ศึกษาและเปรียบเทียบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ

Study and comparison the oil extraction method from Jatropha curcas Linn.

นายประสิทธิ์ โคติโชติ

นายสุริยา สุจินดานุรักษ์

นายอนุพงษ์ หงษ์ใจ

i5094653

วร.

ว/412ศ

2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงาน

หัวข้อโครงงาน	**: ศึกษาและเปรียบเทียบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ**
	: Study and comparison the oil extraction method from Jatropha curcas Linn.
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายประสิทธิ์ โคติโชติ รหัสประจำตัวนิสิต 47360805
	: นายสุริยา สุจินดานุรักษ์ รหัสประจำตัวนิสิต 47363106
	: นายอนุพงษ์ หงษ์ใจ รหัสประจำตัวนิสิต 47363130
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์สิทธิโชค ผูกพันธุ์
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2550

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ สิทธิโชค ผูกพันธุ์)

.....กรรมการ
(ดร.ภาณุ พุทธวงศ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมศก วิไลพล)

หัวข้อโครงงาน	: ศึกษาและเปรียบเทียบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ : Study and comparison the oil extraction method from Jatropha curcas Linn
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายประสิทธิ์ โคติโชติ รหัสประจำตัวนิสิต 47360805 : นายสุริยา สุจินดานุรักษ์ รหัสประจำตัวนิสิต 47363106 : นายอนุพงษ์ หงษ์ใจ รหัสประจำตัวนิสิต 47363130
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์สิทธิโชค ผูกพันธุ์
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำโดยใช้วิธีต่างๆคือ การสกัดด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane การสกัดด้วยวิธี Hydraulic press และการสกัดด้วยวิธี Screw press ซึ่งการทดลองในโครงงานนี้จะนำผลการสกัดที่ได้มาศึกษาคุณสมบัติและวิเคราะห์ความสามารถในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ รวมไปถึงกระบวนการผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล จากการทดสอบพบว่า ปริมาณของน้ำมันที่ได้จากการสกัดต่อเมล็ด (L/kg) การสกัดด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane จะมีค่ามากสุดที่ 0.310 L/kg รองลงมาคือสกัดด้วยวิธี Hydraulic press และการสกัดด้วยวิธี Screw press ตามลำดับ แต่เมื่อเทียบในส่วนของอัตราการผลิต พบว่าการสกัดด้วยวิธี Screw press จะมีค่าสูงสุดคือ 84.21 kg/hr รองมาคือการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press ส่วนการสกัดด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane มีค่าต่ำสุด และเมื่อเทียบเป็นประสิทธิภาพของการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดมีค่า 216.8 (MJ/MJ) โดยคิดจากพลังงานที่ได้จากน้ำมันเทียบกับพลังงานที่ใช้ในการสกัด เมื่อพิจารณาใน ส่วนของค่าใช้จ่ายในการสกัดพบว่าวิธี Hydraulic press มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด คือ 117 บาท/ลิตร

จากผลการทดลองผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดสบู่ดำ พบว่าเมื่อใช้ปริมาตรของสารเร่งปฏิกิริยาเมทานอล 200 cc.และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ 16.2 g ได้ปริมาณเอสเตอร์สูงสุดที่ 90.9% โดยปริมาตร โดยมีค่าใช้จ่ายในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 7.6 บาท/ลิตร (ไม่คิดค่าน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ)

Project Title	: Study and comparison the oil extraction method from Jatropha curcas Linn.
Name	: Mr.Prasit Kotichote code 47360805
	: Mr.Suriya Suchindanurak code 47363106
	: Mr.Anuphong Hongjai code 47363130
Project Advision	: Mr. Sittichoke Pookpunt
Department	: Mechanical Engineering
Academic Year	: 2007

Abstract

This project studied the method of oil extraction from Jatropha curcas Linn. The extraction method was compared by solvent – Hexane extraction, Hydraulic press extraction and Screw press extraction. The experiment in this project would have led the extraction to study the properties and analyze the ability in oil extraction from Jatropha curcas Linn., including the procedure produces biodiesel. From the experiment, the maximum oil yeild was from the extraction with the solvent – Hexane at 0.310 L/kg ,then the extraction with Hydraulic press and Screw press, respectively. In production rate comparison, the screw press method was the most extraction rate at 84.21 kg/hr, then the extraction with Hydraulic press and the extraction with the solvent – Hexane. In the efficiency of the production which compared by energy ratio, the extraction with Hydraulic press was the most effective, at 216.8 (MJ/MJ). The part of expenses in the extraction with the Hydraulic press was the least at 117 baht/litter.

This project also studied the production of biodiesel from Jatropha curcas Linn. The reactant was oil with methanol in ratio of 10:2 by volume, the catalyst was the Potassium Hydroxide (KOH) at 16.2 g. This got the most yeild of ester at 90.9%. The expenses in the production biodiesel was 7.6 baht/litter (excluded the cost of the Jatropha curcas Linn. oil)

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือ ในการให้คำแนะนำในการทำโครงงานจาก อาจารย์ สิทธิโชค ผูกพันธุ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือแก่ผู้ดำเนินโครงงานตลอดมา ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลที่ให้สถานที่เพื่อทำการศึกษาและทดลอง และ รศ. วิจิตร อุดอ้าย ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือในการกลั่น รวมถึงอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยให้ความคิดเห็น และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษาและมีส่วนช่วยเหลือในโครงงานฉบับนี้ให้เสร็จสิ้นโดยเรียบร้อย

สุดท้ายนี้ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้ดำเนินโครงงานอย่างสม่ำเสมอตลอดมา

คณะผู้ดำเนินโครงงาน

สารบัญ

หน้า

ใบรับรอง ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
Abstract ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูปภาพ ..... ซ
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขต 2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 งบประมาณที่ใช้ 3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 สถานการณ์พืชน้ำมันของไทย 4
2.2 เปรียบเทียบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำกับน้ำมันดีเซล 5
2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ 8
2.4 กระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ (Extraction) 9
2.5 กระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน 16
2.6 การไตรเตรท 17
2.7 การขจัดสารตกค้าง 17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน
3.1 การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane 19
3.2 การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Hydraulic press 22
3.3 การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Screw press 25
3.4 การศึกษาคุณสมบัติน้ำมัน 27
3.5 วิธีการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ผลจากการทดสอบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการใช้ตัวทำสารละลาย Hexane .. 35

4.2 ผลจากการทดสอบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Hydraulic press 38

4.3 ผลจากการทดสอบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Screw press 39

4.4 ผลการนำน้ำมันเมล็ดสบู่ดำมาทำเป็นน้ำมันไบโอดีเซล 42

บทที่ 5 การสรุปผลและวิเคราะห์โครงงาน

5.1 สรุปผลการเปรียบเทียบปริมาตรและค่าพลังงานจากการสกัดเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีต่างๆ 44

5.2 สรุปผลการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 44

5.3 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 45

บรรณานุกรม 46

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างการคำนวณ 48

ภาคผนวก ข. รายละเอียดของเครื่องมือ 50

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน 58

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2. 1 แสดงปริมาณการผลิตพืชน้ำมันของประเทศไทย (หน่วย:1000 ตัน)..... 4
ตารางที่ 2. 2 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำมันสบู่ดำ มีดังนี้..... 5
ตารางที่ 2. 3ข้อมูลการเปรียบเทียบทางเคมีของน้ำมันสบู่ดำกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว มีดังนี้..... 6
ตารางที่ 2. 4 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์..... 7
ตารางที่ 2. 5แสดงค่าการทดสอบไอเสียจากเครื่องยนต์..... 7
ตารางที่ 4. 1 แสดงผลทางพลังงานของการสกัดด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลาย Hexane.....37
ตารางที่ 4. 2แสดงผลทางพลังงานของการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press..... 38
ตารางที่ 4. 3แสดงผลทางพลังงานของการสกัดด้วยวิธี Screw press..... 40
ตารางที่ 4. 4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางพลังงานของการสกัดด้วยวิธีต่างๆ..... 41
ตารางที่ 4. 5แสดงผลการผลิตไบโอดีเซลด้วยสารตั้งต้นน้ำมันเมล็ดสบู่ดำและสารเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์(KOH)..... 43

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2. 1 แสดงลักษณะทั่วไปของเมล็ดสบู่ดำ 8
รูปที่ 2. 2 แสดงการกลั่นแบบธรรมดา 11
รูปที่ 2. 3 แสดงการกลั่นลำดับส่วน 12
รูปที่ 2. 4 แสดงการกลั่นด้วยไอน้ำ 13
รูปที่ 2. 5 แสดงเครื่องอัดแบบ Hydraulic press 14
รูปที่ 2. 6 แสดงเครื่องบีบอัดสบู่ดำแบบ Screw press 15
รูปที่ 2. 7 แสดงลักษณะการบีบอัดของเครื่องแบบ Screw press [4] 16
รูปที่ 2. 8 แสดงกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน [5] 18
รูปที่ 3. 1 แสดงเมล็ดสบู่ดำที่เตรียมจำนวน 19
รูปที่ 3. 2 แสดงตัวทำละลาย Hexane 19
รูปที่ 3. 3 แสดงเครื่องทำน้ำเย็น Neslab 20
รูปที่ 3. 4 แสดง Condenser 20
รูปที่ 3. 5 แสดง Distilling Flask บนเครื่อง Heating Mantle 20
รูปที่ 3. 6 แสดงเครื่องชั่งมวลสารมีค่าความละเอียด 0.100 - 5000 กรัม 20
รูปที่ 3. 7 แสดงเมล็ดสบู่ดำที่แช่ตัวทำละลาย Hexane 22
รูปที่ 3. 8 แสดงการติดตั้งชุดเครื่องกลั่น 23
รูปที่ 3. 9 แสดงเครื่องอัดแบบ Hydraulic press 23
รูปที่ 3. 10 แสดงการนำเมล็ดสบู่ดำที่ตากแล้วทุบ 23
รูปที่ 3. 11 แสดงการอัดเกลียว 23
รูปที่ 3. 12 แสดงการอัดแม่แรง 23
รูปที่ 3. 13 แสดงน้ำมันที่ไหลออกจาก 23
รูปที่ 3. 14 แสดงการตวงน้ำมันที่ได้จากเมล็ดสบู่ดำ 25
รูปที่ 3. 15แสดงเครื่องอัดสบู่ดำแบบ Screw press 25
รูปที่ 3. 16 แสงเครื่องวัดค่ากำลังทางไฟฟ้า 25
รูปที่ 3. 17 แสดงการป้อนเมล็ดสบู่ดำลงในเครื่อง 25
รูปที่ 3. 18 แสดงกากเมล็ดสบู่ดำที่ออกมาจาก 25
รูปที่ 3. 19 แสดงน้ำมันที่ได้จากเครื่องอัดแบบ 25
รูปที่ 3. 20 แสดงการวัดหาค่ากำลังทางไฟฟ้า 25

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3. 21 แสดงเครื่อง Isoperibol Bomb Calorimeter 28
รูปที่ 3. 22 แสดงเครื่อง Therrmosta ของ Schott Gerate 28
รูปที่ 3. 23 แสดงส่วนประกอบสำคัญของหลอดแก้ว Cannon – Fenske..... 29
รูปที่ 3. 24 แสดงหลอดแก้ว Cannon – Fenske 29
รูปที่ 3. 25 เครื่องชั่งมวลสาร..... 29
รูปที่ 3. 26 แสดงชุดเครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการไตรเตรท..... 31
รูปที่ 3. 27 แสดงเตาไฟฟ้าและชุดเครื่องผลิตไบโอดีเซล 32
รูปที่ 3. 28 แสดงการเตรียมน้ำมันโดยการอุ่น..... 32
รูปที่ 3. 29 แสดงการเตรียมสารเคมี.....32
รูปที่ 3. 30 แสดงผสมเมทานอล และ KOH 32
รูปที่ 3. 31 แสดงการกวนเพื่อเร่งการ.....32
รูปที่ 4. 1 แสดงปริมาตรของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ.....34
รูปที่ 4. 2 แสดงกากที่ได้จากการสกัด.....34
รูปที่ 4. 3 แสดงปริมาตรของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ.....37
รูปที่ 4. 4 แสดงกากที่มาจากการสกัดด้วย.....37
รูปที่ 4.5 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัดของกระบอกอัด.....37
รูปที่ 4. 6 แสดงน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ได้จากการสกัดด้วยวิธี Screw press.....39
รูปที่ 4. 7 แสดงกากของเมล็ดสบู่ดำที่ทำจากการสกัดด้วยวิธี Screw press..... 39
รูปที่ 4. 8 แสดงปริมาณเอสเตอร์จากการทดลองสารเร่งปฏิกิริยา (KOH) ที่ 13.2,14.7,1.2 กรัม ที่ใช้เมทานอล 20% โดยปริมาตร 44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

น้ำมันเป็นแหล่งของพลังงานที่สำคัญ มีความจำเป็นในการคมนาคม การขนส่งล้วนแล้วแต่ใช้น้ำมันดีเซล และน้ำมันเบนซิน เป็นแหล่งพลังงานแทบทั้งสิ้น ในวงการอุตสาหกรรมก็ใช้น้ำมันเป็นแหล่งพลังงานส่วนใหญ่ ในประเทศไทยมีความจำเป็นต้องสั่งซื้อน้ำมันจากต่างประเทศปีละหลายแสนล้านบาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะนี้ราคาน้ำมันได้แพงขึ้นอีกนับได้ว่าเป็นราคาสูงสุดเท่าที่เคยประสบมา

มีความพยายามในการหาช่องทางประหยัดพลังงานน้ำมันหลายรูปแบบ อาทิเช่น การนำแอลกอฮอล์ไปเสริมในน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล การพยายามนำน้ำมันที่ใช้ประโยชน์ในการทอดแล้วมาใช้ในการเดินเครื่องยนต์ดีเซลและหนทางต่าง ๆ อีกหลายรูปแบบ ซึ่งรวมถึงการนำน้ำมันสกัดจากเมล็ดสบู่ดำมาใช้ในการเดินเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ ประเทศไทยเรามีสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นสบู่ดำเป็นอย่างดี สมควรที่จะได้ส่งเสริมให้มีการปลูกสบู่ดำกันอย่างแพร่หลายเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านน้ำมันแบบสบู่ดำ

โครงงานนี้จะทำการศึกษาและทดลองกระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำสารละลาย Hexane การสกัดด้วยระบบ Hydraulic และการสกัดด้วยระบบอัดเกลียวด้วยเครื่องสกรูเพรส เพื่อที่จะเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันที่ได้จากเมล็ดสบู่ดำ การผลิตไปเป็นไบโอดีเซล รวมไปถึงคุณสมบัติของน้ำมันและประสิทธิภาพในการผลิต ที่เราสามารถทำได้โดยใช้เครื่องบีบแบบHydraulic และเครื่องบีบแบบ Screw press ซึ่งเป็นเครื่องขนาดเล็ก ราคาไม่แพง ใช้งานง่าย เหมาะสำหรับการใช้ในระดับครัวเรือนชุมชน หรือธุรกิจขนาดเล็ก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษากระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ โดยวิธีการสกัดแบบต่างๆ
2. ศึกษาคุณสมบัติน้ำมันเมล็ดสบู่ดำและประสิทธิภาพในการสกัด
3. ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ

1.3 ขอบเขต

1. ศึกษากระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ โดยวิธีการสกัดแบบ
   1.1 ใช้ตัวทำสารละลาย Hexane
   1.2 เครื่องบีบแบบไฮดรอลิก (Hydraulic press)
   1.3 เครื่องบีบแบบอัดเกลียว (Screw press)
2. ศึกษาคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลดังนี้
   2.1 ค่าความหนืด (viscosity)
   2.2 ค่าความร้อนของการเผาไหม้ (heating value)
3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการต่างๆ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน

กิจกรรม	พ.ศ.2550/2551								
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค
1.ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีพื้นฐาน									
2.ศึกษาการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ ด้วยวิธีต่างๆ									
3.ทำการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ ด้วยวิธีต่างๆ									
4.วิเคราะห์ปัญหา และ แก้ไข									
5.สรุปผลและเขียนรายงาน									

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงกระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการสกัดแบบต่างๆ
2. ได้ทราบถึงกระบวนการผลิตไบโอดีเซล และคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากเมล็ดสบู่ดำ
3. ได้แนวคิดในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.6 งบประมาณที่ใช้

1.6.1 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานวิจัย

1.ค่าจัดพิมพ์และการเข้ารูปเล่ม	1,000	บาท
2.ค่าวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	1,500	บาท
3.ค่าถ่ายเอกสารข้อมูลต่างๆ	500	บาท
รวมเป็นเงิน	3,000	บาท

หมายเหตุ : ขออนุมัติถัวเฉลี่ยทุกรายการ

1.6.2 ค่าใช้จ่ายวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ

1.ตัวทำละลาย Hexane (Commercial Grade) ขนาดถัง 18 ลิตร	1,000	บาท
2.เมล็ดสบู่ดำ จำนวน 50 กิโลกรัม	1,500	บาท
3.เมทานอล ขนาดถัง 20 ลิตร	700	บาท
4.สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) จำนวน 1 กิโลกรัม	35	บาท
รวมเป็นเงิน	3,235	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 สถานการณ์พืชน้ำมันของไทย

จากสถิติการเกษตรของประเทศไทยโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี พ.ศ. 2541-2549 ประเทศไทยทำการเพาะปลูกพืชน้ำมันหลัก 7 ชนิดคือ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ละหุ่ง งา ทานตะวัน โดยปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีการปลูกมากที่สุด รองลงมาคือน้ำมันมะพร้าว ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณการผลิตพืชน้ำมันของประเทศไทย (หน่วย:1000 ตัน)

ปี พ.ศ.	ปาล์มน้ำมัน	มะพร้าว	ถั่วเหลือง	ถั่วลิสง	ละหุ่ง	งา	ทานตะวัน
2541/42	2,465	1,372	321	135	7	36	-
2542/43	3,514	1,381	319	138	7	37	-
2543/44	3,256	1,400	312	132	9	39	32
2544/45	4,089	1,396	261	107	9	39	29
2545/46	4,001	1,418	260	72	10	40	32
2546/47	5,182	1,848	218	66	10	41	49
2547/48	5,003	1,674	221	67	10	42	38
2548/49	6,241	1,561	224	68	11	41	24

ที่มา : สถิติการเกษตรของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2541 -2549

จากสภาวะวิกฤติพลังงานเชื้อเพลิง ทำให้ประเทศไทยพลอยได้รับผลกระทบนี้ ซึ่งในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยแหล่งของพลังงานทดแทนที่มีอยู่ในประเทศไทย ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ ซึ่งจัดเป็นพืชน้ำมันที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้อย่างดีเยี่ยม แต่ในขณะนี้สบู่ดำ จัดเป็นพืชที่อยู่ในกระแสมากที่สุด มีเกษตรกรทั่วประเทศสนใจที่จะทำการปลูก ตลอดจนเข้าสู่การผลิตแล้วนำไปทำน้ำมันไบโอดีเซล เพื่อใช้ในชุมชน แต่ปัญหาที่สำคัญที่สุดในขณะนี้ คือ ความรู้ และความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับต้นสบู่ดำ และการทำน้ำมันไบโอดีเซล ของเกษตรกรยังมีน้อยมาก

2.2 เปรียบเทียบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำกับน้ำมันดีเซล

ตารางที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำมันสบู่ดำ มีดังนี้

ค่ากรด	38.2
ค่าสปอนนิฟิเคชั่น	195.0
ค่าไอโอดิน	101.7
ค่าของความหนืด (กรดไขมันอิสระ)	40.4 cp
กรดพาลิมิก	14.2
สเตรียริค	6.9
โอลิอิค	43.1
ลิโนเลอิค	34.3
และอื่นๆ	1.4

ที่มา : ผลการวิจัยพัฒนาการใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล ศูนย์ปฏิบัติการเกษตรวิศวกรรม เชียงใหม่ [1]

ในปัจจุบันนี้พลังงานชีวภาพจากวัสดุการเกษตร ยังคงมีราคาแพงกว่าน้ำมันดีเซลถึงแม้ว่าจะเป็นการประหยัด แต่ผลผลิตยังคงอยู่ในระดับต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเชื้อเพลิงที่ต้องการอย่างมากสำหรับการลงทุนอุตสาหกรรม

สบู่ดำ เป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง ที่สามารถสกัดนำน้ำมันมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ เมื่อเดินเครื่องยนต์ดีเซลด้วยน้ำมันสบู่ดำแล้ว สมรรถนะและความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะไม่มีผลกระทบเมื่อกลับมาใช้น้ำมันดีเซลอีก

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงมีการแนะนำให้ใช้น้ำมันสบู่ดำ เป็นพลังงานทางชีวภาพที่เหมาะสมที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณเขตมรสุม

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลการเปรียบเทียบทางเคมีของน้ำมันสบู่ดำกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว มีดังนี้

รายการวิเคราะห์	น้ำมันสบู่ดำ	น้ำมันดีเซล	วิธีที่ใช้วิเคราะห์
ความถ่วงจำเพาะ	d 15/4 0.9185	d 15/4 0.82-0.84	JIS-K-2249
จุดวาบไฟ	240_C	50 Cp	JIS-K-2265
คาร์บอนตกค้าง	0.64	0.15 less	JIS-K-2270
ค่าของซีเทน	51.0	50 up	JIS-K-2271
การระเหย	295 C	350 less	JIS-K-2254
ค่าความหนืด	50.73_CS	2.7 up	JIS-K-2283
ปริมาณซัลเฟอร์	0.13	1.2 less	JIS-K-2273

ที่มา : ผลการวิจัยพัฒนาการใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล ศูนย์ปฏิบัติการเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ [1]

ถ้าสกัดเอาน้ำมันเฉพาะจากเมล็ดใน จะได้น้ำมันสบู่ดำที่ให้ความร้อน 9,470 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ในขณะที่ค่าความร้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ มีดังนี้

น้ำมันดีเซล 10,170 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

น้ำมันเบนซิน 10,600 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

เอสทิลแอกอฮอล์ 6,400 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

ข้อได้เปรียบของสบู่ดำเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับพลังงานชีวภาพอื่นๆ คือ

1. เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและขยายพันธุ์ง่าย
2. วิธีการสกัดเอาน้ำมันออกสามารถทำได้ง่าย
3. ประสิทธิภาพของพลังงานเป็นที่น่าพอใจ
4. สามารถหาได้ในชนบท
5. ไม่จำเป็นต้องปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องยนต์

ผลการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

ผลการทดสอบโดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลยันมาร์ (SA 70-L) 4 จังหวะ 7 แรงม้า 2,400 รอบต่อนาที เดินเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันสบู่ดำกับน้ำมันดีเซล โดยทดสอบสมรรถณะของเครื่องยนต์และความสิ้นเปลืองของน้ำมันที่ใช้ ปรากฏว่าผลที่ได้ออกมาใกล้เคียงกัน

สำหรับน้ำมันสบู่ดำที่นำมาทดสอบ เป็นน้ำมันที่ได้จากการบีบด้วยเครื่องไฮโดรลิก ไม่ใช่น้ำมันที่ผ่านการกลั่นใสแล้ว (Refining)

ตารางที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์

รายการวิเคราะห์	หน่วย	น้ำมันสบู่ดำ	น้ำมันดีเซล
แรงม้า/ความเร็ว	PS/RPM	6.5/2200	6.5/2200
ปริมาณความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	kg/hr	1.508	1.294
ความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน		232	199
อุณหภูมิไอเสีย	C	508	473
สีของไอเสีย	sd	2.4	2.8

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชัยนาท (จักรกลเกษตร) หมู่ที่ 4 ตำบลเขาท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท 17000 [2]

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าการทดสอบไอเสียจากเครื่องยนต์

		น้ำมันสบู่ดำ		น้ำมันดีเซล	
เครื่องยนต์	รอบ/นาที	ควันดำ (%)	คาร์บอนมอนน๊อกไซด์ (ppm)	ควันดำ (%)	คาร์บอนมอนน๊อกไซด์ (ppm)
คูโบต้า	840	12.0	550	10.5	650
7 แรงม้า	2160	13.0	450	14.5	750
	2600	12.0	725	12.5	500
ยันม่าร์	1000	11.5	500	10.0	500
18 แรงม้า	1600	14.5	650	15.5	500
	2200	18.5	650	19.0	600
เฉลี่ย	1733	13.42	587	13.67	583

ที่มา : ผศ.ดร.พิชัย สราญรมย์ [3]

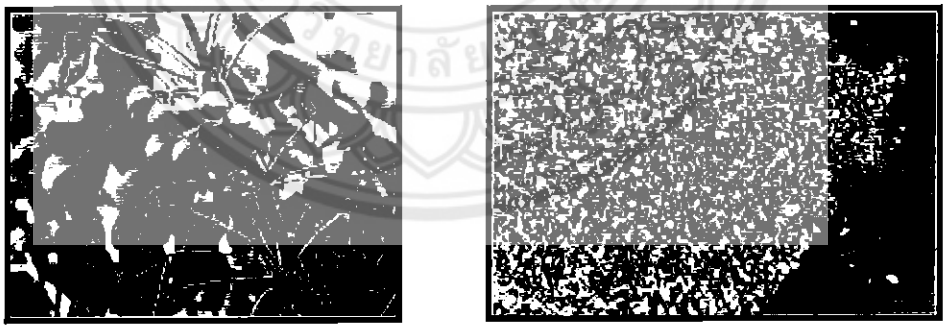
จากการทดสอบและวิเคราะห์ไอเสียของเครื่องยนต์ ทั้ง 2 เครื่องพบว่า ค่าควันดำของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำ เฉลี่ย 13.42 % ดีเซล 13.67 % ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน

40 % ส่วนคาร์บอนมอนน็อกไซด์ จากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำ เฉลี่ย 587 ppm ดีเซล 583 ppm ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 6 % หรือ 60,000 ppm ค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันสบู่ดำไม่พบ ในขณะที่น้ำมันดีเซลพบ 125 ppm

ผลจากการทดสอบกับเครื่องยนต์ เมื่อเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันสบู่ดำครบ 1,000 ชั่วโมง ได้ถอดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ออกมาตรวจสอบ เสื้อสูบ ลูกสูบ แหวน ลิ้น หัวฉีด และอื่น ๆ ไม่พบยางเหนียวจับ ทุกชิ้นยังคงสภาพดีเหมือนเดิม แสดงว่าน้ำมันสบู่ดำสามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเพื่อการเกษตรได้ ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนในการประกอบอาชีพของเกษตรกรรวมทั้งใช้พื้นที่ ที่ไม่สามารถปลูกพืชชนิดอื่นได้มาปลูกต้นสบู่ดำ เช่นที่ว่างเปล่า ที่ดอน และหัวคันนาเป็นต้น เป็นการใช้ประโยชน์ในที่ดินได้เต็มที่

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ

สบู่ดำ (Physic nut) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Jatropha Curcas Linn. เป็นพืชอยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา Euphorbiaceae เช่นเดียวกับสบู่แดง ปัตตาเวีย ฝิ่นต้นหรือมะละกอฝรั่ง หนุมานนั่งแท่น โป๊ยเซียน มันสำปะหลัง มะยม มะขามป้อม ผักหวานบ้าน ฯลฯ ประเทศไทยพบว่ามีต้นสบู่ดำกระจัดกระจายอยู่ทั่วประเทศ ตั้งแต่วันออกดอกจนผลแก่ใช้เวลา 60 – 90 วัน รูปผลมี 3 ขนาด คือ ทรงกลมขนาดปานกลาง เปลือกหนาปานกลาง ขนาดของเมล็ดสบู่ดำเฉลี่ยความยาว 1.7 -1.9 ซม. หนา 0.8 – 0.9 ซม. น้ำหนัก 100 เมล็ดประมาณ 69.8 กรัม เมื่อแกะเปลือกนอกสีดำออกจะเห็นเนื้อในสีขาว



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะทั่วไปของเมล็ดสบู่ดำ

สบู่ดำเป็นชื่อเรียกในท้องถิ่นทางภาคกลาง ทั้งนี้เนื่องจากมีฟองใช้ทำสบู่และเปลือกเมล็ดสีดำ ภาคเหนือ เรียกว่ามะหุ่งฮั้ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกมะเยา ชาวโคราชเรียกสีหลอด ชาวบ้านทางภาคใต้เรียกว่ามะหงเทศ ผลและเมล็ดมีสารพิษกรด Hydrocyanic และสารพิษที่เรียกว่า Curcin หากบริโภคแล้วทำให้ท้องเดินเหมือนสลอด

นอกจากนี้ในชนบทยังใช้สบู่ดำเป็นยาสมุนไพรกลางบ้าน โดยใช้ยางจากก้านใบป้ายรักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือด และแก้ปวดฟันได้ด้วย

ได้มีการศึกษาวิจัยพบว่า กากสบู่ดำมีไนโตรเจนมากกว่าปุ๋ยอื่น ๆ ทั้งหมด แต่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมน้อยกว่ามูลไก่ นอกนั้นมีคุณค่ามากกว่า แสดงให้เห็นว่า กากสบู่ดำมีปริมาณ NPK มากกว่าปุ๋ยหมักทุกชนิดและมูลสัตว์อื่น ๆ ยกเว้นมูลไก่ สมควรใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดใหม่อีกชนิดหนึ่งสำหรับใช้ในวงการเกษตรในอนาคต

การเก็บผลผลิตสบู่ดำจะให้ผลผลิตทั้งปี ซึ่งมีความต้องการให้มีการตัดแต่งกิ่งและให้น้ำสม่ำเสมอ แต่ถ้าไม่มีการตัดแต่งกิ่งและให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ ก็จะให้ผลผลิตหลัก ๆ 2 ครั้ง คือ ระหว่างเดือนมิถุนายน – กรกฎาคม และระหว่างเดือนตุลาคม – ธันวาคม

ผลผลิตต่อไร่เมื่อการจัดการและดูแลบำรุงรักษาอย่างถูกต้องจะให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 800 กิโลกรัม/ไร่/ปี ทั้งนี้แล้วแต่สายพันธุ์

ปริมาณน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำ สบู่ดำพันธุ์ที่มีอยู่ในขณะนี้มีน้ำมันในเมล็ดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 35 หรือประมาณ 30 - 40 ของน้ำหนักเมล็ด

2.4 กระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ (Extraction)

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (เมล็ดพืช) ส่วนใหญ่เกษตรกรผู้ปลูกจะนำไปจำหน่ายโดยตรง แต่ถ้าหากนำมาแปรรูปผลิตภัณฑ์ เพื่อ เพิ่มมูลค่า เช่น การนำเมล็ดพืชมาสกัดเป็นน้ำมันแล้ว แล้วนำไปจำหน่ายทำให้ได้มูลค่าเพิ่มขึ้น

โดยทั่วไปมีกรรมวิธีการสกัดน้ำมันจากพืชน้ำมันมีวิธีการสกัดที่ใช้กันอยู่ 5 วิธีการดังนี้

1.สกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction)

2.บีบอัดด้วยกลไก (Cold pressing)

3.กลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation)

4.ดูดซับด้วยน้ำมัน (Enfleurage)

5.สกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon-dioxide extraction)

แต่ปัจจุบันกรรมวิธีที่ใช้ในการสกัดพืชน้ำมันอุตสาหกรรม มี 2 วิธี สกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) และบีบอัดด้วยกลไก (Cold pressing) โดยอีก 3 วิธีที่เหลือไม่นิยมทำกันเนื่องจากเป็นวิธีที่ยุ่งยาก

2.4.1 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction)

เป็นเทคนิคที่สำคัญอย่างหนึ่งทางเคมีอินทรีย์ ในการใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมละลายแยกเอาสารที่ผสมออกจากกัน สารผสมนั้นอาจเป็นสารที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี หรือเป็นสารที่ได้จากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (Natural product) หรือแม้กระทั่งการใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมละลายสารต่างๆ จากพืชหรือสัตว์ออกมาเพื่อศึกษา

การจำแนกชนิดของการสกัด

การสกัดสามารถจำแนกได้ตามชนิดของสารที่ปนอยู่ ดังนี้

1.1 การสกัดอย่างธรรมดา (extraction)

วิธีนี้ใช้สกัดสารอินทรีย์ที่อยู่ในสภาพเป็นสารละลาย โดยใช้ตัวทำละลายที่ไม่ละลายในสารละลายนั้น เครื่องมือที่ใช้สกัดคือ กรวยแยก (Separatory funnel)

1.2 การสกัดโดยใช้ด่างหรือกรด (Acid and Alkalines extraction)

ในกรณีที่สารอินทรีย์ เป็นกรด และปนอยู่กับสิ่งเจือปนเหมาะที่จะใช้ด่างสกัด เมื่อกรดละลายในด่างแล้วจะทำให้แยกสิ่งเจือปนออกได้ หรือในทางตรงข้ามถ้าสารอินทรีย์เป็นด่างปนอยู่กับสิ่งเจือปน ควรจะใช้กรดสกัดแล้วสารอินทรีย์ที่ละลายในกรดนี้จะถูกแยกออกสิ่งเจือปนได้ จากนั้นจึงนำสารละลายที่สกัดได้นี้ไปทำให้เป็นกรด (Acidify) ในกรณีที่สกัดด้วยด่าง หรือทำให้เป็นด่าง (Basicify) ในกรณีที่สกัดด้วยกรด

1.3 การสกัดแบบต่อเนื่อง (Continuous extraction)

การสกัดด้วยวิธีนี้สามารถเลือกใช้เครื่องสกัดได้หลายชนิดตามความเหมาะสมดังนี้

1.3.1 Light-solvent extractor เครื่องมือแบบนี้เหมาะที่จะใช้กับตัวทำละลายที่เบากว่าน้ำ

1.3.2 Heavy-solvent extractor เครื่องมือชนิดนี้เหมาะที่จะใช้กับการสกัดที่ใช้ตัวทำละลายหนักกว่าน้ำ

1.3.3 Soxhlet extraction apparatus เครื่องมือชุดนี้เหมาะสำหรับการสกัดแยกสารผสมที่เป็นของแข็ง

หลักการเลือกตัวทำละลายให้เหมาะสมกับสารที่ต้องการแยก

1.ตัวทำละลายสามารถละลายสารที่ต้องการสกัดได้

2.ตัวทำละลายจะต้องไม่ละลายสารอื่นๆที่เราไม่ต้องการสกัด

3.ตัวทำละลายจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่เราต้องการสกัด

4.ตัวทำละลายสามารถแยกออกจากสารที่เราต้องการสกัดได้ง่าย

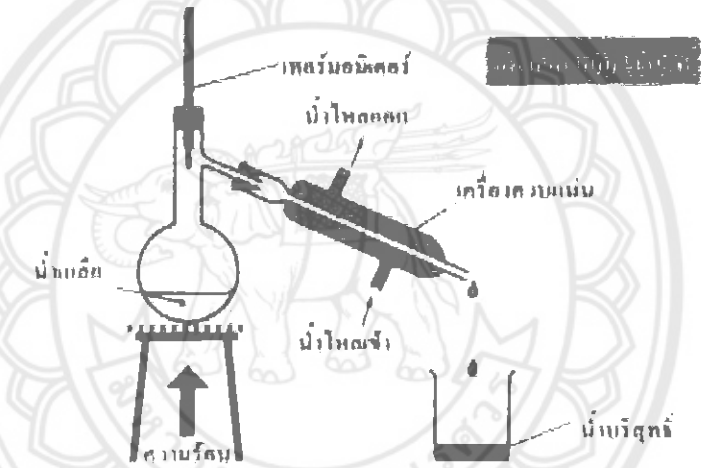
5.ตัวทำละลายไม่เป็นพิษ และมีราคาถูก

2.4.2 การกลั่น

ในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำเมื่อทำการสกัดน้ำมันเมล็ดสบู่ดำเสร็จแล้วจะต้องนำไปทำการนำไปการกลั่นเอาสารตัวทำละลายออกจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ เพื่อนำเอาน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ได้ไปใช้ต่อโดยทั่วไปในการวิธีการกลั่นมี 3 วิธี

การกลั่นแบบธรรมดา (simple distillation)

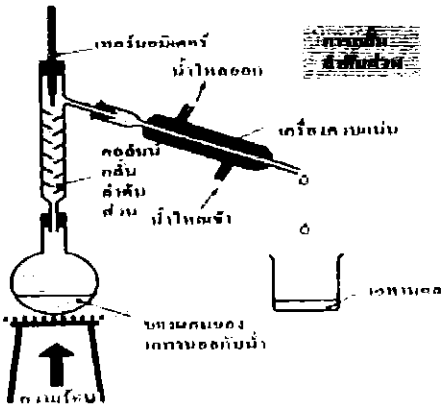
เป็นวิธีการแยกสารองค์ประกอบออกจากสารละลาย โดยตัวละลายและตัวทำละลายจะต้องมีจุดเดือดที่แตกต่างกันมาก ประมาณ 80 องศาเซลเซียส ตัวอย่างเช่น น้ำเกลือ ประกอบด้วยตัวละลายคือ โซเดียมคลอไรด์ซึ่งมีจุดเดือดถึง 1,413 องศาเซลเซียส และน้ำซึ่งมี จุดเดือดเพียง 100 องศาเซลเซียส เมื่อกลั่นน้ำเกลือออกมาก็จะมีแต่เพียงน้ำเท่านั้นที่ระเหยกลายเป็นไอ เมื่อไอควบแน่นก็ จะกลั่นตัวเป็นน้ำที่บริสุทธิ์



รูปที่ 2.2 แสดงการกลั่นแบบธรรมดา

การกลั่นลำดับส่วน (fractionating distillation)

เป็นวิธีการแยกสารสำหรับสารที่มีจุดเดือดแตกต่างกันน้อยกว่า 80 องศาเซลเซียส เครื่องมือการกลั่นจะมีการเพิ่มคอลัมน์ลำดับ ส่วน(fractionating column)ไว้เหนือขวดกลั่น เมื่อของเหลวที่เราต้องการแยกระเหยกลายเป็นไอ ไอจะผ่านคอลัมน์ซึ่งภายในบรรจุลูกแก้วเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับไอ ลูกแก้วจะช่วยดูดความร้อนเอาไว้บางส่วนเพื่อให้คอลัมน์ด้านล่างมีอุณหภูมิสูงกว่าคอลัมน์ด้านบน ไอของสารที่มีจุดเดือดต่ำจะกลั่นตัวผ่านเครื่องควบแน่นออกมาเป็นของเหลวได้ก่อน ส่วนไอของสารที่มีจุดเดือดสูงกว่า เมื่อถูกลูกแก้วอุณหภูมิจะลดต่ำลงและควบแน่นกลายเป็นของเหลวกลับลงสู่ขวดกลั่นหลายๆครั้ง ตัวอย่างเช่น การแยกน้ำมันดิบ



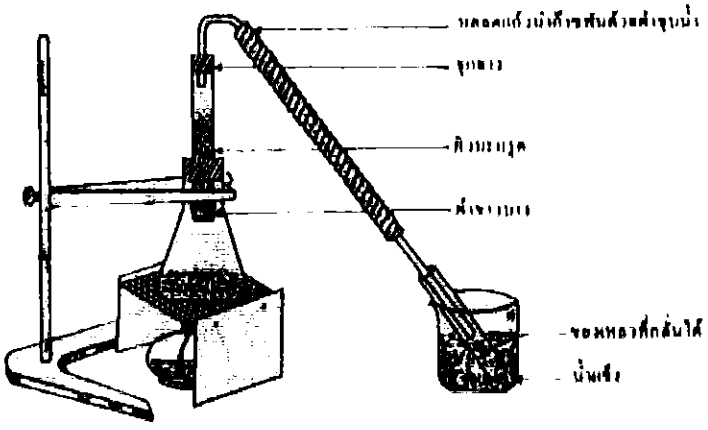
รูปที่ 2.3 แสดงการกลั่นลำดับส่วน

การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation)

เป็นการสกัดสาร โดยอาศัยไอน้ำให้ทำหน้าที่เป็นตัวละลายสารที่เราต้องการจะแยกออกมา ใช้แยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำและ ไม่ทำปฏิกริยากับน้ำ เช่น การแยกสารหอมระเหยออกจากผิวมะกรูด ตัวอย่างพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ใช้การกลั่นโดยไอน้ำ

- ตะไคร้ ตะไคร้หอม **ส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหย** กาบใบ
- ยูคาลิปตัส กะเพรา โหระพา **ส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหย** ใบ
- กุหลาบ มะลิ การะเวก จำปา **ส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหย** ดอก
- จันทน์ สน กฤษณา **ส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหย** เนื้อไม้
- ฯลฯ

หลักการแยกสาร เมื่อเราให้ความร้อนแก่น้ำจนน้ำระเหยกลายเป็นไอ ไอน้ำจะผ่านไปยังสารที่ต้องการแยกและสกัดสารที่ต้องการแยก ซึ่งเป็นสารที่ระเหยง่ายออกมา เมื่อไอของน้ำกับน้ำมันหอมระเหยผ่านเครื่องควบแน่นจะกลั่นตัวกลายเป็นของเหลว 2 ชั้น ไม่รวมตัวกัน เป็นเนื้อเดียว ตัวอย่างเช่น การสกัดแยกน้ำมันหอมระเหยจากใบกระเพรา การแยกน้ำมันหอมระเหยจากดอกกุหลาบ



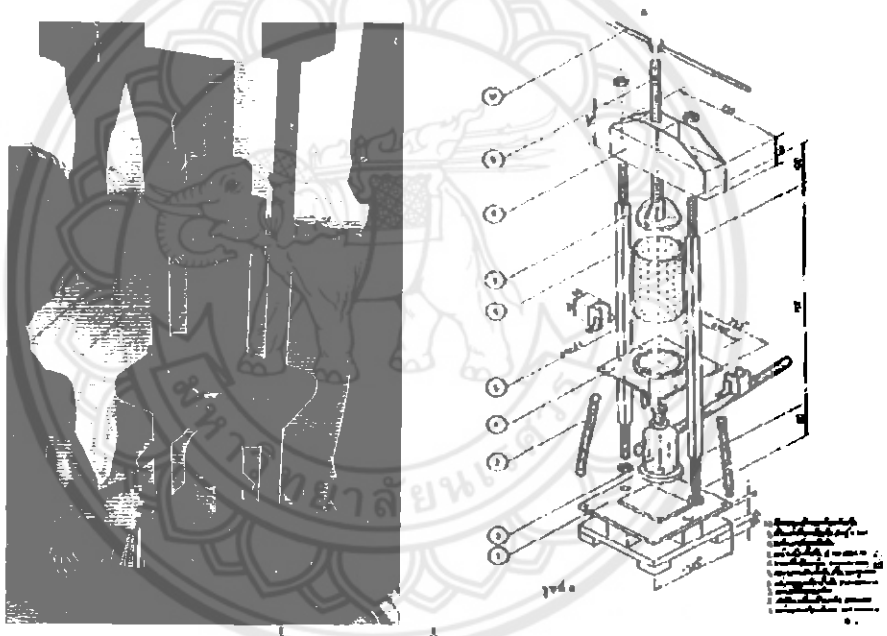
รูปที่ 2.4 แสดงการกลั่นด้วยไอน้ำ

2.4.2 บีบอัดอัดด้วยกลไก (Cold pressing)

เป็นการบีบอัดด้วยใช้ความร้อน ซึ่งเป็นการบีบอัดแบบธรรมชาติใช้กับพืชน้ำมันที่มีปริมาตรสูงเครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแบบ Hydraulic press extractor และแบบ Screw type expeller

2.4.2.1 เครื่องอัดแบบ Hydraulic press

ตัวเครื่องประกอบด้วยกระบอกอัดน้ำมันที่เจาะรูขนาดเล็กไว้โดยรอบเพื่อให้น้ำมันไหลออก เมล็ดพืชจะถูกอัดด้วยแผ่นอัดน้ำมันที่ยึดติดกับเกลียวบังคับและก้านเกลียวบังคับ กระบอกอัดจะวางอยู่บนแท่นรองอัดน้ำมัน ซึ่งแท่นรองอัดน้ำมันนี้เคลื่อนที่ขึ้นลงได้โดยแรงยกของแม่แรงที่วางอยู่ใต้แท่นรองอัดน้ำมันนี้ แม่แรงที่ใช้มีขนาด 15-30 ตัน



รูปที่ 2.5 แสดงเครื่องอัดแบบ Hydraulic press

การสกัดด้วยระบบ Hydraulic press จะได้น้ำมันประมาณ 25-30 %

2.4.2.2 เครื่องอัดแบบ Screw press

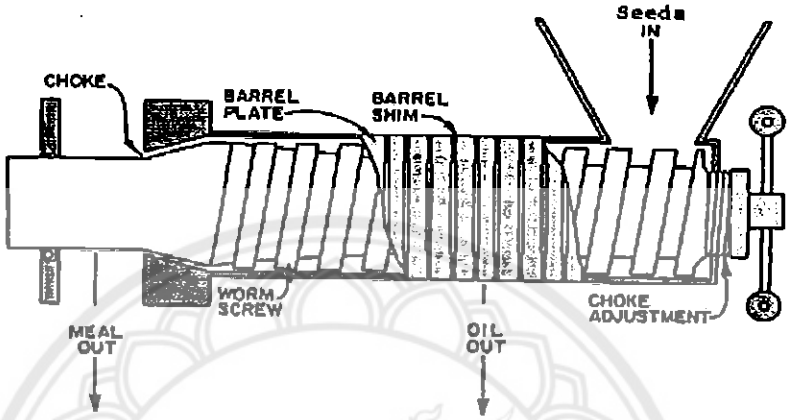
โดยทั่วไปเครื่องอัดแบบสกรูเพรส ประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ สองส่วนคือ ส่วนบีบอัดน้ำมันกับส่วนที่ให้กำลังกับเครื่องบีบ ส่วนบีบอัดน้ำมันจะประกอบด้วย เกลียวอัดที่มีลักษณะเป็นลูกสกรูสวมอยู่ในเสื้อหรือปลอกอัด ลูกสกรูจะทำหน้าที่พาเอาวัตถุดิบเข้าไปภายในปลอกอัด ซึ่งแกนของลูกสกรูด้านในจะใหญ่กว่าแกนลูกสกรูด้านนอกเพื่อลดช่องว่างภายในปลอกอัดให้มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ เพื่อให้เกิดแรงอัดบีบน้ำมันออกมาจากวัตถุดิบ ด้านปลายทางข้าวของวัตถุดิบจะมีโช๊คโช๊คนี้

ทำหน้าที่ปรับให้ลูกสกรูเลื่อนเข้าหรือถอยออกภายในปลอกอัด เพื่อปรับแต่งช่องว่างภายในปลอกอัดให้ใหญ่หรือเล็กตามชนิดของเมล็ดพืช หรืออีกนัยหนึ่งก็คือเพื่อเพิ่มผลหรือลดแรงอัดภายในกระบอกอัดนั่นเอง ตัวเสื้อจะมีช่องว่างให้น้ำมันไหลออกได้ แต่ต้องมีความแข็งแรงทนต่อแรงอัดได้ดีตัวเกลียวหรือลูกสกรูก็ต้องมีความแข็งแรงทนต่อการบีบอัดได้ดีเช่นเดียวกัน ปลายอีกด้านหนึ่งจะมีช่องให้กากของวัตถุดิบหลังจากถูกบีบอัดแล้วไหลออกมาที่ปลายนี้จะมีจานสายพานติดอยู่เพื่อเอาไว้ต้อพ่วงกับเครื่องส่งกำลัง ซึ่งอาจจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์ดีเซล ก็แล้วแต่การออกแบบและความเหมาะสม

รูปที่ 2.6 แสดงเครื่องบีบอัดสบู่ดำแบบ Screw press

หลักการบีบอัดน้ำมันสบู่ดำด้วยเครื่องสกรูเพรสก็คือ เมื่อเริ่มเดินเครื่อง ตัวส่งกำลังก็จะส่งกำลังไปยังลูกสกรู ทำให้ลูกสกรูหมุน แล้วจึงเริ่มใส่เมล็ดสบู่ดำที่เตรียมมาแล้วโดยการบดและอบเรียบร้อยแล้ว ใส่เมล็ดสบู่ดำทางช่องใส่เมล็ดของเครื่อง เกลียวของลูกสกรูก็จะพาเอาเมล็ดสบู่ดำเข้าไปข้างในของเครื่อง เนื่องจาก แกนของสกรูจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อลดขนาดของช่องว่างภายใน เพื่อทำให้เมล็ดสบู่ดำถูกอัดเข้ากับผนังเสื้อ น้ำมันก็จะเริ่มถูกบีบออกจากเมล็ด และจะถูกส่งไปยังปลายด้านในสุดของลูกสกรู ซึ่งจะมีลักษณะเรียบและลาดลงทำมุมกับผนังของเสื้อส่วนปลาย ส่วนนี้จะมีช่องว่างแคบที่สุด เพื่อรีดน้ำมันออกมาให้ได้มากที่สุด จะสังเกตได้ว่ากากที่ถูกบีบอัดผ่านออกมาทางช่องนี้จะแบนเรียบเป็นแผ่นบาง ๆ และน้ำมันที่ไหลออกมาบริเวณนี้จะมีลักษณะใสเนื่องจากไม่มีกากปน ต่างจากน้ำมันที่ไหลออกมาทางต้น ๆ ของลูกสกรูจะขุ่นเนื่องจากมีกากปน

ระหว่างการบีบน้ำมันให้สังเกตปริมาณน้ำมันและลักษณะของน้ำมันว่าออกมากน้อยแค่ไหน ออกดีหรือไม่ น้ำมันใสหรือขุ่นมีกากออกมามากหรือน้อย ก็ให้ทำการปรับแต่งโดยการหมุนโช๊คจนได้ตำแหน่งที่เหมาะสม แล้วก็ป้อนเมล็ดสบู่ดำทางช่องใส่เมล็ดไปได้เรื่อย ๆ โดยทั่วไปเครื่องบีบแบบสกรูเพรสที่มีประสิทธิภาพ คงทนแข็งแรง สามารถเดินเครื่องไปได้เรื่อย ๆ ตามปริมาณของวัตถุดิบที่ต้องการบีบ



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะการบีบอัดของเครื่องแบบ Screw press [4]

การสกัดด้วยระบบอัดเกลียว จะได้น้ำมันประมาณ 25-30 % มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15 % การสกัดน้ำมันสบู่ดำ ผลสบู่ดำแห้ง (ผลสีเหลืองถึงสีดำ) ที่แก่จากต้น นำมากะเทาะเปลือกออกให้เหลือเฉพาะเมล็ด นำไปล้างน้ำทำความสะอาด นำมาผึ่งลมให้เมล็ดแห้งนำไปบุบเมล็ดให้แตกโดยการทุบหรือบดหยาบ นำเมล็ดที่ได้บุบแล้วออกตากแดดเพื่อรับความร้อนประมาณ 30 นาที แล้วนำเมล็ดสบู่ดำเข้าเครื่องสกัด (ใช้แรงงานคน) นำน้ำมันที่ได้ไปกรองเพื่อแยกเศษผงเมล็ดสบู่ดำ 4 กิโลกรัมสกัดน้ำมันได้ 1 ลิตรน้ำมันที่ได้จากการสกัดเมล็ดสบู่ดำสามารถใช้แทนน้ำมันดีเซลได้ โดยไม่ต้องใช้ส่วนผสมและไม่ทำให้เครื่องยนต์เสียหาย กากเมล็ดสบู่ดำที่เหลือจากการสกัดน้ำมันมีปริมาณไนโตรเจนสูง ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการ จึงสามารถนำไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ของพืชได้ การสกัดน้ำมันด้วยวิธีตัวทำละลายและ Hydraulic press จะต้องนำเมล็ดมาทุบพอแตก แล้วนำไปเพิ่มความร้อน โดยการนำไปตากแดด หรือนึ่ง หรือนำเข้าตู้อบ ก่อนนำเข้าเครื่องสกัด เพื่อให้การสกัดน้ำมันกระทำได้ง่าย น้ำมันได้จากการสกัดจะต้องนำไปกรองสิ่งสกปรกออก หรือทิ้งให้ตกตะกอน ก่อนนำไปใช้งาน

2.5 กระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน

Transesterification[5] คือ การเปลี่ยนหมู่ของชนิดเอสเตอร์ (esters) การทำทรานเอสเทอริฟิเคชันของไขมันและน้ำมัน เป็นกระบวนการที่นิยมใช้มากที่สุดในการผลิตเมทิลเอสเตอร์ ไตรกลีเซอไรด์จะกลายเป็นเอสเตอร์และกลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้ที่ความดันบรรยากาศและที่อุณหภูมิประมาณ 50-70 เซลเซียส โดยทำปฏิกิริยากับเมทานอลที่มากเกินพอ ที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดอัลคาไลน์ ภายใต้เงื่อนไขนี้ต้องมีการขจัดกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ออกจากน้ำมัน (ปริมาณกรดต้องไม่เกิน 1%) ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชัน ซึ่งสามารถแสดงปฏิกิริยาการเกิดเมทิลเอสเตอร์ดังภาพที่ 2.8

การเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันแท้จริงแล้วประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2.8 กล่าวคือ ไตรกลีเซอไรด์เริ่มต้นทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ ได้ไดกลีเซอไรด์ (Diglyceride) และเอสเตอร์ หลังจากนั้นไดกลีเซอไรด์ที่ได้ทำปฏิกิริยาต่อกับแอลกอฮอล์ เกิดโมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) และเอสเตอร์ และท้ายที่สุดโมโนกลีเซอไรด์ทำปฏิกิริยาต่อกับ แอลกอฮอล์ ได้เป็นกลีเซอรอลและเอสเตอร์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ จำเป็นต้องใช้แอลกอฮอล์ 3 โมล ต่อ ไตรกลีเซอไรด์ 1 โมล และผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ กลีเซอรอล 1 โมล และเอสเตอร์ 3 โมล ซึ่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ปฏิกิริยาย้อนกลับได้ (Reversible Reaction) และการใช้แอลกอฮอล์ในปริมาณที่มากเกินพอ (Excess) จะช่วยทำให้ปฏิกิริยาเลื่อนไปข้างหน้า และเพิ่มปริมาณการเกิดเอสเตอร์ (ไบโอดีเซล) การใช้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่มากเกินพอพบว่า จะทำให้ได้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเทียม (Pseudo-First-Order) และปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นปฏิกิริยาอันดับสอง (Meher, Sagar and Naik 2006)

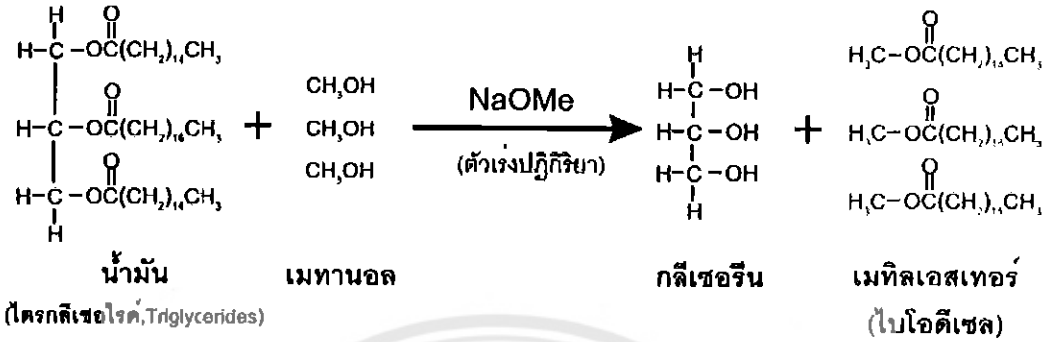
แอลกอฮอล์ที่นิยมใช้ในปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน ส่วนใหญ่จะใช้แอลกอฮอล์ที่มีสายโซ่คาร์บอนสั้น (Short Chain Alcohol) มีความเป็นขั้วสูง ในการทำปฏิกิริยาเป็นหลัก โดยเฉพาะเมทานอล เนื่องจากราคาที่ถูก และไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีแอลกอฮอล์ชนิดอื่นที่สามารถนำผลิตไบโอดีเซล เช่น เอทานอล และไอโซโพรพานอล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

สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยา โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 3 ชนิด

1) กรด
2) เบส
3) เอนไซม์

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่พบว่ามีประสิทธิภาพดี คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นเบสได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมเมทท็อกไซด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมแมทท็อกไซด์ (เมทท็อกไซด์จัดว่าเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในกลุ่มนี้) เป็นต้น ส่วนในกรณีของการใช้กรดเป็น

ตัวเร่งปฏิกิริยา จะนิยมใช้กรดซัลฟิวริก กรดซัลโฟนิก กรดฟอสฟอริก และกรดไฮโดรคลอริก และนิยมใช้กรณีที่วัตถุดิบน้ำมันพืชมีกรดไขมันอิสระสูงและสำหรับเอนไซม์พบว่า เอนไซม์ไลเปส (Lipase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ราคาสูง



รูปที่ 2.8 แสดงกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน [5]

2.6 การไตรเตรท

เนื่องจากน้ำมันที่เป็นสารตั้งต้นเป็นน้ำมันที่ใช้แล้วทำให้มีกรดไขมันอิสระมากกว่าน้ำมันพืชบริสุทธิ์ จึงต้องทำการไตรเตรทเพื่อหาค่าของกรดไขมันอิสระและคำนวณปริมาณของตัวแคตาไลสท์เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอดี

การไตรเตรท[6] เป็นวิธีการหาปริมาณของสารละลายมาตรฐาน (Standard Solution) สารที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน โดยให้ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายที่ไม่ทราบความเข้มข้นแต่ทราบปริมาตร (Unknown sample) และใช้การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์เป็นเกณฑ์ในการบอกจุดยุติ (End Point) เมื่อกรดและด่างทำปฏิกิริยากันพอดีกันตามจุดสมมูล (Equivalent Point) ก็จะทราบปริมาตรของสารละลายมาตรฐานแล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายอื่นได้ การไตรเตรทเพื่อหาปริมาณด่างที่ต้องใช้ในปริมาณที่พอดีกับน้ำมันชนิดนั้น ทำได้ 2 วิธี

1. แบบใช้กระดาษลิตมัส
2. แบบที่ใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน

2.7 การขจัดสารตกค้าง

กระบวนการขจัดสารตกค้าง นี้ คือกระบวนการขจัดสารเร่งปฏิกิริยา,แอลกอฮอล์และกลีเซอร์รีน ที่ยังตกค้างอยู่ในน้ำมันไบโอดีเซล และยังปรับค่าความเป็นด่างของน้ำมันไบโอดีเซลให้มีความเป็นกลางอีกด้วย ดังนั้นน้ำไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการผลิตนั้นควรทำกระบวนการขจัดสารตกค้างโดยมี 4 วิธีดังนี้

2.7.1 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยใช้ฟองอากาศ (Buble Washing)

โดยทั่วไปมักใช้น้ำตั้งแต่ 25 – 50 % ของน้ำมันไบโอดีเซล โดยเทน้ำลงไปผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลในถังที่จะใช้ทำกระบวนการขจัดสารตกค้างจากนั้นติดตั้ง airpump และ airstone ใช้สำหรับผลิตออกซิเจนให้กับน้ำ โดยเราจะเปิดให้ airpump และ airstone ทำงาน 6 – 8 ชั่วโมง จากนั้นตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมงก็จะเกิดการแยกชั้นของน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่าง และในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ดังนั้นควรทำการขจัดสารตกค้าง 3 -4 ครั้งจนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และมีค่า pH = 7 การขจัดสารตกค้างวิธีนี้สามารถทำได้ง่าย ใช้น้ำในการขจัดสารตกค้างน้อย , เครื่องมือหาได้ง่าย สะดวก

2.7.2 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยใช้การสเปรย์ (Mist - Washing)

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

2.7.3 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยการกวน (Stir Washing)

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

2.7.4 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยการผสมกับน้ำ (Mix Washing)

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

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

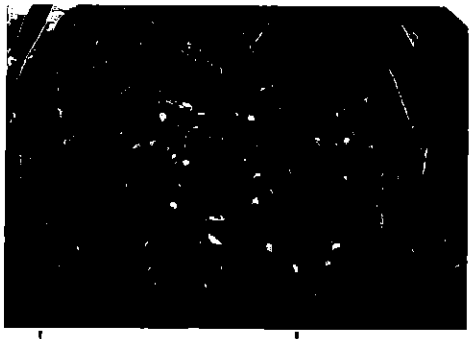
3.1 การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane

3.1.1 เตรียมวัตถุดิบ

ทำการชั่งเมล็ดสบู่ดำเพื่อใช้ในการสกัด 1 กิโลกรัม โดยทุบให้ละเอียดแล้วนำไปให้ความร้อนโดยการตากแดด

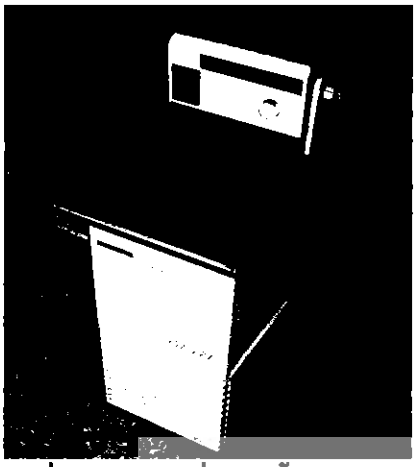
3.1.2 อุปกรณ์และสารเคมี

- เครื่องชั่งน้ำหนักมวลสาร มีค่าความละเอียด 0.100-5000 กรัม
- ขวดโหล
- ขวดแก้วขนาด 5 ลิตร
- เครื่อง Heating Mantle กำลังไฟฟ้า 600 W
- เครื่องทำน้ำเย็น Neslab RTE-221
- ขาตั้งและที่จับหลอดทดลอง 2 ชุด
- Condenser
- Distilling Flask
- Thermometer
- Distilling Head



รูปที่ 3.1 แสดงเมล็ดสบู่ดำที่เตรียมจำนวน 1 กิโลกรัม

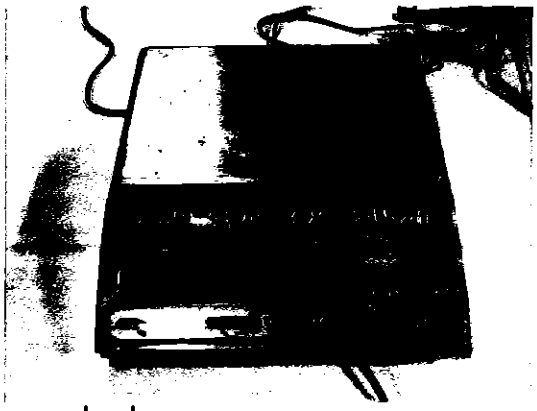
รูปที่ 3.2 แสดงตัวทำละลาย Hexane



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องทำน้ำเย็น Neslab RTE-221

รูปที่ 3.4 แสดง Condenser

รูปที่ 3.5 แสดง Distilling Flask บนเครื่อง Heating Mantle



รูปที่ 3.6 แสดงเครื่องชั่งมวลสารมีค่าความละเอียด 0.100 - 5000 กรัม

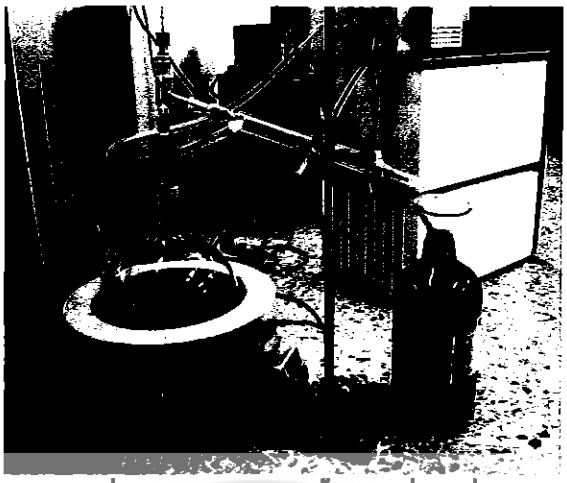
3.1.3 วิธีการสกัดตัวทำสารละลาย Hexane

ชั่งน้ำหนักเล็ดสบู่ดำ 1 กิโลกรัม ทำการกะเทาะเปลือกและทุบเมล็ดสบู่ดำให้ละเอียดไปให้ความร้อนโดยการตากแดด 20-30 นาที นำเมล็ดสบู่ดำที่ทุบละเอียดแล้วไปใส่ในภาชนะ(ขวดโหล) ที่เตรียมไว้ เทตัวทำละลาย Hexane ลงไปในภาชนะที่มีเมล็ดสบู่ดำ พอให้ท่วมเมล็ดสบู่ดำประมาณ 200 cc ทิ้งเมล็ดสบู่ดำที่แช่ตัวทำละลาย Hexane ไว้ประมาณ 2-3 วัน (โดยระหว่างนี้ให้คนให้ทั่วประมาณวันละ1 ครั้ง) เมื่อถึงระยะเวลา 2-3 วัน ทำการเทเอาน้ำมันที่ผสมกับตัวทำละลาย Hexane ออกนำไปใส่ ขวดแก้ว โดยทำอย่างน้อย 3 รอบ จะใช้เวลาประมาณ 7 วัน แล้วนำน้ำมันที่ผสมกับตัวทำละลาย Hexane ที่ได้ไปทำการกลั่น โดยขั้นตอนนี้ถือเป็นการเตรียมการทดสอบ

รูปที่ 3.7 แสดงเมล็ดสบู่ดำที่แช่ตัวทำละลาย Hexane

3.1.4 วิธีการกลั่น

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ในการกลั่น นำน้ำมันที่ผสมกับตัวทำละลาย Hexane ที่ได้จากการสกัดใส่ขวดต้มกลั่นที่ว่างอยู่บน Heater ที่หุ้มด้วยถุงทราย เปิด Heater โดยให้ความร้อนไปเรื่อยๆจนถึงประมาณ 65 °C ซึ่งตัวทำละลาย Hexane จะเริ่มละเหยกลายเป็นไอ แล้วผ่านอุปกรณ์ คอนเดนเซอร์ที่มีน้ำเย็นวิ่งไหลผ่านทำให้เกิดการควบแน่นจนตัวทำละลาย Hexane กลายเป็นของเหลว ส่วนในขวดต้มจะเหลือเพียงน้ำมันที่ตัวทำละลาย Hexane ได้ละเหยออกไปหมดแล้ว นำน้ำมันที่ได้ไปวัดหาปริมาตร แล้วทำการหาค่าคุณสมบัติของน้ำมันที่ได้จากการสกัด พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานกับน้ำมันที่สกัดจากวิธีอื่น (โดยคิดค่าพลังงานที่ใช้ในการสกัดแบบตัวทำละลาย Hexane จากขั้นตอนการกลั่นเพียงขั้นตอนเดียว)



รูปที่ 3.8 แสดงการติดตั้งชุดเครื่องกลั่น

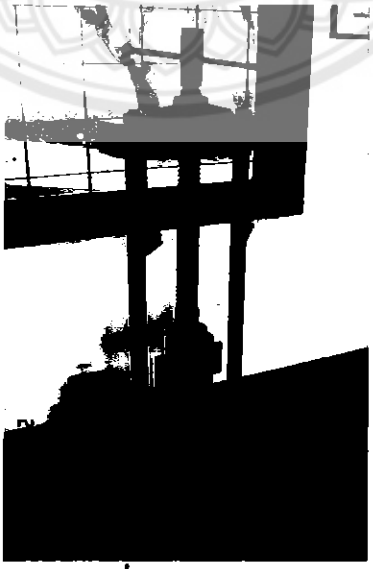
3.2 การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Hydraulic press

3.2.1 เตรียมวัตถุดิบ

ทำการชั่งเมล็ดสบู่ดำเพื่อใช้ในการสกัด 1 กิโลกรัม โดยทุบให้ละเอียดแล้วนำไปให้ความร้อนโดยการตากแดด

3.2.2 อุปกรณ์

- เครื่องชั่งน้ำหนักมวลสาร มีค่าความละเอียด 0.100-5000 กรัม
- ขวดชมพู่ ขนาด 200 ml
- เครื่อง Hydraulic press ที่มีแม่แรง ยี่ห้อ komaki ขนาด 30 ตัน

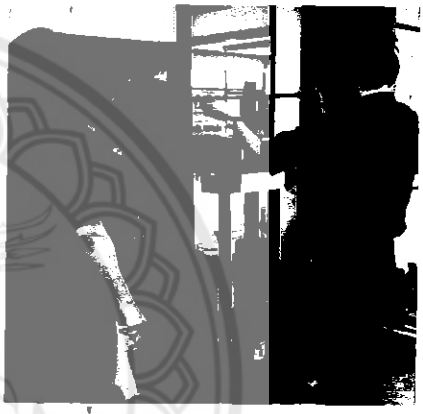


รูปที่ 3.9 แสดงเครื่องอัดแบบ Hydraulic press

3.2.3 วิธีการสกัดด้วย Hydraulic press

ชั่งเมล็ดสบู่ดำที่จะทำการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press 1 กิโลกรัม นำไปกะเทาะเปลือกแล้วทุบหรือบดให้ละเอียด นำเข้าเครื่องสกัด Hydraulic press ทำการอัดเกลียวจากนั้นอัดแม่แรงขึ้นไปประมาณ 30 ตันจะได้น้ำมันสบู่ดำที่มีตะกอนขุ่น ซึ่งจะไหลออกมาตามรูของกระบอกอัด ทำการเอาขวดชมพู่มาตวงน้ำมัน นำน้ำมันสบู่ดำไปกรองโดยการทิ้งให้ตกตะกอนหรือเข้าเครื่องกรองละเอียดจะได้น้ำมันสบู่ดำที่ใสพร้อมใช้งาน นำน้ำมันที่ได้ไปวัดหาปริมาตร แล้วทำการหาค่าคุณสมบัติของน้ำมันที่ได้จากการสกัด พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานกับน้ำมันที่สกัดจากวิธีอื่น

รูปที่ 3.10 แสดงการนำเมล็ดสบู่ดำที่ตากแล้วทุบให้ละเอียดใส่ลงในเครื่องอัดแบบ Hydraulic press



รูปที่ 3.11 แสดงการอัดเกลียว

รูปที่ 3.12 แสดงการอัดแม่แรง

รูปที่ 3.13 แสดงน้ำมันที่ไหลออกจากรูของกระบอกอัด

รูปที่ 3.14 แสดงการตวงน้ำมันที่ได้จากเมล็ดสบู่ดำ

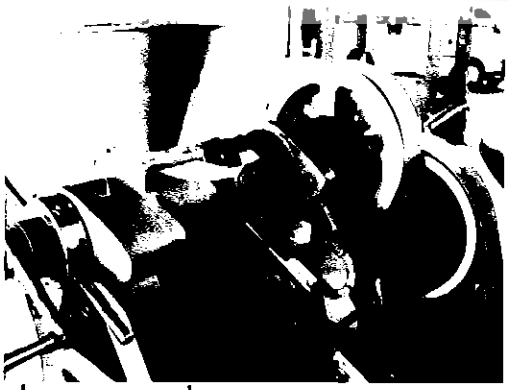
3.3 การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Screw press

3.3.1 เตรียมวัตถุดิบ

ทำการชั่งเมล็ดสบู่ดำเพื่อใช้ในการสกัดจำนวน 1 กระสอบ 25.03 กิโลกรัม

3.3.2 อุปกรณ์

- เครื่อง Screw press รุ่น 6YL-68 Oil Press Operation Manual
- ถังพลาสติกขนาด 12 ลิตร
- ถุงดำสำหรับใส่กากเมล็ดสบู่ดำ
- เครื่องชั่งขนาด 60 กิโลกรัม
- เครื่องวัดค่ากำลังทางไฟฟ้า



รูปที่ 3.15 แสดงเครื่องอัดสบู่ดำแบบ Screw press รุ่น 6YL-68 Oil Press Operation Manual

รูปที่ 3.16 แสงเครื่องวัดค่ากำลังทางไฟฟ้า

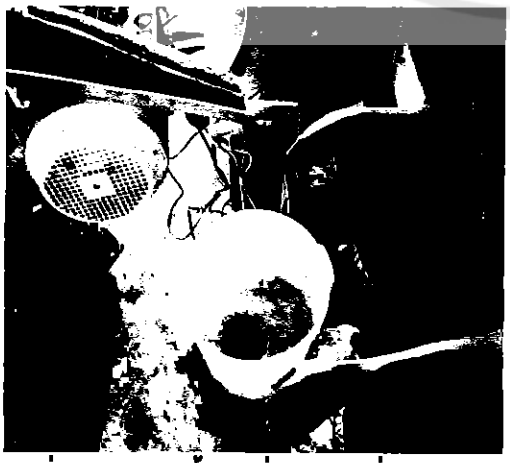
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
5200052
I 5094453

3.3.3 วิธีการสกัดด้วย Screw press

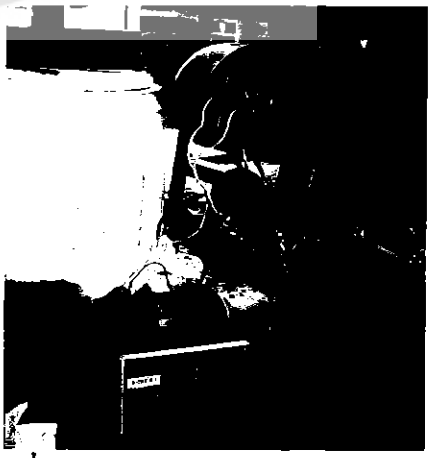
ชั่งเมล็ดสบู่ดำ 1 กระสอบ ได้น้ำหนัก 25.03 กิโลกรัม ทำการเดินเครื่อง screw press ป้อนเมล็ดสบู่ดำลงในกรวยที่อยู่ด้านบนของเครื่อง Screw press นำเอาถังพลาสติกที่เตรียมไว้มารองเอาน้ำมันผสมกับกากเล็กๆที่ออกมาจากเครื่อง Screw press ทางด้านข้างของเครื่อง ส่วนอีกด้านหนึ่งของเครื่อง Screw press นำเอาถุงดำมาใส่กากโดยกากนี้จะไม่ผสมกับน้ำมัน โดยขณะที่เครื่องกำลังทำงานทำการวัดค่า แรงดัน (V) กระแสไฟฟ้า(A) ค่า power factor (cosØ)ของเครื่อง Screw press แล้วทิ้งน้ำมันที่ได้ซึ่งผสมกับกากให้ตกตะกอนแล้วจึงนำมาแยกเพื่อหาปริมาตร แล้วทำการหาค่าคุณสมบัติของน้ำมันที่ได้จากการสกัด พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานกับน้ำมันที่สกัดจากวิธีอื่น

รูปที่ 3.17 แสดงการป้อนเมล็ดสบู่ดำลงในเครื่องเครื่องอัดแบบ Screw press

รูปที่ 3.18 แสดงกากเมล็ดสบู่ดำที่ออกมาจาก



รูปที่ 3.19 แสดงน้ำมันที่ได้จากเครื่องอัดแบบ Screw press



รูปที่ 3.20 แสดงการวัดหาค่ากำลังทางไฟฟ้า

3.4 การศึกษาคุณสมบัติน้ำมัน

3.4.1 การทดสอบหาค่าความร้อน

3.4.1.1เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ

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

3.4.1.2ขั้นตอนการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักของน้ำมันบันทึกค่ามวลที่ได้

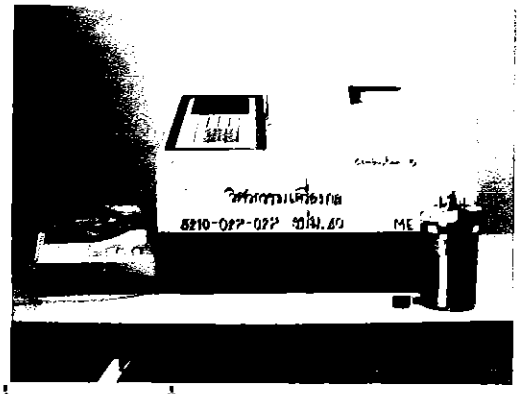
2. นำน้ำมันเทใส่ใน Bomb head ตัด fuse wire ยาว 10 cm. แล้วร้อยเข้าที่รูขั้วอิเลคโทรดทั้งสอง โดยจัดให้ fuse สัมผัสกับสารตัวอย่าง เรียบร้อยแล้ว ใส่ใน body bomb

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

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

5. เมื่อทำการป้อนค่ามวลของน้ำมันเสร็จ เครื่องจะเริ่มทำการทดลองสอบสารตัวอย่าง เมื่อเผาไหม้สมบูรณ์เครื่องจะให้ตัดสัญญาณเสียง beep เครื่องจะแสดงค่าความร้อนที่คำนวณได้บนหน้าจอ

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



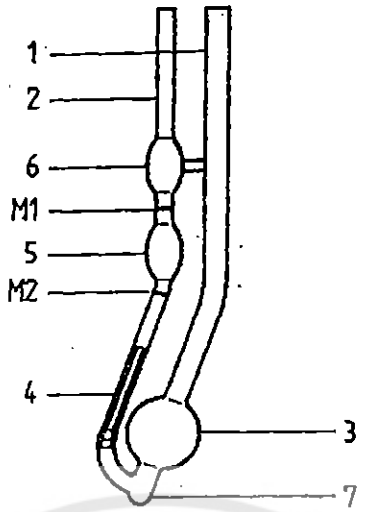
รูปที่ 3.21 แสดงเครื่อง Isoperibol Bomb Calorimeter

3.4.2 การทดลองหาค่าความหนืด

3.4.2.1เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ

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

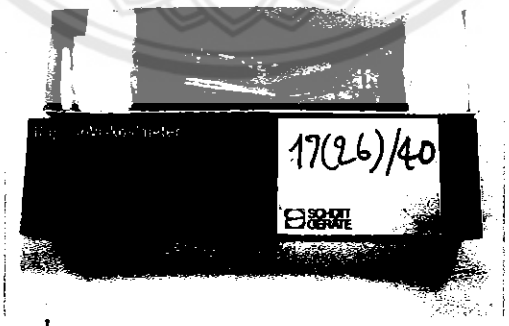
รูปที่ 3.22 แสดงเครื่อง Therrmostat ของ Schott Gerate



รูปที่ 3.23 แสดงส่วนประกอบสำคัญของหลอดแก้ว Cannon – Fenske

แสดงหลอดแก้ว Cannon – Fenske ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่

- หลอดแก้ว 2 ข้าง(1)และ(2)
- แหล่งเก็บ หรือ Reservoir(3)
- ท่อ Capillary (4)
- มาตรวัดทรงกลม (5)
- ทรงกลม Pre – run (6)



รูปที่ 3.24 แสดงหลอดแก้ว Cannon – Fenske

3.4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

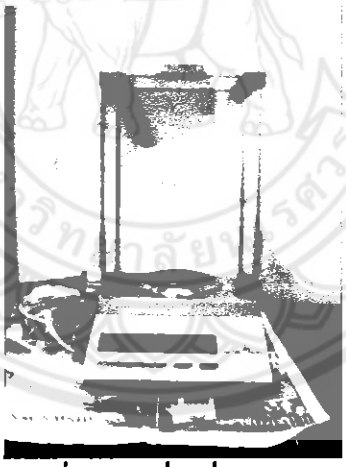
1. ปรับอุณหภูมิ Thermostat เป็น 40°C
2. ตวงน้ำมันปริมาตร 10 มิลลิลิตรเทลงในหลอดแก้ว Cannon – Fenske

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

3.4.3 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น

3.4.3.1 เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ

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



รูปที่ 3.25 เครื่องชั่งมวลสาร

3.4.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ขึ้นชั่งเพื่อหาน้ำหนักของหลอดแก้วแล้วจดบันทึก
2. ตวงน้ำมันในหลอดตวงขนาด 50 มิลลิลิตรให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปใส่หลอดแก้วเพื่อชั่ง
3. บีกเกอร์ที่ใส่น้ำมันแล้วขึ้นชั่งแล้วจดบันทึกค่าน้ำหนักที่ได้

3.5 วิธีการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ

3.5.1 การไตรเตรท

3.5.1.1 เตรียมวัตถุดิบ

น้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำที่ทำการอุ่นประมาณ 40-50 °C ประมาณ 10 ml

3.5.1.2 อุปกรณ์และสารเคมี

- หลอดฉีดยา
- บีกเกอร์ขนาด 10 ml
- ปีเปต
- กระดาษลิสมัต
- สารละลายโพพานอล
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 %

รูปที่ 3.26 แสดงชุดเครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการไตรเตรท

3.5.1.3 วิธีการไตรเตรท (KOH)

1. นำสารละลายโพพานอล 10 cc ผสมกับน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 1 cc

2. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1% ลงทีละ 1 cc. แล้วทำการตรวจวัดค่า pH ด้วยกระดาษลิสมัต

3. เมื่อได้ค่า pH 7-8 ให้นับจำนวน cc. ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1% ที่เติมลงไป

4. นำจำนวน cc. ที่ได้มา +3.5 แล้ว X1.4 จะได้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่จะต้องใช้ (กรัม)

3.5.2 การทำปฏิกิริยา

3.5.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

น้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ได้จากการสกัด ปริมาณ 1,000 cc.

3.5.2.2 อุปกรณ์และสารเคมี

- บีกเกอร์ขนาด 250 cc
- บีกเกอร์ 50 cc
- เครื่องชั่งมวลสาร มีค่าความละเอียด 0.001 – 100.0 กรัม
- เตาไฟฟ้า ขนาดกำลังไฟฟ้า 1,000 W
- ชุดเครื่องผลิตไบโอดีเซล
- เมทานอล
- โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)
- สว่าน ยี่ห้อ Maktec รุ่น MT 650 ขนาดกำลังไฟฟ้า 230 W และความเร็วรอบสูงสุด 4,500 รอบต่อนาที

รูปที่ 3.27 แสดงเตาไฟฟ้าและชุดเครื่องผลิตไบโอดีเซล

3.5.2.3 วิธีทำปฏิกิริยา

1. ตวงน้ำมันเมล็ดสบู่ดำปริมาณ 1,000 cc. ใส่ถังสแตนเลสแล้วนำไปให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า ทำการควบคุมอุณหภูมิที่ 50-55 °C

2. ตวงเมทานอลปริมาณ 20% โดยปริมาตรใส่ลงในขวดชมพู่ จากนั้นตวงโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 1.47 % โดยมวล ทำการคนให้เข้ากันจะได้สารละลายโพแทสเซียมเมทอกไซด์

3. เทสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำมันที่อุ่นเตรียมไว้ ทำการคนให้เข้ากันเป็นเวลา 30 นาที

4. ยกส่วนผสมลงจากเตาไฟฟ้าจากนั้นนำไปใส่ในหลอดทดลองขนาด 1,000 cc. ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำมันไบโอดีเซล (เมทิลเอสเทอร์) กับ กลีเซอรีน

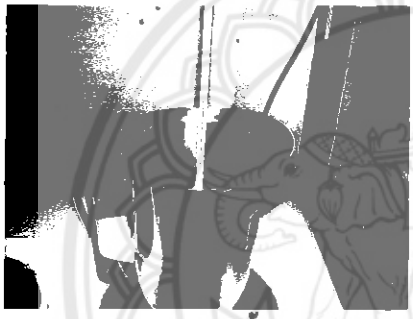
5. ทำการบันทึกค่าปริมาณน้ำมันไบโอดีเซล และกลีเซอรีนที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยา

6. ทำการขจัดสารตกค้างโดยการผสมกับน้ำ

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

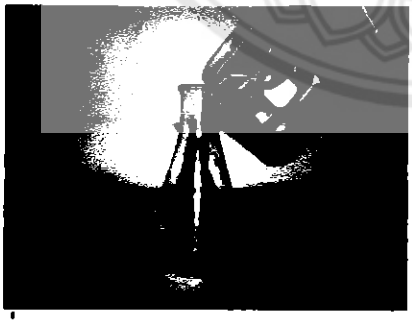
8. ทำการทำการเพิ่มปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งได้จากการไตรเตรทขึ้น 10% โดยใช้เมทานอลเท่าเดิม ทำการทดลองซ้ำตามข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 7

9. ทำการทำการลดปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งได้จากการไตรเตรทลง 10%โดยใช้เมทานอลเท่าเดิม ทำการทดลองซ้ำตามข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 7



รูปที่ 3.28 แสดงการเตรียมน้ำมันโดยการอุ่นที่อุณหภูมิ 50-55 °c

รูปที่ 3.29 แสดงการเตรียมสารเคมี



รูปที่ 3.30 แสดงผสมเมทานอล และ KOH

รูปที่ 3.31 แสดงการกวนเพื่อเร่งการเกิดปฏิกิริยา

3.5.3 การขจัดสารตกค้าง

3.5.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำเอสเตอร์แยกออกจากกลีเซอลีนแล้วนำไปใส่ขวดไว้

3.5.3.2 อุปกรณ์

- ขวดน้ำ
- กระดาษลิสมัต

3.5.3.3 กระบวนการขจัดสารตกค้างโดยการผสมกับน้ำ

เทน้ำประมาณให้เท่ากับปริมาตรของน้ำมันไบโอดีเซล เข้าไปผสมกับน้ำมันไบโอดีเซลในขวดที่เตรียมไว้จากนั้นปิดฝา ทำการเขย่าขวดตั้งทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง ก็จะเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำมันไบโอดีเซลกับน้ำ โดยชั้นของน้ำจะอยู่ด้านล่าง และในการขจัดสารตกค้างครั้งแรกชั้นของน้ำที่ได้จะขุ่น ทำการขจัดสารตกค้าง 2 -3 ครั้งจนกว่าน้ำที่ได้จากการขจัดสารตกค้างจะใส และทำการวัดค่าให้ได้ pH 7 แล้วจึงแยกน้ำมันไบโอดีเซลออกจากน้ำ

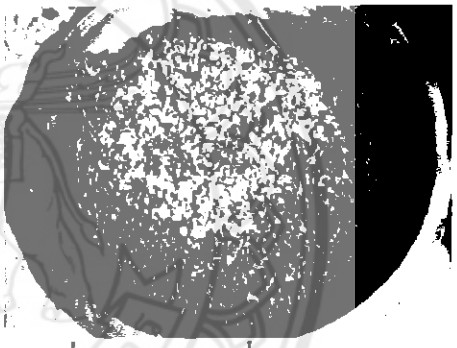
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ผลจากการทดสอบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการใช้ตัวทำสารละลาย Hexane

เมื่อนำเมล็ดสบู่ดำ 1 กิโลกรัม มาสกัดน้ำมันด้วยวิธีการตัวทำสารละลาย Hexane ทำให้ได้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 310 ml ใช้เวลาในการกลั่น 30 นาที (พลังงานที่ใช้ในการกลั่นคิดเป็นพลังงานทั้งหมดของการสกัดด้วยวิธีตัวทำละลาย Hexane)

รูปที่4.1 แสดงปริมาตรของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำจากการสกัดด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane



รูปที่ 4.2 แสดงกากที่ได้จากการสกัด

จากการทดสอบได้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 0.310 ลิตร ในเวลา 30 นาที ดังนั้นในเวลา 1 ชั่วโมงได้น้ำมัน 0.620 ลิตร คิดเป็นค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากน้ำมัน

$$\text{Energy from oil} = \text{Density}/1000(\text{kg/L}) \times \text{ปริมาณน้ำมันที่ได้ (L)} \times \text{HHV(MJ/kg)}$$

$$= 0.859 \times 0.620 \times 44.1$$

$$= 23.5 \text{ MJ}$$

คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจากเครื่องทำน้ำเย็นและเครื่อง Heating mantle โดยเครื่องทำน้ำเย็นมีค่ากำลังการไฟฟ้า แรงดัน 115 V กระแส 16.0 A กำหนดให้ cosØ(PF) = 0.7 และ LF = 0.8 ใช้เวลา 40 นาที

เครื่องทำน้ำเย็น

จาก $$P = IV\cos\theta \times LF$$

$= 16 \times 115 \times 0.7 \times 0.8$

$= 1{,}030$ W หรือ 1.03 kW

ใช้เวลาในการทดสอบ 40 นาที $E_1 = 1.03 \times 40/60$

$= 0.7$ kW-hr

เครื่อง Heating mantle

มีกำลังทางไฟฟ้า 600 W ใช้เวลาในการทดลอง 30 นาทีและ LF = 0.8

$E_2 = 0.60 \times 0.8 \times 30/60$

$= 0.32$ kW-hr

ดั้งนั้นการทดสอบการสกัดด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane ใช้พลังงานในการกลั่น

$E_1 + E_2 = 1.02$ kW-hr

คิดเป็นค่าไฟฟ้า (โดยสมมุติให้ค่าไฟฟ้าเท่ากับ 3 บาท/หน่วย) ในการกลั่นน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 1 กิโลกรัม

$= 1.02 \times 3$

$= 3.06$ บาท/กิโลกรัม

ทำการเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนโดย 1 kw-hr เท่ากับ 3.6 MJ

$E = 1.02 \times 3.6$

$= 3.672$ MJ

ค่า Energy ratio เป็นค่าสัดส่วนของพลังงานที่ได้จากการสกัดน้ำมันเมล็ดสบู่ดำต่อพลังงานที่ใช้ในการสกัด ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการสกัดในแต่ละวิธี

$$\text{Energy ratio} = \frac{\text{Energy from oil}}{\text{Energy consumption}}$$

สัดส่วนพลังงานของน้ำมันที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้ในการสกัดด้วยวิธีตัวทำละลาย Hexane $= 23.5/3.672$

$= 6.4$

จากผลการทดสอบจะเห็นได้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 1 ลิตร จะต้องใช้เมล็ดสบู่ดำ 3.22 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน 96.6 บาท (เมล็ดสบู่ดำราคา 30 บาท/กิโลกรัม) จากปริมาตรเมล็ดสบู่ดำที่ใช้จะต้องใช้ตัวทำละลาย Hexane ในการแช่ 14.5 ลิตร(ในการแช่เมล็ดสบู่ดำ 1 กิโลกรัมใช้ตัวทำละลาย Hexane 4.5 ลิตร) เมื่อทำการกลั่นตัวทำละลาย Hexane จะถูกใช้ไป 10% โดยปริมาณ ซึ่งเท่ากับ 1.45 ลิตร คิดเป็นเงินเท่ากับ 80.56 บาท (โดยตัวทำละลาย Hexane ราคา 55.56 บาท/ลิตร)

รวมเป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปทั้งหมด $= (3.06 \times 3.22) + 96.6 + 80.56$

$= 187$ บาท/ลิตร

ตารางที่4.1 แสดงผลทางพลังงานของการสกัดด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลาย Hexane

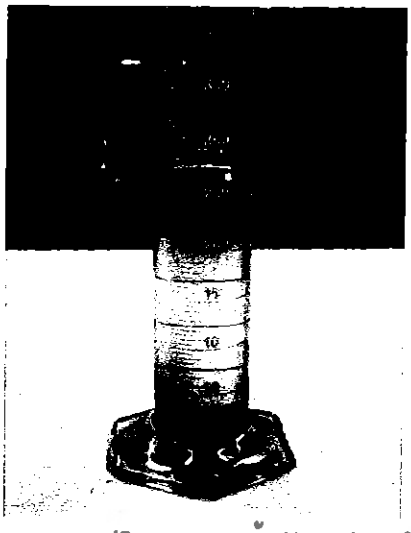
Oil Production / mass	0.310	L/kg
Density	859	kg/m^3
Viscosity	35.6	mm^2/s
HHV	44.1	MJ/kg
Production Time	2	kg/hr
Oil Production	0.620	L/hr
Energy from oil	23.5	MJ
Energy *	1.02	kW-hr
Energy Consumption	3.672	MJ
Energy ratio	6.4	
Cost	187	Baht/L

*** พลังงานที่ใช้ในการสกัดด้วยวิธีตัวทำละลาย Hexane คิดจากขั้นตอนในการกลั่น**

จากผลการทดสอบ(ตารางที่4.1) เมล็ดสบู่ดำปริมาตร 1 กิโลกรัม สกัดน้ำมันเมล็ดสบู่ดำได้ 0.310 ลิตร ในเวลา 30 นาที มีความหนาแน่น 859 kg/m^3 มีค่าความร้อนของการเผาไหม้ 44.1 MJ/kg หาค่าพลังงานของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีตัวทำละลาย (Hexane) ได้เท่ากับ 23.5 MJ ใช้พลังงานในการกลั่น 1.02 kW-hr จากเครื่อง Heating Mantle และเครื่องทำน้ำเย็น คิดเป็นพลังงานความร้อนที่ใช้ 3.672 MJ ได้ค่า Energy ratio 6.4

4.2 ผลจากการทดสอบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Hydraulic press

เมื่อทำการนำเมล็ดสบู่ดำ 1 กิโลกรัม มาสกัดน้ำมันเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Hydraulic press ทำให้ได้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 265 ml ใช้เวลาในการสกัด 1 ชั่วโมง



รูปที่ 4.3 แสดงปริมาตรของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำจากการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press

รูปที่ 4.4 แสดงกากที่มาจากการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press

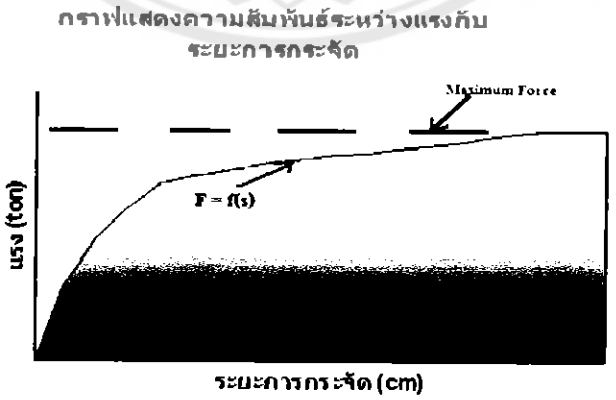
จากผลการทดสอบในการสกัด 1 ชั่วโมง ได้ปริมาณน้ำมัน 0.265 ลิตรคิดเป็นค่าพลังงานความร้อน

$$\text{Energy from oil} = \text{Density/1000(kg/L)} \times \text{ปริมาณน้ำมันที่ได้ (L)} \times \text{HHV(MJ/kg)}$$

$$= 0.872 \times 0.265 \times 44.1$$

$$= 10.19 \text{ MJ}$$

เนื่องจากไม่มีเครื่องมือในการวัดค่าพลังงานที่ได้จากการสกัดด้วย Hydraulic press จึงทำการตั้งสมมุติฐานแรงที่ใช้ในการสกัดเท่ากับแม่แรงขนาด 30 ตัน ทำให้เกิดระยะของการอัด 20 cm. ใช้เวลาในการสกัด 1 ชั่วโมง แสดงแนวโน้มของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะการกระจัด ดังนี้



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการกระจัดของกระบอกอัด

ความสัมพันธ์ของแรงและระยะการกระจัดที่ได้จากกราฟที่ 4.1 แรงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยที่ระยะการกระจัดจะเพิ่มอย่างช้าๆ แต่เนื่องจากการทดลองทางเราไม่สามารถทำการวัดแรงที่อัดเข้าไปในกระบอกได้ทางเราจึงขอตั้งข้อสมมุติให้งานที่ให้ไปเป็น 80 % ของงานสูงสุด

จากความสัมพันธ์ $W = \int F.ds$

กำหนดให้งานที่ได้จากใต้กราฟ เป็น 80% ของงานที่ได้สูงสุด

$$W = 0.8 \times 30 \times 1{,}000 \times 9.81 \times 0.2$$

$$= 47{,}088 \text{ N-m}$$

ใช้เวลาในการสกัด 1 ชั่วโมง $= 47{,}088/3{,}600$

$= 13.08$ J/s หรือ 0.013 kW

Energy $= 0.013$ kW-hr

โดยการสกัดน้ำมันเมล็ดสบู่ดำแบบ Hydraulic press 1 ลิตรใช้ปริมาตรเมล็ดสบู่ดำ 3.9 กิโลกรัม คิดเป็นค่าเมล็ดสบู่ดำ 117 บาท (ค่าเมล็ดสบู่ดำ 30 บาท/กิโลกรัม)

รวมเป็นค่าใช้ในการน้ำมันเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Hydraulic press 1 ลิตรเท่ากับ 117 บาท/ลิตร

คิดเป็นพลังงานความร้อน $= 0.013 \times 3.6$

$= 0.047$ MJ

$$\text{Energy ratio} = \frac{\text{Energy from oil}}{\text{Energy consumption}}$$

สัดส่วนพลังงานของน้ำมันที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้ในการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press = 10.19/0.047

$= 216.8$

ตารางที่4.2 แสดงผลทางพลังงานของการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press

Oil Production / mass	0.265	L/kg
Density	872	Kg/m^3
Viscosity	35.6	mm^2/s
HHV	44.1	MJ/kg
Production Time	1	kg/hr
Oil Production	0.265	L/hr
Energy from oil	10.19	MJ

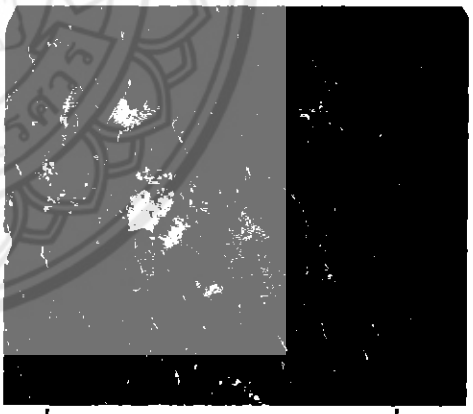
Energy	0.013	kW-hr
Energy Consumption	0.047	MJ
Energy ratio	216.8	
Cost	117	Baht/L

จากผลการทดสอบ(ตารางที่4.2) เมล็ดสบู่ดำปริมาตร 1 กิโลกรัม สกัดน้ำมันเมล็ดสบู่ดำได้ 0.265 ลิตร ในเวลา 1 ชั่วโมง มีความหนาแน่น 872 kg/m^3 มีค่าความร้อนของการเผาไหม้ 44.1 MJ/kg ค่าพลังงานของน้ำมันที่ได้จากการสกัดแบบ Hydraulic press 10.19 MJ พลังงานความร้อนที่ใช้ 0.047 MJ คิดจากแรงอัดของแม่แรง 30 ตัน ได้ค่า Energy ratio 216.8

4.3 ผลจากการทดสอบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Screw press

เมื่อนำเมล็ดสบู่ดำ 25.03 กิโลกรัม มาสกัดน้ำมันด้วยวิธี Screw press ทำให้ได้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 5100 ml ได้กากเมล็ดสบู่ดำ 16.43 kg และกากละเอียดผสมกับน้ำมัน 3.2 kg เมื่อเปรียบเทียบต่อ 1 กิโลกรัม จะได้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำเท่ากับ 204 ml/kg

รูปที่ 4.6 แสดงน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ได้จากการสกัดด้วยวิธี Screw press



รูปที่ 4.7 แสดงกากของเมล็ดสบู่ดำที่ได้จากการสกัดด้วยวิธี Screw press

จากการทดสอบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 5.1 ลิตร ซึ่งใช้เวลาในการสกัด 17 นาที 50 วินาที เมื่อคิดในเวลา 1 ชั่วโมงจะได้ปริมาณน้ำมัน 17.16 ลิตร คิดเป็นค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากน้ำมัน

Energy from oil = Density/1000(kg/L) × ปริมาณน้ำมันที่ได้ (L)× HHV(MJ/kg)

= 0.876× 17.16× 44.1

= 663 MJ

เมื่อคำนวณพลังงานทางไฟฟ้าที่ใช้ในการสกัดด้วยวิธี Screw press โดยค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดกำลังทางไฟฟ้า

กระแส 12 A. , แรงดัน 393 V และ $\cos\theta = 0.88$

จาก $$P = \frac{\sqrt{3}IV\cos\theta}{1000}$$

$$= \frac{\sqrt{3}\times 12\times 393\times 0.88}{1000}$$

$$= 7.2 \text{ kW}$$

ใช้เวลาในการสกัด 1 ชั่วโมง $= 7.2$ kW-hr

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าน้ำมันสบู่ดำ 1 ลิตรจะต้องใช้เมล็ดสบู่ดำในการสกัดด้วยวิธี Screw press 4.9 กิโลกรัม คิดเป็นค่าเมล็ดสบู่ 147 บาท ใช้เวลาในการสกัด 3 นาที 50 วินาที และค่าไฟฟ้า 0.46 kW-hr สมมุติให้ค่าไฟฟ้า 3 บาท/หน่วย รวมค่าใช้จ่าย 1.38 บาท/ลิตร

รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสกัด $= 147+1.38$

$= 148.38$ บาท/ลิตร

ทำการเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนโดย 1 kw-hr เท่ากับ 3.6 MJ

$E = 7.2 \times 3.6$

$= 25.9$ MJ

$$\text{Energy ratio} = \frac{\text{Energy from oil}}{\text{Energy consumption}}$$

สัดส่วนพลังงานของน้ำมันที่ได้ต่อพลังงานที่ได้จากการสกัดด้วยวิธี Screw press $= 663/25.9$

$= 25.6$

ตารางที่4.3 แสดงผลทางพลังงานของการสกัดด้วยวิธี Screw press

Oil Production /mass	0.204	L/kg
Density	876	Kg/m^3
Viscosity	35.6	mm^2/s
HHV	44.1	MJ/kg

Production Time	84.21	kg/hr
Oil Production	17.16	L/hr
Energy from oil	663	MJ
Energy	7.2	kW-hr
Energy Consumption	25.9	MJ
Energy ratio	25.6	
Cost	148.38	Baht/L

จากผลการทดสอบ(ตารางที่4.2) เมล็ดสบู่ดำปริมาตร 25.03 กิโลกรัม สกัดน้ำมันเมล็ดสบู่ดำได้ 5.1 ลิตร เมื่อเทียบเมล็ดสบู่ดำ 1 กิโลกรัมได้ปริมาณ 0.204 ลิตร ในเวลา 17.50 นาที มีความหนาแน่น 876 kg/m^3 มีค่าความร้อนของการเผาไหม้ 44.1 MJ/kg ค่าพลังงานของน้ำมันที่ได้จากการสกัดแบบ Screw press 663 MJ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการสกัดแบบ Screw press 7.2 kW โดยทำการวัดจากมอเตอร์ของเครื่อง Screw press ด้วยเครื่องวัดค่ากำลังทางไฟฟ้า ได้ค่า Energy ratio 25.6

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางพลังงานของการสกัดด้วยวิธีต่างๆ

ค่าที่ได้จากการทดสอบ	การสกัดด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane	การสกัดด้วยวิธี Hydraulic press	การสกัดด้วยวิธี Screw press	หน่วย
Oil Production /mass	0.310	0.265	0.204	L/kg
Density	859	872	876	Kg/m^3
Viscosity	35.6	35.6	35.6	mm^2/s
HHV	44.1	44.1	44.1	MJ/kg
Production Time	2	1	84.21	kg/hr
Oil Production	0.620	0.265	17.16	L/hr
Energy from oil	23.5	10.19	663	MJ
Energy	1.02*	0.013	7.2	kW-hr
Energy Consumption	3.672	0.047	25.9	MJ
Energy ratio	6.4	216	25.6	
Cost	187	117	148.38	Baht/L

*** พลังงานที่ใช้ในการสกัดด้วยวิธีตัวทำละลาย Hexane คิดจากขั้นตอนในการกลั่น**

อันเนื่องจากการสกัดด้วยวิธีตัวทำละลาย (Hexane) จะใช้เวลาค่อนข้างนานในขั้นตอนการแช่ตัวทำละลาย (Hexane) โดยใช้เวลาประมาณ 7-8 วัน แต่ใช้เวลาในการกลั่นเพียง 30 นาที ในการทดสอบครั้งนี้ได้ทำการทดสอบเมล็ดสบู่ดำเพียง 1 กิโลกรัม ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันออกมาที่น้อยเมื่อเทียบกับเวลาในการผลิต ซึ่งมีผลทำให้ค่า Energy ratio ต่ำ หากทำการเพิ่มปริมาตรของเมล็ดสบู่ดำมากขึ้นในการสกัด แต่เนื่องจากใช้เวลาเท่าเดิมในการสกัด จะทำให้ได้ปริมารน้ำมันเมล็ดสบู่ดำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า Energy ratio สูงขึ้นตาม

ในการทดสอบการสกัดแบบ Hydraulic press จะได้ค่า Energy ratio ค่อนข้างสูง เนื่องด้วยการสกัดแบบ Hydraulic press ไม่มีอุปกรณ์ทางไฟฟ้า แต่ใช้แรงในการอัดแม่แรงในการบีบอัดเมล็ดสบู่ดำทำให้ ซึ่งใช้เวลา 1 ชั่วโมง/กิโลกรัม ทำให้ค่าพลังงานที่ใช้ในการผลิตต่ำ

ส่วนในการสกัดแบบ Screw press ค่า Energy ratio ยังต่ำอยู่ เนื่องจากการสกัดด้วยเครื่อง Screw press ใช้กำลังไฟฟ้าในการสกัดสูง โดยกากมีน้ำมันผสมอยู่ประมาณ 10 % ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันเมล็ดสบู่ดำน้อย แต่มีอัตราการผลิตที่สูงเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ

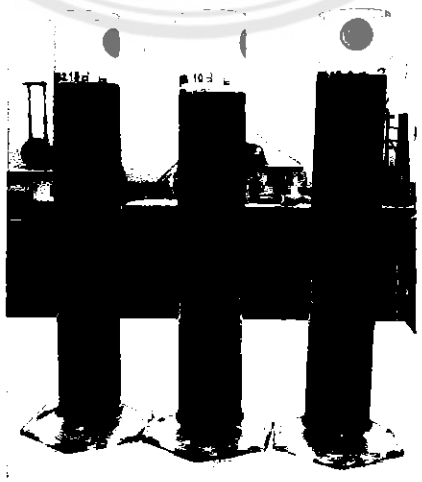
4.4 ผลการนำน้ำมันเมล็ดสบู่ดำมาทำเป็นน้ำมันไบโอดีเซล

เมื่อได้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ จึงนำไปทำกระบวนการผลิตไบโอดีเซล โดยทดลองน้ำมันสบู่ดำทดลองโดยใช้น้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ได้จากวิธี Screw press เป็นสารตั้งต้น และใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เป็นสารเร่งปฏิกิริยา

4.4.1ผลจากการไตรเตรท

ปรากฏว่าน้ำมันเมล็ดสบู่ดำใช้จำนวนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH)ความเข้มข้น 1 % ซึ่งได้ 7 cc. นำค่า cc. ที่ได้ไปบวกกับ 3.5 ได้เท่ากับ 10.5 กรัมแล้วนำไปคูณ 1.4 ได้ปริมาณของสารเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 14.7 กรัม

4.4.2 ผลที่ได้หลังจากการทำปฏิกิริยา



รูปที่ 4.8 แสดงปริมาณเอสเตอร์จากการทดลองสารเร่งปฏิกิริยา (KOH) ที่ 13.2,14.7,1.2 กรัม ที่ใช้เมทานอล 20%โดยปริมาตร

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการผลิตไบโอดีเซลด้วยสารตั้งต้นน้ำมันเมล็ดสบู่ดำและสารเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์(KOH)

ครั้งที่	ปริมาณเมทานอล (% โดยปริมาตร)	สารเร่งปฏิกิริยา (g)	ปริมาณรวม (cc)	ปริมาณกลีเซอร์ลีน(cc)	ปริมาณเอสเตอร์ (cc)	ปริมาณเอสเตอร์(%)	หมายเหตุ
1	20	16.2	1100	100	1000	90.9	
2	20	14.7	1080	150	930	86.1	
3	20	13.2	1090	1090	-	-	

จากการทดลอง (ตารางที่ 4.5) พบว่า เมื่อปริมาณเมทานอลคงที่ 20% โดยมวล ใช้สารเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์(KOH) 14.7-16.2 กรัมจะได้ปริมาณเอสเตอร์ที่ได้มากที่สุด ส่วนเมื่อใช้สารเร่งปฏิกิริยา 13.2 กรัมจะเกิดเอสเตอร์ โดยปริมาณเอสเตอร์ของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำจะได้ปริมาณ 1000-930 cc.

ค่าใช้จ่ายในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำต่อ 1 ลิตร(ไม่คิดค่าน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ) โดยใช้เมทานอลปริมาณ 0.2 ลิตร คิดเป็นเงิน 7 บาท (เมทานอลราคา 35 บาท/ลิตร) ใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์(KOH) 16.2 กรัม เป็นเงิน 0.567 บาท (สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์(KOH) 35 บาท/กิโลกรัม) ค่าไฟฟ้าในการผลิตมีค่าน้อยมากจึงไม่นำมาคำนวณ รวมค่าใช้จ่ายในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำต่อ 1 ลิตร(ไม่คิดค่าน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ) 7+0.567= 7.6 บาท/ลิตร

ต้นทุนในการผลิตไบโอดีเซล

- เมทานอล 7 บาท/ลิตร
- สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์(KOH) 0.567 บาท/ลิตร
- ราคาน้ำมันสบู่ดำ 150.8 บาท/ลิตร (คิดจากค่าเฉลี่ยของการสกัดทั้ง 3 วิธี)
- ค่าไฟฟ้าในการผลิตไบโอดีเซล (ไม่นำมาคำนวณเนื่องจากมีค่าน้อยมาก)

ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีต้นทุนทั้งหมด 158.4 บาท/ลิตร

บทที่ 5
การสรุปผลและวิเคราะห์โครงงาน

5.1 สรุปผลการเปรียบเทียบปริมาตรและค่าพลังงานจากการสกัดเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีต่างๆ

โครงงานนี้เริ่มต้นจากการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้ การสกัดด้วยวิธีตัวทำละลาย Hexane การสกัดด้วยวิธี Hydraulic press และ การสกัดด้วยวิธี Screw press พบว่าปริมาณของน้ำมันที่ได้จากการสกัดต่อเมล็ด (L/kg) การสกัดด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane จะมีค่ามากที่สุดคือ 0.310 L/kg รองลงมาคือการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press ที่ 0.265 L/kg และการสกัดด้วยวิธี Screw press ที่ 0.204 L/kg ตามลำดับและเมื่อเทียบในส่วนของอัตราการผลิต การสกัดด้วยวิธี Screw press จะมีค่าสูงสุดที่ 17.16 L/hr ส่วนการสกัดด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane อยู่ที่ 0.620 L/hr (จากการทดสอบครั้งนี้ใช้ เมล็ดสบู่ดำเพียง 1 กิโลกรัม หากเพิ่มจำนวนเมล็ดสบู่ดำให้สูงขึ้นจะทำให้อัตราการผลิตสูงตาม) และการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press ซึ่งมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 1 L/hr

จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันและค่าพลังงานที่ได้จากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ ทั้งค่าความหนืด (Viscosity) ที่ได้คือ 35.6 mm^2/s ค่าความหนาแน่น (Density)ที่ 859-876 Kg/m^3 และค่าความร้อนของการเผาไหม้ (HHV) ที่ 44.1 MJ/kg จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

ค่า Energy ratio แสดงถึงประสิทธิภาพของการสกัด ซึ่ง energy ratio ของการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press มีค่า 216.8 ซึ่งมีค่าสูงสุด ส่วนการสกัดด้วยวิธี Screw press และการสกัดด้วยวิธีตัวทำสารละลาย Hexane มีค่า energy ratio 25.6 และ 6.4 ตามลำดับ

ค่าใช้จ่ายในการสกัดด้วยวิธี Hydraulic press มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด 117 บาท/ลิตร ส่วนการสกัดด้วยตัวทำละลาย Hexane ใช้ค่าใช้จ่ายสูงสุดเนื่องจากสารเคมี มีราคาที่สูง

5.2 สรุปผลการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ

จากผลการทดลองผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากเมล็ดสบู่ดำ ปริมาตรของสารเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ 16.2 กรัม ได้ปริมาณเอสเตอร์สูงสุดที่ 90.9% โดยปริมาณ

โดยมีค่าใช้จ่ายในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ 7.6 บาท/ลิตร (ไม่คิดค่าน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ)

5.3 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตวงปริมาตรของน้ำมันยังมีความละเอียดน้อยกว่าที่ควร ทำให้การตวงเป็นไปได้ยาก อาจเป็นผลให้ค่าที่ได้จากการทดลองมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ซึ่งหากมีอุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมแล้วก็จะทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความเที่ยงตรงมากขึ้น
2. เนื่องจากมีการสกัดน้ำมันสบู่ดำแบบ Screw Press เครื่องสกัดที่ใช้ในการทดลองนั้นส่วนที่เป็นชุดลูกปืนภายในสกรูแตกเนื่องจากเกิดความร้อนสูงในเครื่องเพราะว่าเครื่องมีการใช้งานอย่างต่อเนื่อง จึงต้องทำการเปลี่ยนชุดลูกปืนและตรวจเช็คอุณหภูมิภายในเครื่องขณะทำการสกัด เพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินไป
3. การสกัดน้ำมันสบู่ดำแบบ Screw Press มีกากสบู่ดำที่ก่อให้เกิดกลิ่นที่ฉุนแรงและเมื่อถูกบดละเอียดทำให้กากที่แห้งและกากเปียกตกกระจายทำให้สกปรก ในเวลาทำการสกัดควรสวมอุปกรณ์ป้องกันกลิ่น และควรมีถาดรองรับกากที่กระเด็นลงข้างล่าง

บรรณานุกรม

1. ผลการวิจัยพัฒนาการใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล ศูนย์ปฏิบัติการเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่

2. ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชัยนาท (จักรกลเกษตร) หมู่ที่ 4 ตำบลเขาท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท 17000

3. ผศ.ดร.พิชัย สราญรมย์ น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล , คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

4.คมสัน หุตะแพทย์ วารสารเกษตรธรรมชาติ ฉบับที่ 8/2548 บริษัท เพ็ญบุญจำหน่าย จำกัด

5. ปริญญานิพนธ์ การศึกษาคุณสมบัติของไบโอดีเซลและสารตั้งต้นพร้อมสร้างเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลขนาดพกพา , 2549

6. http://thongmabiodiesel.googlepages.com/titrate.html

7.คู่มือวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry Laboratory I) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

8.เกษตรวิจัย สบู่ดำพืชพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพ ที่มา : รศ.ดร.สมบัติ ชิณะวงศ์ คณบดีคณะเกษตรกำแพงแสน

9. ผศ.ดร.พิชัย สราญรมย์ น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล , คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

10. http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/st2545/4-5/no10/kankrun.html

11. http://aopdm01.doae.go.th/data/physicnut21.htm

12.คู่มือปฏิบัติการ Laboratory for mechanical engineers I

13.คู่มือปฏิบัติการ Laboratory for mechanical engineers II

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างการคำนวณ

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

- การคำนวณความหนืดเชิงจลน์ใช้สมการ

$$\nu = K \times t$$

โดยที่ค่า K เป็นค่าคงที่ของหลอดแก้ว Canon – Fenske Routine Viscometer ที่ใช้ในการทดลองซึ่งในการทดลองนี้หลอดแก้วที่ผลิตโดยบริษัท Schott Gerate และมี Tube capillary number 200 ซึ่งมีค่า K เป็น 0.1062

- ความหนาแน่นของน้ำมันหาได้จาก

ความหนาแน่น = น้ำหนักมวลสาร/ปริมาตร

<u>ตัวอย่าง</u> หาค่าความหนืดของไบโอดีเซลน้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดกล้วยอบเนย จากการทดลองจับเวลาการไหลของน้ำมันภายในหลอด Canon – Fenske Routine Viscometer ได้ 35.31 วินาที ค่า K ของหลอดมีค่าเท่ากับ 0.1062 จะได้

$$\therefore \nu = K \times t = 0.1062 \times 35.31 = 3.75 mm^2/s \text{ ที่ } 40^\circ C$$

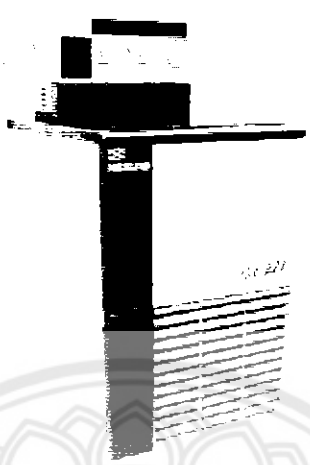
<u>ตัวอย่าง</u> หาค่าความหนาแน่นของไบโอดีเซลน้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดกล้วยอบเนย น้ำหนักของไบโอดีเซลน้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดกล้วยอบเนย 10 มิลลิลิตร เท่ากับ 9.08 กรัม

ความหนาแน่น = น้ำหนักมวลสาร/ปริมาตร

$$= \frac{9.08}{10} \times 1000 = 0.908 kg/m^3$$

ภาคผนวก ข. รายละเอียดของเครื่องมือ

เครื่องทำน้ำเย็น NESLAB RTE 221

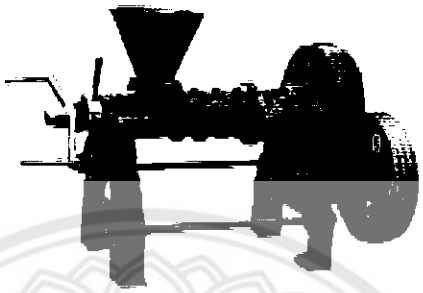


Unit Price	$ 1,750.00 (each)
Number of Units	4
Manufacturer	Neslab
Model	RTE 221
Minimum Temperature	-21 °C
Maximum Temperature	150 °C
Cooling Capacity	500 W
Temperature Control	
Control Stability	± 0.010 °C
Heat/Cool Controls	
Control Type	Digital Setpoint
Overtemperature Protection	YES
Interface	RS 232
External Cooling	Air Cooled
Bath/Tank Dimensions	
Length	22.86 cm.
Width	25.4 cm.
Height	22.86 cm.

Pump type/Model	Z
Max Flow	5.42 l/m
Inlet Connection	1/4" npt
Outlet Connection	1/4" npt
Capacity/Liquid	20.52 L
Freon Type & Qty	suva R-134A
Accessories	Heating capacity 800 watts with 800 watts boost.
Power Requirements	115 V 16.0 A 60 Hz 1 Phase
Condition	Very Good
Exterior Dimensions	
Width	30.5 cm.
Depth	53.3 cm.
Height	69.9 cm.
Weight	34 kg.

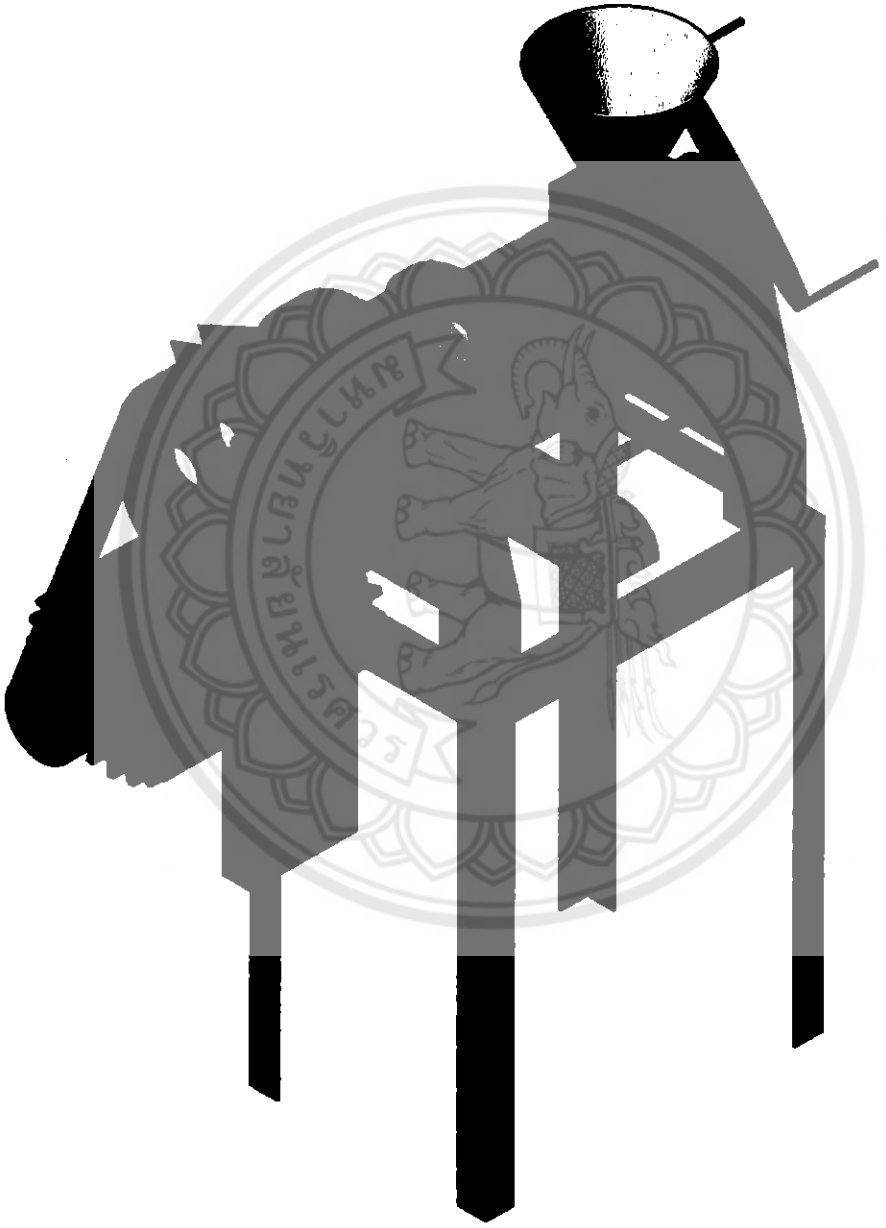
เครื่องอัด Screw press

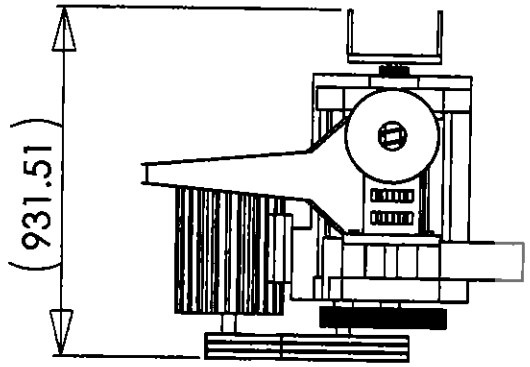
ยี่ห้อ Double Elephants รุ่น 6YL-68 Oil Press Operation Manual ผลิตโดย Shenqiu Machinery Plant Henan China

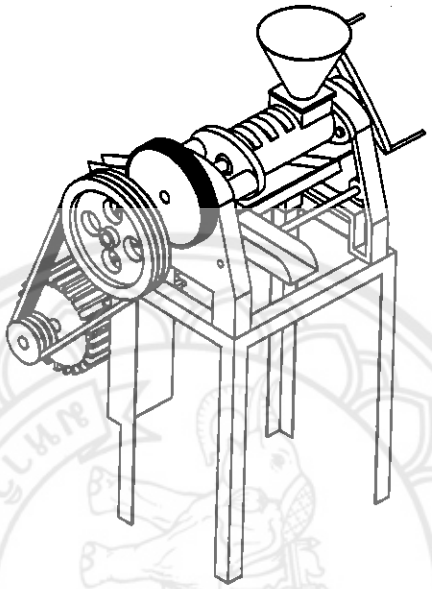


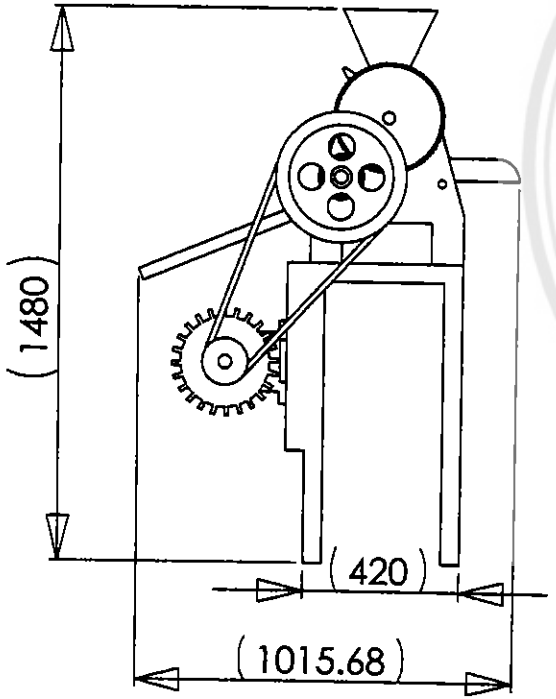
Main Specifications

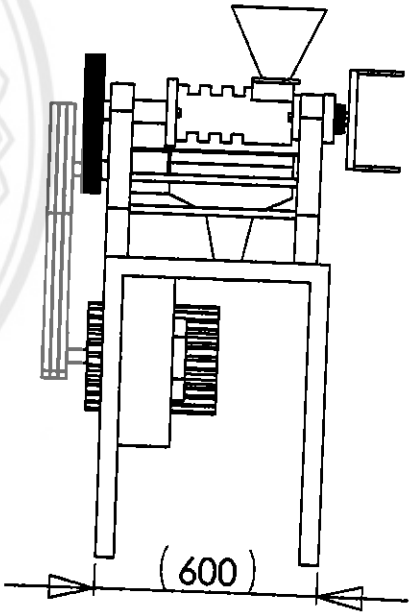
1. Press Chamber diameter/length	70/200 mm;
2. Press screw diameter/length	68.5/600 mm;
Press screw speed	137-160 rpm;
3.Square rods , quantity/length (Type A,B)	8/200 mm;
4.Clearance between screw shaft and rods	0.75 mm;
5. Prime motor	5.5kW/1440 rpm;
6. Sheave diameter	120-140 mm;
7. Dimensions (L×H×H)	1,000×538×1,050 mm;
8. Mass	140 kg;


Y
Z
X



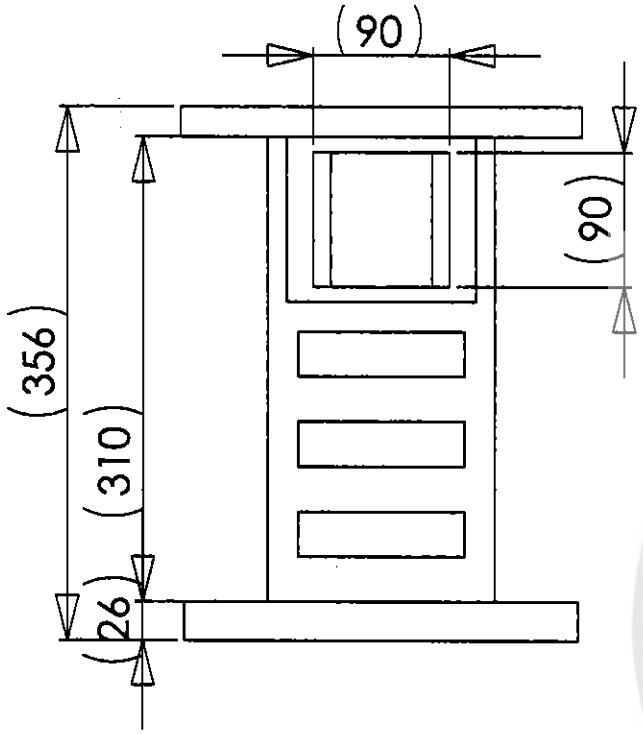


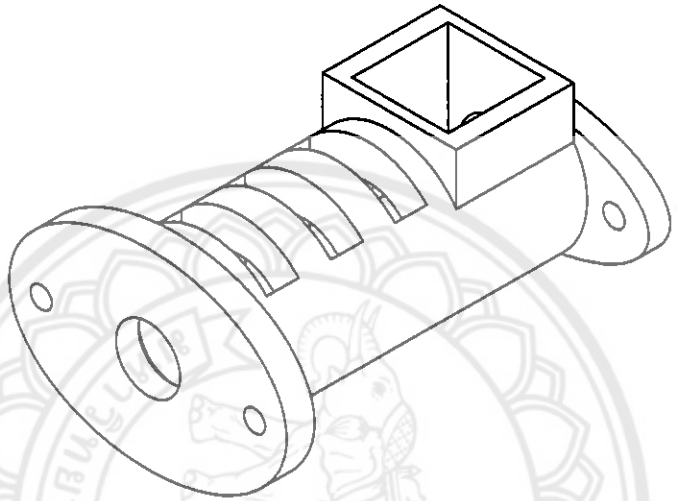


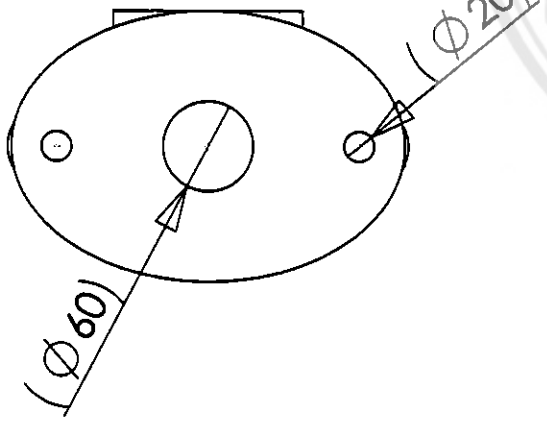


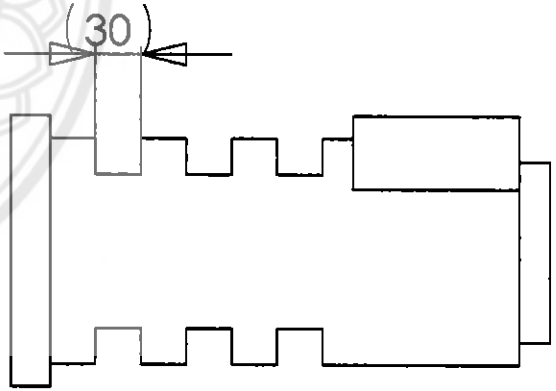
SCREW PRESS

Mr.Prasit Kotichote
Mr.Suriya Suchindanurak
Mr.Anuphong Hongjai



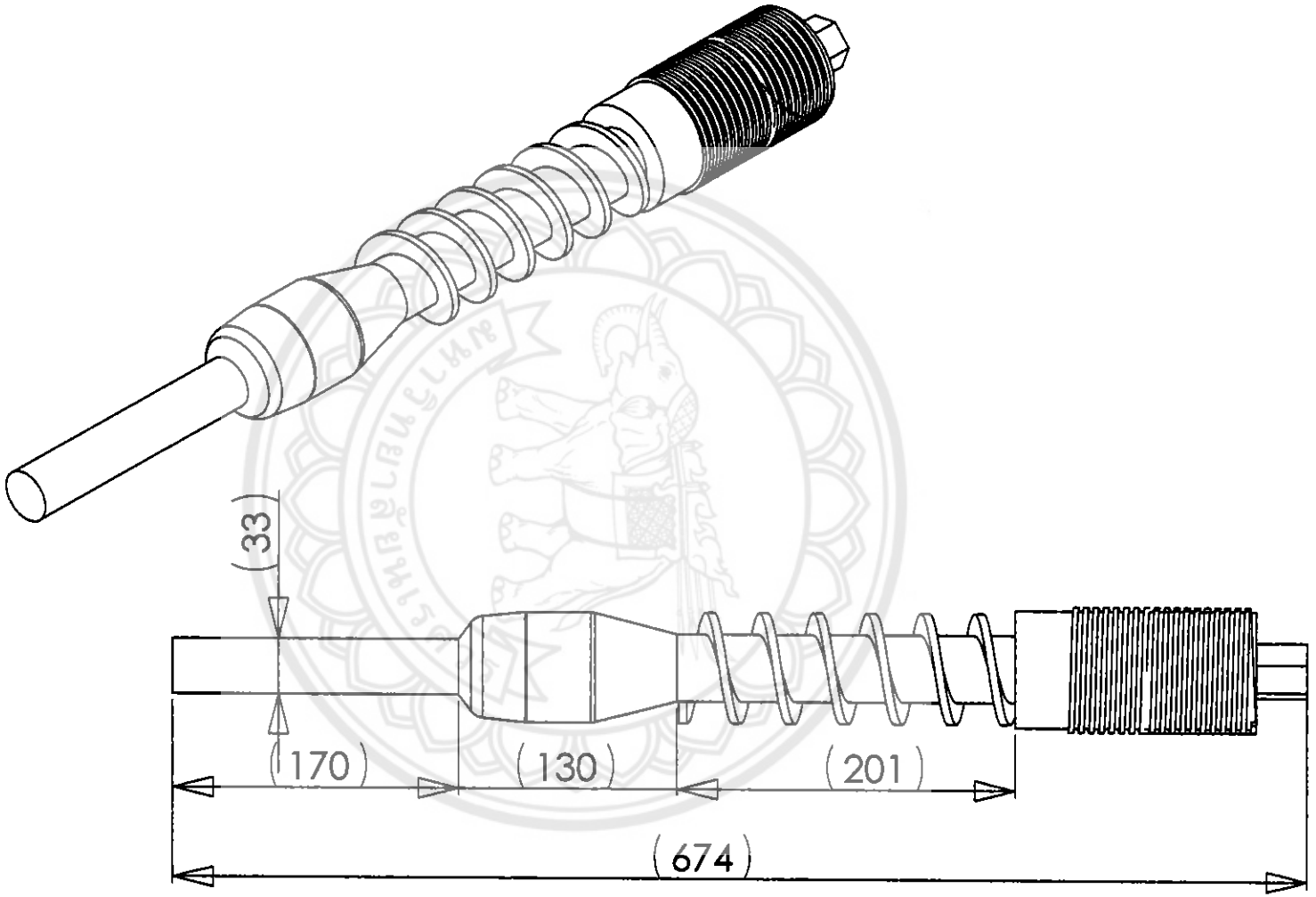






CYLINDER EXTRUDE

Mr.Prasit Kotichote
Mr.Suriya Suchindanurak
Mr.Anuphong Hongjai



SCREW EXTRUDE

Mr.Prasit Kotichote
Mr.Suriya Suchindanurak
Mr.Anuphong Hongjai

ประวัติผู้ทำโครงงาน

ชื่อ นาย ประสิทธิ์ โคติโชติ

วันเกิด 8 สิงหาคม 2528

ที่อยู่ 63/1 หมู่ 6 ต.โป่งแดง อ.เมืองตาก จ.ตาก

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนตากสินราชานุสรณ์	จ.ตาก
มัธยมศึกษาปีที่ 3	โรงเรียนลำปางกัลยาณี	จ.ลำปาง
มัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนตากพิทยาคม	จ.ตาก
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยนเรศวร	จ.พิษณุโลก

ชื่อ นาย สุริยา สุจินดานุรักษ์

วันเกิด 12 ธันวาคม 2528

ที่อยู่ 96 หมู่ 4 ต.ป่าคา อ.ท่าวังผา จ.น่าน

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียงชุมชนไตรคาม ราษฎร์บำรุง	จ.น่าน
มัธยมศึกษาปีที่ 3	โรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม	จ.น่าน
มัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม	จ.น่าน
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยนเรศวร	จ.พิษณุโลก

ชื่อ นาย อนุพงษ์ หงษ์ใจ

วันเกิด 23 พฤศจิกายน 2527

ที่อยู่ 210/2 หมู่ 3 ต.ส้าน อ.เวียงสา จ.น่าน

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียงศรีเวียงสาวิทยาคาร	จ.น่าน
มัธยมศึกษาปีที่ 3	โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร	จ.น่าน
มัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร	จ.น่าน
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยนเรศวร	จ.พิษณุโลก