อิทธิพลของการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟต่อการผลิตน้ำมันงาขาวสกัดเย็นโดยใช้กระบอกไฮดรอลิก

THE EFFECT OF MICROWAVE PRETREATMENT ON YIELD OF HYDRAULIC COLD PRESSED WHITE SESAME OIL

นายจิรกิตติ์ ธรรมลิขิต รหัส 58362070

นายไชยกร รูปสม รหัส 58362193

นายศุภกิจ พิมพ์ไกร รหัส 58362827

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2561

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน อิทธิพลของการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟต่อการผลิตน้ำมันงาขาวสกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก

ผู้ดำเนินโครงงาน นายจิรกิตติ์ ธรรมลิขิต รหัส 58362070
นายไชยกร รูปสม รหัส 58362193
นายศุภกิจ พิมพ์ไกร รหัส 58362827

ที่ปรึกษาโครงงาน รศ.ดร.ปฐมศก วิไลพล

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2561

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

.....ที่ปรึกษา**โครงงาน**

(รศ.ดร.ปฐมศก วิไลพล)

.....กรรมการ

(รศ.ดร.ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์)

.....กรรมการ

(ผศ.นพรัตน์ สีหะวงษ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน อิทธิพลของการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟต่อการผลิตน้ำมันงาขาวสกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก

ผู้ดำเนินโครงงาน นายจิรกิตติ์ ธรรมลิขิต รหัส 56382070
นายไชยกร รูปสม รหัส 56382193
นายศุภกิจ พิมพ์ไกร รหัส 56382827

ที่ปรึกษาโครงงาน รศ.ดร.ปฐมศก วิไลพล

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2561

.....

บทคัดย่อ

น้ำมันงาขาวเป็นน้ำมันธรรมชาติที่อยู่ในเมล็ดงาขาว และมีคุณค่าสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายอย่าง จึงนิยมใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง การบริโภคโดยตรง รวมไปถึงการใช้ในการแพทย์ต่าง ๆ เนื่องจากอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการจะสกัดนั้นไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส สารอาหาร และวิตามินต่าง ๆ ไม่ถูกทำลาย สำหรับการทดลองครั้งแรกจะสกัดน้ำมันโดยไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ จะใช้กระบอกอัดไฮดรอลิกเป็นเครื่องมือในการสกัดเย็นน้ำมันงาขาว และใช้เครื่อง UTM ที่ติดตั้งโหลดเซลล์ไว้ เป็นตัวส่งกำลังแรงกดลงไปยังกระบอกอัด ในการทดลองครั้งที่สองจะใช้ไมโครเวฟเป็นตัวกระตุ้นเมล็ดงาขาวก่อนที่ทำการทดลอง โดยจะสกัดที่กำลังไฟ 400, 600และ 800 วัตต์ เป็นเวลา 5 นาที และกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 3 และ7 นาที ซึ่งในการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ จะใช้ตัวความดันที่ 14, 21 และ28 เมกะปาสคาล และตัวแปรอุณหภูมิที่ 30, 45 และ60 องศาเซลเซียส ใช้เมล็ดงาขาวจำนวน 50 กรัมสำหรับการอัดแต่ละครั้ง และอัดค้างไว้ 10 นาที เมื่อความดันถึงค่าที่กำหนด จากนั้นบันทึกผลการทดลอง ผลจากการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ทางสถิติ พบว่า อุณหภูมิและความดันส่งผลต่ออัตราการผลิตน้ำมัน ซึ่งเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของความดันในการทดลองจะส่งผลให้ปริมาณน้ำมันงาขาวที่ได้เพิ่มมากขึ้น แต่จะมีความดันในบางระดับที่ได้ปริมาณน้ำมันที่น้อยลง โดยการสกัดน้ำมันด้วยกระบอกไฮดรอลิกจะได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 22.21 เปอร์เซ็นต์โดยมวล ที่ความดัน 28 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่กำลังไฟ 400 วัตต์ 5 นาที และปริมาณน้ำมันเฉลี่ยที่น้อยที่สุดเท่ากับ 13.68 เปอร์เซ็นต์โดยมวล ที่ความดัน 14 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่กำลังไฟ 800 วัตต์ เวลา 7นาที

Project Title The effect of microwave pretreatment on yield of hydraulic cold pressed white sesame oil

Name Mr. Jirakit Thammalikit ID 58362070
Mr. Chaiyakorn Rupsom ID 58362193
Mr. Supakit Pimkari ID 58362827

Project Advisor Assoc. Prof. Dr. Patomsok Wilaipon

Major Mechanical Engineering

Department Mechanical Engineering

Academic year 2019

.....

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 is used for transmission of pressure into the cylinder. In the second trial to use the microwave as a stimulant of the White Sesame Seeds before test. By will power extraction 400 600 800 watts for 5 minutes and the power of 800 watts for 3 and 7 minutes. In studying the influence of various variables, the pressure of 14, 21 and 28 MPa is used. The variable temperature, 30, 45 and 60 Degrees Celsius. Use the white sesame seeds, number 50 g for each compression and compression and hold 10 minutes. When the pressure reaches the set value, and then record the results of the experiment. Results from the study of the influence of various statistical variables. Found that the temperature and pressure affect the rate of oil production, which is an increase of pressure in the trials will result in a quantity of white sesame oil. But there will be some level of pressure that can get less oil by extracting oil with a hydraulic cylinder, the average amount of oil is 22.21 percent by mass. At a pressure of 28 MPa at a temperature of 60 degrees Celsius at a power of 400 watts 5 minutes and the minimum average oil volume is 13.68 percent by mass at a pressure of 14 MPa at a temperature of 45 degrees Celsius at 800 watts of power at a time of 7 minute.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือในด้านคำแนะนำในการทำโครงงาน จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ปฐมศก วิไลพล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานคณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์นพรัตน์ สีหะวงษ์ และรองศาสตราจารย์ดร.ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์ ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษา เพื่อให้โครงงานนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณฝ่ายเลขานุการ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรมมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงงาน

ขอขอบพระคุณนาย ชัชชัย อินเขียน ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษา เพื่อให้โครงงานนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ทดสอบ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองโครงงาน

สุดท้ายนี้ ผู้ดำเนินงานขอมอบคุณความดีที่เกิดขึ้นจากโครงงานนี้ แด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำให้โครงงานนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากโครงงานนี้ ผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้ ด้วย

ผู้ดำเนินโครงงาน
นายจิรกิตติ์ ธรรมลิขิต
นายไชยกร รูปสม
นายศุภกิจ พิมพ์ไกร

20 เมษายน 2562

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูปภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 3

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

1.6 แผนการดำเนินงาน 4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 5

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับงาขาว 5

2.2 ระบบไฮดรอลิก 6

2.3 การสกัดน้ำมัน 7

2.4 การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ (Microwave pretreatment) 9

2.5 เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ UNIVERSAL TESTING MACHINE (UTM) 10

2.6 วรรณกรรมปริทรรศน์ 11

บทที่ 3 อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง 16

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง 16

3.2 กระบวนการสกัดน้ำมันด้วยเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก 27

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก 28

3.4 ขั้นตอนการทำไมโครเวฟแบบฟูลอิดไดร์ 29

3.5 วิธีการทดลอง 29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล..... 31

4.1 อิทธิพลของความดัน และอุณหภูมิ ต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาขาว สกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก 31

4.2 อิทธิพลของเวลา และกำลังไฟ ต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาขาว สกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก โดยมีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ..... 34

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 40

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 40

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ..... 41

เอกสารอ้างอิง..... 42

ภาคผนวก ก รูปขั้นตอนการทำเครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิก และการสกัดน้ำมัน..... 44

ภาคผนวก ข ขั้นตอนการทำไมโครเวฟ..... 52

ภาคผนวก ค ผลการทดลอง..... 56

ประวัติผู้จัดทำ..... 66

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 4
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของโซลิดสเตตรีเลย์ 25A SSR-25 DA..... 18
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของกล่องควบคุมอุณหภูมิ REX-C100FK02-V*AN..... 19
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของเครื่องทดสอบแรงดึง แรงกด ยี่ห้อ BPS INSTRUMENT รุ่น BA-25..... 23
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของไมโครเวฟ ยี่ห้อ SHARP รุ่น R-220..... 25
ตารางภาคผนวก ค1 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกโดยไม่มีการกระตุ้น ที่ความดัน 14, 21และ28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 57
ตารางภาคผนวก ค2 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกโดยไม่มีการกระตุ้น ที่ความดัน 14, 21และ28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส..... 57
ตารางภาคผนวก ค3 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกโดยไม่มีการกระตุ้น ที่ความดัน 14, 21และ28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส..... 58
ตารางภาคผนวก ค4 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 3 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 58
ตารางภาคผนวก ค5 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกการที่มีกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 3 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส..... 59
ตารางภาคผนวก ค6 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกการที่มีกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 3 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส..... 59
ตารางภาคผนวก ค7 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 400 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 60
ตารางภาคผนวก ค8 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 400 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส..... 60
ตารางภาคผนวก ค9 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 400 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส..... 61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ตารางภาคผนวก ค10 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 600 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 61

ตารางภาคผนวก ค11 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 600 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส..... 62

ตารางภาคผนวก ค12 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 600 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส..... 62

ตารางภาคผนวก ค13 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 63

ตารางภาคผนวก ค14 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส..... 63

ตารางภาคผนวก ค15 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส..... 64

ตารางภาคผนวก ค16 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 7 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 64

ตารางภาคผนวก ค17 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 7 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส..... 65

ตารางภาคผนวก ค18 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 7 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส..... 65

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ของระบบไฮดรอลิก..... 6

รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Hydraulic Cylinder)..... 7

รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงมุมหรือหมุน (Hydraulic Motor)..... 8

รูปที่ 2.4 เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ UNIVERSAL TESTING MACHINE (UTM)..... 11

รูปที่ 3.1 ฮีตเตอร์ (Heater) 17

รูปที่ 3.2 เครื่องชั่งดิจิตอลพร้อมจอแสดงผล..... 17

รูปที่ 3.3 โซลิดสเตตรีเลย์..... 18

รูปที่ 3.4 กล่องควบคุมอุณหภูมิ..... 19

รูปที่ 3.5 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล..... 20

รูปที่ 3.6 เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM)..... 21

รูปที่ 3.7 หัวกดเครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM)..... 22

รูปที่ 3.8 โปรแกรม DOLI Test & Motion เครื่องทดสอบแรงกด (Universal Testing Machine, UTM)..... 22

รูปที่ 3.9 ปั๊มลม (blower)..... 24

รูปที่ 3.10 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)..... 24

รูปที่ 3.11 ไมโครเวฟ..... 25

รูปที่ 3.12 กล่องพลาสติก..... 26

รูปที่ 3.13 กระบอกอัดไฮดรอลิก..... 26

รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการสร้างเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก..... 28

รูปที่ 3.15 fluidized drying..... 29

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงอิทธิพลของความดันในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลังไฟ 800 วัตต์ และเวลาในการกระตุ้น ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 30 องศาเซลเซียส..... 31

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงอิทธิพลของความดันในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลังไฟ 800 วัตต์ และเวลาในการกระตุ้น ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 45 องศาเซลเซียส..... 32

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงอิทธิพลของความดันในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลังไฟ 800 วัตต์ และเวลาในการกระตุ้น ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 60 องศาเซลเซียส..... 33

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงอิทธิพลของเวลาในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 30 องศาเซลเซียส.. 34
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงอิทธิพลของเวลาในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 45 องศาเซลเซียส.. 35
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงอิทธิพลของเวลาในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 60 องศาเซลเซียส.. 36
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงอิทธิพลของกำลังไฟในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 5นาที และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 30 องศาเซลเซียส. 37
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงอิทธิพลของกำลังไฟในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 5นาที และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 45 องศาเซลเซียส.. 38
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงอิทธิพลของกำลังไฟในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 5นาที และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 60 องศาเซลเซียส.. 39
รูปภาคผนวก ก1 เครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก..... 45
รูปภาคผนวก ก2 การออกแบบและชิ้นงานจริงฐานรองชุดขาตั้ง..... 45
รูปภาคผนวก ก3 การออกแบบและชิ้นงานจริงขาตั้ง Support..... 46
รูปภาคผนวก ก4 การออกแบบและชิ้นงานจริง Support..... 46
รูปภาคผนวก ก5 การออกแบบและชิ้นงานจริงฝาปิดกระบอกพร้อมเจาะรู..... 47
รูปภาคผนวก ก6 O-Ring 47
รูปภาคผนวก ก7 การออกแบบและชิ้นงานจริงลูกสูบอัด..... 48
รูปภาคผนวก ก8 การออกแบบและชิ้นงานจริงกระบอกอัด..... 48
รูปภาคผนวก ก9 bolt ช่วยยึดแผ่น Support กันแรงจากการสกัดน้ำมัน..... 49
รูปภาคผนวก ก10 เครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิกที่ออกแบบเสร็จแล้ว..... 49
รูปภาคผนวก ก11 เครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิกที่ติดตั้งฮีตเตอร์และเทอร์โมคัปเปิลเสร็จเรียบร้อย..... 50
รูปภาคผนวก ก12 ขั้นตอนการติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิ..... 50
รูปภาคผนวก ก13 ขั้นตอนการตั้งค่าแรงอัดและความเร็วในการอัด..... 51
รูปภาคผนวก ก14 น้ำมันและกากที่ได้จากการสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก..... 51
รูปภาคผนวก ข1 เจาะรูไมโครเวฟ..... 53
รูปภาคผนวก ข2 ขั้นตอนการทำท่อระบายความร้อน..... 53
รูปภาคผนวก ข3 ขั้นตอนการทำท่อส่งลมจากโบลเวอร์..... 54

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า
รูปภาคผนวก ข4 ขั้นตอนการทำท่อกันรังสีไมโครเวฟ..... 54
รูปภาคผนวก ข5 ขั้นตอนการทำ..... 55
รูปภาคผนวก ข6 ขั้นตอนการประกอบไมโครเวฟ..... 55

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

งา เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เป็นพืชที่ปลูกง่ายใช้การลงทุนในการปลูกน้อยสามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีปลูกได้ทั้งก่อนและหลังการปลูกข้าวหรือพืชไร่หลัก สามารถสร้างเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกรงาจัดเป็นธัญพืชขนาดเล็กที่นิยมใช้สกัดน้ำมันสำหรับประโยชน์ในหลายด้าน อาทิ น้ำมันประกอบอาหาร และส่วนผสมในอาหาร น้ำมันสำหรับผลิตยา เครื่องสำอางและใช้ในอุตสาหกรรม เนื่องจาก น้ำมันที่สกัดได้มีกลิ่นหอม และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง

งาเป็นพืชล้มลุก ที่มีเมล็ดขนาดเล็ก มีทั้งสีขาว สีดำ และสีแดง มีการเพาะปลูกกันเป็นอย่างมาก งาสามารถนำมาทำเป็นเครื่องเทศ และยังสามารถที่จะนำเอามากลั่นเป็นน้ำมันได้ กลิ่นและรสของเมล็ดงาคล้ายกับถั่ว ต้นงานั้นมีความสูงระหว่าง 0.5-2.5 เมตร ขึ้นกับสภาพที่ปลูก เมล็ดงานั้นยาวราว ๆ 3 มิลลิเมตร เมื่อแห้ง เปลือกเมล็ดจะเปิดอ้า และเมล็ดจะหลุดออกมา การเก็บงาจึงต้องอาศัยแรงงานคนเพื่อไม่ให้เมล็ดงาร่วงหล่น แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาพันธุ์ไม่ให้เมล็ดแตกกระจาย ทำให้สามารถเก็บด้วยเครื่องจักร น้ำมันงานั้นต่อต้านการเกิดออกซิไดซ์ได้ดี มีการใช้ในอาหารพวกสลัด หรือเป็นน้ำมันปรุงอาหาร และมากการีน เพราะว่าน้ำมันของงานั้นเป็นน้ำมันเพื่อสุขภาพ ไม่มีผลเสียต่อร่างกายและยังนำมาใช้ในการผลิตสบู่ ยา และน้ำมันหล่อลื่น และยังเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางบางชนิด ในปัจจุบันงาส่วนใหญ่นั่นจะสามารถพบได้ในพื้นที่เขตร้อน และกึ่งร้อนของทางใต้ในทุกเขตทั่วโลกเป็นพื้นที่ที่ทำให้ปลูกงาได้ง่าย และยังให้ผลผลิตที่ดี

เมล็ดงาขาวมีน้ำมัน 44-58% โปรตีน 18-25% ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีคุณค่าทางโภชนาการเช่นเดียวกับถั่วเหลืองคาร์โบไฮเดรตประมาณ ที่13.5% และเถ้า 5% น้ำมันงาประมาณ 50% จะเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวอยู่ 35% และอีก 44% นั้นจะเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว ขณะที่ 45% ของกากงาจะประกอบไปด้วยโปรตีน 20% ส่วนองค์ประกอบทางเคมีที่มีในเมล็ดงาขาวนั้นก็มีเช่นเดียวกับงาดำ ได้แก่ กรดไขมัน เช่น oleic acid, linoleic acid, palmitic acid, stearic acid, สารกลุ่ม lignin, ชื่อ sesame l, d-sesamin, sesamolin, สารอื่น ๆเช่น sitosterol เป็นต้น [9]

หลักการให้ความร้อน การประกอบอาหารด้วยเตาไมโครเวฟนี้ แตกต่างจากการประกอบอาหารด้วยเตาอบธรรมดา คือ เตาอบธรรมดาให้พลังงานความร้อนโดยเปลวไฟแบบเตาอบแก๊สหรือความร้อนจากขดลวดไฟฟ้า ซึ่งจะทำ ให้อาหารสุกโดยการถ่ายเทความร้อน คือการนำ การพาและการแผ่รังสี แต่เตาไมโครเวฟทำให้อาหารสุก โดยคลื่นไมโครเวฟ ที่มีความถี่สูง ทำให้โมเลกุลของน้ำในอาหารเกิดการสั่นสะเทือนและชนโมเลกุลอื่น ๆต่อ ไปจนเกิดเป็นพลังงานจลน์และพลังงานจลน์นี้เองจะกลายสภาพเป็นพลังงานความร้อน จึงทำให้อาหารสุก อย่างรวดเร็วและเร็วกว่าการประกอบอาหารด้วยระบบอื่น ๆโดยไม่เสียพลังงานความร้อน [19]

จากการศึกษาเพิ่มเติมงาขาวมีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ ได้แก่ พลังงาน 697 กิโลแคลอรี น้ำ 3.0 กรัม โปรตีน 26.1 กรัม ไขมัน 64.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 64.2 กรัม และแคลเซียม 90 มิลลิกรัม ซึ่งสารอาหารเหล่านี้ล้วนดีต่อสุขภาพร่างกายทั้งสิ้น เมล็ดงาก็มีคุณสมบัติเป็นยาระบายได้ดี หากกินงาในปริมาณมากกว่าที่แนะนำต่อวัน อาจทำให้เกิดอาการถ่ายท้องมากหรืออาการท้องร่วง [6]

กระบวนการผลิตน้ำมันโดยทั่วไปสามารถทำได้ 2 วิธีการหลัก คือ การสกัดเชิงกล (mechanical extraction) โดยใช้แรงเชิงกลในการบีบอัดเมล็ดพืช ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือการสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลาย (solvent extraction) ส่วนมากสารทำละลายที่ใช้นั่นคือ เฮกเซน (n-hexane) เป็นการสกัดที่เหมาะสำหรับการผลิตน้ำมันพืช มากกว่าการสกัดเชิงกล แต่ในด้านประสิทธิภาพการสกัดเชิงกลนั้นมีคุณภาพที่ดีกว่า น้ำมันที่ได้จะบริสุทธิ์ไม่มีสารปนเปื้อน

พบว่าในเมล็ดงานั้นค่อนข้างที่จะมีน้ำมันสูง ถ้าใช้วิธีการบีบอัดแบบเย็นจะได้น้ำมันในปริมาณน้อย ส่วนการบีบอัดแบบร้อนนั้น จะได้น้ำมันในปริมาณที่มาก จึงสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ แต่คุณภาพของน้ำมันก็จะมีค่าที่ลดลงตามไปด้วย

คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของงา ที่สามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลาย โดยทางคณะผู้จัดทำสนใจ คือ การสกัดเย็นน้ำมันงาขาว เนื่องจากการสกัดเย็นจะทำให้น้ำมันงาขาวมีคุณภาพสูงและสามารถนำไปใช้ได้เลยเมื่อสกัดเสร็จ แล้วยังสามารถนำกากของงาที่ได้จากการสกัดนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์เพื่อให้สารอาหารได้ทั้งคนและสัตว์เลี้ยง หรือนำมาแปรรูปต่อในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่งาขาวอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการหรือกระบวนการสกัดน้ำมันจากงาขาว

1.2.2 ศึกษาอิทธิพลของการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ ต่อการผลิตน้ำมันงาขาว สกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากระบอกอัดน้ำมันให้สมบูรณ์แบบ

1.3.2 ได้ทราบถึงความสัมพันธ์อิทธิพลของการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ ต่อการผลิตน้ำมันงาขาวจากการสกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองคือ งาขาวที่ใช้ในการทดลองเป็นงาขาวที่สามารถหาซื้อได้จากท้องตลาด

1.4.2 ความดันที่ใช้ในกระบวนการอัด 3 ระดับ คือ 14, 21 และ 28 เมกะปาสคาล

1.4.3 กระบวนการสกัดเย็นมีอุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 องศาเซลเซียส ก่อนสกัดจำเป็นต้องให้ความร้อนก่อน 10 นาที ก่อนทุกการทดลอง

1.4.4 กำลังไฟฟ้าของไมโครเวฟที่ใช้ในการกระตุ้น 3 ระดับ คือ 400, 600 และ 800 วัตต์

1.4.5 เวลาที่ใช้ทดลองของเครื่องอัดไฮดรอลิก อัดค้างไว้ 10 นาที

1.4.6 ทดลองเพื่อหาน้ำหนักของกากงาและปริมาณของน้ำมันงาที่สกัดได้

1.4.7 เป็นการสกัดน้ำมันในระดับห้องปฏิบัติการ

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงาขาว ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการสกัดเย็นด้วยกระบอกอัด ไฮดรอลิก และการออกแบบสร้างเครื่องอัดไฮดรอลิก

1.5.2 เลือกตัวแปรที่จะทำการทดลองที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ออกมา

1.5.3 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและออกแบบการทดลอง

1.5.4 ดำเนินการทดลอง

1.5.5 นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์

1.5.6 จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	2561				2562			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงาขาว และทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการสกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิก								
2.เลือกตัวแปรที่จะทำการทดลองที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ออกมา								
3.ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและออกแบบการทดลอง								
4.ดำเนินการทดลอง								
5.นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์								
6.จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์								

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับงาขาว

2.1.1 ลักษณะของเมล็ดงาขาว

งาขาว เป็นพืชล้มลุกมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและทวีปแอฟริกา มีปลูกกันในเขตร้อนหลายประเทศทั่วโลก ปลูกในประเทศไทยมีปลูกหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์เมืองเลย พันธุ์เชียงใหม่ พันธุ์ชัยบาดาลหรือสมอทอด พันธุ์ร้อยเอ็ด และอีกมากมาย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ งาขาวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ (Sesamum indicum L.) และจัดอยู่ในวงศ์ของ พีดาเลียซีอี (Pedaliaceae) มีชื่อสามัญเรียกว่า ซีซามี (Sesame)

ลำต้น เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก มีอายุสั้นเพียงฤดูเดียว ลำต้นตั้งตรง สูงประมาณ 50-150 เซนติเมตร จะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม มีเปลือกที่บาง ลำต้นปกคลุมไปด้วยขนหยาบๆ ต้นมีสีเขียวเข้ม

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้ามสลับกัน ใบมีลักษณะยาวรี ขอบใบหยัก มีเส้นกลางใบตามยาว มีขนเล็กๆปกคลุม มีสีเขียว

ราก เป็นระบบรากแก้ว มีรากฝอยรากแขนงเล็กๆ ออกบริเวณรอบๆ ลำต้น มีสีน้ำตาล

ดอก ออกเป็นดอกเดี่ยว ออกที่ซอกใบและปลายยอด ก้านช่อดอกสั้น ดอกมีลักษณะทรงรีทรงกรวยเล็กๆ มีสีขาว หรือสีชมพู ตามสายพันธุ์

ผล เป็นฝัก มีลักษณะทรงกรวย ยาวรี มีร่องเป็นรอยเส้นยาว มีอยู่ 4 พู ฝักอ่อนมีเปลือกสีเขียว ผลแห้งแตกออกได้ มีสีน้ำตาล มีเมล็ดเล็กๆ เรียงอยู่ข้างในพู

เมล็ด ลักษณะแบนรี รูปไข่ มีขนาดเล็กๆ ผิวลื่นมัน มีน้ำมันมีกลิ่นหอม เมล็ดมีสีขาวนวล

งาขาวมีประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการสูง ทั่วไปน้ำมันงาประกอบด้วยกรดโอเลอิคประมาณร้อยละ 37-50 กรดลิโนเลอิคประมาณร้อยละ 35-47 กรดไขมันอิ่มตัวประมาณร้อยละ 12-15 โดยจะประกอบด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญมากชนิดหนึ่ง คือ กรดอะมิโนเมทไธโอนีน (Amino Methionine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ ต้องอาศัยการบริโภคจากอาหาร

ในแต่ละวัน โดยสารพวกนี้จะมีส่วนช่วยในเรื่องของการชะลอความแก่ ต้านการเกิดโรคมะเร็ง บำรุงระบบประสาท รวมทั้งต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย และงายังอุดมไปด้วยวิตามินบี1 บี2 บี5 บี6 บี9 และวิตามินเอ นอกจากนั้นยังพบสารชนิดอื่นเช่น โคลีน ไบโอดิน ไอโนนิตอล [6]

2.1.2 น้ำมันงา

น้ำมันงามี 2 ชนิด คือ น้ำมันงาที่สกัดจากเมล็ดงาที่คั่วแล้ว น้ำมันงาที่สกัดจากเมล็ดงาสด โดยน้ำมันงาที่สกัดจากเมล็ดงาที่คั่วแล้ว จะสังเกตได้จากสีของน้ำมันงาที่มีลักษณะสีน้ำตาลใส มีกลิ่นหอม ส่วนน้ำมันงาที่สกัดจากเมล็ดงาสด น้ำมันที่ได้จะมีเหลืองใสคล้ายกับน้ำมันพืชชนิดอื่น โดยมีสรรพคุณมากกว่าน้ำมันงาที่ได้จากเมล็ดคั่ว แต่จะไม่มีกลิ่นหอมเหมือนกับน้ำมันงาที่สกัดจากเมล็ดงาที่คั่วแล้ว [10]

2.2 ระบบไฮดรอลิก

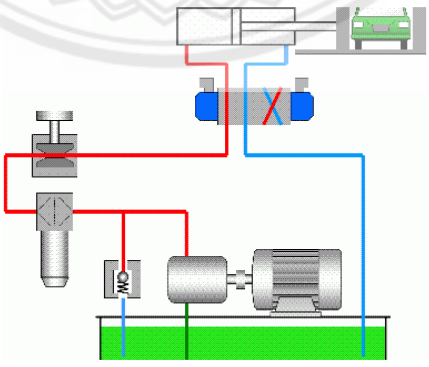
ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) เป็นระบบที่มีการส่งถ่ายพลังงานของของไหลที่เป็นตัวขับเคลื่อนในการทำงานในรูปแบบของอัตราการไหลและความดัน โดยเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ผ่านตัวกระทำ เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ไฮดรอลิก ในอุตสาหกรรมและงานก่อสร้างต่าง ๆ นิยมใช้ น้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic Oil) เป็นตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน ระบบไฮดรอลิก มีส่วนสำคัญหลักๆ 3 ส่วน คือ แหล่งจ่ายพลังงาน ระบบควบคุมการทำงาน และอุปกรณ์ทำงาน [17]

2.2.1 แหล่งจ่ายพลังงาน

ทำหน้าที่ส่งถ่ายพลังงานน้ำมันเข้าสู่ระบบ โดยมีมอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์เป็นตัวขับ (Drive) ทำให้ปั๊มไฮดรอลิกหมุน เพื่อที่จะดูดน้ำมันจากถังพักเข้ามาในตัวเสื้อของปั๊ม แล้วส่งออกไปสู่ระบบไฮดรอลิก

2.2.2 ระบบควบคุมการทำงาน

เป็นระบบที่ใช้ควบคุมการทำงานของกระบอกไฮดรอลิก จะมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ ควบคุมทิศทางการไหลของน้ำมันไฮดรอลิก ควบคุมความดันของน้ำมันไฮดรอลิกในระบบ และควบคุมปริมาณของไหล



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ของระบบไฮดรอลิก
ที่มา http://www.moro.co.th/ สืบค้นเมื่อ 5/11/2561

2.2.2.1 ปั๊มไฮดรอลิก

คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากการหมุนซึ่งขับโดยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแรงดันน้ำมันไฮดรอลิกเข้าสู่วงจรไฮดรอลิก

2.2.2.2 วาล์วไฮดรอลิกหรืออุปกรณ์สำหรับควบคุมแรงดัน

กระบอกไฮดรอลิกนั้นเราสามารถที่จะแบ่งได้เป็นสองประเภทตามทิศทางของแรงที่กระทำบนลูกสูบคือ Single Acting Cylinder เป็นกระบอกสูบไฮดรอลิกชนิดนี้มีรูทางเข้าและทางออกของน้ำมันไฮดรอลิกมีเพียงรูเดียว และ Double Acting Cylinder ลูกสูบชนิดนี้จะมีรูเข้าออกของน้ำมันไฮดรอลิกสองทางหรือทั้งสองด้านของลูกสูบ

2.2.2.3 ไฮดรอลิกมอเตอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกไปเป็นการหมุน ส่วนโครงสร้างภายในจะเหมือนกันกับปั๊มไฮดรอลิก ในการทำงานจะเปลี่ยนจากแรงดันให้เป็นพลังงานกล

2.2.2.4 ท่อไฮดรอลิก

จะคอยส่งผ่านน้ำมันไฮดรอลิกไปยังอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ ได้ทำงานในระบบ

2.2.2.5 ถังน้ำมันไฮดรอลิก

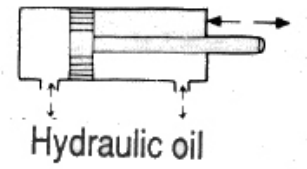
มีหน้าที่ในการกักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกเพื่อที่จะใช้หมุนเวียนในระบบ สามารถที่จะกำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำมันได้ และยังระบายความร้อนให้กับน้ำมันไฮดรอลิกได้อีกด้วย

2.2.2.6 น้ำมันไฮดรอลิก

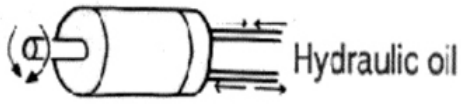
ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดแรงอัดไปยังส่วนต่าง ๆ ของระบบไฮดรอลิก หล่อลื่นปั๊มและแบริ่ง ตลอดจนทำหน้าที่เป็นซีล และช่วยระบายความร้อน

2.2.3 อุปกรณ์ทำงาน

ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานจากพลังงานไฮดรอลิกเป็นพลังงานกล เพื่อกระทำต่อภาวะโหลด โดยการใช้กระบอกสูบ เพื่อส่งถ่ายพลังงานในแนวเส้นตรง หรือใช้มอเตอร์ ส่งถ่ายพลังงานในรูปแบบเป็นวงกลม



รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Hydraulic Cylinder)
ที่มา http://www.moro.co.th/ สืบค้นเมื่อ 5/11/2561



รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงมุมหรือหมุน (Hydraulic Motor)
ที่มา http://www.moro.co.th/ สืบค้นเมื่อ 5/11/2561

2.2.4 ปัญหาของระบบไฮดรอลิก

น้ำมันไฮดรอลิกเป็นส่วนสำคัญของระบบไฮดรอลิก จึงต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมัน และเปลี่ยนถ่ายอย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่น้ำมันจะได้มีประสิทธิภาพในการใช้งานอยู่ตลอดเวลา ซึ่งประมาณร้อยละ 70 ของปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบไฮดรอลิก คือการทำให้เครื่องจักรทำงานบกพร่องและต้องหยุดทำงานมักมีสาเหตุมาจากความสกปรกของน้ำมันไฮดรอลิกทำให้น้ำมันไฮดรอลิกเสียสภาพ สิ่งสกปรกอาจเกิดจากอุปกรณ์ไฮดรอลิกต่างๆ เช่น ปั๊ม วาล์ว ท่อ สายยาง เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน และถังน้ำมัน สามารถก่อให้เกิดการสึกกร่อนของปั๊มไฮดรอลิกได้ และยังทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพ ส่งผลให้ระบบไฮดรอลิกทำงานได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ

2.3 การสกัดน้ำมัน

เป็นการสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดพืชน้ำมันโดยส่วนใหญ่จะนิยมใช้วิธีการหลักๆ 2 วิธี ได้แก่การสกัดเชิงกล และการสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย [5]

2.3.1 การสกัดเชิงกล (mechanical extraction)

คือการใช้แรงเชิงกลบีบอัดเมล็ดพืชน้ำมัน โดยวิธีการบีบอัดน้ำมันมี 2 แบบ คือ การบีบอัดแบบเย็น (cold pressing) และการบีบอัดแบบร้อน (hot pressing)

2.3.1.1 การบีบอัดแบบเย็น (cold pressing)

เป็นการแยกน้ำมันออกจากวัตถุดิบที่เราสกัดออกมา โดยสกัดออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของวัตถุดิบนั้น การสกัดเย็นจะได้น้ำมันจากส่วนที่นำมาสกัด โดยอาศัยขั้นตอนบีบอัดที่ 60 องศาเซลเซียสโดยตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วนำส่วนของน้ำมันบริสุทธิ์มาใช้งาน หรืออาจจะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือแรงดันสูงเพื่อช่วยบีบหรือกดน้ำมันออกมา

2.3.1.2 การบีบอัดแบบร้อน (hot pressing)

จะใช้อุณหภูมิในการสกัดมากกว่า 60 องศาเซลเซียส แต่ปริมาณเยอะกว่าการสกัดเย็นเป็นอย่างมาก กากที่เหลือจากการบีบเย็นจะนำมาทำตามขั้นตอนต่อไปโดยใช้การสกัดร้อน ซึ่งอาจเป็นเครื่องอัดแบบไฮดรอลิก หรือเครื่องอัดแบบเกลียวอัด

2.3.2 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับการผลิตน้ำมันพืชเพื่อใช้ในการบริโภค เพราะจะให้ปริมาณน้ำมันที่สูงกว่าวิธีการสกัดเชิงกล ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัดได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ อะซิโทน และเฮกเซน หลังจากที่สกัดเสร็จแล้ว ก็จะนำน้ำมันที่สกัดได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออก

2.3.3 กระบวนการสกัดเชิงกล

2.3.3.1 การคัดเลือก

ก่อนที่จะนำเมล็ดพืชเข้าเครื่อง ต้องมีการคัดเลือกเมล็ดพืชที่จะใช้ในการสกัดก่อน โดยการเลือกเมล็ดพืชที่มาตรฐาน ไม่มีการเสียสภาพ เช่น เมล็ดแตกหรือหักเสียหาย หลังจากคัดเลือกเสร็จควรที่จะนำไปทำความสะอาดก่อน เพื่อไม่ให้มีสิ่งปนเปื้อน ที่จะทำให้น้ำมันที่สกัดออกมาจะมีคุณภาพที่ไม่ดี

2.3.3.2 การอบแห้ง

โดยการอบแห้งเมล็ดพืชนั้น จะทำการไล่ความชื้นออกจากเมล็ดพืชโดยการนำไปอบก่อนที่จะนำไปสกัด ในการอบจะใช้ไมโครเวฟในการไล่ความชื้น

2.3.3.3 การบด

โดยการบดนั้นจะทำให้เมล็ดพืชนั้นมีขนาดที่เล็ก เพื่อที่จะสามารถสกัดน้ำมันออกมาได้ง่ายกว่า

2.3.3.4 การสกัดน้ำมัน

จะใช้เครื่องมือในการช่วยบีบหรืออัด โดยจะใช้เครื่องอัดแบบไฮดรอลิกที่จะให้ผลในการอัดที่ดีที่สุด เมล็ดพืชบางชนิดจะมีความชื้นที่สูง จะทำให้มีน้ำมันเหลืออยู่ในกากมาก โดยกากที่เหลือนั้นสามารถนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายได้อีกครั้ง

2.4 การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ (Microwave pretreatment)

เป็นวิธีการกระตุ้นโดยอาศัยคลื่นไมโครเวฟ จัดเป็นวิธีการทางกายภาพร่วมกับทางเคมี เนื่องจากว่ามีการใช้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ และส่วนที่ใช้สารเคมีเจือจางในการแช่วัสดุการให้คลื่นไมโครเวฟจะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัสดุใช้เวลาระหว่าง 5-20 นาที การใช้คลื่นไมโครเวฟร่วมกับสารละลายนั้น ด่างจะมีประสิทธิภาพในการปรับสภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟมากกว่าสารละลายกรด [7]

2.4.1 คลื่นไมโครเวฟ

เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมากถึง 2,450 ล้านรอบต่อวินาที มีลักษณะคล้ายกับคลื่นวิทยุ แต่มีความถี่ที่สั้นกว่า ส่วนสำคัญของเตาไมโครเวฟ คือตัวแมกนิตรอนที่จะเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟมีลักษณะเด่น 3 ประการ

2.4.1.1 การสะท้อนกลับ (Reflection)

คลื่นไมโครเวฟเมื่อไปกระทบกับภาชนะที่เป็น โลหะ จะทำให้อาหารที่ใส่ในภาชนะที่เป็นโลหะไม่สุก เพราะคลื่นไมโครเวฟไม่สามารถทะลุผ่านภาชนะดังกล่าวไว้

2.4.1.2 การส่งผ่าน (Transmission)

คลื่นไมโครเวฟสามารถทะลุผ่านภาชนะที่ทำด้วยแก้ว กระดาษ ไม้ เซรามิกและพลาสติกได้ เพราะภาชนะดังกล่าวไม่มีส่วนผสมของโลหะ จึงเป็น ภาชนะที่ใช้ได้ดีในเตาไมโครเวฟ

2.4.1.3 การดูดซึม (Absorption)

ปกติอาหารโดยทั่วไป จะประกอบด้วยโมเลกุลของ น้ำในอาหารซึ่งจะดูดซึมคลื่นไมโครเวฟ ทำให้อาหารร้อนอย่างรวดเร็ว

2.4.2 การให้ความร้อน

การให้ความร้อนด้วยเตาไมโครเวฟ แตกต่างจากการให้ความร้อนด้วยเตาอบธรรมดา คือ เตาอบธรรมดาให้พลังงานความร้อนโดยเปลวไฟแบบเตาอบแก๊สหรือความร้อนจากขดลวดไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้อาหารสุกโดยการถ่ายเทความร้อน คือการนำ การพาและการแผ่รังสี แต่เตาไมโครเวฟทำให้อาหารสุก โดยคลื่นไมโครเวฟ ที่มีความถี่สูง ทำให้โมเลกุลของน้ำในอาหารเกิดการสั่นสะเทือนและชนโมเลกุลอื่นๆ จนเกิดเป็นพลังงานจลน์และพลังงานจลน์ก็จะกลายสภาพเป็นพลังงานความร้อน จึงทำให้อาหารสุกอย่างรวดเร็ว โดยไม่เสียพลังงานความร้อน

2.5 เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ UNIVERSAL TESTING MACHINE (UTM)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบแรงประเภท static load test ให้แรงทดสอบคงที่ต่อชิ้นงานที่ทดสอบ ใช้ทดสอบความต้านทานต่อแรงที่กระทำของวัสดุทั้งแรงดึง แรงอัด แรงดัดขวางและแรงเฉือน โดยจะมีปากสำหรับจับชิ้นงานอยู่ 2 ส่วน ส่วนที่ 1 จะยึดติดกับแท่นเครื่อง ส่วนที่ 2 ยึดติดกับตัววัดแรง (load cell) ทั้ง 2 ส่วนนี้สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยแรงที่ใช้สำหรับทดสอบจะต้องอยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ และความเร็วที่ต้องการ ค่าที่วัดออกมาจะถูกแปลงค่าเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อประมวลผลเป็น load และ displacement ที่เกิดขึ้นกับชิ้นทดสอบ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg) หรือนิวตัน (N) [8]

รูปที่ 2.4 เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ UNIVERSAL TESTING MACHINE (UTM)
ที่มา http://thai.professionaltestequipment.com/สืบค้นเมื่อ 11/11/2561

2.6 วรรณกรรมปริทรรศน์

ในปี พ.ศ. 2535 O.O. Ajibola, O.K. Owolarafe &O.O. FasinaandK.A.Adeeko ได้จัดทำโครงงานวิจัยเรื่อง Expression of oil from sesame seeds โดยการทดลองจะใช้เมล็ดงาเป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมัน โดยจะอัดผ่านกระบอกไฮดรอลิกแบบคานกดยาว 3600 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 80 มิลลิเมตร ส่วนทางออกน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร โดยจะอัดที่ความดัน 15 ถึง 20 เมกะปาสคาล ช่วงอุณหภูมิที่ 40 - 85 องศาเซลเซียส โดยเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนเท่ากับ 5 - 10 นาที ปริมาณน้ำมันที่ได้เท่ากับ 33.5% โดยน้ำหนัก และน้ำมันมีประสิทธิภาพเท่ากับ 65.7% ต่อปริมาณน้ำมันงาดำทั้งหมด [1]

ต่อมาในปี พ.ศ. 2548 สญชัย เข็มเจริญ และคณะ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจัดทำโครงการวิจัยเรื่อง ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา (Sesame oil Press Machine) โดยใช้ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา ส่วนหลักๆของเครื่องถูกสร้างด้วยสแตนเลส ในการทดลองมีการเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องคายกาก 4 ขนาด คือ 9, 10, 11 และ 13 มิลลิเมตร ตามลำดับ ใช้อุณหภูมิในการบีบ 110 องศาเซลเซียส โดยที่ใช้งาในการทดลองครั้งละ 500 กรัม ความเร็วรอบในการทดลอง 45, 60, 75และ 90 รอบต่อนาที ตามลำดับ ในการทดลองการบีบน้ำมันงาขาว ได้ใช้ช่องคายกากที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 45 รอบต่อนาที จะได้ปริมาณของน้ำมันอยู่ที่ 199.98 กรัม คิดเป็น 40% ของงาที่ใช้ในการทดลอง ในงาขาว 15 กิโลกรัม จะได้น้ำมันอยู่ปริมาณ 4 ลิตร จะใช้ค่าใช้จ่ายในการผลิตด้านไฟฟ้า 18 บาท ต่อน้ำมันงาขาว 1 ลิตร อัตราการผลิตน้ำมันงามีค่าเท่ากับ 3.926 ลิตรต่อวัน โดยจะใช้งาขาว 11 กิโลกรัม ในส่วนของการทดลองการบีบน้ำมันงาดำ ใช้ช่องคายกากที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 มิลลิเมตร อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วรอบ 45

รอบต่อนาที จะได้ปริมาณของน้ำมันอยู่ที่ 165.94 กรัม คิดเป็น 33% ของงาที่ใช้ในการทดลอง ในงาดำ 15 กิโลกรัม จะได้น้ำมันอยู่ปริมาณ 4.9 ลิตร จะใช้ค่าใช้จ่ายในการผลิตด้านไฟฟ้า 11 บาท ต่อน้ำมันงาดำ 1 ลิตร อัตราการผลิตน้ำมันงามีค่าเท่ากับ 7.168 ลิตรต่อวัน โดยจะใช้งาดำ 24 กิโลกรัม ในการทดลองจะใช้อุณหภูมิที่ 110 องศาเซลเซียส แต่น้ำมันที่ได้จะมีอุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส [14]

ในปีเดียวกัน ชลิตต์ มธุรสมนตรี และคณะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ทำโครงการวิจัยเรื่อง เครื่องบีบน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบเกลียวเดี่ยว (A Single Screw Vegetable Oil Press Machine) โดยทำการบีบอัดน้ำมันจากพืช 5 ชนิด คือ เมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือก เมล็ดงาขาว เมล็ดถั่วลิสงกะเทาะเปลือก เมล็ดฟักทองกะเทาะเปลือก และเนื้อมะพร้าวตากแห้ง ในการทดลองจะเลือกใช้ความเร็วรอบของเกลียว 5 ระดับ คือ 15, 33, 52, 68และ 85 รอบต่อนาที และมีการเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องคายกาก 4 ขนาด 8, 10, 12และ 14 มิลลิเมตร ทำการทดลองบีบอัดเพียงครั้งเดียวต่อความเร็วรอบ 1 ระดับ โดยจะใช้วัตถุดิบในการทดลอง ครั้งละ 500 กรัม ในการอัดจะใช้ช่องคายกากและความเร็วรอบที่เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละชนิด และจะต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันไม่ให้เกิน 60 องศาเซลเซียส พืชทั้ง 4 ชนิดที่สามารถบีบอัดโดยใช้ช่องคายกากได้ทั้ง 4 ขนาด และปรับระดับความเร็วรอบในการบีบอัดได้ทั้ง 5 ระดับ พืชทั้ง 4 ชนิดนี้จะได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดเมื่อ ใช้ช่องคายกากที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร โดยความเร็วรอบในแต่ละชนิดนั้นจะต่างกันออกไปตามความเหมาะสม แต่สำหรับเนื้อมะพร้าวตากแห้ง จะสามารถบีบอัดกับช่องคายกากได้เพียง 3 ขนาดเท่านั้น คือ 10, 12และ 14 มิลลิเมตร และปรับความเร็วรอบได้เพียง 4 ระดับคือ 33, 52, 68และ 85 รอบต่อนาที เมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือก เมล็ดงาขาว เมล็ดถั่วลิสงกะเทาะเปลือก เมล็ดฟักทองกะเทาะเปลือก และเนื้อมะพร้าวตากแห้ง จะได้น้ำมันเฉลี่ย 65.58%, 39%, 26%, 44.53%และ 36.58% ตามลำดับ [11]

จากนั้นในปี พ.ศ. 2549 พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล และคณะ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และภาควิชาพืชไร่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีได้ทำโครงการวิจัยเรื่อง เครื่องสกัดน้ำมันงา โดยการทดลองจะใช้กระบอกอัดไฮดรอลิกในการอัดเมล็ดงา ซึ่งทำงานในช่วงความดัน 10 - 15 MPa โดยมีรูทางออกของน้ำมันอยู่บริเวณรอบข้างของกระบอกอัด ในทดสอบการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันงาจะสามารถบีบน้ำมันงาได้ประมาณ 130 กรัมต่อหนึ่งรอบการทำงาน เครื่องอัดจะมีการทำงาน 11 จังหวะการทำงาน โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที 40 วินาที และได้ปริมาณน้ำมันงาประมาณ 49 ซีซี เครื่องนี้สามารถสกัดน้ำมันได้ 38% โดยไม่อาศัยปริมาณต้านความร้อนแต่เครื่องสกัดน้ำมันงานี้สามารถสกัดน้ำมันได้ถึง 76-84% ของปริมาณที่น้ำมันที่มีอยู่ในเมล็ดงา โดยจะสิ้นเปลืองกำลังไฟฟา 0.63 วัตต หรือคิดเปนพลังงานไฟฟา 0.06 kWh คิดเปน เงินคากระแสไฟฟาเพียง 0.18 บาท (คิดคาไฟฟาที่ 3 บาท/kWh) หรือคิดเปนคาไฟฟา 0.0037 บาท/ซีซี หรือ 3.7 บาท/ลิตร [15]

อีกหนึ่งปีต่อมา ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี และคณะ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติได้ทำโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาและทดสอบเครื่องสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยเครื่องอัดเกลียว โดยเครื่องสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยระบบอัดเกลียว เป็นเครื่องที่ใช้เหล็กฉากมาประกอบเป็นโครงเครื่องสำหรับติดตั้งมอเตอร์และตัวเครื่องสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยระบบอัดเกลียว โดยมีความสูง 73.5 ซม. กว้าง 35 ซม. และยาว 100 ซม. โดยจะใช้เกลียวอัดที่มีระยะพิตช์ที่ต่างกัน จะมีอยู่ 5 ขนาด คือ 3, 3.5, 4.5, 5 และ 6 ซม. ตามลำดับ ในระบบส่งกำลังของเครื่องจะใช้มอเตอร์ขนาด 1,492 วัตต์ (2 แรงม้า) ไฟ 3 เฟส และยังใช้สารทำละลายอย่าง เฮกเซน ในการสกัดน้ำมันที่ยังตกค้างอยู่ในกากสบู่ โดยในการทดลองจะใช้เมล็ดสบู่ดำ ที่มีรูปร่างป้อมยาว มีขนาดความกว้างอยู่ที่ 1 ซม ยาว 1.7 ซม. โดยประมาณในแต่ละเมล็ดจะมีน้ำหนักประมาณ 0.6 กรัม ในการทดสอบจะมีการเพิ่มความเร็วรอบของเกลียวอัดทั้งหมด 5 ระดับ คือ 20, 30, 40, 50และ 60 รอบต่อนาที ความเร็วรอบในแต่ละระดับ จะให้อัตราการสกัดเป็น 9.85, 10.75, 11.33, 11.65และ 12.16 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ โดยเมล็ดสบู่ดำที่ใช้ในการทดสอบจะมีปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 18% โดยน้ำหนัก ความเร็วที่ใช้ในการบีบสกัดทั้ง 5 ระดับ ระดับที่ได้น้ำมันสูงสุดคือ 30 รอบต่อนาที และได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยที่ 312.67 กรัม หรือ 15.63% โดยน้ำหนัก จึงเหมาะสมกับการบีบสกัดสบู่ดำได้ดี [18]

ในปี 2550 P. Willems และคณะ กลุ่มวิศวกรรมระบบกระบวนการภาควิชาเคมีและเทคโนโลยีเคมี ได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง Hydraulic pressing of oilseeds :Experimental determination and modeling of yield and pressing rates โดยในการวิจัยจะใช้เครื่องอัดแบบไฮดรอลิก เป็นเครื่องที่ใช้ในการทดสอบ วัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบมี 5 ชนิด คือ งา เมล็ดแฟลกซ์ สบู่ดำ เมล็ดปาล์ม และผักกาดก้านขาว โดยการทดสอบจะนำวัตถุดิบแต่ละชนิดไปทำให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เมื่อวัตถุดิบนั้นแห้งก็จะนำไปวัดความหนาแน่น โดยจะวัดทีละ 10 องศาเซลเซียส ในช่วงระหว่าง 20 ถึง 90 องศาเซลเซียส ในการวัดจะวัดทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อที่นำมาหาค่าเฉลี่ย ก่อนการทดสอบได้นำไปปรับความชื้นให้สมดุลกับบรรยากาศ โดยใช้ ซีโอไลท์ ในการปรับ ในการอัดจะนำเมล็ดวางไว้บนแผ่นตะแกรงที่หุ้มด้วยตาข่ายลวด ควบคุมให้มีอุณหภูมิ 30 -100 องศาเซลเซียสมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ความดันสูงถึง 100 MPa จะถูกอัดโดยลูกสูบไฮดรอลิก ในเครื่องอัดจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ โดยจะมีเทอร์โมคัปเปิล เซ็นเซอร์ความดันและตัวแปลงสัญญาณ ซึ่งจะวัดระยะห่างของลูกสูบ การวัดค่าจะถูกบันทึกโดยอัตโนมัติทุกวินาที วัตถุดิบแต่ละชนิดในการทดสอบจะใช้ชนิดละ 10 กรัม จากนั้นจะอัดด้วยแรงดัน 4 MPa เป็นเวลา 10 วินาที ขึ้นอยู่กับชนิดของการทดสอบ โดยที่ความดันจะเป็นตัวค้ำยันใน 2 วินาที (เพื่อป้องกันไม่ให้ความดันเกิน) สำหรับการทดสอบจะทำการอัดชนิดละ 10 ครั้ง น้ำมันที่ได้จากเมล็ดแฟลกซ์ เมล็ดปาล์ม และผักกาดก้านขาว คือ 45-55 % โดยน้ำหนัก ส่วนน้ำมันที่ได้จากงา และสบู่ดำ คือ 70-75 % ในการอัดโดยเครื่องอัดไฮดรอลิก ที่มีความดันสูงจะช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำมันได้ถึง 15 % ของน้ำหนัก [4]

ต่อมาในปีเดียวกัน Edgar Uquiche และคณะ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ได้จัดทำโครงงานวิจัยเรื่อง Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and

quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (Gevuina avellana Mol) โดยการนำเมล็ดเฮเซลนัท ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบแห้ง 15 ชั่วโมงเพื่อให้น้ำหนักของเฮเซลนัทคงที่ การสกัดเมล็ดเฮเซลนัทประมาณ 20 กรัม ใช้สารละลายเฮกเซนในการสกัด จึงเลือกใช้เครื่องระเหยแบบหมุนในการสกัดเฮเซลนัท ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการปรับสภาพความชื้นของเมล็ดเฮเซลนัทด้วยเครื่องไมโครเวฟ โดยจะใช้เครื่องที่มีกำลังไฟฟ้าอยู่ 2 ระดับ คือ 400Wและ 600W ใช้เวลาในการปรับสภาพ 180, 210และ 240 วินาที ตามลำดับ ต่อมานำไปสกัดก่อนที่จะสกัดจะต้องลดอุณหภูมิลงให้เย็นก่อน แล้วนำเมล็ดเฮเซลนัทไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในการสกัดจะใช้วิธีการกดโดยไฮดรอลิก ครั้งละ 60 กรัม ด้วยความดัน 7.1 MPa เวลา 5 นาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง ได้น้ำมันดิบมาจะต้องนำไปเข้าเครื่องหมุนและกรอง Hermle โดยใช้ความเร็วในการหมุน 3500 รอบต่อนาที เวลาในการหมุน 20 นาที และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ไนโตรเจน เมล็ดเฮเซลนัทจะมีความชื้น 7.9 กรัม H2O / 100 กรัม และน้ำมัน 46.53 กรัมน้ำมัน / 100 กรัม การปรับสภาพความชื้นด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 400W เวลา 240 วินาที จะได้น้ำมันเท่ากับ 45.3% จึงเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากสกัดน้ำมันออกมาได้เยอะที่สุด ในขณะเดียวกันการปรับสภาพความชื้นด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 600W เวลา 240 วินาที จะทำให้เมล็ดเฮเซลนัทมีความชื้นน้อยที่สุด เนื่องจากใช้เวลาและความร้อนค่อนข้างสูง[2]

ปี 2557 Herry Santoso และคณะ ฝ่ายวิศวกรรมเคมี ได้จัดทำโครงเรื่อง Effects of Temperature, Pressure, Preheating Time and Pressing Time on Rubber Seed Oil Extraction Using Hydraulic Press โดยใช้เมล็ดยางเป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมันด้วยวิธีการอัดไฮดรอลิก ในการทดลองมีขั้นตอนการปรับสภาพ โดยนำไปทำให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อที่ต้องการลดไซยาไนด์และความชื้นในเมล็ดยางให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ เมล็ดที่แห้งจะมีเกร็ดยาวประมาณ 0.5-0.8 มิลลิเมตร เมล็ดที่มีขนาดเล็กจะช่วยให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น ในขั้นตอนของการกด โดยจะใช้เมล็ดยาง ครั้งละ 17 กรัม บรรจุลงในกระบอกโลหะเมล็ดยางจะถูกทำให้อุ่นก่อนที่จะอัดด้วยเครื่องทำความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการอุ่น 45, 60และ 75 นาที ในขณะที่เมล็ดยางถูกกดโดยใช้เครื่องไฮดรอลิกที่แรงดัน 80, 100และ 120 บาร์ ใช้เวลาในการกด 30, 60และ 90 นาที ตามลำดับ โดยในสภาวะที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แรงดัน 80 บาร์ เวลาในการอุ่น 45 นาที และเวลาในการกด 30 นาที จะได้ปริมาณน้ำมันที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 19.82% แต่ในสภาวะที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แรงดัน 120 บาร์ เวลาในการอุ่น 75 นาที และเวลาในการกด 90 นาที จะได้ปริมาณน้ำมันที่สูงที่สุดเท่ากับ 31.88% สรุปคือเมื่อเพิ่มแรงดันและเวลาในการกดจะสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ [3]

ในปี 2559 นายณัฐธนนท์ นาควัฒนเศรษฐ์ และคณะภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการวิจัยอิทธิพลของความดัน และอุณหภูมิต่ออัตราการสกัดน้ำมันงาดำสกัดเย็นโดยใช้กระบอกไฮดรอลิก โดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิกเป็นเครื่องมือในการ

สกัดน้ำมันงาดำ ที่ใช้เครื่อง UTM ที่ติดตั้งโหลดเซลล์ไว้ เป็นตัวใช้ส่งแรงอัดไปยังกระบอกอัด ซึ่งในการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ จะใช้ความดันที่ 20, 40และ 60 เมกะปาสคาล และตัวแปรอุณหภูมิที่ 40, 50และ60 องศาเซลเซียส ใช้เมล็ดงาครั้งละ 10 กรัมต่อหนึ่งการทดลอง และอัดค้างไว้ 10 นาที เมื่อถึงแรงที่กำหนด จากนั้นทำการบันทึกค่าจากการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรต่าง ๆ ในทางสถิติ โดยพบว่าเมื่อเพิ่มความดันและอุณหภูมิขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำมันที่ได้เพิ่มขึ้นตามด้วย เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันที่มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงต้องนำกากงาที่อัดไปสกัดด้วยเฮกเซนอีกครั้ง ได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 44.36 เปอร์เซ็นต์โดยมวล มีการทดลองโดยการใช้ไมโครเวฟในการกระตุ้นให้เมล็ดงาดำ เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำมัน หลังจากสกัดได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 37.57 เปอร์เซ็นต์โดยมวล ที่การกระตุ้นด้วยกำลังไฟ 100 วัตต์ และระยะเวลา 330 วินาที [13]

บทที่ 3
อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

ในการจัดทำเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก คณะผู้จัดทำได้ทำรูปแบบการทดลองของเครื่องและวิธีการทดลองไว้ดังนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

3.1.1 ฮีตเตอร์

3.1.2 เครื่องชั่งดิจิตอลพร้อมจอแสดงผล

3.1.3 โซลิดสเตตรีเลย์

3.1.4 กล่องควบคุมอุณหภูมิ

3.1.5 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล

3.1.6 เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM)

3.1.7 ปั๊มลม (blower)

3.1.8 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

3.1.9 ไมโครเวฟ

3.1.10 กล่องพลาสติก

3.1.11 กระบอกอัดไฮดรอลิก

3.1.1 ฮีตเตอร์ (Heater)

ฮีตเตอร์ เป็นฮีตเตอร์แบบรัดท่อ (Band Heater) มีขนาด 220 โวลต์ 450 วัตต์ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 มิลลิเมตร ขนาดความสูง 70 มิลลิเมตร ต่อสายออกที่ตำแหน่ง 35 มิลลิเมตร วัดจากขอบล่างฮีตเตอร์ และออกสายยาว 300 มิลลิเมตร (standard) เหมาะสำหรับให้ความร้อนแก่ของเหลวที่อยู่ในท่อหรือถังรูปทรงกระบอกโดยทำการรัดท่อจากภายนอก การทำงานจะต่ออนุกรมเข้ากับโซลิดสเตตรีเลย์เพื่อเป็น สวิตซ์เปิด-ปิดวงจร

รูปที่ 3.1 ฮีตเตอร์ (Heater)

3.1.2 เครื่องชั่งดิจิตอลพร้อมจอแสดงผล

เครื่องชั่งดิจิตอลยี่ห้อ OHAUS รุ่น SPX622 สามารถรับน้ำหนักสูงสุดได้ 620 กรัม มีความละเอียดอยู่ที่ 0.01 กรัม ถูกใช้ในการชั่งน้ำหนักของปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดเย็นแบบไฮดรอลิกและปริมาณงาที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3.2 เครื่องชั่งดิจิตอลพร้อมจอแสดงผล

3.1.3 โซลิดสเตตรีเลย์

โซลิดสเตตรีเลย์จะทำหน้าที่เป็นสวิทช์เปิด-ปิดวงจรการทำงานของฮีตเตอร์โดยจะต่อเข้ากับตัวควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งตัวควบคุมอุณหภูมินั้นจะเป็นตัวส่งสัญญาณสำหรับการเปิด-ปิดสวิตช์ของโซลิดสเตตรีเลย์

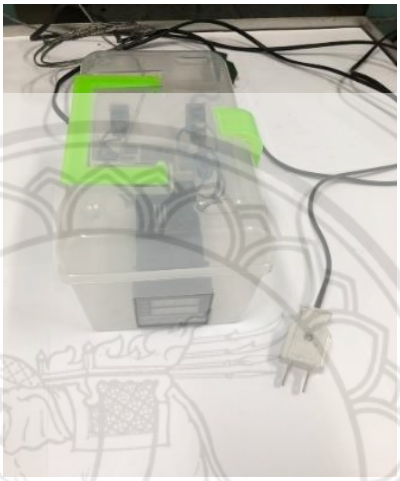
รูปที่ 3.3 โซลิดสเตตรีเลย์

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของโซลิดสเตตรีเลย์ 25A SSR-25 DA [12]

รายละเอียดของโซลิดสเตตรีเลย์ 25A SSR-25 DA	
Type	แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง DC ควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับ AC
Rated current (Output current)	25A
Input voltage	3-32VDC
Load voltage (Output voltage)	24-380VAC
Response time	≤10ms
Leakage current	≤2mA
โซลิดสเตตรีเลย์ขนาด	62.0 * 45.0 * 22.5 มิลลิเมตร

3.1.4 กล่องควบคุมอุณหภูมิ

กล่องควบคุมอุณหภูมิ เป็นตัวที่ใช้กำหนดและควบคุมอุณหูมิของกระบอกอัดไฮดรอลิก โดยรับค่าความต่างศักย์จากเทอร์โมคัปเปิลแล้วแปลค่าจากความต่างศักย์เป็นอุณหภูมิองศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิที่วัดได้ต่ำกว่าที่กำหนด กล่องควบคุมอุณหภูมิจะส่งกระแสไฟฟ้าไปยังโซลิดสเตตรีเลย์ เพื่อสั่งให้โซลิดสเตตรีเลย์ปิดวงจรทำให้ฮีตเตอร์ทำงาน และเมื่ออุณหภูมิถึงค่าที่กำหนดแล้ว กล่องควบคุมอุณหภูมิจะหยุดส่งกระแสไฟฟ้าไปยังโซลิดสเตตรีเลย์เพื่อสั่งให้โซลิดสเตตรีเลย์เปิดวงจรทำให้ฮีตเตอร์หยุดทำงาน



รูปที่ 3.4 กล่องควบคุมอุณหภูมิ

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของกล่องควบคุมอุณหภูมิ REX-C100FK02-V*AN [7]

รายละเอียดของกล่องควบคุมอุณหภูมิ REX-C100FK02-V*AN	
Product model	REX-C100FK02-V*AN
Output	SSR
Dimensions	48×48×110 มิลลิเมตร (APP)
Measuring accuracy	±0.5%FS
Cold-end compensation tolerance	±2 Celsius (can be modified by software in 0~50 Celsius)
Resolution	14 bit
Sampling cycle	0.5 Sec
Output, alarm and self-tuning can be indicated by	LED

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) รายละเอียดของกล่องควบคุมอุณหภูมิ REX-C100FK02-V*AN [7]

รายละเอียดของกล่องควบคุมอุณหภูมิ REX-C100FK02-V*AN	
Relay output	contact capacity 250V AC 3A (resistive load)
Alarm function output	2 way
Contact capacity of output	250V AC 3A (resistive load)
Setting value (SV)	identical to measuring range (PV)
Proportional band (P)	0~full range (ON/OFF control when set to 0)
Detective temperature range	0 to 400 Celsius
Insulation resistance	>50M ohm (500V DC)
Insulation resistance	1500V AC/min
Power Consumption	10 VA
Service environment	0~50 Celsius
Supply	240V 50/60HZ

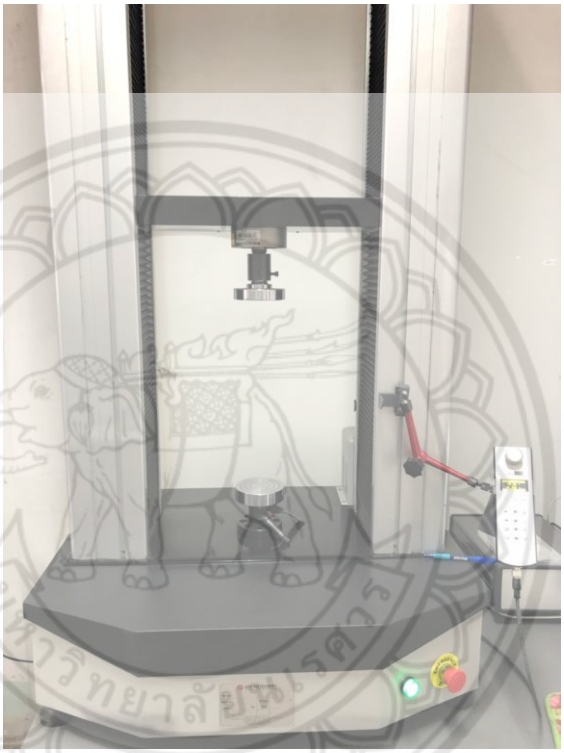
3.1.5 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล

เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ดิจิตอล ขนาด 300 มิลลิเมตร มีความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดขนาดความหนาของกากที่เหลือจากการสกัด

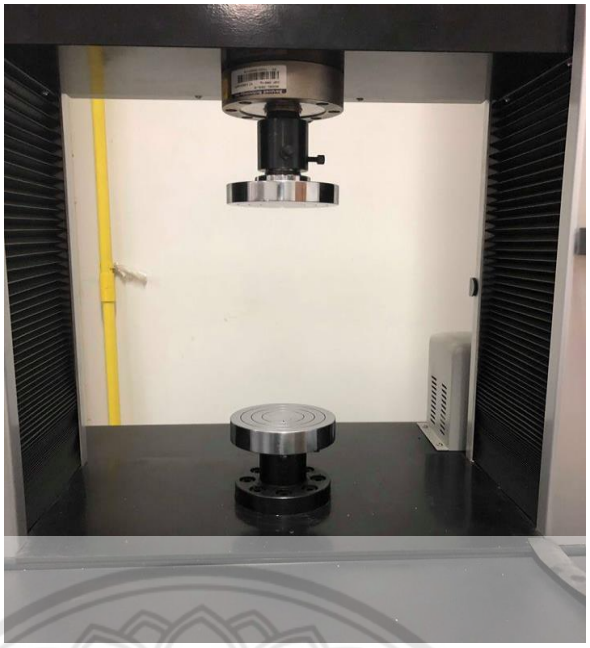
รูปที่ 3.5 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล

3.1.6 เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM)

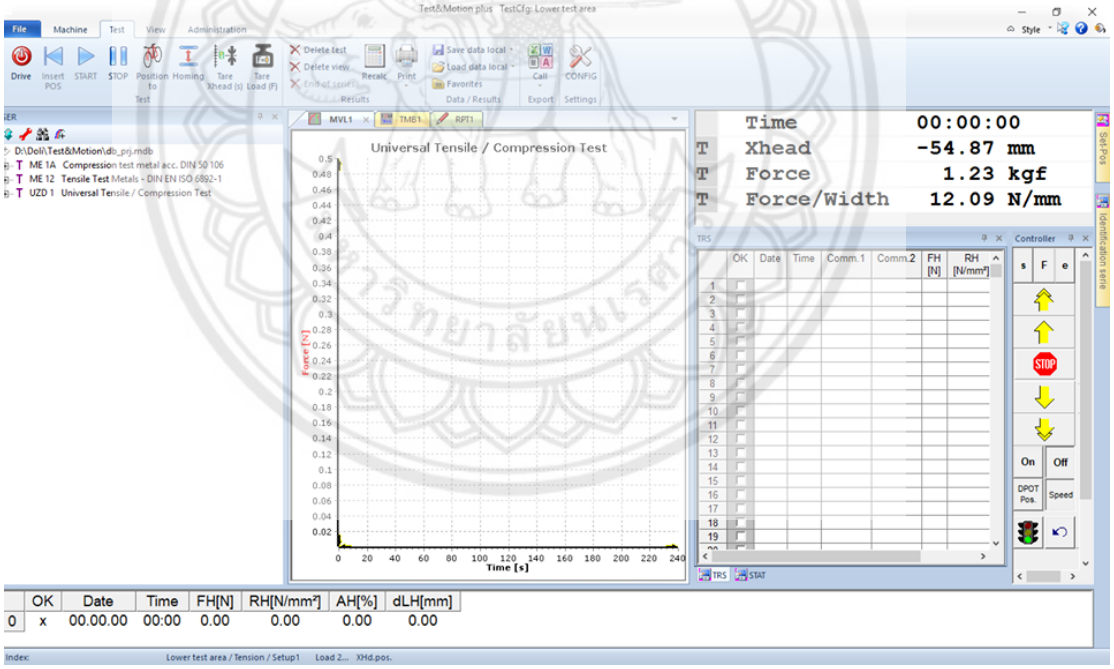
เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ UNIVERSAL TESTING MACHINE BA-25 Serial No. 010 Voltage 220 V. Capacity 25 KN เป็นเครื่องทดสอบแรงประเภท static load test ให้แรงทดสอบคงที่กระทำต่อชิ้นทดสอบ ใช้ทดสอบความต้านทานต่อแรงกระทำของวัสดุ ทั้งแรงดึง, แรงอัด, แรงตัดขวาง และแรงเฉือน เมื่อนำชิ้นทดสอบมาติดตั้งกับเครื่องทดสอบ และให้ load cell ออกแรงกระทำต่อชิ้นทดสอบ strain gauge ใน load cell จะเปลี่ยนแปลงรูปร่างและแปลงค่าสัญญาณไฟฟ้าเพื่อประมวลผลเป็น load และ displacement ที่เกิดขึ้นกับชิ้นทดสอบ



รูปที่ 3.6 เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM)



รูปที่ 3.7 หัวกดเครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM)



รูปที่ 3.8 โปรแกรม DOLI Test & Motion เครื่องทดสอบแรงกด (Universal Testing Machine,UTM)

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของเครื่องทดสอบแรงดึง แรงกด ยี่ห้อ BPS INSTRUMENT รุ่น BA-25

Maximum Testing Force (kN)	25
Maximum Testing Force (kN)	450
Speed Range (mm/min)	0.001 - 1000
Machine Configuration	Table or cabinet
Compression Plate (mm)	100
Load Cell (N)	25000 Pancake type
Tensile Grip	Wedge Grip (With system for support pneumatic grip)
Jaws (mm)	Round specimen 3-5, 5-10, - 8-15 Flat specimen 0-15
Bending Flexure Distance (mm)	35 ~ 300
Test Space (mm)	1000
Displacement Resolution (mm)	0.001
Load range	1%-100%FS (0.4%-100%FS optional)
Operating conditions	Ambient Temperature -40℃, Humidity 20%-80%
Clamping Type	Wedge grip Ø8-15 mm.
Load Accuracy	±0.2%
Power	220 ±10V, 50Hz, 1 Phase
Compression Plate (mm)	Φ100

3.1.7 ปั๊มลม (blower)

ปั๊มลมยี่ห้อ VENZ รุ่น SC-164 มีกำลังไฟ 186.4 วัตต์หรือ 1/4 แรงม้า ความเร็วรอบมอเตอร์ 1450 รอบต่อนาที นำมาใช้เป็นตัวช่วยในการปล่อยลมทำงาให้ลอยขึ้น โดยจะต่อเข้ากับตัวกระบอกใส่งาที่ทำขึ้น เพื่อให้งาโดนรังสีไมโครเวฟได้อย่างทั่วถึง

รูปที่ 3.9 ปั๊มลม (blower)

3.1.8 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ หรือเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความร้อน หรืออุณหภูมิให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า

รูปที่ 3.10 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

3.1.9 ไมโครเวฟ

ไมโครเวฟทำหน้าที่เป็นเครื่องอบอาหาร ในการทดลองได้นำเครื่องไมโครเวฟไปทำการดัดแปลงโดยการเจาะรูและต่อท่อเพิ่ม ทำให้เป็นระบบ fluidized drying เพื่อที่จะนำมากระตุ้นเมล็ดงาให้ง่ายต่อการสกัดน้ำมัน

รูปที่ 3.11 ไมโครเวฟ

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของไมโครเวฟ ยี่ห้อ SHARP รุ่น R-220

รายละเอียดของไมโครเวฟ ยี่ห้อ SHARP รุ่น R-220	
ความจุ	22 ลิตร (0.77 คิวบิกฟิต)
แรงดันไฟฟ้า	220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์
กำลังไฟฟ้าที่เข้า	1.25 กิโลวัตต์
กำลังไฟฟ้าที่ออก	800 วัตต์
ความถี่คลื่น	2,450 เมกกะเฮิรตซ์
น้ำหนัก	12 กิโลกรัม
ขนาดภายนอก(กxสxล)	460x275x380 มิลลิเมตร

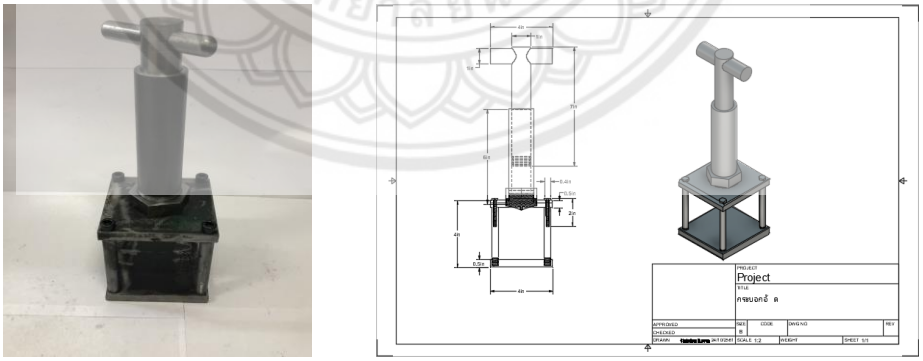
3.1.10 กล่องพลาสติก

เป็นภาชนะที่มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ ในการทดลองนี้ได้นำมาใช้เป็นกล่องบรรจุงาขาวที่นำไปกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ โดยกล่องพลาสติกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร และมีความสูง 13 เซนติเมตร

รูปที่ 3.12 กล่องพลาสติก

3.1.11 กระบอกอัดไฮดรอลิก

เป็นกระบอกที่ออกแบบมาเพื่อใส่เมล็ดงาขาวในปริมาณ 50 กรัม โดยจะนำมาใช้สกัดน้ำมัน ใช้แรงกดจากเครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ กระบอกไฮดรอลิกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 30 มิลลิเมตร และมีความหนา 5 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.13 กระบอกอัดไฮดรอลิก

3.2 กระบวนการสกัดน้ำมันด้วยเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

3.3.1 ทำการออกแบบเครื่องในโปรแกรม Autodesk Fusion 360 ให้มีขนาดเหมาะสมกับปริมาณวัตถุดิบที่กำหนดไว้ 50 กรัม และให้สามารถรับแรงอัดได้ตามที่ออกแบบไว้

3.3.2 นำแบบที่เขียนจากโปรแกรม Autodesk Fusion 360 ไปที่ร้านกลึงเพื่อสร้างเครื่องมือทดลองจริง

3.3.3 ทำการทดสอบตัวเครื่องด้วยแรงที่ได้กำหนดไว้

3.3.4 นำเทอร์โมคัปเปิลมาสวมและรัดเข้าที่กระบอกอัดไฮดรอลิกตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ เพื่อวัดค่าอุณหภูมิที่ผิวกระบอกอัดไฮดรอลิก

3.3.5 นำฮีตเตอร์มาติดตั้งที่ส่วนนอกของกระบอกอัด โดยจะติดแบบครอบรัดตัวกระบอกอัดไฮดรอลิก

3.3.6 นำสายไฟของฮีตเตอร์มาต่ออนุกรมเข้ากับโซลิดสเตตรีเลย์ที่ช่อง 1 และ2 ซึ่งโซลิดสเตตรีเลย์จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิดวงจรการทำงานของฮีตเตอร์ ปลายสายไฟของฮีตเตอร์จะต่อเข้ากับไฟบ้าน 220VAC จากนั้น นำสายไฟมาต่อขนานระหว่างโซลิดสเตตรีเลย์ที่ช่อง 3 และ4 กับกล่องควบคุมอุณหภูมิที่ช่อง 5 และ6

3.3.7 นำสายจากเทอร์โมคัปเปิลมาต่อเข้ากับกล่องควบคุมอุณหภูมิที่ช่อง 11 และ12 จากนั้นต่อแหล่งจ่ายไฟ 220VAC สำหรับการทำงานของกล่องควบคุมอุณหภูมิเข้าที่ชองช่อง 1 และ2 ของกล่องควบคุมอุณหภูมิ และจัดสายไฟให้เรียบร้อย

รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการสร้างเครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

3.4 ขั้นตอนการทำไมโครเวฟแบบฟูลอิดไดร์

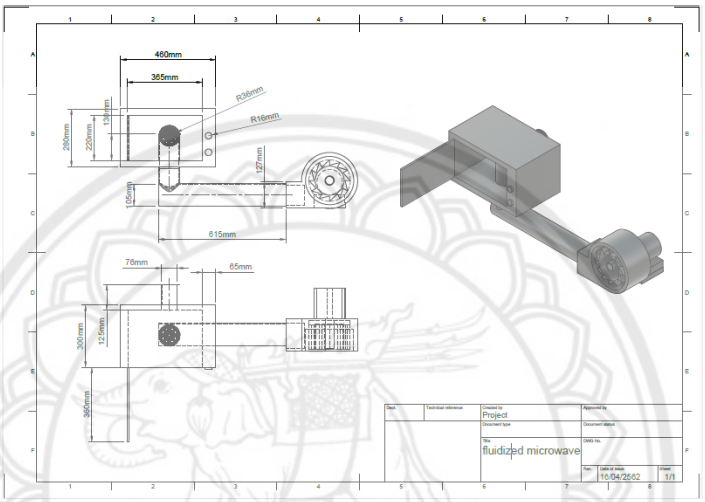
3.4.1 กำหนดแรงลม เพื่อคำนวณหาขนาดที่เหมาะสมในการเจาะไมโครเวฟที่จะใช้ต่อระหว่างไมโครเวฟกับโบลเวอร์

3.4.2 ดำเนินการเจาะไมโครเวฟตามขนาดที่ได้คำนวณออกมา

3.4.3 ต่อท่อลมจากโบลเวอร์เข้าไมโครเวฟและทำท่อลมเพื่อระบายอากาศ

3.4.4 นำกล่องพลาสติกมาตัดเพื่อเป็นตัวใส่งาในการอบ

3.4.5 นำตะแกรงมาปิดตามรูที่เจาะไว้ เพื่อกันไม่ให้รังสีไมโครเวฟรั่วออกมาสู่ภายนอก



รูปที่ 3.15 fluidized drying

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 ขั้นตอนการกระตุ้นไมโครเวฟ

3.5.1.1 นำเมล็ดงาขาวที่ซื้อได้จากตามท้องตลาดมาชั่งน้ำหนักให้ได้ปริมาณ 50 กรัม ต่อการทดลอง 1 ครั้ง

3.5.1.2 นำไปกระตุ้นด้วยไมโครเวฟตามเวลาที่กำหนด 3 นาที กับ 7 นาที ที่กำลังไฟ 800 วัตต์ และ 5 นาที ที่กำลังไฟ 400, 600และ 800 วัตต์ ตามลำดับ

3.5.2 ขั้นตอนการสกัดเย็นที่ใช้กระบอกไฮดรอลิกแบบกระตุ้นน้ำมันด้วยไมโครเวฟที่กำหนด ระยะเวลา

3.5.2.1 นำงาขาวที่จัดเตรียมไว้มาชั่งให้ได้ปริมาณตามที่กำหนดไว้ใน 1 ครั้ง โดยจะใช้งาขาว 1 ครั้งต่องาขาว 50 กรัม

3.5.2.2 นำงาขาวที่ชั่งใส่กล่องพลาสติกแล้วไปทำการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟ 400, 600และ 800 วัตต์ ที่เวลา 3, 5และ 7 นาที

3.5.2.3 นำงาขาวที่ไปทำการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟใส่ลงไปในกระบอกอัด

3.5.2.4 ทำการประกอบเครื่องอัดกระบอกไฮดรอลิกและทำการตรวจสอบเครื่องอัดก่อนที่จะใช้งาน

3.5.2.3 ก่อนอัดจะทำการให้ความร้อนก่อนอัดแก่งาและกระบอก เพื่อให้อุณหภูมิผ่านเข้าไปสู่งาที่อยู่ในกระบอก โดยจะทำการให้ความร้อนก่อนอัด เป็นเวลา 10 นาที โดยเปิดฮีตเตอร์ให้ทำงานอยู่ที่อุณหภูมิ 30, 45และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยมีเทอร์โมคัปเปิล และตัวควบคุมอุณหภูมิเป็น ตัวควบคุมหลังจากนั้นจะอัดจนถึงแรงที่ได้กำหนดไว้ เมื่อถึงแรงที่กำหนดไว้จะทำการอัดค้างไว้เป็นเวลา 10 นาที ต่อการทดลอง 1 ครั้ง

3.5.2.4 นำผ้าขาวบางรัดกับขวดแก้วเพื่อใช้กรองกากงาที่ออกมาจากการอัด

3.5.2.5 ตั้งค่าแรงและความเร็ว โดยใช้โปรแกรมที่มากับเครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM) ในการควบคุม และกำหนดแรงดันที่ใช้ ในการอัดที่ 14, 21 และ28 เมกะปาสคาล ตามลำดับ โดยการตั้งค่าความเร็วและแรงในการอัดจะตั้งค่าในโปรแกรมที่มากับเครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM) ใส่ค่า F0 คือแรงที่ใช้ในการอัด หน่วย kN V0 คือค่าความเร็วที่ใช้ในการอัด หน่วย mm/min

3.5.2.5 ทำการสกัดเย็นแบบไฮดรอลิกโดยใช้เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ Universal testing machine (UTM) เป็นอุปกรณ์ให้แรงอัด ตามค่าที่ได้กำหนด

3.5.2.6 ทำการเก็บข้อมูลของน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากการสกัด และเก็บข้อมูล น้ำหนักความหนา ของกากงาขาวเพื่อดูความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้มา

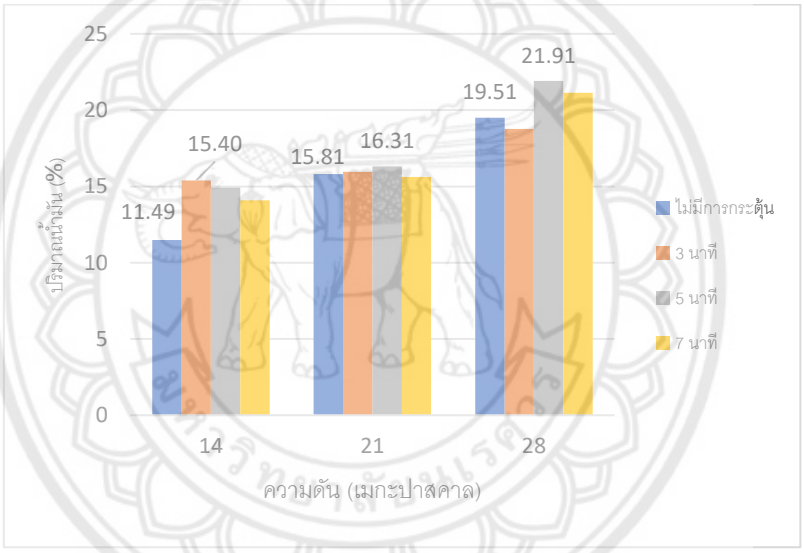
3.5.2.7 นำข้อมูลที่ได้มาเขียนเป็นกราฟและวิเคราะห์ผลการทดลอง

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

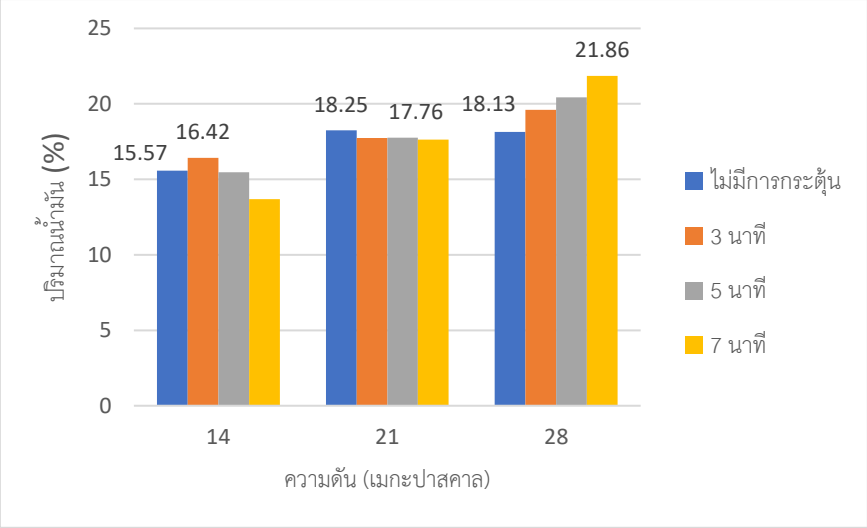
4.1 อิทธิพลของความดัน และอุณหภูมิ ต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาขาว สกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก

การสกัดน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาวโดยกระบอกอัดไฮดรอลิก โดยมีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟในแต่ละระดับที่ต่างกัน ปริมาณน้ำมันงาขาวที่ได้ก็จะมีค่าแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับอิทธิของอุณหภูมิและความดัน ที่ใช้ในการทดลอง โดยนำผลการทดลองที่ได้ทำการจดบันทึกและเขียนกราฟได้ดังนี้



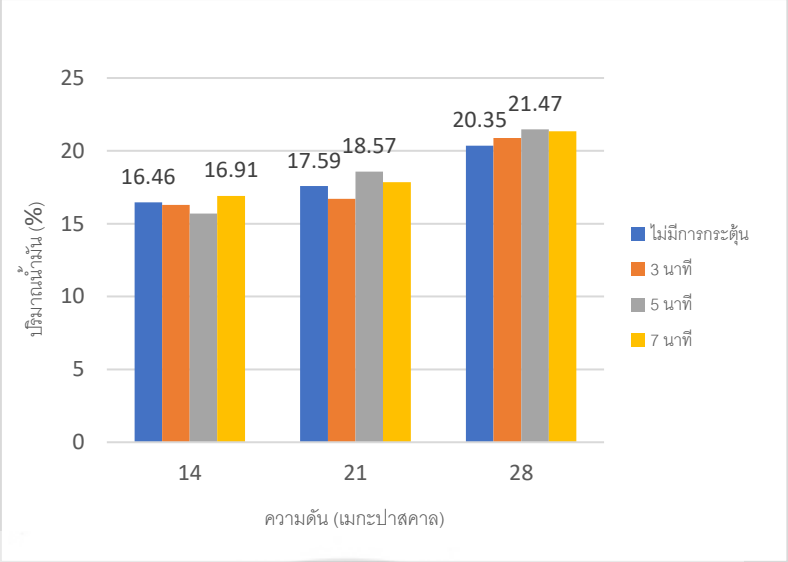
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงอิทธิพลของความดันในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลังไฟ 800 วัตต์ และเวลาในการกระตุ้น ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 30 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.1 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันที่ได้จากแบบที่ไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟและแบบที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟ 800 วัตต์ พบว่า ที่ความดัน 21 เมกะปาสคาลจะมีปริมาณน้ำมันที่ได้จากแบบที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟและแบบไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟจะมีปริมาณใกล้เคียงกันมากและที่ความดัน 14และ 28 เมกะปาสคาล ปริมาณน้ำมันที่ได้จากแบบที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟมากกว่าแบบที่ไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟโดยที่ความดัน 14 เมกะปาสคาลจะมีปริมาณน้ำมันมากกว่า 3.91 ร้อยละโดยมวล และที่ความดัน 28 เมกะปาสคาลจะมีปริมาณน้ำมันมากกว่า 2.4 ร้อยละโดยมวล



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงอิทธิพลของความดันในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลังไฟ 800 วัตต์ และเวลาในการกระตุ้น ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 45 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.2 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันที่ได้จากแบบที่ไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟและแบบที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟ 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล ปริมาณน้ำมันที่ได้จากแบบที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟและแบบที่ไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟจะไม่แตกต่างกัน โดยแบบที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟจะมีปริมาณสูงสุด 21.86 ร้อยละโดยมวล อยู่ที่ความดัน 28 เมกะปาสคาล 7 นาที และแบบที่ไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟจะมีปริมาณสูงสุด 21.29 เปอร์เซ็นโดยมวล ที่ 28 เมกะปาสคาล และเมื่อเทียบกับรูปที่ 4.1 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสมีความแตกต่างกัน คือ ที่ 14 เมกะปาสคาส จะมีปริมาณน้ำมันแบบมีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟและแบบไม่มีการกระตุ้นที่มากกว่า ความดันที่ 21 เมกะปาสคาลจะไม่มีความแตกต่าง ความดันที่ 28 เมกะปาสคาล จะมีปริมาณน้ำมันที่มีการกระตุ้นจะมีปริมาณน้ำมันแบบมีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟและแบบไม่มีการกระตุ้นที่น้อยกว่า

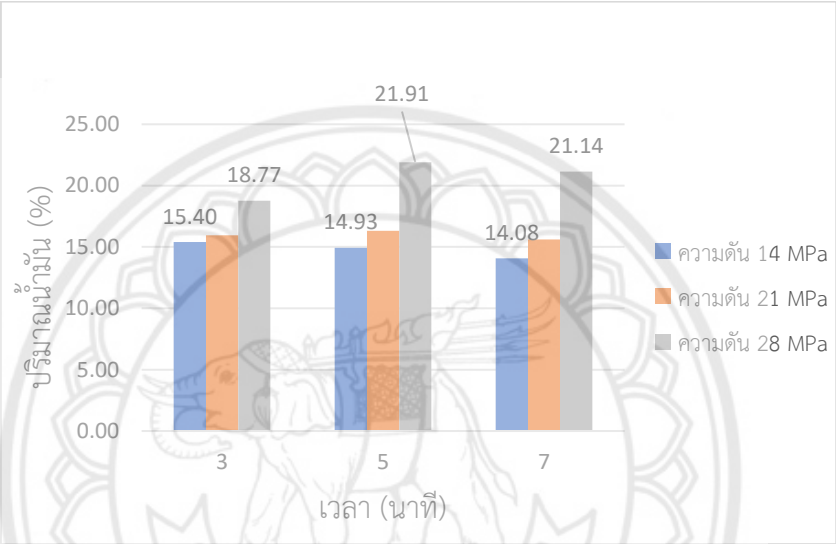


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงอิทธิพลของความดันในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลังไฟ 800 วัตต์ และเวลาในการกระตุ้น ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 60 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.3 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันที่ได้จากแบบที่ไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟและแบบที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟ 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล จะมีปริมาณน้ำมันที่ได้ไม่ไม่แตกต่างกัน กัน โดยแบบที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟจะมีปริมาณสูงสุด 21.47 ร้อยละโดยมวล อยู่ที่ความดัน 28 เมกะปาสคาล 7 นาที และแบบที่ไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟจะมีปริมาณสูงสุด 20.35 ร้อยละโดยมวล ที่ 28 เมกะปาสคาล เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 พบว่า มีความแตกต่างที่ความดัน 14 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำมันที่ได้จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ แต่กับได้ปริมาณน้ำมันที่น้อยลงเมื่อไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟและเมื่อความดันเท่าเดิม อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณน้ำมันที่ได้กับมีค่าใกล้เคียงกัน เหมือนกับที่ความดัน 21และ 28 เมกะปาสคาล ที่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างปริมาณน้ำมันที่ได้กับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

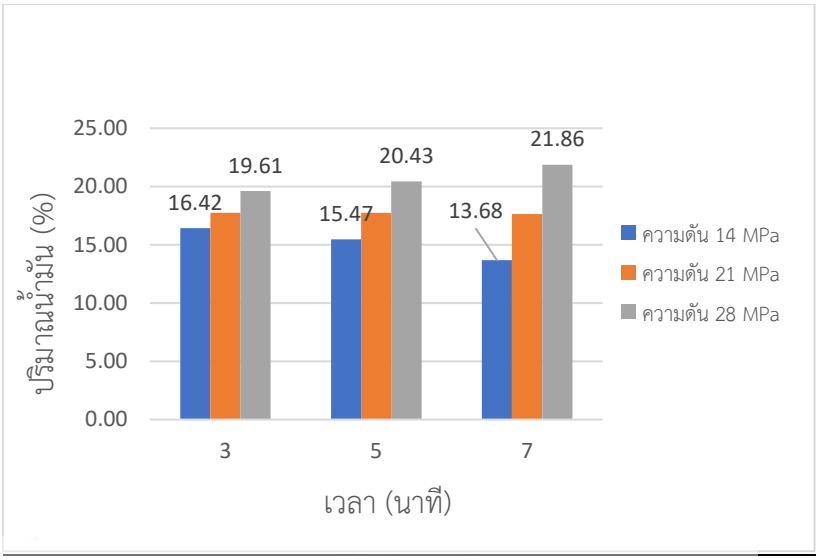
4.2 อิทธิพลของเวลา และกำลังไฟ ต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาขาว สกัดเย็นโดยใช้กระบอกอัดไฮดรอลิก โดยมีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ

การสกัดน้ำมันงาจากเมล็ดงาขาวโดยกระบอกอัดไฮดรอลิก โดยมีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟด้วยกำลังไฟ (วัตต์) และเวลา (นาที) ที่ต่างกัน ปริมาณน้ำมันงาขาวที่ได้ก็จะมีค่าแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับอิทธิของเวลา และกำลังไฟ ที่ใช้ในการทดลอง โดยนำผลการทดลองที่ได้ทำการจดบันทึกและเขียนกราฟได้ดังนี้



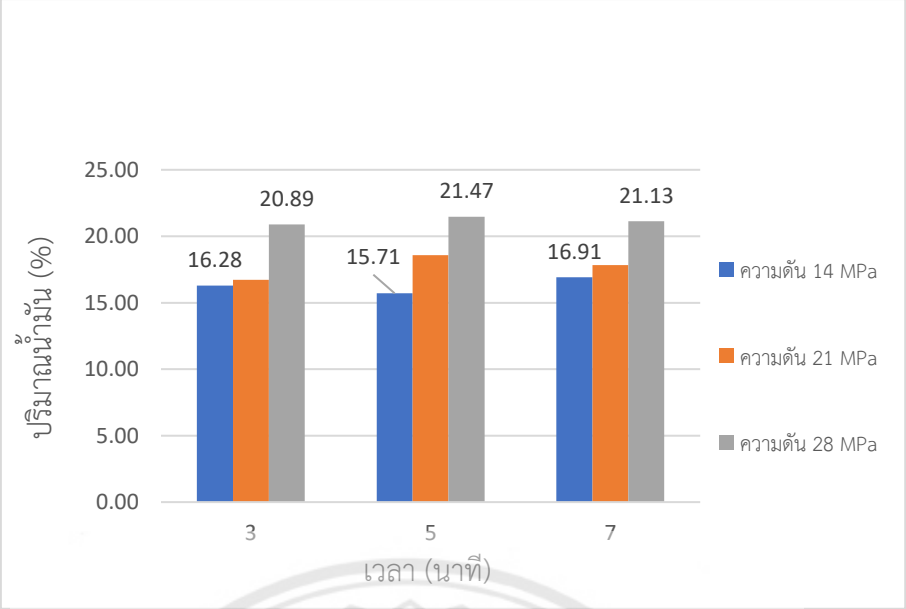
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงอิทธิพลของเวลาในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 30 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.4 พบว่าเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นเมล็ดงาขาว ที่เวลาเดียวกันจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น เมื่อใช้ความดันในการอัดที่สูงขึ้น จึงนำเวลาทั้ง 3 ช่วงมาเปรียบเทียบกัน คือ 3, 5 และ7 นาที พบว่า ปริมาณน้ำมันที่ได้มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันในแต่ละความดัน โดยปริมาณน้ำมันเฉลี่ยสูงสุดที่ได้คือ 21.91 ร้อยละโดยมวล ใช้เวลาในการกระตุ้น 5 นาที ความดัน 28 เมกะปาสคาล ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยต่ำสุดที่ได้คือ 14.08 ร้อยละโดยมวล ใช้เวลาในการกระตุ้น 7 นาที ความดัน 14 เมกะปาสคาล



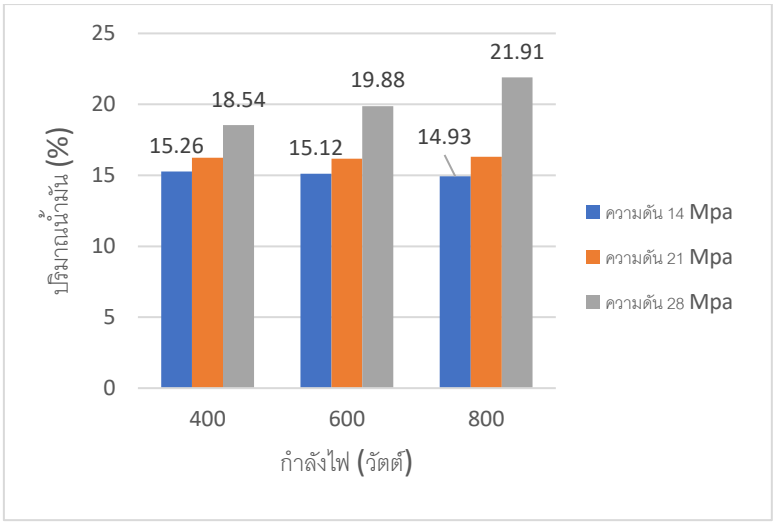
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงอิทธิพลของเวลาในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 45 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.5 พบว่าเมื่อนำเมล็ดงาขาวไปทำการกระตุ้นก่อนทำการอัด จะเห็นได้ว่าที่เวลาเดียวกันปริมาณน้ำมันที่ได้จะสูงขึ้น เมื่อเพิ่มความดันในการอัดที่สูงขึ้น แต่เมื่อนำทั้ง 3 ช่วงเวลามาเปรียบเทียบที่ความดันเดียวกันทำให้ปริมาณน้ำมันที่ได้มีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยปริมาณน้ำมันเฉลี่ยสูงสุดที่ได้คือ 21.86 ร้อยละโดยมวล ใช้เวลาในการกระตุ้น 7 นาที ความดัน 28 เมกะปาสคาล ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยต่ำสุดที่ได้คือ 13.68 ร้อยละโดยมวล ใช้เวลาในการกระตุ้น 7 นาที ความดัน 14 เมกะปาสคาล เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.4 พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นแต่เวลาและกำลังไฟเท่ากัน ปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดมีความใกล้เคียงกันมาก ในเชิงสถิติเห็นได้ว่ากราฟมีการเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก



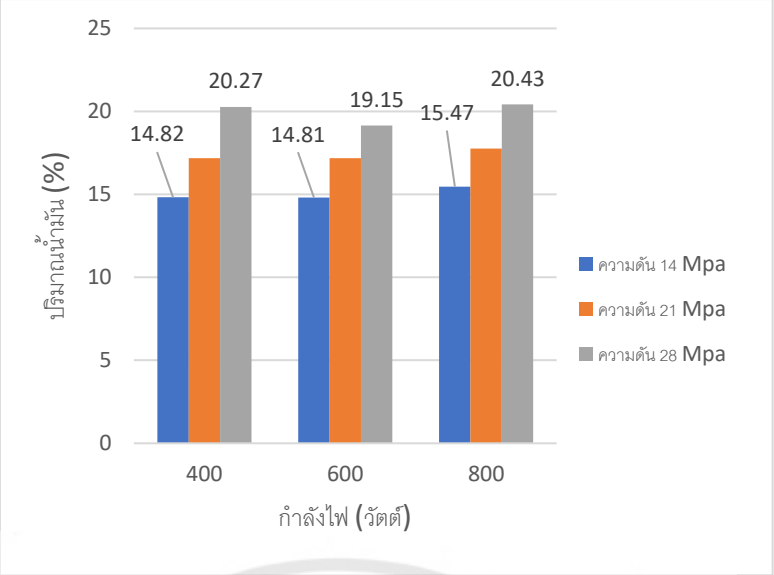
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงอิทธิพลของเวลาในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 60 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.6 พบว่าความดันที่ใช้ในการอัดเพิ่มมากขึ้น ปริมาณน้ำมันที่ได้ก็จะเพิ่มมากขึ้นก็ต่อเมื่ออยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน แต่ถ้าเทียบกับช่วงเวลาที่แตกต่างปริมาณน้ำมันที่จะมีค่าที่ใกล้เคียงกันอย่างมาก โดยปริมาณน้ำมันเฉลี่ยสูงสุดที่ได้คือ 21.47 ร้อยละโดยมวล ใช้เวลาในการกระตุ้น 5 นาที ความดัน 28 เมกะปาสคาล ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยต่ำสุดที่ได้คือ 15.71 ร้อยละโดยมวล ใช้เวลาในการกระตุ้น 5 นาที ความดัน 14 เมกะปาสคาล เมื่อนำกราฟนี้ไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 พบว่า ในการกระตุ้นที่เวลา และกำลังไฟเดียวกัน แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการอัดน้ำมันเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้มีปริมาณที่เท่า ๆกัน



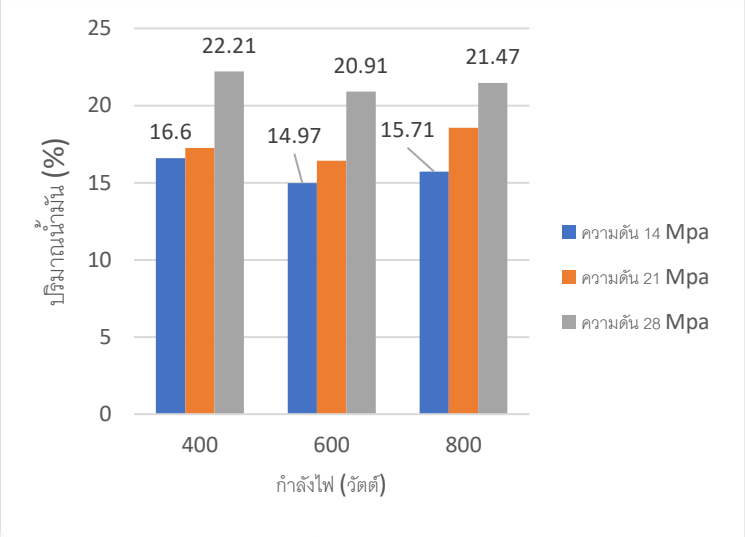
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงอิทธิพลของกำลังไฟในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 5นาที และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 30 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.7 พบว่าความดันที่ใช้ในการอัดเพิ่มมากขึ้น ปริมาณน้ำมันที่ได้ก็จะเพิ่มมากขึ้นก็ต่อเมื่อใช้กำลังไฟในการกระตุ้นเท่ากัน เมื่อเพิ่มกำลังไฟที่ใช้ในการกระตุ้นให้สูงขึ้นปริมาณน้ำมันที่ได้มีค่าที่ใกล้เคียงกันตามกราฟ โดยปริมาณน้ำมันเฉลี่ยสูงสุดที่ได้คือ 21.91 ร้อยละโดยมวล กำลังไฟที่ใช้ในการกระตุ้น 800 วัตต์ ความดัน 28 เมกะปาสคาล ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยต่ำสุดที่ได้คือ 14.93 ร้อยละโดยมวล กำลังไฟที่ใช้ในการกระตุ้น 800 วัตต์ ความดัน 14 เมกะปาสคาล



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงอิทธิพลของกำลังไฟในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 5 นาที และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 45 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.8 พบว่าที่กำลังไฟต่างกันกันปริมาณน้ำมันที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกันที่ความดันเดียวกัน เมื่อใช้กำลังไฟเดียวกันแต่ความดันต่างกันปริมาณน้ำมันที่ได้ก็จะเพิ่มมากขึ้นตามความดันที่สูงขึ้น โดยปริมาณน้ำมันเฉลี่ยสูงสุดที่ได้คือ 20.43 ร้อยละโดยมวล กำลังไฟที่ใช้ในการกระตุ้น 800 วัตต์ ความดัน 28 เมกะปาสคาล ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยต่ำสุดที่ได้คือ 14.81 ร้อยละโดยมวล กำลังไฟที่ใช้ในการกระตุ้น 600 วัตต์ ความดัน 14 เมกะปาสคาล เมื่อนำกราฟนี้ไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.7 พบว่า กราฟที่ได้มีลักษณะเดียวกัน คือ เมื่อกำลังไฟเพิ่มขึ้นแต่เวลาที่ใช้ในการกระตุ้นเท่าเดิมปริมาณน้ำมันที่ได้จะเพิ่มขึ้นตาม และเมื่อกำลังไฟและเวลาเท่ากัน แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำมันที่ได้กับมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ในทางสถิติกราฟที่นำมาเปรียบเทียบมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อย



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงอิทธิพลของกำลังไฟในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 5 นาที และความดันในการอัด ต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกอัดที่ 60 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.9 ที่กำลังไฟต่าง ๆ พบว่าปริมาณน้ำมันที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันโดยที่ความดันจะแปรผันตรงกันปริมาณน้ำมันและปริมาณน้ำมันเฉลี่ยสูงสุดที่ได้คือ 22.21 ร้อยละโดยมวล กำลังไฟที่ใช้ในการกระตุ้น 400 วัตต์ ความดัน 28 เมกะปาสคาล ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยต่ำสุดที่ได้คือ 14.97 ร้อยละโดยมวลกำลังไฟที่ใช้ในการกระตุ้น 600 วัตต์ ความดัน 14 เมกะปาสคาล เมื่อนำกราฟนี้ไปทำการเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 พบว่า ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้มีปริมาณที่เท่า ๆกันเมื่อเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นเท่ากันแต่กำลังไฟเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเพิ่มขึ้น แต่เทียบกันแล้วปริมาณน้ำมันที่ได้ก็จะมีลักษณะที่เท่า ๆกัน มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเล็กน้อย ไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของปริมาณน้ำมันอย่างเด่นชัน

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 จากการทดลองสกัดน้ำมันงาขาวโดยไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ ทำการทดลองโดยใช้เครื่อง UTM เป็นตัวกดกระบอกไฮดรอลิก โดยใช้งาขาวในการสกัดครั้งละ 50 กรัม ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เวลาในการสกัดครั้งละ 30 นาที จากการทดลองสกัดน้ำมันโดยไม่ใช้ตัวกระตุ้น การสกัดใช้ความดัน 3 ระดับ 14, 21และ28 เมกะปาสคาล และอุณหภูมิ 3 ระดับ 30, 45และ60 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำมันเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 20.35 ร้อยละโดยมวล

5.1.2 จากการทดลองสกัดน้ำมันงาขาวโดยมีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลาที่ใช้ในการกระตุ้นแตกต่างกัน คือ 3, 5และ7 นาที โดยให้ 3 และ7 นาที ใช้กำลังไฟที่ 800 วัตต์ ส่วน 5 นาทีจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ 400, 600และ800 วัตต์ ทำการกระตุ้นก่อนที่จะทำการอัดโดยใช้เครื่อง UTM พบว่าปริมาณน้ำมันที่สกัดได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการสกัดโดยไม่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟก่อน โดยปริมาณน้ำมันที่ได้เฉลี่ยสูงสุด 22.21 ร้อยละโดยมวล ซึ่งมีการกระตุ้นที่กำลังไฟ 400 วัตต์ เป็นเวลา 5 นาที ระดับความดัน 21 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำมันที่น้อยที่สุดอยู่ที่ระดับความดัน 21 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กระตุ้นที่กำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 7 นาทีจะให้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 13.68 ร้อยละโดยมวล

ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า ปริมาณน้ำมันที่มีการกระตุ้นเมล็ดงาขาวด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัดจะมีปริมาณน้ำมันมากกว่าที่ไม่มีการกระตุ้นเมล็ดงาขาวด้วยไมโครเวฟก่อนการสกัด จะมีปริมาณน้ำมันแตกต่างกัน 3.91 ร้อยละโดยมวลที่ ความดัน 14 เมกะปาสคาล 30 องศาเซลเซียส

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการออกแบบกระบอกอัดไฮดรอลิกได้ออกแบบตามเครื่อง UTM เครื่องเดิม แต่ในการทดลองได้ใช้เครื่องตัวใหม่ จึงทำให้ต้องลดความดันที่ใช้ในการอัดลง เพื่อให้ความดันไม่เกินเครื่องตัวใหม่

5.2.2 ในการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟแบบ fluidized drying ควรหาตะแกรงเหล็กที่ไม่มีคมเพื่อป้องกันไม่ให้รังสีไมโครเวฟออกมาสู่ภายนอกและไม่ให้เกิดการสปาร์คของรังสีที่กระทบกับรอยคมของโลหะ

5.2.3 เพื่อให้สามารถพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมได้ น่าจะมีการศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

5.2.4 ในการทดลองที่อุณหภูมิสูง อุปกรณ์จะมีความร้อนสูงควรออกแบบเครื่องสกัดเย็นกระบอกอัดไฮดรอลิก ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันความร้อนอย่างเช่น ถุงมือกันความร้อน ใช้ในเวลาทำการทดลอง

5.2.5 ควรเลือกใช้งาขาวที่นำมาสกัดชนิดเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองไม่คลาดเคลื่อน

5.2.6 ในการทดลองที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง ควรถอดปลั๊ก และปิดสวิตซ์หลังจากการใช้งานทุกครั้ง และควรติดตั้งสายดิน เพื่อป้องกันการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้า

เอกสารอ้างอิง

Ajibola, O.O., Owolarafe, O.K., Fasina, O.O. and Adeeko, K.A. (1993). **Expression of oil from sesame seeds**. *Department of Agricultural Engineering 35, 083 – 088.*

Edgar Uquiche. (2008). **Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (Gevuina avellana Mol)**. *Innovative Food Science and Emerging Technologies 9, 495 – 500*.

Herry Santoso. (2014). **Effects of Temperature, Pressure, Preheating Time and Pressing Time on Rubber Seed Oil Extraction Using Hydraulic Press**. *Procedia Chemistry 9, 248 – 256.*

P. Willems. (2008). **Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modeling of yield and pressing rates**. *Journal of Food Engineering 89, 8 – 16.*

การสกัดเย็น. สืบค้นเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2561, จาก http://www.scimath.org/article-chemistry/item/7866-2018-02-22-02-51-51

คุณค่าทางโภชนาการของงาขาว. สืบค้น22 ตุลาคม 2561, จาก https://www.honestdocs.co/the-benefits-of-white-sesame

เครื่องควบคุมอุณหภูมิ. สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2562, จาก https://www.zonemaker.com/product/

เครื่องทดสอบแรงอเนกประสงค์ UNIVERSAL TESTING MACHINE (UTM). สืบค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2561, จาก http://tonanasia.com/

งาขาว ประโยชน์ดีๆ สรรพคุณเด่นๆ และข้อมูลงานวิจัย. สืบค้นเมื่อ 22 ตุลาคม 2561, จาก https://www.disthai.com/

งา และน้ำมันงา. สืบค้นเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2561, จาก https://thaihealthlife.com/%E0%B8%87%E0%B8%B2/

ชลิตต์ มธุรสมนตรี. (2548). **เครื่องบีบน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบเกลียวเดี่ยว (A Single Screw Vegetable Oil Press Machine)**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

โซลิดสเตตรีเลย์. สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2562, จาก http://www.mltelectronic.com/

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ณัฐธนนท์ นาควัฒนเศรษฐ์ และคณะ. (2559). **อิทธิพลของความดันและอุณหภูมิต่ออัตราการผลิตน้ำมันงาดำสกัดเย็นโดยใช้กระบอกไอดรอลิก**. วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ผศ.สญชัย เข็มเจริญ. (2548). **ชุดเครื่องผลิตน้ำมันงา (Sesame oil Press Machine)**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล. (2549). **เครื่องสกัดน้ำมันงา**. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และภาควิชาพืชไร่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ไมโครเวฟ. สืบค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2561, จาก https://sites.google.com/site/sirindasilakul55/mikhorwef

ระบบไฮดรอลิก. สืบค้นเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2561, จาก http://www.moro.co.th/

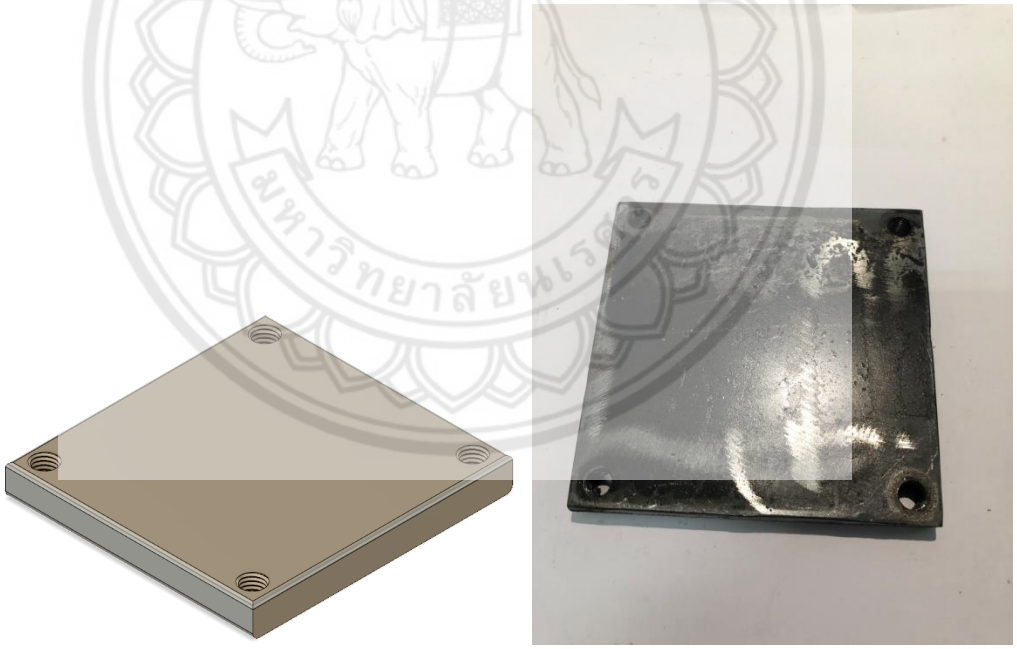
ว่าที่ร้อยตรีธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี. (2550). **การพัฒนาและทดสอบเครื่องสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยเครื่องอัดเกลียว**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ.

หลักการให้ความร้อน. สืบค้น22 ตุลาคม 2561, จาก https://sites.google.com/site/sirindasilakul55/mikhorwef

ภาคผนวก ก

รูปขั้นตอนการทำเครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิก และการสกัดน้ำมัน

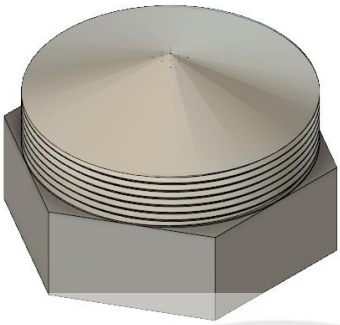
รูปภาคผนวก ก1 เครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก



รูปภาคผนวก ก2 การออกแบบและชิ้นงานจริงฐานรองชุดขาตั้ง

รูปภาคผนวก ก3 การออกแบบและชิ้นงานจริงขาตั้ง Support

รูปภาคผนวก ก4 การออกแบบและชิ้นงานจริง Support



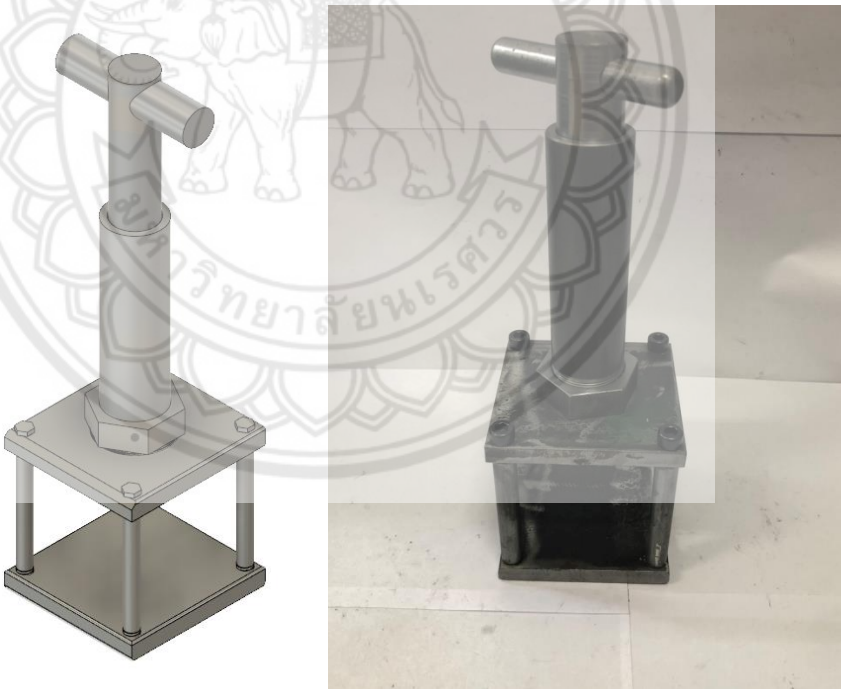
รูปภาคผนวก ก5 การออกแบบและชิ้นงานจริงฝาปิดกระบอกพร้อมเจาะรู

รูปภาคผนวก ก6 O-Ring เส้นผ่านศูนย์กลางใน 25 mm หนา 2.5 mm จำนวน 3 ตัว
O-Ring เส้นผ่านศูนย์กลางใน 32 mm หนา 2.5 mm จำนวน 1 ตัว

รูปภาคผนวก ก7 การออกแบบและชิ้นงานจริงลูกสูบอัด

รูปภาคผนวก ก8 การออกแบบและชิ้นงานจริงกระบอกอัด

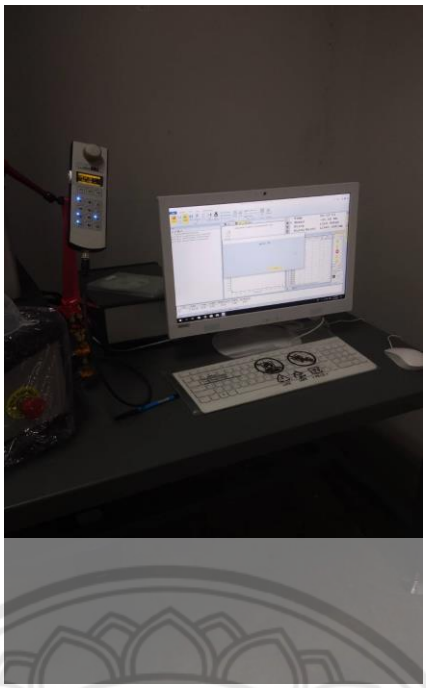
รูปภาคผนวก ก9 bolt ช่วยยึดแผ่น Support กันแรงจากการสกัดน้ำมัน



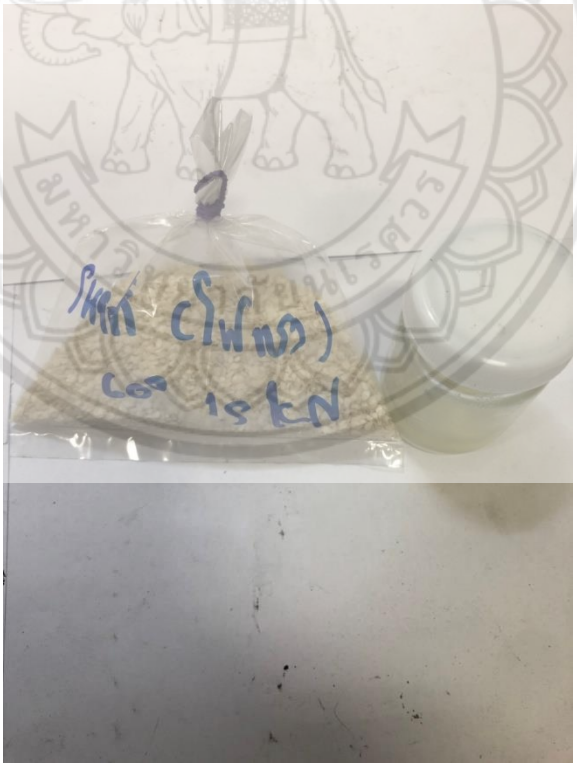
รูปภาคผนวก ก10 เครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิกที่ออกแบบเสร็จแล้ว

รูปภาคผนวก ก11 เครื่องสกัดเย็นแบบไฮดรอลิกที่ติดตั้งฮีตเตอร์และเทอร์โมคัปเปิลเสร็จเรียบร้อย

รูปภาคผนวก ก12 ขั้นตอนการติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิ



รูปภาคผนวก ก13 ขั้นตอนการตั้งค่าแรงอัดและความเร็วในการอัด



รูปภาคผนวก ก14 น้ำมันและกากที่ได้จากการสกัดเย็นแบบไฮดรอลิก

ภาคผนวก ข

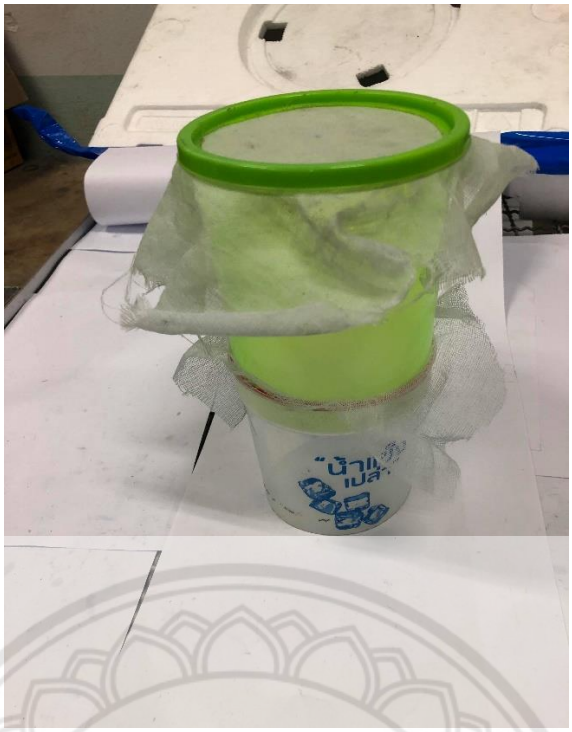
ขั้นตอนการทำไมโครเวฟ

รูปภาคผนวก ข1 เจาะรูไมโครเวฟ

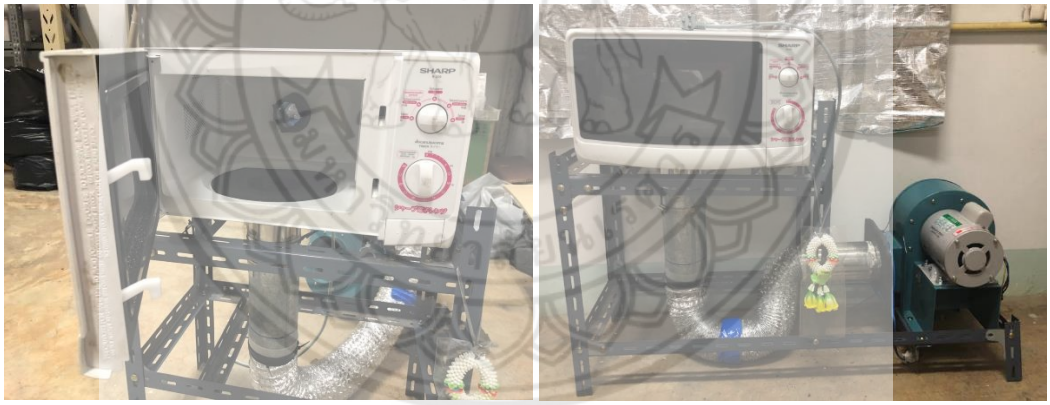
รูปภาคผนวก ข2 ขั้นตอนการทำท่อระบายความร้อน

รูปภาคผนวก ข3 ขั้นตอนการทำท่อส่งลมจากโบลเวอร์

รูปภาคผนวก ข4 ขั้นตอนการทำท่อกันรังสีไมโครเวฟ



รูปภาคผนวก ข5 ขั้นตอนการทำ



รูปภาคผนวก ข6 ขั้นตอนการประกอบไมโครเวฟ

ภาคผนวก ค

ผลการทดลอง

ตารางที่ ค1 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกโดยไม่มีการกระตุ้น ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
30	14 MPa	50	11.08	11.49
		50	12.04	
		50	11.36	
	21 MPa	50	15.10	15.81
		50	16.00	
		50	16.34	
	28 MPa	50	20.00	19.51
		50	19.34	
		50	19.18	

ตารางที่ ค2 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกโดยไม่มีการกระตุ้น ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
45	14 MPa	50	15.02	15.57
		50	15.32	
		50	16.36	
	21 MPa	50	18.46	18.25
		50	17.78	
		50	18.50	
	28 MPa	50	22.02	21.29
		50	21.16	
		50	20.68	

ตารางที่ ค3 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกโดยไม่มีการกระตุ้น ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
60	14 MPa	50	16.74	16.46
		50	18.32	
		50	14.32	
	21 MPa	50	16.64	17.59
		50	19.38	
		50	16.74	
	28 MPa	50	18.72	20.35
		50	20.98	
		50	21.34	

ตารางที่ ค4 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 3 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
30	14 MPa	50	15.36	15.40
		50	15.36	
		50	15.48	
	21 MPa	50	16.38	15.95
		50	16.14	
		50	15.32	
	28 MPa	50	19.30	18.77
		50	18.42	
		50	18.60	

ตารางที่ ค5 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 3 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
45	14 MPa	50	16.96	16.42
		50	16.40	
		50	15.90	
	21 MPa	50	17.60	17.75
		50	18.52	
		50	17.12	
	28 MPa	50	18.76	19.61
		50	20.78	
		50	19.30	

ตารางที่ ค6 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 3 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
60	14 MPa	50	15.58	16.28
		50	16.42	
		50	16.84	
	21 MPa	50	16.26	16.71
		50	15.80	
		50	18.08	
	28 MPa	50	19.30	20.89
		50	20.44	
		50	22.94	

ตารางที่ ค7 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 400 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
30	14 MPa	50	15.90	15.26
		50	15.64	
		50	14.24	
	21 MPa	50	14.92	16.23
		50	16.60	
		50	17.18	
	28 MPa	50	18.76	18.54
		50	18.56	
		50	18.29	

ตารางที่ ค8 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 400 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
45	14 MPa	50	15.24	14.82
		50	14.02	
		50	15.20	
	21 MPa	50	16.32	17.18
		50	16.34	
		50	18.88	
	28 MPa	50	20.14	20.27
		50	18.50	
		50	22.16	

ตารางที่ ค9 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 400 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
60	14 MPa	50	15.64	16.60
		50	17.08	
		50	17.08	
	21 MPa	50	17.12	17.26
		50	18.12	
		50	16.54	
	28 MPa	50	21.18	22.21
		50	21.02	
		50	24.44	

ตารางที่ ค10 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 600 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
30	14 MPa	50	15.52	15.12
		50	15.04	
		50	14.80	
	21 MPa	50	14.36	16.18
		50	16.66	
		50	17.52	
	28 MPa	50	18.32	19.88
		50	19.92	
		50	21.40	

ตารางที่ ค11 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 600 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
45	14 MPa	50	16.14	14.81
		50	13.84	
		50	14.46	
	21 MPa	50	15.70	17.19
		50	18.52	
		50	17.36	
	28 MPa	50	16.88	19.15
		50	19.86	
		50	20.72	

ตารางที่ ค12 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 600 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
60	14 MPa	50	13.86	14.97
		50	15.62	
		50	15.44	
	21 MPa	50	16.52	16.43
		50	16.50	
		50	16.26	
	28 MPa	50	20.28	20.91
		50	20.76	
		50	21.68	

ตารางที่ ค13 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
30	14 MPa	50	17.18	14.93
		50	14.84	
		50	12.78	
	21 MPa	50	15.28	16.31
		50	16.56	
		50	17.08	
	28 MPa	50	20.66	21.91
		50	22.94	
		50	22.12	

ตารางที่ ค14 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
45	14 MPa	50	17.44	15.47
		50	13.94	
		50	15.02	
	21 MPa	50	18.62	17.76
		50	17.88	
		50	16.78	
	28 MPa	50	20.98	20.43
		50	19.42	
		50	20.88	

ตารางที่ ค15 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 5 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21, 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
60	14 MPa	50	15.00	15.71
		50	17.32	
		50	14.80	
	21 MPa	50	18.34	18.57
		50	17.54	
		50	19.82	
	28 MPa	50	21.54	21.47
		50	21.58	
		50	21.28	

ตารางที่ ค16 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 7 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21, 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
30	14 MPa	50	14.98	14.08
		50	14.38	
		50	12.88	
	21 MPa	50	15.38	15.61
		50	17.24	
		50	14.22	
	28 MPa	50	18.26	21.14
		50	23.24	
		50	21.92	

ตารางที่ ค17 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 7 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
45	14 MPa	50	13.34	13.68
		50	14.16	
		50	13.54	
	21 MPa	50	19.42	17.63
		50	16.34	
		50	17.14	
	28 MPa	50	22.48	21.86
		50	20.60	
		50	22.50	

ตารางที่ ค18 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดเย็นด้วยกระบอกอัดไฮดรอลิกที่มีการกระตุ้นด้วยไมโครเวฟ เวลา 7 นาที 800 วัตต์ ที่ความดัน 14, 21และ 28 เมกะปาสคาล อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (℃)	ความดัน (MPa)	น้ำหนักเมล็ด (g)	น้ำหนักน้ำมันที่ได้ (ร้อยละโดยมวล)	ค่าเฉลี่ยน้ำมัน (ร้อยละโดยมวล)
60	14 MPa	50	18.36	16.91
		50	16.48	
		50	15.90	
	21 MPa	50	17.26	17.84
		50	19.46	
		50	16.80	
	28 MPa	50	20.66	21.34
		50	21.92	
		50	21.44	