

## รายการรูปประกอบ

| รูป   | หน้า |
|---|------|
| 1.1 มูลค่าการนำเข้าและส่งออกพลังงานของไทย   | 1    |
| 1.2 สัดส่วนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในภาคคมนาคมขนส่ง   | 2    |
| 2.1 ปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมัน  | 5    |
| 2.2 ขั้นตอนย่อยของปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน   | 6    |
| 2.3 กลไกการเกิดปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันแบบใช้ตัวเร่งปฏิกริยา   | 8    |
| 2.4 พันธะโควาเลนต์โมเลกุลแบบมีขั้วและไม่มีขั้ว  | 14   |
| 2.5 การละลายของโมเลกุลแบบมีขั้วและไม่มีขั้ว   | 14   |
| 2.6 แร่ที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต  | 33   |
| 2.7 ส่วนประกอบของไข่  | 36   |
| 3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัย  | 38   |
| 3.2 เมล็ดงาที่ได้จากโรงงาน  | 40   |
| 3.3 ปริมาณเมล็ดงาต่องา 1 Kg   | 41   |
| 3.4 เมล็ดงาที่แช่ในตัวทำละลายเฮกเซน   | 42   |
| 3.5 ปฏิกริยาการเกิดกรดไขมันอิสระ  | 42   |
| 3.5 การไตเตรทเพื่อหาปริมาณกรดไขมันอิสระ   | 44   |
| 3.6 ไฮโครมิเตอร์วัดความถ่วงจำเพาะของชนิดที่เบากว่าน้ำ   | 48   |
| 3.7 เครื่องวัดความหนืดแบบบรูคฟิลด์  | 49   |
| 3.8 เครื่อง High Performance Liquid Chromatography  | 50   |
| 3.9 เครื่อง Bomb Calorimeter รุ่น AC600 – LECO  | 51   |
| 4.1 เมล็ดงา   | 56   |
| 4.2 น้ำมันจากเมล็ดงากับกากของเมล็ดงา  | 57   |
| 4.3 ลักษณะน้ำมันจากเมล็ดงา  | 59   |
| 4.4 สัดส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมัน โดยใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกริยากรดซัลฟูริก<br>เข้มข้น2M โดย ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 120 นาที                             | 62   |
| 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์เมทานอลที่สกัดส่วนโดยโมลเมทานอล<br>ต่อน้ำมัน 9:1 ปริมาณตัวเร่งปฏิกริยากรดซัลฟูริกความเข้มข้น2M ที่อุณหภูมิ 60 °C | 63   |

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูป   | หน้า |
|---|------|
| 4.6 สกัดส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมัน โดยใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนักของน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 60 นาที  | 64   |
| 4.7 สกัดส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมัน 6:1 กับ 9:1 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1 โดยน้ำหนักของน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 60 °C และสกัดส่วนเฮกเซนต่อเมทานอล  | 65   |
| 4.8 อิทธิพลของอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน สกัดส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมัน 6:1 ตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1 โดยใช้ตัวทำละลายร่วม และสกัดส่วนโทลูอินต่อเมทานอล 1:1 โดยปริมาตร | 66   |
| 4.9 อิทธิพลของอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน สกัดส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมัน 9:1 ตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1 โดยใช้ตัวทำละลายร่วม   | 66   |
| 4.10 สกัดส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมัน 9:1 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 60 °C และสกัดส่วนเตตระไฮโดรฟูแรนต่อเมทานอล 1:1 โดยปริมาตร                 | 67   |
| 4.11 การใช้ไฮโดรมิเตอร์ในการวัดความถ่วงจำเพาะ   | 69   |
| 4.12 โครมาโตแกรมของเมทิลเอสเทอร์จากเครื่อง HPLC ที่สกัดส่วนโดยโมลเมทานอลต่อน้ำมัน 9:1 อุณหภูมิ 60 °C ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1% โดยน้ำหนัก อัตราส่วนเตตระไฮโดรฟูแรนกับเมทานอล 1:1 เป็นเวลา 60 นาที           | 72   |