การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไพลโดยการสกัดด้วยน้ำร่วมกับไมโครเวฟ

Microwave assisted hydrodistillation of Zingiber cassumunar Roxb essential oil

นายพรชัย ทับทิม 60360012

นายธนาเทพ หมู่อุบล 60361958

นายรัชชานนท์ มาตอุดม 60363945

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2563

ใบรับรองโครงงาน

ชื่อหัวข้อโครงงาน : การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไพลโดยการสกัดด้วยน้ำร่วมกับไมโครเวฟ

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายพรชัย ทับทิม รหัส 60360012
นายธนาเทพ หมู่อุบล รหัส 60361958
นายรัชชานนท์ มาตอุดม รหัส 60363945

ที่ปรึกษาโครงงาน : รศ.ดร.ปฐมศก วิไลพล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2563

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(รศ.ดร.ปฐมศก วิไลพล)

.....กรรมการ
(รศ.ดร.ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์)

.....กรรมการ
(ผศ.นพรัตน์ สีหะวงษ์)

หัวข้อโครงงาน : การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไพลโดยการสกัดด้วยน้ำร่วมกับไมโครเวฟ

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายพรชัย ทับทิม รหัส 60360012

นายธนาเทพ หมู่อุบล รหัส 60361958

นายรัชชานนท์ มาตอุดม รหัส 60363945

ที่ปรึกษาโครงงาน : รศ.ดร.ปฐมศก วิไลพล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2563

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไอน้ำควบแน่นรวมกับน้ำมันหอมระเหย จากกระบวนการสกัดไพลโดยวิธีการสกัดด้วยน้ำร่วมกับไมโครเวฟ อัตราส่วนน้ำกับไพลที่ใช้ในการทดลอง 1:0.33, 1:0.66 และ 1:1 ใช้กำลังไฟฟ้า 300 W และ 450 W การทดลองการสกัดจะเริ่มนับเวลาหลังจากที่หมุนตัวตั้งเวลาในไมโครเวฟ โดยจะบันทึกค่าที่ได้ทุกๆ 4 นาที หลังจากที่น้ำเกิดการควบแน่นกลั่นเป็นหยดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย และจะหยุดบันทึกค่าเมื่อเวลาครบ 40 นาที ผลที่ได้จากการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไพลด้วยวิธีการสกัดด้วยน้ำร่วมกับไมโครเวฟ โดยกำลังไฟฟ้า 450 W พบว่าที่ขนาดความหนาของชิ้นไพล 1.5 cm อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ที่กำลังไฟฟ้า 450 W จะมีปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ยมากที่สุด 130 ml และที่กำลังไฟฟ้า 300 W ขนาดความหนาของชิ้นไพล 1.5 cm ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 จะมีปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ยมากที่สุด 135 ml ผลที่ได้จากขนาดความหนาชิ้นไพล 0.5, 1.5 cm ที่กำลังไฟฟ้าของ 300 W ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาของกราฟที่มากที่สุด 4.17 g/min ที่อัตราส่วน 1:0.33, 1:1 และที่กำลังไฟฟ้า 450 W ขนาดความหนาชิ้นไพล 0.5 cm ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาของกราฟที่มากที่สุด 7.40 g/min ที่อัตราส่วน 1:1

Project Title : Microwave assisted hydrodistillation of Zingiber cassumunar Roxb. essential oil

Name : Mr. Pornchai Thubthim
Mr. Thanatep Muaubon
Mr. Ratchanon Matudom

Project Advisor : Assoc. Prof. Dr. Patomsok Wilaipon

Department : Mechanical Engineering

Academic year : 2020

Abstract

The purpose of this project was to study the amount of condensed water including extracted cassumunar-ginger oil obtained from microwave water-extraction process. The water and cassumunar ginger ratio which used in the experiment were: 1:0.33, 1:0.66 and 1:1 respectively. Two levels of microwave power, 300W and 450W, were applied during the process. The results were recorded in 4-minute intervals after the condensate including ginger oil appeared at the condenser outlet. The maximum duration of each record was set to be 40 minutes. For 1.5 cm ginger thickness and 1:1 ration, the highest average amount of water including essential oil was 130 ml and 135 ml for the applied power of 450 W and 300 respectively. For the 0.5 cm, 300 W, 1:0.33 and 1.5 cm, 300 W, 1:1, it shows that the increase rates of condensed mixture from both condition were 4.17 g/min. Finally, the highest value, 7.40 g/min, was reported for the case of 0.5 cm, 450 W, 1:1 condition.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือในด้านคำแนะนำในการทำโครงงาน จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ปฐมศก วิไลพล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานคณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์นพรัตน์ สีหะวงษ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์ ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษา เพื่อให้โครงงานนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณฝ่ายเลขานุการ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงงาน

ขอขอบพระคุณนาย ชัชชัย อินเขียน ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษา เพื่อให้โครงงานนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ทดสอบ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองโครงงาน

สุดท้ายนี้ ผู้ดำเนินงานขอมอบคุณความดีที่เกิดขึ้นจากโครงงานนี้ แด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำให้โครงงานนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากโครงงานนี้ผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้ ด้วย

นายพรชัย ทับทิม
นายธนาเทพ หมู่อุบล
นายรัชชานนท์ มาตอุดม

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ไพล	5
2.2 น้ำมันหอมระเหย	8
2.3 การสกัดน้ำมันหอมระเหย	9
2.4 ไมโครเวฟ	12
2.5 การควบคุมอุณหภูมิในเตาอบไมโครเวฟ	14
2.6 ความดันไอและจุดเดือดของของเหลว	17
2.7 การเอียงของท่อ Condenser หรือระบบหล่อเย็น	18
2.8 วรรณกรรมปริทัศน์	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.1 สถานที่ดำเนินโครงงาน 21
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 21
3.3 วัตถุดิบ 21
3.4 ทำการดัดแปลงชุดสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟให้ความร้อน 22
3.5 หลักการทำงานของระบบและตัวแปรในการทดลอง 22
3.6 ขั้นตอนการทดลอง 23
3.7 แผนผังงาน (Flowchart) 24
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด 25

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง
4.1 อิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย 30
4.2 อิทธิพลอัตราส่วน และความหนาที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย 33

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการทดลอง 39
5.2 ข้อเสนอแนะ 40

บรรณานุกรม 41
ภาคผนวก ก 43
ภาคผนวก ข 45
ภาคผนวก ค 56
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 60

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบที่สำคัญของน้ำมันไพล 7

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค1 ค่าผลการทดลองการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่ 300, 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 57

ตารางที่ ค2 ค่าผลการทดลองการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่ 300, 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 58

ตารางที่ ค3 ค่าผลการทดลองการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่ 300, 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 59

สารบัญรูปภาพ

หน้า

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รูปที่ 2.1 ไพลสด 5
รูปที่ 2.2 การกลั่นด้วยน้ำร้อน 10
รูปที่ 2.3 การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ 10
รูปที่ 2.4 การกลั่นด้วยไอน้ำ 11
รูปที่ 2.5 การกลั่นในภาวะสุญญากาศ 11
รูปที่ 2.6 ลักษณะการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ 12
รูปที่ 2.7 การกระจายคลื่นของตู้ไมโครเวฟ 14
รูปที่ 2.8 ผังการทำงานของ Temperature Base Feedback Powered Control 14
รูปที่ 2.9 แมกนีตรอน 15
รูปที่ 2.10 ตัวตั้งเวลา 15
รูปที่ 2.11 หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 16
รูปที่ 2.12 ตัวเก็บประจุ 16
รูปที่ 2.13 ท่อนำคลื่น 17
รูปที่ 2.14 ผลการเอียงต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 18
สำหรับฟลักซ์มวลต่างๆ (x = 0.5)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ

รูปที่ 3.1 ไพลสด 1-2 ปี 21
รูปที่ 3.2 ชุดสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟในการให้ความร้อน 22
รูปที่ 3.3 เครื่องสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยด้วยไมโครเวฟที่ดัดแปลงมา 22
รูปที่ 3.4 ไมโครเวฟ 25
รูปที่ 3.5 ชุดหล่อเย็น 26
รูปที่ 3.6 เครื่องชั่งดิจิตอล 27
รูปที่ 3.7 กระบอกตวงแก้ว 27
รูปที่ 3.8 สายยางซิลิโคน 28
รูปที่ 3.9 กล่องซุปเปอร์แวร์ 29

รูปที่ 3.10 มัลติมิเตอร์ดิจิตอล 29

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

รูปที่ 4.1 กราฟอิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 (น้ำ 100 ml:ไพล 33 g) 30

รูปที่ 4.2 กราฟอิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 (น้ำ 100 ml:ไพล 66 g) 31

รูปที่ 4.3 กราฟอิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 (น้ำ 100 ml:ไพล 100 g) 32

รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 300 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 33

รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 450 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 34

รูปที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 300 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 35

รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 450 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 36

รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 300 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 37

รูปที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 450 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 38

ภาคผนวก ก

รูปที่ ก1 เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยคลื่นไมโครเวฟ 44

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข

รูปที่ ข1 ทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ที่เวลา 40 นาทีแต่ทดลองได้แค่ 20 นาทีก็เกิดการไหม้ของไพลและกล่องซุปเปอร์แวร์ละลาย 46
รูปที่ ข2 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนา 0.5 cm 46
รูปที่ ข3 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนา 1.0 cm 47
รูปที่ ข4 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนา 1.5 cm 47
รูปที่ ข5 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนา 0.5 cm 48
รูปที่ ข6 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนา 1.0 cm 48
รูปที่ ข7 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนา 1.5 cm 49
รูปที่ ข8 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 0.5 cm 49
รูปที่ ข9 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 1.0 cm 50
รูปที่ ข10 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 1.5 cm 50
รูปที่ ข11 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 0.5 cm 51
รูปที่ ข12 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 1.0 cm 51

รูปที่ ข13 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 1.5 cm 52

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข

รูปที่ ข14 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 0.5 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ 53
รูปที่ ข15 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 1.0 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ 53
รูปที่ ข16 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 1.5 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ 54
รูปที่ ข17 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 0.5 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ 54
รูปที่ ข18 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 1.0 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ 55
รูปที่ ข19 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 1.5 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ 55

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่พืชสามารถผลิตขึ้นมาได้ตามธรรมชาติแล้วเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น กลีบดอก ใบ ผิวของผล เกสร ราก หรือเปลือกของลำต้น ซึ่งน้ำมันหอมระเหยเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อมนุษย์ในปัจจุบัน จึงทำให้มีการแบ่งกลุ่มการใช้ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหยนี้ขึ้น ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการแพทย์ที่นำน้ำมันหอมระเหยมาใช้บำบัดรักษาโรค หรือด้านสินค้าอุปโภคบริโภค แม้แต่อุตสาหกรรมที่นำน้ำมันหอมระเหยมาเป็นส่วนผสมในการปรุงแต่งให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม โดยทั่วไปน้ำมันหอมระเหยสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง ได้แก่ การสูดดม การซึมผ่านผิวหนัง และการรับประทานชนิดมีฤทธิ์ต่อระบบต่างๆของร่างกายที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทและสรรพคุณของพืชชนิดนั้นๆ อย่างเช่น น้ำมันหอมระเหยไพล ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดในการออกแบบเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อที่จะศึกษาการเปลี่ยนของการสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟร่วมกับน้ำโดยใช้วิธีการกลั่นด้วยน้ำร้อน

วิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟ (Microwave-assisted extraction, MAE) เป็นการใช้คลื่นไมโครเวฟช่วยในการสกัดร่วมกับตัวทำละลายหรือร่วมกับน้ำหลักการ คือ อาศัยการส่งผ่านคลื่นไมโครเวฟไปยังเซลล์พืช โดยทำให้โมเลกุลของน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในเซลล์พืชสั่นสะเทือน เกิดแรงดันขึ้นภายในเซลล์ทำให้เซลล์แตก และปล่อยสารสำคัญที่อยู่ภายในวัตถุดิบออกมาผสมกับตัวทำละลายที่ใช้สกัด ข้อดีของวิธีนี้คือ ใช้เวลาในการสกัดสั้นไม่เปลืองตัวทำละลาย ช่วยป้องกันการสลายตัวขององค์ประกอบสำคัญที่สกัดได้เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้น และช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตของสารสกัดที่ได้ [1]

ดังนั้นโครงงานนี้ผู้ศึกษาจึงได้ทำการดัดแปลงเครื่องสกัดน้ำมันด้วยไมโครเวฟ (MAE) เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่เป็นน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่ออกมาจากการสกัดน้ำมันของไพล

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ดัดแปลงชุดทดสอบการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากไพลโดยใช้วิธีไมโครเวฟ

1.2.2 ศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย

1.2.3 ศึกษาผลของการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากไพลที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายด้วยวิธีการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 กำลังวัตต์ที่ใช้ 300 450 W ใช้เวลาในการสกัดน้ำมันหอมระเหยของไพลไม่เกิน 40 นาทีต่อครั้ง

1.3.2 อัตราส่วนน้ำต่อไพลอยู่ที่ 1:0.33 1:0.66 1:1 ตามลำดับ

1.3.3 ขนาดของชิ้นไพลที่ต้องหั่นเป็นแว่นโดยมีความหนาอยู่ที่ 0.5 1.0 1.5 cm

1.3.4 ใช้วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยน้ำกับไมโครเวฟ

1.3.5 ใช้เหง้าไพลอายุปลูกประมาณ 1 - 2 ปีขึ้นไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้รับความรู้เกี่ยวกับเรื่องการสกัดน้ำมันหอมระเหย

1.4.2 สามารถนำไปประยุกต์ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยของวัตถุดิบอื่นได้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการกลั่นและการสกัดน้ำมันหอมระเหย

1.5.2 ทำการดัดแปลงเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยไมโครเวฟ

1.5.3 นำไพลมาหั่นแล้วชั่งตามอัตราส่วนแล้วไปใส่ในภาชนะที่อยู่ในไมโครเวฟ และใส่น้ำตามอัตราส่วน

1.5.4 ทำการทดลองทั้ง 2 กำลังไฟฟ้าแล้วทดลอง 3 ซ้ำ และเก็บค่าผลการทดลอง

1.5.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

1.5.6 สรุปผลการทดลอง

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	2562			2563		2564			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการกลั่นและการสกัดน้ำมันหอมระเหย									
2.ทำการออกแบบเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยไมโครเวฟ									
3.นำไพลมาหั่นแล้วชั่งตามอัตราส่วนแล้วไปใส่ในภาชนะที่อยู่ในไมโครเวฟและใส่น้ำตามอัตราส่วน									
4.ทำการทดลองทั้ง 2กำลังไฟฟ้าแล้วทดลอง 3ซ้ำและเก็บค่าผลการทดลอง									

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินการ(ต่อ)

กิจกรรม	2562			2563		2564			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
5.วิเคราะห์ผลการทดลอง									
6.สรุปผลการทดลอง									

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

อุปกรณ์ในการทำการทดลอง 2,000 บาท

จัดทำรูปเล่ม 1,000 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไพล [2]

รูปที่ 2.1 ไพลสด

ชื่อและพันธ์

ไพลมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ Zingiber cassumunar Roxb. เป็นพืชในวงศ์ ZINGIBERACEAE ซึ่งอยู่ในวงศ์เดียวกับขิงข่า มีชื่อท้องถิ่น คือ ปูลอย ปูเลย (ภาคเหนือ) ปูขมิ้น มิ้นสะล่าง (ไทยใหญ่ - แม่ฮ่องสอน) ว่านไฟ (ภาคกลาง) ว่านปอบ (ภาคอีสาน) ไพลเหลือง มีชื่อภาษาอังกฤษ คือ Thai ginger, Bengal ginger, Cassumunar ginger และยังพบว่ามีอีก 2 พันธุ์ ได้แก่ ไพลดำมีชื่อท้องถิ่น คือ ไพลม่วง มีสรรพคุณคล้ายไพลบ้านแต่ไม่นิยมใช้เนื่องจากหายากและอีกชนิดคือ ไพลป่า มีฤทธิ์ร้อนแรงกว่าไพลบ้าน

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไพลเป็นไม้ล้มลุก สูง 0.7-1.5 m มีลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าเปลือกสีน้ำตาลแกมเหลือง เหง้าสด มีเนื้อในสีเหลืองถึงเหลืองแกมเขียว ฉ่ำน้ำ มีกลิ่นหอมเฉพาะแทงหน่อหรือลำต้นเทียมขึ้นเป็นกอ ประกอบด้วยกาบหรือโคนใบหุ้มซ้อนกันเป็นลำกลม สีเขียวเข้ม โคนกับสีแดงใบเดี่ยวเรียงสลับ 6 ออกระนาบเดียว รูปขอบขนานแกมใบหอก กว้าง 3.5-5.5 cm ยาว 18-35 cm ปลายใบเรียวแหลม โคนใบมน หรือเว้ารูปหัวใจผิวใบเรียบ ขอบใบเรียบ ไม่มีก้านใบมีขนนุ่มที่เส้นกลางใบ ด้านท้องใบแผ่นใบบางหลังใบสีเขียวเข้มท้องใบสีอ่อนกว่ากาบใบมีลิ้นใบดอกช่อเชิงลดรูปไข่หรือยาวรี หรือรูปกระสวย แทงจากเหง้าใต้ดิน ดอกมีความกว้าง 4-5 cm และความยาว 7-15 cm ก้านช่อดอกยาว 15-30 cm ใบประดับจำนวนมากเรียงตัวเป็นระเบียบซ้อนกันแน่นคล้ายเกล็ดปลามีขนประปรายใบประดับย่อยม้วนหุ้มดอกย่อย ใบประดับมีสีแดงอมม่วง ขอบสีเขียวรูปเหมือนกลีบ ดอกบัวข้างในใบประดับมีดอกย่อย 1 ดอก กลีบดอกเป็นหลอดเชื่อมติดกัน หลอดยาว 2.5 cm ส่วนปลายมี 3 กลีบ สีเหลืองนวล กลีบดอกบอบบาง เกสรเพศผู้ส่วนเป็นกลีบมี 3 หยัก สีขาวนวลหยัก กลางขนาดใหญ่เป็นกลีบปากรูปเกือบกลม เกสรเพศผู้ที่เป็นหมันมีสีเหลืองอมขาว ส่วนนี้มีขนาดใหญ่กว่ากลีบดอกและสวยสะดุดตา บริเวณกลางกลีบส่วนปลายจะเข้มกว่าเล็กน้อย หยักข้างมี 2 หยัก ติดกับ กลีบปาก หรือหยักใหญ่ที่โคนเกสรเพศผู้ มีก้านสั้น อับเรณูสีเหลืองอ่อน มีส่วนปลายยื่นยาวออกเกสรเป็น เพศเมีย ยอดเกสรที่ส่วนปลายมีขนละเอียดสีขาว รังไข่ค่อนข้างแบน มีขน ผลเป็นผลแห้งรูปทรงกลม ขนาดเล็กแก่แตก 3 พู เมล็ดรูปไข่กลม ผิวเป็นมัน สีดำ มีเมล็ดจำนวนมาก ลำต้นจะเหี่ยวแห้งไปในฤดูแล้ง และจะผลิต้นใหม่ในฤดูฝน

2.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของไพล

ในเหง้าไพลมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.5-0.9 มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นสารจำพวกไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก คือ สารประเภทเฟนนิลบิวทานอยด์และ โมโนเทอร์ปีนอยด์ มีฤทธิ์ลดอาการอักเสบ บรรเทาอาการปวดบวม และมีผลเป็นยาชาเฉพาะที่อีกด้วย และมีสารเหลืองที่ชื่อ curcumin ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อหนองได้ดีรวมทั้งพบสาร compound D สามารทำให้กล้ามเนื้อหลอดลมคลายตัวได้รักษาอาการหืดหอบ

ปัจจุบันได้มีการนำพืชสมุนไพรไทยบางชนิดมากลั่นน้ำมันหอมระเหยและนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเคมี และด้านเภสัชกรรม ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตน้ำมันหอมระเหยให้มีคุณภาพดีและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรม

จึงมีการกำหนดมาตรฐานของน้ำมันหอมระเหยขึ้นโดยได้กำหนดองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันไพลต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบที่สำคัญของน้ำมันไพล

สารที่ทำการวิเคราะห์	เปอร์เซ็นต์พื้นที่สัมพัทธ์
α-pinene	1.0-3.0
Sabinene	31-48
α-terpinene	3.0-8.0
γ-terpinene	6.0-10.0
Terpinene4-ol	19-36

2.1.2 สรรพคุณ

ตำรายาไทย เหง้า รสฝาดขื่นเอียนใช้ภายนอกประคบหรือฝนทาแก้ฟกช้ำเคล็ดบวมแก้เหน็บชาเส้นตึง เมื่อยขบ เป็นส่วนประกอบหลักในการทำลูกประคบช่วยสมานแผล แก้เล็บถอด ใช้อาบและประคบเพื่อให้เลือดลมไหลดีในสตรีหลังคลอดทาบรรเทาอาการผื่นคันจากการแพ้ใช้ภายในแก้ท้องเสีย แก้หืด ผสมยาอื่น เช่น ตำรับยาประสะไพลเป็นยารับประทาน ขับลมในลำไส้แก้จุกเสียด แก้ปวดท้องแก้ท้องอืดเฟ้อ ขับระดู ขับโลหิตเสีย รากรสขื่นเอียนขับโลหิตทำให้ประจำเดือนมา ตามปกติ แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ท้องผูก เคล็ดยอก โรคผิวหนัง แก้อาเจียนเป็นเลือด ดอกรสขื่น กระจาย เลือดที่เป็นลิ่มก้อนขับเลือด แก้อาเจียนเป็นเลือด แก้เลือดกำเดาออกทางจมูก แก้ช้ำใน ขับระดู ประจำเดือน ทำลายเลือดเสีย ต้น รสฝาด ขื่นเอียน แก้ธาตุพิการ แก้อุจจาระพิการ ใบ รสขื่นเอียนแก้ไข้ แก้ปวดเมื่อยแก้ครั่นเนื้อครั่นตัว ช่อดอก ต้มจิ้มน้ำพริกเป็นผักได้

2.2 น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว พืชสร้างน้ำมันหอมระเหยไว้ในเซลล์พิเศษ ในผนังเซลล์ในต่อมหรือท่อภายในพืชทำหน้าที่หลายอย่าง เช่น เป็นเกราะป้องกันการระเหยของน้ำ (ในกรณีที่สภาพอากาศแห้งแล้ง) การไล่แมลงที่เป็นศัตรูพืช และล่อแมลงให้ช่วยผสมเกสร

น้ำมันหอมระเหยเกิดขึ้นจากกระบวนการเจริญเติบโต โดยมีปริมาณและชนิดของสารประกอบ แต่ต่างกันไปตามส่วนต่างๆ ของพืชปริมาณและคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ดิน ภูมิอากาศ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความสูงจากระดับน้ำทะเลการเก็บเกี่ยวเทคนิควิธีการสกัด เป็นต้น ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิธรรมดาไม่มีสีแต่เมื่อตั้งทิ้งไว้นานๆอาจถูกออกซิไดซ์ทำให้สีเข้มขึ้น จึงต้องเก็บไว้ในขวดสีชาปิดสนิท [4] ไอระเหยของน้ำมันหอมระเหยจะส่งผลให้รู้สึกสดชื่นเบิกบานใจ ปลอดโปร่ง หรือจิตใจสงบเย็น รวมทั้งส่งผลต่อเนื่องไปถึงสภาพร่างกายและระบบการทำงานภายในร่างกาย เช่น ทำให้รู้สึกเจริญอาหาร นอนหลับสบาย มีพละกำลังมีความต้องการทางเพศทำให้คลายปวดเมื่อย ปวดหัว ปวดหลัง ปวดประจำเดือน คลายเครียด คลายความวิตกกังวล เป็นต้น

2.2.1 ปัจจัยในการเลือกวิธีการสกัดสารหอม [5]

แหล่งของสารที่ให้กลิ่นไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ที่มีองค์ประกอบซับซ้อนจะมีหลายวิธีที่ใช้ในการสกัดและทำให้เข้มข้นได้ดีที่สุด แต่ข้อสำคัญวิธีที่ใช้ต้องแสดงสารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่สุดและได้กลิ่นที่มีอยู่จริงในวัตถุ โดยจะเลือกวิธีการใดขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

- ความสามารถในการระเหยและจุดเดือดของสารให้กลิ่น

- จุดประสงค์ของการวิเคราะห์ว่าเป็นการวิเคราะห์ทางคุณภาพหรือปริมาณของสาร

- ความมีขั้วของสารที่ต้องการสกัดออกจากวัตถุดิบของสารให้กลิ่น

- ความไม่เสถียรของสาร โดยสารประกอบหลายตัวที่ไม่คงตัวอาจเกิดการออกซิเดชันกับอากาศหรือเกิดการแตกตัวเมื่อสัมผัสความร้อนสูง หรือสัมผัสความเป็น กรด-ด่าง ที่สูง

- ระดับความเข้มข้นและปริมาณวัตถุดิบที่จะนำมาใช้โดยทั่วไปสารที่ให้กลิ่นจะมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำจึงต้องทำให้เข้มข้นเพื่อนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ

การสกัดสารตัวอย่างต้องมีการปฏิบัติการขั้นต้นกับสารตัวอย่างก่อนที่จะทำการแยกเอาสารระเหยออกมาจากส่วนที่ไม่ระเหย อาจจะประกอบด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือมากกว่า เช่น การขัดสี การบดการปั่นเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน การใช้เครื่องเหวี่ยง การกรอง หรือการคั้น โดยเฉพาะตัวอย่างที่เป็นของแข็งมักต้องนำมาผสมกับน้ำก่อนแล้วทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2.3 การสกัดน้ำมันหอมระเหย [3]

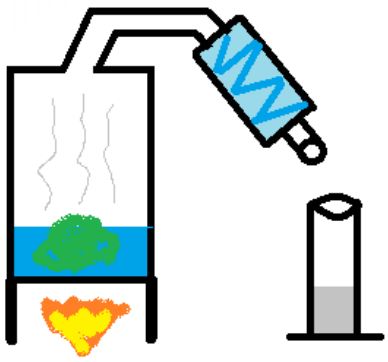
การสกัดกลิ่นหอมออกจากพืชหอมแต่ละชนิดนั้นได้มีการทำมาเป็นเวลานานแล้ว โดยในสมัยโบราณจะนิยมนำดอกไม้หอมมาแช่น้ำทิ้งไว้ และนำน้ำที่มีกลิ่นหอมนั้นไปใช้ดื่มหรืออาบต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการสกัดกลิ่นหอมเพื่อให้ได้กลิ่นหอม หรือ น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพและปริมาณสูงสุด วิธีการดังกล่าวมีหลายวิธี การที่จะเลือกใช้วิธีใดนั้น ต้องพิจารณาลักษณะของพืชที่จะนำมาสกัดด้วย วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

การสกัดน้ำมันหอมระเหยสามารถทำได้ 5 วิธีคือ

2.3.1 การกลั่นน้ำมันหอมระเหย (Distillation)

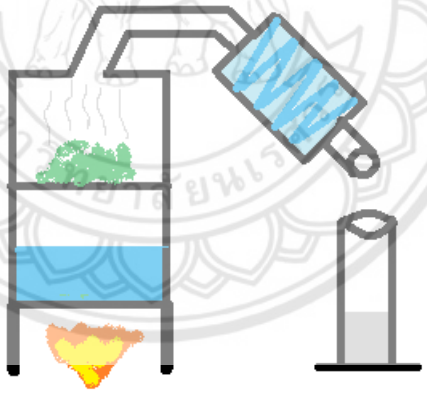
เป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นวิธีที่ประหยัดหลักการของการกลั่น คือ ใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำเข้าไปแยกน้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืช โดยการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช ความร้อนจะทำให้สารละลายออกมากลายเป็นไอปนมากับน้ำร้อนหรือไอน้ำ และถูกทำให้เย็นตัวเป็นของเหลว ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่ได้จะแยกตัวออกจากชั้นของน้ำ ทำให้สามารถที่จะนำออกมาใช้ได้ง่าย น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยวิธีนี้ได้แก่ น้ำมันไพล น้ำมันตะไคร้ เป็นต้น เทคนิคการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ใช้กันมีอยู่ 4 วิธี ได้แก่ [4]

1. การกลั่นด้วยน้ำร้อน (Water distillation & Hydro – distillation) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดของการกลั่นน้ำมันหอมระเหย การกลั่นโดยวิธีนี้ พื้นที่กลั่นต้องจุ่มในน้ำเดือดทั้งหมด หรือให้ท่อไอน้ำผ่านการกลั่นน้ำมันหอมระเหยนี้ใช้กับของที่ติดกันง่ายๆ เช่น ใบไม้บางๆ กลีบดอกไม้อ่อนๆข้อควรระวังในการกลั่นโดยวิธีนี้คือ พืชจะได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ ตรงกลางมักจะได้ความร้อนมากกว่าด้านข้าง จะมีปัญหาในการไหม้ของตัวอย่าง กลิ่นไหม้จะปนมากับน้ำมันหอมระเหยและมีสารไม่พึงประสงค์ ติดมาในน้ำมันหอมระเหยได้ วิธีแก้ไข คือ ใช้ไอน้ำหรืออาจใช้ Closed steam coil จุ่มในหม้อต้ม แต่การใช้ Steam coil นี้ไม่เหมาะกับดอกไม้บางชนิด เพราะเมื่อกลีบดอกไม้ถูก Steam coil จะหดกลายเป็น Glutinous mass จึงจำเป็นต้องใช้วิธีใส่ลงไปในน้ำ กลีบดอกไม้จะสามารถหมุนเวียนไปอย่างอิสระในการกลั่นเปลือกไม้ก็เช่นกันถ้าใช้วิธีกลั่นด้วยน้ำ แล้วทำให้น้ำจะซึมเข้าไปและนำกลิ่นออกมา หรือกลิ่นจะแพร่กระจายออกจากเปลือกไม้ได้ง่ายขึ้น ดังนั้น การเลือกใช้วิธีการกลั่นจึงขึ้นกับชนิดของพืชที่นำมากลั่นด้วย แสดงดังรูปที่ 2.2



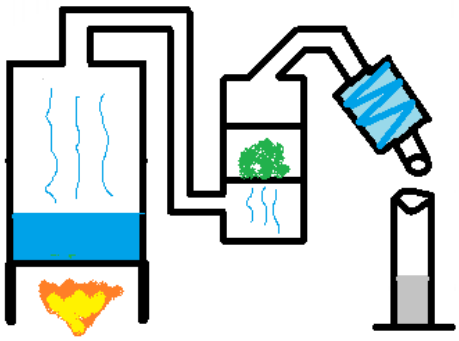
รูปที่ 2.2 การกลั่นด้วยน้ำร้อน

2. การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation) การกลั่นโดยวิธีนี้ใช้ตะแกรงรองของที่จะกลั่นให้เหนือระดับน้ำในหม้อกลั่น ต้มให้เดือดไอน้ำจะลอยตัวขึ้นไปผ่านพืชหรือตัวอย่างที่จะกลั่น ส่วนน้ำจะไม่ถูกกับตัวอย่างเลย ไอน้ำจากน้ำเดือดเป็นไอน้ำที่อิ่มตัว หรือเรียกว่า ไอเปียกไม่ร้อนจัดเป็นการกลั่นที่สะดวกที่สุดคุณภาพของน้ำมันออกมาดีกว่าวิธีแรกการกลั่นแบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตน้ำมันหอมระเหยทางการค้า แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ

3. การกลั่นด้วยไอน้ำ (Direct steam distillation) วิธีนี้วางของอยู่บนตะแกรงในหม้อกลั่นซึ่งไม่มีน้ำอยู่เลยไอน้ำภายนอกที่อาจจะเป็นไอน้ำเปียก หรือไอร้อนจัดแต่ความดันสูงกว่าบรรยากาศส่งไปตามท่อใต้ตะแกรง ให้ไอผ่านขึ้นไปถูกกับของบนตะแกรงไอน้ำต้องมีปริมาณเพียงพอที่จะช่วยให้น้ำมันระเหยออกมาจากตัวอย่าง ตัวอย่างบางชนิด อาจใช้ไอร้อนได้แต่บางชนิดก็ใช้ไอเปียกน้ำมันจึงจะถูกปล่อยออกมาข้อดีของการกลั่นวิธีนี้ คือ สามารถกลั่นได้อย่างรวดเร็วเมื่อเอาพืชใส่หม้อกลั่นไม่ต้องเสียเวลารอให้ร้อน ปล่อยไอร้อนเข้าไปได้เลย แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การกลั่นด้วยไอน้ำ

4. การกลั่นในภาวะสุญญากาศ เป็นวิธีการทำสารสกัดให้เข้มข้น ซึ่งจัดเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดการกลั่นในภาวะสุญญากาศเป็นการระเหยเอาตัวทำละลายออกจากสารละลายโดยการกลั่นที่อุณหภูมิต่ำโดยหลักการที่ว่าเมื่อความดันเปลี่ยนแปลงจุดเดือดของสารก็เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยใช้ปั๊มสุญญากาศลดความดันลงให้เกือบเป็นสุญญากาศ ทำให้ตัวทำละลายระเหยได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องใช้อุณหภูมิที่สูง แสดงดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 การกลั่นในภาวะสุญญากาศ

(ที่มา : ภูชิต ศรีปทุม,2560)

2.3.2 การสกัดด้วยน้ำมันสัตว์ วิธีนี้จะใช้กับน้ำมันหอมระเหยที่ระเหยได้ง่ายเมื่อกลั่นด้วยไอน้ำ วิธีนี้จะใช้เวลานานเนื่องจากต้องแช่พืชสมุนไพรไว้ในน้ำมันหลายวันเพื่อให้น้ำมันดูดเอากลิ่นหอมออกมา น้ำมันหอมระเหยที่สกัด ได้โดยวิธีนี้ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากดอกมะลิ ดอกกุหลาบ เป็นต้น

2.3.3 การสกัดด้วยสารเคมี วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นสูง แต่คุณภาพไม่ดี เนื่องจากจะมีสารอื่นปะปนออกมาด้วยการสกัดแบบนี้จะได้น้ำมันหอมที่เรียกว่า Absolute oil วิธีนี้จะใช้

กับพืชสมุนไพรที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ เช่น มะลิ และหลังจากการสกัดต้องระเหยสารละลายที่ใช้เป็นตัวสกัดออกให้หมด ซึ่งสารละลายมี่นิยมใช้เป็นตัวสกัด คือ แอลกอฮอล์ เฮกเซน เป็นต้น

2.3.4 การคั้นหรือบีบ วิธีนี้จะทำให้น้ำมันที่อยู่ในเปลือกของผลไม้ เช่น เปลือกพืช ตระกูลส้ม ออกมาแต่น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีปริมาณน้อยและไม่บริสุทธิ์

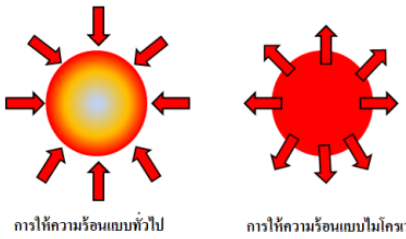
2.3.5 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว โดยการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เหลวที่ความดันสูงผ่านพืชสมุนไพร ซึ่งวิธีนี้จะมีต้นทุนการผลิตที่สูงแต่จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดี และมีความบริสุทธิ์สูง

2.4 ไมโครเวฟ [3]

ไมโครเวฟ (microwave) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุกับคลื่นอินฟราเรด มีความถี่ ระหว่าง 300-30000 MHz โดยต้องใช้แมกนิตรอนเป็นส่วนประกอบหลักทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟที่นำมาใช้ประโยชน์กับอาหาร มี 2 ความถี่ คือ 915 ถึง 2450 MHz อาหารใดๆ ที่จะร้อนได้ด้วยไมโครเวฟจะต้องมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

1) สารที่มีโมเลกุล 2 ขั้ว ยกตัวอย่างเช่น โมเลกุลของน้ำซึ่งเป็นโมเลกุลมีขั้วโดยออกซิเจนเป็นขั้วลบและไฮโดรเจนเป็นขั้วบวกน้ำพยายามจะเรียงตัวภายใต้สนามไฟฟ้าคลื่นไมโครเวฟจะเหนี่ยวนำให้โมเลกุลของน้ำเปลี่ยนทิศสลับไปมาอย่างรวดเร็วตามทิศทางของสนามไฟฟ้าเกิดการเสียดสีกันระหว่างโมเลกุลของน้ำที่สั่นสะเทือน หรือกับโมเลกุลอื่นๆ ภายในอาหารจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นมา

2) สารที่มีไอออนอยู่ในของเหลว สนามไฟฟ้าที่เกิดจากคลื่นไมโครเวฟจะทำให้สารที่มีไอออนเกิดการเสียดสีทำให้เกิดความร้อนขึ้นมา



รูปที่ 2.6 ลักษณะการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ

(ที่มา : ภูชิต ศรีปทุม,2560)

อาหารที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟจะร้อนด้วยพลังงานจากคลื่น ซึ่งพลังงานของคลื่นนี้เหมือนคลื่นวิทยุ ตัวคลื่นจะส่งผ่านเข้าไปในอาหารในขณะที่กำลังอบอาหารอยู่คลื่นไมโครเวฟทำให้เกิดความร้อนโดยที่การให้ความร้อนแบบทั่วไปนั้นจะเป็นการให้ความร้อนจากด้านนอกเข้าไปในเนื้อของอาหารแต่คลื่นไมโครเวฟให้ความร้อนจากตัวอาหารเองทำให้อาหารสุกสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้น คลื่น ไมโครเวฟเป็นคลื่นที่ไม่มีกลิ่นจึงไม่ทำให้รสชาติต่างๆของอาหารเสียไป คลื่นไมโครเวฟไม่สามารถกักเก็บไว้ในอาหาร เพราะเหตุนี้ปัญหาคลื่นตกค้างจึงไม่มีนอกจากนี้คลื่นไมโครเวฟสามารถทะลุผ่านวัตถุบางชนิดได้ เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก ซึ่งวัตถุเหล่านี้ไม่ดูดซึมหรือสะท้อนพลังงานไมโครเวฟ ดังนั้นจึงเป็นวัตถุที่ใช้เป็นภาชนะในการบรรจุอาหารเข้าไมโครเวฟ

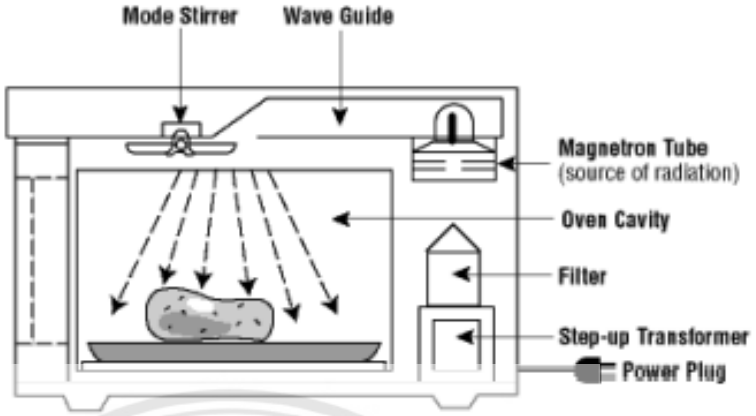
2.4.1 หลักการการเกิดความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ

โครงสร้างโมเลกุลของน้ำประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนที่มีประจุลบ ซึ่งแยกออกจากอะตอมของไฮโดรเจนที่มีประจุบวก ลักษณะเช่นนี้เรียกว่าไดโพลทางไฟฟ้า (Electric dipole) ลักษณะไดโพลของปริมาณน้ำในอาหารมีบทบาทสำคัญต่อการเกิดความร้อนด้วยไมโครเวฟเนื่องจากประจุไฟฟ้าบวกและลบของโมเลกุลน้ำวางอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สมมาตรกันเมื่อให้รังสีไมโครเวฟหรือ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าสลับอย่างรวดเร็วแก่อาหาร ไดโพลในน้ำจะพยายามจัดเรียงตัวตามการเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละครั้งสนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนหลายล้านครั้งต่อวินาที ทำให้น้ำหรือโมเลกุลที่มีขั้วต่างๆหมุนเพื่อรักษาการจัดเรียงตัวด้วยการเปลี่ยนขั้วอย่างรวดเร็วการหมุนของโมเลกุลต่างๆเหล่านี้ทำให้เกิดแรงเสียดทานกับตัวกลางที่อยู่รอบๆ และเกิดความร้อนขึ้น

2.5 การควบคุมอุณหภูมิในเตาอบไมโครเวฟ

2.5.1 การควบคุมการกระจายคลื่น (Energy distribution)

เตาไมโครเวฟได้ทำการเพิ่ม ระบบกระจายคลื่นเข้าไปเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มระบบการหมุน (Turntable) การติดตั้งใบกวน (Mode stirrer) และการปรับปรุง ระบบการป้อนคลื่นไมโครเวฟ (Feed system) ให้ดีขึ้นโดยการรวมผลของสิ่งเหล่านี้เพื่อช่วยในการกระจายตัวที่ดีของคลื่น ทำให้วัสดุที่ได้รับคลื่นมีอุณหภูมิสม่ำเสมอ

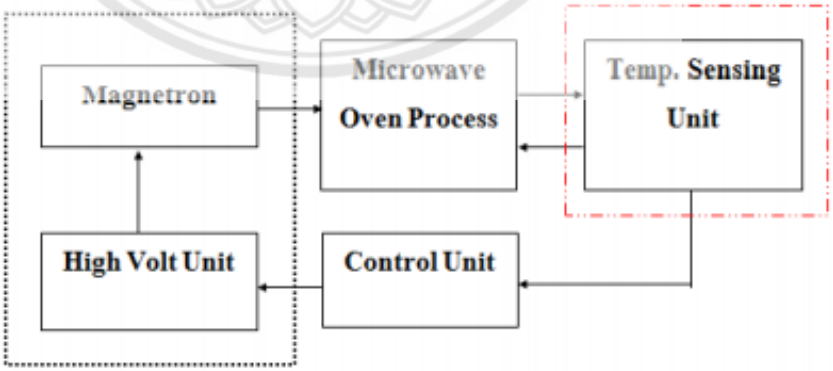


รูปที่ 2.7 การกระจายคลื่นของตู้ไมโครเวฟ

(ที่มา : ภูชิต ศรีประทุม,2560)

2.5.2 การควบคุมกำลังของไมโครเวฟ (Microware power)

แนวคิด (Temperature base feedback powered control ;TBFPC) เป็นการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แมกนีตรอน เพื่อปรับอัตราการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบเมื่ออุณหภูมิของวัตถุดิบไม่เป็นไป ตามที่กำหนดไว้ซึ่งอาจเป็นการควบคุมในแบบการตัดต่อกระแสไฟฟ้าก็ได้ เช่น เมื่ออุณหภูมิเกินจุดที่กำหนดระบบจะทำการตัดกระแสไฟฟ้าเพื่อรอให้อุณหภูมิลดลงและเมื่ออุณหภูมิลดลงถึงจุดที่กำหนดระบบก็จะทำการต่อกระแสไฟฟ้าเพื่อให้แมกนีตรอนทำงานอีกครั้ง [6]



รูปที่ 2.8 ผังการทำงานของ Temperature base feedback powered control

(ที่มา : ภูชิต ศรีปทุม,2560)

2.5.2 ส่วนประกอบหลักภายในเตาอบไมโครเวฟ [7]

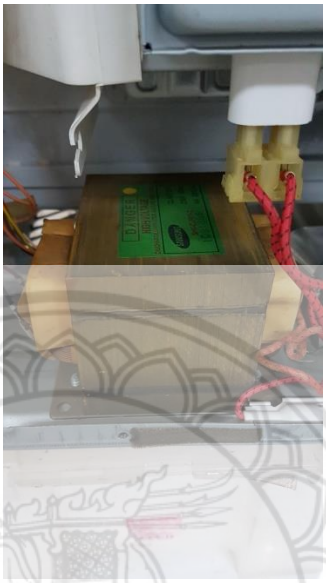
1. แมกนีตรอน (Magnetron) ใช้สำหรับผลิตคลื่นไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟที่ผลิตออกมานี้มีความถี่ 2,450 MHz ซึ่งจะปล่อยออกมาที่ช่องว่างภายในเตาที่มีผนังเป็นโลหะ คลื่นไมโครเวฟจะสะท้อนไปมาอยู่ภายในเตาและถูกดูดกลืนโดยอาหารหรือเครื่องดื่มที่เราใส่เข้าไป การดูดกลืนที่ไม่สม่ำเสมอจะทำให้บางตำแหน่งเกิดจุดร้อน แสดงดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 แมกนีตรอน

2. ตัวตั้งเวลา มีหน้าที่ ควบคุมการทำงานของเตาอบ แสดงดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 ตัวตั้งเวลา

3. หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (Transformer) มีหน้าที่ แปลงกระแสไฟฟ้าให้มีแรงดันสูงขึ้นจากเดิม แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า

4. ตัวเก็บประจุ (Capacitor) มีหน้าที่ เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ตัวเก็บประจุ

5. ท่อนำคลื่น มีหน้าที่ ป้อนแมกนีตรอนเข้าสู่เตาอบ แสดงดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ท่อนำคลื่น

2.6 ความดันไอและจุดเดือดของของเหลว [3]

ความดันไอ คือ ความดันอันเกิดเนื่องมาจากไอน้ำของของเหลวนั้นๆ ที่ระเหยขึ้นมาจากผิวหน้าของของเหลว โดยการระเหยนั้นเกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของของเหลวและเกิดการชนพร้อมกับถ่ายเทพลังงาน จนกระทั่งโมเลกุลที่ผิวหน้ามีพลังงานมากพอจะเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลได้และระเหยขึ้นเป็นแก๊ส

2.6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความดันไอของของเหลว

1) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของของเหลว ความดันไอจึงแปรผกผันกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล คือ ถ้าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากแสดงว่าสารนั้นระเหยได้ยากและมีความดันไอต่ำ ส่วนของเหลวที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยจะระเหยได้ง่ายจึงมีความดันไอสูง

2) อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิสูงของเหลวมีความดันไอสูงกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เพราะที่อุณหภูมิสูงของเหลวเกิดการระเหยได้ดีมีแก๊สเป็นจำนวนมาก ทำให้ความดันไอสูง ส่วนที่อุณหภูมิต่ำของเหลวระเหยได้น้อยมีแก๊สเป็นจำนวนน้อยทำให้ความดันไอต่ำ

3) จุดเดือด จุดเดือดของสารมีความสัมพันธ์กับความดันไอของสาร กล่าวคือ เมื่อของเหลวได้รับพลังงาน ซึ่งทำให้ของเหลวกลายเป็นไอมากขึ้น จนถึงจุดหนึ่งที่ของเหลวนั้นมีพลังงานมากพอ จนสามารถเกิดการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สได้พร้อมกันทั่วทั้งก้อนสาร ซึ่งเป็นจุดที่มีความดันไอเพิ่มสูงขึ้นจนเท่ากับความดันบรรยากาศ ณ จุดนี้เองจะเรียกว่าจุดเดือด

2.6.2 ปัจจัยที่มีผลต่อจุดเดือด

1) ความดันบรรยากาศ เนื่องจากจุดเดือด คือ อุณหภูมิซึ่งของเหลวมีความดันไอเท่ากับความดันบรรยากาศดังนั้น ณ ตำแหน่งซึ่งมีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศของเหลวจะมีจุดเดือดสูงกว่าจุดเดือดปกติ ณ ตำแหน่งที่มีความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศของเหลวจะมีจุดเดือดต่ำกว่าจุดเดือดปกติ

2) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลการเดือดต้องมีการทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของของเหลวดังนั้นของเหลวที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูงจึงมีจุดเดือดสูงกว่าของเหลวที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลต่ำ

2.7 การเอียงของท่อ Condenser หรือระบบหล่อเย็น [8]

สำหรับฟลักซ์มวลที่แตกต่างกันและคุณภาพของไอ 0.5 ที่ฟลักซ์มวลสูงและไอสูงคุณภาพค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนไม่ขึ้นกับมุมเอียง อย่างไรก็ตามสำหรับมวลน้อย ฟลักซ์และคุณสมบัติของไอต่ำค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับมุมเอียงมีมุมเอียงที่เหมาะสมที่จะนำไปสู่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงสุด ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการทดลองมุมเอียงที่เหมาะสมนี้อยู่ระหว่าง -15 °ถึง -30 °ลงไป ต่ำคุณสมบัติของไอนอกจากนี้ยังมีมุมเอียงเฉพาะ (ประมาณ 15 °) ที่นำไปสู่ความร้อนต่ำสุดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนสำหรับการไหลขึ้น แสดงดังรูปที่ 2.14

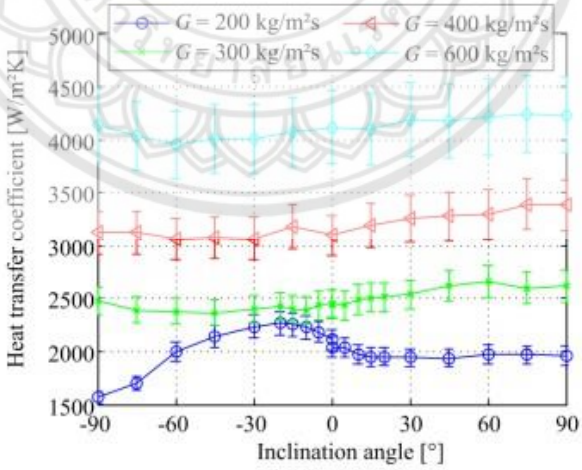


Fig. 13. Inclination effect on heat transfer coefficients for different mass fluxes ($x = 0.5$).

รูปที่ 2.14 ผลการเอียงต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสำหรับฟลักซ์มวลต่างๆ (x = 0.5)
(ที่มา : Stéphane Lips, 2560)

2.8 วรรณกรรมปริทัศน์

วรางคณา สมพงษ์และคณะ(2559),งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการสกัดกัม จากเมล็ดมะขาม และการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์แยมสตรอว์เบอร์รี เริ่มจากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดกัมเมล็ดมะขามด้วยไมโครเวฟ โดยแปรกำลังแมกนีตรอน 2 ระดับ ได้แก่ 480 และ 640 วัตต์และแปรระยะเวลาในการสกัด 2 ระดับ ได้แก่ 4 และ 6 นาที คำนวณปริมาณผลผลิต วัดค่าสี (L* a* b*) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำและค่าความสามารถในการละลายน้ำของกัม พบว่ากำลังแมกนีตรอน ระยะเวลาในการสกัด และปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งสองมีผลต่อทุกค่าที่ทำการวิเคราะห์

M.Dwiki darmawan(2560),น้ำมันหอมระเหยไพลมีศักยภาพในการพัฒนาการสกัดของวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนของวัตถุดิบ (เหง้าไพล) ต่อตัวทำละลาย (F/S = 0.2, 0.3, 0.4 g / ml) ขนาดวัสดุปลูก (0.5 cm และ 2 cm) เช่นเดียวกับประเภทการสกัด (การกลั่นด้วยน้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำ) เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพของไพลผลิตน้ำมันหอมระเหย ผลการทดลองนำไปสู่ข้อสรุปว่า (i) อัตราส่วนวัสดุต่อตัวทำละลาย (F/S) 0.3 g /ml เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยของ Bangle ด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำ (ii) ขนาดวัสดุ 0.5 cm ให้ผลผลิตที่สูงขึ้น (iii) การกลั่นด้วยน้ำจะมีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อเทียบกับการกลั่นด้วยไอน้ำ

ภูชิต ศรีประทุม(2560),งานวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไพลที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายโดยการให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า คลื่นไมโครเวฟ และคลื่นไมโครเวฟร่วมกับสุญญากาศเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับอีก 2 วิธีคือ การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ และ การให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า ในการสกัดครั้งนี้จะควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 100˚C สกัดตามอัตราส่วนน้ำต่อไพลที่ 1:1, 3:2, 7:3 และ 4:1 พบว่าไพล 150 g ต่อน้ำ 350 ml ให้ผลการสกัดที่ดีที่สุด การทดลองการสกัดเริ่มนับเวลาหลังจากที่อุณหภูมิถึง 100˚C จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำมันที่ได้เมื่อเวลาผ่านไป 30, 60 และ90 นาที หลังการสกัดทำการวัดปริมาณ วัดค่าสีและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

Miral R.Thakker(2559),หญ้าอุตสาหกรรมแบริ่งน้ำมันหอมระเหยของอินเดียมีมูลค่าสูงมากโดยจะทำเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมน้ำหอมสำหรับดอกกุหลาบของมันเช่นกลิ่นหวานจากช่อดอกและใบใช้รังสีไมโครเวฟน้ำมันหอมระเหยจากใบของ Palmarosa ถูกสกัดเพื่อเพิ่มผลผลิตสูงสุดขึ้นของน้ำมัน, ผลผลิตของ Geraniol และโซนของการยับยั้ง (ZOI) เป็นการตอบสนอง เพื่อจุดประสงค์นี้พารามิเตอร์กระบวนการต่าง ๆ การโหลดที่เป็นของแข็งปริมาณน้ำพลังงานไมโครเวฟและเวลาการสกัดได้รับ

การศึกษาในรายละเอียด และเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้วิธี Taguchi และการวิเคราะห์เชิงสัมพันธ์สีเทา เงื่อนไขการสกัดที่ดีที่สุด(การเลือกสภาพไมโครเวฟเหล่านี้ (300/450/600 W) ทำโดยอาศัยการทดลองเบื้องต้นและการศึกษาก่อนหน้านี้ที่เผยแพร่โดย R.Thakker, K.Parikh, & A.Desai, (2016) ซึ่งได้รับการตรวจสอบในเวลาที่นานขึ้นและกำลังไมโครเวฟที่สูงขึ้นจนแห้วหมูเริ่มมีควันและการเผาไหม้)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

3.1 สถานที่ดำเนินโครงงาน

อาคารปฏิบัติการภาควิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกลั่นและการสกัดน้ำมันหอมระเหยวิธีต่างๆ และ เทคนิคการสกัดน้ำมันด้วยคลื่นไมโครเวฟ

3.2.2 นำเครื่องไมโครเวฟที่ทำการเจาะรูทางด้านบนมาติดตั้งชุดหล่อเย็นจำนวน 2 ชุด แล้วต่อสายยางเข้ากับจุดต่างๆ ให้เรียบร้อย

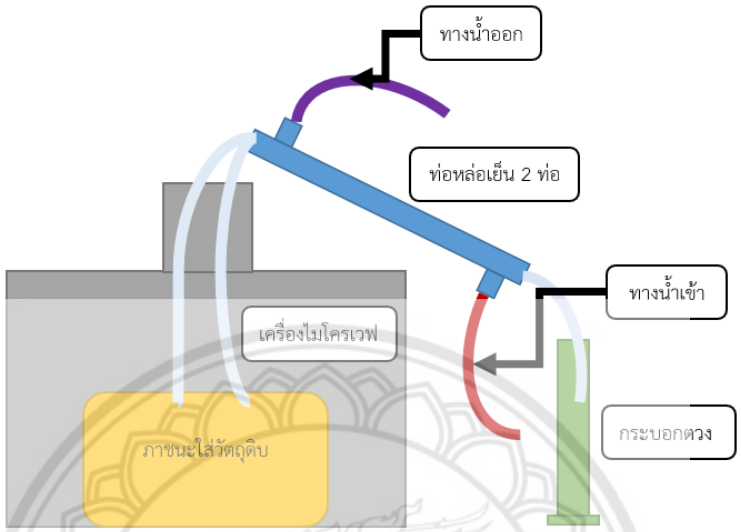
3.2.3 ทำการทดลองโดยเตรียมวัตถุดิบตามอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้ไปใส่ในภาชนะที่อยู่ในเครื่องสกัดเพื่อที่จะได้สกัดน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหยออกมา

3.3 วัตถุดิบ

ใช้เหง้าไพลอายุปลูกประมาณ 1 – 2 ปีขึ้นไปเป็นช่วงที่ลำต้นไพลฟุบตัวลงซึ่งในช่วงนี้จะมีการสะสมปริมาณน้ำมันไว้มากที่สุด แสงดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ไพลสด 1-2 ปี

3.4 ทำการดัดแปลงชุดสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟในการให้ความร้อน



รูปที่ 3.2 ชุดสกัดโดยใช้คลื่นไมโครเวฟในการให้ความร้อน

รูปที่ 3.3 เครื่องสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่ทำการดัดแปลง

3.5 หลักการทำงานของระบบและตัวแปรในการทดลอง

หลักการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ให้ความด้วยคลื่นไมโครเวฟ เมื่อเปิดใช้เครื่องจะทำให้คลื่นไมโครเวฟนั้น จะไปกระทบกับภาชนะที่ใส่วัตถุดิบอยู่เกิดการดูดกลืนคลื่นที่ไม่สม่ำเสมอทำให้บางจุดเกิดความร้อน นำความร้อนไปสู่วัตถุดิบจนถึงจุดเดือดของน้ำกับน้ำมันหอยระเหย เปลี่ยนสถานะ

กลายเป็นไอน้ำลอยไปตามท่อแล้วไปเจอ Condenser หรือระบบหล่อเย็น จะเกิดการควบแน่นของน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยออกมา

3.6 ขั้นตอนการทดลอง

3.6.1 ทำการเตรียมวัตถุดิบน้ำกับไพลสด เพื่อที่จะนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องสกัดน้ำร่วมกับไมโครเวฟ

3.6.2 ทำการเลือกวัตถุดิบที่จะนำมาสกัดเป็นอันดับแรก ทำการหั่นเป็นแว่นขนาดอยู่ที่ 0.5 1.0 1.5 cm ตามลำดับ วัตถุดิบใส่ลงไปในภาชนะที่จะนำไปใช้ในการต้ม และใช้อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 1:0.66 1:1 ก็คือ น้ำ 100 ml ต่อ ไพลสด 100 g

3.6.3 เปิดเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยไมโครเวฟ โดยครั้งแรกทำการปรับกำลังไฟฟ้าไปที่ 300 W ครั้งที่สอง 450 W แล้วทำการตั้งเวลาในการทดลองในแต่ละครั้งใช้เวลา 40 นาทีตามลำดับการทดลอง

3.6.4 หลังจากที่วัตถุดิบในภาชนะเกิดการเดือดแล้วเปลี่ยนสถานะเป็นไอลอยไปยัง Condenser หรือระบบหล่อเย็นมีอัตราการไหลอยู่ที่ 15.29 L/min อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ 29°C จะทำให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำที่รวมกับน้ำมันหอมระเหยไหลลงสู่ไปยังกระบอกตวง แล้วทำการเก็บค่าทุก 4 นาที ว่าได้น้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยออกมาเท่าไร

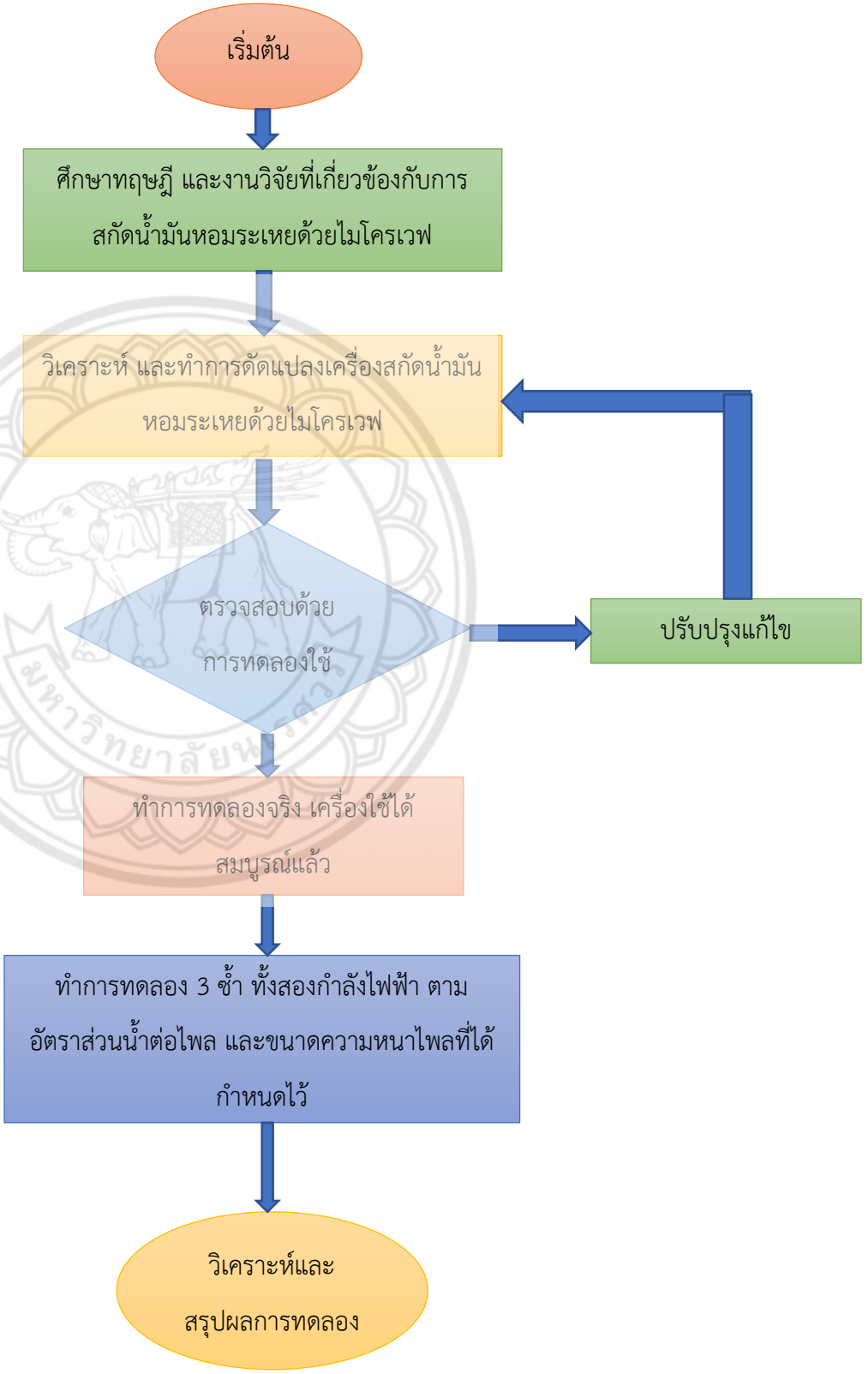
3.6.5 ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ในของแต่ละอัตราส่วน ขนาดความหนา และกำลังวัตต์

3.6.6 บันทึกผลการทดลองลงในตารางจากผลผลิตน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย

3.6.7 นำค่าเฉลี่ยการสกัดน้ำมันหอมระเหยทุก 4 นาที ของแต่ละอัตราส่วน ขนาดและกำลังไฟฟ้า มาพล็อตกราฟเส้นเพื่อไว้สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างกัน

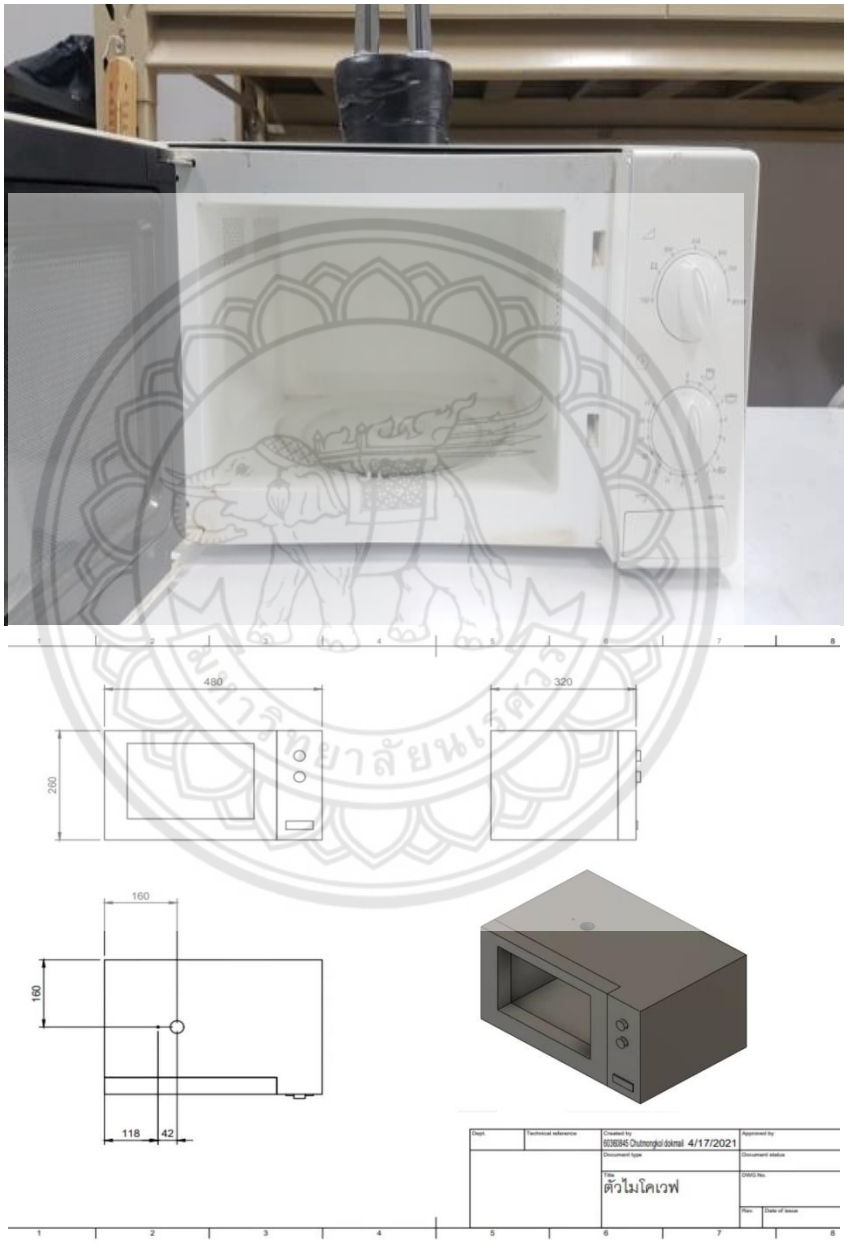
3.6.8 ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงต่างๆ จากการทดลองการสกัดน้ำมันหอมระเหย

3.7 แผนผังงาน (Flowchart)



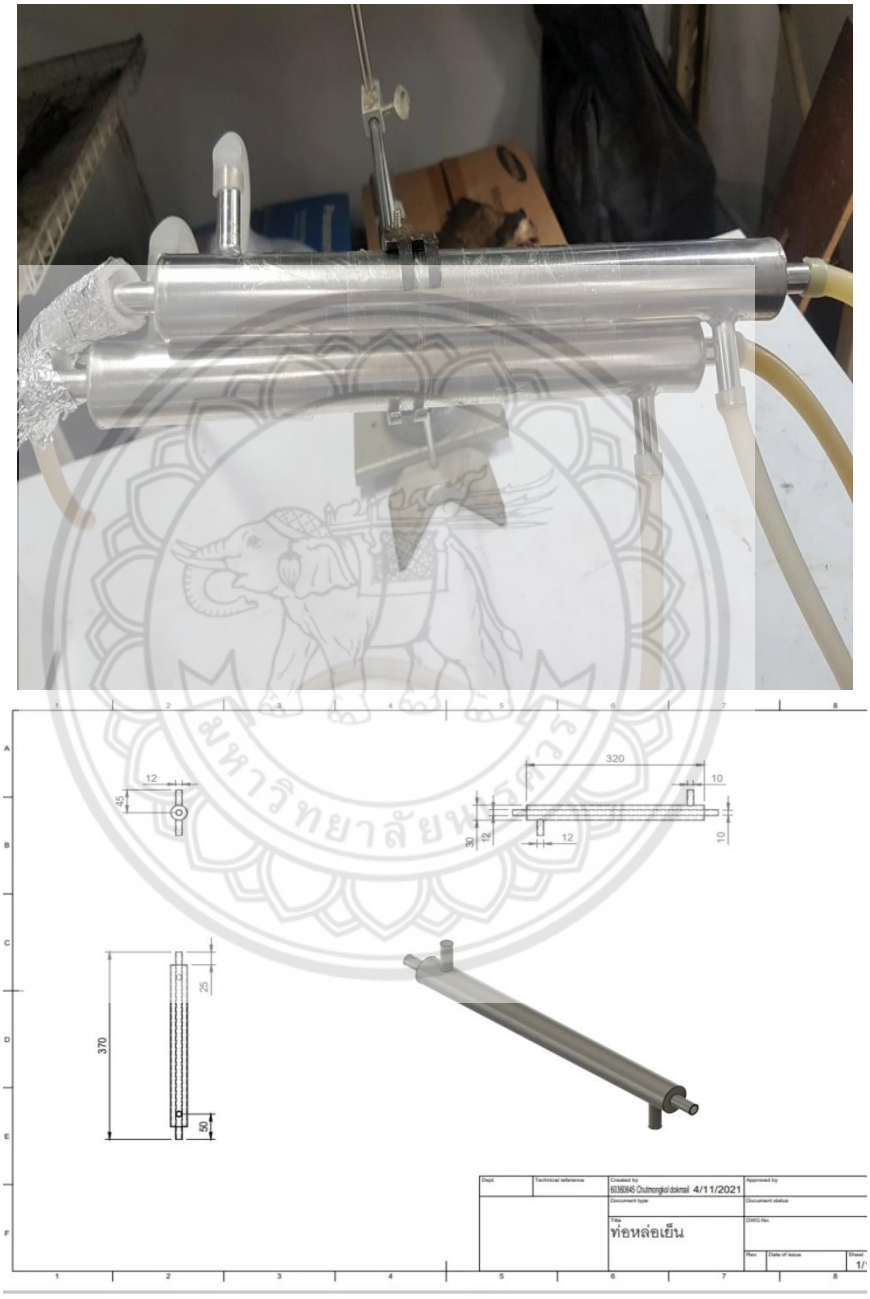
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

3.8.1 ไมโครเวฟ Samsung รุ่น M1712N ขนาดความจุ 20 L ใช้ไฟที่ 220 V – 50 Hz ความถี่ 2450 MHz และ กำลังไฟฟ้า 800 W แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ไมโครเวฟ

3.8.2 ชุดหล่อเย็นท่อสแตนเลส จำนวน 2 ชุด ทำหน้าที่ในการควบแน่นไอน้ำที่ลอยผ่านท่อมาจากการที่ให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ชุดหล่อเย็น

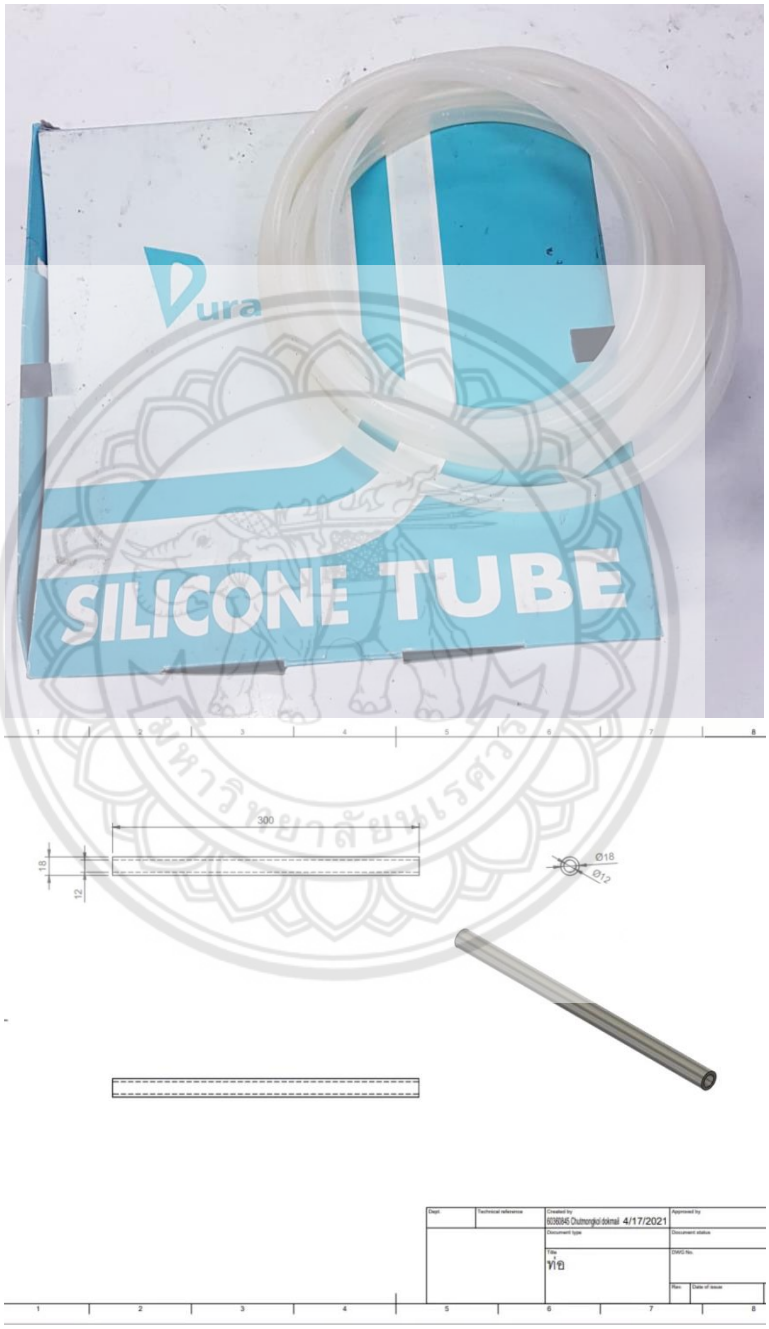
3.8.3 เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งดิจิตอลยี่ห้อ OHAUS รุ่น SPX622 สามารถรับน้ำหนักสูงสุดได้ 620 g มีความละเอียดอยู่ที่ 0.01 g ถูกใช้ในการชั่งน้ำหนักที่หั่นเรียบร้อยแล้วของไพลที่จะต้องไปสกัดน้ำมันหอมระเหยตามอัตราส่วน แสดงดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 เครื่องชั่งดิจิตอล

3.8.4 กระบอกตวงแก้ว (Cylinder) ขนาด 250 ml ของ Bomex ค่าความแม่นยำ ±1 ml. แสดงดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 กระบอกตวงแก้ว

3.8.5 สายยางซิลิโคน (Hose) ยี่ห้อ Dura จำนวน 2 เส้น มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 12 mm และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 18 mm แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 สายยางซิลิโคน

3.8.6 กล่องซุปเปอร์แวร์ ของ Microban classic series ความจุ 2,200 ml. ขนาด : 16.7 × 23.5 × 9.3 cm ใช้ได้ในอุณหภูมิ -20°C ถึง 120°C แสดงดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 กล่องซุปเปอร์แวร์

3.8.7 มัลติมิเตอร์ดิจิตอล UNI-T UT61E เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่มีความสามารถในการวัดค่าได้หลายประเภท แสดงดังรูปที่ 3.10

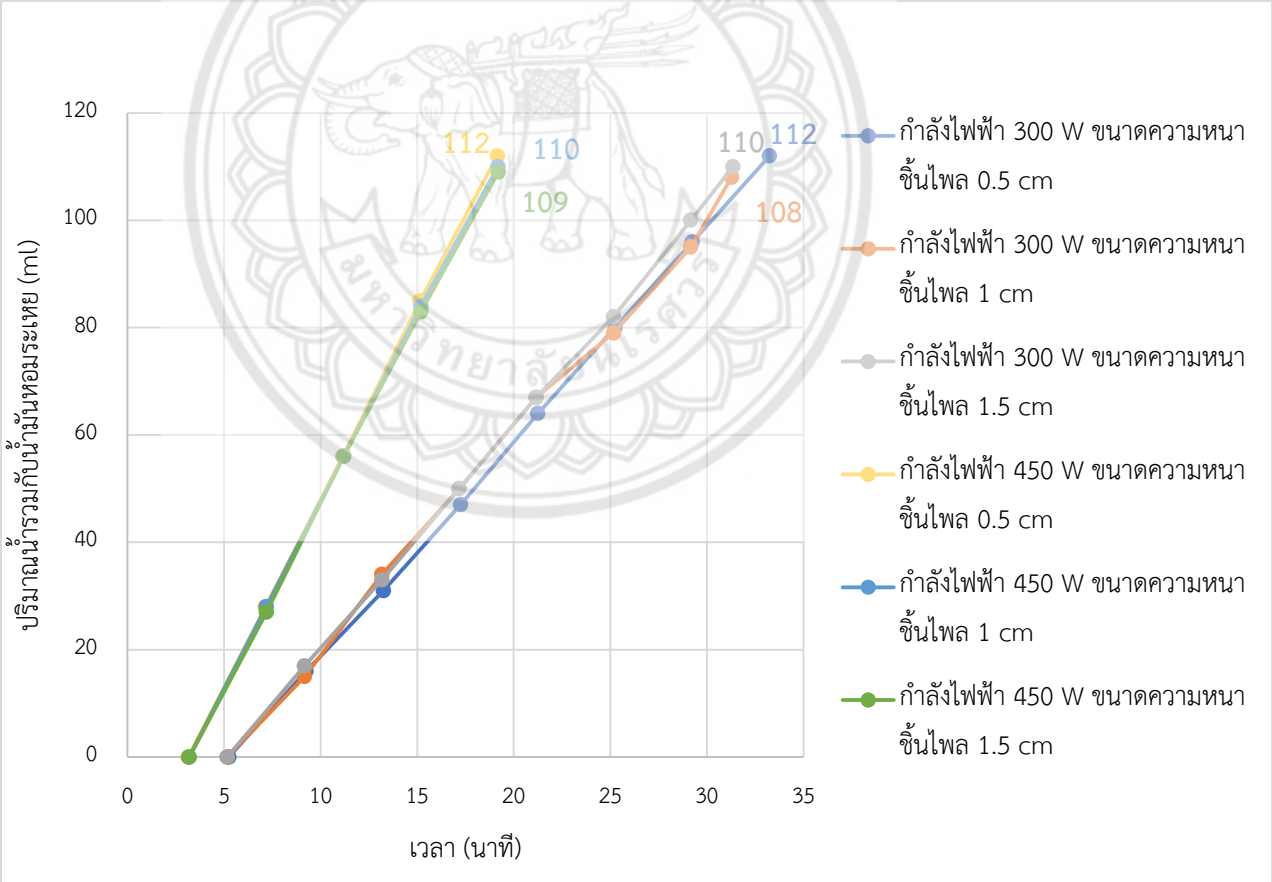
รูปที่ 3.10 มัลติมิเตอร์ดิจิตอล

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

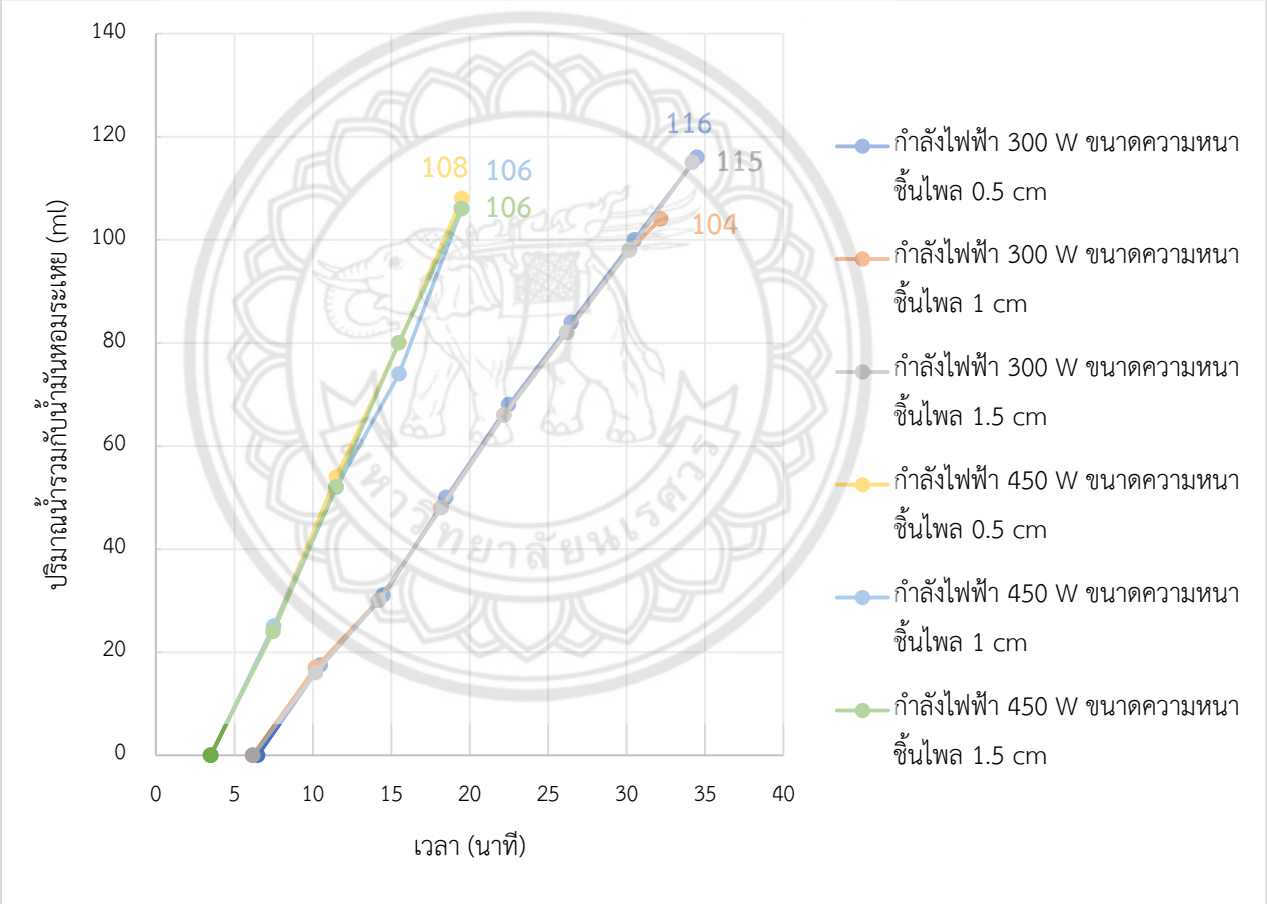
การวิเคราะห์ผลการทดลองของการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไพล เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงไปของการสกัดน้ำมันด้วยคลื่นไมโครเวฟที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรที่นำมาทดลอง กำลังไฟฟ้าที่ 300, 450 W ตามขนาดความหนา และอัตราส่วนที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ ค1 ค2 และ ค3

4.1 อิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย



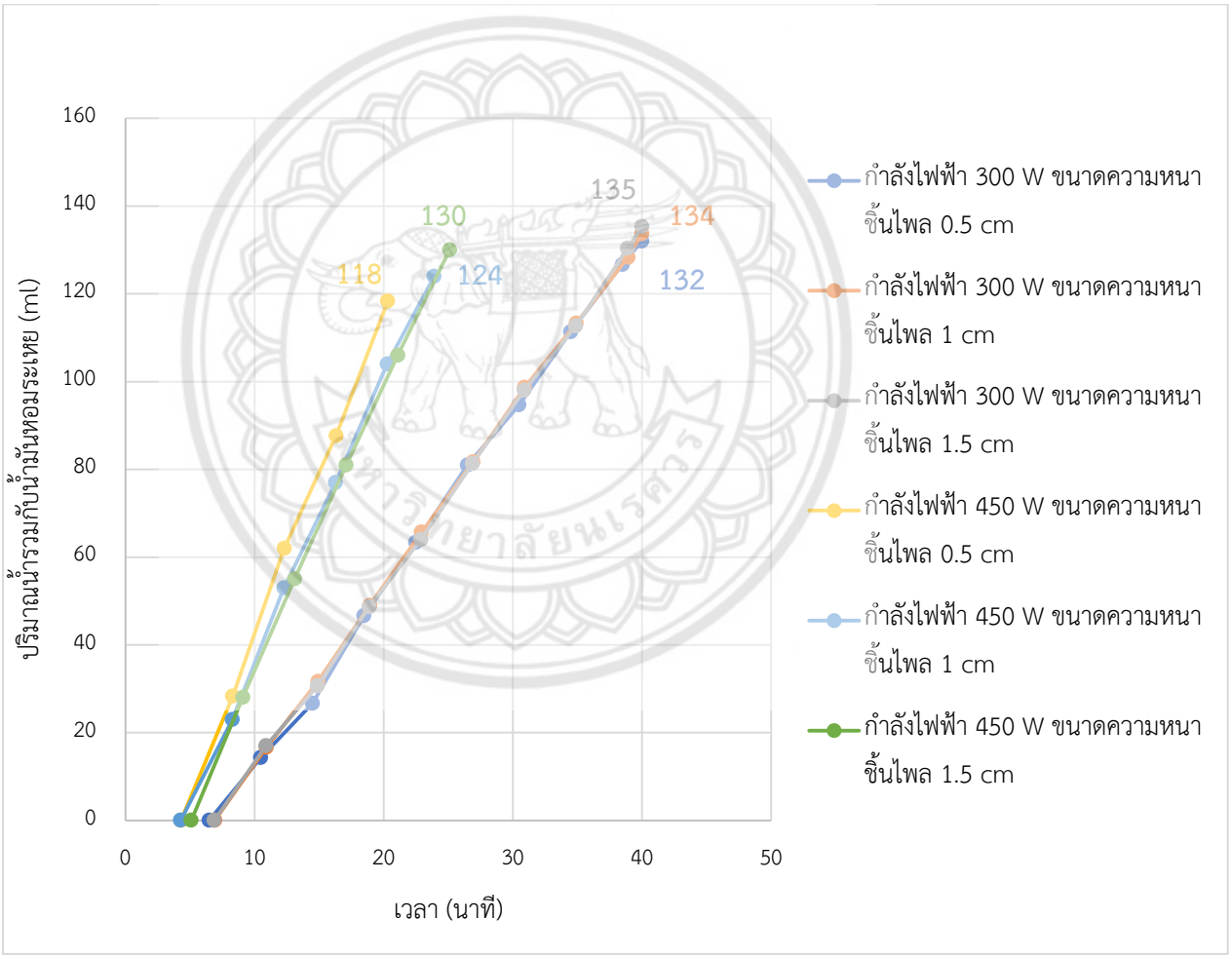
รูปที่ 4.1 กราฟอิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 (น้ำ 100 ml:ไพล 33 g)

จากรูปที่ 4.1 กราฟอิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ที่กำลังไฟฟ้า 300 W ของขนาดความหนา 0.5 1.0 1.5 cm มีค่าปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอยู่ที่ 112 108 110 ml และค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาอยู่ที่ 4.01 4.05 4.17 ตามลำดับ กำลังไฟฟ้า 450 W ของขนาดความหนา 0.5 1.0 1.5 cm มีค่าปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอยู่ที่ 112 110 109 ml และค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาอยู่ที่ 7.02 6.90 6.85 ตามลำดับ



รูปที่ 4.2 กราฟอิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 (น้ำ 100 ml:ไพล 66 g)

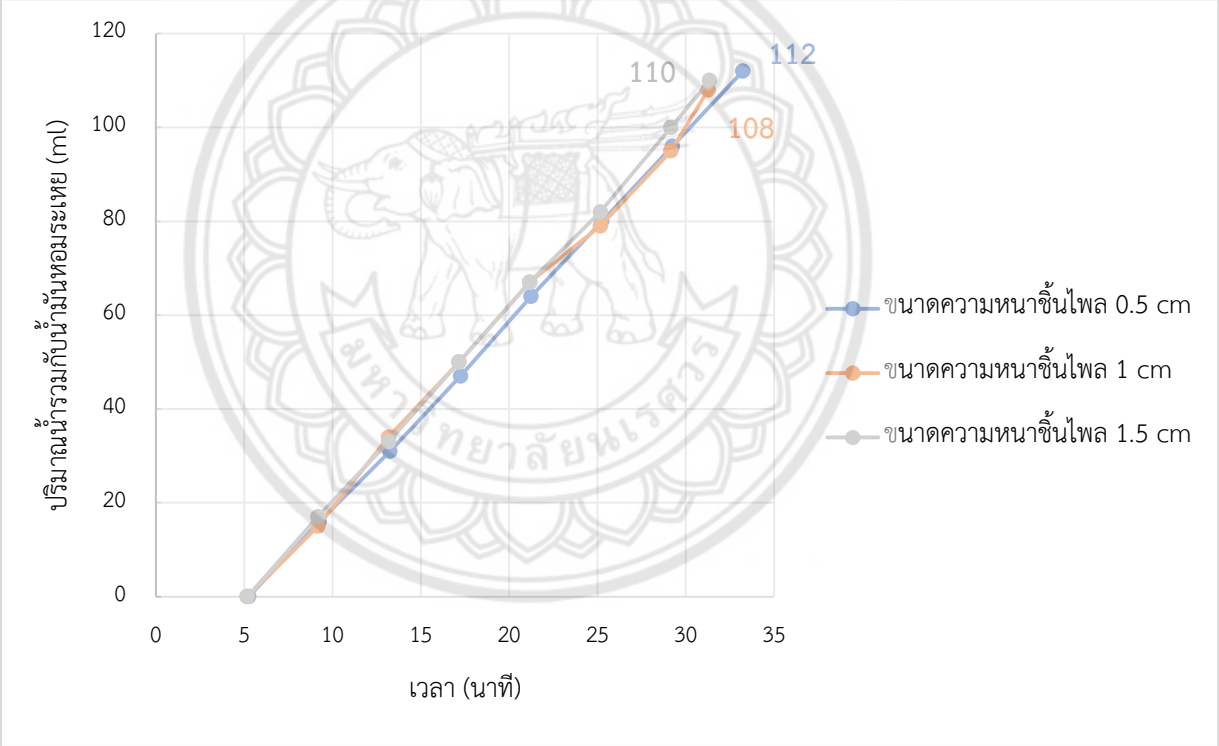
จากรูปที่ 4.2 กราฟอิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 (น้ำ 100 ml:ไพล 66 g) ที่กำลังไฟฟ้า 300 W ของขนาดความหนา 0.5 1.0 1.5 cm มีค่าปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอยู่ที่ 116 104 115 ml และค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาอยู่ที่ 4.17 4.06 4.13 ตามลำดับ ในส่วนกำลังไฟฟ้า 450 W ของขนาดความหนา 0.5 1.0 1.5 cm มีค่าปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอยู่ที่ 108 106 106 ml และค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาอยู่ที่ 6.77 6.52 6.70 ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 กราฟอิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 (น้ำ 100 ml:ไพล 100 g)

จากรูปที่ 4.3 กราฟอิทธิพลของความหนา และกำลังไฟฟ้าที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 (น้ำ 100 ml:ไพล 66 g) ที่กำลังไฟฟ้า 300 W ของขนาดความหนา 0.5 1.0 1.5 cm มีค่าปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอยู่ที่ 132 134 135 ml และค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาอยู่ที่ 4.01 4.04 4.08 ตามลำดับ ในส่วนกำลังไฟฟ้า 450 W ของขนาดความหนา 0.5 1.0 1.5 cm มีค่าปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยอยู่ที่ 118 124 130 ml และค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาอยู่ที่ 7.40 6.42 6.50 ตามลำดับ

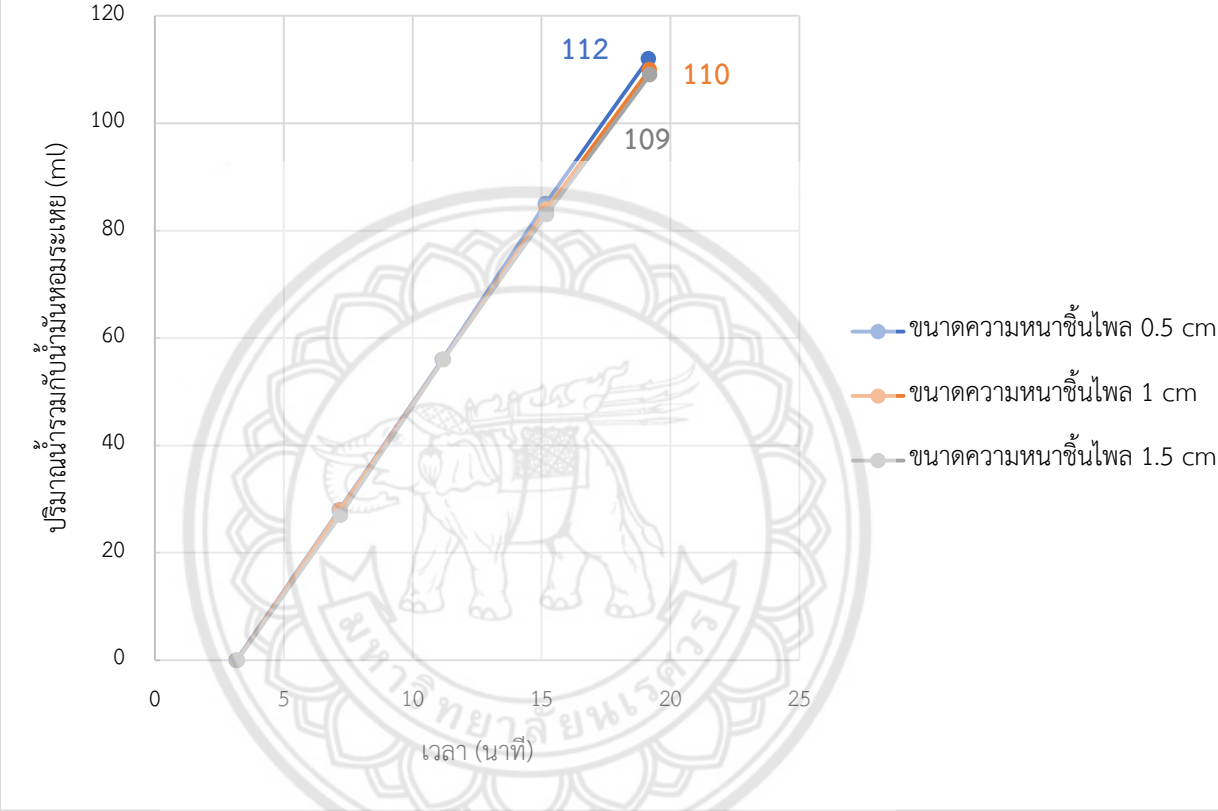
4.2 อิทธิพลอัตราส่วน และความหนาที่มีต่อปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย



รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 300 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33

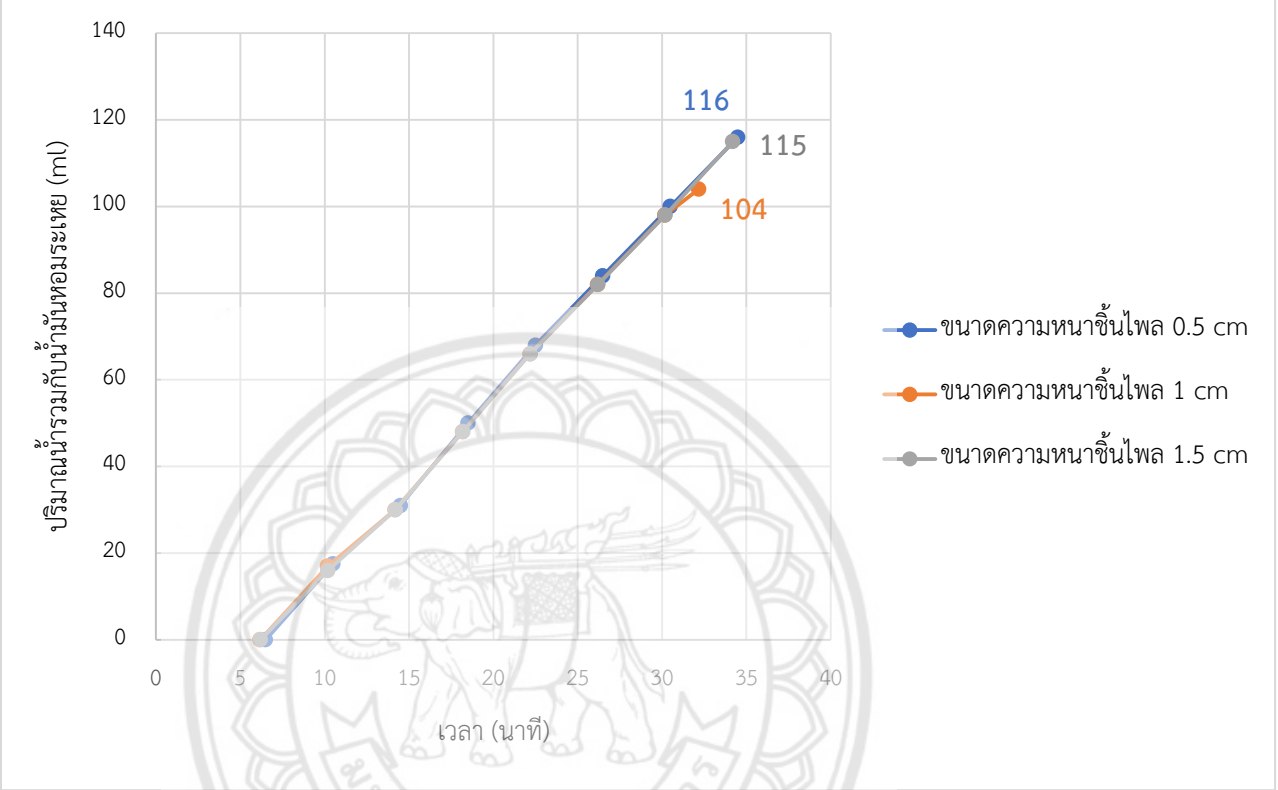
จากรูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 300 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดชิ้นความหนาไพล 0.5, 1 และ 1.5 cm จะเห็นได้ว่าน้ำเริ่มควบแน่น

กลั่นเป็นหยดน้ำที่เวลา 5.25, 5.17 และ 5.17 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน มีปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทั้งกระบวนการ 112, 110 และ 108 ml ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันมาก ดังนั้น ขนาดความหนาของชิ้นไพลจึงไม่มีผลต่อกระบวนการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย



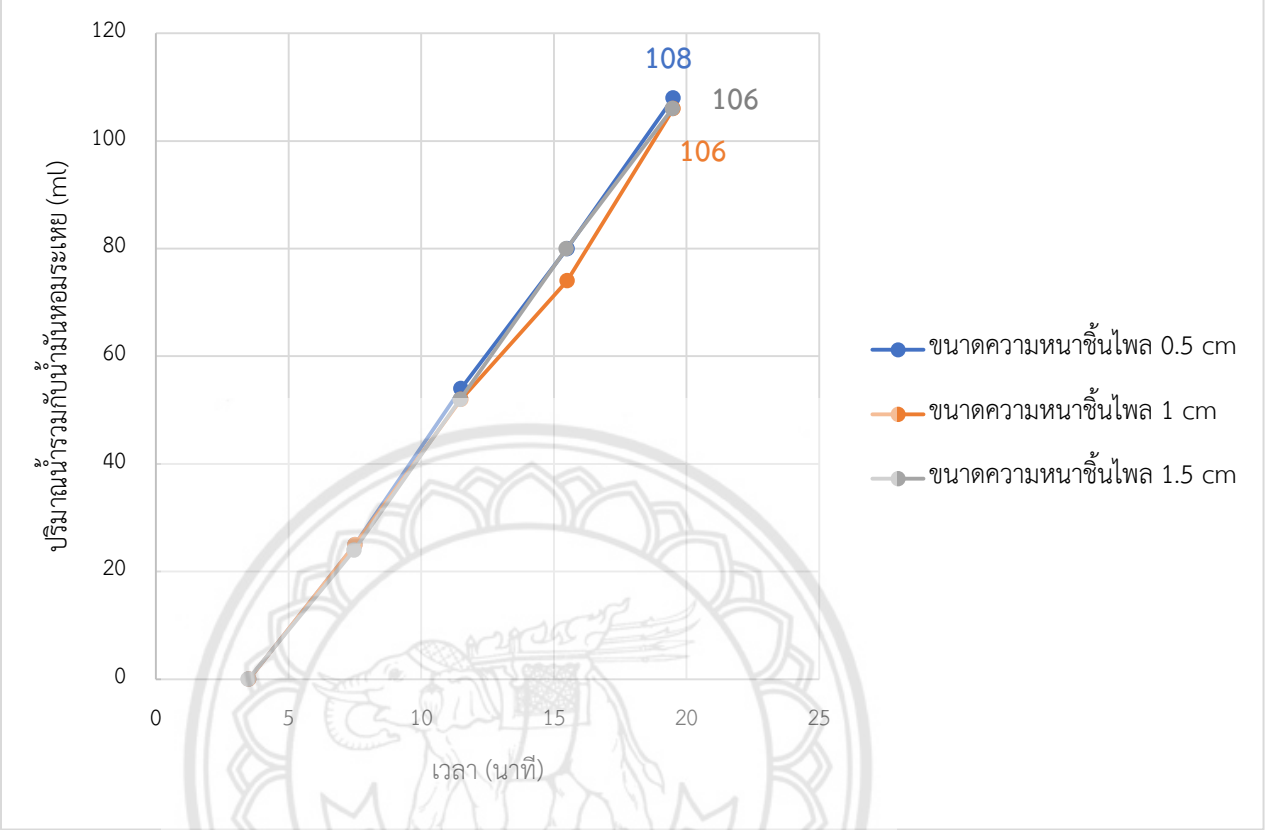
รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 450 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33

จากรูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 450 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนาชิ้นไพล 0.5, 1 และ 1.5 cm จะเห็นได้ว่าน้ำเริ่มควบแน่นกลั่นเป็นหยดน้ำที่เวลา 3.15, 3.19 และ 3.20 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน มีปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทั้งกระบวนการ 112, 110 และ 109 ml ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันมาก ดังนั้น ขนาดความหนาของชิ้นไพลจึงไม่มีผลต่อกระบวนการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย



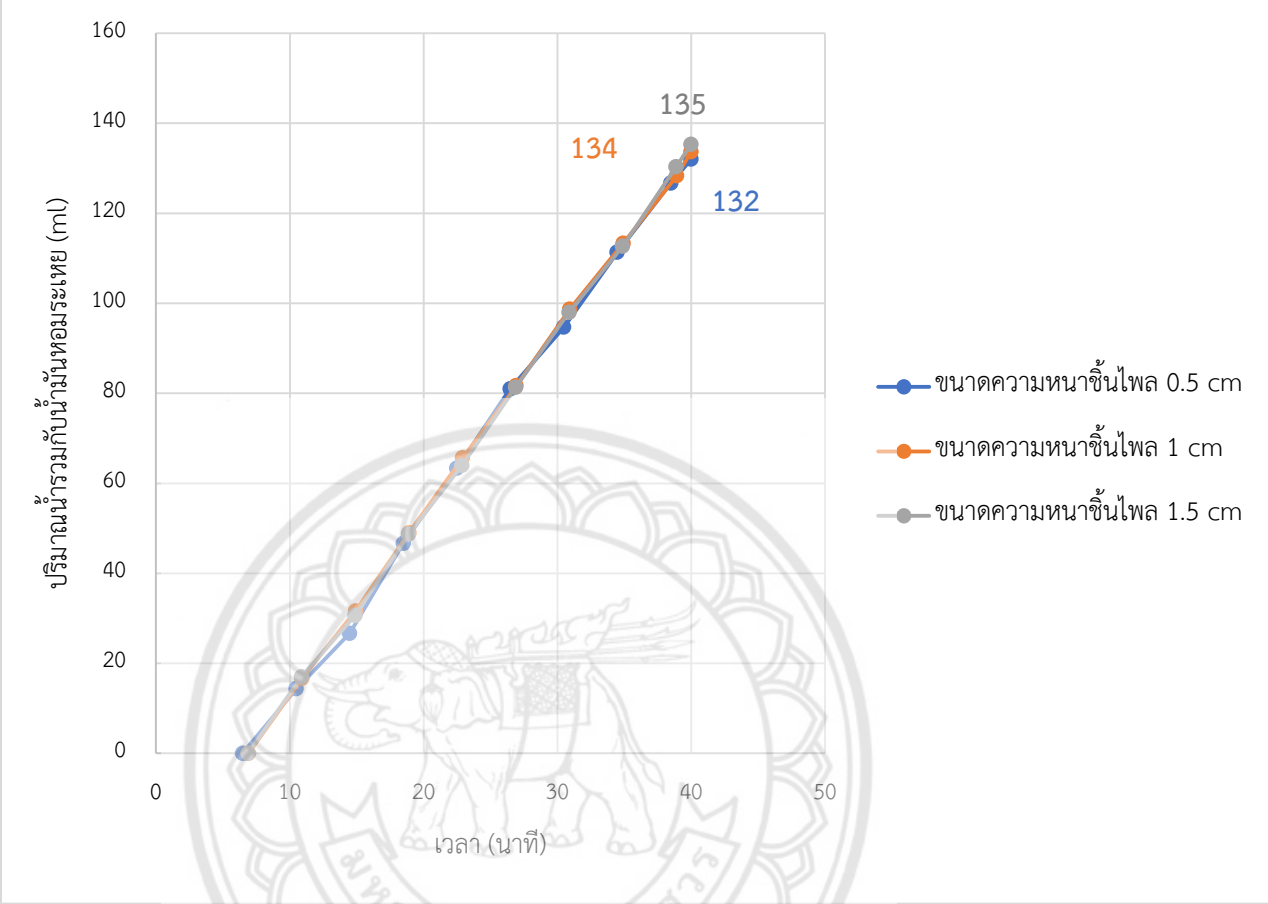
รูปที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 300 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66

จากรูปที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 300 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนาชิ้นไพล 0.5, 1 และ 1.5 cm จะเห็นได้ว่าน้ำเริ่มควบแน่นกลั่นเป็นหยดน้ำที่เวลา 6.49, 6.17 และ 6.19 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน มีปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทั้งกระบวนการ 116, 104 และ 115 ml ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันมาก ดังนั้น ขนาดความหนาของชิ้นไพลจึงไม่มีผลต่อกระบวนการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย



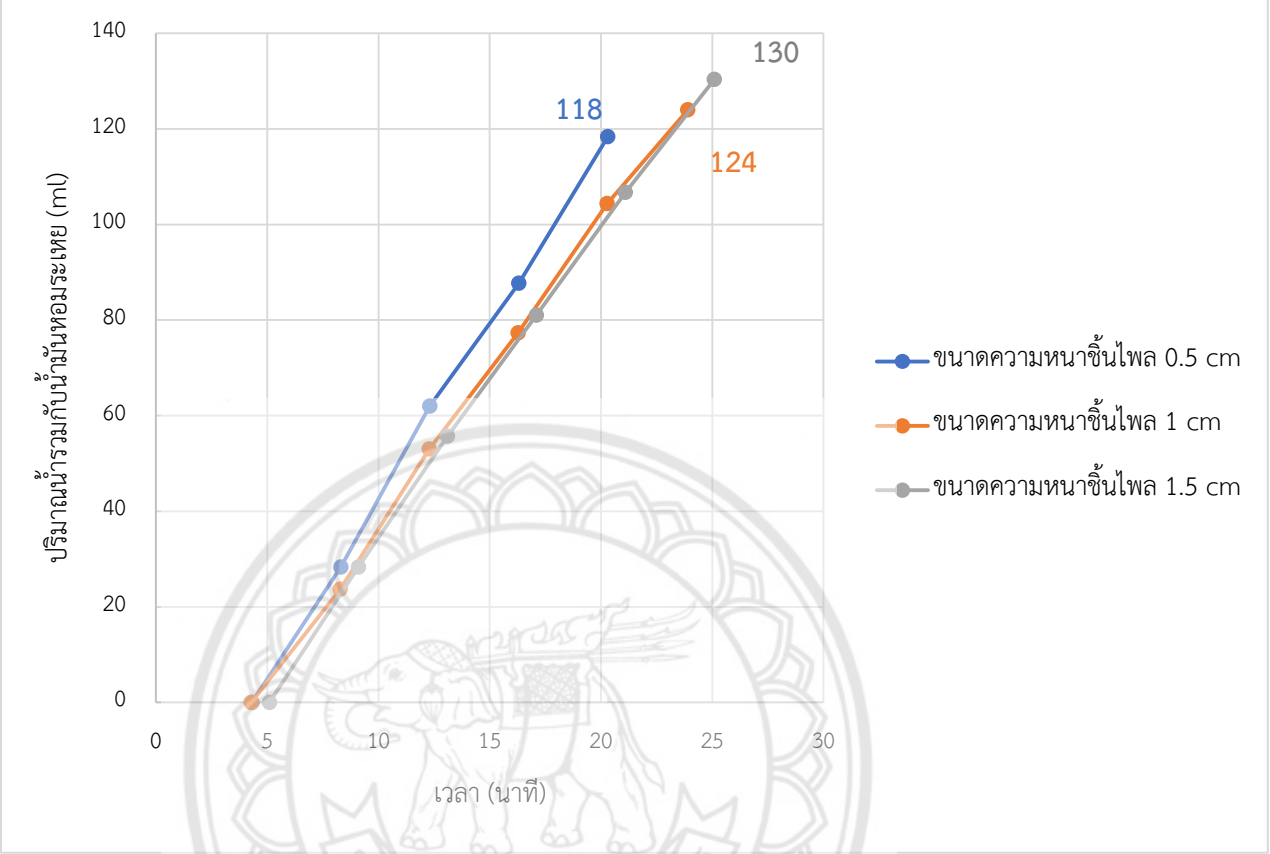
รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 450 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66

จากรูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 450 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนาชิ้นไพล 0.5, 1 และ 1.5 cm จะเห็นได้ว่าน้ำเริ่มควบแน่นกลั่นเป็นหยดน้ำที่เวลา 3.5, 3.5 และ 3.47 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน มีปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทั้งกระบวนการ 108, 106 และ 106 ml ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันมาก ดังนั้น ขนาดความหนาของชิ้นไพลจึงไม่มีผลต่อกระบวนการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย



รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 300 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1

จากรูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 300 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนาชิ้นไพล 0.5, 1 และ 1.5 cm จะเห็นได้ว่าน้ำเริ่มควบแน่นกลั่นเป็นหยดน้ำที่เวลา 6.48, 6.92 และ 6.88 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน มีปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทั้งกระบวนการ 132, 134 และ 135 ml ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นขนาดความหนาของชิ้นไพลจึงไม่มีผลต่อกระบวนการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย



รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 450 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1

จากรูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่กำลังไฟฟ้า 450 W ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดชิ้นไพล 0.5, 1 และ 1.5 cm จะเห็นได้ว่าน้ำเริ่มควบแน่นกลั่นเป็นหยดน้ำที่เวลา 4.31, 4.28 และ 5.10 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน มีปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทั้งกระบวนการ 118, 124 และ 130 ml ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นขนาดความหนาของชิ้นไพลจึงไม่มีผลต่อกระบวนการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย

บทที่5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการที่ได้ทำการดัดแปลงเครื่องสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยที่ให้ความร้อนแบบธรรมดาให้เป็นการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ ทำให้มีการเปลี่ยนทางด้านการใช้เวลาในการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยลดน้อยลง เพราะว่าการให้ความร้อนแบบธรรมดาจะให้ความร้อนแค่ทางด้านใต้ของภาชนะแล้วค่อยนำความร้อนไปยังส่วนต่างๆ แต่สำหรับการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟนั้นจะทำการให้คลื่นไมโครเวฟไปกระทบกับภาชนะ จนทำให้โมเลกุลของน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในเซลล์พืชสั่นสะเทือนเกิดแรงดันขึ้นภายในเซลล์ทำให้เซลล์แตก และปล่อยสารสำคัญที่อยู่ภายในวัตถุดิบออกมาผสมกับตัวทำละลายที่ใช้สกัด ข้อดีของวิธีนี้คือ ใช้เวลาในการสกัดสั้นไม่เปลืองตัวทำละลาย ช่วยป้องกันการสลายตัวขององค์ประกอบสำคัญที่สกัดได้เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้น และช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตของสารสกัด

ในส่วนเรื่องของทฤษฎีที่ได้ไปศึกษามา การสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยไม่ว่าจะเป็นแบบให้ความร้อนแบบธรรมดา หรือให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ ขนาดของชิ้นไพลไม่ค่อยมีผลกระทบต่อการสกัดน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหย เพราะในการสกัดในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะใช่เป็นหม้อกลั่นน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยขนาดใหญ่ ส่วนขนาดของชิ้นไพลนั้นจะทำการบดให้เป็นชิ้นเล็กๆ จึงทำให้ไม่มีความเท่ากันอยู่แล้ว การที่จะได้น้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยนั้นเกิดจากการเดือดของน้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำ ไอน้ำจะพาน้ำมันหอมระเหยไปยังชุดหล่อเย็นที่มีความเอียงอยู่ที่ -30 ˚เพื่อให้เกิดการควบแน่นของน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยออกมา แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ากำลังไฟฟ้าที่ 300,450 W อันไหนดีกว่ากันในเรื่องของน้ำมันหอมระเหย และความเข้มข้นของสาร แต่ในเรื่องของเวลากำลังไฟฟ้าที่ 450 W จะใช้เวลาในการควบแน่นน้อยกว่า 300 W

5.1.1 ผลที่ได้จากขนาดความหนาชิ้นไพล 0.5 cm ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 1:0.66 และ 1:1 ที่กำลังไฟฟ้า 300 W ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาของกราฟที่มากที่สุด 4.17 ที่อัตราส่วน 1:0.66 ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาที่น้อยที่สุด 4.01 ที่อัตราส่วน 1:0.33, 1:1 และที่กำลังไฟฟ้า 450 W ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาของกราฟที่มากที่สุด 7.40 ที่อัตราส่วน 1:1 ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาที่น้อยที่สุด 6.77 ที่อัตราส่วน 1:0.66

5.1.2 ผลที่ได้จากขนาดความหนาชิ้นไพล 1 cm ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 1:0.66 และ 1:1 ที่กำลังไฟฟ้า 300 W ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาของกราฟที่มากที่สุด 4.06 ที่อัตราส่วน 1:0.66 ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาที่น้อยที่สุด 4.04 ที่อัตราส่วน 1:1 และที่กำลังไฟฟ้า 450 W ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาของกราฟที่มากที่สุด 6.90 ที่อัตราส่วน 1:0.33 ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาที่น้อยที่สุด 6.42 ที่อัตราส่วน 1:1

5.1.3 ผลที่ได้จากขนาดความหนาชิ้นไพล 1.5 cm ที่อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 1:0.66 และ 1:1 ที่กำลังไฟฟ้า 300 W ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาของกราฟที่มากที่สุด 4.17 ที่อัตราส่วน 1:0.33 ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาที่น้อยที่สุด 4.08 ที่อัตราส่วน 1:1 และที่กำลังไฟฟ้า 450 W ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาของกราฟที่มากที่สุด 6.85 ที่อัตราส่วน 1:0.33 ค่าอัตราการควบแน่นไอน้ำต่อเวลาที่น้อยที่สุด 6.50 ที่อัตราส่วน 1:1

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากการทดลองโดยใช้วิธีการสกัดด้วยน้ำร่วมกับไมโครเวฟ พบว่าไม่ควรใช้กำลังไฟฟ้า 600 W ขึ้นไปซึ่งจะทำให้เครื่องมีความร้อนสูงเกินไปจนทำให้เครื่องไมโครเวฟหยุดทำงาน แต่ถ้ายังฝืนทำต่อไปจะทำให้ฟิวส์ขาด หรือคาปาซิเตอร์เสีย

5.2.2 การที่จะทำการทดลองไม่ควรให้อัตราส่วนน้ำต่อไพลน้อยเกินไป ถ้าใช้กำลังไฟฟ้าที่สูงจะทำให้น้ำในภาชนะการทดลองแห้งเร็วทำให้ภาชนะเกิดความเสียหาย และไพลไหม้ได้

5.2.3 ควรตรวจสอบภายในเครื่องไมโครเวฟก่อนการทดลองทุกครั้ง เพื่อไม่ให้มีเศษเหล็กหรือสิ่งที่มีคมอยู่ภายในเครื่องไมโครเวฟเพราะจะทำให้ไมโครเวฟช็อตได้

บรรณานุกรม

[1]วรางคณา สมพงษ์ และคณะ. (2559). **การสกัดกัมเมล็ดมะขาม (Tamarindus indica L.) ด้วยไมโครเวฟและการใช้ในผลิตภัณฑ์แยมสตรอว์เบอร์รี**. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

[2]สุดารัตน์ หอมหวล. (4 มกราคม 2554). ฐานข้อมูลเรื่องยาและสมุนไพร. เรียกใช้เมื่อ 1 เมษายน 2564 จาก shorturl.asia/1fr93

[3]ภูชิต ศรีประทุม. (2560). **การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไพลแบบใช้น้ำเป็นตัวทำละลายโดยการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับสุญญากาศ.** เชียงใหม่: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[4]ประเทืองศรี สินชัยศรี. 2545. **การผลิตสมุนไพรและเครื่องเทศ.** กรมส่งเสริมการเกษตร.คู่มือพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ ชุดที่ 3 พืชสมุนไพรน ามันหอมระเหย.

[5]มนิษา เส็งประชา. (2546). ***การเปรียบเทียบกระบวนการสกัดกลิ่นหอมจากดอกกุหลาบมอญ*** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[6]Zhenfeng Li, *"Design of a Microcontroller -based, Power Control System for Microwave Drying"*, Department of Bioresource Engineering, December 2004

[7]sirindasilakul55. (11 มกราคม 2561). ***ไมโครเวฟ.*** เรียกใช้เมื่อ 8 มีนาคม 2564 จาก shorturl.asia/QW3Jp

[8]Stéphane Lips. (2560). **Experimental study of convective condensation in an inclined smooth tube. Part I: Inclination effect on flow pattern and heat transfer coefficient.** ใน hal.archives (หน้า 11). South Africa: University of Pretoria, Pretoria, Private Box X20.

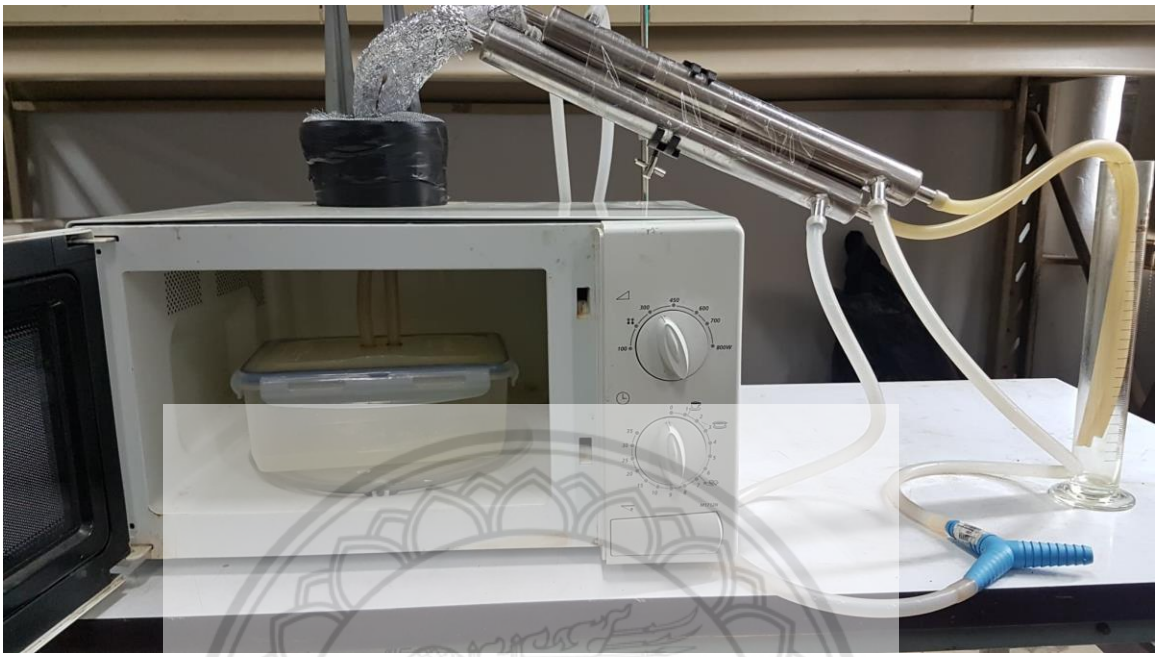
บรรณานุกรม(ต่อ)

[9]M.Dwiki darmawan. (2560). ***EXTRACTION OF ESSENTIAL OIL FROM BANGLE (Zingiber purpureum Roxb.).*** Department of Chemical Engineering Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[10]Miral R.Thakker, Jigisha K.Parikh, Meghal A.Desai. (2016). ***Microwave assisted extration of essential oil from the leaves of palmarosa: Multi-response optimization and predictive modelling***. India, gujarat.

ภาคผนวก ก

รูปเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยคลื่นไมโครเวฟ



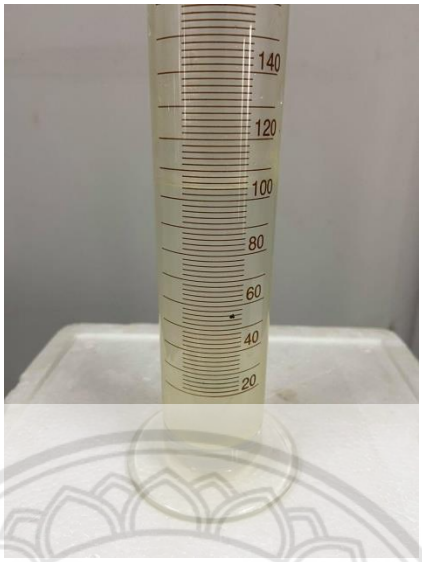
รูปที่ ก1 เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ภาคผนวก ข

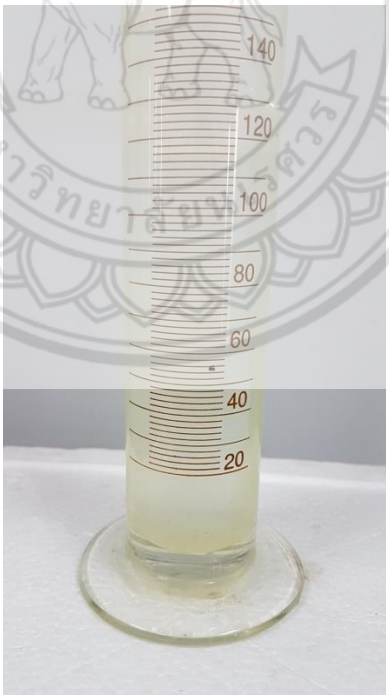
รูปการทดลองการสกัดน้ำมันหอมระเหย

รูปที่ ข1 ทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ที่เวลา 40 นาทีแต่ทดลองได้แค่ 20 นาที ก็เกิดการไหม้ของไพล และกล่องซุปเปอร์แวร์ละลาย

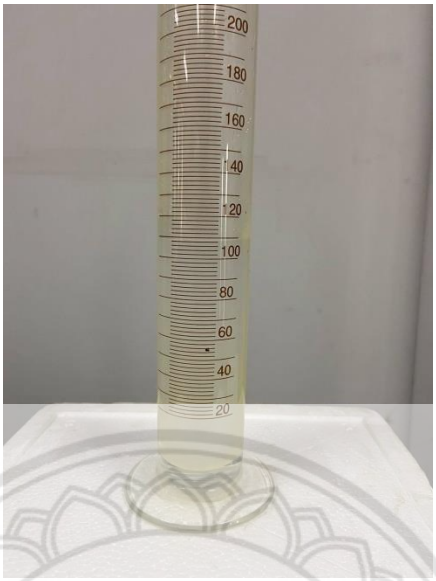
รูปที่ ข2 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนา 0.5 cm ตามลำดับ



รูปที่ ข3 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วน**น้ำต่อไพล** 1:0.33 ขนาดความหนา 1.0 cm ตามลำดับ

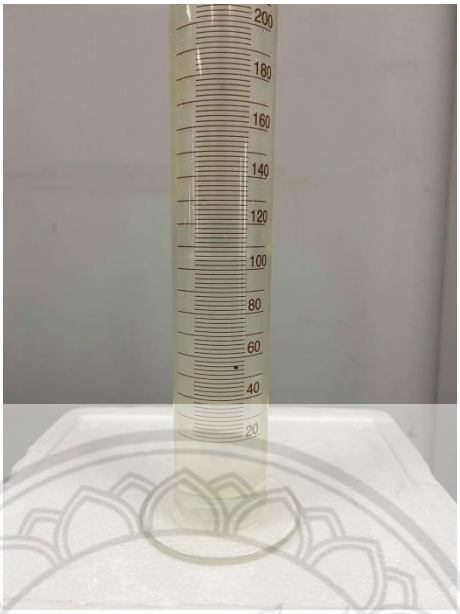


รูปที่ ข4 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนา 1.5 cm ตามลำดับ

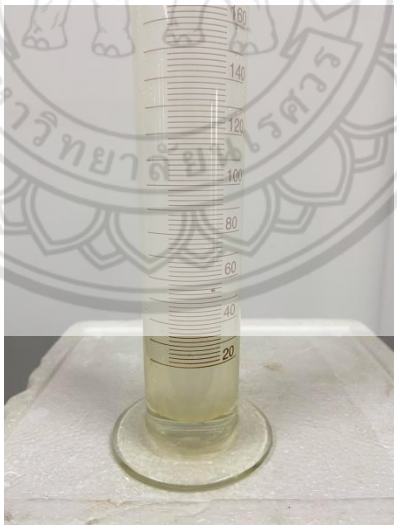


รูปที่ ข5 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วน**น้ำต่อไพล** 1:0.33 ขนาดความหนา 0.5 cm ตามลำดับ

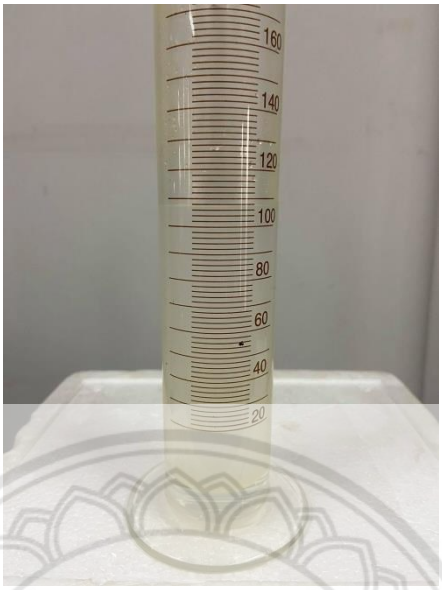
รูปที่ ข6 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.33 ขนาดความหนา 1.0 cm ตามลำดับ



รูปที่ ข7 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วน**น้ำต่อไพล** 1:0.33 ขนาดความหนา 1.5 cm ตามลำดับ

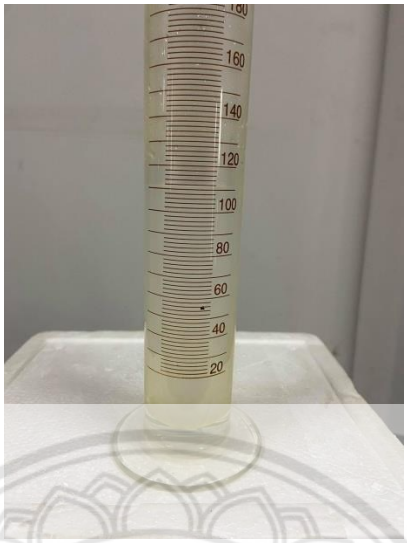


รูปที่ ข8 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 0.5 cm ตามลำดับ

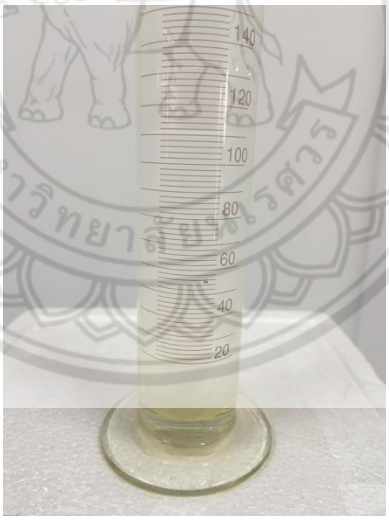


รูปที่ ข9 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วน**น้ำต่อไพล** 1:0.66 ขนาดความหนา 1.0 cm ตามลำดับ

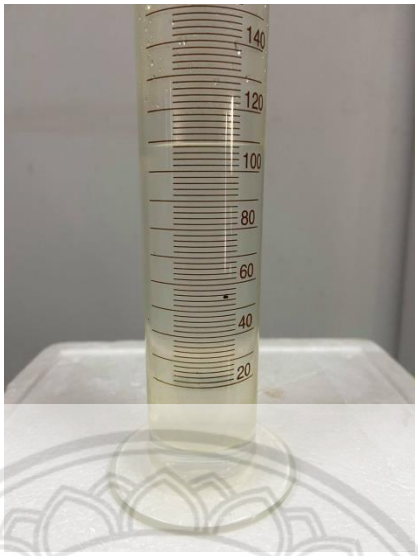
รูปที่ ข10 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 1.5 cm ตามลำดับ



รูปที่ ข11 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 0.5 cm ตามลำดับ

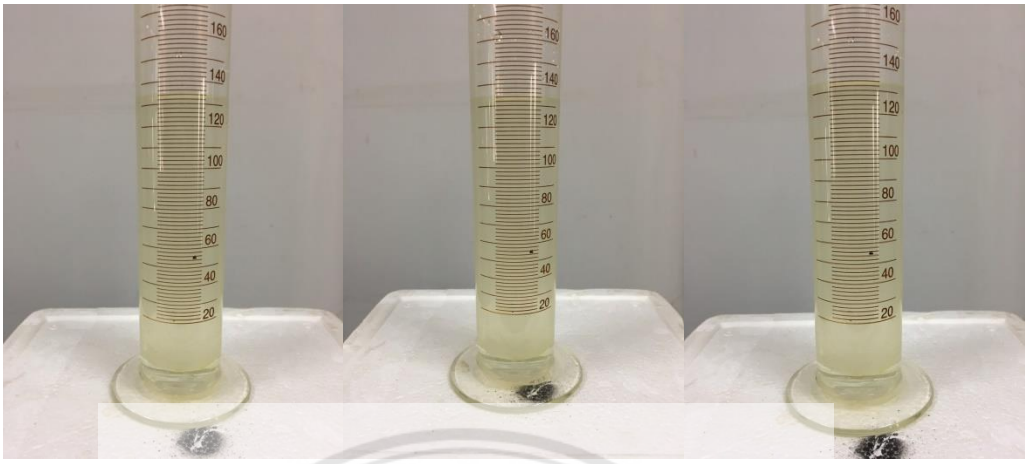


รูปที่ ข12 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 1.0 cm ตามลำดับ



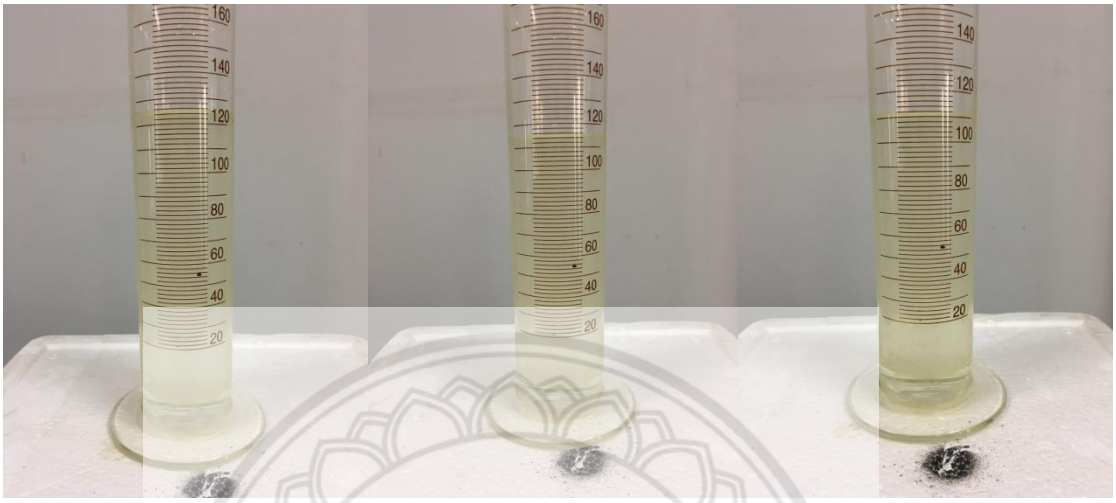
รูปที่ ข13 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:0.66 ขนาดความหนา 1.5 cm ตามลำดับ

รูปที่ ข14 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 0.5 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ



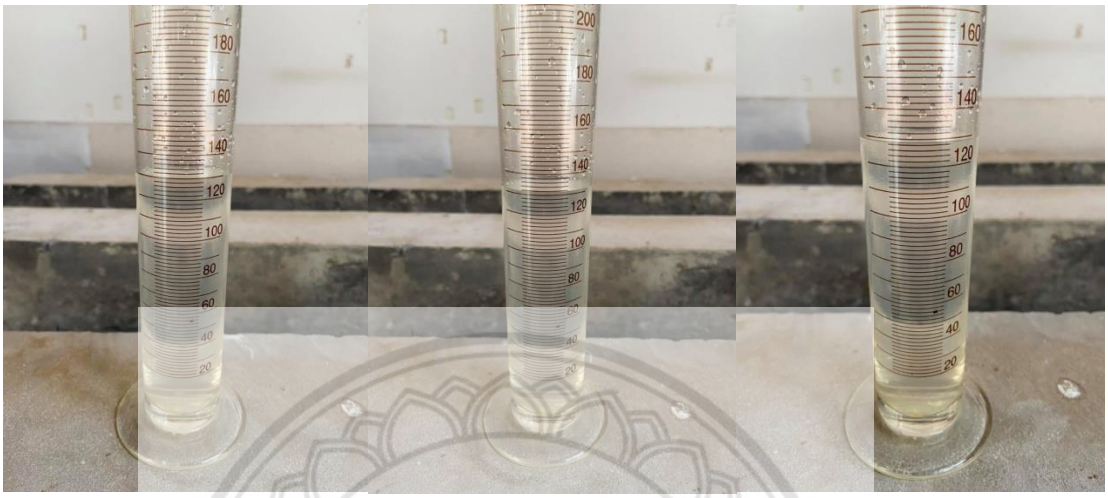
รูปที่ ข15 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 1.0 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ

รูปที่ ข16 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 300 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 1.5 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ



รูปที่ ข17 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 0.5 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ

รูปที่ ข18 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 1.0 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ



รูปที่ ข19 ปริมาณน้ำรวมกับน้ำมันหอมระเหยทำการทดลองที่ 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพล 1:1 ขนาดความหนา 1.5 cm 3 ครั้ง ตามลำดับ

ภาคผนวก ค

ตารางค่าการทดลองของการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไพล

ตารางที่ ค1 ค่าผลการทดลองการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ 300, 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพลที่ 1:0.33

300 W อัตราส่วน 1:0.33 ขนาดชิ้นไพล 0.5 cm			450 W อัตราส่วน 1:0.33 ขนาดชิ้นไพล 0.5 cm		
เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)	เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)
5.25	0	13.64	3.15	0	15.18
9.25	16		7.15	28	
13.25	31		11.15	56	
17.25	47		15.15	85	
21.25	64		19.15	112	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว
25.25	80		23.15		
29.25	96		27.15		
33.25	112	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว	31.15		
37.25					
40					
300 W อัตราส่วน 1:0.33 ขนาดชิ้นไพล 1 cm			450 W อัตราส่วน 1:0.33 ขนาดชิ้นไพล 1 cm		
เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)	เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)
5.17	0	16.66	3.19	0	14.7
9.17	15		7.19	28	
13.17	34		11.19	56	
17.17	50		15.19	84	
21.17	67		19.19	110	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว
25.17	79		23.19		
29.17	95				
31.28	108	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว			
300 W อัตราส่วน 1:0.33 ขนาดชิ้นไพล 1.5 cm			450 W อัตราส่วน 1:0.33 ขนาดชิ้นไพล 1.5 cm		
เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)	เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)
5.17	0	17.49	3.2	0	18.66
9.17	17		7.2	27	
13.17	33		11.2	56	
17.17	50		15.2	83	
21.17	67		19.2	109	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว
25.17	82				
29.17	100				
31.36	110	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว			

ตารางที่ ค2 ค่าผลการทดลองการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ 300, 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพลที่ 1:0.66

300 W อัตราส่วน 1:0.66 ขนาดชิ้นไพล 0.5 cm			450 W อัตราส่วน 1:0.66 ขนาดชิ้นไพล 0.5 cm		
เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)	เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)
6.49	0	38.37	3.5	0	44.79
10.49	17.5		7.5	25	
14.49	31		11.5	54	
18.49	50		15.5	80	
22.49	68		19.5	108	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว
26.49	84		23.5		
30.49	100		27.5		
34.49	116	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว			
38.49					
40					
300 W อัตราส่วน 1:0.66 ขนาดชิ้นไพล 1 cm			450 W อัตราส่วน 1:0.66 ขนาดชิ้นไพล 1 cm		
เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)	เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)
6.17	0	37.06	3.5	0	42.11
10.17	17		7.5	25	
14.17	30		11.5	52	
18.17	48		15.5	74	
22.17	66		19.5	106	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว
26.17	82				
30.17	98				
32.17	104	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว			
300 W อัตราส่วน 1:0.66 ขนาดชิ้นไพล 1.5 cm			450 W อัตราส่วน 1:0.66 ขนาดชิ้นไพล 1.5 cm		
เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)	เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)
6.19	0	28.11	3.47	0	40.17
10.19	16		7.47	24	
14.19	30		11.47	52	
18.19	48		15.47	80	
22.19	66		19.47	106	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว
26.19	82				
30.19	98				
34.19	115	หยุดการทดลองเพราะน้ำในภาชนะหมดแล้ว			

ตารางที่ ค3 ค่าผลการทดลองการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ 300, 450 W อัตราส่วนน้ำต่อไพลที่ 1:1

300 W อัตราส่วน 1:1 ขนาดชิ้นไพล 0.5 cm			450 W อัตราส่วน 1:1 ขนาดชิ้นไพล 0.5 cm		
เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)	เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)
6.48	0	87.67	4.31	0	69.45
10.48	14		8.31	28	
14.48	27		12.31	62	
18.48	47		16.31	88	
22.48	63		20.31	118	
26.48	81				
30.48	95				
34.48	111				
38.48	127				
40	132				
300 W อัตราส่วน 1:1 ขนาดชิ้นไพล 1 cm			450 W อัตราส่วน 1:1 ขนาดชิ้นไพล 1 cm		
เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)	เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)
6.92	0	53.22	4.28	0	63.06
10.92	17		8.28	23	
14.92	32		12.28	53	
18.92	49		16.28	77	
22.92	66		20.28	104	
26.92	82		23.91	124	
30.92	99				
34.92	113				
38.92	128				
40	134				
300 W อัตราส่วน 1:1 ขนาดชิ้นไพล 1.5 cm			450 W อัตราส่วน 1:1 ขนาดชิ้นไพล 1.5 cm		
เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)	เวลา(นาที)	ปริมาณน้ำ(ml)	น้ำหนักไพลเหลือ(g)
6.88	0	45.96	5.10	0	50.12
10.88	17	เวลา / ปริมาณน้ำ	9.10	28	
14.88	31	40 นาที / 135 ml	13.10	55	
18.88	49		17.10	81	
22.88	64		21.10	106	
26.88	81		25.10	130	
30.88	98				
34.88	113				
38.88	130				