



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา
โดยใช้ระบบกลั่นแบบไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ

A Study on Sweet Basil Essential Oil Extraction
using Microwave-Steam Distillation System

วรพจน์ งามชมภู^{1)*} และ ศิวดล กัญญาคำ¹⁾

Worapot Ngamchompoo^{1)*} and Siwadol Kanyakam¹⁾

¹⁾ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹⁾ Management Engineering Sector, Faculty of Engineering, Rajabhat Mahasarakham University, THAILAND.

Received: 3 April 2022

Revised: 26 August 2022

Accepted: 27 August 2022

Available online: 23 December 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา โดยใช้ระบบการกลั่นแบบไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ โดยระบบกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่พัฒนาขึ้น ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ 1) ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหย 2) ชุดผลิตไอน้ำ และ 3) ชุดควบแน่นน้ำมันหอมระเหย เพื่อศึกษาศักยภาพของเทคนิคการสกัดนี้ สมรรถนะของกระบวนการกลั่นแบบไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ จึงถูกเปรียบเทียบกับกระบวนการกลั่นแบบไอน้ำอย่างเดียวแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการกลั่นแบบไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และกระบวนการกลั่นแบบไอน้ำอย่างเดียว สามารถผลิตน้ำมันหอมระเหยได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่กระบวนการกลั่นแบบไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ ใช้ระยะเวลาในการกลั่นน้อยกว่ากระบวนการกลั่นแบบไอน้ำอย่างเดียว โดยคิดเป็นร้อยละ 34.36 ทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าในการกลั่นลดลงร้อยละ 32.37%

คำสำคัญ: โหระพา น้ำมันหอมระเหย การกลั่นน้ำมันหอมระเหย คลื่นไมโครเวฟ

Abstract

This research aims to study on sweet basil essential oil extraction by using microwave-steam distillation system. The distillation system consisted of three main parts: 1) essential oil distillation unit, 2) steam generator unit and 3) essential oil separator condensing unit. To demonstrate the potential of a new technique, microwave-steam distillation method (MSD) has been compared with conventional steam distillation method (SD). Results show that the essential oil extracted by MSD process was quantitatively (oil yield) similar to those obtained by SD process, but MSD was better than SD in terms of process rapidity (34.36% lower distillate time), thereby allowing substantial saving of electric consumption (32.37% lower electric consumption).

Keywords: Sweet Basil: Essential Oil: Essential Oil Distillation: Microwave

*ติดต่อ: worapot_1@hotmail.com, 081-048-6600

1. บทนำ

การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาเป็นแนวทางการแปรรูปเพิ่มมูลค่าโหระพาที่น่าสนใจอย่างหนึ่ง ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากโหระพามีสรรพคุณทางยา ในการช่วยย่อยอาหาร ขับลม ปรับสมดุลประจำเดือน และ บำรุงร่างกาย เป็นต้น [1] และเนื่องจากน้ำมันหอมระเหยจากโหระพามีกลิ่นเฉพาะตัว จึงมีสรรพคุณใช้ นวดแก้ความเมื่อยล้าและเพิ่มความสดชื่นได้ จึงเป็นที่ ต้องการของธุรกิจสปาเป็นอย่างมาก การกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ เป็นวิธีหนึ่งที่ยิยมใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ง่ายไม่ซับซ้อนและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี แต่อย่างไรก็ตาม กระบวนการดังกล่าวจะใช้เวลาในการกลั่นที่ค่อนข้างยาวนาน ประมาณ 10 ถึง 12 ชั่วโมง [2] ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงานค่อนข้างสูง ทำให้มีผลโดยตรงต่อต้นทุนในการผลิต เทคโนโลยีการกลั่นน้ำมันหอมจากพืชแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจ โดยสามารถลดเวลาการกลั่นลงได้ ซึ่งคุณสมบัติของ

น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ ไม่แตกต่างจากกรณีการใช้ไอน้ำอย่างเดียวแบบดั้งเดิม [3-6] เนื่องจาก คลื่นไมโครเวฟสามารถทะลุทะลวงวัตถุและจะถูกดูดกลืนจากโมเลกุลของน้ำ และองค์ประกอบของสารในพืช จึงทำให้เกิดการสั่นสะเทือนเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนต่อไป จึงเป็นผลให้ไอน้ำสามารถระเหยของค์ประกอบของสารในพืชได้รวดเร็ว ยิ่งขึ้นมีผลทำให้ระยะเวลาในการกลั่นลดลง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา โดยใช้เทคโนโลยีการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟและ ทำการเปรียบเทียบกับกรณีการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียวแบบดั้งเดิม ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างมาก ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นและสามารถใช้งานได้จริงในเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 ระบบกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ

ระบบกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟที่ได้พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ 1) ชุดห้องกลั่น (Distillation Unit) ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกทำจากวัสดุเซรามิก โดยมีระบบจ่ายคลื่นไมโครเวฟ ติดตั้งอยู่ภายใน และมีการติดตั้งชุดใบกวนภายใน ห้องกลั่น เพื่อช่วยในการกระจายคลื่นไมโครเวฟ 2) ชุดผลิตไอน้ำ (Steam Generator Unit) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ผลิตไอน้ำเพื่อจ่ายเข้าไปในห้องกลั่น โดยเป็นระบบผลิตไอน้ำที่ความดันบรรยากาศ (1 atm) และ 3) ชุดควบแน่น (Condenser Unit) ซึ่งระบบนี้เป็นระบบควบแน่นแบบท่อขด (Coil Condenser) โดยทำหน้าที่ควบแน่นน้ำมันหอมระเหย ซึ่งจะใช้น้ำเป็นสารหล่อเย็น และมีเครื่อง Cooling Tower เป็นระบบระบายความร้อนของน้ำหล่อเย็น โดยน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากระบบ จะไหลลงชุดเก็บน้ำมันด้านล่าง และแยกเป็นชั้นกับน้ำ โดยลักษณะของระบบกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ แสดงได้ดังรูปที่ 1 ส่วนรูปถ่ายจริงของระบบแสดงได้ในรูปที่ 2

2.2. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษานี้วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองการกลั่น คือ โหระพาแบบเด็ดใบ ซึ่งหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป โดยก่อนการทดลองโหระพาจะถูกสับนำไปทดสอบเพื่อหาปริมาณความชื้น โดยผลการทดสอบการหา

ปริมาณความชื้นของโหระพาตามมาตรฐานของ ASTM E790-87 พบว่ามีค่าเท่ากับ 91.24%wb.

2.3 การหาปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้

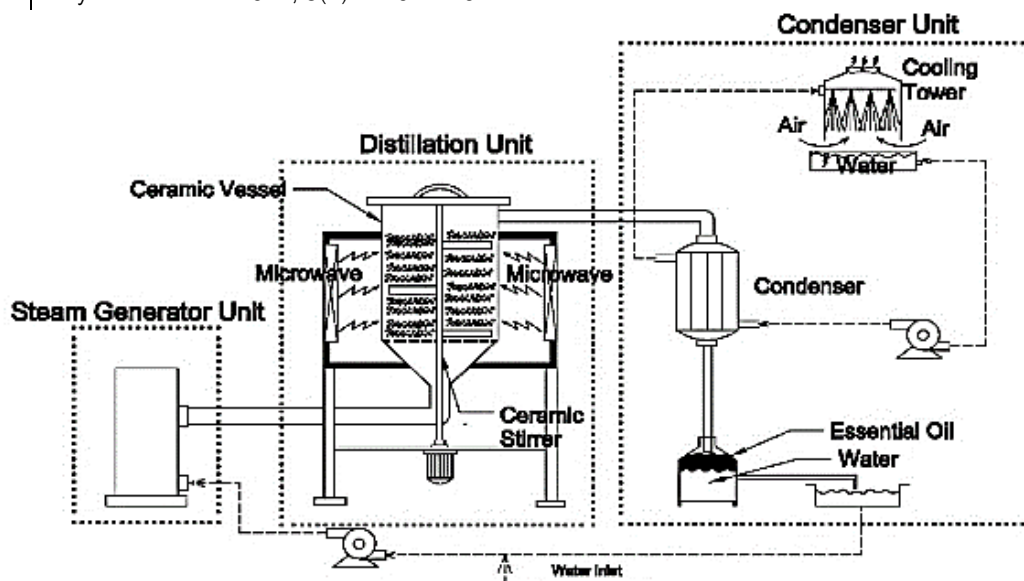
ในการแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำ จะใช้กรวยแยกสาร (Separatory Funnel) ซึ่งมีขนาด 1000 ml โดยน้ำมันหอมระเหยที่ถูกแยกออกจากน้ำแล้วจะถูกนำไปชั่งเพื่อหามวลและบันทึกผลต่อไป

การหา %Yield ของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ โดยหาได้จากสมการที่ (1)

$$\%Yield = \frac{\text{mass of essential oil (g)}}{\text{mass of sweet basil (g)}} \times 100 \quad (1)$$

2.4 การหาเวลาที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

ในการหาเวลาที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจะเริ่มต้นการจับเวลาตั้งแต่เริ่มดำเนินการเปิดระบบไปจนกระทั่งไม่มีน้ำมันหอมระเหยออกมาจากกระบวนการกลั่น ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะความสูงของชั้นน้ำมันหอมระเหยที่แยกตัวออกมาจากน้ำในขวดแก้วใสผลิตภัณฑ์ (แสดงลักษณะได้ในรูปที่ 3) โดยทำการวัดความสูงของชั้นน้ำมันหอมระเหย ซึ่งหากความสูงของชั้นน้ำมันหอมระเหย ไม่มีการเปลี่ยนแปลง นั้นแสดงว่ากระบวนการกลั่นไม่มีน้ำมันหอมระเหยออกมาแล้ว ดังนั้น จึงทำการหยุดกระบวนการกลั่นและบันทึกเวลาที่ใช้ในการกลั่น



รูปที่ 1 ระบบกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ



รูปที่ 2 ภาพถ่ายของระบบกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ



รูปที่ 3 ลักษณะของชั้นน้ำมันหอมระเหย
ที่แยกตัวออกมาจากน้ำ

2.5 การหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่น น้ำมันหอมระเหย

การหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่นน้ำมัน
หอมระเหย จะใช้เครื่องวัดและวิเคราะห์ค่าพลังงาน
ไฟฟ้า ซึ่งเครื่องดังกล่าวสามารถบันทึกค่าผลการใช้
พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบกลั่นได้
โดยค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ จะอยู่ในหน่วยกิโลวัตต์-
ชั่วโมง (kWh)

2.6 วิธีการทดลองกรณีการกลั่นน้ำมัน หอมระเหยแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (Microwave-Steam Distillation; MSD)

ในการทดลองในส่วนนี้ จะดำเนินการกลั่น
น้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพาปริมาณ 2 kg โดยใช้
ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งพารามิเตอร์ที่ศึกษา
ประกอบไปด้วย 1) อัตราการจ่ายไอน้ำเข้าห้องกลั่น
ซึ่งจะถูกเปลี่ยนแปลง 4 ระดับ คือ 1 kg/h 2 kg/h
4 kg/h และ 6 kg/h ตามลำดับ และ 2) กำลังไมโครเวฟ
ซึ่งจะถูกเปลี่ยนแปลงที่ 200 W 400 W 600 W และ
800 W ตามลำดับ โดยจะทำการทดลองกลั่น

จนกระทั่งไม่มีน้ำมันหอมระเหยออกมาจากระบบ
ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลจากระบบวนการกลั่น
โดยประกอบไปด้วย ปริมาณน้ำมันหอมระเหย
ที่กลั่นได้ เวลาที่ใช้ในการกลั่น และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้
ในการกลั่น

2.7 วิธีการทดลองกรณีการกลั่นน้ำมัน หอมระเหยแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว (Steam Distillation; SD)

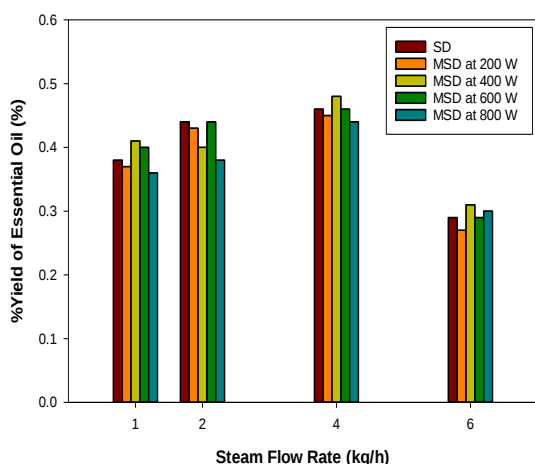
ส่วนกรณีนี้เป็นการทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหย
จากใบโหระพาปริมาณ 2 kg โดยใช้ไอน้ำอย่างเดียว
เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับกรณีการกลั่นแบบใช้
ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ โดยพารามิเตอร์
ของการศึกษานั้น อัตราการจ่ายไอน้ำจะถูก
เปลี่ยนแปลงที่สภาวะเดียวกันกับกรณีการกลั่นแบบ
ใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ นั่นคือ ที่สภาวะ 1 kg/h
2 kg/h 4 kg/h และ 6 kg/h ตามลำดับ

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้

จากการเปรียบเทียบการกลั่นน้ำมันหอมระเหย
ระหว่างกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่น
ไมโครเวฟ และกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำ
อย่างเดียว ซึ่งไม่มีการจ่ายคลื่นไมโครเวฟ โดยใช้
โหระพาแบบเด็ดใบปริมาณ 2 kg เป็นวัตถุดิบ
ในการกลั่น ภายใต้เงื่อนไขอัตราการจ่ายไอน้ำและ
กำลังไมโครเวฟที่สภาวะต่าง ๆ ซึ่งดำเนินการกลั่น
พืชวัตถุดิบ ไปจนกระทั่งไม่มีน้ำมันหอมระเหยออกมา
ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้

จากทั้ง 2 กระบวนการดังกล่าว แสดงได้ในรูปที่ 4 โดยที่สัญลักษณ์ SD คือ กระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว (Steam Distillation) ส่วนสัญลักษณ์ MSD คือ กระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (Microwave-Steam Distillation)



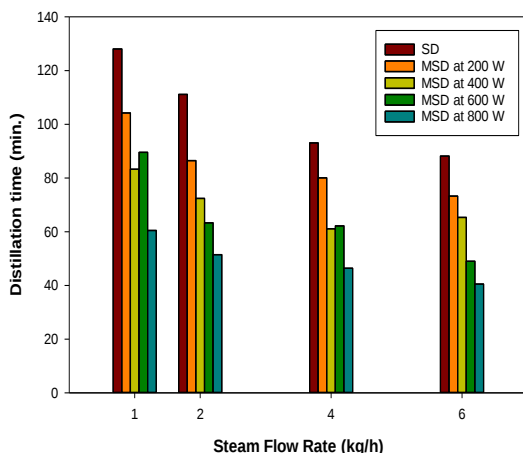
รูปที่ 4 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหย ที่กลั่นได้จากการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว

จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่า กระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว (SD) ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้มี %Yield อยู่ระหว่าง 0.29 ถึง 0.46 โดยที่สภาวะการจ่ายไอน้ำ 4 kg/h สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้ในปริมาณ %Yield สูงที่สุด คือ 0.46 (9.21 g) ส่วนกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (MSD) พบว่า สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้

โดยมี %Yield อยู่ระหว่าง 0.27 ถึง 0.48 โดยที่สภาวะการจ่ายไอน้ำ 4 kg/h และกำลังไมโครเวฟ 400 W สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้ในปริมาณ %Yield สูงที่สุด คือ 0.48 (9.63 g) จากข้อมูลผลการทดสอบนี้จะเห็นได้ว่า ที่สภาวะที่ดีที่สุดของทั้งจากการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้สูงสุด มีค่าใกล้เคียงกัน โดยผลการศึกษาที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chemat et al. [3] และงานวิจัยของ Sahraoui et al. [4] ซึ่งพวกเขาได้รายงานผลการเปรียบเทียบกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากดอกลาเวนเดอร์ (lavender flowers) แบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟและแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว ซึ่งผลการศึกษาของพวกเขาพบว่า %Yield ของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ จากทั้งสองกระบวนการมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

3.2 เวลาที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

ผลการบันทึกเวลาที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยในกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว โดยดำเนินการกลั่นไปจนกระทั่งไม่มีน้ำมันหอมระเหยออกมาจากระบบภายใต้เงื่อนไขสภาวะการทำงานต่าง ๆ ซึ่งผลการศึกษาแสดงได้ในรูปที่ 5



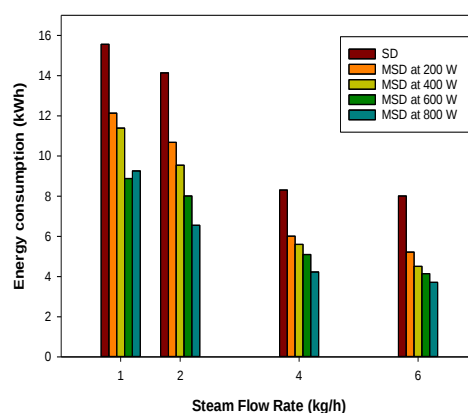
รูปที่ 5 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยในการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว

จากผลการบันทึกเวลาที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยในกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว ดังแสดงในรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าที่สภาวะอัตราการจ่ายไอน้ำที่ 1 kg/h 2 kg/h 4 kg/h และ 6 kg/h กระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียวจะใช้เวลาในการกลั่นมากกว่ากระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ โดยกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียวใช้เวลาในการกลั่นอยู่ระหว่าง 88.18 นาที ถึง 128.03 นาที ส่วนกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟใช้เวลาในการกลั่นอยู่ระหว่าง 40.52 นาที ถึง 104.22 นาที โดยในกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียวสามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้ %Yield สูงสุดเท่ากับ 0.46 (ที่สภาวะการจ่ายไอน้ำ 4 kg/h) ซึ่งพบว่า ที่สภาวะดังกล่าว ใช้เวลาในการกลั่นเท่ากับ 93.08 นาที ในขณะที่กระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้ %Yield

สูงสุดเท่ากับ 0.48 (ที่สภาวะการจ่ายไอน้ำ 4 kg/h และกำลังไมโครเวฟ 400 W) ซึ่งพบว่า ใช้เวลาในการกลั่นเท่ากับ 61.09 นาที จากผลการศึกษาี้ แสดงให้เห็นว่า การใช้คลื่นไมโครเวฟช่วยในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย สามารถลดระยะเวลาในการกลั่นลงได้ เนื่องจากคลื่นไมโครเวฟ สามารถทะลุทะลวงวัตถุและจะถูกดูดกลืนจากโมเลกุลของน้ำและองค์ประกอบของสารในพืช จึงทำให้เกิดการสั่นสะเทือนเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนต่อไป จึงเป็นผลให้ไอน้ำสามารถระเหยองค์ประกอบของสารในพืชได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

3.3 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่น

ผลการบันทึกข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว ที่สภาวะการทำงานต่าง ๆ โดยใช้เครื่องบันทึกพลังงานไฟฟ้า สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 6



รูปที่ 6 ผลการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว

จากผลการศึกษาในรูปที่ 6 ซึ่งให้เห็นว่าที่สภาวะ อัตราการจ่ายไอน้ำที่ 1 kg/h 2 kg/h 4 kg/h และ 6 kg/h กระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำอย่างเดียวกู้พลังงานไฟฟ้าในการกลั่นมากกว่ากระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ โดยกระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำอย่างเดียวกู้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่นมีค่าอยู่ระหว่าง 8.01 kWh ถึง 15.56 kWh ส่วนกระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่นมีค่าอยู่ระหว่าง 3.71 kWh ถึง 12.13 kWh และในกระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำอย่างเดียวกู้กลั่นน้ำมันหอมระเหยได้ %Yield สูงสุด เท่ากับ 0.46 (ที่สภาวะการจ่ายไอน้ำ 4 kg/h) ซึ่งพบว่าที่สภาวะดังกล่าวใช้พลังงานไฟฟ้าในการกลั่นเท่ากับ 8.31 kWh ในขณะที่กระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้ %Yield สูงสุดเท่ากับ 0.48 (ที่สภาวะการจ่ายไอน้ำ 4 kg/h และกำลังไมโครเวฟ 400 W) ซึ่งพบว่าพลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ในการกลั่นมีค่าเท่ากับ 5.61 kWh

3.4 สภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

เมื่อพิจารณาสภาวะการทำงานที่ดีที่สุดซึ่งสามารถผลิตปริมาณน้ำมันหอมระเหยได้สูงที่สุดของทั้งกระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และกระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำอย่างเดียว สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1

จะเห็นได้ว่า ที่สภาวะการทำงานที่ดีที่สุด กระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และกระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำอย่างเดียว สามารถผลิตน้ำมันหอมระเหยได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันและเมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกลั่นของทั้งสองกระบวนการ พบว่า กระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟจะใช้เวลาในการกลั่นน้อยกว่ากระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำอย่างเดียว โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ลดลงเท่ากับ 34.36% ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sahraoui et al. [4] ซึ่งพบว่าการใช้คลื่นไมโครเวฟ ช่วยในกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากดอกลาเวนเดอร์แบบใช้น้ำจะใช้เวลาในการกลั่นน้อยกว่ากระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำอย่างเดียว และเมื่อทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการกลั่น พบว่า กระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่ากระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำอย่างเดียว โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงเท่ากับ 32.37% ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการกลั่นแบบใช้น้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ ใช้เวลาในการกลั่นที่น้อยกว่า

ตารางที่ 1 สภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

กระบวนการกลั่น	ปริมาณใบโหระพาที่ใช้ในการกลั่น	สภาวะการทำงานที่สามารถผลิตน้ำมันหอมระเหยได้ ปริมาณสูงสุด	ผลการกลั่น			
			ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (g)	%Yield (%)	เวลาที่ใช้ในการกลั่น (min.)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกลั่น (kWh)
SD	2 kg	- อัตราการจ่ายไอน้ำที่ 4 kg/h	9.21	0.46	93.08	8.31
MSD	2 kg	- อัตราการจ่ายไอน้ำที่ 4 kg/h - กำลังไมโครเวฟที่ 400 W	9.63	0.48	61.09	5.62

หมายเหตุ : SD คือ กระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว (Steam Distillation), MSD คือ กระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (Microwave-Steam Distillation)

4. สรุป

จากการศึกษาการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพาแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และกรณีการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว พบว่า กระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ และกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว สามารถผลิตน้ำมันหอมระเหยได้ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกลั่นของทั้งสองกระบวนการ พบว่า กระบวนการกลั่นแบบ

ใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ จะใช้เวลาในการกลั่นน้อยกว่ากระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ลดลงเท่ากับ 34.36% และเมื่อทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการกลั่น พบว่า กระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่ากระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำอย่างเดียว โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงเท่ากับ 32.37% ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการกลั่นแบบใช้ไอน้ำร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ ใช้เวลาในการกลั่นที่น้อยกว่า

5. กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในปีงบประมาณ 2561 และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่สนับสนุนทั้งอาคาร สถานที่ และการดำเนินการต่าง ๆ จนโครงการสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. ตำราวิชาการสุคนธ์บำบัด. สำนักกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก: กรุงเทพฯ; 2550.
- [2] สุรัตน์วดี จิระจินดา. เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย. (สื่อออนไลน์). [เข้าถึงเมื่อ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2560]. เข้าถึงได้จาก : <http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/index.php/distiller>
- [3] Chemat F, Lucchesi ME, Smadja J, Favretto L, Colnaghi G and Visinoni F. Microwave accelerated steam distillation of essential oil from lavender: A rapid, clean and environmentally friendly approach. *Analytica Chimica Acta*. 2006; 555(1): 157–60.
- [4] Sahraoui N, Vian MA, Bornard I, Boutekedjiret C and Chemat F. Improved microwave steam distillation apparatus for isolation of essential oils comparison with conventional steam distillation. *Journal of Chromatography A*. 2008; 1210(2): 229–33.
- [5] Kusuma HS and Mahfud M. Comparison of conventional and microwave-assisted distillation of essential oil from *Pogostemon cablin* leaves: Analysis and modelling of heat and mass transfer. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 2017; 4: 55–65.
- [6] Baser KHC and Buchbauer G. *Handbook of essential oils: science, technology, and applications*. Florida USA, CRC Press, Taylor and Francis Group; 2010.