเหลว -97 องศาเซลเซียส จุดเดือด 64.7 องศาเซลเซียส เป็นของเหลวใส ระเหยง่ายเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการกลั่นทางปิโตรเคมี นิยมใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมการทำเฟอร์นิเจอร์ เช่น สีทาไม้ น้ำมันเคลือบเงา ยาลอกสี ฯลฯ และใช้เป็นเชื้อเพลิงในธรรมชาติ เมทานอลเป็นผลิตภัณฑ์จากการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียหลายชนิด ซึ่งเมทานอลจะระเหยออกสู่อากาศภายนอก แล้วสลายตัวได้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ หากเราเผาเมทานอลกับอากาศ จะได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ดังสมการด้านล่างนี้

$$2CH_3OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 4H_2O \qquad (2.1)$$

ซึ่งเปลวไฟที่ได้จากการเผาเกือบจะมองไม่เห็นเลย ดังนั้น จึงควรระมัดระวังหากต้องมีการใช้เมทานอลเป็นเชื้อเพลิง ประโยชน์เมทานอลส่วนใหญ่ นำไปเป็นสารฟอร์มาล์ดีไฮด์ เพื่อผลิตพลาสติก ไม้อัด สี วัตถุระเบิด และการจัดกลีบผ้าถาวร สารแปรรูปของเมทานอลถูกนำไปผสมกับ LPG เพื่อใช้ในครัวเรือน หรือผสมกับน้ำมันดีเซลทำเป็นไบโอดีเซล (วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. 2556)

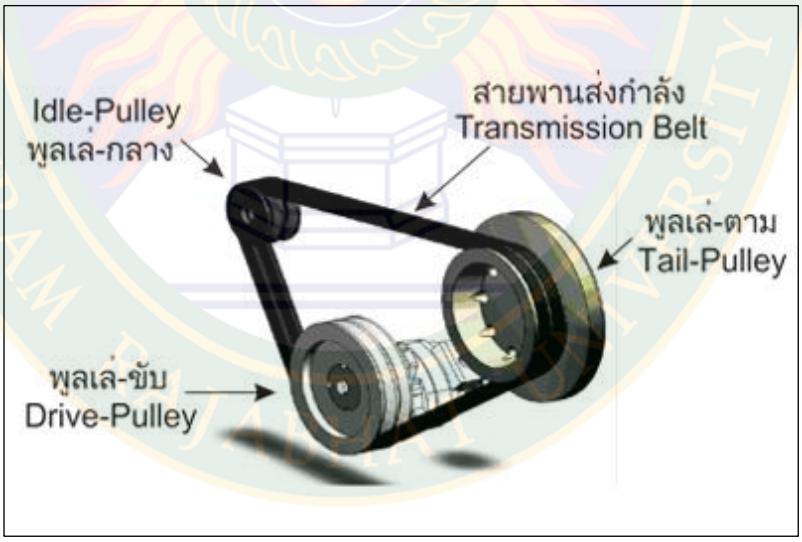
ความเป็นพิษในร่างกายถือได้ว่ามีพิษมาก โดยเมทานอลสามารถดูดซึมได้ทางผิวหนัง ลมหายใจ ผู้ที่สูดดมเข้าไประคายเคืองต่อทางเดินหายใจทำให้หลอดลมอักเสบ หลอดคออักเสบ การระคายเคืองต่อเยื่อบุตา ทำให้เยื่อบุตาอักเสบ ถ้าหายใจเอาเมทานอลเข้าไปมาก ๆ จะทำให้เกิดการปวดท้อง เวียนหัว คลื่นไส้ อาเจียน กล้ามเนื้อกระดูก หายใจลำบาก การมองเห็นจะผิดปกติจนอาจทำให้ ตาบอดได้ แต่หากดื่มเข้าไป ทางเดินอาหารจะดูดซึมและกระจายเข้าสู่กระแสเลือดทันที มีผลให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน เห็นภาพไม่ชัด มีผลต่อประสาทตาอาจทำให้ตาบอด ที่สำคัญยังมีผลต่อระบบหายใจทำให้ไตอักเสบ กล้ามเนื้อตับตายหรือโลหิตเป็นพิษ อันตรายถึงขั้นเสียชีวิตในที่สุด (มายเฟิร์สเบรนดอทคอม. 2556)

2.1.10 สายพานส่งกำลัง (Transmission Belt)

ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอสพีพี ซัพพลาย โปรดักส์ (2555) ให้ข้อมูลไว้ว่า สายพานส่งกำลัง (Transmission Belt) เป็นอีกหนึ่งชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล เครื่องยนต์ ระบบกำลังขับเคลื่อน เกิดการขับเคลื่อนจากแหล่งพลังงานกลที่หนึ่ง ให้เกิดพลังงานกลเคลื่อนที่อีกที่หนึ่ง หรือสรุปง่ายก็คือใช้ส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง ลักษณะเช่นเดียวกับเฟืองส่งกำลัง สายพาน (Belt) เป็นที่นิยมนำมาใช้งานอย่างมากในโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรกล เครื่องยนต์ เครื่องมือการเกษตร ฯลฯ

2.1.10.1 หลักการทำงานสายพานส่งกำลัง (Basic of Transmission Belt)

สายพานส่งกำลัง (Transmission Belt) จะทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยผ่านลูกล้อหรือที่เรียกว่าพูลเล่ (Pulley) ตั้งแต่ 2 ลูกขึ้นไป ลูกล้อหรือพูลเล่ที่เป็นจุดกำเนิดต้นกำลังเราจะเรียกว่า พูลเล่ขับ (Drive Pulley) และลูกล้อหรือพูลเล่ที่รับแรงขับที่ส่งผ่านมาจากสายพานส่งกำลังจะเรียกว่า พูลเล่ตาม (Tail Pulley)

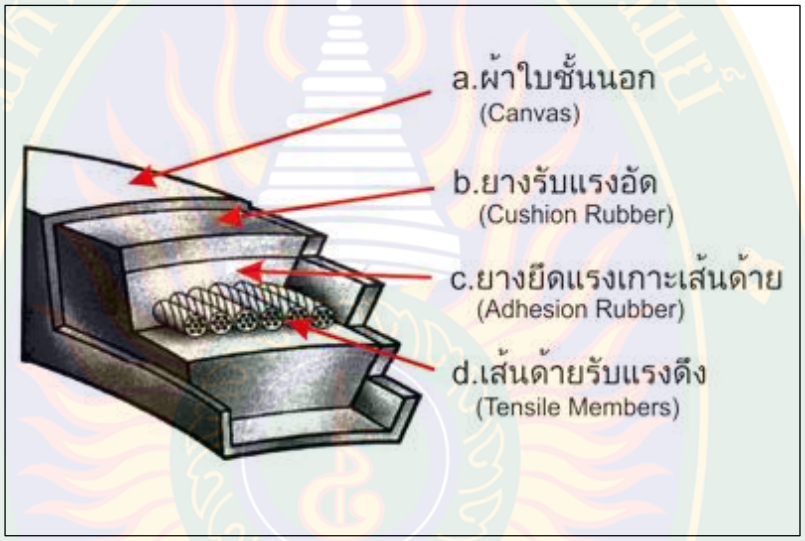


ภาพประกอบ 2.2 สายพานส่งกำลัง (ที่มา : เอสพีพี ซัพพลาย. 2555)

นอกจากนี้อาจจะมีลูกล้อหรือพูลเล่ (Pulley) ที่เป็นตัวปรับตั้งแรงตึงสายพานหมุนฟรีอยู่กับที่ตัวเปล่าเรียกว่า พูลเล่กลาง (Idle Pulley) โดยทั้งหมดจะมีสายพานส่งกำลัง (Transmission Belt) เป็นตัวส่งผ่านแรงจากแหล่งกำเนิดส่งผ่านลูกล้อหรือพูลเล่ในแต่ละลูกทำให้กลไกในส่วนอื่น ๆ ทำงานนั้นเอง

2.1.10.2 โครงสร้างพื้นฐานสายพานส่งกำลัง (Structure of Belt)

ส่วนประกอบสายพานในแต่ละเส้นจะมีโครงสร้างภายในคล้าย ๆ กัน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่เลือกใช้ที่นำมาผลิตเป็นสายพานส่งกำลัง เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานที่เหมาะสม



ภาพประกอบ 2.3 โครงสร้างพื้นฐานสายพานส่งกำลัง
(ที่มา : เอสพีพี ซัพพลาย. 2555)

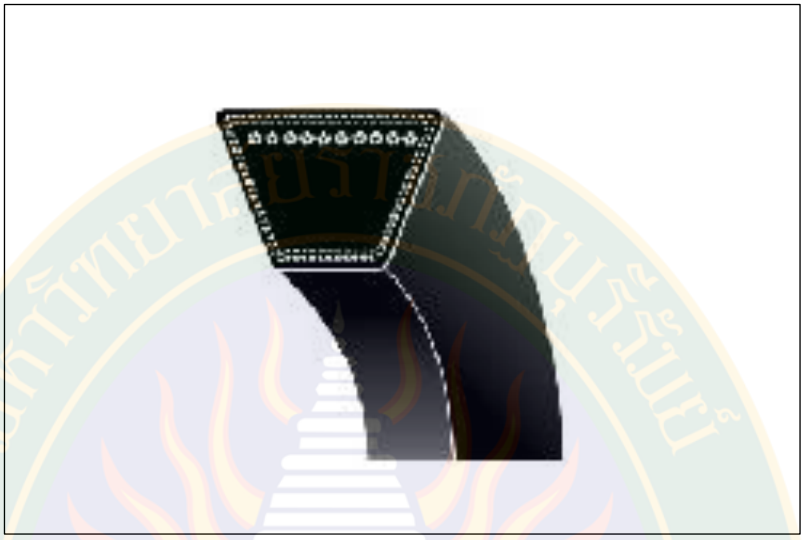
a. ผ้าใบชั้นนอก (Canvas) เป็นผ้าใบฝ้ายเคลือบด้วยยางเคมีที่มีความคงทนต่อการเสียดสีและการล้าตัว

b. ยางรับแรงอัด (Cushion Rubber) มีหน้าที่รับแรงอัด - แรงขับ และทนความร้อนได้ดี

c. ยางยึดแรงเกาะเส้นด้าย (Adhesion Rubber) โดยรักษาแนวเส้นด้ายและประสานส่วนเส้นด้ายกับยางรับแรงอัด

d. เส้นด้ายรับแรงดึง (Tensile Members) เป็นหัวใจการส่งผ่านกำลัง ทนต่อแรงดึงสูง ไม่ยืดตัวและล้าตัวขณะขับ

2.1.10.3 สายพานส่งกำลังตัววีร่องเรียบ (Wrapped V-Belt)



ภาพประกอบ 2.4 สายพานส่งกำลังตัววีร่องเรียบ
(ที่มา : เอสพีพี ซัพพลาย. 2555)

เป็นสายพานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะราคาประหยัด ถูกพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบการผลิตอย่างต่อเนื่อง ตัวสายพานมีการหุ้มผ้าใบทั้งเส้น ทำให้มีความเสถียรสูงด้านขนาด มีความยืดหยุ่นในการใช้งานมาก ใช้งานได้หลากหลาย ทนความร้อน ทนน้ำมัน รับโหลดได้ดี ป้องกันไฟฟ้าสถิต และเหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมทั่วไป (เอสพีพี ซัพพลาย. 2555)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยในประเทศ

เชาวลิต ถาวรสิน และคณะ (2549) ได้ศึกษาการออกแบบสร้างชุดผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับไบโอดีเซล มาตรฐานน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซล จากนั้นจึงสร้างชุดผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ซึ่งประกอบด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว และเครื่องทำความสะอาดไบโอดีเซลด้วยน้ำ โดยมีกำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 75 ลิตรต่อครั้ง ใช้เวลาการผลิตไม่เกิน 5 ชั่วโมง จากนั้นทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว และนำไบโอดีเซลไปหาสมบัติทางเคมีเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซล สุดท้ายจึงนำไบโอดีเซลนี้ไปทดลองใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลสี่จังหวะแบบสูบเดียวเพื่อหาคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของชุดผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ปรากฏว่าได้ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลที่สามารถผลิตเป็นไบโอดีเซลที่มีคุณภาพ และเมื่อนำไบโอดีเซลนี้ไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลสี่จังหวะแบบสูบเดียว เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง พบว่าไม่เกิดผลเสียหายต่อเครื่องยนต์ จึงสรุปได้ว่าชุดผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วที่สร้างขึ้นมีคุณภาพดีและได้น้ำมันไบโอดีเซลที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลทางการเกษตรได้

ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์ (2550) ได้ศึกษาการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วและการศึกษาผลกระทบต่อสมรรถนะการปล่อยสารมลพิษ และการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมเอทานอลและน้ำมันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบระยะเวลาสั้นยาวได้ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็กสามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยมีกำลังการผลิต 150 ลิตรต่อรอบ การผลิตและศึกษาผลกระทบต่อสมรรถนะการปล่อยสารมลพิษ และการสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซลจากการใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ การทดสอบใช้งานกับเครื่องยนต์ในระยะสั้น โดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วผสมกับเอทานอลที่อัตราส่วน 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ 2 คือ การทดสอบการใช้งานกับเครื่องยนต์ในระยะยาว โดยใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว 100 เปอร์เซ็นต์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในการทดสอบ พบว่าผลการทดสอบสมรรถนะการปล่อยสารมลพิษและการสึกหรอในระยะยาวสามารถสรุปได้ว่า ค่าแรงบิดและกำลังงานของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลให้ค่าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ในช่วงความเร็วรอบ 1,200 – 2,400 รอบต่อนาที โดยมีค่าแรงบิดและกำลังงานต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยที่ระยะเวลาต่าง ๆ แต่อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะจะสูงกว่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ย ที่ระยะเวลาต่าง ๆ และให้ปริมาณควันดำต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซลประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่ชั่วโมงการทำงาน 300 ชั่วโมง และให้ปริมาณควันดำต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซลประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ช่วงชั่วโมงการทำงานที่ 1,000 – 2,000 ชั่วโมง สำหรับผลการวัดการสึกหรอของเครื่องยนต์พบว่าชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล มีค่าความสึกหรอใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ที่ระยะเวลาการทำงานต่าง ๆ และที่ระยะเวลาการใช้งานมากขึ้น การสึกหรอจะมากตามไปด้วยแต่การสึกหรอของเครื่องยนต์ทั้งสองเครื่องก็ยังอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐาน หรือช่วงที่ยอมให้ได้ตามคู่มือที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

สุดใจ สุวรรณหาญ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้ว โดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโมเลกุลของน้ำมันพืชกับโมเลกุลของเมทานอล และใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา รูปแบบของการศึกษามี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับแรกศึกษารูปแบบและเทคนิคการผลิตไบโอดีเซลในระดับห้องปฏิบัติการ ระดับที่สอง การผลิตไบโอดีเซลจากแบบจำลองชุดการผลิตที่มีกำลังผลิตไม่เกิน 50 ลิตรต่อครั้ง และระดับสุดท้ายศึกษาการตรวจสอบสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลในระดับห้องปฏิบัติการ เน้นการผลิตที่เป็นการพัฒนารูปแบบและเทคนิคของการผลิต ที่ได้ผลผลิตโดยใช้เวลาน้อย การวิจัยครั้งนี้เลือกน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้แล้ว 3 ประเภท ได้แก่ น้ำมันทอดลูกชิ้น น้ำมันทอดปาท่องโก๋ และน้ำมันที่ผ่านการใช้แล้วแบบผสม โดยทดลองเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชใหม่ที่ยังไม่ได้ผ่านการใช้ พบว่าการพัฒนารูปแบบการผลิตไบโอดีเซล โดยอาศัยแบบจำลองเมื่อทำการผลิตตามขั้นตอนที่ผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ สามารถผลิตไบโอดีเซลได้ร้อยละ 83 ของปริมาตรน้ำมัน และเวลาการผลิตในแต่ละครั้ง 12 ชั่วโมง เวลาที่ใช้การผลิตน้อยลงเมื่อทำการหล่อเย็นภายนอกถังปฏิกิริยาในช่วงรอให้เกิดการแยกชั้นระหว่างกลีเซอรีนกับชั้นเมทิลเอสเทอร์ เมื่อนำไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันทั้ง 3 ประเภท ไปหาค่าความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.86 - 0.89 ค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

มีค่าไม่เกิน 5 เซนติกโตส จุดไหลเทอยู่ระหว่าง 10 - 12 องศาเซลเซียส และจุดวาบไฟอยู่ระหว่าง 120 - 140 องศาเซลเซียส เป็นไปตามมาตรฐานไบโอดีเซล และเมื่อนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์คูโบต้า ชนิด 1 ลูกสูบ ขนาด 487 ลูกบาศก์เซนติเมตร กำลัง 9 แรงม้า พบว่าไบโอดีเซลที่ผลิตได้สามารถใช้ได้ดีโดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์

พรเทพ ถนนแก้ว (2551) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ใช้แล้วในถังปฏิกรณ์ต้นแบบ ศึกษาการนำน้ำมันที่ผ่านการใช้งานแล้วเป็นวัตถุดิบที่มีราคาถูกมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลในระดับห้องปฏิบัติการและในถังปฏิกรณ์ขนาด 35 ลิตร จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันที่ใช้แล้วที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีค่าความหนาแน่น 0.915 กรัมต่อมิลลิลิตร ความเป็นกรด 0.31 มิลลิกรัมโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม ค่าความหนืด 31.76 ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที และมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบประมาณ 41.02 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ 58.98 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่า Palmitic Acid เป็นกรดไขมันหลักที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในกรดไขมันชนิดอิ่มตัว และ Cis-9-Oleic Acid เป็นกรดไขมันหลักที่พบเป็นองค์ประกอบในกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ในการศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ใช้แล้ว เช่น อัตราส่วนระหว่างน้ำมันต่อเมทานอล อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาและอัตราการกวนผสม พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ใช้แล้ว คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำมันต่อเมทานอล คือ 1 : 6 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 30 - 40 นาที และอัตราการกวนผสม 300 รอบต่อนาที ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวนี้พบว่าปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้มีค่าเท่ากับ 92.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ พบว่ามีค่าต่าง ๆ สอดคล้องและใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน EN14214

ทวีศักดิ์ ใจเกสิม (2549) ได้ศึกษาการพัฒนาไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด ศึกษาการสังเคราะห์น้ำมันพืชที่ใช้แล้วให้เป็นน้ำมันไบโอดีเซล โดยผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน น้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้จะนำมาทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น และทำการทดสอบการใช้งานกับเครื่องยนต์ ในงานวิจัยนี้น้ำมันพืชที่ใช้แล้วที่นำมาทำการสังเคราะห์น้ำมันไบโอดีเซลมาจาก 3 ตัวอย่าง คือ น้ำมันพืชที่ใช้แล้วจากการทอดทุเรียน ทอดไก่ และทอดลูกชิ้น แล้วนำมาหาผลผลิตร้อยละของน้ำมันตัวอย่างเหล่านี้ จากการศึกษาพบว่า ผลผลิตร้อยละของน้ำมันที่ใช้แล้วจากการทอดทุเรียนมีค่าเท่ากับ 83 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันที่ใช้แล้วจากการทอดไก่และทอดลูกชิ้นมีค่าเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบสมบัติในการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถทำได้โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าไม่ผ่านข้อกำหนดมาตรฐานน้ำมันดีเซลหมุนเร็วของกระทรวงพาณิชย์ แต่ค่าที่ได้เหล่านี้ไม่สูงเกินค่ามาตรฐานข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซลหมุนช้าของกระทรวงพาณิชย์ จากข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าน้ำมันดีเซลที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วนี้ สามารถใช้งานกับเครื่องยนต์ความเร็วรอบช้าได้ นอกจากนี้เมื่อทำการทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้กับเครื่องยนต์พบว่า เครื่องยนต์สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์และไม่เกิดอาการสะดุดของเครื่องยนต์ขณะใช้งาน

พรพรรณ พลเยี่ยม (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วโดยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน ศึกษาการสังเคราะห์น้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ได้จากการทอดไก่ ทอดปาท่องโก๋ และจากการทอดเนื้อ โดยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน (Transesterrification) โดยใช้น้ำมันพืชที่ใช้แล้วดังกล่าวตัวอย่างละ 5 ลิตร รวมทั้งการศึกษาและเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนสมบัติทางฟิสิกส์กับน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว (ไม่แยกประเภทของน้ำมัน) และน้ำมันดีเซล (หมุนเร็ว) จากการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว จากการทอดไก่ ทอดปาท่องโก๋ และจากการทอดเนื้อมีค่าเป็น 4.32, 4.12 และ 4.38 ลิตร ตามลำดับ สมบัติทางฟิสิกส์และค่าพลังงานความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้มีค่าความหนืดเป็น 1.95, 1.92 และ 8.11 เซนติป้วร์ ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นเป็น 0.8060, 0.8039 และ 0.0808 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ค่าความถ่วงจำเพาะเป็น 0.8060, 0.8039 และ 0.8080 ตามลำดับ และค่าพลังงานความร้อนเป็น 35.338201, 36.842888 และ 32.632012 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางฟิสิกส์และค่าพลังงานความร้อนของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้มีสมบัติทางฟิสิกส์และค่าพลังงานความร้อนแตกต่างจากน้ำมันไบโอดีเซลทั่วไป (ไม่แยกประเภทน้ำมัน) และดีเซล (หมุนเร็ว) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และอนุกูล จันทร์แก้ว (2553) ได้ศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กในการทำงานจริง โดยใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง การสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซล และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันไบโอดีเซล จากการศึกษาวิจัยพบว่าค่าความร้อนทั้งค่าความร้อนสูงและค่าความร้อนต่ำของน้ำมันส่วนผสมต่าง ๆ จะลดลงเมื่ออัตราส่วนการผสมของน้ำมันไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น น้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ให้ค่าแรงบิด และค่าแรงบิดจากน้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ จะมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลในช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,200 ถึง 1,800 รอบต่อนาที โดยให้ค่าแรงบิดสูงสุดที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,600 รอบต่อนาที ส่วนกำลังของเครื่องยนต์ที่ได้จากการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ก็พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่ากำลังที่ได้จากการใช้น้ำมันดีเซลในช่วง 1,200 ถึง 2,200 รอบต่อนาที และจะให้กำลังงานสูงสุดที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ประมาณ 2,200 รอบต่อนาที โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ สูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลอยู่ประมาณ 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ และการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ จะให้ค่าควันดำที่น้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่น้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซล ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลสามารถผสมกับอากาศได้เหมาะสมจึงเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ และมีปริมาณคาร์บอนมอนนอกไซด์ออกมาน้อย

อัญชณา ยอดเรืองวงศ์ (2545) ได้ศึกษาการสกัดเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชดิบซึ่งมี 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันรำข้าวดิบและน้ำมันถั่วเหลืองดิบโดยใช้กระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน (Transesterication) ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ อัตราส่วนของน้ำมันต่อเมทานอล อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา และชนิดของตัวเร่งที่มีผลต่อการเกิดเมทิลเอสเทอร์

จากการศึกษาพบว่า สภาวะที่เสมาะสมต่อการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันรำข้าวดิบคือที่อัตราส่วนน้ำมันต่อเมทานอลเป็น 1 : 6 ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 0.85 และอุณหภูมิของปฏิกิริยา 70 องศาเซลเซียส ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ที่ได้เท่ากับร้อยละ 67.3 สำหรับน้ำมันถั่วเหลืองดิบสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตเมทิลเอสเทอร์ คือ ที่อัตราส่วนปริมาณน้ำมันต่อเมทานอลเป็น 1 : 15 ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาร้อยละ 0.75 และอุณหภูมิของปฏิกิริยา 40 องศาเซลเซียส ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ที่ได้เท่ากับร้อยละ 89.1 เมื่อนำเมทิลเอสเทอร์ที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติโดยการเปรียบเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งพบว่า ค่าความหนืดมีค่าอยู่ในช่วง 4.4 – 5.5 เซนติสโตก โดยความหนืดที่ได้อยู่ในช่วงที่กำหนดมาตรฐานของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล จุดวาบไฟมีค่าอยู่ระหว่าง 135 - 136 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลทำให้การขนย้ายและการเก็บรักษามีความปลอดภัยมากกว่า จุดเทตัวมีค่าระหว่าง -3.2 ถึง -1.1 และจุดขุ่นตัวมีค่า 3.2 – 5.3 องศาเซลเซียส ซึ่งทั้งจุดเทตัวและจุดขุ่นตัวมีค่าอยู่ในช่วงกำหนดมาตรฐานของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ค่าความร้อนมีค่าระหว่าง 40.08 – 41.11 กิโลจูลต่อกรัม ซึ่งต่ำกว่าค่าความร้อนของน้ำมันดีเซลร้อยละ 5 – 14 และความถ่วงจำเพาะมีค่าระหว่าง 0.884 – 0.889 ซึ่งอยู่ในช่วงกำหนดมาตรฐานของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

ชาคริต ทองอุไร และคณะ (2550) ได้ศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากผลิตผลปาล์มน้ำมัน เมทิลเอสเทอร์ได้ถูกผลิตจากผลิตผลปาล์มน้ำมันหลายชนิด คือ น้ำมันทอดใช้แล้ว น้ำมันปาล์มรีไฟน์ น้ำมันปาล์มแยกกัมและลดกรดชนิดหีบรวม (เกรดบี) ไขมันปาล์มสเตียรินและ Superhard Stearin และในการผลิตใช้กระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันแบบแบทช์ โดยจะใช้เมทิลแอลกอฮอล์เป็นสารเข้าทำปฏิกิริยาและใช้โซดาไฟเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา กรรมวิธีการผลิตแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ การเตรียมน้ำมัน การเตรียมสารละลาย การทำปฏิกิริยา การแยกกลีเซอรีล การล้าง และการขจัดน้ำ ผลผลิตถูกตรวจวัดองค์ประกอบด้วยเทคนิค Thin Layer Chromatograph พบว่า เมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตได้จะมีความบริสุทธิ์เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อการผลิตเหมาะสมโดยใช้สัดส่วนเชิงโมลของน้ำมันต่อเมทิลแอลกอฮอล์เป็น 1 : 6 หรือเมทิลแอลกอฮอล์ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก และโซดาไฟ 0.5 – 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมัน อุณหภูมิการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 60 – 80 องศาเซลเซียส โดยมีการกวนประมาณ 15 – 30 นาที และปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาต่อ 3 – 4 ชั่วโมง เมทิลเอสเทอร์ที่ได้มีคุณสมบัติหลายประการใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว เช่น ค่าความหนืด ค่าความหนาแน่น ค่าความร้อน และช่วงอุณหภูมิการกลั่น แต่จุดไหลเทจะสูงกว่าน้ำมันดีเซล เนื่องจากการมีสัดส่วนเมทิลเอสเทอร์ที่อิ่มตัวที่มีจุดหลอมเหลวสูงในปริมาณที่สูง

สุรวัฒนศักดิ์ สุรำไพ (2554) ได้ศึกษาเครื่องผลิตไบโอดีเซลพลังงานความร้อนร่วม การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลพลังงานความร้อนร่วมระดับชุมชนเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานในการผลิตไบโอดีเซล เครื่องผลิตไบโอดีเซลพลังงานความร้อนร่วมประกอบไปด้วยถังผลิตทั้งหมด 4 ใบ ซึ่ง 3 ใบแรกจะเป็นถังที่มีผนัง 3 ชั้น ชั้นแรกเป็นฉนวนความร้อน ชั้นที่ 2 เป็นช่องว่างให้อากาศไหลผ่านและชั้นในสุดจะบรรจุน้ำมัน ในช่องว่างของถังใบแรกติดตั้งฮีทเตอร์ไฟฟ้าขนาด 4,000 วัตต์ เพื่อให้ความร้อนรอบถังผลิตและมีท่อนำก๊าซร้อนให้ไหลเวียนไปรอบ ๆ ถังผลิตอีก 2 ใบ ที่เหลือเพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำมัน

ไบโอดีเซลที่อยู่ภายในถังก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ โดยมีชุดควบคุมอุณหภูมิตัดการทำงานของฮีทเตอร์และพัดลมเป่าอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิรอบถังผลิตทุกใบให้ได้ตามกำหนด ซึ่งเป็นการประหยัดพลังงานโดยไม่จำเป็นต้องตั้งฮีทเตอร์ในถังผลิตทุกใบ เมื่อทดลองทำการผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่อง 10 รอบการผลิต ในเวลา 8 ชั่วโมง ได้น้ำมันไบโอดีเซลจำนวน 200 ลิตร พบว่าเครื่องผลิตไบโอดีเซลพลังงานความร้อนร่วมใช้พลังงานไฟฟ้า 13.86 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง คิดเป็นค่าพลังงาน 18.6 สตางค์ต่อลิตร ถ้าต้องการลดค่าพลังงานลงอาจปรับปรุงพัฒนาท่อนำก๊าซร้อนและอุปกรณ์ควบคุมการไหลของก๊าซร้อนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ณรงค์ หูชัยภูมิ และนิรุต อ่อนสลุง (2551) ได้ศึกษาการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้ว และการทดสอบประสิทธิภาพระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว (B100) กับน้ำมันดีเซล (D100) พร้อมกับถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วสู่ชุมชน ซึ่งการดำเนินงานได้สร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วในอัตราการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลต่อรอบ 50 ลิตร จำนวน 1 เครื่อง จากนั้นนำน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ไปทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 1 สูบ (ET110) เพื่อเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน ควันดำ อุณหภูมิและไอเสียของเครื่องยนต์จากการใช้น้ำมันดีเซล (D100) และน้ำมันไบโอดีเซล (B100) ที่ผลิตขึ้นโดยความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้ 800, 1,000, 1,500, 2,000 และ 2,400 รอบต่อนาที จากผลการทดสอบพบว่า อัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันไบโอดีเซล (B100) ที่ได้จากน้ำมันพืชใช้แล้วจะมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล (D100) 6 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณควันดำของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล (B100) มีค่าน้อยกว่าการที่ใช้น้ำมันดีเซล (D100) 60 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล (B100) น้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซล (D100) 17.4 เปอร์เซ็นต์

2.2.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ma et al. (อ้างถึงใน จันทิมา จันทร์หนองฮี และคณะ. 2550 : 32) ได้ศึกษาการสังเคราะห์เชื้อเพลิงดีเซลชีวภาพจากไขมันวัวโดยใช้เมทานอล ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาต่อคือ ตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณกรดไขมันอิสระ น้ำ และเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาโดยพบว่าโซเดียม-ไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าโซเดียมเมทอกไซด์ เนื่องจากโซเดียม-เมทอกไซด์จะใช้เอสเทอร์สูงสุดที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่โซเดียมไฮดรอกไซด์เพียง 0.3 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าถ้าไขมันหรือน้ำมันมีปริมาณกรดไขมันอิสระมาก ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ต้องมากด้วย และการเกิดเอสเทอร์น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ผลิตภัณฑ์กลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง พบว่าถ้าไขมันหรือน้ำมันมีน้ำปนก็ทำให้เอสเทอร์เกิดน้อยเช่นกัน ดังนั้นก่อนที่จะนำไขมันหรือน้ำมันมาใช้ควรกำจัดไขมันอิสระก่อน หรืออาจจะใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแทนโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากการศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา พบว่าที่เวลามากขึ้นเอสเทอร์ที่เกิดก็มากขึ้น โดยปฏิกิริยาจะดำเนินไปอย่างช้า ๆ แต่จะเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ที่เวลา 15 นาที

Vicente et al. (อ้างถึงใน จันทิมา จันทร์หนองฮี และคณะ. 2550 : 31) ได้ศึกษาการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันและเมทานอลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาต่างกัน ได้แก่ กรด เบส และเอนม์ไลเปส โดยใช้วิธี Factorial Design And Response Surface Methodology ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษานี้มี 2 ตัวแปร คืออุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาและ

ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ ผลการศึกษาพบว่า โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีที่สุด และเมื่อทำการวิเคราะห์พบว่า อุณหภูมิและความเข้มข้นจะมีความสำคัญต่อการทดลองคือที่อุณหภูมิคงที่ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์จะทำให้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์เพิ่มขึ้นแต่จะเพิ่มสูงสุดที่ความเข้มข้นหนึ่งเท่านั้น และที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์คงที่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ พบว่าจะทำให้ปริมาณของเมทิลเอสเทอร์เพิ่มขึ้นด้วยแต่จะเพิ่มขึ้นที่ช่วงอุณหภูมิหนึ่งเท่านั้นและจะค่อนข้างคงที่

Canakci et al. (อ้างถึงใน จันทิมา จันทร์หนองฮี และคณะ. 2550 : 32) ได้ศึกษาการสังเคราะห์เชื้อเพลิงดีเซลชีวภาพจากน้ำมันถั่วเหลืองที่ใช้ทอดแล้ว ซึ่งมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงมาก ซึ่งเมื่อใช้ตัวเร่งที่เป็นด่างจะทำให้เกิดสบู่ขึ้น โดยสบู่จะเป็นตัวขัดขวางการแยกกลีเซอรอลและน้ำมัน ดังนั้นจึงใช้ตัวเร่งที่เป็นกรดซึ่งในการศึกษานี้จะหาตัวแปรที่เหมาะสม ได้แก่ อัตราส่วนของแอลกอฮอล์ต่อน้ำมัน ชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ อุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกิริยา จำนวนของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ปริมาณน้ำที่มีในน้ำมันและปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีในน้ำมัน ผลที่ได้พบว่าอัตราส่วนของแอลกอฮอล์ต่อน้ำมันมากขึ้นปริมาณของเอสเทอร์ที่ได้มากขึ้น อุณหภูมิที่มากขึ้นทำให้ปริมาณของเอสเทอร์ก็มากขึ้นด้วย โดยอุณหภูมินั้นต้องไม่เกินจุดเดือดของเมทานอลเมื่อความเข้มข้นของกรดมากขึ้นปริมาณของเอสเทอร์ก็มากขึ้นด้วย โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 5 จากการศึกษาผลของเวลาพบว่า เวลาที่มากขึ้นทำให้ปริมาณเอสเทอร์มากขึ้น ส่วนผลของชนิดแอลกอฮอล์พบว่าเอทานอลจะให้ปริมาณเอสเทอร์มากกว่าเมทานอล นอกจากนี้พบว่า การมีกรดไขมันอิสระและน้ำปนจะทำให้ปริมาณเอสเทอร์ที่ผลิตได้มีปริมาณลดลง โดยจะเกิดเอสเทอร์น้อยกว่าร้อยละ 90

Altin et al. (อ้างถึงใน ชาคริต ทองอุไร และคณะ. ม.ป.ป. : 5) ได้ศึกษาการใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงทดแทนดีเซล พบว่าเมื่อใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงทดแทนดีเซลจะมีการสูญเสียกำลังงานเพียงเล็กน้อย แต่จะมีการปลดปล่อยอนุภาคของแข็ง (Particulate matter) ที่สูงกว่าและหากใช้น้ำมันพืชดิบเป็นเชื้อเพลิงจะต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซล ส่วนเมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตจากน้ำมันพืชจะมีสมรรถนะของเครื่องยนต์และสมบัติของแก๊สไอเสียที่ปล่อยออกมาใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซล ดังนั้นจะได้รับการยอมรับในการใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้สูงกว่า

Dorado et al. (อ้างถึงใน ณรงค์ หูชัยภูมิ และนิรุต อ่อนสลุง. 2551 : 5) ได้ศึกษาและทดสอบการใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว (น้ำมันจากต้นโอลีฟ) กับเครื่องยนต์ดีเซล โดยศึกษาในเรื่องเกี่ยวกับการปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล ซึ่งได้พบว่า มลพิษที่มีค่าลดลงได้แก่ CO, CO_2, NO และ SO_2 แต่ NO_2 มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในส่วนของอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์

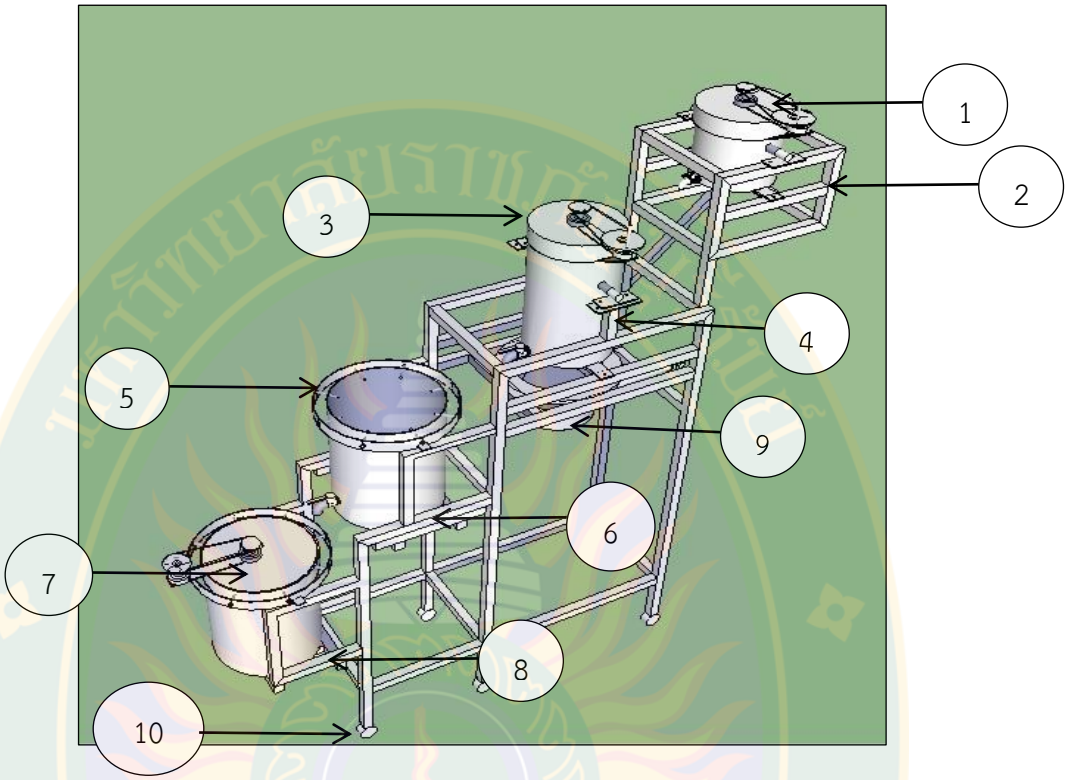
1. เหล็กกล่อง 1 นิ้ว ยาว 6 เมตร จำนวน 4 เส้น
2. ถังมี 3 แบบดังนี้
   1) ถังสแตนเลส หนา 2 มิลลิเมตร
      เส้นผ่านศูนย์กลาง 17 เซนติเมตร
      สูง 15 เซนติเมตร จำนวน 1 ถัง
   2) ถังสแตนเลส หนา 2 มิลลิเมตร
      เส้นผ่านศูนย์กลาง 18.5 เซนติเมตร
      สูง 30 เซนติเมตร จำนวน 1 ถัง
   3) ถังพลาสติก ปริมาตร 8 ลิตร จำนวน 2 ถัง
3. ฝาถังสแตนเลส หนา 2 มิลลิเมตร
   1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 เซนติเมตร
      สูง 4 เซนติเมตร จำนวน 1 ฝา
   2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 เซนติเมตร
      สูง 3 เซนติเมตร จำนวน 1 ฝา
   3) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 เซนติเมตร
      สูง 3 เซนติเมตร จำนวน 1 ฝา
4. พูลเล่ ขนาด 2.5 นิ้ว จำนวน 3 ตัว
5. พูลเล่ ขนาด 3 นิ้ว จำนวน 3 ตัว
6. บูช ขนาด 1.8 x 5.6 เซนติเมตร จำนวน 4 ตัว
7. เพลาสแตนเลสเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 เซนติเมตร
   1) ยาว 18 เซนติเมตร จำนวน 1 แท่ง
   2) ยาว 30 เซนติเมตร จำนวน 2 แท่ง
8. เพลาเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 เซนติเมตร
   ยาว 6 เซนติเมตร จำนวน 3 แท่ง
9. มาตรวัดความดันแก๊ส 1 ตัว
10. ตลับลูกปืนรูใน 12 มิลลิเมตร พร้อมบูช จำนวน 6 ชุด
11. สแตนเลสแบน กว้าง 1 นิ้ว
    หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 2 เมตร จำนวน 1 แผ่น
12. เหล็กแบน 1 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร
    ยาว 1 เมตร จำนวน 1 แผ่น

13. น็อต ขนาด 6 x 25.4 มิลลิเมตร จำนวน 52 ตัว
14. แหวน ขนาด 2.35 x 0.3 เซนติเมตร จำนวน 18 ตัว
15. หัวแก๊ส จำนวน 1 หัว
16. วาล์วน้ำ จำนวน 3 ตัว
17. เทอร์มอมิเตอร์ จำนวน 1 อัน
18. สายพาน ขนาด 20 นิ้ว จำนวน 3 เส้น
19. ล้อหมุน จำนวน 6 ล้อ
20. เทปพันเกลียว จำนวน 2 ม้วน
21. กาวอีพ็อกซี่ จำนวน 2 หลอด
22. น้ำมันพืชทอดปาท่องโก๋ จำนวน 40 ลิตร
23. โซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 1 กิโลกรัม
24. เมทานอล จำนวน 4 แกนลอน
25. ผ้าขาวบาง จำนวน 2 ผืน
26. ตาชั่งดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง
27. บีกเกอร์ ขนาด 80 มิลลิลิตร จำนวน 15 ใบ
28. เหยือกตวง จำนวน 2 ใบ
29. สายยาง ยาว 1 เมตร จำนวน 1 เส้น
30. ขวดเปล่า จำนวน 30 ขวด

3.1.2 เครื่องมือ

1. ตลับเมตร
2. ฉาก
3. ดินสอ
4. ไฟเบอร์ตัดเหล็ก
5. หินเจีย
6. สว่าน
7. ตู้เชื่อม
8. ลวดเชื่อมเหล็ก ขนาด 2.6 x 350 มิลลิเมตร
9. ลวดเชื่อมสแตนเลส ขนาด 2.6 x 300 มิลลิเมตร
10. หน้ากากเชื่อมเหล็ก
11. ปลั๊กไฟ
12. ถุงมือกันความร้อน
13. เครื่องคิดเลข
14. คีมล็อก
15. คีมจับเหล็ก
16. ประแจเบอร์ 11 และเบอร์ 12

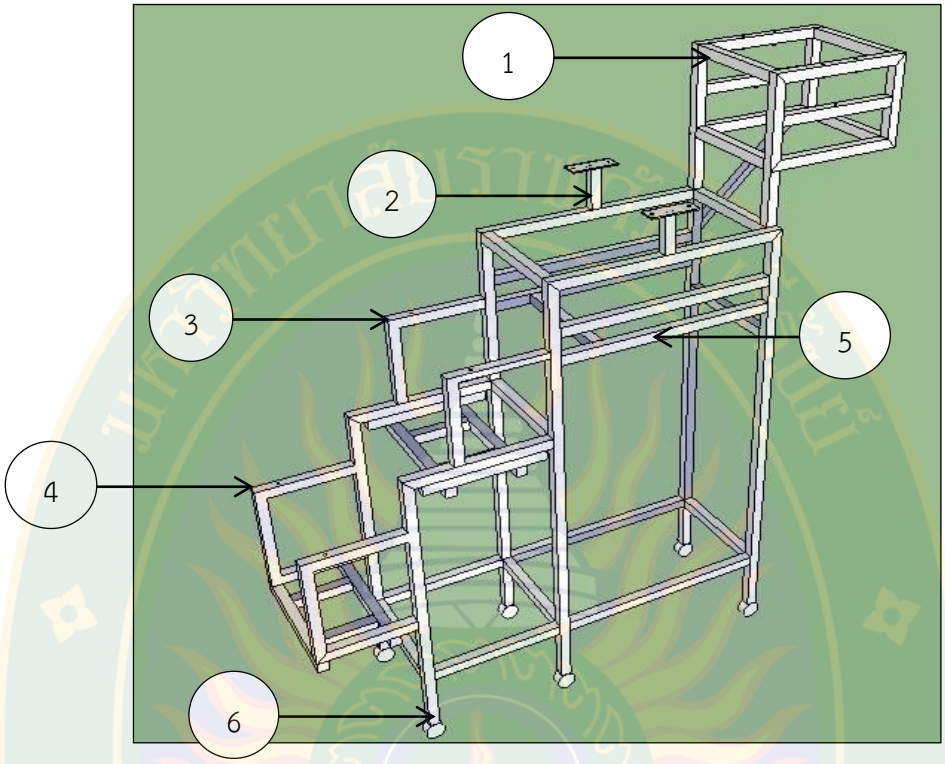
3.2 แบบการสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 3.1 แบบเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

หมายเลข 1 แสดงถังที่ 1
หมายเลข 2 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 1
หมายเลข 3 แสดงถังที่ 2
หมายเลข 4 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 2
หมายเลข 5 แสดงถังที่ 3
หมายเลข 6 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 3
หมายเลข 7 แสดงถังที่ 4
หมายเลข 8 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 4
หมายเลข 9 แสดงหัวแก๊ส
หมายเลข 10 แสดงล้อ

3.2.1 แบบฐานเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 3.2 แบบฐานของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

หมายเลข 1 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 1 เป็นถังที่ใช้ผสมเมทานอลกับโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ โดยฐานมีขนาด 27.4 x 30 x 20 เซนติเมตร สร้างจากเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว ด้านบนทั้งสองด้านเจาะรูขนาด 6 มิลลิเมตร 2 รู ทั้งสองด้าน ส่วนด้านล่างของคานเชื่อมน็อตตัวเมียขนาด 6 มิลลิเมตร ไว้ด้วยเพื่อใช้ยึดถังให้ติดกับฐาน ถัดมาด้านล่างห่างจากคานด้านบน 6.7 เซนติเมตร แล้วเจาะรูตรงกลางขนาด 6 มิลลิเมตร 1 รู แล้วทำการเชื่อมน็อตตัวเมียขนาด 6 มิลลิเมตร ติดไว้เพื่อยึดถังติดกับฐาน จากนั้นก็ใช้เหล็กกล่องยาว 12 เซนติเมตร ต่อเป็นขาเพื่อยกฐานขึ้นไป และใช้เหล็กกล่อง 1 นิ้ว ยาว 23 เซนติเมตร เชื่อมติดกันระหว่างฐานหมายเลข 1 และหมายเลข 2 เพื่อใช้เป็นตัวค้ำยัน ช่วยให้ฐานมีความแข็งแรงมากขึ้น

หมายเลข 2 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 2 เป็นถังที่ใช้ต้มน้ำมัน โดยฐานมีขนาด 29.4 x 50 x 100 เซนติเมตร สร้างจากเหล็กกล่อง 1 นิ้ว คานด้านบนทั้งสองด้านติดขายึดถังซึ่งทำจากเหล็กกล่องยาว 9 เซนติเมตร และติดเหล็กแบนขนาด 3.4 เซนติเมตร ถัดมาด้านล่างห่างจากคานด้านบน 8 เซนติเมตร เจาะรูตรงกลางขนาด 6 มิลลิเมตร 1 รู แล้วเชื่อมน็อตตัวเมียขนาด 6 มิลลิเมตร ติดไว้เพื่อยึดถึงติดกับฐาน

หมายเลข 3 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 3 เป็นถังที่ใช้ดูการแยกชั้นของน้ำมันไบโอดีเซลกับกลีเซอรีน โดยฐานต่อออกมาจากฐานที่ 2 มีขนาด 29.4 x 30 x 65 เซนติเมตร จากนั้นต่อคานขึ้นไปสูง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร เจาะรูไว้ใส่น๊อตขนาด 6 มิลลิเมตร

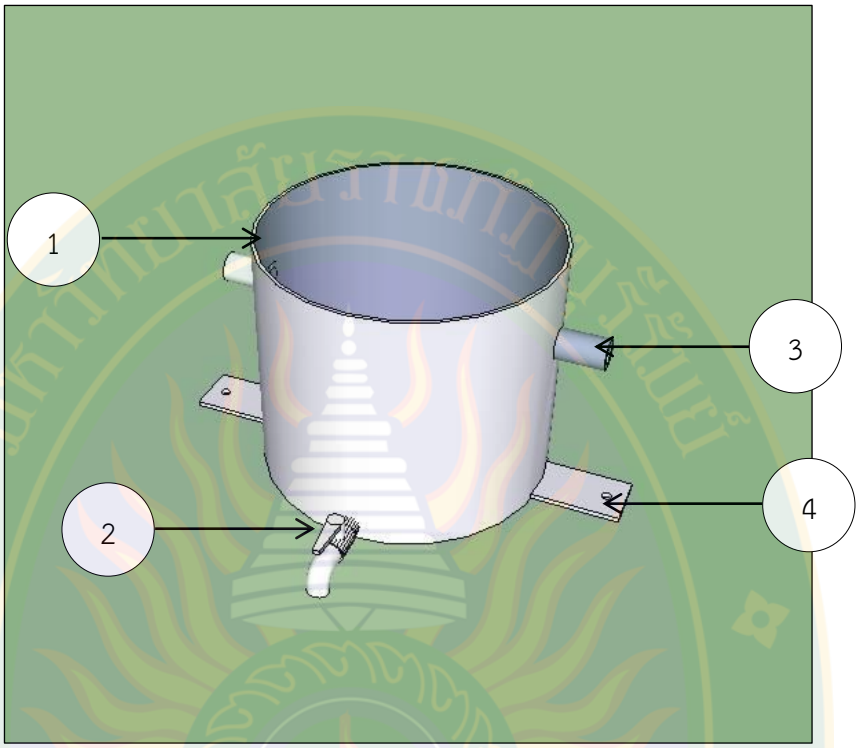
ไว้ด้านล่างของคานทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ส่วนด้านล่างทั้งสองด้าน ตัดเหล็กกล่องยาว 27.4 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น แล้วเชื่อมขวางขัดกับคานตัวที่แล้ว จากนั้นทำการตัดเหล็กกล่องขนาด 12 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น เชื่อมขวางกับคานอีกครั้งหนึ่งเพื่อทำเป็นบล็อกรองรับถัง

หมายเลข 4 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 4 เป็นถังที่ใช้ในการล้างน้ำมัน โดยฐานต่อออกมาจากฐานที่ 3 โดยจะมีขนาด 29.4 x 20 x 20 เซนติเมตร ซึ่งทำเป็นคานขึ้นไปสูง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร แล้วเจาะรูไว้ใส่น๊อตขนาด 6 มิลลิเมตร ไว้ด้านล่างของคานทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ส่วนด้านล่างของสองด้าน ตัดเหล็กกล่องยาว 27.4 เซนติเมตร 2 ชิ้น เชื่อมขวางขัดกับคานตัวที่แล้ว จากนั้น ตัดเหล็กกล่องขนาด 12 เซนติเมตร 2 ชิ้น เชื่อมขวางกับคานอีกครั้งหนึ่งเพื่อทำเป็นบล็อกรองรับถัง

หมายเลข 5 แสดงฐานสำหรับติดตั้งหัวแก๊ส ทำจากเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว ยาว 45.6 เซนติเมตร 2 ชิ้น เชื่อมติดทางฝั่งซ้ายและฝั่งขวา หลังจากนั้นตัดเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว ยาว 25.6 เซนติเมตร เชื่อมขวางติดกับคานชิ้นที่แล้ว ส่วนด้านหลังตัดเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว ยาว 25.6 เซนติเมตร เชื่อมติดทางด้านหลังให้ต่ำกว่าคานประมาณ 8 เซนติเมตร

หมายเลข 6 แสดงล้อ เพื่อการเคลื่อนย้ายที่สะดวกจึงได้ทำการเชื่อมล้อไว้ที่ขาของฐานทั้ง 6 ขา

3.2.2 แบบถังที่ 1 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 3.3 แบบถังที่ 1 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

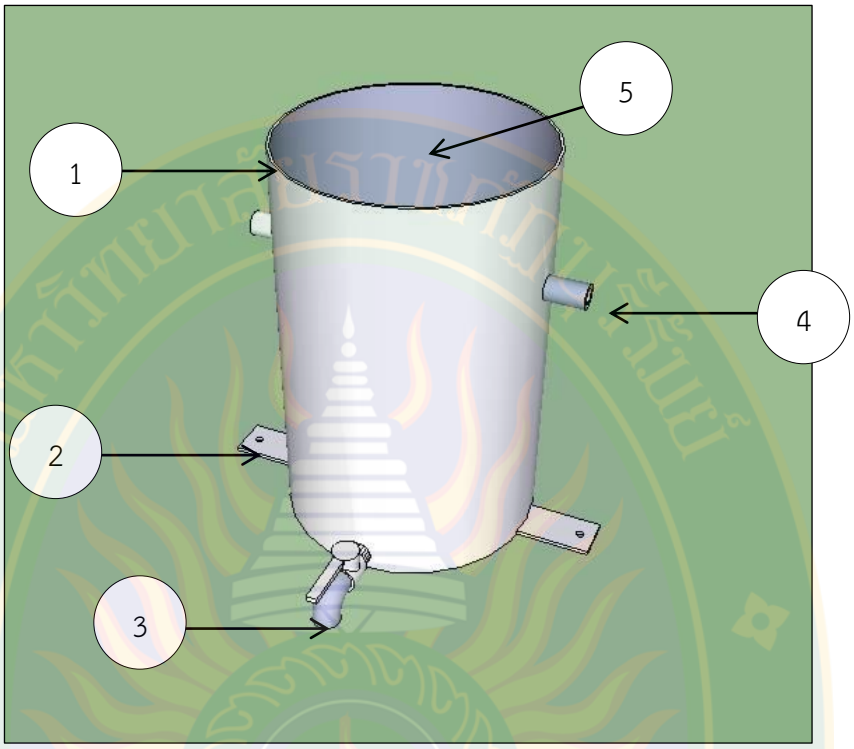
หมายเลข 1 แสดงถังสแตนเลสขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 17 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ปริมาตร 3.4 ลิตร

หมายเลข 2 แสดงวาล์วน้ำพลาสติก

หมายเลข 3 แสดงบูชขนาด 1.8 x 2.6 เซนติเมตร

หมายเลข 4 แสดงเหล็กแบนขนาด 3.2 x 5.5 x 0.3 เซนติเมตร เจาะรูที่ปลายขนาด 6 มิลลิเมตร เพื่อยึดถังติดกับฐาน

3.2.3 แบบถังที่ 2 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 3.4 แบบถังที่ 2 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

หมายเลข 1 แสดงถังสแตนเลสขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 18.5 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ปริมาตร 8 ลิตร

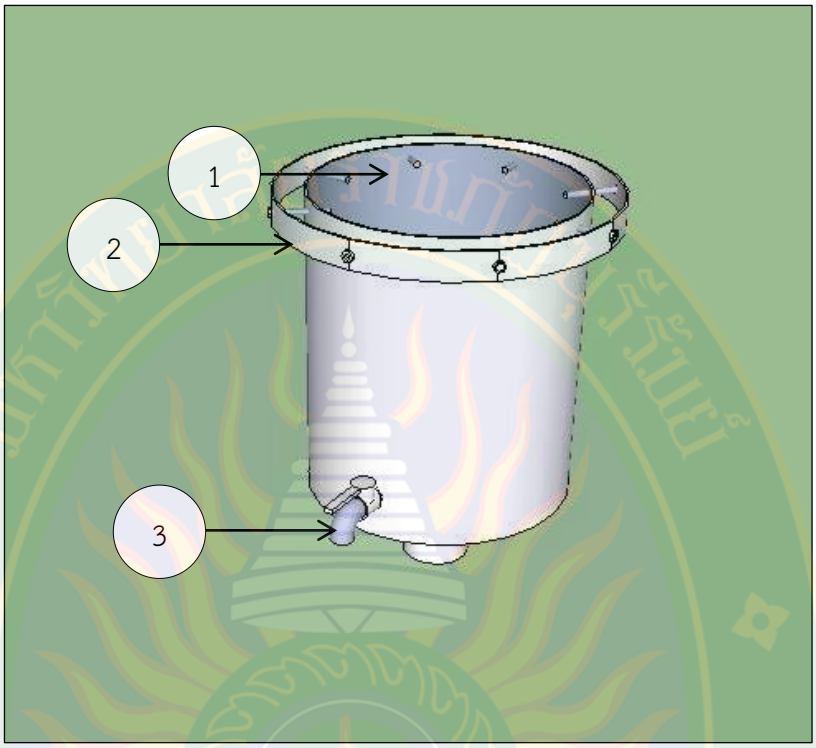
หมายเลข 2 แสดงเหล็กแบนขนาด 3.2 x 5.5 x 0.3 เซนติเมตร เจาะรูที่ปลายขนาด 6 มิลลิเมตร เพื่อยึดถังติดกับฐาน

หมายเลข 3 แสดงวาล์วน้ำทองเหลือง

หมายเลข 4 แสดงบูชขนาด 1.8 x 2.6 เซนติเมตร

หมายเลข 5 แสดงจุดวัดอุณหภูมิ วัดโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์

3.2.4 แบบถังที่ 3 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



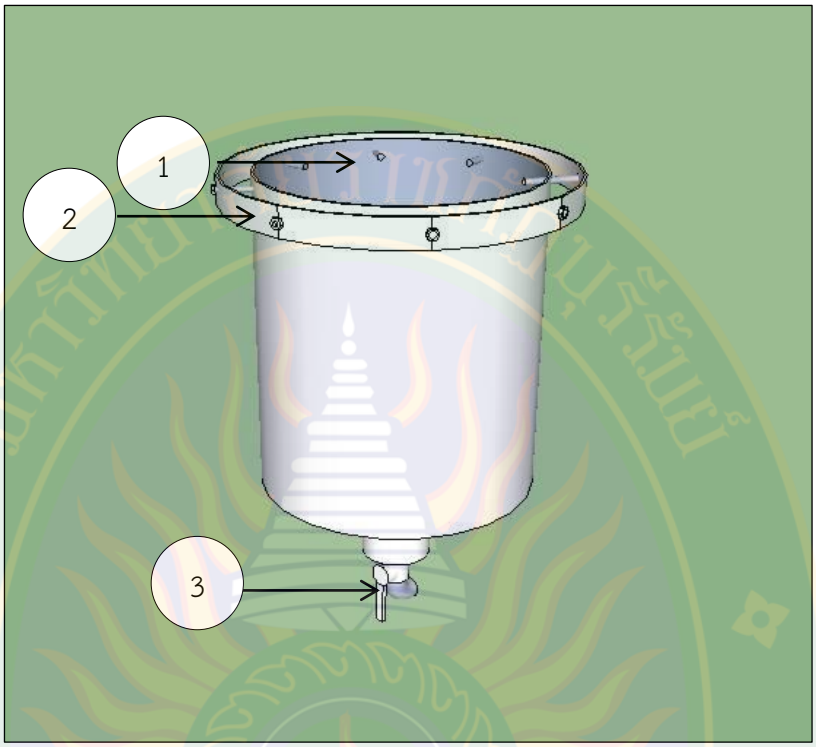
ภาพประกอบ 3.5 แบบถังที่ 3 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

หมายเลข 1 แสดงถังที่ใช้ดูการแยกชั้นระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลกับกลีเซอรีนใช้ถังน้ำพลาสติกที่มีความจุประมาณ 8 ลิตร

หมายเลข 2 แสดงเหล็กเสริมความแข็งแรงให้กับถังพร้อมกับใช้เป็นตัวยึดถังติดกับฐาน ทำจากเหล็กแบนขนาด 1 นิ้ว หนา 2 มิลลิเมตร นำมาดัดโค้งเป็นวงกลมแล้วเจาะรูขนาด 6 มิลลิเมตร จำนวน 8 รู เพื่อยึดติดกับถัง

หมายเลข 3 แสดงวาล์วน้ำพลาสติก

3.2.5 แบบถังที่ 4 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



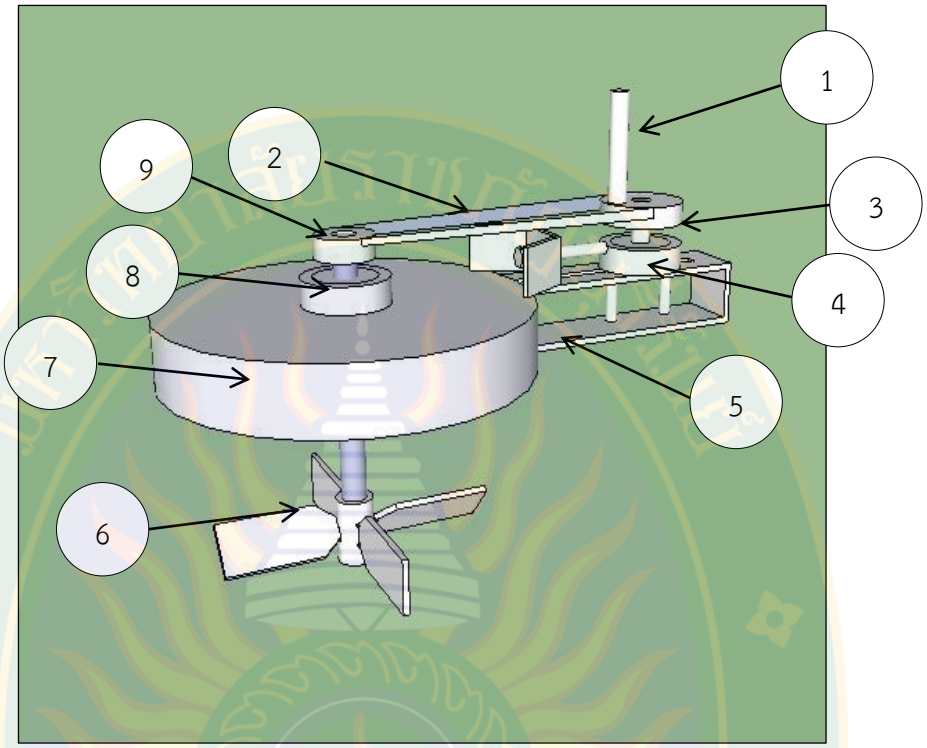
ภาพประกอบ 3.6 แบบถังที่ 4 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

หมายเลข 1 แสดงถังที่ใช้ล้างน้ำมันไบโอดีเซล ใช้ถังน้ำพลาสติกที่มีปริมาตร 8 ลิตร

หมายเลข 2 แสดงเหล็กเสริมความแข็งแรงให้กับถังพร้อมกับใช้เป็นตัวยึดถังติดกับฐาน ทำจากเหล็กแบนขนาด 1 นิ้ว หนา 2 มิลลิเมตร นำมาดัดโค้งเป็นวงกลมแล้วเจาะรูขนาด 6 มิลลิเมตร จำนวน 8 รู เพื่อยึดติดกับถัง

หมายเลข 3 แสดงวาล์วน้ำพลาสติก

3.2.6 แบบฝาถังที่ 1 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 3.7 แบบฝาถังที่ 1 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

หมายเลข 1 แสดงด้ามจับ ทำจากท่อเหล็กขนาด 19 มิลลิเมตร

หมายเลข 2 แสดงสายพานขนาด 20 นิ้ว

หมายเลข 3 แสดงพูลเล่ขนาด 3 นิ้ว

หมายเลข 4 แสดงตลับลูกปืนรูในขนาด 1.2 เซนติเมตร หนา 1.2 เซนติเมตร ด้านล่าง ติดน๊อตขนาด 6 มิลลิเมตร เพื่อใช้เป็นตัวล็อก พร้อมกับเพลาขนาด 14 มิลลิเมตร

หมายเลข 5 แสดงฐานสำหรับติดตั้งพูลเล่ตัวกวน โดยทำจากสแตนเลสแบนที่กว้าง 2.5 มิลลิเมตร ยาว 12 เซนติเมตร ตรงกลางเจาะรูขนาด 6.2 มิลลิเมตร ยาว 10 เซนติเมตร นำไปเชื่อมติดกับฝาถังสแตนเลส ด้านบนใช้สแตนเลสกว้าง 1 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว 3 แผ่นเจาะรูตรงกลางขนาด 6.2 มิลลิเมตร แล้วเชื่อมน๊อตติดเพื่อใช้เป็นตัวปรับความตึงความหย่อนของสายพาน

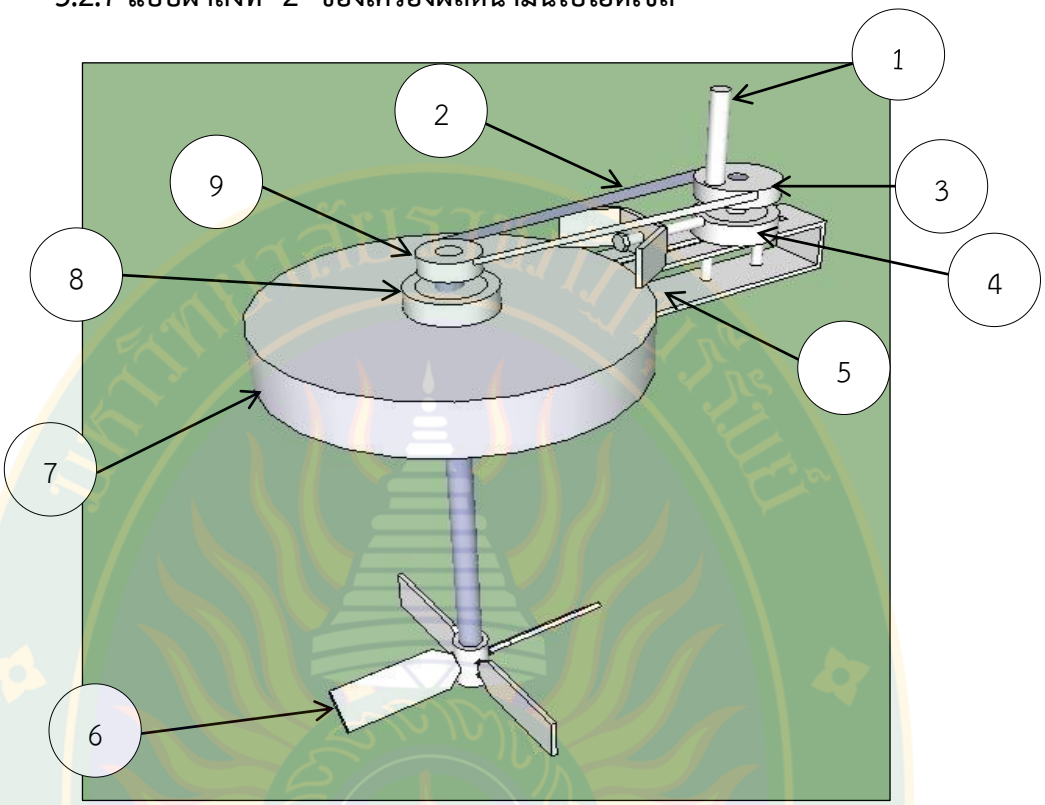
หมายเลข 6 แสดงใบกวน ที่ทำขึ้นจากสแตนเลสโดยจะใช้ปลอกสแตนเลส มีขนาด 19 มิลลิเมตร เชื่อมติดด้วยแผ่นสแตนเลสขนาด 1 นิ้ว ในลักษณะตั้งตรงจำนวน 2 ใบ และทำมุม 45 องศา กับแนวดิ่งอีก 2 แผ่น แล้วสวมเข้ากับเพลาสแตนเลส ยาว 18 เซนติเมตร

หมายเลข 7 แสดงฝาถังสแตนเลส ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 18 เซนติเมตร ขนาดสูง 4 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร

หมายเลข 8 แสดงตลับลูกปืนรูในขนาด 1.2 เซนติเมตร หนา 1.2 เซนติเมตร

หมายเลข 9 แสดงพูลเล่ขนาด 2.5 นิ้ว

3.2.7 แบบฝาถังที่ 2 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 3.8 แบบฝาถังที่ 2 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

หมายเลข 1 แสดงด้ามจับ ทำจากท่อเหล็กขนาด 19 มิลลิเมตร

หมายเลข 2 แสดงสายพานขนาด 20 นิ้ว

หมายเลข 3 แสดงพูลเล่ขนาด 3 นิ้ว

หมายเลข 4 แสดงตลับลูกปืนรูในขนาด 1.2 เซนติเมตร หนา 1.2 เซนติเมตร ด้านล่าง ติดน๊อตขนาด 6 มิลลิเมตร เพื่อใช้เป็นตัวล็อก พร้อมกับเพลาขนาด 14 มิลลิเมตร

หมายเลข 5 แสดงฐานสำหรับติดตั้งพูลเล่ตัวกวน โดยทำจากสแตนเลสแบนที่กว้าง 2.5 มิลลิเมตร ยาว 12 เซนติเมตร ตรงกลางเจาะรูขนาด 6.2 มิลลิเมตร ยาว 10 เซนติเมตร นำไปเชื่อมติดกับฝาถังสแตนเลส ด้านบนใช้สแตนเลสกว้าง 1 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว 3 แผ่น เจาะรูตรงกลางขนาด 6.2 มิลลิเมตร แล้วเชื่อมน๊อตติดเพื่อใช้เป็นตัวปรับความตึงความหย่อนของสายพาน

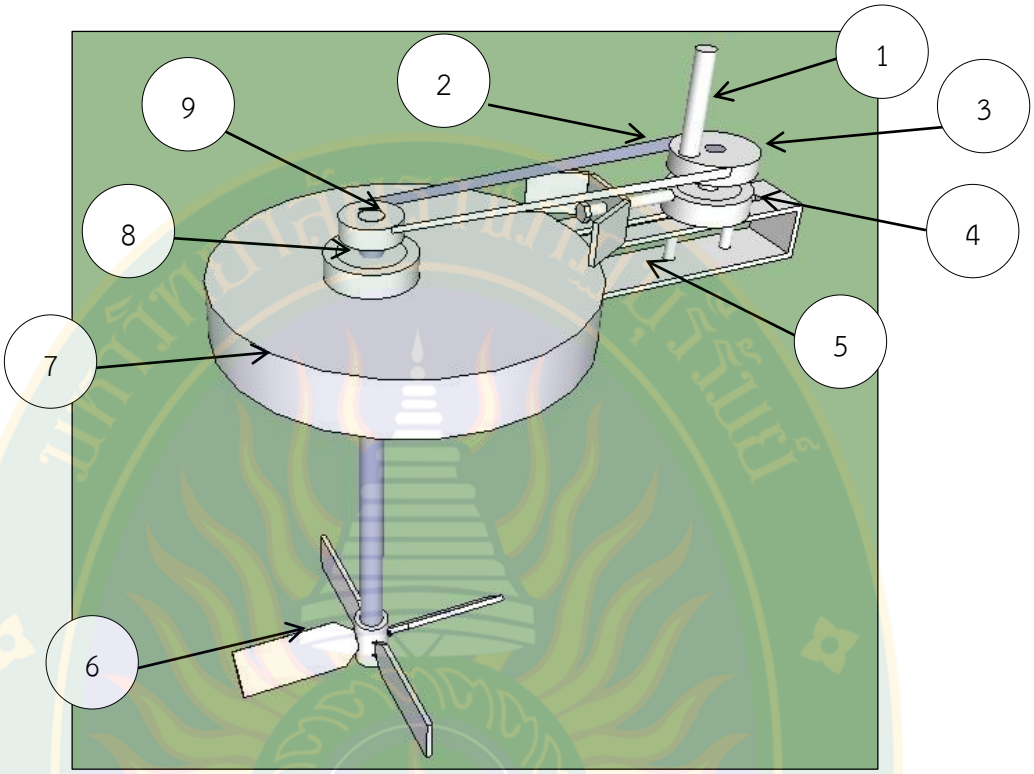
หมายเลข 6 แสดงใบกวน ที่ทำขึ้นจากสแตนเลสโดยจะใช้ปลอกสแตนเลส มีขนาด 19 มิลลิเมตร เชื่อมติดด้วยแผ่นสแตนเลสขนาด 1 นิ้ว ในลักษณะตั้งตรงจำนวน 2 ใบ และทำมุม 45 องศา กับแนวดิ่งอีก 2 แผ่น แล้วสวมเข้ากับเพลาสแตนเลส ยาว 30 เซนติเมตร

หมายเลข 7 แสดงฝาถังสแตนเลส ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 เซนติเมตร ขนาดสูง 4 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร

หมายเลข 8 แสดงตลับลูกปืนรูในขนาด 1.2 เซนติเมตร หนา 1.2 เซนติเมตร

หมายเลข 9 แสดงพูลเล่ขนาด 2.5 นิ้ว

3.2.8 แบบฝาถังที่ 4 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 3.9 แบบฝาถังที่ 4 ของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

หมายเลข 1 แสดงด้ามจับ ทำจากท่อเหล็กขนาด 19 มิลลิเมตร

หมายเลข 2 แสดงสายพานขนาด 20 นิ้ว

หมายเลข 3 แสดงพูลเล่ขนาด 3 นิ้ว

หมายเลข 4 แสดงตลับลูกปืนรูในที่มีขนาด 1.2 เซนติเมตร หนา 1.2 เซนติเมตร ด้านล่าง ติดน๊อตขนาด 6 มิลลิเมตร เพื่อใช้เป็นตัวล็อก พร้อมกับเพลาขนาด 14 มิลลิเมตร

หมายเลข 5 แสดงฐานสำหรับติดตั้งพูลเล่ตัวกวน โดยทำจากสแตนเลสแบนที่กว้าง 2.5 มิลลิเมตร ยาว 12 เซนติเมตร ตรงกลางเจาะรูขนาด 6.2 มิลลิเมตร ยาว 10 เซนติเมตร นำไปเชื่อมติดกับฝาถังสแตนเลส ด้านบนใช้สแตนเลสกว้าง 1 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว 3 แผ่น เจาะรูตรงกลางขนาด 6.2 มิลลิเมตร แล้วเชื่อมน๊อตติดเพื่อใช้เป็นตัวปรับความตึงความหย่อนของสายพาน

หมายเลข 6 แสดงใบกวน ที่ทำขึ้นจากสแตนเลสโดยจะใช้ปลอกสแตนเลส มีขนาด 19 มิลลิเมตร เชื่อมติดด้วยแผ่นสแตนเลสขนาด 1 นิ้ว ในลักษณะตั้งตรงจำนวน 2 ใบ และทำมุม 45 องศา กับแนวดิ่งอีก 2 แผ่น แล้วสวมเข้ากับเพลาสแตนเลส ยาว 30 เซนติเมตร

หมายเลข 7 แสดงฝาถังสแตนเลส ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 21 เซนติเมตร ขนาดสูง 4 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร

หมายเลข 8 แสดงตลับลูกปืนรูในขนาด 1.2 เซนติเมตร หนา 1.2 เซนติเมตร

หมายเลข 9 แสดงพูลเล่ขนาด 2.5 นิ้ว

3.3 ขั้นตอนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

เป็นการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล โดยการใช้กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) โดยใช้เบสแก่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมน้ำมันใช้แล้ว

ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเพราะน้ำมันจะเป็นปัจจัยหลักที่จะบอกถึงคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ เมื่อนำน้ำมันที่ใช้แล้วมา ควรกรองเพื่อเอาเศษอาหารที่อยู่ในน้ำมันออกก่อน โดยใช้กระชอนหรือผ้าขาวบางทำการกรอง แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 – 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 – 15 นาที เพื่อทำการไล่น้ำที่ปะปนมากับน้ำมันออกก่อนนำไปทำปฏิกิริยาในขั้นต่อไป

3.3.2 ขั้นตอนที่ 2 เตรียมสารเคมี

โดยอัตราการคำนวณตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก จะใช้เมทานอล 25 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ดังนั้น

น้ำมันที่ใช้แล้ว ปริมาตร 5 ลิตร
โซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 50 กรัม
เมทานอล ปริมาตร 1.25 ลิตร

3.3.3 ขั้นตอนที่ 3 การผลิตไบโอดีเซล

1. นำน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเตรียมไว้ 5 ลิตร ใส่ลงถังใบที่ 2 (ถังต้มน้ำมัน) เพื่อนำไปอุ่นให้ได้อุณหภูมิ 50 – 55 องศาเซลเซียส
2. นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 กรัม ลงไปผสมกับเมทานอล 1.25 ลิตร ใส่ลงในถังใบที่ 1 (ถังผสมเมทานอลกับโซเดียมไฮดรอกไซด์) กวนให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายจนหมด
3. เทสารละลายที่ผสมไว้ในข้อ 2 ลงในน้ำมันที่อุ่นไว้ขณะน้ำมันพืชมีอุณหภูมิ 50 – 55 องศาเซลเซียส
4. กวนสารทั้งสองให้เข้ากันเป็นระยะเวลา 10 – 15 นาที (ระหว่างกวนให้เปิดฝาถังออกเป็นระยะเพื่อระบายแก๊ส)
5. เทน้ำมันพืชที่ได้ใส่ในถังใบที่ 3 (ถังแยกชั้นกลีเซอรีนกับไบโอดีเซล) แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดการแยกชั้น ทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง

สังเกตว่าทันทีที่เทแอลกอฮอล์ลงในน้ำมันจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้สีของน้ำมันเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นทันที และจะเกิดแก๊สซึ่งเป็นแก๊สพิษห้ามสูดดม เนื่องจากการทำปฏิกิริยาของสารเคมีและเป็นการเกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรง จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ต้องค่อย ๆ เทใส่ลงในน้ำมัน และถ้าการทำปฏิกิริยาครั้งนี้เกิดเป็นวุ้นแข็งไม่เป็นของเหลวสีเหลืองใส แสดงว่าปริมาณส่วนผสมของโซเดียมไฮดรอกไซด์มากเกินไป แต่ถ้าใส่ในปริมาณที่น้อยเกินไปจะไม่เกิดเป็นไบโอดีเซลเช่นกัน อีกทั้งยังเป็นอุปสรรคในขั้นตอนการล้างน้ำมันอีกด้วย ถ้าอัตราส่วนของสารที่ใช้มีปริมาณที่เหมาะสมจะเกิดเป็นไบโอดีเซลภายในเวลา 30 นาที การแยกตัวของไบโอดีเซลและกลีเซอรีนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน โดยชั้นบนจะเป็นของเหลวสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล เรียกว่า ไบโอดีเซล ส่วนด้านล่างเป็นของเหลวข้นสีดำ ถ้าปล่อยไว้นานจะเป็นก้อนแข็งสีดำ เรียกว่า กลีเซอรีน

3.3.4 ขั้นตอนที่ 4 การแยกกลีเซอรีนออกจากเมทิลเอสเทอร์

หลังจากทิ้งไว้ให้กลีเซอรีนแยกตัว จะสังเกตเห็นการแยกชั้นอย่างชัดเจนระหว่างเมทิลเอสเทอร์ (ของเหลวสีเหลืองใส) กับกลีเซอรีน (สีน้ำตาลเหนียวถึงเป็นก้อน) จากนั้นเปิดก๊อกให้เมทิลเอสเทอร์ไหลลงมายังถังใบที่ 4 (ถังล้างน้ำมันไบโอดีเซล)

3.3.5 ขั้นตอนที่ 5 การล้างไบโอดีเซล

การมีแอลกอฮอล์ที่เป็นส่วนเกินจากการทำปฏิกิริยาในน้ำมัน สามารถทำให้เกิดการสึกกร่อนส่วนที่เป็นยางในเครื่องยนต์ได้ ซึ่งมีส่วนทำให้จุดวาบไฟของไบโอดีเซลต่ำลงและมีผลต่อความปลอดภัย และไม่ผ่านมาตรฐาน ตามมาตรฐาน ASTM จะอนุญาตให้มีแอลกอฮอล์ปนอยู่ในไบโอดีเซลได้ไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น การล้างไบโอดีเซลจึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่จะลดปริมาณแอลกอฮอล์ลง นอกจากนี้การล้างไบโอดีเซลด้วยน้ำ สามารถช่วยล้างสิ่งสกปรกอื่น ๆ เช่น คราบไขสบู่ในไบโอดีเซล สังเกตได้ว่าถ้าเราใส่ตัวเร่งปฏิกิริยามากเกินไปจะสังเกตเห็นไบโอดีเซลในภาชนะแบ่งชั้นออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นของไบโอดีเซล ชั้นกลีเซอรีน และชั้นของไขสบู่ขาวขุ่น ซึ่งอาจทำให้ปนเปื้อนในไบโอดีเซลด้วยเราจึงต้องควรล้างไบโอดีเซล

การล้างไบโอดีเซลด้วยน้ำสามารถทำได้ดังนี้

1. เทน้ำเปล่าสะอาดประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ลงในไบโอดีเซลเพื่อล้างตัวเร่งปฏิกิริยาออก
2. กวนน้ำกับไบโอดีเซลให้เข้ากัน จะสังเกตเห็นของเหลวทั้งหมดเป็นสีขาวขุ่น จากนั้นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จะเห็นสีของไบโอดีเซล (ชั้นบนอ่อนลงกว่าก่อนล้างและเกิดไขสบู่ขึ้นเหนือชั้นน้ำแต่ต่ำกว่าไบโอดีเซล)
3. กำจัดไขชั้นล่างออก คือ ค่อย ๆ คลายก๊อกปล่อยชั้นน้ำและชั้นไขสบู่ออกมา
4. ล้างซ้ำด้วยวิธีการแบบเดิมอีก 5 - 7 ครั้ง ไบโอดีเซลที่ได้จะใสขึ้น

3.3.6 ขั้นตอนที่ 6 การต้มไล่น้ำ

ไบโอดีเซลที่ผ่านกระบวนการล้างมาแล้วก็ยังคงมีน้ำหลงเหลืออยู่ เราจึงต้องนำไบโอดีเซลที่ได้มาต้มไล่น้ำออกก่อน โดยนำมาต้มในถังใบที่ 2 ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ต้มไล่น้ำเป็นเวลา 15 นาที (ให้เปิดฝาถังออกเป็นระยะเพื่อไอน้ำจะได้ระเหยออก) พักไว้ให้เย็นก่อนนำไปใช้งานหรือก่อนเก็บไว้

3.4 วิธีทดสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล

นำน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากเครื่องผลิตไบโอดีเซลไปทดสอบหาค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด ค่าความถ่วงจำเพาะ และจุดไหลเท

3.4.1 การทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะ

เครื่องมือที่ใช้วัดค่าความถ่วงจำเพาะ คือ ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) ที่เบากว่าน้ำ (0.700 – 1.000) การวัดทำได้โดยนำน้ำมันที่จะวัดมาใส่ภาชนะใสรูปทรงกระบอก จากนั้นค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไป แล้วทำการอ่านค่าตรงส่วนเว้า วัดที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไบโอดีเซลที่ดีควรมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 0.86 – 0.89

3.4.2 การทดสอบค่าความหนาแน่น

การหาความหนาแน่น หาจากการนำค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะของวัตถุใด ก็คือ ตัวเลขที่บอกให้รู้ว่าความหนาแน่นของวัตถุนั้นเป็นกี่เท่าของความหนาแน่น หาจากสมการ

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{ความหนาแน่นของน้ำมัน}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ}} \qquad (3.1)$$

ดังนั้น หาความหนาแน่นของน้ำมัน ได้จากสมการ

$$\text{ความหนาแน่นของน้ำมัน} = \text{ความถ่วงจำเพาะ} \times \text{ความหนาแน่นของน้ำ} \qquad (3.2)$$

3.4.3 การทดสอบค่าความเป็นกรด - ด่าง

การทดสอบโดยตรวจสอบค่าเป็นกรด – ด่าง โดยใช้กระดาษลิตมัส น้ำมันที่ดีจะไม่มีค่าเป็นด่างมากและไม่เป็นกรดมาก ช่วงค่าความเป็นกรด – ด่างใกล้ 7 (6.8 – 7.3) สามารถยอมรับได้ หากด่างมากต้องล้างน้ำเปล่าอีกครั้ง แต่หากเป็นกรดมาก ๆ อาจนำมาทำปฏิกิริยาใหม่อีกครั้ง

3.4.4 การทดสอบจุดไหลเท

จุดไหลเท คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังเป็นของเหลวพอที่จะไหลได้ การทดสอบทำตามวิธี ASTM D 97 กล่าวคือ นำน้ำมันใส่หลอดแก้ว แล้วแช่ให้เย็นลงเรื่อย ๆ และค่อยเอาน้ำมันมาตรวจดูจนถึงจุดที่น้ำมันเริ่มแข็งตัวและไม่ไหลเมื่อถือหลอดตามแนวนอนเป็นเวลา 5 วินาที จุดไหลเทหรือจุดเริ่มไหล ค่าของจุดไหลเทควรอยู่ในช่วง 0 – 15 องศาเซลเซียส จุดไหลเทที่วัดได้บอกให้ทราบว่าจะใช้น้ำมันในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำขนาดนั้นไม่ได้ เพราะน้ำมันจะไม่ไหล ไขที่มีอยู่ในน้ำมันจะแยกตัวออกมาอุดตันทางเดิน และหม้อกรองทำให้อุปกรณ์ทำงานไม่ได้ จุดไหลเทจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปริมาณ และคุณลักษณะของไขที่มีอยู่ในน้ำมัน น้ำมันที่มีปริมาณไขสูงจะมีจุดไหลเทสูง

3.4.5 การทดสอบค่าความหนืด

หาค่าความหนืดจากการนำน้ำมันใส่ในกระบอกตวง แล้วกำหนดระยะทางสำหรับให้หยดน้ำเคลื่อนที่ โดยน้ำมันมีอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส จะเริ่มจับเวลาเมื่อหยดน้ำเคลื่อนที่ถึงขีดแรก และสิ้นสุดการจับเวลาเมื่อผ่านขีดที่ 2 บันทึกเวลาเพื่อนำไปหาค่าความเร็วของหยดน้ำที่เคลื่อนที่ผ่านน้ำมัน และนำไปหาความหนืดจากสมการ

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{r^2 g(\rho - \rho')}{v} \qquad (3.3)$$

เมื่อ η คือ ค่าความหนืด (นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร)
r คือ รัศมีของหยดน้ำ (เมตร)
g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81 เมตรต่อวินาที^{2})
v คือ ความเร็วของหยดน้ำ (เมตรต่อวินาที)
ρ คือ ค่าความหนาแน่นของน้ำ (1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
ρ' คือ ค่าความหนาแน่นของน้ำมัน (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

3.5 วิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการประเมินอัตรามูลค่าเงินลงทุนรายปี ต่ออัตราการตอบแทนรายปี เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของระบบ สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลที่มีสมมติฐานเบื้องต้นโดยแบ่งเป็น ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) และต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

3.5.1 ต้นทุนคงที่ (Fix Cost)

3.5.1.1 เงินทุนในการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว จำนวน 8,457 บาท กำหนดอายุการใช้งานของเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 6 – 7 ปี

มูลค่าซากคิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ของเงินทุนสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 8,457 บาท มีรายละเอียดดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

รายการ	มูลค่า (บาท)
1. ถัง	2,000
2. ฝาถัง	1,000
3. เหล็กกล่อง	465
4. สแตนเลสแผ่นและเพลา	500
5. บูชหมุน	56
6. ตลับลูกปืนพร้อมบูช	510
7. พูลเล่	1,100
8. ล้อหมุน	96
9. เหล็กแบน	100
10. เทอร์มอมิเตอร์	170
11. หัวแก๊ส	490
12. วาล์ว	195
13. น็อตและแหวน	300
14. สายพาน	200
15. เทปพันเกลียว	75
16. ลวดเชื่อมเหล็กและลวดเชื่อมสแตนเลส	320
17. มาตรวัดความดันแก๊สและสาย	880
รวม	8,457

3.5.1.2 ค่าบำรุงรักษาของเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว เงินค่าบำรุงรักษาในส่วนนี้จะเป็นค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าบำรุงรักษา และค่าซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ มีรายละเอียดดังตาราง 3.2

ตาราง 3.2 รายละเอียดค่าบำรุงรักษา

รายการ	ค่าบำรุงรักษา (บาทต่อปี)
1. ถังสแตนเลส	300
2. หัวแก๊ส	150
3. เทปพันเกลียว	150
รวม	600

3.5.2 ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

ต้นทุนที่ใช้ในการใช้งานเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว คิดจากการวางแผนการใช้เครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วอย่างต่อเนื่อง คิดตามต้นทุนของแต่ละชนิดที่ใช้ในการใช้งานเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว โดยเฉลี่ยการทำงาน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 11 ชั่วโมง รายละเอียดในการใช้เครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ดังตาราง 3.3

ตาราง 3.3 ข้อมูลและสมมติฐานสำหรับวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ในการใช้เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

รายการ	น้ำมัน
1. ช่วงเวลาในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว	
2. ชั่วโมงการผลิต (ชั่วโมงต่อครั้ง)	11
3. จำนวนครั้งที่ทำการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว (ครั้งต่อปี)	156
4. ข้อมูลการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว	
น้ำมันพืชใช้แล้ว (ลิตรต่อปี)	780
น้ำมันไบโอดีเซล (ลิตรต่อปี)	3,276
น้ำมันพืชใช้แล้ว (บาทต่อลิตร)	10
น้ำมันไบโอดีเซล (บาทต่อลิตร)	28.29
5. ค่าแรง (บาทต่อครั้ง)	1
6. มูลค่าของน้ำมัน	
มูลค่าของน้ำมันพืชใช้แล้ว (บาทต่อปี)	16,575
มูลค่าของน้ำมันไบโอดีเซล (บาทต่อปี)	-
7. มูลค่าการสิ้นเปลืองพลังงาน (บาทต่อครั้ง)	10

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ในงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบถึงจุดคุ้มทุนของระบบก่อนและหลังการวางแผนที่มีการใช้เครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วตลอดทั้งปี สมการที่ใช้ในการคำนวณหาจุดคุ้มทุนของการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

จุดคุ้มทุนของการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว หาได้จาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (SPB)} = \frac{\text{มูลค่าของเงินลงทุนรายปี}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิต่อปี}} \quad (3.4)$$

โดยมูลค่าของเงินทุนรายปี หาได้จาก

$$\text{มูลค่าของเงินทุนรายปี} = \text{เงินลงทุนในการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว} + \text{ค่าบำรุงรักษารายปี} + \text{ค่าแรง} - \text{มูลค่าซากรายปี} \quad (3.5)$$

$$\text{ผลตอบแทนสุทธิต่อปี} = \text{มูลค่าของน้ำมันไบโอดีเซล} - (\text{มูลค่าของน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว} + \text{ค่าแก๊ส} + \text{ค่าเมทานอล} + \text{ค่าโซเดียมไฮดรอกไซด์}) \quad (3.6)$$

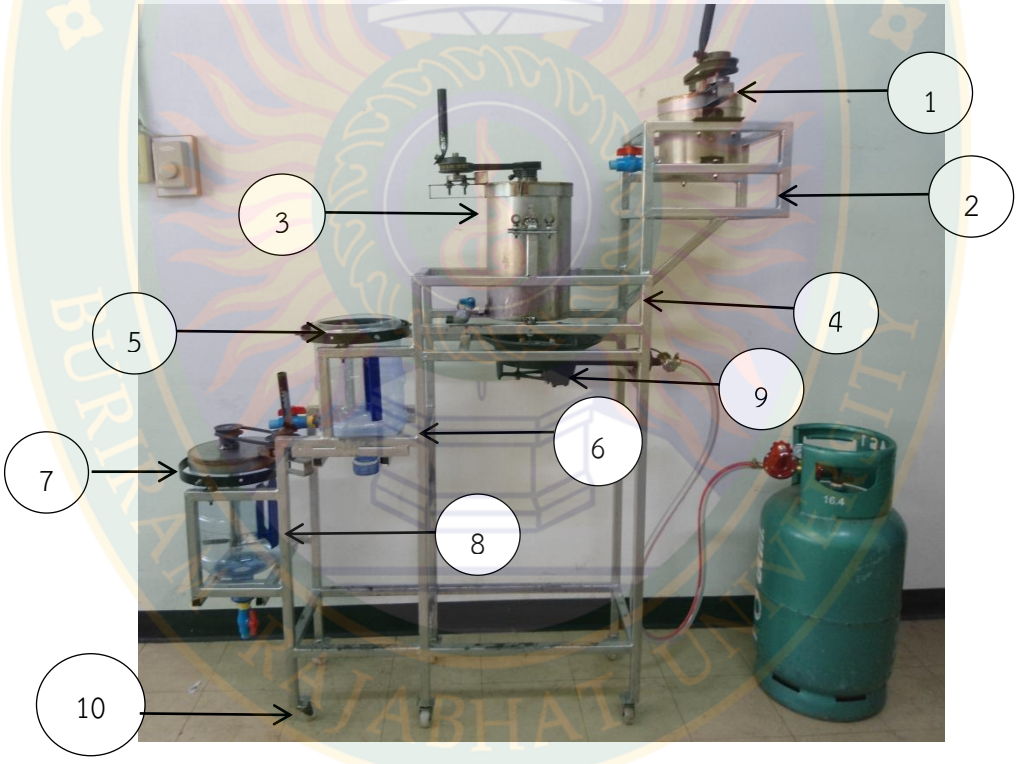
ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว หาได้จาก

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงาน} = \frac{\text{ปริมาตรของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จริง (\%)}}{\text{ปริมาตรของน้ำมันไบโอดีเซลตามทฤษฎี (\%)}} \times 100 \quad (3.7)$$

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

การสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล เพื่อหาค่าความหนาแน่น ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความเป็นกรด ค่าจุดไหลเท และค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ เพื่อนำค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความเป็นกรด และค่าจุดไหลเทของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับคุณสมบัติไบโอดีเซลของสำนักวิชาการพลังงานภาค 1 กระทรวงพลังงาน และเพื่อนำค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) ของกรมธุรกิจพลังงาน

4.1 เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 4.1 เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

หมายเลข 1 แสดงถังที่ 1
หมายเลข 2 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 1
หมายเลข 3 แสดงถังที่ 2

หมายเลข 4 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 2
หมายเลข 5 แสดงถังที่ 3
หมายเลข 6 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 3
หมายเลข 7 แสดงถังที่ 4
หมายเลข 8 แสดงฐานสำหรับติดตั้งถังที่ 4
หมายเลข 9 แสดงหัวแก๊ส
หมายเลข 10 แสดงล้อ

4.2 ผลการทดสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล

ตาราง 4.1 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

น้ำมันไบโอดีเซล ชุดที่	วัดครั้งที่	ค่าความถ่วงจำเพาะที่วัดได้	ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย
1	1	0.875	0.875
	2	0.875	
	3	0.875	
2	1	0.875	0.875
	2	0.875	
	3	0.875	
3	1	0.873	0.873
	2	0.873	
	3	0.873	
4	1	0.875	0.875
	2	0.875	
	3	0.875	
5	1	0.885	0.885
	2	0.885	
	3	0.885	
ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย			0.8766

จากตาราง 4.1 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าสูงสุดคือ 0.885 รองลงมาคือ 0.875 และต่ำสุดคือ 0.873

ตาราง 4.2 ค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

น้ำมันไบโอดีเซลชุดที่	วัดครั้งที่	ค่าความ-ถ่วงจำเพาะที่วัดได้	ค่าความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
1	1	0.875	875	875
	2	0.875	875	
	3	0.875	875	
2	1	0.875	875	875
	2	0.875	875	
	3	0.875	875	
3	1	0.873	873	873
	2	0.873	873	
	3	0.873	873	
4	1	0.875	875	875
	2	0.875	875	
	3	0.875	875	
5	1	0.885	885	885
	2	0.885	885	
	3	0.885	885	
ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				876.6

จากตาราง 4.2 ค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าสูงสุดคือ 885 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ 875 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และต่ำสุดคือ 873 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตาราง 4.3 ค่าความเป็นกรดของน้ำมันไบโอดีเซล

น้ำมันไบโอดีเซลชุดที่	วัดครั้งที่	ค่าความเป็นกรดที่วัดได้
1	1	7
	2	7
	3	7
2	1	7
	2	7
	3	7
3	1	7
	2	7
	3	7
4	1	7
	2	7
	3	7
5	1	7
	2	7
	3	7
ค่าความเป็นกรดเฉลี่ย		7

จากตาราง 4.3 ค่าความเป็นกรดของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าเท่ากันคือ 7

ตาราง 4.4 ค่าจุดไหลเทของน้ำมันไบโอดีเซล

น้ำมันไบโอดีเซล ชุดที่	วัดครั้งที่	จุดไหลเท (องศาเซลเซียส)	จุดไหลเทเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
1	1	2	2
	2	2	
	3	2	
2	1	1	1.33
	2	2	
	3	1	
3	1	2	2
	2	2	
	3	2	
4	1	1	1.33
	2	1	
	3	2	
5	1	1	1
	2	1	
	3	1	
ค่าจุดไหลเทเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)			1.53

จากตาราง 4.4 ค่าจุดไหลเทของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าสูงสุดคือ 2 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ 1.33 องศาเซลเซียส และต่ำสุดคือ 1 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
BURIRAM RAJABHAT UNIVERSITY

ตาราง 4.6 เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่ามาตรฐาน

ค่าที่เปรียบเทียบ	ค่าที่วัดได้จาก น้ำมันไบโอดีเซล (โดยเฉลี่ย)	ค่ามาตรฐาน	ผลการ เปรียบเทียบ
ค่าความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส	0.8766	0.860 – 0.900	อยู่ในค่ามาตรฐาน
ค่าความหนาแน่น ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส	876.6 กิโลกรัมต่อ-ลูกบาศก์เมตร	860 – 900 กิโลกรัมต่อ-ลูกบาศก์เมตร	อยู่ในค่ามาตรฐาน
ค่าความเป็นกรด	7	6.8 – 7.3	อยู่ในค่ามาตรฐาน
ค่าจุดไหลเท	1.53	0 – 15 องศาเซลเซียส	อยู่ในค่ามาตรฐาน

จากตาราง 4.6 ค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ค่าความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด และค่าจุดไหลเท มีค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐาน

4.3 วิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการประเมินอัตรามูลค่าเงินลงทุนรายปี ต่ออัตราการตอบแทนรายปี เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของระบบ สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลที่มีสมมติฐานเบื้องต้นโดยแบ่งเป็น ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) และต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

4.3.1 ต้นทุนคงที่ (Fix Cost)

4.3.1.1 เงินทุนในการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว จำนวนประมาณ 8,457 บาท กำหนดอายุการใช้งานของเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 6 – 7 ปี

มูลค่าซากคิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ของเงินทุนสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว 8,457 บาท มีรายละเอียดดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

รายการ	มูลค่า (บาท)
1. ถัง	2,000
2. ฝาถัง	1,000
3. เหล็กกล่อง	465
4. สแตนเลสแผ่นและเพลา	500
5. บูชหมุน	56
6. ตลับลูกปืนพร้อมบูช	510
7. พูลเล่	1,100
8. ล้อหมุน	96
9. เหล็กแบน	100
10. เทอร์มอมิเตอร์	170
11. หัวแก๊ส	490
12. วาล์ว	195
13. น็อตและแหวน	300
14. สายพาน	200
15. เทปพันเกลียว	75
16. ลวดเชื่อมเหล็กและลวดเชื่อมสแตนเลส	320
17. มาตรวัดความดันแก๊สและสาย	880
รวม	8,457

4.3.1.2 ค่าบำรุงรักษาของเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว เงินค่าบำรุงรักษาในส่วนนี้จะเป็นค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าบำรุงรักษา และค่าซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ มีรายละเอียดดังตาราง 4.8

ตาราง 4.8 รายละเอียดค่าบำรุงรักษา

รายการ	ค่าบำรุงรักษา (บาทต่อปี)
1. ถังสแตนเลส	300
2. หัวแก๊ส	150
3. เทปพันเกลียว	150
รวม	600

4.3.2 ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

ต้นทุนที่ใช้ในการใช้งานเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว คิดจากการวางแผนการใช้เครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วอย่างต่อเนื่อง คิดตามต้นทุนของแต่ละชนิดที่ใช้ในการใช้งานเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว โดยเฉลี่ยการทำงาน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้เวลาครั้งละ 11 ชั่วโมง รายละเอียดในการใช้เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 ข้อมูลและสมมติฐานสำหรับวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ในการใช้เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

รายการ	น้ำมัน
1. ช่วงเวลาในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว	1 – 27 มกราคม 2557
2. ชั่วโมงการผลิต (ชั่วโมงต่อครั้ง)	11
3. จำนวนครั้งที่ทำการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว (ครั้งต่อปี)	208
4. ข้อมูลการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว	
น้ำมันพืชใช้แล้ว (ลิตรต่อปี)	1,040
น้ำมันไบโอดีเซล (ลิตรต่อปี)	900.64
น้ำมันพืชใช้แล้ว (บาทต่อลิตร)	10
น้ำมันไบโอดีเซล (บาทต่อลิตร)	38.14
5. ค่าแรง (บาทต่อครั้ง)	1

ตาราง 4.9 (ต่อ) ข้อมูลและสมมติฐานสำหรับวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ในการใช้เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

รายการ	น้ำมัน
6. มูลค่าของน้ำมัน	
มูลค่าของน้ำมันพืชใช้แล้ว (บาทต่อปี)	10,400
มูลค่าของน้ำมันไบโอดีเซล (บาทต่อปี)	34,350
7. มูลค่าการสิ้นเปลืองพลังงาน (บาทต่อปี)	
แก๊ส	1,430
เมทานอล	4,461.6
โซเดียมไฮดรอกไซด์	416

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ในงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบถึงจุดคุ้มทุนของระบบก่อนและหลังการวางแผนที่มีการใช้เครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วตลอดทั้งปี สมการที่ใช้ในการคำนวณหาจุดคุ้มทุนของการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

จุดคุ้มทุนของการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว หาได้จากสมการ (3.4)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (SPB)} = \frac{\text{มูลค่าของเงินลงทุนรายปี}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิต่อปี}}$$

มูลค่าของเงินทุนรายปี หาได้จากสมการ (3.5)

มูลค่าของเงินทุนรายปี = เงินลงทุนในการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว + ค่าบำรุงรักษารายปี + ค่าแรง – มูลค่าซากรายปี

มูลค่าของเงินทุนรายปี = (8,457 + 600 +1) – 845.7

= 9,058 – 845.7

= 8,212.3 บาท

ผลตอบแทนสุทธิต่อปีคำนวณได้จาก หาได้จากสมการ (3.6)

ผลตอบแทนสุทธิต่อปี = มูลค่าของน้ำมันไบโอดีเซล – (มูลค่าของน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว + ค่าแก๊ส + ค่าเมทานอล + ค่าโซเดียมไฮดรอกไซด์)

ผลตอบแทนสุทธิต่อปี = 34,350.41 – (10,400 + 1,430 + 4,461.6 + 416)

= 34,350.41 – 16,707.6

= 17,642.81 บาทต่อปี

นำมูลค่าของเงินลงทุนรายปี และผลตอบแทนสุทธิต่อปี แทนลงในสมการ (3.4)

$$= \frac{8,212.3}{17,642.81}$$

ระยะเวลาคืนทุน (SPB) = 5 เดือน 18 วัน

ตาราง 4.10 แสดงปริมาตรผลิตภัณฑ์จากการผลิตน้ำมันของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

ครั้งที่	ปริมาตรน้ำมันพืชใช้แล้ว (ลิตร)	ปริมาตรน้ำมันไบโอดีเซล (ลิตร)
1	5	4.50
2	5	4.35
3	5	4.25
4	5	4.50
5	5	4.05
เฉลี่ย		4.33

ตามทฤษฎี กลีเซอรีนที่ได้จะอยู่ในช่วง 5 – 20 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าในทางทฤษฎีจะได้ปริมาตรน้ำมันไบโอดีเซลมากที่สุด คือ 95 เปอร์เซ็นต์ จากตาราง 4.10 จะได้ว่าถ้าใช้น้ำมันพืชใช้แล้วปริมาตร 5 ลิตร จะได้ปริมาตรน้ำมันไบโอดีเซลเฉลี่ยอยู่ที่ 4.33 ลิตรต่อครั้ง คิดเป็น 86.6 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันพืชใช้แล้ว ดังนั้น ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผลิตไบโอดีเซล หาได้จากสมการ (3.7)

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงาน} = \frac{\text{ปริมาตรของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จริง (\%)}}{\text{ปริมาตรของน้ำมันไบโอดีเซลตามทฤษฎี (\%)}} \times 100$$

$$= \frac{86.6\%}{95\%} \times 100$$

$$= 91.15 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

ตาราง 4.5 ค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซล

ชุดที่	รัศมี (เมตร)	รัศมี^{2} (เมตร)	เวลา (วินาที)				ระยะทาง (เมตร)	ความเร็ว (เมตรต่อวินาที)	ความหนืด (นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร)
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย			
1	0.00221	4.8841×10^{-6}	0.88	0.97	0.94	0.93	0.059	0.063	0.0209
2	0.00221	4.8841×10^{-6}	0.91	0.87	0.93	0.90	0.059	0.066	0.0199
3	0.00221	4.8841×10^{-6}	0.97	0.84	0.91	0.91	0.059	0.065	0.0206
4	0.00221	4.8841×10^{-6}	0.87	0.94	0.90	0.90	0.059	0.066	0.0199
5	0.00221	4.8841×10^{-6}	0.90	0.84	0.85	0.86	0.059	0.069	0.0176
ค่าความหนืดเฉลี่ย									0.0198

จากตาราง 4.5 ค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าสูงสุดคือ 0.0209 นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร รองลงมาคือ 0.0206 นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร และต่ำสุดคือ 0.0176 นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ค่าความถ่วงจำเพาะที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีค่าที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยเฉลี่ยมีค่า 0.8766 ค่ามาตรฐานของค่าความถ่วงจำเพาะจะมีค่าคือ 0.860 และค่าความถ่วงจำเพาะจากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดของค่ามาตรฐาน 0.0166

ค่าความหนาแน่นที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ จะมีค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ย 876.6 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่ามาตรฐานของค่าความหนาแน่นจะมีค่าที่ 860 และค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้โดยเฉลี่ยจะมีค่าความหนาแน่นที่สูงกว่าค่าต่ำสุดของค่ามาตรฐาน 16.6 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าความเป็นกรดที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีค่าความเป็นกรดโดยเฉลี่ยมีค่า 7 แต่ค่าความเป็นกรดที่ต่ำที่สุดของค่ามาตรฐานมีค่าเป็น 6.8 ดังนั้นค่าความเป็นกรดที่วัดได้มีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดของค่ามาตรฐานที่ 0.2

ค่าจุดไหลเทที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีค่าจุดไหลเทโดยเฉลี่ย 1.53 องศาเซลเซียส ค่ามาตรฐานของค่าจุดไหลเทจะมีค่าที่ 0 องศาเซลเซียส และค่าจุดไหลเทของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้โดยเฉลี่ยจะมีค่าจุดไหลเทที่สูงกว่าค่าต่ำสุดของค่ามาตรฐาน 1.53 องศาเซลเซียส

ค่าความหนืดที่วัดได้จากน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าสูงสุดคือ 0.0209 นิวตันวินาที-ต่อตารางเมตร รองลงมาคือ 0.0206 นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร และต่ำสุดคือ 0.0176 นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร โดยเฉลี่ยค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่า 0.0198 นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร

5.2 อภิปรายผล

เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเครื่องนี้ สามารถใช้ผลิตน้ำมันไบโอดีเซลได้ และน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด และค่าจุดไหลเทที่ได้มาตรฐาน ตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการตรวจวัดค่าพลังงานความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้

2. ควรมีการออกแบบและการสร้างเพิ่มเติมในส่วนของระบบหล่อเย็น เพราะจะช่วยให้ใช้เวลาในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลที่น้อยลง

3. ควรทดลองใช้น้ำมันจากวัตถุดิบหลาย ๆ ชนิด และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันวัตถุดิบนั้น ๆ

บรรณานุกรม

กรมธุรกิจพลังงาน. (2549). **กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน)**. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน.

กลีเซอรีน. (2557). **วารสารประสิทธิภาพพลังงาน**. ปีที่ 13 ฉบับที่ 61 เมษายน – กันยายน พ.ศ. 2546 หน้า 86-88.

จันทิมา จันทร์หนองฮี ประภาพร วรรณดี และรัตน์จาณี อรัญเพิ่ม. (2550). **ศึกษาผลผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดสบู่ดำในเขตพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด มหาสารคาม และเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนสมบัติทางฟิสิกส์กับน้ำมันดีเซล**. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ชาคริต ทองอุไร และคณะ. (2550). **การผลิตไบโอดีเซลจากผลิตผลปาล์มน้ำมัน**. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เชาวลิต ถาวรสิน สุทธิพันธ์ ขุนอินทร์ และถิระ เพชรกำบังภัย. (2549). **การสร้างชุดผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว**. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ณรงค์ หูชัยภูมิ และนิรุต อ่อนสลุง. (2551). **การศึกษาการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วที่มีผลต่อประสิทธิภาพเครื่องยนต์ดีเซล**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

ทวีศักดิ์ ใจเกสิม. (2549). **การพัฒนาไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัด**. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ไทยอีดิทอเรียลดอทคอม. (2553). **โซเดียมไฮดรอกไซด์**. สืบค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2556, จาก http://www.thaieditorial.com.

ธัญพรรณ พลตื้อ. (2556). **การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว**. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และอนุกูล จันทร์แก้ว. (2553). **การศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กในการทำงานจริงโดยใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์ และคณะ. (2550). **การสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วและการศึกษาผลกระทบต่อสมรรถนะ การปล่อยสารมลพิษและการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมเอทานอลและน้ำมันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบระยะเวลาสั้นและยาว.** มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ประโยชน์ของการใช้ไบโอดีเซล. (2556). **วารสารประสิทธิภาพพลังงาน**. ปีที่ 13 ฉบับที่ 61 เมษายน – กันยายน พ.ศ. 2546 หน้า 86-88.

พาราไซแอนติฟิคดอทคอม. (2551). **ไบโอดีเซล**. สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2556, จาก http://www.barascientific.com/article/Biodiesel/biodiesel.php.

พรพรรณ พลเยี่ยม และสายยนต์ เทเวลา. (2550). **การสังเคราะห์ศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วโดยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิ-เคชัน**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พรเทพ ถนนแก้ว. (2552). **การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ใช้แล้วในถังปฏิกรณ์ชีวภาพต้นแบบ**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2556). **น้ำมันถั่วลิสง**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล เดโช ศรีวิจิตร และสุมาลัย ศรีกำไลทอง. (2525). **การใช้น้ำมันพืชแทนน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซล**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล. (2544). **ไบโอดีเซลพลังงานทางเลือก**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2544.

ภูมิดินดอทคอม. (2553). **ประโยชน์ของงาและน้ำมันงา**. สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2556, จาก http://www.pumedin.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538680763.

มายเฟิร์สเบรนดอทคอม. (2556). **เมทิลแอลกอฮอล์**. สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2556, จาก http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=74769.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2556). **เมทานอล.** สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2556, จาก http://www.wikipedia.com.

ศรีสุดา เตชะสาน. (ม.ป.ป.). **ละหุ่ง.** นักวิชาการเกษตร กลุ่มพืชน้ำมัน กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร.

สยามไบโอเอนเนอยีดอทคอม. (ม.ป.ป.). **วัตถุดิบที่ใช้ผลิตไบโอดีเซล**. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2556, จาก http://www.siambioenergy.com.

สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน. (2557). **กลีเซอรีนทั้งหมด**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุดใจ สุวรรณหาญ. (2553). **การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้ว.** มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

สุพัทรา แตงทับทิม และสุภาวรัตน์ ผลินยศ. (2556). **การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว.** เอกสารประการอบรมเชิงปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

สุรวัฒนศักดิ์ สุรำไพ. (2553). **เครื่องผลิตไบโอดีเซลพลังงานความร้อนร่วม.** วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี.

สำนักวิชาการพลังงานภาค 1. (2554). **คุณสมบัติของไบโอดีเซล.** กระทรวงพลังงาน.

อัญชณา ยอดเรืองวงศ์ และอนุชา พรมวังขวา. (2545). **คุณสมบัติของเชื้อเพลิงดีเซลชีวภาพจากน้ำมันพืชดิบโดยกระบวนการทรานซ์เอสเทอริฟิเคชัน.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อาภาณี เหลืองนฤมิตชัย. (2549). **ไบโอดีเซล.** วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อีดูโซนดอทคอม. (2550). **วัตถุดิบที่ใช้ผลิตไบโอดีเซล.** สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2556, จาก http://blog.eduzones.com.

เอสพีพี ซัพพลาย. (2555). **สายพานส่งกำลัง**. สืบค้นเมื่อ 2 พฤศจิกายน 2556, จาก http://www.sppsupply.com/vBelt.html.

บัญชีสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
η	ค่าความหนืด	นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร
r	รัศมีของหยดน้ำ	เมตร
g	ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81)	เมตรต่อวินาที^{2}
v	ความเร็วของหยดน้ำ	เมตรต่อวินาที
ρ	ค่าความหนาแน่นของน้ำ (1,000)	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ρ'	ค่าความหนาแน่นของน้ำมัน	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณ

จุดคุ้มทุนของการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว หาได้จากสมการ (3.4)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (SPB)} = \frac{\text{มูลค่าของเงินลงทุนรายปี}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิต่อปี}}$$

มูลค่าของเงินทุนรายปี หาได้จากสมการ (3.5)

มูลค่าของเงินทุนรายปี = เงินลงทุนในการสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว + ค่าบำรุงรักษารายปี + ค่าแรง – มูลค่าซากรายปี

มูลค่าของเงินทุนรายปี = (8,457 + 600 +1) – 845.7

= 9,058 – 845.7

= 8,212.3 บาท

ผลตอบแทนสุทธิต่อปีคำนวณได้จาก หาได้จากสมการ (3.6)

ผลตอบแทนสุทธิต่อปี = มูลค่าของน้ำมันไบโอดีเซล – (มูลค่าของน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว + ค่าแก๊ส + ค่าเมทานอล + ค่าโซเดียมไฮดรอกไซด์)

ผลตอบแทนสุทธิต่อปี = 34,350.41 – (10,400 + 1,430 + 4,461.6 + 416)

= 34,350.41 – 16,707.6

= 17,642.81 บาทต่อปี

นำมูลค่าของเงินลงทุนรายปี และผลตอบแทนสุทธิต่อปี แทนลงในสมการ (3.4)

$$= \frac{8,212.3}{17,642.81}$$

ระยะเวลาคืนทุน (SPB) = 5 เดือน 18 วัน

หาความหนาแน่นของน้ำมัน ได้จากสมการ

ความหนาแน่นของน้ำมัน = ความถ่วงจำเพาะ x ความหนาแน่นของน้ำ

= 0.875 x 1000

= 875 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

หาความหนืด ได้จากสมการ

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{r^2 g(\rho - \rho')}{v}$$

$$= \frac{2}{9}\frac{(4.8841 \times 10^{-6})(9.81)(1000\text{-}875)}{0.063}$$

$$= \frac{(0.22)(47.913 \times 10^{-6})(125)}{0.063}$$

$$= \frac{(1{,}317.6075 \times 10^{-6})}{0.063}$$

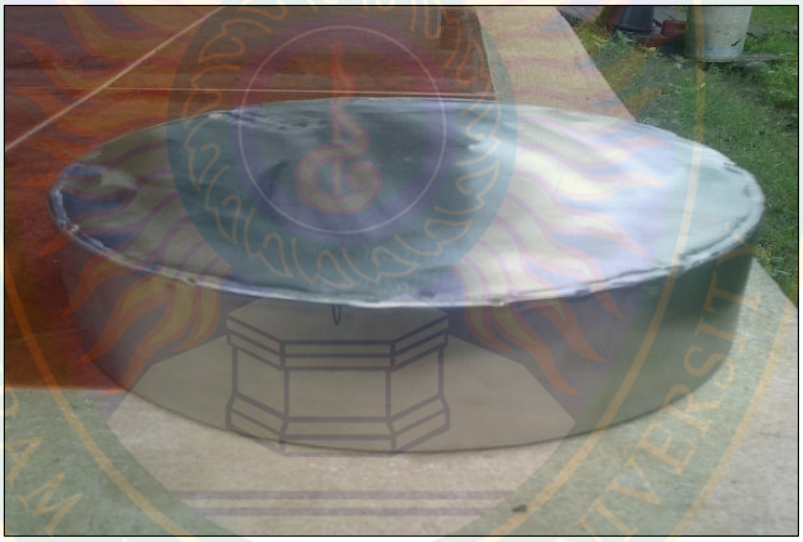
= 0.0209 นิวตันวินาทีต่อตารางเมตร

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาพประกอบ ข 1 เหล็กกล่อง

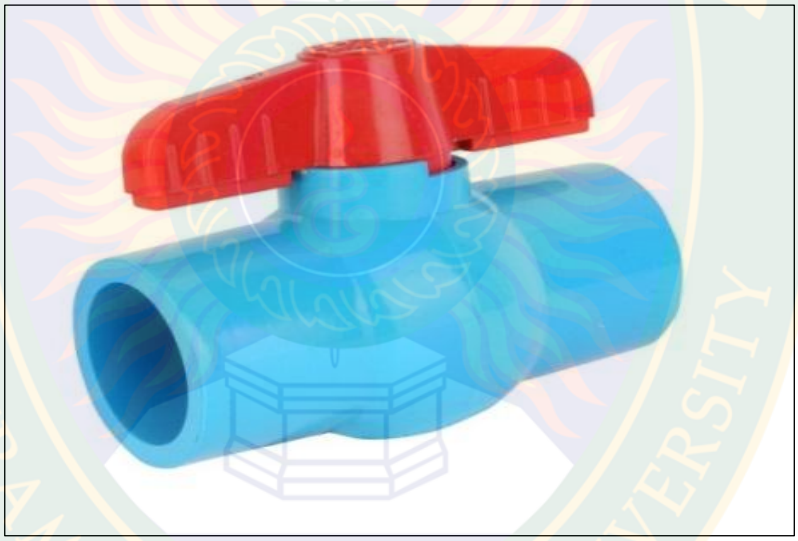
ภาพประกอบ ข 2 ถังสแตนเลส

ภาพประกอบ ข 3 ถังพลาสติก



ภาพประกอบ ข 4 ฝาถังสแตนเลส

ภาพประกอบ ข 5 วาล์วน้ำทองเหลือง



ภาพประกอบ ข 6 วาล์วน้ำพลาสติก

ภาพประกอบ ข 7 เพลาสแตนเลส

ภาพประกอบ ข 8 สายพาน

ภาพประกอบ ข 9 พูลเล่

ภาพประกอบ ข 10 เมทานอล

ภาพประกอบ ข 11 โซเดียมไฮดรอกไซด์

ภาพประกอบ ข 12 น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

ภาพประกอบ ข 13 วาล์วแก๊สพร้อมติดมาตรวัดความดัน

ภาพประกอบ ข 14 แก๊ส

ภาพประกอบ ข 15 ตาชั่งดิจิตอล

ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการสร้างเครื่อง
วิธีการผลิตน้ำมันและการตรวจสอบคุณภาพ

ภาพประกอบ ค 1 เชื่อมฐานของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

ภาพประกอบ ค 2 ฐานของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

ภาพประกอบ ค 3 เชื่อมถังของเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

ภาพประกอบ ค 4 ถังผสมเมทานอลกับโซเดียมไฮดรอกไซด์

ภาพประกอบ ค 5 ถังต้มน้ำมัน

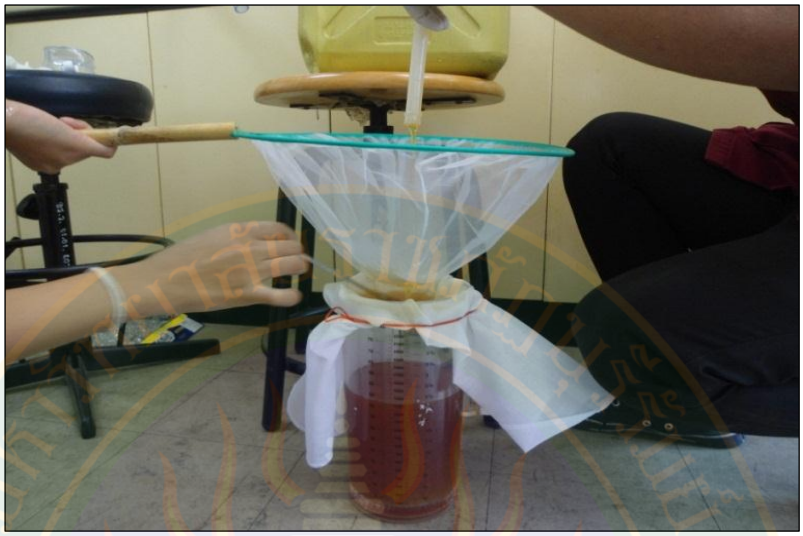
ภาพประกอบ ค 6 ถังแยกชั้นกลีเซอรีนกับน้ำมันไบโอดีเซล

ภาพประกอบ ค 7 ถังล้างน้ำมันไบโอดีเซล

ภาพประกอบ ค 8 ฝาถังต้มน้ำมัน

ภาพประกอบ ค 9 ฝาถังผสมเมทานอลกับโซเดียมไฮดรอกไซด์

ภาพประกอบ ค 10 ฝาถังล้างน้ำมันไบโอดีเซล

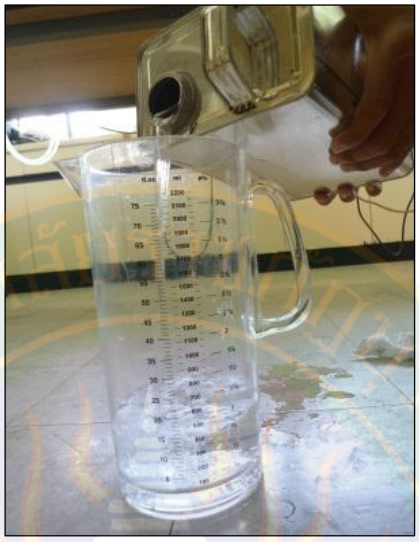


ภาพประกอบ ค 11 กรองน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

ภาพประกอบ ค 12 ตวงน้ำมันพืชที่กรองแล้วไปเทใส่ถัง

ภาพประกอบ ค 13 ต้มน้ำมันพืชที่ใช้แล้วที่อุณหภูมิ 100 – 120 องศาเซลเซียส

ภาพประกอบ ค 14 ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 50 กรัม



ภาพประกอบ ค 15 ตวงเมทานอลปริมาตร 1.25 ลิตร

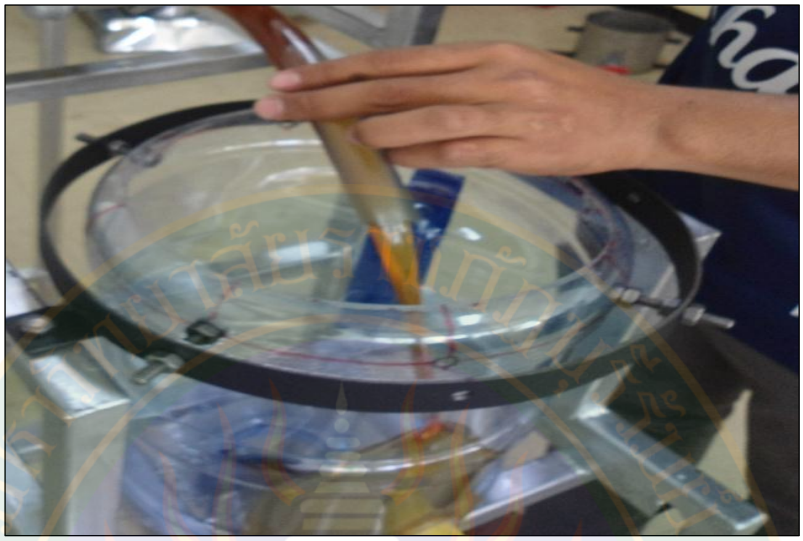
ภาพประกอบ ค 16 ผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเมทานอล

ภาพประกอบ ค 17 เปิดก๊อกให้โซเดียมไฮดรอกไซด์และเมทานอลไหลลงสู่ถังต้มน้ำมัน

ภาพประกอบ ค 18 กวนสารทั้งสองให้เข้ากัน

ภาพประกอบ ค 19 เปิดก๊อกให้น้ำมันที่ทำปฏิกิริยาแล้วไหลลงสู่ถังที่ 3

ภาพประกอบ ค 20 น้ำมันเกิดการแยกชั้นกับกลีเซอรีน
โดยน้ำมันจะอยู่ด้านบนและกลีเซอรีนอยู่ด้านล่าง



ภาพประกอบ ค 21 เปิดก๊อกให้น้ำมันที่อยู่ด้านบนไหลลงสู่ถังล้างน้ำมัน

ภาพประกอบ ค 22 เทน้ำเปล่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันที่ได้ลงไปผสมกับน้ำมัน

ภาพประกอบ ค 23 กวนน้ำกับน้ำมันให้เข้ากันจนเป็นสีขาวขุ่น

ภาพประกอบ ค 24 น้ำมันกับน้ำก็เกิดการแยกชั้นกันแล้วเปิดก๊อกเอาน้ำและไขสบู่ที่อยู่ด้านล่างทิ้ง ทำการล้างน้ำมันซ้ำอีก 5 -7 ครั้ง น้ำมันจะใสขึ้น

ภาพประกอบ ค 25 ต้มน้ำมันที่ล้างทำความสะอาดเสร็จแล้วที่อุณหภูมิ 100 – 120 องศาเซลเซียส เพื่อไล่น้ำที่ผสมมากับน้ำมัน

ภาพประกอบ ค 26 บรรจุน้ำมันที่ต้มแล้วลงขวดพร้อมทั้งปิดให้สนิท

ภาพประกอบ ค 27 ตวงน้ำมันที่ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

ภาพประกอบ ค 28 วัดอุณหภูมิจุดไหลเทของน้ำมันไบโอดีเซล

ภาพประกอบ ค 29 ทดสอบความเป็นกรดด้วยกระดาษลิตมัส

ประวัติผู้ทำวิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัยที่ 1

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายภัทรพงศ์ ขำคม

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Phattharaphong Khamkhom

2. เลขประจำตัวประชาชน 3 5399 00079 30 2

3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (สายผู้สอน)

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000 หมายเลขโทรศัพท์ที่ทำงาน 044 - 611221 ต่อ 130 หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 087 - 2599090

   e-mail : tae_4615394@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

   กศ.บ. ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปี พ.ศ.2545

   กศ.ม. ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปี พ.ศ.2550

6. สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ

   - การปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต
   - นาโนเทคโนโลยี
   - นาโนไฟเบอร์

7. ประสบการณ์เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัยที่ 2

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายวัลลภ หอมระหัด

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Vallop Homrahad

2. เลขประจำตัวประชาชน 1 3604 00082 75 1

3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (สายผู้สอน)

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000 หมายเลขโทรศัพท์ที่ทำงาน 044 - 611221 ต่อ 130 หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 089-3985817

   e-mail : vallop118@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

   วท.บ. ฟิสิกส์ประยุกต์สายพลังงาน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปี พ.ศ.2552

   วศ.ม. วิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี พ.ศ.2553

6. สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ
    - การอบแห้งด้วยพลังงานแสงแสงอาทิตย์ โซล่าเซลล์
    - solar thermal
    - ระบบท่อความร้อน
    - การจัดการอนุรักษ์พลังงาน
7. ประสบการณ์เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
    - เรื่อง การอบแห้งกระชายดำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวล
    - เรื่อง เครื่องอบแห้งพริกพลังงานแสงอาทิตย์รวมกับระบบปั๊มความร้อนต้นแบบ