อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

อิทธิพลของความดันและอุณหภูมิต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาดำสกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก

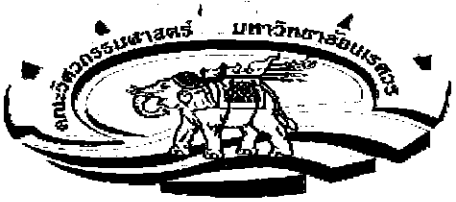
THE EFFECT OF PRESSURE AND TEMPERATURE ON YIELD OF HYDRAULIC COLD PRESSED SESAME OIL

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน.....
เลขทะเบียน.....1717636
เลขเรียกหนังสือ.....

นายธนพล เจริญศรี รหัส 55360703
นายนพพล อมรพิศาล รหัส 55360710
นายนฤดล อนุชิต รหัส 55360727

ปร
ส152ง
2558

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2558



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน : อิทธิพลของความดันและอุณหภูมิต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาดำสกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายธนพล เจริญศรี รหัสนิสิต 55360703

นายนพพล อมรพิศาล รหัสนิสิต 55360710

นายนฤดล อนุชิต รหัสนิสิต 55360727

ที่ปรึกษาโครงงาน : รศ.ดร.ปฐมศก วิไลพล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(รศ.ดร.ปฐมศก วิไลพล)

.....กรรมการ

(รศ.ดร.ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์)

.....กรรมการ

(ผศ.นพรัตน์ สีหะวงษ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน : อิทธิพลของความดันและอุณหภูมิต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาดำสกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก
ผู้ดำเนินโครงงาน : นายธนพล เจริญศรี รหัสนิสิต 55360703
นายนพพล อมรพิศาล รหัสนิสิต 55360710
นายนฤดล อนุชิต รหัสนิสิต 55360727
ที่ปรึกษาโครงงาน : รศ.ดร.ปฐมศก วิไลพล
ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา : 2558

บทคัดย่อ

น้ำมันงาดำเป็นน้ำมันธรรมชาติที่อยู่ในเมล็ดงาดำ และมีคุณค่าสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายอย่าง จึงนิยมใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง การบริโภคโดยตรง รวมไปถึงการใช้ในการแพทย์ต่าง ๆ โดยน้ำมันงาดำที่ได้จากสกัดเย็นจะมีราคาสูง เนื่องจากอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการจะสกัดนั้นไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส สารอาหาร และวิตตามินต่าง ๆ ไม่ถูกทำลาย สำหรับการสกัดนั้น จะใช้กระบอกอัดไฮดรอลิกเป็นเครื่องมือในการสกัดเย็นน้ำมันงาดำ และใช้เครื่อง UTM ที่ติดตั้งโหลดเซลล์ไว้ เป็นตัวส่งกำลังแรงกดลงไปยังกระบอกอัด ซึ่งในการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ จะใช้ตัวความดันที่ 20, 40 และ60 เมกะปาสคาล และตัวแปรอุณหภูมิที่ 40, 50 และ60 องศาเซลเซียส ใช้เมล็ดงาดำจำนวน 10 กรัมสำหรับการอัดแต่ละครั้ง และอัดค้างไว้ 10 นาทีเมื่อความดันถึงค่าที่กำหนด จากนั้นบันทึกผลการทดลอง ผลจากการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ทางสถิติ พบว่า อุณหภูมิและความดันส่งผลต่ออัตราการผลิตน้ำมันที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01 ซึ่งเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของความดันในการทดลองจะส่งผลให้ปริมาณน้ำมันงาดำที่ได้เพิ่มมากขึ้น และในขณะเดียวกันเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิในการทดลองขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณน้ำมันงาดำมีค่าลดน้อยลง โดยการสกัดน้ำมันด้วยกระบอกไฮดรอลิกจะได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 39.67 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ด คิดเป็นร้อยละ 96.23 ของน้ำมันในเมล็ด ที่ความดัน 60 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำมันเฉลี่ยที่น้อยที่สุดเท่ากับ 26.03 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ด คิดเป็นร้อยละ 63.15 ของน้ำมันในเมล็ด ที่ความดัน 20 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

Project Title : The effect of pressure and temperature on yield of hydraulic cold-pressed sesame oil
Name : Mr. Thanaphon Charoensri ID 55360703
Mr. Noppon Amonpisan ID 55360710
Mr. Narurdon Anuchit ID 55360727
Project Advisor : Assoc. Prof. Dr. Patomsok Wilaipon
Department : Mechanical Engineering
Academic year : 2015

Abstract

Sesame oil is one of the natural oil composed of several nutrients useful for human wellbeing. This kind of oil can be used for producing cosmetic products, direct consumption, and medical purposes. Sesame oil from cold-pressed extraction has high price and values. Since the temperature during the extraction process is below 60 degrees Celsius, nutrients and vitamins are not destroyed. In this study, a hydraulic cylinder was used for sesame-oil cold-pressed extraction. UTM was used for applying the pressure ranging from 20 to 60 MPa to the cylinder. In addition, the process temperatures at three levels, 40-60 degrees Celsius was applied to the cylinder. According to the experiment, 10 grams of sesame seed was compressed for each experimental condition. At the set point pressure, the UTM and piston-cylinder were hold for 10 minutes. It was found that temperature and pressure affected the rate of oil production at the level of significance (α) 0.01. As the pressure increased, the results showed that there was an increase in oil yield values. However, an increase in process temperature caused the reduction in oil yield values. Moreover, the results showed that the average value of maximum oil yield was 39.67 percent of the seed weight, which was 96.23 percent of the oil available in the seeds, for the case of 60 Mpa and 40 $^{\circ}$C condition. Additionally, the average value of the lowest oil yield was about 26.03 percent of the seed weight (63.15 percent of the oil available in the seed) at 20 MPa and 60 $^{\circ}$C.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือในด้านคำแนะนำในการทำโครงงาน จาก รองศาสตราจารย์ ดร. ปฐมศก วิไลพล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานคณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณดร.สุเมธ เหมะวัฒนะชัย ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่อง UNIVERSAL TESTING MACHINE (UTM)ในการทำโครงงานชิ้นนี้

ขอขอบพระคุณฝ่ายเลขานุการ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงงาน

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำหวังอย่างยิ่งว่าโครงงานฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในเรื่องการสกัดเย็นด้วยเครื่องอัดแบบไฮดรอลิก และถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากโครงงานนี้ ผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายธนพล เจริญศรี
นายนพพล อมรพิศาล
นายนฤดล อนุชิต

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.6 แผนการดำเนินงาน	4
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	5
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	6
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับงาดำ	6
2.2 ระบบไฮดรอลิก	7
2.3 การสกัดน้ำมัน	12
2.4 YIELD	14
2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ	14
2.6 วรรณกรรมปริทรรศน์	17

บทที่ 3 อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง 24

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง 24

3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก 32

3.3 วิธีการทดลอง 33

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล 36

4.1 การสกัดด้วยตัวทำละลาย 36

4.2 อิทธิพลของความดัน และอุณหภูมิ ต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาดำ สกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก 37

4.3 การวิเคราะห์ทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) 50

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 52

5.1 สรุปผลการทดลอง 52

5.2 ข้อเสนอแนะ 53

เอกสารอ้างอิง 54

ภาคผนวก ก รูปขั้นตอนการทำเครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิก และการสกัดน้ำมัน 56

ภาคผนวก ข ผลการทดลอง 69

ภาคผนวก ค การคำนวณ 76

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	4
ตารางที่ 1.2 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	5
ตารางที่ 2.1 การทดลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง	15
ตารางที่ 2.2 ตาราง ANOVA	16
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของเฮกเซน	31
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)	50

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 วงจรไฮดรอลิกอย่างง่าย	8
รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมความดันชนิดปกติปิด	9
รูปที่ 3.1 ฮีตเตอร์แบบรัดท่อ (Band Heater)	25
รูปที่ 3.2 เครื่องชั่งดิจิตอลพร้อมหน้าจอแสดงผล (Digital Scales)	25
รูปที่ 3.3 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state relay SSR 25 DA)	26
รูปที่ 3.4 Thermocouple type K	26
รูปที่ 3.5 กล่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)	27
รูปที่ 3.6 กล่องควบคุมอุณหภูมิแบบต่อสำเร็จรูปและการต่อสายควบคุม	28
รูปที่ 3.7 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ดิจิตอล	29
รูปที่ 3.8 UNIVERSAL TESTING MACHINE	29
รูปที่ 3.9 Soxhlet	30
รูปที่ 3.10 เตาหลุม	30
รูปที่ 3.11 Hexane	31
รูปที่ 3.12 ปั๊มน้ำ	32
รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการสร้างเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก	33
รูปที่ 3.14 Soxhlet extraction apparatus	35
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันจากการสกัดด้วยตัวทำละลายในแต่ละครั้ง	36
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล	37
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	38
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	38
รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส	39
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส	40
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 40 เมกะปาสคาล	40

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 60 เมกะปาสคาล 41
รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 20, 40 และ 60 เมกะปาสคาล 42
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 43
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 43
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 44
รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการสกัดกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส 45
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 20 เมกะปาสคาล 46
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 40 เมกะปาสคาล 46
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 60 เมกะปาสคาล 47
รูปที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการสกัดกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 20, 40 และ 60 เมกะปาสคาล 48
รูปที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของกากกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส 49
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงพื้นที่ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยระหว่างอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียสกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล 51

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

งา เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความสำคัญมากขึ้นทุกปีเนื่องจากงาเป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตและการตลาดสูง เป็นพืชไร่น้ำมันที่เสริมรายได้ให้เกษตรกร เนื่องจากลงทุนต่ำ ใช้เวลาปลูกสั้น และทนแล้งได้ดี มีตลาดกว้างขวาง ราคางาดำต่ำสุด และสูงสุดอยู่ระหว่าง 90-100 บาทต่อกิโลกรัม ราคาเฉลี่ยเท่ากับ 95 บาทต่อกิโลกรัม [กรมการค้าภายใน,2558] เกษตรกรนิยมปลูกงาก่อนหรือหลัง พืชหลัก จึงเป็นพืชที่นิยมในระบบการปลูกพืช งาถูกใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพเนื่องจากเมล็ดงาดำมีประโยชน์ และมีคุณค่าทางด้านโภชนาการสูงอย่างมาก เมล็ดงามีน้ำมันที่เรียกว่าน้ำมันงา ซึ่งมีประมาณ 45 – 55% เป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายของคนเรามาก คือ มีกรดไขมันโอเมก้า 6 และโอเมก้า 3 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ร่างกายสร้างเองไม่ได้ ต้องรับประทานเข้าไป กรดไขมันดังกล่าวนี้ปกติจะมีมากในปลาโดยเฉพาะปลาทะเลน้ำลึก น้ำมันงาเป็นไขมันชนิดดี คือมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากถึง 85 % มีโปรตีน 17-18 เปอร์เซ็นต์ ชนิดของกรดไขมัน คือกรดลิโนเลอิก และโอเลอิก ซึ่งมีประโยชน์ ต่อร่างกาย มีสารต้านทานอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง ไม่มีกลิ่นหืนง่าย งาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้ง อาหาร ยารักษาโรค และเครื่องสำอาง (1) เป็นแหล่งรวมของสารอาหารที่มีประโยชน์มากมาย การพัฒนาผลิตภัณฑ์งาสามารถทำได้จากเมล็ด น้ำมัน และกากงา

น้ำมันงามีสารต้านทานอนุมูลอิสระที่สำคัญหลายชนิดเช่น เซซามิน (sesamin), เซซาโมลิน (sesamolin), เซซามอล (sesamol) ซึ่งช่วยไม่ให้เกิดไขมันจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารเซซาโมลินและเซซามินในน้ำมันงาช่วยเพิ่มฤทธิ์การทำงานของวิตามินอีและทำงานร่วมกับวิตามินอีในการป้องกันอนุมูลอิสระ นอกจากนี้น้ำมันงายังมีสารไฟโทสเตียรอย (phytosterol) ซึ่งช่วยในการลดคอเลสเตอรอล น้ำมันงามีคุณสมบัติทางยาคือสามารถใช้เป็นสารละลายในยาสำหรับฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ใช้เป็นยาระบาย นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำมันงาในการรักษาโรคตามัว เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ เป็นต้น (2)

กากงาดำดิบ เป็นผลพลอยได้จากเมล็ดงาดำหลังการสกัดน้ำมันธรรมชาติ กากยังมีคุณค่าทางโภชนาการต่าง ๆ เหลืออยู่มาก สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารได้ทั้งคนและสัตว์เลี้ยงหรือนำมาแปรรูปต่อในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ และนำมาสกัดสารต้านออกซิเดชันตลอดจนใช้คุณค่าของสารต้านออกซิเดชันที่มีในกากงาดำดิบเสริมสุขภาพของผู้บริโภคได้โดยตรง ทำให้ช่วยลดระดับไขมันโดยเฉพาะระดับคอเลสเตอรอลรวม และแอลดีแอลคอเลสเตอรอล และเพิ่มวิตามินอีในเลือดได้ การควบคุมกระบวนการผลิตให้อยู่ในระดับการใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพจะเป็นแนวทางเพิ่มมูลค่าของกากงาดำดิบได้มากขึ้น (3)

จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำมันโดยทั่วไปสามารถทำได้ 2 วิธีการหลัก คือ

1) การสกัดเชิงกล ซึ่งนิยมใช้สกัดเมล็ดพืชน้ำมัน เครื่องสกัดมีทั้งกระบวนการสกัดเป็นชุดและกระบวนการสกัดแบบต่อเนื่อง กระบวนการสกัดน้ำมันอาจแบ่งย่อย ออกเป็น 2 วิธี คือ กระบวนการสกัดเย็น และกระบวนการสกัดร้อน

2) การสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดน้ำมันออกจากวัตถุดิบด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก ใช้สกัดน้ำมันออกจากเมล็ดพืชที่มีปริมาณต่ำ หรือสกัดน้ำมันออกจากกากที่เหลือจากการบีบด้วยเครื่องอัด ตัวทำละลายที่ใช้จะต้องไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ได้แก่ เอ็น-เฮกเซน (n-henxane) คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbon disulfide) และไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether) เป็นต้น ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ เฮกเซน

งาเป็นเมล็ดพืชที่มีน้ำมันปริมาณค่อนข้างสูง จึงเหมาะที่จะนำมาสกัดเย็นเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันงาที่ได้สามารถนำไปใช้ได้ในทันที ไม่ต้องนำไปทำให้บริสุทธิ์ ซึ่งน้ำมันงาที่ได้จะมีคุณภาพดีคงสภาพเช่นเดียวกับในขณะที่อยู่ในเมล็ด และไม่มีปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นในน้ำมัน

คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของงา ที่สามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลาย โดยทางคณะผู้จัดทำสนใจ คือ การสกัดเย็นน้ำมันงาดำ เนื่องจากการสกัดเย็นจะทำให้น้ำมันงาดำมีคุณภาพสูงส่งผลให้มีมูลค่าสูงตามไปด้วย แล้วยังสามารถนำกากของงาที่ได้จากการสกัดไปแปรรูปเป็นอย่างอื่นได้อีกมากมาย เช่น อาหารคน อาหารสัตว์ และอื่น ๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่งาดำอีกด้วย

จากที่ได้ศึกษาบทความต่าง ๆ ทางคณะผู้จัดทำจึงสนใจศึกษากระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดงาดำ และศึกษาอิทธิพลของความดัน อุณหภูมิ ที่จะส่งผลต่อปริมาณของน้ำมันงาดำจากการสกัดเย็น โดยใช้กระบอกไฮดรอลิกในกระบวนการอัด และควบคุมอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการอัดไม่เกิน 60องศาเซลเซียส

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการการสกัดน้ำมันจากเมล็ดงาดำ

1.2.2 ศึกษาอิทธิพลของความดัน และ อุณหภูมิ ต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาดำ สกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องสกัดน้ำมันให้สมบูรณ์แบบ

1.3.2 ได้ทราบถึงความสัมพันธ์อิทธิพลของความดัน อุณหภูมิ ที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำมันงาดำจากการสกัดเย็นน้ำมันงาดำด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 ศึกษาผลกระทบของความดันและอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการอัดที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำมันที่ได้รับ

1.4.2 ใช้กระบอกอัดไฮดรอลิกในการทดสอบกระบวนการสกัดน้ำเย็นน้ำมันงาดำ

1.4.3 ความดันที่ใช้ในกระบวนการอัด 3 ระดับ คือ 20, 40, 60 เมกะปาสคาล

1.4.4 กระบวนการสกัดเย็นมีอุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส ทั้ง 3 ระดับ คือ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส

1.4.5 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองคือ งาดำที่ใช้ในการทดลองเป็นงาดำตราข้าวทองซื้อจากห้างสรรพสินค้าในจังหวัดพิษณุโลก

1.4.6 วิเคราะห์ผลทางสถิติ

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงาดำ และทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการสกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก

1.5.2 เลือกตัวแปรที่จะทำการทดลองที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ออกมา

1.5.3 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและออกแบบการทดลอง

1.5.4 ดำเนินการทดลอง

1.5.5 นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าสภาวะการบีบอัดน้ำมันด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่เหมาะสม

1.5.6 จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	2558					2559			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย และทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการสกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก									
2. เลือกตัวแปรที่จะทำการทดลองที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ออกมา									
3. . ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและออกแบบการทดลอง									
4. ดำเนินการทดลอง									
5. นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าสภาวะการบีบอัดน้ำมันด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่เหมาะสม									
6. จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

ตารางที่ 1.2 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

ลำดับที่	รายการ	ราคา/บาท
1	เครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิก	1400
2	เทอร์โมคัปเปิล	692
3	ฮีตเตอร์	485
4	โซลิดสเตตรีเลย์	130
5	Hexane	1560
6	เมล็ดงาดำ	150
7	ค่าจัดทำเอกสาร	1000

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับงาดำ

2.1.1 ลักษณะของเมล็ดงาดำ

งาดำ เป็นพืชล้มลุกมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศเอธิโอเปีย ต่อมามีการนำไปปลูกแพร่ขยายไปยังประเทศต่าง ๆ ได้แก่ อินเดีย แอฟริกาเหนือ สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก และไทย

ลักษณะทางพฤษศาสตร์ งาดำมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซีซามุม โอเรียนเทล (Sesamum orientale L.) และจัดอยู่ในวงศ์ พีดาเลียซีอี (Pedaliaceae) มีชื่อสามัญเรียกว่า ซีซามี (Sesame) ในประเทศไทยมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น ชนเผ่ากะเหรี่ยงในแม่ฮ่องสอนเรียกว่า นิโช คนจีนเรียกว่า ไอยู่มั้ว แต่คนภาคกลางเรียกว่า งา งาขาว งาดำ

ลำต้น เป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็ก ลำต้นมีลักษณะเป็นเหลี่ยม 4 เหลี่ยม ลำต้นจะตั้งตรงจนถึงส่วนยอด มีความสูงประมาณ 3 – 4 ฟุต

ใบ จัดเป็นพืชใบเดี่ยว เรียงตรงกันข้ามหรือสลับกัน ใบมีลักษณะเป็นรูปไข่ หรือรูปใบหอก

ดอก จัดเป็นดอกเดี่ยว ดอกแตกหน่อออกมาจากส่วนของซอกใบ มีกลีบดอกสีขาวอมม่วงหรือสีชมพูอมม่วง

ผล เป็นแคปซูลมีขนาดเล็กเท่า ๆ กับนิ้วก้อย เมื่อผลแก่แคปซูลจะแห้ง และแตกได้ ภายในผลมีเมล็ดจำนวนมากมี สีขาว สีดำ เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า งาขาว หรือ งาดำ นอกจากนี้เมล็ดยังมีสีน้ำตาล เป็นต้น

งาดำมีประโยชน์และมีคุณค่าทางด้านโภชนาการสูงอย่างมากเมล็ดงามีน้ำมันที่เรียกว่า น้ำมันงา ประมาณ 45 – 55 % เป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายของคนเรามาก คือ มีกรดไขมันโอเมก้า 6 และ โอเมก้า 3 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ร่างกายสร้างเองไม่ได้ ต้องรับประทานเข้าไป กรดไขมันดังกล่าวนี้ปกติจะมีมากในปลาโดยเฉพาะปลาทะเลน้ำลึก น้ำมันงาเป็นไขมันชนิดดี คือ เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากถึง 85% ชนิดของกรดไขมันคือ กรดลิโนเลอิก และโอเลอิก ซึ่งมีประโยชน์

ต่อร่างกาย เช่น ช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันหรือภูมิชีวิตทำงานดีขึ้น กระตุ้นให้ร่างกายสร้างเม็ดเลือดขาว เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย ช่วยลดการจับตัวของเกร็ดเลือด ทำให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการอักเสบภายในผนังหลอดเลือดที่อาจจะนำไปสู่การเกิดโรคความดันโลหิตสูง และโรคเกี่ยวกับระบบหลอดเลือดได้ ในน้ำมันงายังมี วิตามินอี ซึ่งในทางการแพทย์กล่าวว่า วิตามินอี เป็น สารต้านอนุมูลอิสระ ที่มีความสำคัญที่สุดในการป้องกันไม่ให้ไขมันในเซลล์และในผิวหนัง ทำปฏิกิริยากับสารอนุมูลอิสระ (Free radicals) ซึ่งนำไปสู่การเกิดมะเร็งได้ หรือเรียกได้ว่าเป็นสารต้านมะเร็ง และยังทำให้ผิวหนังชุ่มชื้นมีความยืดหยุ่นตามธรรมชาติ

2.1.2 น้ำมันงา

น้ำมันงาแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ น้ำมันงาดิบ และน้ำมันงาสุก น้ำมันงาดิบเป็นน้ำมันงาที่บีบจากงาดิบ น้ำมันงาสุกเป็นน้ำมันงาที่บีบจากงาที่คั่วสุก น้ำมันงาสุกมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลแดงมีกลิ่นหอมจากการคั่วนิยมมาปรุงอาหาร น้ำมันงาดิบจะมีลักษณะสีเหลืองแกมเขียว กลิ่นหอมน้อยกว่าน้ำมันงาสุก แต่น้ำมันงาดิบจะมีคุณสมบัติที่มากกว่าน้ำมันงาสุก (14)

2.2 ระบบไฮดรอลิก

เป็นระบบที่มีการส่งถ่ายพลังงานของของไหลให้เป็นพลังงานกล โดยผ่านตัวกระทำ เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ไฮดรอลิก ในอุตสาหกรรมนิยมใช้น้ำมันไฮดรอลิก เป็นตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน เพราะน้ำมันไฮดรอลิกมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ไม่สามารถยุบตัวได้จึงทำให้การส่งถ่ายพลังงานมีประสิทธิภาพมาก งานทั่ว ๆ ไปที่นำระบบไฮดรอลิกไปใช้ เช่น เครื่องอัดขึ้นรูป เครื่องปั๊มขึ้นรูป เครื่องอัด เครื่องตัด เครื่องมือลำเลียงขนถ่าย เครื่องบรรจุ เครื่องมือขุดเจาะ อุปกรณ์การยกเคลื่อนย้าย เป็นต้น

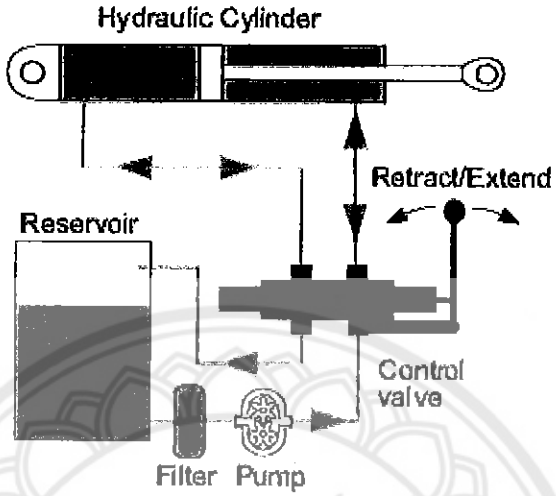
2.2.1 ชุดควบคุมระบบไฮดรอลิก

ระบบควบคุมการทำงาน เป็นระบบที่ใช้ควบคุมการทำงานของกระบอกไฮดรอลิกหรือไฮดรอลิกมอเตอร์ โดยควบคุม

1. ทิศทางการไหลของน้ำมัน ทำให้กระบอกเคลื่อนที่ เข้า-ออกได้เช่นโซลินอยด์วาล์ว เป็นต้น

2. ควบคุมความดันของน้ำมันในระบบ เพื่อจำกัดความดันในการใช้งานต่าง ๆ ให้เป็นไปตามต้องการ อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมความดัน ได้แก่ วาล์วปลดความดัน หรือเรียกอีกชื่อว่า รีลิฟวาล์ว วาล์วลดความดัน วาล์วจัดลำดับความดัน เคาน์เตอรบาล๊านซ์วาล์ว อันโหลดวาล์ว

2.2.2 วงจรของระบบไฮดรอลิก



รูปที่ 2.1 วงจรไฮดรอลิกอย่างง่าย

ที่มา http://www.oilservethai.com/ สืบค้นเมื่อ 19/12/2558 เวลา17.40 น.

ไฮดรอลิก เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับงานถ่ายทอดกำลัง หรืออาจใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงานของสวิทช์เกียร์ที่ต้องการความละเอียด ในปัจจุบันเครื่องจักรเครื่องยนต์ตลอดจนระบบออโตเมชั่นต่าง ๆ ล้วนมีส่วนประกอบพื้นฐาน 6 อย่างคือ

1. อ่างน้ำมันไฮดรอลิก

2. ปั๊มสำหรับอัด น้ำมันไฮดรอลิก ให้มีแรงดันสูงขึ้น

3. วาล์วหรืออุปกรณ์สำหรับควบคุมแรงดัน ควบคุมทิศทางและปริมาณการไหลของน้ำมันไฮดรอลิก

4. อุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนแรงดันของ น้ำมันไฮดรอลิก ให้เป็นพลังงานกล เช่น ไฮดรอลิกมอเตอร์ชุดลูกสูบ-กระบอกสูบ

5. ท่อไฮดรอลิก เพื่อส่งผ่านน้ำมันไฮดรอลิก ไปยังจุดต่าง ๆ

6. น้ำมันไฮดรอลิก

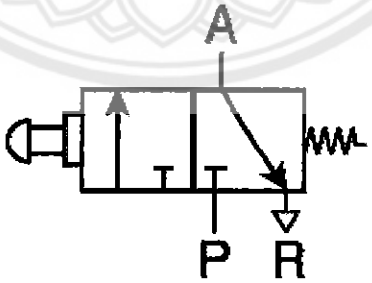
น้ำมันไฮดรอลิก ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดแรงอัดไปยังส่วนต่าง ๆ ของระบบไฮดรอลิกหล่อลื่นปั๊มและแบริ่ง ตลอดจนทำหน้าที่เป็นซีล และช่วยระบายความร้อน น้ำมันไฮดรอลิกที่ดียังจะต้องมีสารป้องกันการเกิดฟอง ปฏิกิริยาอ็อคซิเดชั่น สนิม และการกัดกร่อน นอกจากนี้ยังต้องสามารถแยกตัวจากน้ำได้ดี ถ้าหากอุปกรณ์ไฮดรอลิกต้องติดตั้งในบริเวณใกล้กับเปลวไฟ หรือหากเกิดไฟไหม้แล้วจะทำให้เกิดความเสียหายมาก เช่น ในเครื่องบิน หรือในอุตสาหกรรมบางประเภท น้ำมันไฮดรอลิกที่ใช้มักเป็นของเหลวชนิดไม่ติดไฟซึ่งอาจเป็นสารสะลายน้ำพวกไกลโคล หรือเป็นพวกสารสังเคราะห์ เช่น คลอริเนทเต็ดฟลูไฮโดรคาร์บอน หรือพวกฟอสเฟตเอสเทอร์ เป็นต้น

2.2.3 อุปกรณ์ของระบบไฮดรอลิก

1. ปั๊มที่มีทิศทางการไหลทางเดียว คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากการหมุนซึ่งขับโดยเครื่องยนต์หรือมอเตอรไฟฟ้าเป็นแรงดันน้ำมันไฮดรอลิกเข้าสู่วงจรไฮดรอลิก ปั๊มที่ใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าขับโดยตรง เมื่อใดก็ตามที่เครื่องยนต์หรือมอเตอรหมุนปั๊มก็จะทำงานไปด้วย

2. กระบอกสูบชนิดสองทิศทางมีก้านสูบเดียว กระบอกสูบชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันทั่ว ๆ ไปในวงการอุตสาหกรรม ทำหน้าที่อัตราการไหลเชิงปริมาตร และความดันให้เป็นพลังงานกล และมีความเร็วของการเคลื่อนที่ตามต้องการ

3. วาล์วควบคุมความดันชนิดปกติปิด เป็นวาล์วควบคุมความดันที่นิยมใช้กันมากในระบบไฮดรอลิก นอกเหนือจากใช้เป็นรีลีฟวาล์วแล้ว ยังใช้เป็นวาล์วควบคุมความดันชนิดอื่น ๆ ได้อีก เช่น ซีแควนซ์วาล์ว และเคานเตอร์บาลานซ์วาล์ว เป็นต้น



รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมความดันชนิดปกติปิด

ที่มา : บุญธรรม นาคฟัก, 2549

4. วาล์วควบคุม 4 ทาง 2 ตำแหน่งปกติเปิดจะมีท่อน้ำมันไหลเข้าท่อหนึ่งและท่อน้ำมันไหลออกท่อหนึ่งควบคุมทิศทางการไหลของน้ำมัน

5. กรองสำหรับท่อทางดูดของน้ำมันไฮดรอลิก โดยไส้กรองน้ำมันมีหน้าที่แยกฝุ่นผงและเศษโลหะที่เกิดจากการสึกหรอของอุปกรณ์ที่ปะปนมากับน้ำมันออกไป เพื่อให้ได้น้ำมันที่สะอาด หากน้ำมันที่ใช้สกปรกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบจะชำรุดเสียหาย หรือทำงานได้ไม่เต็มที่สเตรนเนอร์หรือฟิลเตอร์ ทั้งสองชื่อนี้ต่างก็ใช้เรียกเป็นหม้อกรอง แต่โดยทั่วไปถือว่าฟิลเตอร์กรองได้ละเอียดกว่าหรือมีขนาดรูเล็กกว่า สเตรนเนอร์ หรือเรียกได้ว่าสเตรนเนอร์คือฟิลเตอร์หยาบๆ นั่นเองหน่วยที่ใช้บ่งบอกความสามารถในการกรองของฟิลเตอร์หรือสเตรนเนอร์มีสองอย่างคือ เบอร์เมชซึ่งหมายถึงจำนวนลวดที่สานเป็นตะแกรงต่อความยาว 1 นิ้ว กับอีกอย่างหนึ่งคือ ไมครอน ซึ่งหน่วยนี้จะใช้กับฟิลเตอร์ที่ไม่ได้ทำมาจากพวกลวดสานเป็นตะแกรง

6. มอเตอร์คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกไปเป็นการหมุน ส่วนโครงสร้างภายในจะเหมือนกันกับปั๊มไฮดรอลิก แต่การทำงานจะกลับด้านหรือตรงกันข้ามมอเตอร์ไฮดรอลิกคือจะเปลี่ยนแรงดันเป็นพลังงานกล แต่ปั๊มไฮดรอลิกเปลี่ยนพลังงานกลเป็นแรงดัน

2.2.4 การคำนวณในระบบไฮดรอลิก

1. สมการคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบ

สมการ $A = \frac{F}{P}$

A = พื้นที่หน้าตัด

F = แรง

P = ความดัน

ตัวอย่าง ถ้าต้องการยกน้ำหนักขนาด 20 ตันโดยใช้ความดันเท่ากับ 210 kg / cm^2 จงหาขนาดของกระบอกสูบ กำหนด 20 ตัน = 20000 kg ที่ความดัน 210 Kg / cm^2

สมการ $P = \frac{F}{A}$ จะได้ $A = \frac{F}{P}$

$$= \frac{20000(kg)}{210(kg / cm^2)}$$

$A = 95.32\,cm^2$

2. การคำนวณหาแรงอัดของกระบอกสูบ

สมการที่ใช้ F = PA กำหนดให้ F = แรงมีหน่วยเป็นตัน P = ความดันมีหน่วยเป็นปอนด์ A = พื้นที่ มีหน่วยเป็นนิ้ว ฉะนั้นต้องใช้กระบอกสูบขนาด 5 นิ้ว ก้านสูบขนาด 3 นิ้ว (ขนาด 5.29 นิ้ว ไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด) และต้องเพิ่มความดันขึ้น เพื่อให้ได้ตรงตามต้องการ จากสูตร F = P/A (เมื่อ P= 2,000 ปอนด์ / ตารางนิ้ว, A = 5 นิ้ว)

F = (2000 x 3.14 x 5 x 5)/4

F = 39250 ปอนด์ F = 17.8 ตัน

2.2.5 ปัญหาที่มักพบในระบบไฮดรอลิก

ระบบไฮดรอลิกจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อตัวปั๊มอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ ดังนั้นปั๊มจึงเป็นหัวใจสำคัญของระบบไฮดรอลิกและเป็นส่วนที่มีโอกาสสึกหรอได้ง่ายผู้ใช้จึงควรคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่ออายุของปั๊มดังนี้

1. ชนิดของน้ำมันไฮดรอลิก เลือกใช้น้ำมันไฮดรอลิกให้เหมาะกับชนิดและการออกแบบของปั๊มไฮดรอลิก เช่นจะต้องไม่ทำปฏิกิริยาหรือกัดกร่อนชิ้นส่วนหรือซีล น้ำมันไฮดรอลิกที่ผสมสารป้องกันการสึกหรอประเภทสังกะสี ไม่เหมาะกับปั๊มที่มีชิ้นส่วนที่ทำด้วยโลหะเงินและทองบรอนซ์บางประเภท เพราะจะเกิดการกัดกร่อนได้

2. สภาพของน้ำมันไฮดรอลิกขณะใช้งาน มีความสำคัญต่ออายุของปั๊มเป็นอย่างมาก หากมีการปะปนของน้ำ ฝุ่น และเศษของแข็ง จะทำให้ปั๊มสึกหรอเร็วขึ้น

3. อุณหภูมิของน้ำมันในระบบ ควรหมั่นตรวจสอบระบบระบายความร้อนว่ายังทำงานเป็นปกติ และสามารถรักษาระดับอุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิกในระบบไม่ให้สูงเกินไป เพราะหากอุณหภูมิสูงมากน้ำมันจะเสื่อมสภาพเร็ว ซึ่งจะมีผลต่อการหล่อลื่นและการป้องกันการสึกหรอของปั๊มด้วย

4. การหล่อลื่นปั๊มที่ดีจะต้องใช้น้ำมันที่มีความหนืดที่เหมาะสมกับชนิดของปั๊มนั้น นอกจากนี้ น้ำมันที่ใช้ควรมีค่าดัชนีความหนืดสูง กล่าวคือความหนืดของน้ำมันไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

5. การใช้ระบบไฮดรอลิกทำงานหรือรับภาระเกินความสามารถที่ออกแบบไว้ เช่น ยกของ หรือเปลี่ยนบุ้งกี๋ หรือใบปาดดินให้ใหญ่กว่าของเดิมในเครื่องจักรกลงานดิน ทำให้ตัวปั๊มต้องทำงานหนักขึ้น และอาจทำให้เกิดความเสียหาย ในบางกรณีอาจทำให้ท่อไฮดรอลิกแตกได้

6. การรั่วของอากาศ ความชื้น ตลอดจนสิ่งสกปรกเข้าไปปะปนกับน้ำมัน ซึ่งอาจเข้าทางข้อต่อที่หลวมรอยซีลที่สึกหรอ หรือบางครั้งระดับน้ำมันในถังต่ำเกินไป น้ำมันไฮดรอลิกที่ไหลกลับลงถังจะพุ่งปะทะกับผิวน้ำมันที่อยู่ในถัง ทำให้เกิดการปั่นป่วน มีฟองอากาศ และทำให้เกิดโพรงอากาศในเนื้อน้ำมัน สิ่งเหล่านี้จะทำให้ตัวปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกสึกหรอเร็วขึ้น (15)

2.3 การสกัดน้ำมัน

2.3.1 การสกัดน้ำมันเชิงกล และการสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย

1. การสกัดเชิงกล

การสกัดเป็นวิธีการแยกน้ำมันออกจากวัตถุดิบที่ใช้กันมานานแล้ว โดยเฉพาะนิยมใช้กับเมล็ดพืชน้ำมัน เครื่องบีบมีหลายชนิด และกระบวนการมีทั้งเป็นชุด และต่อเนื่อง ซึ่งอาจเป็นการสกัดเย็นหรือการสกัดร้อนก็ได้

การสกัดเย็น มีอุณหภูมิในกระบวนการสกัดน้อยกว่า 60 องศาเซลเซียส นิยมใช้กับเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันสูง เช่น งา ถั่วลิสง ถั่วเหลือง มะกอกและมะพร้าว เป็นต้น แรงที่กระทำต่อเนื้อเยื่อของเมล็ดพืชจะทำให้ผนังเซลล์แตก และมีน้ำมันออกมา น้ำมันที่ได้สามารถนำไปใช้ได้เลย โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ น้ำมันที่ได้จะมีคุณภาพดีคงสภาพเช่นเดียวกับเมื่ออยู่ในเมล็ด และไม่มีปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นได้ในน้ำมัน ตัวอย่างเช่น น้ำมันงา น้ำมันถั่วลิสงที่สกัดแยกโดยวิธีนี้จะมีกลิ่นหอม ส่วนน้ำมันมะกอกจะมีกลิ่นแรงแต่เป็นสิ่งที่คนยอมรับอย่างไรก็ตามการทำการสกัดเย็นมีประสิทธิภาพที่ต่ำ เพราะในกากยังมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเหลืออยู่อีกมาก

การสกัดร้อน มีอุณหภูมิในกระบวนการสกัดมากกว่า 60 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพดีกว่าการสกัดเย็น กากที่เหลือจากการบีบเย็นจะนำมาก็ทำตามขั้นตอนต่อไปโดยใช้การสกัดร้อน ซึ่งอาจเป็นเครื่องอัดแบบไฮโดรลิก หรือเครื่องอัดแบบเกลียวอัด การสกัดแยกน้ำมันโดยวิธีเหล่านี้จะใช้ความดันประมาณ 1 ถึง 15 ตันต่อตารางนิ้ว และจะมีน้ำมันเหลืออยู่ในกากเพียง 2 ถึง 4 % เท่านั้น

2. การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย

การสกัดน้ำมันออกจากวัตถุดิบด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก และใช้สกัดน้ำมันออกมาจากเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันต่ำ หรือสกัดน้ำมันออกจากการที่เหลือจากการสกัดด้วยเครื่องอัด ตัวทำละลายที่ใช้จะต้องไม่เป็นพิษต่อร่างกายได้แก่ เอ็น-เฮกเซน คาร์บอนไดซัลไฟด์ และไดเอทิลอีเทอร์ เป็นต้น ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ เฮกเซน วิธีการสกัดทำได้โดยให้ตัวทำละลาย

ไหลซึมผ่านเมล็ดที่บดละเอียด น้ำมันที่อยู่ในเมล็ดจะละลายออกมากับตัวทำละลาย เมื่อนำมาละลายออกมาแล้ว นำไปกลั่นแยกเอาตัวทำละลายออก สารละลายของน้ำมันในตัวทำละลายบางชนิดที่เรียกว่า Misscella ซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลาย น้ำหรือความชื้น น้ำมัน และกาก ซึ่งกากจะแยกออกจากน้ำมันโดยการกรอง ส่วน เฮกเซน และน้ำแยกออกโดยการระเหย ที่ความดันต่ำ และได้น้ำมันออกมาประมาณ 98 % มีความชื้นเหลืออยู่น้อยกว่า 0.15 % โดยน้ำหนัก ขั้นตอนการระเหยเอาตัวทำละลายออกต้องใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำที่สุด เพราะหากใช้อุณหภูมิสูงเกินไป จะเร่งให้เกิดออกซิเดชัน ทำละลายสารต้านออกซิเดชันและทำให้น้ำมันที่ได้มีสีเข้มขึ้น

2.3.2 กระบวนการสกัดเชิงกล

1. การคัดเลือกและทำความสะอาด ก่อนนำเมล็ดพืชเข้าเครื่องสกัด ต้องคัดเลือกเอาเมล็ดอ่อนแตกหักเสียหาย หรือถูกทำลายทางกลออกเสียก่อน เพราะน้ำมันในเมล็ดเหล่านี้อาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือไฮโดรไลซิสแล้ว หลังคัดเลือกเอาแต่เมล็ดที่ดีแล้วนำมาทำความสะอาดเพื่อคัดแยกเอาสิ่งปนปลอมอื่นๆ และส่วนของพืชที่ไม่ให้น้ำมันออกเสียก่อน

2. การอบแห้งและการเก็บรักษา เมล็ดพืชที่สะอาดแล้วหากต้องการเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งก่อนนำไปสกัดน้ำมัน ควรนำไปอบแห้งเพื่อไล่ความชื้น เพราะเมล็ดที่มีความชื้นสูงจะทำให้น้ำมันเกิดการหืนได้เร็วขึ้น

3. การเอาเปลือกออกและบด เมล็ดพืชที่สะอาดและแห้งแล้วจะถูกนำไปบด หรือทำให้แตกเป็นชิ้นเล็กเพราะการบดทำให้ผนังเซลล์ของเมล็ดแตกออกและเพิ่มพื้นที่ผิว จะทำให้เอาน้ำมันออกมาได้ง่าย การบดยิ่งละเอียดเท่าไหร่ยิ่งมีน้ำมันออกมาได้ง่าย แต่ต้องรีบกระทำโดยเร็วเพราะการปล่อยทิ้งไว้ให้สัมผัสกับอากาศเป็นเวลานาน จะทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันและไฮโดรไลซิสได้

4. การทำให้สุก เมล็ดพืชบางชนิดหลังจากบดให้ละเอียดแล้ว จะนำไปนึ่งให้ร้อนเพื่อทำลายโปรตีนที่ผนังเซลล์ทำลายเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสและไลเพสที่ถูกปล่อยออกมาจากเซลล์ที่แตกระหว่างการบดช่วยป้องกันไม่ให้ไปเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและไฮโดรไลซิสความร้อนยังช่วยลดความหนืดของน้ำมัน ทำให้น้ำมันไหลออกมาง่าย

5. การสกัดน้ำมัน เครื่องมือที่ใช้บีบน้ำมันชนิดเครื่องอัดแบบไฮโดรลิกจะให้ผลดีที่สุดโดยเฉพาะเมื่อใช้กับเมล็ดฝ้ายที่มีความชื้น 5-6 % ถ้าเป็นเครื่องอัดแบบเกลียวอัดหากเป็นเมล็ดถั่วเหลืองควรมีความชื้นประมาณ 3 % มะพร้าวและเมล็ดงาความชื้นประมาณ 2 % ถ้าเมล็ดพืชมีความชื้นสูงจะทำให้น้ำมันเหลืออยู่ในกากมาก กากที่ได้จากเครื่องอัดแบบเกลียวอัดจะมีน้ำมันอยู่ประมาณ 3 ถึง 9 % ขึ้นอยู่กับความเร็วของการหมุนของเกลียวอัด เกลียวอัดที่หมุนเร็วมากจะอัดเมล็ดพืชและสกัดน้ำมันออกมาเร็ว ทำให้น้ำมันเหลืออยู่ในกากมาก กากที่เหลือจากการสกัดด้วย

เครื่องอัด ซึ่งมีน้ำมันเหลืออยู่นี้ จะถูกนำมาสกัดแยกน้ำมันที่เหลืออีกครั้งหนึ่งโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายหรืออาจส่งการขายให้กับโรงงานทำอาหารสัตว์ (10)

2.4 YIELD

YIELD คือ ผลผลิตสุทธิที่ได้จากกระบวนการผลิต ซึ่งหักการสูญเสียออกทั้งหมด โดยคำนวณอยู่ในรูปของร้อยละของผลผลิตที่ได้เมื่อเทียบกับสิ่งที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

2.5.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (The Analysis of Variance; ANOVA)

ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ค่าสถิติ Z และ t แต่ในกรณีที่ต้องการทดสอบความแตกต่างของประชากรมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป เช่น ถ้าต้องการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประชากร 10 กลุ่ม เราก็ต้องทดสอบสมมติฐานประชากรทีละคู่ ซึ่งก็ต้องทำการดสอบทั้งหมด 45 ครั้ง จึงจะครบ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและใช้เวลามาก นักสถิติจึงได้พัฒนาวิธีทดสอบสมมติฐานขึ้นมาใหม่เพื่อรองรับการทดสอบสมมติฐานประชากรทีละหลายๆกลุ่ม พร้อม ๆกันได้ ซึ่งเราเรียกวิธีการทดสอบแบบใหม่นี้ว่า “การวิเคราะห์ความแปรปรวน (The Analysis of Variance ; ANOVA)”

การวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (Two – way ANOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง เป็นการทดสอบโดยพิจารณาเลือกปัจจัย 2 ปัจจัยพร้อมกัน จากหลายๆปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองมากที่สุด แล้วนำมาทำการทดสอบที่วิธีการทดสอบ (Treatment) ที่แตกต่างกัน แล้วพิจารณาว่าปัจจัยที่นำมาทดสอบนั้นมีผลกระทบต่อการทดสองหรือไม่

ตารางที่ 2.1 การทดลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง

Factor A	Factor B				Total
	1	2		l	
1	Y_1 Y_{11} ... Y_{11}	$Y_{12}Y_{12}$ ... Y_{12}	....	$Y_{1l}Y_{1l2}$ ... Y_{1ln}	$Y_{1..}$
2	Y_2 Y_{21} ... Y_{21}	Y_2 Y_{22} ... Y_{22}	....	$Y_{2l}Y_{2l2}$ ... Y_{2ln}	$Y_{2..}$
	... ...	... ...	....	... ...	... ...
K	$Y_{k1}Y_{k12}$ ... Y_{k1n}	$Y_{k21}Y_{k22}$ ... Y_{k2n}	....	$Y_{kl}Y_{kl2}$ ... Y_{kln}	$Yk_{..}$
	$Y_{.1.}$	$Y_{.2.}$	.....	$Y_{.l.}$	$Y_{...}$

จากตารางเป็นการทดลอง 2 ปัจจัย คือ ปัจจัย A ซึ่งประกอบด้วย k treatment ; ปัจจัย B ซึ่งประกอบด้วย l treatment แต่ละ treatment มี n observations และจำนวนข้อมูล N = kn

Yijn = ค่าสังเกตที่ n จากวิธีปฏิบัติที่ I ปัจจัย A จากวิธีปฏิบัติที่ j ปัจจัย B

Yi. = ผลรวมของค่าสังเกต ln ค่าในวิธีปฏิบัติที่ I ปัจจัย A

Y.j. = ผลรวมของค่าสังเกต kn ค่าในวิธีปฏิบัติที่ I ปัจจัย B

Yij. = ผลรวมค่าสังเกต n จากวิธีปฏิบัติที่ I ปัจจัย A จากวิธีปฏิบัติที่ j ปัจจัย B

Y... = ผลรวมของค่าสังเกตทุกค่า (N = kln) ในการทดลอง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง

1.ตั้งสมมติฐาน

$H_0 : (l\beta)_{ij} = 0_k$

$H_1 : (l\beta)_{ij} {}^{1}0_k$ อย่างน้อย 1 ค่า

2.ความแปรปรวนรวม (Total Sum of Squares: SS_T)

$SS_T = SS_A + SS_B + SS_{AB} + SS_E$

โดย $SS_T = \sum_{n=1}^{n}\sum_{j=1}^{l}\sum_{i=1}^{k} Y_{ijn}^2 - \frac{Y_{...}^2}{N}$

$$SS_A = \sum_{i=1}^{k} \frac{Y_{i..}^2}{ln} - \frac{Y_{...}^2}{N}$$

$$SS_B = \sum_{j=1}^{l} \frac{Y_{.j.}^2}{kn} - \frac{Y_{...}^2}{N}$$

$$SS_{subtotal} = \sum_{j=1}^{l}\sum_{i=1}^{k} \frac{Y_{ij.}^2}{n} - \frac{Y_{...}^2}{N}$$

$$SS_{AB} = SS_{subtotal} - SS_A - SS_B$$

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

3.นำค่า SS_A SS_B SS_{AB} SS_E และ SS_T มาจากข้อ 2 มาสร้างตาราง ANOVA

ตารางที่ 2.2 ตาราง ANOVA

Source	SS	df	MS	F_c
A	SS_A	K - 1	SS_A/ K - 1	MS_A / MS_E^{*}
B	SS_B	L - 1	SS_B / L - 1	MS_B / MS_E^{**}
Interaction AB	SS_{AB}	(k - 1)(l - 1)	SS_{AB}/ (k - 1)(l - 1)	MS_{AB} / MS_E^{***}
Error	SS_E	(kl)(n - 1)	SS_E/ (kl)(n - 1)	
Total	SS_T	N - 1		

$F^{*} = F_{\alpha,k-1,(kl)(n-1)}$; $F^{**} = F_{\alpha,l-1,(kl)(n-1)}$; $F^{***} = F_{\alpha,(k-1)(l-1),(kl)(n-1)}$

4.สรุปผลการทดลอง

4.1 ถ้า $Fc^{*} > F_{\alpha,k-1,(kl)(n-1)}$ ให้ปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 ปัจจัย A มีผลกระทบ

4.2 ถ้า $Fc^{**} > F_{\alpha,l-1,(kl)(n-1)}$ ให้ปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 ปัจจัย Bมีผลกระทบ

4.3 ถ้า $Fc^{***} > F_{\alpha,(k-1)(l-1),(kl)(n-1)}$ ให้ปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 ปัจจัย AB มีผลกระทบ

5.สรุปผลการทดลอง

2.6 วรรณกรรมปริทรรศน์

ในปี พ.ศ. 2535 O.O. Ajibola, O.K. Owolarafe &O.O. FasinaandK.A.Adeeko ทำวิจัยเรื่อง Expression of oil from sesame seeds โดยการทดลองจะอัดเมล็ดงาผ่านกระบอกไฮดรอลิกแบบคานกดยาว 3600 มิลลิเมตร ซึ่งกระบอกทำจากเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 80มิลลิเมตร ทางออกน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรในช่วงความดัน 15 ถึง 20 เมกะปาสคาล ช่วงอุณหภูมิที่ 40 ถึง 85 องศาเซลเซียส เวลาในการให้ความร้อน 5 ถึง 10 นาที ได้ปริมาณน้ำมันออกมาที่ 33.5 เปอร์เซ็นต์โดยมวล และมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 65.7เปอร์เซ็นต์โดยปริมาณน้ำมันงาดำทั้งหมด (4)

ในปี พ.ศ. 2546 Ademola Oyinlola และคณะ ทำวิจัยเรื่องพัฒนาโมเดลสกรูอัดสำหรับการสกัดน้ำมันถั่วลิสง (Development of a laboratory model screw press for peanut oil expression) ซึ่งอธิบายกระบวนการทำการทดลองต่าง ๆ โดยมีถั่วลิสงเป็นเป็นวัตถุดิบสำหรับการสกัดน้ำมัน ในกระบวนการทดลองนั้นจะออกแบบตัวเครื่องโดยกระบอกอัดทำจากท่อที่เป็นเหล็กเหนียว เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 43 มิลลิเมตร ยาว 450 มิลลิเมตร เพลาสกรูทำมาจากเหล็กไร้สนิมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร มีลักษณะเป็น Taper ด้วยมุม 1.5 องศา ตัวเกลียวจะเป็นเกลียวซ้ายทำมาจากเหล็กกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร และมีระยะพิตช์ 40 มิลลิเมตร นำไปเชื่อมติดกับเพลาสกรู มีช่องว่างระหว่างเกลียวกับกระบอกอัด เท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร มอเตอร์ไฟฟ้ามีกำลังอยู่ที่ 1.5 กิโลวัตต์ ชนิดปรับความเร็วได้ ช่องใส่วัตถุดิบ ทำจากเหล็กเหนียวบาง 1.5 มิลลิเมตร มีขนาด กว้างxยาว 120x120(บน) กว้างxยาว 50x50(ล่าง) ความเร็วรอบของเพลาถูกตั้งให้อยู่ที่ 90 รอบต่อนาที ซึ่งจะให้แรงบิดออกมา 159.2 นิวตันเมตร และ ความดัน 51 เมกะปาสกาลในสภาพไม่มีแรงกระทำ มีขดลวดความร้อนติดอยู่กับตัวกระบอกอัดเพื่อให้ความร้อนบริเวณกระบอกอัด เป็นเวลา 10 นาที โดยการทดลองจะนำถั่วลิสงไปทำการคั่วเปรียบเทียบกับไม่คั่วถั่วลิสง ผลการทดลองพบว่าการคั่วถั่วลิสงก่อน จะให้น้ำหนักออกมา 36 กรัม และน้ำมันที่ออกมานั้นจะมีอุณหภูมิ 115 และ 90 องศาเซลเซียส มีลักษณะข้น กากที่ได้มีสีครีม และการไม่คั่วถั่วลิสง ได้น้ำหนักออกมา 56.60 กรัม และน้ำมันที่ออกมานั้นจะมีอุณหภูมิ 120 และ 95 องศาเซลเซียส มีลักษณะใสสะอาด กากที่ได้มีสีแดงอิฐ (5)

ในปีเดียวกัน คมสันติ เม่ากลาง ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลได้ทำการวิจัย เรื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวเดี่ยว (Cashew Nut Shell Liquid Expeller: CNSL) เป็นเครื่องที่พัฒนามาจากเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวเดี่ยว โดยขนาดของเครื่องมีความกว้าง 1.2 เมตร ยาว 1.5 เมตร สูงประมาณ 1.5 เมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า เป็นต้นกำลัง

ในการบีบอัด กระบอกบีบอัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 117 มิลลิเมตร เกลียวอัดมีลักษณะเป็นเกลียวแกนเรียวยาว ความยาวของช่วงเกลียว 710 มิลลิเมตร โดยมีการป้อนเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ผ่านชุดป้อนเข้าไปยังกระบอกอัด หลังจากนั้นเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์จะถูกลำเรียงเข้าสู่กระบอกอัด และในขณะเดียวกันเกลียวอัดจะทำหน้าที่บีบเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ไปด้วย เนื่องจากแกนมีความเรียว การบีบอัดจะเกิดขึ้นตั้งแต่ต้นเกลียวถึงปลายเกลียว ซึ่งปลายเกลียวจะมีการบีบอัดมากที่สุด และมีน้ำมัน CNSL ออกมาในช่วงนี้ เนื่องจากช่องคายกากแคบ 5 มิลลิเมตร กากจะถูกคายออกผ่านช่องแคบดังกล่าว และน้ำมัน CNSL จะไหลออกจากกระบอกอัดตามรูระบายรอบ ๆกระบอกอัด โดยเครื่องบีบอัดจะมีสมรรถนะในการบีบน้ำมัน CNSL สูงสุดที่ความเร็วรอบเกลียวอัด 35 รอบต่อนาที มีอัตราการป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถบีบอัดน้ำมันได้ในอัตรา 14.37 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบีบอัด 71.85 เปอร์เซ็นต์ (6)

และอีกโครงการวิจัยในปี พ.ศ. 2546 ชลิตต์ มธุรสมนตรี ภาควิชาวิศวกรรมอุสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลได้ทำโครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาและการศึกษาสภาวะการผลิตที่เหมาะสม ในการบีบอัดน้ำมันเมล็ดสะเดา ด้วยเครื่องบีบอัดแบบเกลียวเดี่ยว โดยศึกษาเกี่ยวกับระยะการบีบอัด (ความหนาของกากสะเดา) ความเร็วรอบของเกลียวบีบอัด ความเร็วของชุดป้อนเมล็ด ว่ามีผลอย่างไรกับปริมาณน้ำมัน อุณหภูมิ และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า เมล็ดสะเดาที่ผ่านการกะเทาะเปลือกแล้วจำนวน 1 กิโลกรัม ใช้ระยะการบีบอัดให้ได้ความหนาของกากสะเดาเท่ากับ 2 มิลลิเมตร ความเร็วของเกลียวบีบอัดเท่ากับ 24 รอบต่อนาที ความเร็วในการป้อนเมล็ดเท่ากับ 22 รอบต่อนาที ได้น้ำมันสะเดา 218.20 กรัม กาก 764.26 กรัม อุณหภูมิเกิดขึ้นขณะทำการบีบอัด 51.60 องศาเซลเซียสค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1.08 บาท ความเร็วในการผลิต 11.93 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ส่วนการบีบอัดน้ำมันจากสะเดาที่ยังไม่ผ่านการกะเทาะเปลือก ได้น้ำมันสะเดา 162.13 กรัม กาก 824.87 กรัม อุณหภูมิเกิดขึ้นขณะทำการบีบอัด 62.85 องศาเซลเซียส และกากสะเดาที่ผ่านการบีบอัดมาแล้ว ได้น้ำมันสะเดา 45.87 กรัม กาก 940.67 กรัม อุณหภูมิเกิดขึ้นขณะทำการบีบอัด 71.24 องศาเซลเซียส จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการผลิต เพราะว่ามีปริมาณน้ำมันไม่มาก ความร้อนในขณะบีบอัดสูง ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากกว่า (7)

ถัดมาในปี พ.ศ. 2548 ชลิตต์ มธุรสมนตรี และคณะ อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีได้ทำการวิจัย และ สร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบเกลียวเดี่ยว ตลอดจนศึกษาสภาวะการทำงานที่เหมาะสม โดยได้ทำการทดลองบีบอัดวัตถุดิบจำนวน 5 ชนิด คือ เมล็ดทานตะวัน เมล็ดงาขาว เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดฟักทอง และเนื้อมะพร้าวขูดตากแห้ง โดยนำวัตถุดิบไปบีบอัดที่ความเร็วรอบของเกลียวแตกต่างกัน พร้อมกับ เลือกขนาด ช่องคายกากที่เหมาะสมไปพร้อม ๆกันด้วยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเฟสเดียวขนาด 2 แรงม้า ทดรอบด้วยเฟืองขนาดอัตรา

ทด 1:7 เป็นตัวส่งกำลังขับชุดเกลียวบีบอัด และสามารถปรับค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์ จากการศึกษาได้ใช้ความเร็วรอบของเกลียวบีบอัด 5 ระดับ และกำหนดขนาดช่องคายกากเป็น 4 ขนาด พบว่าเมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือกที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 8 มิลลิเมตร เมล็ดงาขาวที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 10 มิลลิเมตร เมล็ดถั่วลิสงที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 10 มิลลิเมตร เมล็ดฟักทองที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 8 มิลลิเมตร และเนื้อมะพร้าวขูดตากแห้งที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 14 มิลลิเมตร ได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด คือ 2.10, 1.70, 0.75, 2.20 และ5.52 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตามลำดับ ทั้งนี้ ได้ควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันขณะบีบอัดต้องไม่ควรเกิน 60 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของน้ำมันให้มีสี กลิ่น รส และคุณสมบัติด้านโภชนาการอยู่ครบถ้วนตามธรรมชาติ (8)

จากนั้นในปี พ.ศ. 2549 พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล และอริยาภรณ์ พงษ์รัตน์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และภาควิชาพืชไร่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีได้ทำวิจัยเรื่อง เครื่องสกัดน้ำมันงาโดยการทดลองจะให้กระบอกอัดไฮดรอลิกในการอัดเมล็ดงา ซึ่งทำงานในช่วงความดัน 10 ถึง 15 เมกะปาสคาล โดยมีรูออกของน้ำมันอยู่บริเวณรอบข้างของกระบอกอัด ในทดสอบการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันงาได้ผลดังนี้ ในการสกัดน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาวเครื่องสกัดน้ำมันงาสามารถบีบน้ำมันงาได้ประมาณ 130 กรัมต่อหนึ่งรอบการทำงานคือครบ 11 จังหวะการทำงาน โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที 40 วินาที และได้ปริมาณน้ำมันงาประมาณ 49 ซีซี (9)

ซึ่งในปี พ.ศ. 2550 สัญชัย เข็มเจริญ และคณะ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีได้ทำโครงการวิจัย ออกแบบและสร้างชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา แบบเกลียวเดี่ยวขึ้นเพื่อที่จะทำการบีบอัดให้ได้น้ำมันที่บริสุทธิ์ และได้ทำการทดลองทดลองบีบอัดเมล็ดงา 2 ชนิด คือ เมล็ดงาขาว และเมล็ดงาดำ โดยจะมีชุดอบเมล็ดงาเพื่อไล่ความชื้นในเมล็ดงาออกก่อน โดยการอบจะใช้อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที ให้ความร้อนชุดอบด้วยขดลวดฮีตเตอร์ขนาด 300 วัตต์ แล้วทำการบีบอัดที่ความเร็วรอบ 45, 60, 70 และ90 รอบต่อนาที เป็นตัวส่งกำลังขับชุดเกลียวเดี่ยวกับหัวบีบอัด โดยสามารถปรับค่าความเร็วรอบมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์พร้อมกับเลือกขนาดความโตของช่องคายกากถึง 4 ขนาด คือ 9, 10, 11 และ13 มิลลิเมตร และมีอุปกรณ์กรองกากอีกชั้น จากนั้นจึงปล่อยให้ตกตะกอน ในการทำงานของเกลียวเดี่ยวนี้จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส ขนาด 2 แรงม้า ใช้อุณหภูมิในการบีบ 110 องศาเซลเซียส โดยใช้งาครั้งละ 500 กรัม จะได้ปริมาณน้ำมันสูงสุดของเมล็ดงาขาวอยู่ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดงาดำอยู่ที่ 33 เปอร์เซ็นต์ จากน้ำหนักงาที่ใช้ในแต่ละครั้ง (500 กรัม) ได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมคือ 45 รอบต่อนาที และขนาดความโตของช่องคายกากคือ 11 มิลลิเมตร (10)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2551 P. Willems P. Willems a, N.J.M. Kuipers, &A.B. De Haan. ทำวิจัยเรื่อง Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modelling of yield and pressing rates. โดยการใช้กระบอกอัดไฮอรดลิกเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 30 มิลลิเมตร พร้อมกรองกากใส่ไว้ที่ฝาปิด กระบอกอัดทนความดันได้ 100 เมกกะปาสคาล ควบคุมอุณหภูมิ 30 ถึง 100 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณงาดำ 10 กรัมต่อครั้ง ในการทดลองจะกดความดันไปที่ 4 เมกะปาสคาล เป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นจะเริ่มทำการอัดจนถึงแรงดันที่กำหนดแล้วแช่ไว้ที่แรงดันนั้นเป็นเวลา 10 นาทีแล้วบันทึกผลการทดลองที่ได้ซึ่งพบว่าที่ความดัน 60 ถึง 70 เมกะปาสคาล ได้น้ำมันงาดำออกมาสูงสุดที่ 70-75 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาณน้ำมันงาในเมล็ด (11)

และในปีเดียวกัน นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ และคณะ ทำวิจัยเรื่อง การทดสอบและประเมินผลเครื่องบีบอัดน้ำมันเมล็ดทานตะวันแบบสกรูเพื่อผลิตไบโอดีเซล (Testing and Evaluation of the Sunflower Seed Oil on the Screw Press Type for Bio-diesel) โดยอุปกรณ์ที่ใช้ คือ เครื่องบีบอัดน้ำมันเมล็ดทานตะวันแบบสกรู และวัตถุดิบที่ใช้ในการสกัดคือ เมล็ดทานตะวัน โดยกำหนดตัวแปรดังนี้ ความเร็วรอบของเกลียวอัด 4 ระดับ คือ 15, 25, 35 และ 45 รอบต่อนาที อัตราการป้อน 3 ระดับ คือ 30, 50 และ70 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ระยะพิตช์ของเกลียว 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 เซนติเมตร ผลการทดลองที่ได้ เมื่อให้ความเร็วรอบของเกลียวอัดเพิ่มขึ้นจะได้ปริมาณน้ำมันลดลง เมื่อให้อัตราการป้อนวัตถุดิบ 30 ถึง 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ให้ผลของความสามารถในการบีบอัดออกมาใกล้เคียงกัน แต่เมื่อมากกว่า 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมงขึ้นไปความสามารถในการบีบอัดจะลดลง และเมื่อให้ระยะพิตช์เท่ากับ 2 และ 3 เซนติเมตร ทำให้ผลของความสามารถในการบีบอัดน้ำมันออกมาใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเพิ่มระยะพิตช์เกลียวเป็น 4 เซนติเมตร ผลของความสามารถในการบีบอัดจะลดลง โดยสรุปผลการทดลองดังนี้ ความเร็วรอบของสกรูอัดที่เหมาะสมในการบีบอัด คือ 35 รอบต่อนาที มีอัตราการป้อนที่เหมาะสมอยู่ที่ 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และระยะพิตช์ของเกลียวที่เหมาะสมอยู่ที่ 3 เซนติเมตร โดยมีความสามารถในการบีบอัดเฉลี่ยอยู่ที่ 13 ลิตรต่อชั่วโมง (12)

ในช่วงปี พ.ศ. 2552 สัญชัย เข็มเจริญ ได้ทำวิจัย เรื่อง การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการบีบอัดน้ำมันงาด้วยเครื่องบีบอัดแบบเกลียวเดี่ยว โดยนำเมล็ดงา 1 กิโลกรัม เป็นวัสดุที่นำมาทำการทดลองบีบอัด และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองคือเครื่องบีบอัดเกลียวเดี่ยวมีขนาด 1 แรงม้า มีขนาดความยาวเกลียวอัด 215 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวอัด 55 มิลลิเมตร ในการวิจัยจะศึกษาตัวแปร ขนาดระยะพิตช์ของเกลียวอัด 5 ขนาด คือ 23, 24, 25, 26, และ27 มิลลิเมตร ความเร็วรอบของเกลียวอัดจะแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 10, 15, 20, 25, และ30 รอบต่อนาที และ ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางช่องทางออกกากแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 7, 8, และ9 มิลลิเมตร ผลการทดลองพบว่า ขนาดระยะพิตช์ ความลึกร่องเกลียว ความเร็วรอบเกลียวอัด และช่องทางออกของ

กาก มีอิทธิพลต่ออัตราการผลิตและประสิทธิภาพการผลิตที่แตกต่างกัน โดยอัตราการผลิตสูงสุดที่เครื่องสามารถบีบอัดได้อยู่ที่ 2.76 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งระยะพิตช์ของเกลียวอยู่ที่ 24 มิลลิเมตร ช่องทางออกของกากมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 7 มิลลิเมตรที่ความเร็วรอบของเกลียวอัดอยู่ที่ 30 รอบต่อนาที และวัดประสิทธิภาพการผลิตได้ 76.83 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามค่าประประสิทธิภาพการผลิตที่สูงที่สุดอยู่ที่ 89.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระยะพิตช์ของเกลียวอยู่ที่ 24 มิลลิเมตร ช่องทางออกของกากมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 8 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบของเกลียวอัดอยู่ที่ 15 รอบต่อนาที แต่อัตราการผลิตจะอยู่ที่ 1.46 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (13)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2554 ณัฐพล วิชาญ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบช่องคายกากของเครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัดสำหรับมะแดกและมะเยาหิน เครื่องหีบน้ำมันที่ใช้เป็นแบบสกรูอัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในกระบอกอัด 28 มิลลิเมตร ใช้สกรูอัดลักษณะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนสกรูเพิ่มขึ้นตามแนวแกนจาก 13 มิลลิเมตร ถึง 18 มิลลิเมตร สกรูอัดมีความยาว 110 มิลลิเมตร มีระยะพิตช์คงที่ 15 มิลลิเมตร รับกำลังขับมาจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1:4 แรงม้า ปรับความเร็วรอบด้วยอินเวอร์เตอร์ผ่านชุดพูเลย์ความเร็วรอบที่ใช้ในการหีบน้ำมัน คือ 20, 30, 40, 50, 60 และ70 รอบต่อนาที ช่องคายกากที่ใช้ในการทดสอบ ออกแบบให้มีลักษณะเป็นรูปวงแหวน สามารถปรับความกว้างวงแหวนของช่องคายกากในแนว รัศมี 4 ระดับ คือ1, 2, 3 และ4 มิลลิเมตร และติดตั้งโหลดเซลล์วัดแรงดันภายในกระบอกอัดเพื่อ วิเคราะห์หาความสัมพันธ์แรงดันภายในกระบอกอัดกับขนาดช่องคายกาก ซึ่งจากผลการทดสอบคุณสมบัติและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดมะแตกและมะเยาหินที่ ผ่านการย่อย พบว่า เมล็ดมะแตกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 5.30 มิลลิเมตร เมื่อทดสอบหีบ น้ำมันโดยใช้ช่องคายกากขนาด 1 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 6 ระดับ และใช้ช่องคายกากขนาด 2 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาทีขึ้นไป ทำให้เกิดการอุดตันของกาก ส่วนเมล็ดมะเยาหินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 8.12 มิลลิเมตร เมื่อทดสอบหีบน้ำมันโดยใช้ช่องคายกากขนาด 1 และ 2 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 6 ระดับ ทำให้เกิดการอุดตันของกาก เมื่อปรับเพิ่มขนาดช่องคายกากเป็น 3 และ 4 มิลลิเมตร พบว่าเมล็ดมะแตกและเมล็ดมะเยาหินสามารถหีบน้ำมันออกมาได้ และไม่เกิดการอุดตันของกาก สำหรับความหนาแน่นรวมจะแปรผันตรงกับปริมาณความชื้นของเมล็ดซึ่งส่งผลต่อแรงดันภายในกระบอกอัด เมล็ดมะแตกที่ใช้ในการทดสอบมีความหนาแน่นรวม 545 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียก 6.07 เปอร์เซ็นต์ มีแรงดันภายในกระบอกอัด 0.97 ถึง 1.67 เมกกะปาสคาล ส่วนเมล็ดมะเยาหินที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเฉลี่ย 8.12 มิลลิเมตร มีความหนาแน่นรวม 548 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียก 7.61 เปอร์เซ็นต์ มีแรงดันในกระบอกอัด 0.53 ถึง 1.22 เมกกะปาสคาล การหีบน้ำมันเมล็ดมะแตกและเมล็ดมะเยาหินโดยใช้ช่องคายกากขนาดเล็ก และใช้ ความเร็วรอบต่ำสามารถหีบน้ำมันได้ปริมาณมากและมีแรงดันภายในกระบอกอัดสูง

กว่าช่องคายกากที่มีขนาดใหญ่ และใช้ความเร็วรอบสูง ซึ่งการหีบน้ำมันเมล็ดมะแตกโดยใช้ช่องคายกากขนาด 2 มิลลิเมตร และความเร็วรอบที่ 20 รอบต่อนาที ได้ปริมาณน้ำมัน 74.39 กรัม จากปริมาณเมล็ดมะแตก 200 กรัม คิดเป็น 37.20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ดมะแตกที่ใช้ในการทดสอบ มีค่าแรงดันภายในกระบอกอัดเท่ากับ 1.67 เมกกะปาสคาล เป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการหีบน้ำมันเมล็ดมะแตก ส่วนเมล็ดมะเยาหินใช้ช่องคายกากขนาด 3 มิลลิเมตรและความเร็วรอบที่ 20 รอบต่อนาที และ ได้ปริมาณน้ำมัน 76.46 กรัมจากปริมาณเมล็ดมะเยาหิน 200 กรัม คิดเป็น 38.23 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ดมะเยาหินที่ใช้ในการทดสอบมีค่าแรงดันภายในกระบอกอัดเท่ากับ 1.22 เมกกะปาสคาล เป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการหีบน้ำมันเมล็ดมะเยาหิน (14)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2555 อนรรฆอร ศรีไสยเพชร และมาโนชย์ ถนอมวัฒน์ ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาวิธีการสกัดแยกและวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ โดยการทดลองจะทำโดยใช้การสกัดด้วยตัวทำละลาย วิธีการคือ ชั่งขวดก้นกลมด้วยเครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่งและชั่ง รำละเอียดอบแห้ง 15 กรัม เทลงบนกระดาษกรองห่อให้มิดชิด นำมาใส่ลงใน thimble บรรจุในชุดสกัด โดยใช้เฮกเซน เป็นตัวทำละลาย ใช้ในปริมาณ 250 มิลลิลิตร ใส่ในขวดก้นกลมให้ความร้อนที่ระดับจุดเดือดของเฮกเซนนาน 3-4 ชั่วโมงจากนั้น นำขวดก้นกลมออกจากเตาหลุมแล้วนำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง evaporator rotary นำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนัก และคำนวณปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ ซึ่งได้น้ำมันออกมาที่ 24.24 เปอร์เซ็นต์โดยมวล (20)

ซึ่งในปี พ.ศ. 2556 ดร.น้ำมนต์ โชติวิศรุต และคณะ ได้ทำวิจัย เรื่อง เครื่องสกัดน้ำมันงาแบบเย็นโดยเครื่องสกัดน้ำมันงาแบบเย็นนั้นใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 1.5 แรงม้า เป็นอุปกรณ์ต้นกำลัง ทดรอบด้วยเกียร์ทดขนาดอัตราทด 1:30 ส่งกำลังงานโดยใช้สายพานลิ่มเพื่อใช้ขับสกรูอัด ขนาดของสกรูอัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 มิลลิเมตร มีระยะพิตช์เท่ากับ 30.0 มิลลิเมตร มีจำนวนเกลียว 7 เกลียว และมีความยาวทั้งหมด 413.0 มิลลิเมตร ชุดการสกัดทั้งหมดทำจากวัสดุสแตนเลส AISI304 ใช้ฮีตเตอร์ขนาด 300 วัตต์ ในการให้ความร้อนแก่หัวอัด จากการทดสอบการทำงานพบว่าเมื่อใช้เมล็ดงาดิบ 1 กิโลกรัม ความชื้นไม่เกิน 6 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง พบว่าที่ความเร็วรอบการหมุนของสกรูอัด 18 รอบต่อนาที สามารถสกัดน้ำมันงาเฉลี่ย 0.229 กิโลกรัม ใช้เวลาในการสกัดเฉลี่ย 205.25 วินาที คิดเป็นค่าปริมาณน้ำมันที่ได้เฉลี่ย 22.9 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการผลิตเฉลี่ย 4.04 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทั้งนี้ได้ควบคุมอุณหภูมิในการสกัดไว้ที่ประมาณ 54.70 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาคุณภาพและคุณสมบัติด้านโภชนาการของน้ำมันงาไว้ให้ ส่วนการทดสอบการกรองน้ำมันนั้น สามารถช่วยลดตะกอนลงได้ถึง 803 กรัม จากตะกอนทั้งหมด 2,208 กรัม มีประสิทธิภาพในการกรอง 36.37 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถย่นระยะเวลาในการตกตะกอนจาก 72 ชั่วโมง ให้เหลือเพียง 36 ชั่วโมง (15)

ซึ่งในปี พ.ศ. เดียวกัน นพกร ดวงอินทร์ และคณะภาควิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ได้ทำการวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบร้อนด้วยสกรูอัด ด้วยสกรูอัดมีขนาดความกว้างของเครื่องเท่ากับ 50 เซนติเมตร ความยาว 100 เซนติเมตร ความสูง 90 เซนติเมตร รับกำลังขับจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด1 แรงม้า ปรับความเร็วรอบด้วยอินเวอร์เตอร์ผ่านชุดพูเลย์ให้ความร้อนบริเวณกระบอกอัดด้วยฮีตเตอร์ระบบอัตโนมัติ ความเร็วรอบที่ใช้ทดสอบคือ 50, 60, และ 70 รอบต่อนาที อุณหภูมิฮีตเตอร์ที่ใช้ทดสอบคือ 60, 70, 80, และ 90 องศาเซลเซียส โดยออกแบบให้ช่องคายกากมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 25 มิลลิเมตร จากทดสอบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดงาจำนวน 1,000 กรัม พบว่าที่ความเร็วรอบของสกรูอัดเท่ากับ 50 รอบต่อนาที และอุณหภูมิบริเวณกระบอกอัดเท่ากับ 80 องศาเซลเซียสเป็นสภาวะที่มีความเหมาะสมที่สุดในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดงา โดยสามารถสกัดน้ำมันได้ปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 280 กรัม ปริมาณกากเฉลี่ยเท่ากับ 700 กรัม ซึ่งใช้เวลาในการสกัดน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 26.28 นาที และการทดสอบการสกัดน้ำมันจากเมล็ดกระบก เครื่องสกัดสามารถสกัดน้ำมันได้มากที่สุดเมื่อให้ความเร็วรอบที่ 50 รอบต่อนาทีในช่วงอุณหภูมิบริเวณกระบอกอัดเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส โดยสามารถสกัดน้ำมันได้ปริมาณ เฉลี่ยเท่ากับ 266.67 กรัม ปริมาณกากเฉลี่ยเท่ากับ 683.33 กรัม ซึ่งใช้เวลาในการสกัดน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 20.21 นาที (16)

บทที่ 3
อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

ในการจัดทำเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก คณะผู้จัดทำได้ทำรูปแบบการทดลองของเครื่องและวิธีการทดลองไว้ดังนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

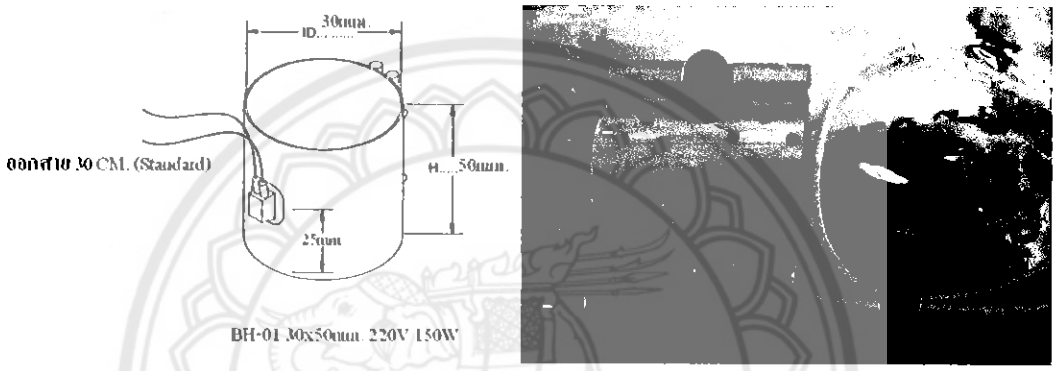
เครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิกประกอบด้วยดังนี้

1. ฮีตเตอร์
2. เครื่องชั่งดิจิตอลพร้อมจอแสดงผล
3. เทอร์โมคัปเปิล
4. โซลิดสเตตรีเลย์
5. MTB Series Standard PID Temperature Controller
6. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ดิจิตอล
7. เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM)
8. Soxhlet
9. เตาหลุม (Heating mantle)
10. Hexane
11. ปั๊มน้ำ

I9191636 วร
ส162ง
2558
สำนักหอสมุด

3.1.1 ฮีตเตอร์ (Heater)

ฮีตเตอร์ เป็นฮีตเตอร์แบบรัดท่อ (Band Heater) มีขนาด 220V 150W มีลักษณะเป็น วงแหวน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30mm ขนาดความสูง 50mm ต่อออกสายที่ตำแหน่ง 25mm วัดจากขอบล่างฮีตเตอร์ และออกสายยาว 300mm (standard) เหมาะสำหรับใช้ให้ความร้อนกับของเหลวที่อยู่ในท่อหรือถังรูปทรงกระบอกโดยทำการรัดท่อจากภายนอก การทำงานจะต่ออุณกรมเข้ากับโซลิดสเตตรีเลย์เพื่อเป็นสวิทย์เปิด-ปิดวงจร



รูปที่ 3.1 ฮีตเตอร์แบบรัดท่อ (Band Heater)

3.1.2 เครื่องชั่งดิจิตอลพร้อมหน้าจอแสดงผล (Digital Scales)

เครื่องชั่งดิจิตอลยี่ห้อ ADAM รุ่น CQT202 สามารถรับน้ำหนักสูงสุดได้ 200 กรัม มีความละเอียดอยู่ที่ 0.01 กรัม ถูกใช้ในการชั่งน้ำหนักของปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

รูปที่ 3.2 เครื่องชั่งดิจิตอลพร้อมหน้าจอแสดงผล (Digital Scales)

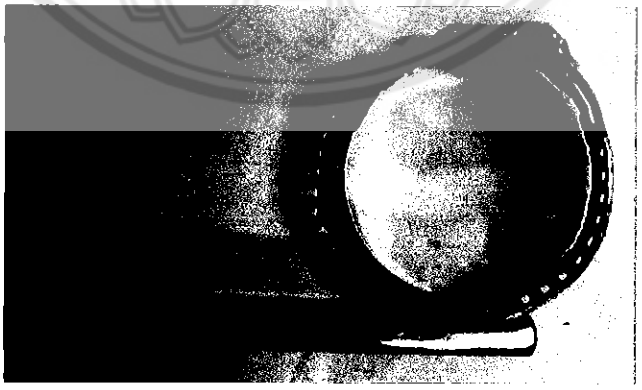
3.1.3 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state relay SSR 25 da)

โซลิดสเตตรีเลย์จะทำหน้าที่เป็นสวิทช์เปิด-ปิดวงจรการทำงานของฮีตเตอร์โดยจะต่อเข้ากับตัวควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งตัวควบคุมอุณหภูมินั้นจะเป็นตัวส่งสัญญาณสำหรับการเปิด-ปิดสวิทย์ของโซลิดสเตตรีเลย์ Input 3-32VDC ,Output 24-380VAC

รูปที่ 3.3 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state relay SSR 25 DA)

3.1.4 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

Thermocouple type K สามารถวัดอุณหภูมิ 0-400 องศาเซลเซียสเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ โดยจะทำการติดตั้งใต้ฮีตเตอร์ เพื่อทำการวัดและควบคุมอุณหภูมิบริเวณผิวของกระบอกไฮดรอลิกให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ต้องการ โดยการทำงานจะส่งสัญญานเป็นค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าไปยังกล่องควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 3.4 Thermocouple type K

3.1.5 กล่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)

กล่องควบคุมอุณหภูมิ เป็นตัวที่ใช้กำหนดและควบคุมอุณหูมิของกระบอกอัดไฮดรอลิก โดยรับค่าความต่างศักดิ์จากเทอร์โมคัปเปิลแล้วแปลค่าจากความต่างศักดิ์เป็นอุณหภูมิองศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิที่วัดได้ต่ำกว่าที่กำหนด กล่องควบคุมอุณหภูมิจะส่งกระแสไฟฟ้าไปยังโซลิดสเตตรีเลย์เพื่อสั่งให้โซลิดสเตตรีเลย์ปิดวงจรทำให้ฮีตเตอร์ทำงาน และเมื่ออุณหภูมิถึงค่าที่กำหนดแล้ว กล่องควบคุมอุณหภูมิจะหยุดส่งกระแสไฟฟ้าไปยังโซลิดสเตตรีเลย์เพื่อสั่งให้โซลิดสเตตรีเลย์เปิดวงจรทำให้ฮีตเตอร์หยุดทำงาน

รูปที่ 3.5 กล่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)

สเปคกล่องควบคุมอุณหภูมิ (MTB Series Standard PID Temperature Controller)

Features

Power supply: 90-260 VAC

Input: Universal input (TC, RTD, Analog)

Display: Dual line four digits LED display

Output: Relay/SSR/4-20mA/Thyristor zero trigger optional (Specify when order)

Auto-Tuning: Auto tuning function available to secure precision control

Accuracy: 0.5%F. S+/-1 digit

Available

Control: P, PID, PI, PD, ON/OFF (P=0)

Decimal points: Available when input is RTD

Mounting: Panel Mount

Size information

48mm (Width) *48mm (Height)

Output

R: Relay

V: Logic voltage pulse (ssr drive)

D: 4-20 mA

A: Single-phase thyristor zero crossing trigger output

Power Supply

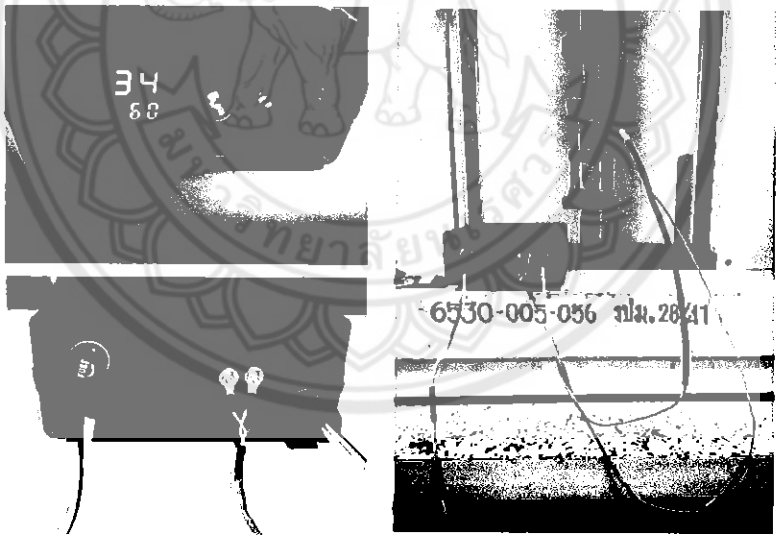
90-260 VAC

24 VDC

Auxiliary Power supply for transducer

24 VDC

Not available



รูปที่ 3.6 กล่องควบคุมอุณหภูมิแบบต่อสำเร็จรูปและการต่อสายควบคุม

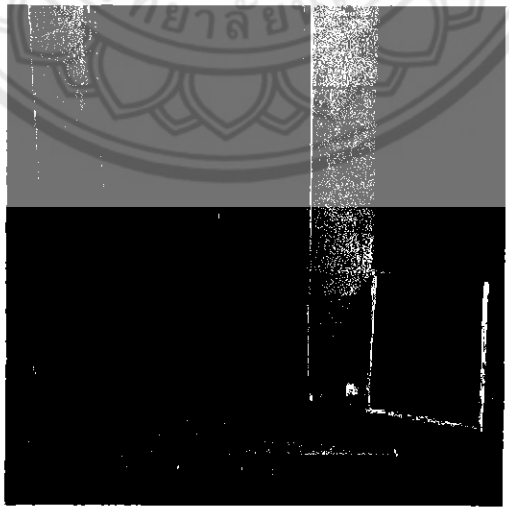
3.1.6 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ดิจิตอล

เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ดิจิตอล ยี่ห้อ ASAHI ขนาด 150mm มีความละเอียด 0.01mm เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดขนาดความหนาของกากที่เหลือจากการสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

รูปที่ 3.7 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ดิจิตอล

3.1.7 เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ UNIVERSAL TESTING MACHINE (UTM)

เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ UNIVERSAL TESTING MACHINE TX0126-Model-H50KS Input: 320VAC 50/60Hz 530VA,Output: 48VAC เป็นเครื่องทดสอบแรงประเภท static load test ให้แรงทดสอบคงที่กระทำต่อชิ้นทดสอบ ใช้ทดสอบความต้านทานต่อแรงกระทำของวัสดุทั้งแรงดึง, แรงอัด, แรงตัดขวาง และแรงเฉือน เมื่อนำชิ้นทดสอบมาติดตั้งกับเครื่องทดสอบ และให้ load cell ออกแรงกระทำต่อชิ้นทดสอบ strain gauge ใน load cell จะเปลี่ยนแปลงรูปร่างและแปลงค่าสัญญาณไฟฟ้าเพื่อประมวลผลเป็น load และ displacement ที่เกิดขึ้นกับชิ้นทดสอบ



รูปที่ 3.8 UNIVERSAL TESTING MACHINE

3.1.8 Soxhlet

ชุดสกัด Soxhlet เป็นชุดสกัดที่มักใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ โดยนำวัสดุที่ต้องการสกัดใส่ใน Soxhlet และใส่สารละลายลงในขวดก้นกลมและให้ความร้อนสารละลายที่ระเหยจะเข้าไปละลายน้ำมันหอมระเหยด้านบนและไหลย้อนกลับมานวมตัวกันด้านล่าง

ที่มา : http://www.directindustry.com/prod/lenz-laborglas-gmbh-co-kg/product-104671-1217899.html

รูปที่ 3.9 Soxhlet

3.1.9 เตาหลุม (Heating mantle)

เตาหลุมยี่ห้อ MTOPS / KOREA สามารถทำความร้อนได้ 0-380 องศาเซลเซียส เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่ชุดสกัด Soxhlet เพื่อต้มสารละลายให้เดือดจนละเหยเป็นไอในการสกัด

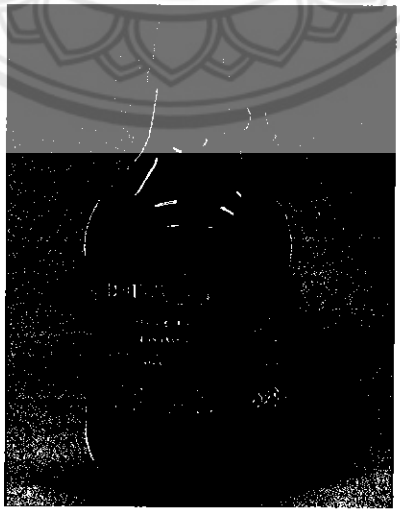
รูปที่ 3.10 เตาหลุม

3.1.10 เฮกเซน (Hexane)

เป็นสารเคมีที่ใช้เป็นตัวทำละลาย และเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ใช้ผสมสีหรือกาวในงานเฟอร์นิเจอร์ งานพ่นหรืองานทาสี งานทากาวรองเท้า สำหรับโรงงานสกัดน้ำมันจากพืชที่ใช้เฮกเซน ได้แก่โรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันพืช และผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม หากต้องการแยกสารอินทรีย์ออกจากสารผสมมักจะใช้วิธีการสกัด (Extraction) ซึ่งสามารถละลายสารอินทรีย์ที่ต้องการสกัดได้ดี ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับสารละลายของของผสม ในด้านการสกัดน้ำมันจากพืชจะใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายจะสามารถละลายน้ำมันออกจากเมล็ดพืชที่บดละเอียดได้ดี น้ำมันจะออกมาปนกับเฮกเซนแล้วนำไประเหยแยกเอาเฮกเซนออก

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของเฮกเซน

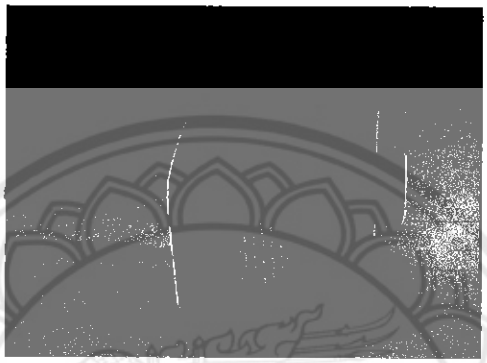
คุณสมบัติของเฮกเซน	
สูตรเคมี	C_6H_{14}
มวลต่อหนึ่งโมล	86.18 g/mole
ลักษณะทางกายภาพ	Colorless liquid
ความหนาแน่น	0.6548 g/ml, liquid
จุดหลอมเหลว	−95 °C (178 K)
จุดเดือด	69 °C (342 K)
ความสามารถละลายได้ ในน้ำ	13 mg/l at 20 °C



รูปที่ 3.11 Hexane

3.1.11 ปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำรุ่น SONIC-AP1200 เป็นปั๊มแช่น้ำ เหมาะสำหรับตู้ปลาขนาดเล็ก ตู้กรอง หรือใช้สำหรับงานน้ำพุ น้ำตกขนาดเล็กได้ อัตราการไหล 600 L/hr. กำลังไฟ 9W ดันน้ำได้สูง 0.8 เมตร นำมาใช้ในการปั๊มน้ำที่อุณหมูมิห้องเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับไอของเฮกเซน



รูปที่ 3.12 ปั๊มน้ำ

3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

3.2.1 ทำการออกแบบเครื่องในโปรแกรม solid work ให้มีขนาดเหมาะสมกับปริมาณวัตถุดิบที่กำหนดไว้ 10 กรัม และให้สามารถรับแรงอัดได้ตามที่ออกแบบไว้

3.2.2 นำแบบที่เขียนจากโปรแกรม solid work ไปที่ร้านกลึงเพื่อสร้างเครื่องมือทดลองจริง

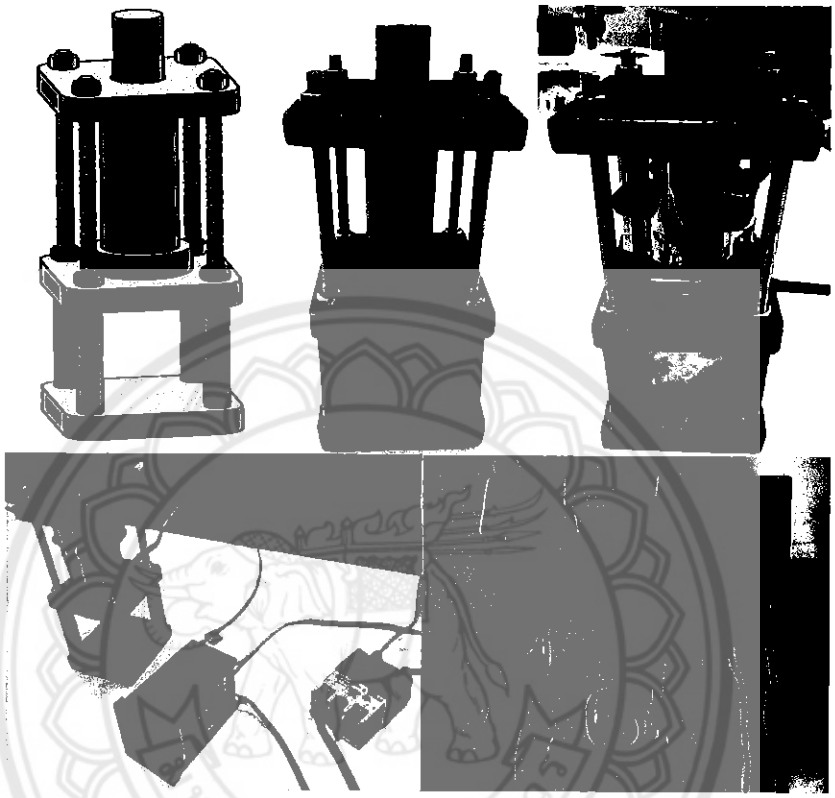
3.2.3 นำเทอร์โมคัปเปิลมาสวมและรัดเข้าที่กระบอกอัดไฮดรอลิกตำแหน่งล่างสุด เพื่อวัดค่าอุณหภูมิที่ผิวกระบอกอัดไฮดรอลิก

3.2.4 นำฮีตเตอร์มาติดตั้งที่ของกระบอกอัดที่ตำแหน่งด้านบนของเทอร์โมคัปเปิล โดยจะติดแบบครอบรัดตัวกระบอกอัดไฮดรอลิก

3.2.5 นำสายไฟของฮีตเตอร์มาต่ออุณกรมเข้ากับโซลิดสเตตรีเลย์ที่ช่อง 1 และ2 ซึ่งโซลิดสเตตรีเลย์จะทำหน้าที่เป็นสวิทช์เปิด-ปิดวงจรการทำงานของฮีตเตอร์ ปลายสายไฟของฮีตเตอร์จะต่อเข้ากับไฟบ้าน 220VAC จากนั้น นำสายไฟมาต่อขนานระหว่างโซลิดสเตตรีเลย์ที่ช่อง 3 และ4 กับกล่องควบคุมอุณหภูมิที่ช่อง 5 และ 6

3.2.6 นำสายจากเทอร์โมคัปเปิลมาต่อเข้ากับกล่องควบคุมอุณหภูมิที่ช่อง 11 และ 12 จากนั้นต่อแหล่งจ่ายไฟ 220VAC สำหรับการทำงานของกล่องควบคุมอุณหภูมิเข้าที่ชองช่อง 1 และ 2 ของกล่องควบคุมอุณหภูมิ

3.2.7 จัดสายไฟให้เรียบร้อย แล้วนำเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิกที่ได้สร้างขึ้นไปทดสอบอัดที่แรงดันสูงสุดเพื่อดูว่าเครื่องสามารถรับแรงตามที่ได้ออกแบบ



รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการสร้างเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของงาดำ

นำงาดำมาชั่งเครื่องชั่งดิจิตอลเพื่อดูน้ำหนัก และหาความชื้นได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักงาดำก่อนอบแห้ง} - \text{น้ำหนักงาดำหลังอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักงาดำก่อนอบแห้ง}} \times 100$$

โดย ทำการหาความชื้นงาดำ 3 ตัวอย่าง ซึ่งค่าความชื้นของเมล็ดงาดำเฉลี่ยอยู่ที่ 4.667 เปอร์เซ็นต์

3.3.2 ขั้นตอนการสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

a. นำเมล็ดงาดำที่ซื้อได้จากตามท้องตลาดมาชั่งน้ำหนักให้ได้ปริมาณ 10 กรัมต่อการทดลอง 1 ครั้ง

b. นำกรองผ้ามาใส่ในกระบอกอัดเพื่อใช้กรองกากงาดำไปให้ทะลักออกมา

c. ประกอบตัวเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิกให้เรียบร้อย

d. ตั้งค่าแรงและความเร็ว โดยใช้โปรแกรมที่มากับเครื่อง UTM ในการควบคุมและกำหนดแรงดันที่ใช้ในการอัดที่ 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ตามลำดับ โดยการตั้งค่าความเร็วและแรงในการอัดจะตั้งค่าในโปรแกรมที่มากับเครื่อง UTM ใส่ค่า WV คือความเร็ว และ FF คือแรง ดังนี้ WV ค่าความเร็ว และ FF-ค่าแรง, ค่าบวกลบ Error (เครื่องหมายลบตรงค่าแรงเป็นคำสั่งให้เครื่อง UTM เคลื่อนที่ลง) ซึ่งทางกลุ่มของข้าพเจ้าใช้ความเร็ว 2 ระดับ และแรง 2 ระดับในแต่ละความดัน และอุณหภูมิที่ใช้ทดลอง คือ ที่ความดัน 20 เมกะปาสคาค WV1 FF-5655,5 และ WV0.2 FF-6283,5 ที่ความดัน 40 เมกะปาสคาล WV1 FF-11360,5 และ WV0.2 FF-12566,5 และที่ความดัน 60 เมกะปาสคาล WV1 FF-16965,5 และ WV0.2 FF-18850,5

e. เปิดฮีตเตอร์ให้ทำงานอยู่ที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยมีเทอร์โมคัปเปิล และตัวควบคุมอุณหภูมิเป็นตัวควบคุม

f. ทำการสกัดเย็นแบบไฮดรอลิกโดยใช้เครื่อง UTM เป็นอุปกรณ์ให้แรงอัดตามค่าที่ได้กำหนด

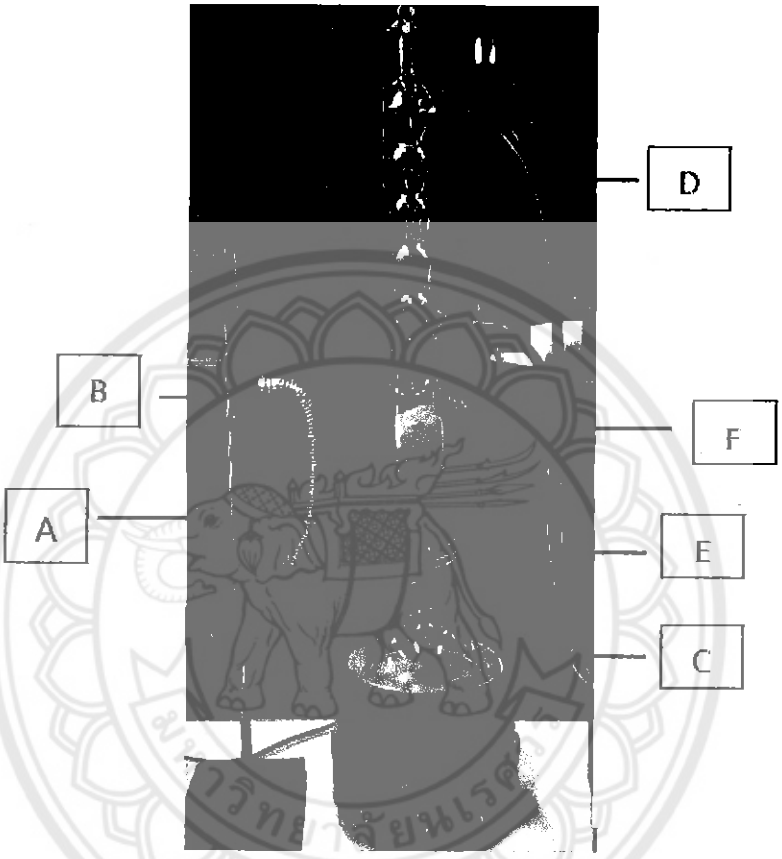
g. ทำการเก็บข้อมูลของน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากการสกัด และเก็บข้อมูล น้ำหนัก ความหนา ของกากงาดำเพื่อดูความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้มา

h. นำข้อมูลที่ได้มาเขียนเป็นกราฟและวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.3.3 ขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลาย Hexane

นำเมล็ดงาดำมาบดให้ละเอียดจำนวน 30 กรัม และนำผ้าขาวบางมาห่องาดำที่บดแล้วนำไปใส่ในภาชนะบริเวณ A ซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะ B ที่เรียกว่า soxhlet chamber จากนั้นใส่ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดลงในขวดก้นกลม C ปริมาณ 350 ml เมื่อให้ความร้อน 70 องศาเซลเซียสแก่ขวดกนกลม C จนกระทั่งตัวทำละลายเดือดกลายเป็นไอ ไอของตัวทำละลายจะผ่าน เข้าไปหลอด E และเข้าสู่เครื่องควบแน่น D โดยการกลั่นตัวของตัวทำละลายนั้นจะทำได้โดยการปั๊มน้ำจากภายนอกที่มีอุณหภูมิห้องเข้าไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับตัวทำละลายในเครื่องควบแน่น จากนั้นตัวทำละลายกลั่นตัวเป็นของเหลวลงสู่ thimble A พร้อมกับละลายน้ำมันออกจากของแข็งที่อยู่ใน thimble A ซึ่งต่อเข้ากับ chamber เมื่อระดับของเหลวใน thimble A สูงขึ้น chamber ก็จะสูงตามจนถึงระดับของหลอด F ซึ่งเรียกว่า siphon arm ของเหลวนี้จะเมื่อไหล่เข้า siphon arm แล้วของเหลวจะเกิดการไหลจาก chamber ลงสู่ขวดก้นกลม C อีกครั้งหนึ่งพร้อมกับนำสารที่สกัดได้จากของแข็งใน thimble

A ลงสู่ขวดก้นกลมด้วย ซึ่งกระบวนการสกัดนี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งกระบวนการทั้งหมดดำเนินการครบ 5 ชั่วโมงจึงหยุดสกัด จากนั้นนำเฮกเซนไปให้ความร้อนเพื่อละเหยเฮกเซนออกจะได้น้ำมันงาออกมาแล้วนำไปชั่งเพื่อบันทึกผลการทดลอง (20)

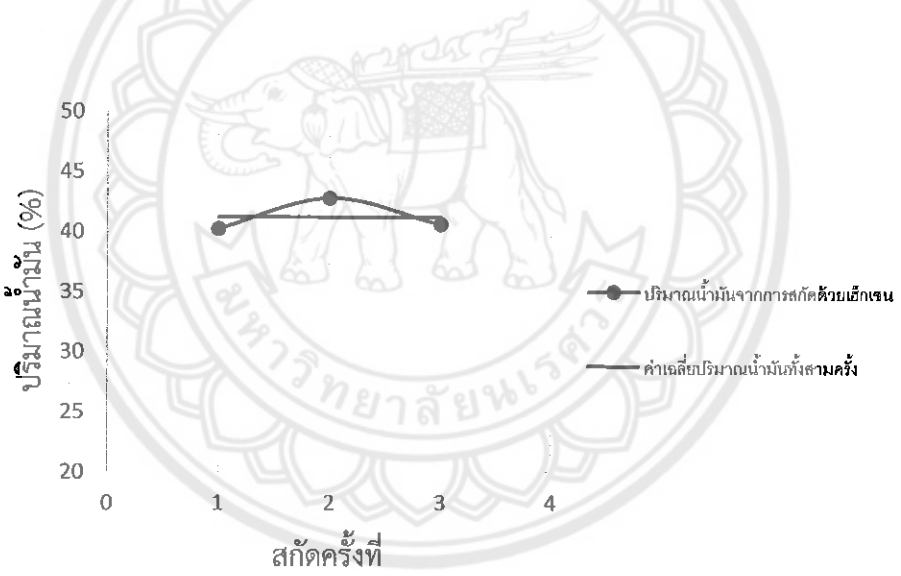


รูปที่ 3.14 Soxhlet extraction apparatus

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในเมล็ดด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย ซึ่งใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายและสกัดเพื่อหาปริมาณน้ำมัน โดยนำผลการทดลองที่ได้ทำการจดบันทึกและเขียนกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันจากการสกัดด้วยตัวทำละลายในแต่ละครั้ง

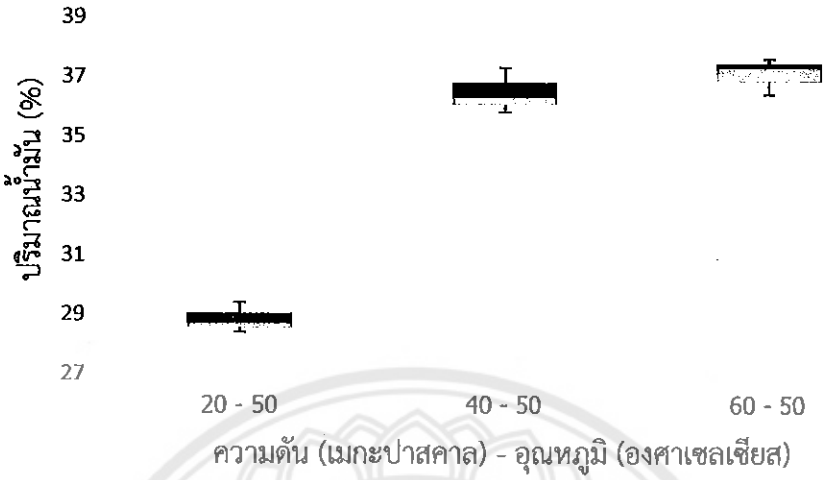
จากรูปภาพ 4.1 จากการทดลองพบว่าการสกัดเย็นด้วยตัวทำละลาย โดยใช้เฮกเซน 350 มิลลิลิตรต่อครั้ง ปริมาณงาดำ 30 กรัมต่อครั้ง จากการทดลองสกัดด้วยตัวทำละลาย จะให้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 41.22 เปอร์เซ็นต์โดยมวลทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Ihab Shigidi,2015) โดยงานวิจัยนี้ทำการสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้เฮกเซน ซึ่งได้ปริมาณน้ำมันออกมาที่ 42.5 เปอร์เซ็นต์โดยมวล

4.2 อิทธิพลของความดัน และอุณหภูมิ ต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาดำ สกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก

การสกัดน้ำมันงาจากเมล็ดงาดำโดยกระบอกอัดไฮดรอลิก ปริมาณน้ำมันงาดำที่ได้จะมีค่าแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับอิทธิของอุณหภูมิ และความดัน ที่ใช้ในการทดลอง โดยนำผลการทดลองที่ได้ทำการจดบันทึกและเขียนกราฟได้ดังนี้

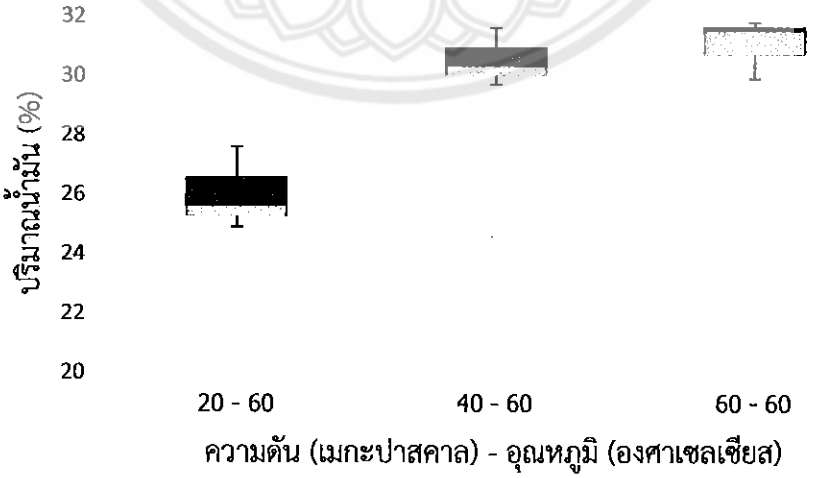
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

จากรูป 4.2 พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลค่อนข้างต่ำ โดยที่ความดัน 20 และ 60 เมกะปาสคาล มีการกระจายตัวของข้อมูลใกล้เคียงกันซึ่งแตกต่างจากความดัน 40 เมกปาสคาล มีการกระจายตัวของข้อมูลน้อยที่สุดและข้อมูลแยกกันอย่างชัดเจน



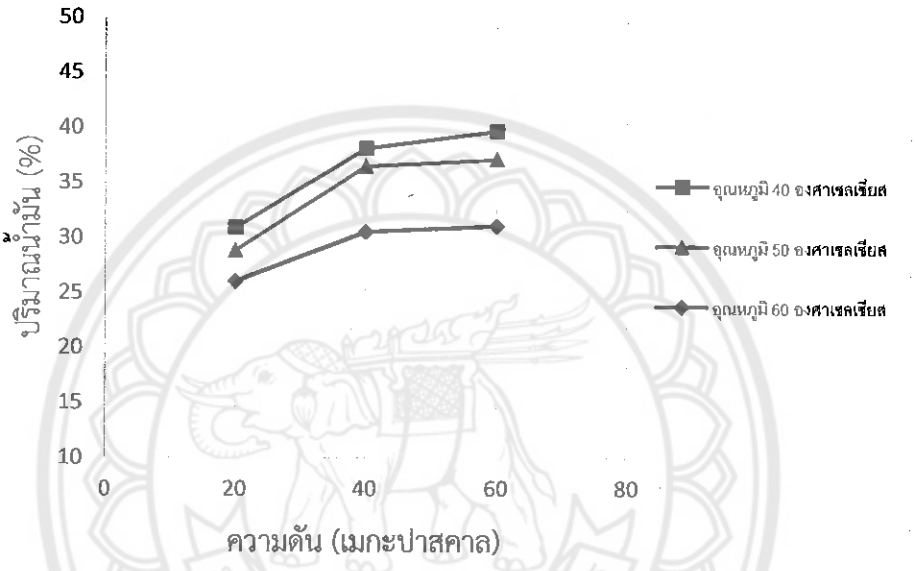
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

จากรูป 4.3 พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลมากกว่าที่ 40 องศาเซลเซียส **ข้อมูลกระจายตัวน้อยที่สุดที่**ความดัน 20 เมกะปาสคาล ส่วนที่ความดัน 40 และ 60 เมกะปาสคาล**นั้นข้อมูลกระจายตัวมากที่สุด** และมีบางส่วนของข้อมูลนั้นอยู่ในช่วงเดียวกัน



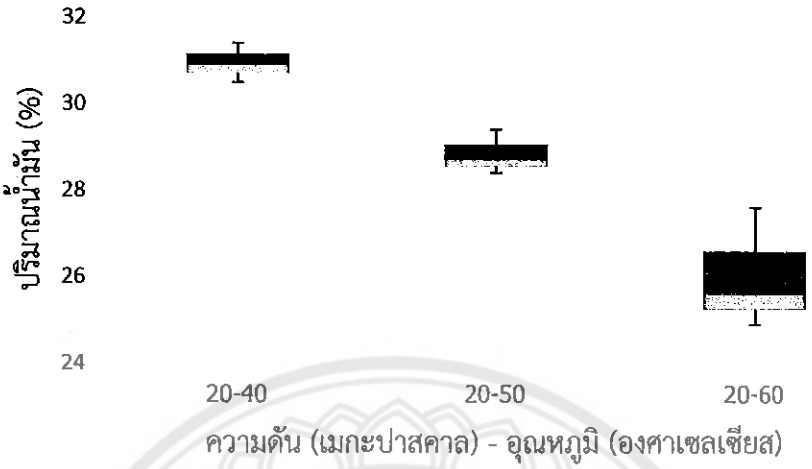
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

จากรูป 4.4 พบว่า มีการกระจายตัวข้อมูลมากว่าที่ 40 และ 50 องศาเซลเซียส โดยที่ความดัน 20 เมกะปาสคาล ข้อมูลมีการกระจายตัวมากที่สุด และที่ความดัน 40 และ 60 เมกะปาสคาล ข้อมูลกระจายตัวน้อยที่สุดและมีข้อมูลอยู่ในช่วงเดียวกัน



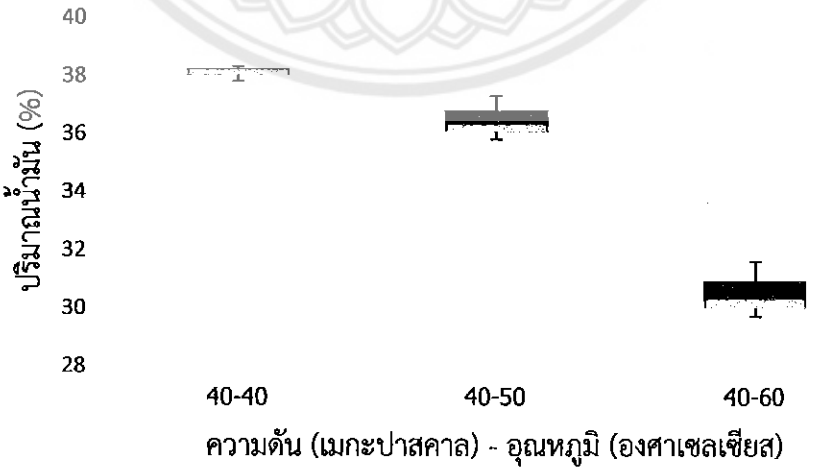
รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส

จากรูป 4.5 พบว่าการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของความดันมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้ และจากการทดลองพบว่าแนวโน้มการสกัดเย็นโดยกระบอกอัดไฮดรอลิก เมื่อเพิ่มความดันขึ้นที่อุณหภูมิต่ำลง จะได้ปริมาณน้ำมันมากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยมากที่สุด ที่ความดัน 60 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 39.67 เปอร์เซ็นต์โดยมวล และปริมาณน้ำมันเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ที่ความดัน 20 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 26.03 เปอร์เซ็นต์โดยมวล ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ (P. Willems,2008) โดยงานวิจัยของนี้พบว่าความดันมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำมันที่สกัดงาดำสกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 10 - 70 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณน้ำมัน 23.18 – 38.63 เปอร์เซ็นต์โดยมวล และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (O.O Ajibola,1992) โดย งานวิจัยนี้พบว่าการสกัดงาดำโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 15 - 20 เมกกะปาสคาล ที่ค่าความชื้น 6.1 เปอร์เซนนต์ ปริมาณน้ำมันที่ได้ 22.7 - 33.5 เปอร์เซ็นต์โดยมวล



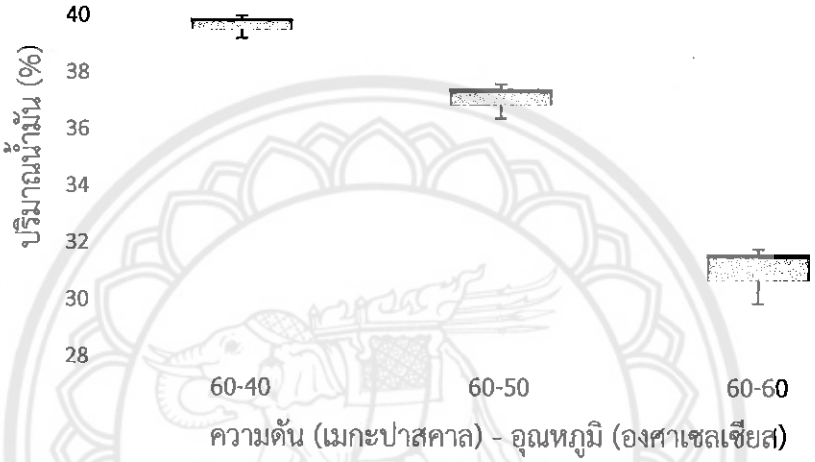
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 20 เมกะปาสคาล

จากรูป 4.6 พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการทดลองขึ้นจะมีการกระจายตัวของข้อมูลเพิ่มขึ้น และแต่ละชุดข้อมูลแยกตัวกันอย่างชัดเจน โดยข้อมูลกระจายตัวน้อยสุดที่ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และมากสุดที่ 60 องศาเซลเซียส



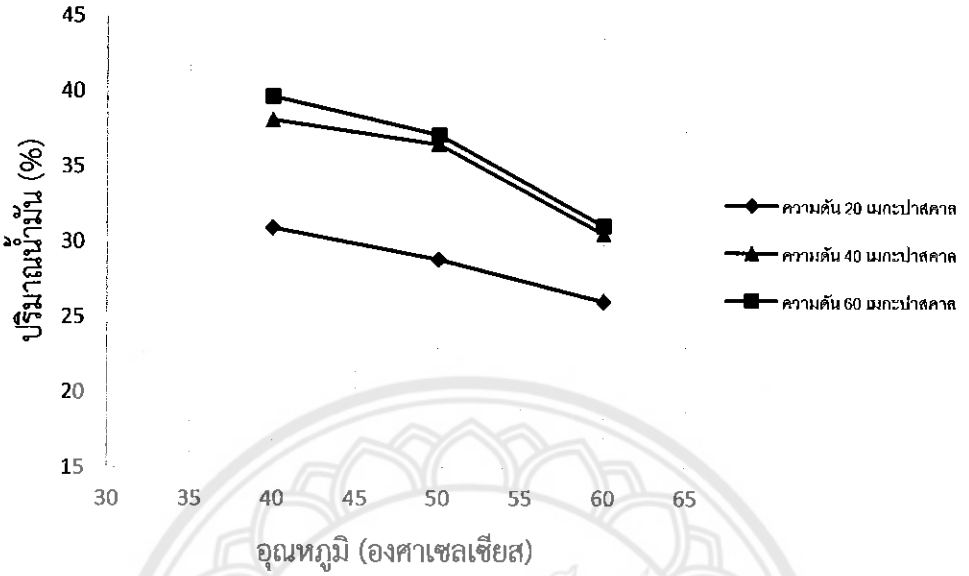
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 40 เมกะปาสคาล

จากรูปที่ 4.7 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการทดลองขึ้น พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และข้อมูลไม่มีส่วนไหนคาบเกี่ยวกัน โดยข้อมูลกระจายตัวน้อยสุดที่ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และมากสุดที่ 60 องศาเซลเซียส



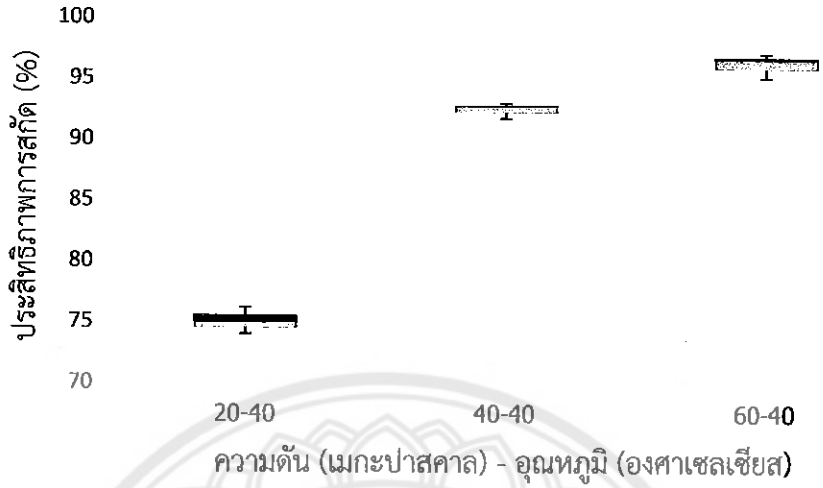
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการกระจายตัวของปริมาณน้ำมันที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 **องศาเซลเซียส** ที่ความดัน 60 เมกะปาสคาล

จากรูปที่ 4.8 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการทดลองขึ้น พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และข้อมูลไม่มีส่วนไหนคาบเกี่ยวกัน โดยข้อมูลกระจายตัวน้อยสุดที่ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และมากสุดที่ 60 องศาเซลเซียส



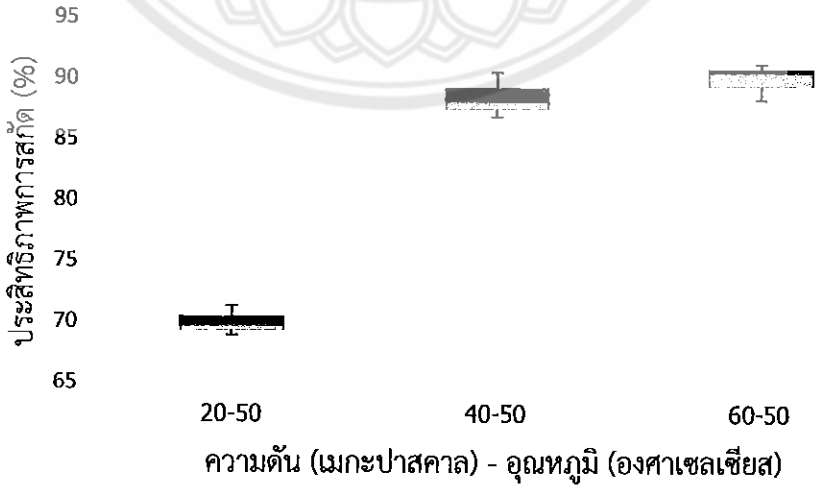
รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 **องศาเซลเซียส** ที่ความดัน 20, 40 และ 60 เมกะปาสคาล

จากรูป 4.9 พบว่าการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้ และจากการทดลองพบว่าแนวโน้มการสกัดเย็นโดยกระบอกอัดไฮดรอลิก เมื่ออุณหภูมิลดลง ความดันเพิ่มขึ้น จะได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยมากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยมากที่สุด ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 60 เมกกะปาสคาล ได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 39.67 เปอร์เซ็นต์โดยมวล และปริมาณน้ำมันเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความดัน 20 เมกะปาสคาล ได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 26.03 เปอร์เซ็นต์โดยมวล ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัย (P. Willems,2008) โดย งานวิจัยของนี้พบว่าความดันมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำมันที่สกัดงาดำสกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 10 - 70 เมกะปาสคาล ได้ปริมาณน้ำมัน 23.18 – 38.63 เปอร์เซ็นต์โดยมวล



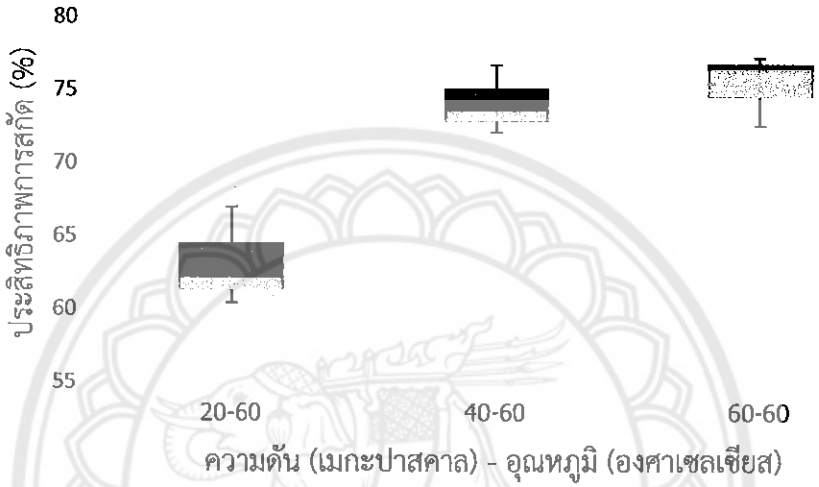
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

จากรูป 4.10 พบว่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสมีการกระจายตัวของข้อมูลค่อนข้างต่ำ โดยที่ความดัน 20 และ 60 เมกะปาสคาล มีการกระจายตัวของข้อมูลใกล้เคียงกันซึ่งแตกต่างจากความดัน 40 เมกปาสคาล มีการกระจายตัวของข้อมูลน้อยที่สุด ซึ่งแต่ละชุดข้อมูลแยกตัวกันอย่างชัดเจน



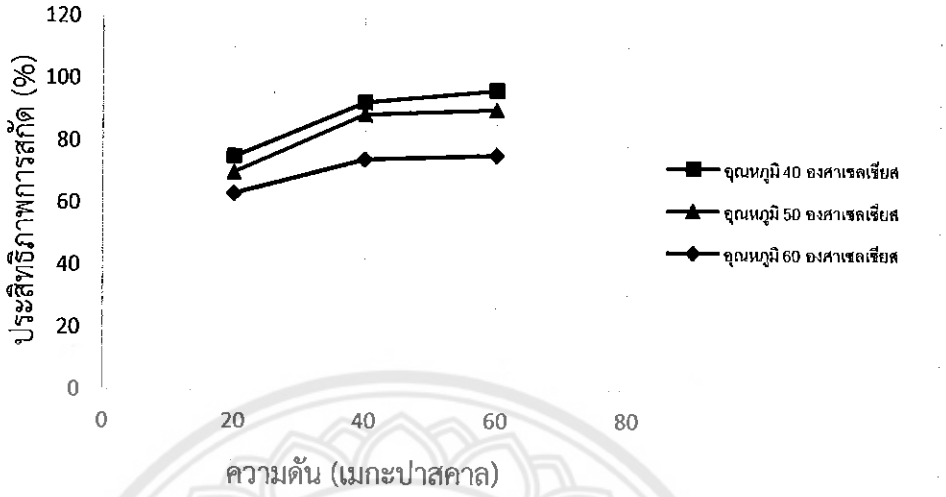
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.11 พบว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีการกระจายตัวของข้อมูลมากกว่าที่ 40 องศาเซลเซียส ข้อมูลกระจายตัวน้อยที่สุดที่ความดัน 20 เมกะปาสคาล ส่วนที่ความดัน 40 และ 60 เมกะปาสคาล นั้นข้อมูลกระจายตัวมากที่สุด และมีบางส่วนของข้อมูลอยู่ในช่วงเดียวกัน



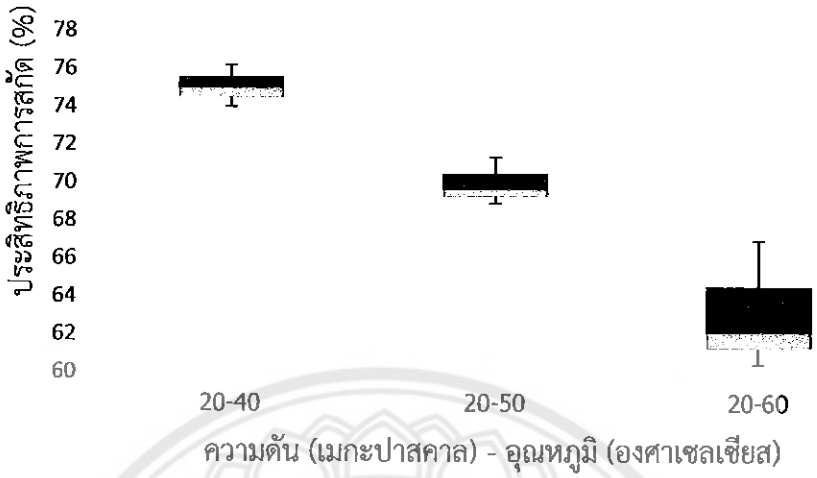
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

จากรูป 4.12 พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการกระจายตัวข้อมูลมากว่าที่ 40 และ 50 องศาเซลเซียส โดยที่ความดัน 20 เมกะปาสคาลข้อมูลมีการกระจายตัวมากที่สุด และที่ความดัน 40 และ 60 เมกะปาสคาล ข้อมูลกระจายตัวน้อยที่สุดซึ่งมีค่าข้อมูลใกล้เคียงกันมาก



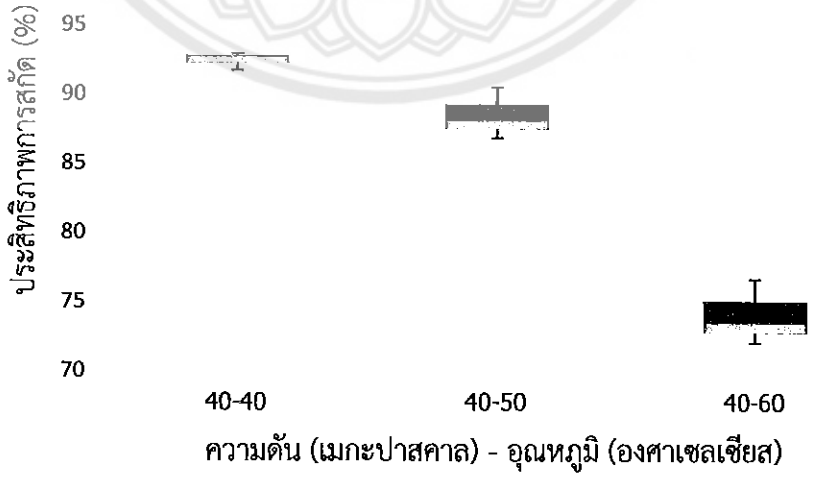
รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการสกัดกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส

จากรูป 4.13 จากการทดลองพบว่าการสกัดเย็นโดยกระบอกอัดไฮดรอลิก จะได้ประสิทธิภาพเฉลี่ย ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 20 ,40 และ60 เมกกะปาสคาล จะอยู่ในช่วง 75.04 – 96.23 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณน้ำมันทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความดัน 20 ,40 และ60 เมกกะปาสคาล ได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยในช่วง 69.95 – 90.00 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณน้ำมันทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความดัน 20 ,40 และ60 เมกกะปาสคาล ได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยในช่วง 63.15 – 75.36 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณน้ำมันทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ (P. Willems,2008) โดย งานวิจัยของนี้พบว่าความดันมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำมันที่สกัดงาดำสกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 20 ,40 และ 60 เมกกะปาสคาล ได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยในช่วง 55 - 75 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณน้ำมันทั้งหมด



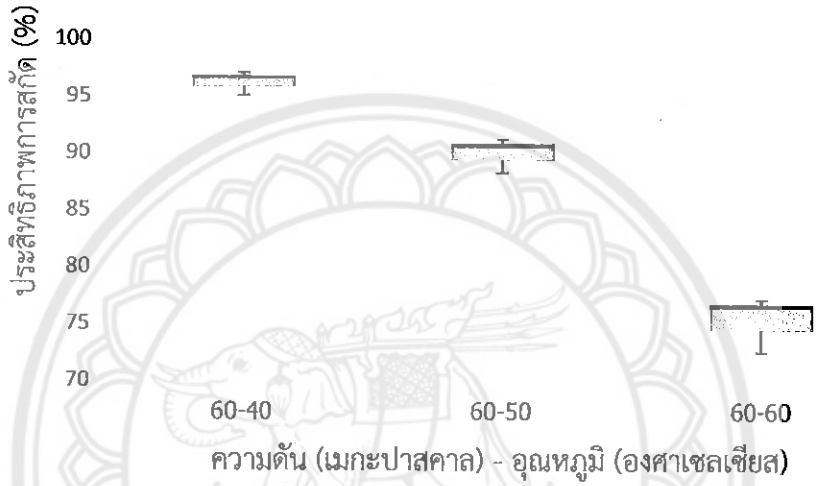
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 20 เมกะปาสคาล

จากรูป 4.14 พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการทดลองขึ้น พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และแต่ละชุดข้อมูลแยกตัวกันอย่างชัดเจน โดยการกระจายตัวข้อมูลน้อยสุดที่ 40 องศาเซลเซียส และมากสุดที่ 60 องศาเซลเซียส



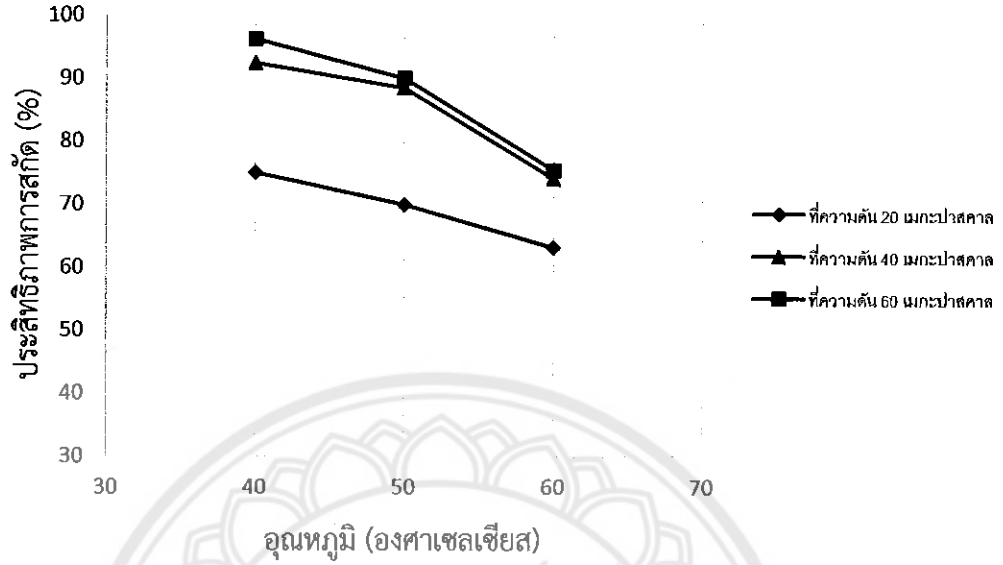
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 40 เมกะปาสคาล

จากรูป 4.15 พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการทดลองขึ้น พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และแต่ละชุดข้อมูลแยกตัวกันอย่างชัดเจน โดยการกระจายตัวข้อมูลน้อยสุดที่ 40 องศาเซลเซียส และมากสุดที่ 60 องศาเซลเซียส



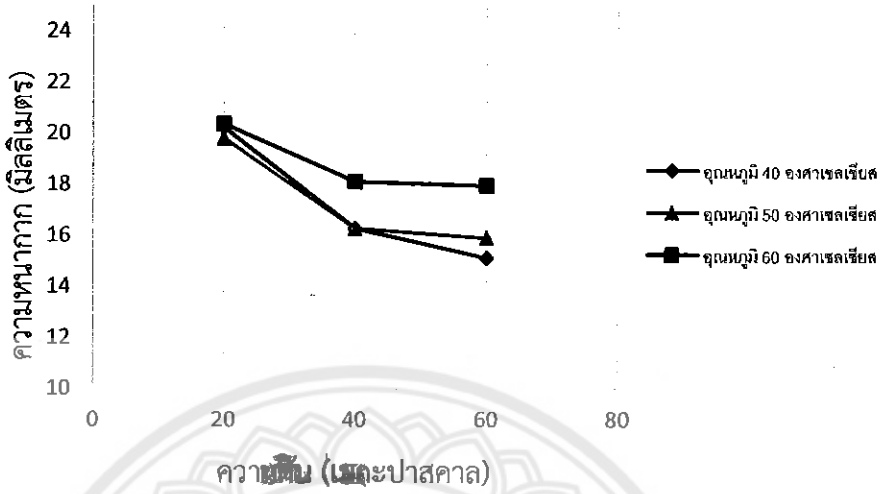
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงการกระจายตัวของประสิทธิภาพการสกัดกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 60 เมกะปาสคาล

จากรูป 4.16 พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการทดลองขึ้น พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และแต่ละชุดข้อมูลแยกตัวกันอย่างชัดเจน โดยการกระจายตัวข้อมูลน้อยสุดที่ 40 องศาเซลเซียส และมากสุดที่ 60 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการสกัดกับอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 20, 40 และ 60 เมกะปาสคาล

จากรูป 4.17 ที่จากการทดลองพบว่าการสกัดเย็นโดยกระบอกอัดไฮดรอลิก จะได้ประสิทธิภาพเฉลี่ย ที่ความดัน 20 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 ,50 และ 60 องศาเซลเซียส จะอยู่ในช่วง 75.04 – 63.15 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณน้ำมันทั้งหมดลดลงตามลำดับ ความดัน 40 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 ,50 และ 60 องศาเซลเซียส ได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยในช่วง 92.43 – 74.07 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณน้ำมันทั้งหมดลดลงตามลำดับ ที่ความดัน 60 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 ,50 และ 60 องศาเซลเซียส ได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยในช่วง 96.25 – 75.36 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณน้ำมันทั้งหมดลดลงตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (O.O Ajibola,1992) โดย งานวิจัยนี้พบว่าการสกัดงาดำโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 15 - 20 เมกกะปาสคาล ที่ค่าความชื้น 6.1 เปอร์เซนต์ ประสิทธิภาพอยู่ที่ 44.52 - 65.7 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณน้ำมันทั้งหมด



รูปที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของกากกับความดัน 20, 40, 60 **เมกะปาสคาล** ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส

จากรูป 4.18 จากการทดลองพบว่าการสกัดเย็นโดยกระบอกอัดไฮดรอลิก **จะได้ความหนาของกากเฉลี่ย** ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 20, 40 และ 60 เมกกะปา**สคาล จะอยู่ในช่วง** 20.23 – 15.12 มิลลิเมตรตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความดัน 20, **40 และ 60 เมกกะปาสคาล** ได้ความหนาของกากเฉลี่ยในช่วง 19.81 – 15.90 มิลลิเมตรตามลำดับ ที่**อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส** ความดัน 20, 40 และ 60 เมกกะปาสคาล ได้ความหนาของ**กากเฉลี่ยในช่วง** 20.37 – 17.96 มิลลิเมตรลดลงตามลำดับ

4.3 การวิเคราะห์ทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

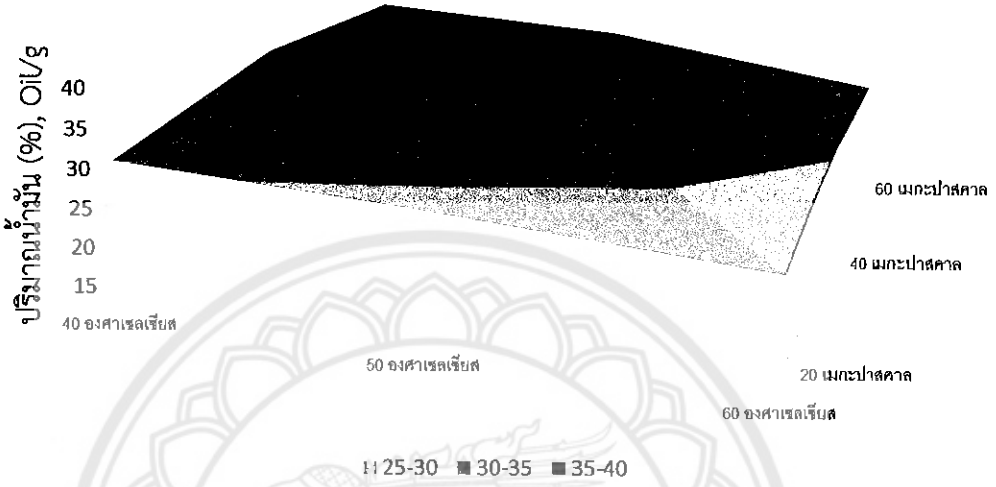
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

SOV	df	SS	MS	F		
				Calculate	Table	
					0.05	0.01
Replication	2	0.029	0.015	2.500	3.63	6.23
Factor A (อุณหภูมิ)	2	2.358	1.179	196.500	3.63	6.23
Factor B (ความดัน)	2	2.931	1.466	244.333	3.63	6.23
Interaction AxB (อุณหภูมิและความดัน)	4	0.152	0.038	6.333	3.01	4.77
Error	16	0.098	0.006			
Total	26	5.568				

วิเคราะห์ผลความแปรปรวน

จากตาราง ANOVA พบว่าตัวแปรอุณหภูมิมีค่าสถิติจากการคำนวณ F เท่ากับ 196.500 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าสถิติทางทฤษฎีที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01 ที่มีค่า 6.23 ตามลำดับ ส่งผลให้ตัวแปรอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้ ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01 ส่วนตัวแปรความดันมีค่าสถิติจากการคำนวณ F เท่ากับ 244.333 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าสถิติทางทฤษฎีที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01 ที่มีค่า 6.23 ตามลำดับ ส่งผลให้ตัวแปรความดันมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้ ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01 และตัวแปรร่วมของอุณหภูมิกับความดันมีค่าสถิติจากการคำนวณ F เท่ากับ 6.333 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าสถิติทางทฤษฎีที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01 ที่มีค่า 4.77 ตามลำดับ ส่งผลให้ตัวแปรร่วมของอุณหภูมิกับความดันมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้ ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01 จึงสรุปได้ว่าตัวแปรอุณหภูมิ และตัวแปรความดันส่งผลต่อปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้ ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.01

กราฟแสดงพื้นที่ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยระหว่างอุณหภูมิ 40, 50, 60
องศาเซลเซียสกับความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงพื้นที่ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยระหว่างอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 **องศาเซลเซียสกับ** ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล

จากรูป 4.19 พบว่าการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และ**ความดันมีอิทธิพลต่อ**ปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้ จะสังเกตุเห็นว่ากราฟแสดงพื้นที่ปริมาณน้ำมันจะแบ่งออกเป็น 3 โซน เมื่อความดันเพิ่มขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิลดลง ปริมาณน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่**สีเขียวจะเป็นช่วงที่**ให้ค่าปริมาณน้ำมันมากที่สุด ซึ่งจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 40 – 50 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 40 – 60 เมกะปาสคาล และพื้นที่สีเทาจะเป็นช่วงที่ให้ปริมาณน้อย ซึ่งจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 20 เมกะปาสคาล จึงควรหลีกเรี่ยงการทดลองในช่วงนี้ ปริมาณน้ำมันจะสูงที่สุดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 60 เมกะปาสคาล และปริมาณน้ำมันน้อยที่สุดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความดัน 20 เมกะปาสคาล

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 จากการทดลองสกัดด้วยตัวทำละลาย ทำการทดลองโดยใช้ เฮกเซน เป็นตัวทำละลาย ปริมาณเฮกเซน 350 มิลลิลิตรต่อครั้ง ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เวลาในการสกัด 5 ชั่วโมงต่อครั้ง ปริมาณงาดำ 30 กรัมต่อครั้ง จากการทดลองสกัดด้วยตัวทำละลาย พบว่าจะให้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 41.22 เปอร์เซ็นต์โดยมวล

5.1.2 จากการทดลองอิทธิพลของความดัน และอุณหภูมิต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาดำ สกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก ทำการทดลองจะใช้ความดัน 20, 40 และ 60 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส ปริมาณงาดำ 10 กรัมต่อครั้ง ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง โดยใช้เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM) ที่ติดตั้งโหลดเซลล์ไว้เป็นตัวส่งกำลังแรงกดลงไปยังกระบอกอัด พบว่าเมื่อความดันในการสกัดน้ำมันเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณน้ำมันเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิในการสกัดน้ำมันเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณน้ำมันลดลง ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ ที่ระดับความดัน 60 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะให้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ที่ 39.7 เปอร์เซ็นต์โดยมวล คิดเป็นร้อยละ 96.23 ของน้ำมันทั้งหมด และความหนาของกากเฉลี่ยอยู่ที่ 15.12 มิลลิเมตร น้ำมันมีลักษณะใส และปริมาณน้ำมันที่น้อยที่สุดอยู่ที่ระดับความดัน 20 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะให้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 26.0 เปอร์เซ็นต์โดยมวล คิดเป็นร้อยละ 63.15 ของน้ำมันทั้งหมด และความหนาของกากเฉลี่ยอยู่ที่ 20.37 มิลลิเมตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาการใช้เครื่องมือสกัดด้วยตัวทำละลาย ในขั้นแรกควรศึกษาวงจรการทำงานของซอกห์เลต เพื่อที่จะได้รู้ถึงความสามารถในการทำงานของซอกห์เลต

5.2.2 ในการสกัดด้วยตัวทำละลาย ควรใช้พื้นที่โปร่ง และอากาศถ่ายเทได้สะดวก เพื่อป้องกันการเกิดประกายไฟ และสวมผ้าปิดจมูก เพื่อป้องการการสูดดมโดยตรงจากเฮกเซน

5.2.3 เพื่อให้สามารถพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมได้ น่าจะมีการศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

5.2.4 ในการทดลองที่อุณหภูมิสูง อุปกรณ์จะมีความร้อนสูงควรออกแบบเครื่องสกัดเย็นกระบอกอัดไฮดรอลิก ให้มีส่วนป้องกันความร้อนส่วนใดส่วนหนึ่งเพื่อให้สามารถถอดประกอบเครื่องสกัดเย็นกระบอกอัดไฮดรอลิกได้ง่ายยิ่งขึ้น

5.2.5 ควรเลือกงาดำที่นำมาสกัดชนิดเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองไม่คลาดเคลื่อน

เอกสารอ้างอิง

1. แนะเกษตรกรโคราชเล็งช่องทางปลูกงาดำหลังทำนา. (31 กรกฎาคม 2552). มติชน,21

2. ศัลยา คงสมบูรณ์เวช. (2547). เซซามินกับสุขภาพ.วารสารโภชนบำบัด. 15(2). 98-105.

3. กาญจนา บันสิทธิ์ และธีระพล บันสิทธิ์. (2557). คุณค่าของกากงาดำดิบ.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 16(2). 47-54.

4. O.O. Ajibola, O.K. Owolarafe &O.O. FasinaandK.A. Adeeko. (1992). Expression of oil from sesame seeds. Canadian Agricultural Engineering, 35(1), 83-88.

5. Ademola Oyinlola et al. (2003). Development of a laboratory model screw press for peanut oil expression. Journal of Food Engineering. 64 (2), 221–227.

6. คมสันติ เม่ากลาง, (2546). เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี.

7. ชลิตต์ มธุรสมนตรี. (2546) .การพัฒนาและการศึกษาสภาวะการผลิตที่เหมาะสม ในการบีบอัดน้ำมันเมล็ดสะเดา ด้วยเครื่องบีบอัดแบบเกลียวเดี่ยว. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคล. 3(5), 6–12.

8. ชลิตต์ มธุรสมนตรี, ชวลิต แสงสวัสดิ์, ศวิกร อ่างทองและประจักษ์ อ่างบุญตา. (2548) . เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบเกลียวเดี่ยว.วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคล. 4(7), 78–88.

9. พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล และ อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์. (2549). เครื่องสกัดน้ำมันงา. วิศกรรมสาร มข, 33(5), 565-576.

10. สญชัย เข็มเจริญ, ชลิตต์ มธุรสมนตรี และประ จักรษ์บุญตา. (2550). ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา. วิทยานิพนธ์ วศ.ด., มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

11. P. Willems a, N.J.M. Kuipers, &A.B. De Haan. (2008). Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modelling of yield and pressing rates. Journal of Food Engineering, 89(1), 8–16.

12. นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร และสิทธิชัย วงศ์หน่อ. (2551). การทดสอบและประเมินผลเครื่องบีบอัดน้ำมันเมล็ดทานตะวันแบบสกรูเพื่อผลิตไบโอดีเซล. Agricultural Sci, 39(3), 359-362.

13. สญชัย เข็มเจริญ. (2552). การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการบีบอัดน้ำมันงาด้วยเครื่องบีบอัดแบบเกลียวเดี่ยว.วิทยานิพนธ์ วศ.ด., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

14. ณัฐพล วิชาญ. (2554). การออกแบบช่องคลายกากของเครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัดสำหรับมะแตกและมะเยาหิน. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

15. น้ำมนต์ โชติวิศรุต, เรวัฒ คำวัน และสวัสดิ์ กีไสย์. (2556). การสกัดน้ำมันงาแบบเย็น. วิทยานิพนธ์ วศ.ด., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

16. นพกร ดวงอินทร์ และคณะ. (2556). การออกแบบและสร้างเครื่องสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบร้อนด้วยสกรูอัด. วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, น่าน.

17. สุนทร ตรีนันทวัน. (12 พฤศจิกายน 2556). งาดำเมล็ดเล็กจิ๋ว แต่คุณภาพโภชนาการยิ่งใหญ่. สืบค้นเมื่อ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2558, จาก http://edtech.ipst.ac.th

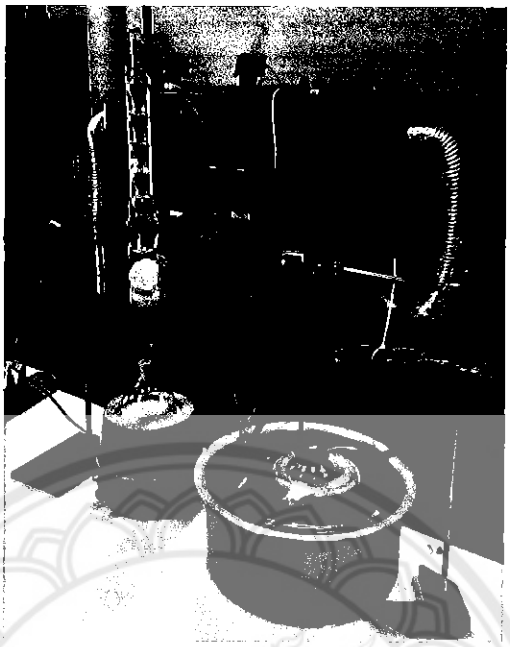
18. Abubakr Elkhaleefa, Ihab Shigidi. (2015) Optimization of Sesame Oil Extraction Process Conditions. Advances in Chemical Engineering and Sicience, 5(1). 305-310.

19. บริษัท ออยเซิร์ฟ จำกัด. (2553). ระบบไฮดรอลิก. สืบค้น17 ธันวาคม 2558, จาก http://www.oilservethai.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539121506&Ntype=11

20. อนรรฆอร ศรีไสยเพชร. (2555). การพัฒนาวิธีการสกัดแยกและวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันโดยใช้ค่าสัมประสิทธิการดูดซับ. วิทยานิพนธ์ วศ.ด., มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

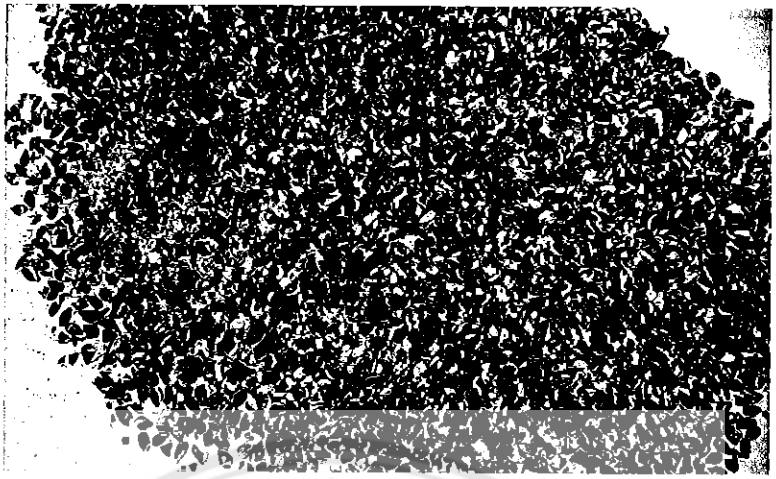
ภาคผนวก ก

รูปขั้นตอนการทำเครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิก และการสกัดน้ำมัน

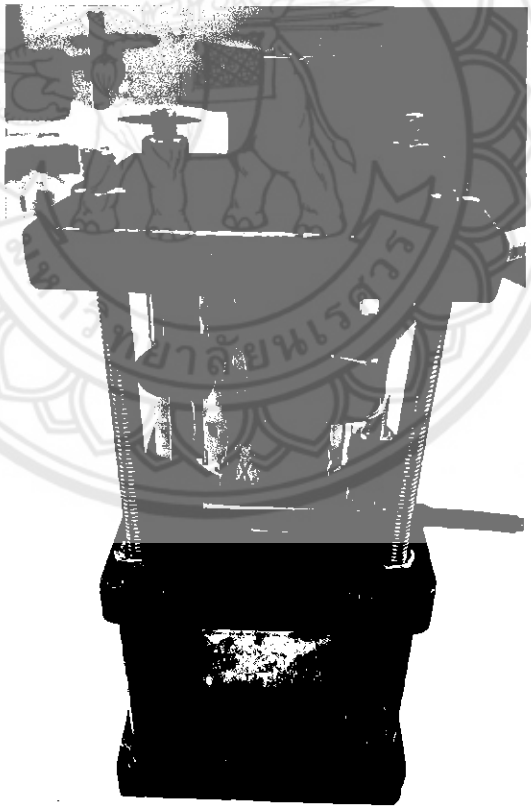


รูปภาคผนวก ก – 1 การสกัดน้ำมันจากเมล็ดงาดำด้วยสารละลายเฮกเซน

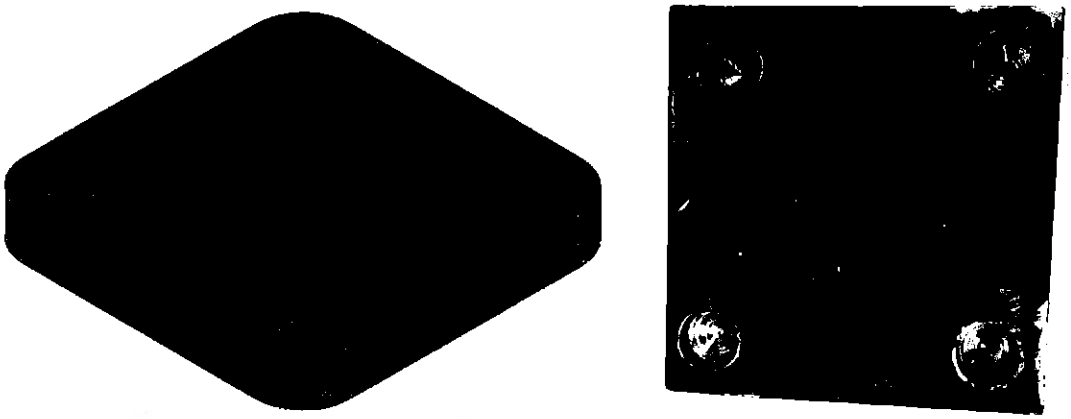
รูปภาคผนวก ก – 2 น้ำมันที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน



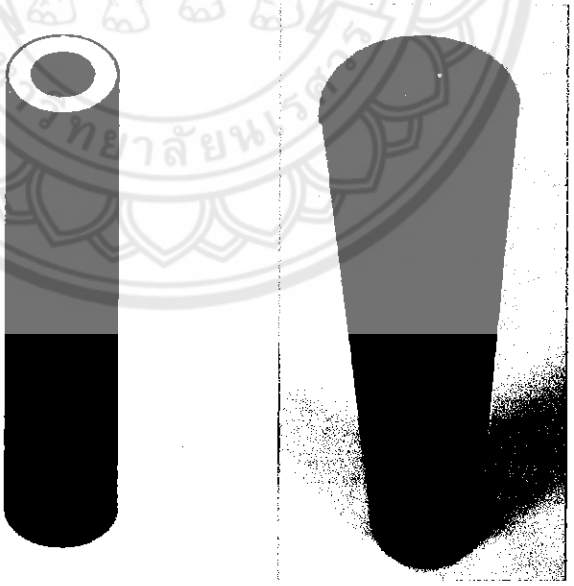
รูปภาคผนวก ก – 3 กากงาที่ได้หลังจากการสกัดด้วยเฮกเซน



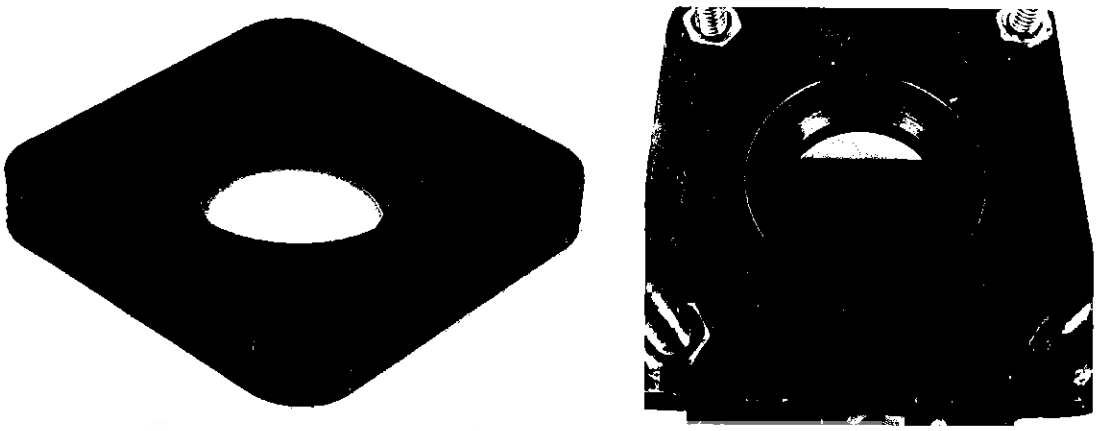
รูปภาคผนวก ก – 4 เครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก



รูปภาคผนวก ก – 5 การออกแบบและชิ้นงานจริงฐานรองชุดขาตั้ง

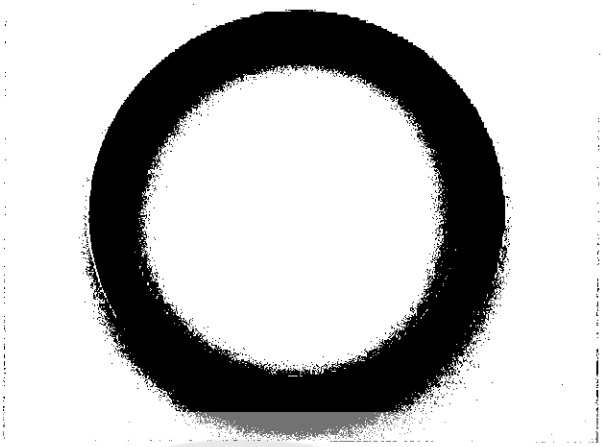


รูปภาคผนวก ก – 6 การออกแบบและชิ้นงานจริงขาตั้งSupport



รูปภาคผนวก ก – 7 การออกแบบและชิ้นงานจริงSupport ชุดอัดน้ำมัน

รูปภาคผนวก ก – 8 การออกแบบและชิ้นงานจริงฝาปิดกระบอกพร้อมเจาะรู



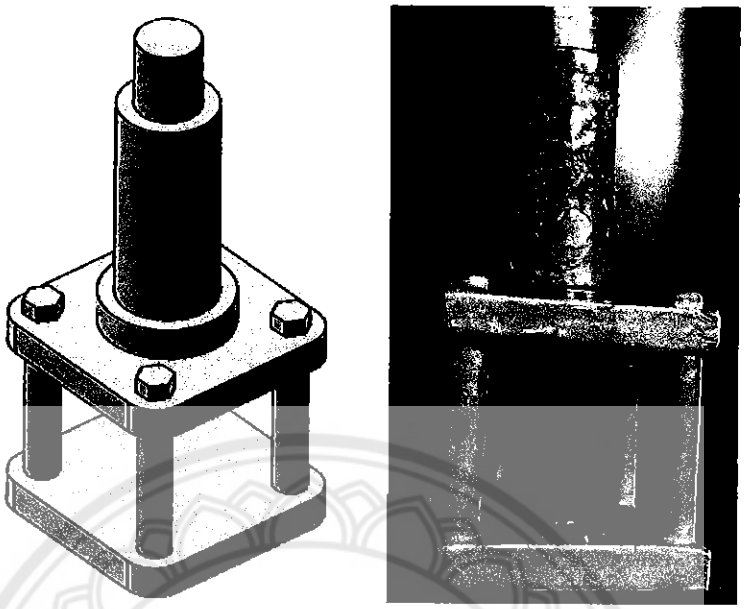
รูปภาคผนวก ก – 9 O-Ring เส้นผ่านศูนย์กลางใน 19 mm หนา 2.5 mm **จำนวน 2 ตัว**

O-Ring เส้นผ่านศูนย์กลางใน 29 mm หนา 2.5 mm จำนวน 1 **ตัว**

รูปภาคผนวก ก – 9 การออกแบบและชิ้นงานจริงลูกสูบอัด

รูปภาคผนวก ก – 10 กรองกากงาดำแบบผ้าและเหล็ก

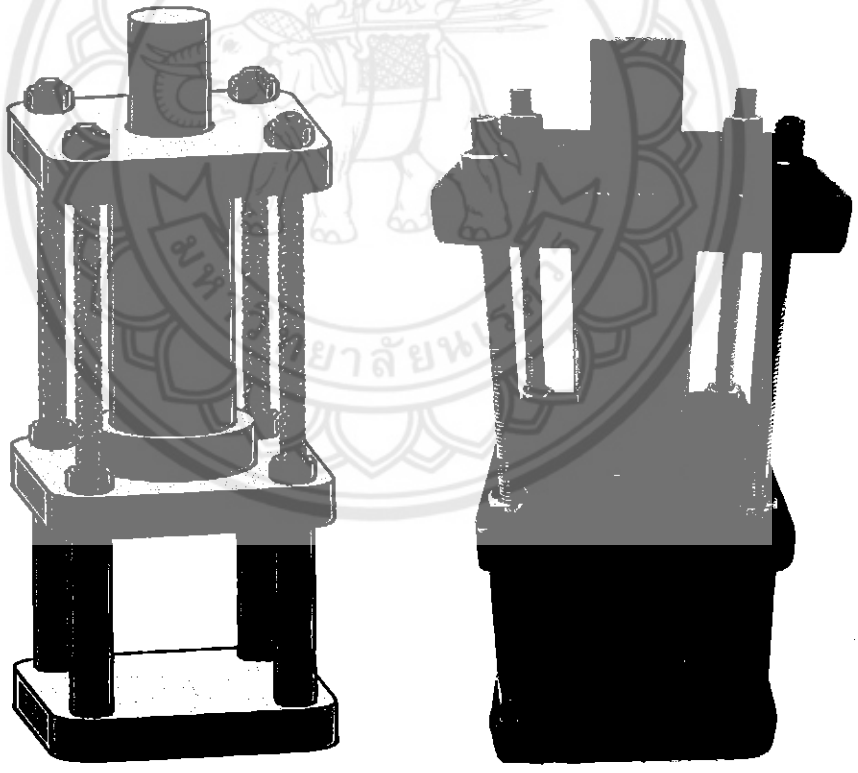
รูปภาคผนวก ก – 11 การออกแบบและชิ้นงานจริงกระบอกอัด



รูปภาคผนวก ก – 12 การออกแบบและชิ้นงานจริงเครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิก

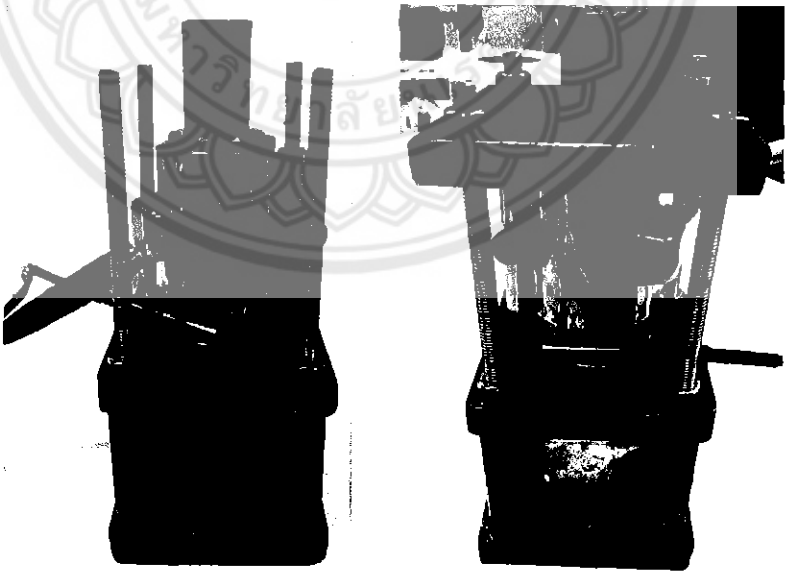
รูปภาคผนวก ก – 13 แผ่น Support กันแรงจากการสกัดน้ำมัน

รูปภาคผนวก ก – 14 bolt และNut ช่วยยึดแผ่น Support กันแรงจากการสกัดน้ำมัน

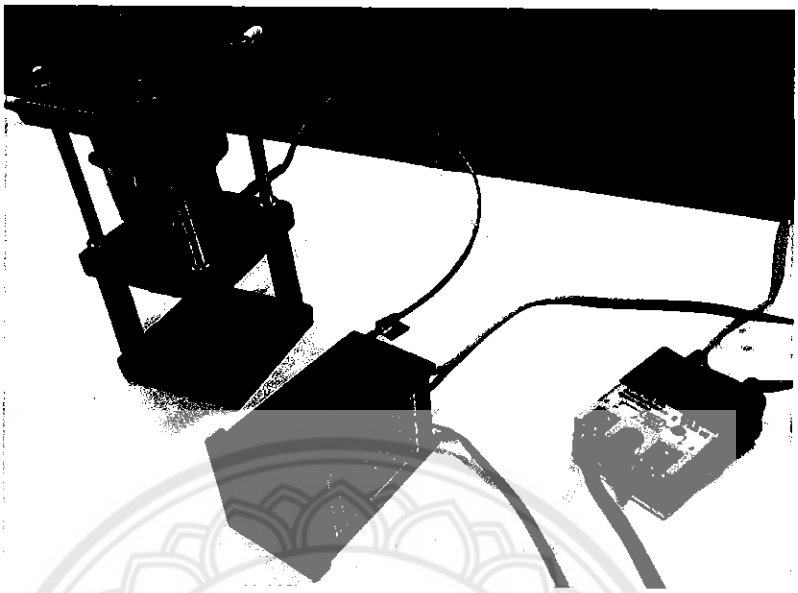


รูปภาคผนวก ก – 15 เครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิกที่ออกแบบเสร็จแล้ว

รูปภาคผนวก ก – 16 ประกอบฮีตเตอร์และเทอร์โมคับเปิ้ลที่กระบอกอัด



รูปภาคผนวก ก – 17 เครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิกที่ติดตั้งฮีตเตอร์และเทอร์โมคับเปิ้ลเสร็จเรียบร้อย

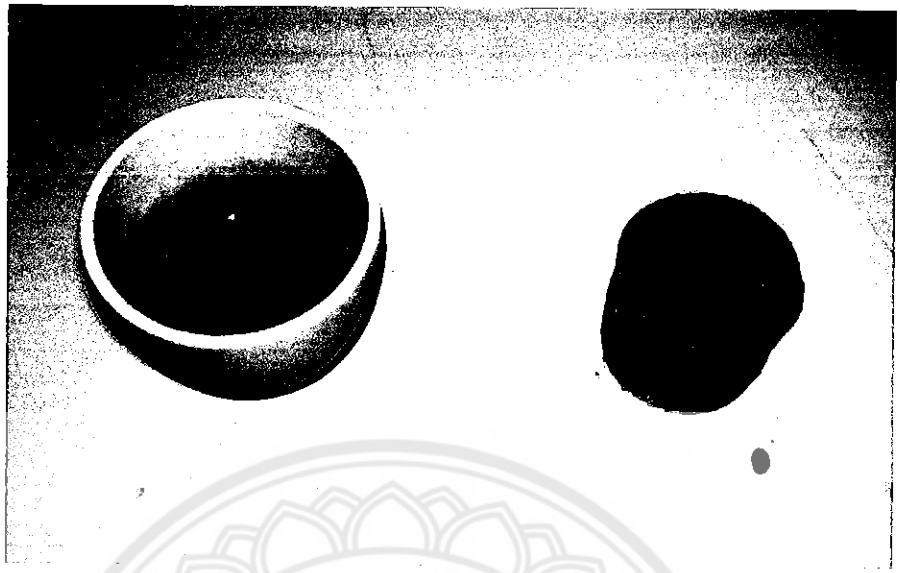


รูปภาคผนวก ก – 18 ขั้นตอนการติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิ

รูปภาคผนวก ก – 19 การจัดเก็บอุปกรณ์ชุดควบคุมอุณหภูมิ

รูปภาคผนวก ก – 20 ขั้นตอนการประกอบเข้ากับเครื่อง UTM

รูปภาคผนวก ก – 21 ขั้นตอนการศึกษาการควบคุมเครื่อง UTM ด้วยโปรแกรม Labview



รูปภาคผนวก ก – 22 น้ำมันและกากที่ได้จากการสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

ภาคผนวก ข

ผลการทดลอง

ตารางภาคผนวก ข-1 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน

ครั้งที่	มวลเมล็ด(g)	C6H14 (ml)	เวลา (hr)	ปริมาณน้ำมัน (g)	% oil	เฉลี่ย
1	30	350	5	12.08	40.27%	41.22%
2	30	350	5	12.84	42.80%	
3	30	350	5	12.18	40.60%	

ตารางภาคผนวก ข-2 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Mpa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (g)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (g)
40	20	10.00	3.14	3.09
		10.00	3.05	
		10.00	3.09	
	40	10.00	3.78	3.81
		10.00	3.82	
		10.00	3.83	
	60	10.00	4.00	3.97
		10.00	3.98	
		10.00	3.92	

ตารางภาคผนวก ข-3 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Mpa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (g)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (g)
50	20	10.00	2.94	2.88
		10.00	2.87	
		10.00	2.84	
	40	10.00	3.58	3.65
		10.00	3.63	
		10.00	3.73	
	60	10.00	3.64	3.71
		10.00	3.73	
		10.00	3.76	

ตารางภาคผนวก ข-4 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Mpa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (g)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (g)
60	20	10.00	2.56	2.60
		10.00	2.49	
		10.00	2.76	
	40	10.00	3.03	3.05
		10.00	2.97	
		10.00	3.16	
	60	10.00	3.18	3.11
		10.00	2.99	
		10.00	3.15	

ตารางภาคผนวก ข-5 แสดงประสิทธิภาพการสกัดที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Mpa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	ประสิทธิภาพ (%)	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ (%)
40	20	10.00	76.17	75.04
		10.00	73.99	
		10.00	74.96	
	40	10.00	91.70	92.43
		10.00	92.67	
		10.00	92.91	
	60	10.00	97.04	96.23
		10.00	96.55	
		10.00	95.09	

ตารางภาคผนวก ข-6 แสดงประสิทธิภาพการสกัดที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Mpa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	ประสิทธิภาพ (%)	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ (%)
50	20	10.00	71.32	69.95
		10.00	69.62	
		10.00	68.89	
	40	10.00	86.85	88.46
		10.00	88.06	
		10.00	90.49	
	60	10.00	88.30	90.00
		10.00	90.49	
		10.00	91.21	

ตารางภาคผนวก ข-7 แสดงประสิทธิภาพการสกัดเย็นที่สกัดด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Mpa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	ประสิทธิภาพ (%)	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ (%)
60	20	10.00	62.10	63.15
		10.00	60.40	
		10.00	66.95	
	40	10.00	73.50	74.07
		10.00	72.05	
		10.00	76.66	
	60	10.00	77.14	75.36
		10.00	72.53	
		10.00	76.42	

ตารางภาคผนวก ข-8 แสดงความหนาของกากที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Mpa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	ความหนากาก (mm)	ค่าเฉลี่ยความหนากาก (mm)
40	20	10.00	20.21	20.23
		10.00	20.02	
		10.00	20.46	
	40	10.00	16.31	16.27
		10.00	16.36	
		10.00	16.14	
	60	10.00	14.97	15.12
		10.00	15.16	
		10.00	15.22	

ตารางภาคผนวก ข-9 แสดงความหนาของกากที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Mpa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	ความหนากาก (mm)	ค่าเฉลี่ยความหนากาก (mm)
50	20	10.00	19.53	19.81
		10.00	19.93	
		10.00	19.96	
	40	10.00	16.42	16.27
		10.00	16.31	
		10.00	16.09	
	60	10.00	16.28	15.90
		10.00	15.87	
		10.00	15.55	

ตารางภาคผนวก ข-10 แสดงความหนาของกากที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก ที่ความดัน 20, 40, 60 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Mpa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	ความหนากาก (mm)	ค่าเฉลี่ยความหนากาก (mm)
60	20	10.00	20.58	20.37
		10.00	20.76	
		10.00	19.76	
	40	10.00	18.01	18.11
		10.00	18.07	
		10.00	18.25	
	60	10.00	17.31	17.96
		10.00	18.43	
		10.00	18.13	

ตารางภาคผนวก ข-11 แสดงค่าความชื้นของเมล็ดงาดำ

ลำดับ	น้ำหนักงาดำ (g)		น้ำหนักที่หายไป (g)	ความชื้น (%)	ความชื้นเฉลี่ย (%)
	ก่อนอบแห้ง	หลังอบแห้ง			
1	10	9.51	0.49	4.9	4.667
2	10	9.54	0.46	4.6	
3	10	9.55	0.45	4.5	

ภาคผนวก ค

การคำนวณ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

จากผลการทดลองนำปริมาณน้ำมันที่ได้มาเขียนลงตาราง

อุณหภูมิ (A)	ความดัน (B)	ผลการทดลอง ครั้งที่1	ผลการทดลอง ครั้งที่2	ผลการทดลอง ครั้งที่3	รวม
40	20	3.14	3.05	3.09	9.28
	40	3.78	3.82	3.83	11.43
	60	4	3.98	3.92	11.9
50	20	2.94	2.87	2.84	8.65
	40	3.58	3.63	3.78	10.99
	60	3.64	3.78	3.76	11.18
60	20	2.56	2.49	2.76	7.81
	40	3.03	2.97	3.16	9.16
	60	3.18	2.99	3.15	9.32
	รวม	29.85	29.58	30.29	89.72

1. หาค่า C

ค่า C = กำลังสองของผลรวมตัวแปรทุกตัว/จำนวนตัวแปรค่า

$$= \frac{89.72^2}{27}$$

$$= 298.136237$$

2. หาค่า SS ของ Total Replication และ Treatment

Total SS = ผลรวมกำลังสองของตัวแปรแต่ละตัว – C

$$= (3.14)^2 + (3.05)^2 + (3.09)^2 + \ldots + (3.15)^2 - C$$

$$= 303.7038 - 298.136237$$

= 5.567563

Replication SS = [(ผลรวมกำลังสองของแต่ละซ้ำ)/ (จำนวนตัวแปรที่ 1 จำนวนตัวแปรที่ 2)] - C

$$= \frac{(29.85)^2+(29.58)^2+(30.29)^2}{3\times3} - 298.136237$$

= 0.02854

Treatment SS = [(ผลรวมกำลังสองของผลรวมของซ้ำที่ระดับตัวแปร *A* และตัวแปร *B* เดียวกัน)/ จำนวนซ้ำ] - C

$$= \frac{(9.28)^2+(11.43)^2+(11.9)^2+\ldots+(9.32)^2}{3} - 298.136237$$

= 5.44123

1.จัดตารางแสดงปฏิกิริยาร่วมระหว่างอุณหภูมิและความดัน (ตัวแปร A x ตัวแปร B)

อุณหภูมิ (A)	ความดัน (B)			
	20	40	60	รวม
40	9.28	11.43	11.9	32.61
50	8.65	10.99	11.18	30.82
60	7.81	9.16	9.32	26.29
รวม	25.74	31.58	32.4	89.72

1. จากตาราง หาค่า SS ปัจจัย ตัวแปร A, ตัวแปร B, ตัวแปร A x ตัวแปร B, และ error

ASS = [(ผลรวมกำลังสองของผลรวมซ้ำ และตัวแปร B ที่ระดับตัวแปร A เดียวกัน)/(จำนวนซ้ำ × จำนวนตัวแปร B)] - C

$$= \frac{(32.61)^2+(30.82)^2+(26.29)^2}{3\times3} - 298.136237$$

= 2.35805

BSS =[(ผลรวมกำลังสองของผลรวมซ้ำ และตัวแปร B ที่ระดับตัวแปร A เดียวกัน)/(จำนวนซ้ำ × จำนวนตัวแปร B)] - C

$$= \frac{(25.74)^2 + (31.58)^2 + (32.4)^2}{3 \times 3} - 298.136237$$

= 2.93087

A x BSS = treatment SS - (ASS + BSS)

= 5.44123 – (2.35805+2.93087)

= 0.15231

Error SS = Total SS - (Rep SS + ASS + BSS + ABSS)

= 5.567563 - (0.02854+2.35805+2.93087+0.15231)

= 0.097793

2. จัดทำตาราง ANOVA โดยใช้ข้อมูลที่คำนวณได้

SOV	df	SS	MS	F		
				Calculate	Table	
					0.05	0.01
Replication	2	0.02854	0.01427	2.335	3.63	6.23
Factor A (อุณหภูมิ)	2	2.35805	1.179025	192.901	3.63	6.23
Factor B (ความดัน)	2	2.93087	1.465435	239.761	3.63	6.23
Interaction AxB (อุณหภูมิและความดัน)	4	0.15231	0.0380775	6.229	3.01	4.77
Error	16	0.097793	0.0061120625			
Total	26	5.567563				

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – สกุล : นายธนพล เจริญศรี

วัน เดือน ปี เกิด : 30 สิงหาคม พ.ศ. 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน : 152/18 หมู่ 7 ตำบลแก่งโสภา อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก 65220

ประวัติการศึกษา

2559 : วศ.บ.(วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยนเรศวร

2555 : มัธยมศึกษา โรงเรียน วังทองพิทยาคม

ชื่อ – สกุล : นายนพพล อมรพิศาล

วัน เดือน ปี เกิด : 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน : 51/3 หมู่ 11 ตำบลหัวดง อำเภอเก้าเลี้ยว จังหวัดนครสวรรค์ 60230

ประวัติการศึกษา

2559 : วศ.บ.(วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยนเรศวร

2555 : มัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชูทิ มัชฌิม

ชื่อ – สกุล : นายนฤดล อนุชิต

วัน เดือน ปี เกิด : 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน : 45 หมู่ 7 ตำบลตลุกดู่ อำเภอทัพทัน จังหวัดอุทัยธานี 61120

ประวัติการศึกษา

2559 : วศ.บ.(วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยนเรศวร

2555 : มัธยมศึกษา โรงเรียน ตลุกดู่วิทยาคม