

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย/วิเคราะห์ผล

งานวิจัยนี้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยสำหรับพืชสมุนไพรโดยใช้พลังงานชีวมวล ซึ่งผลจากการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 4.1 การสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยใช้พลังงานชีวมวลสำหรับพืชสมุนไพร

เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ออกแบบและสร้างประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ คือ หม้อต้มพืชสมุนไพรถึงควบแน่น ภาชนะรองรับ ชุดให้ความร้อนเตาชีวมวลและฐานวางอุปกรณ์ ซึ่งอุปกรณ์แต่ละส่วนสามารถถอดประกอบได้ เพื่อให้สะดวกต่อการ ใช้งานและการเคลื่อนย้าย โดยมีรายละเอียดอุปกรณ์แต่ละส่วนได้แก่ หม้อต้มวัสดุพืชสมุนไพรนั้นทำจากเหล็กสแตนเลสสตีล มีลักษณะเป็นถึงทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 cm สูง 60 cm ความหนา 2mm ภายในใส่ตะแกรงรองรับวัสดุไว้สูงจากพื้น 5cm เพื่อให้วัสดุตั้งอยู่ห่างจากน้ำร้อนทำให้วัสดุสัมผัสกับความร้อนได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ฝาปิดหม้อต้มกลั่นมีลักษณะทรงกรวยบริเวณส่วนบนของฝาจะเชื่อมต่อกับท่อส่งไอรระเหยและติดตั้งเกจวัดอุณหภูมิในหม้อต้มวัสดุพืชสำหรับวัดอุณหภูมิ ไอรระเหยจากการต้มจะลอยขึ้นไปตามท่อข้อต่อที่เชื่อมระหว่างหม้อต้มวัสดุกับท่อควบแน่นโดยท่อข้อต่อเป็นท่อกลวง ถึงควบแน่นมีลักษณะเป็นถึงทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 50 cm และสูง 90 cm หนา 1 cm โดยด้านบนของถึงไว้ใส่น้ำสำหรับการควบแน่น ส่วนด้านล่างถึงควบแน่นติดตั้งวาล์วสำหรับระบายน้ำทิ้งหลังใช้งานเสร็จ ภายในถึงหล่อเย็นมีชุดท่อควบแน่นไอรระเหย ไอรระเหยของน้ำและน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการต้มเปลี่ยนสถานะกลายเป็นของเหลวเมื่อมากระทบความเย็นภายในตัวถึง โดยของเหลวที่เกิดขึ้นจะไหลออกทางท่อส่วนปลายที่อยู่บริเวณฐานของถึงควบแน่นไหลผ่านวาล์วสู่ภาชนะรองรับภาชนะรองรับเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รองรับของเหลวที่ควบแน่นได้ โดยของเหลวดังกล่าวเป็นของผสมระหว่างน้ำและน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่นำมาต้มกลั่นเมื่อของเหลวผสมไหลลงสู่ภาชนะรองรับจะเกิดการแยกชั้นขึ้น น้ำจะอยู่ด้านล่างเนื่องจากมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำทำให้ง่ายและสะดวกต่อการแยกน้ำมันหอมระเหย ในส่วนของเตาชีวมวลได้ดัดแปลงใช้ถึงแก๊สขนาดเล็กเป็นวัสดุในการทำ อุปกรณ์เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแสดงดังภาพที่ 4.1-4.5 โดยภายในเตาใช้ท่อสแตนเลสจารูเป็นฐานวางไม้เชื้อเพลิง ด้านข้างถึงแก๊สทำช่องทางสำหรับอากาศเข้าและเอาชี้ออก ไม้เชื้อเพลิงที่ใช้นั้นใช้ไม้เาะซึ่งเป็นไม้ที่มีในสวนไม่ต้องซื้อ เตาชีวมวลที่ใช้แสดงดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.1 ภาชนะหม้อต้มกลั่น



ภาพที่ 4.2 ฝาปิดหม้อต้มกลั่น



ภาพที่ 4.3 ถังควบแน่น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง



ภาพที่ 4.4 ท่อแลกเปลี่ยนความร้อนในถังควบแน่น



ภาพที่ 4.5 ภาชนะรองรับน้ำมันหอมระเหย



ภาพที่ 4.6 การวางวัตถุดิบในหม้อต้มกลั่น



ภาพที่ 4.7 เตาชีวมวลสำหรับให้ความร้อนหม้อต้มกลั่น



ภาพที่ 4.8 การให้ความร้อนหม้อต้มวัตถุดิบ



ภาพที่ 4.9 การแยกชั้นของน้ำมันหอมระเหย

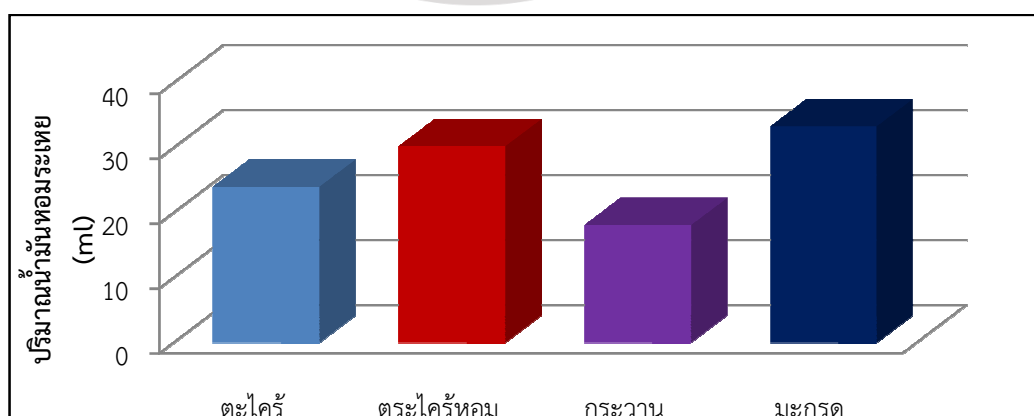
#### 4.2 ผลการทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

การกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องกลั่นที่สร้างขึ้น กระบวนการกลั่นเริ่มต้นโดยการเติมน้ำลงในหม้อต้มวัตถุดิบให้ต่ำกว่าตะแกรงรองวัตถุดิบประมาณ 1 นิ้ว ใส่วัตถุดิบพืชสมุนไพร 5 กิโลกรัม ปิดฝาหม้อต้มกลั่น เติมน้ำในถังควบแน่นให้เต็ม แล้วทำการจุดเตาชีวมวลเพื่อให้ความร้อนที่หม้อต้มวัตถุดิบ อุณหภูมิหม้อต้มจะค่อยๆสูงขึ้น อุณหภูมิจะขึ้นถึงประมาณ 90 °C น้ำจะเริ่มเดือดเป็นไอน้ำ ทำให้น้ำมันหอมระเหยในสมุนไพรกลายเป็นไอออกมาผ่านท่อไปสู่ถังควบแน่นในหม้อควบแน่นก็จะมีท่อขดอยู่รอบด้านในของหม้อท่อเหล่านี้จะจมอยู่ในน้ำเย็น เมื่อไอน้ำและไอน้ำมันหอมระเหยไหลผ่านท่อมาเจอน้ำเย็นไอเหล่านี้ก็จะควบแน่นเป็นของเหลวไหลออกไปยังภาชนะรองรับ ของเหลวที่เป็นน้ำจะอยู่ด้านล่างส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยจะอยู่ด้านบนภาชนะรองรับ ผลการทดลองแสดงดังต่อไปนี้

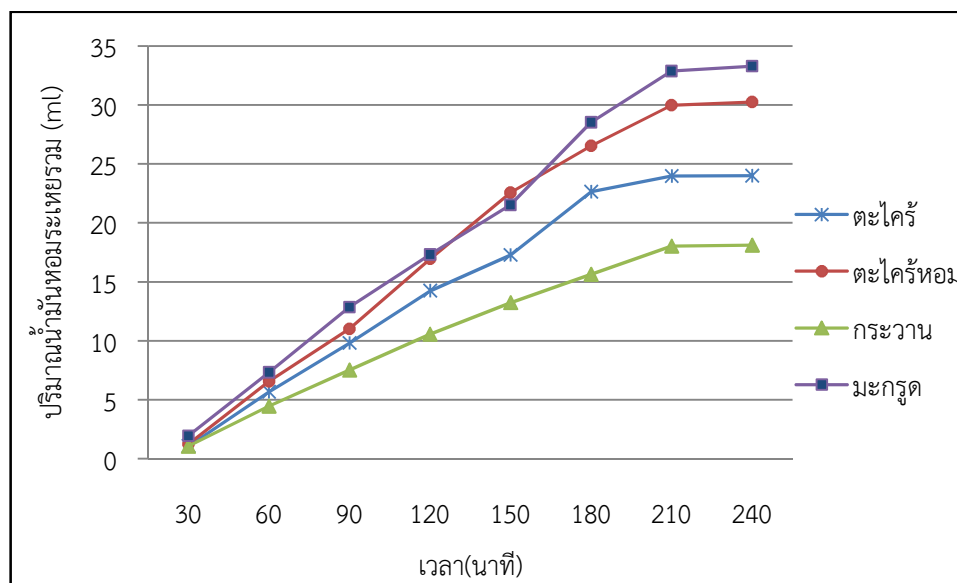
ตาราง 4.1 ผลการกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องกลั่นที่พัฒนาขึ้น

พืชสมุนไพร	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (ml)
ตะไคร้	5	24.01
ตะไคร้หอม	5	30.25
กระวาน(ทั้งต้น)	5	18.12
มะกรูด(ผล)	5	33.28

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.10 พบว่าในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรได้แก่ ตะไคร้ ตะไคร้หอม กระวาน และมะกรูด โดยน้ำหนักของพืชที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 5 กิโลกรัม น้ำหนักพืชเท่ากันทั้ง 4 ชนิด ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นออกมาพบว่า ตะไคร้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 24.01 ml ตะไคร้หอมได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 30.25 ml กระวานได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 18.12 ml และมะกรูดได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 33.28 ml โดยประมาณ เนื่องจากมะกรูดเป็นพืชที่น้ำมันตรงผิวมาก จึงทำให้ได้ปริมาณน้ำหอมระเหยที่กลั่นออกมาได้มากกว่าพืชสมุนไพรอื่น



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืชสมุนไพร



ภาพที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำมันหอมระเหยของพืชสมุนไพรที่กลิ่นได้

จากภาพที่ 4.11 จากการเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำมันหอมระเหยในช่วงเวลาต่าง ๆ ของการกลั่น พบว่า ตัวอย่างพืชสมุนไพร 4 ชนิด มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกัน แต่ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้เพิ่มขึ้นในอัตราค่าที่ตั้งแต่เริ่มกลั่นจนถึงที่สุดการทดลอง และพบว่า ตัวอย่างพืชสมุนไพรที่ได้ ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดคือ มะกรูดรองลงไปได้แก่ ตะไคร้หอม ตะไคร้และกระวานได้น้อยสุด โดยปริมาณน้ำมันหอมระเหยจะเพิ่มขึ้นน้อยลงมากเมื่อกลั่นได้ 4 ชั่วโมงไปแล้ว การเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ น้ำมันหอมระเหยในช่วงเวลาต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรแต่ละชนิดมีความน้ำมันหอมระเหยอย่างมาก ในช่วง 1-2 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นน้อยมากจนไม่เพิ่มขึ้นอีก

#### 4.3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยและเตาชีวมวลหรือค่าใช้จ่ายในการทำงานซึ่งประกอบด้วยต้นทุนคงที่ และต้นทุนแปรผันการคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายกำหนดให้

ต้นทุนสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยและเตาชีวมวล 65,000 บาท

อายุการใช้งาน 5 ปี

มูลค่าซากคิดเป็น 1% 650 บาท

อัตราดอกเบี้ย 8.0 %

##### 1. ต้นทุนคงที่

- ค่าเสื่อมราคาเครื่อง ( $F_1$ ) ใช้สมการคำนวณค่าเสื่อมราคาเครื่องแบบหักพ่นฝอย

$$\frac{P-L}{N}$$

$$F_1 =$$

P คือ ราคาเครื่องอบแห้ง (บาท)

L คือ ราคาซากของเครื่องอบแห้ง (บาท)

$$\begin{aligned}
 N \text{ คือ อายุการใช้งาน (ปี)} \\
 &= \frac{(65,000 - 650)}{5} \\
 &= 12,870 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน} \\
 &= \frac{(P+L)}{2} \times \frac{i}{100}
 \end{aligned}$$

$i$  คือ ดอกเบี้ยบาท/ปี

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(65,000 + 650)}{2} \times \frac{8}{100} \\
 &= 2,626 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ต้นทุนคงที่รวม} &= \text{ค่าเสื่อมราคาเครื่อง} + \text{ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน} \\
 &= 12,870 + 2,626 \\
 &= 15,496 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

## 2. ต้นทุนผันแปร

### 2.1 ต้นทุนวัตถุดิบ (กรณีมะกรูด)

- ค่าลูกมะกรูด กิโลกรัมละ 5 บาท ใช้ต่อครั้ง 5 กิโลกรัม 1 วัน ทำการกลั่น 1 ครั้ง 1 เดือน เท่ากับ 30 ครั้ง คิดเป็นเงิน

$$= 5 \times 30 = 150 \text{ บาท/เดือน}$$

$$\text{คิดรายปี} = 150 \times 12 = 1,800 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ดังนั้นต้นทุนผันแปร} = 1,800 \text{ บาท/ปี}$$

### 3. รายได้จากการน้ำมันหอมระเหย

ราคาขายน้ำมันมะกรูด 15 ml ราคา 200 บาท ทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 1 ครั้ง ได้น้ำมันหอมระเหยจำนวนประมาณ 30 ml

$$\text{รายได้} = 200 \times 2$$

$$= 400 \text{ บาท/ครั้ง}$$

$$\text{คิดรายได้ต่อปี} = 400 \times 30 \times 12 = 144,000 \text{ บาท/ปี}$$

### 4. การคำนวณเวลาในการคืนทุน

เวลาในการคืนทุน = เงินลงทุนทั้งหมด/กำไรทั้งหมดต่อปี

$$\begin{aligned}
 &= \left( \frac{65,000}{(144,000 - 17,296)} \right) \\
 &= 0.5 \text{ ปี หรือ 5 เดือน}
 \end{aligned}$$