

ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง  
The System Extracting Essential Oil from Herbal Plants by  
using Rice Husk as Fuel

พงษ์ศักดิ์ จิตตบุตร<sup>1</sup> พิเศษ ตู้กลาง<sup>1</sup> ศิริลักษณ์ เหลียวกลาง<sup>2</sup> และ ดวงนภา บำรุงนา<sup>2</sup>  
Pongsak Jittabut<sup>1</sup>, Pises Tooklang<sup>1</sup>, Sirilak Liawklang<sup>2</sup>, and Duangnapha Bamrungna<sup>2</sup>

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา<sup>1</sup>

Faculty of Science and Technology at Nakhon Ratchasima Rajabhat University<sup>1</sup>

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา<sup>2</sup>

Faculty of Education at Nakhon Ratchasima Rajabhat University<sup>2</sup>

E-Mail: pongsak.physics@gmail.com

### บทคัดย่อ

ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง และวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ โดยได้ออกแบบระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย หาประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย และวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยใช้เทคนิควิธีทางกายภาพและทางเคมี จากผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสาร มีค่า 841.39 กิโลจูล ประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลในการสกัดน้ำมันจากข้าวและตะไคร้มีค่าร้อยละ 15.01 และ ร้อยละ 14.84 ตามลำดับ ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากข้าว และ ตะไคร้ที่สกัดได้ ดังนี้ 201.67 มิลลิลิตร และ 216.67 มิลลิลิตร ตามลำดับ กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยข้าวและตะไคร้ดังนี้ กลิ่นฉุนแรงมาก และกลิ่นหอมฉุน ตามลำดับ สีของน้ำมันหอมระเหยข้าวและตะไคร้ ดังนี้ สีเหลืองทอง และสีน้ำตาลแดง ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยข้าวและตะไคร้ มีค่าพีเอชดังนี้ 5.12 และ 4.39 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นกรดอ่อน ตามค่ามาตรฐานของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้และข้าว และความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยข้าวและตะไคร้ มีค่าดังนี้ 0.04 และ 0.14 ตามลำดับ จากงานวิจัยจึงสรุปได้ว่าระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย และน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีประสิทธิภาพสูงสามารถนำไปใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร และสามารถนำไปต่อยอดทำเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรได้

คำสำคัญ : ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ข้าว ตะไคร้ แกลบ

## ABSTRACT

The system extracting essential oil from herbal plants by using rice husk as fuel have the objective is to develop a system for extracting essential oils from medicinal plants by using rice husk as fuel and to analyze the extracted essential oils. The researcher designed the essential oil extraction system to find the essential oil extraction work and analysis of essential oils extracted using physical and chemical methods. The results showed that the thermal efficiency of the extracting pot was 841.39 KJ. The thermal efficiency of the biomass burner for extracting oil from galangal and lemongrass were 15.01% and 14.84% which is considered to have a highly efficient thermal system. The extracted essential oils of galangal and lemongrass essential oils were as follows: 201.67 ml and 216.67 ml respectively. The aroma of essential oil galangal and lemongrass as follows Very strong pungent and pungent aroma, respectively, the color of the essential oils galangal and lemongrass as follows have Golden yellow and red brown respectively. Acidity-base of essential oil galangal and lemongrass PH value as follows 5.12 and 4.39 respectively. Which is considered to be a weak acid according to the standard of essential oils from lemon grass and galangal and the concentration of galangal and lemongrass essential oils were as follows: 0.04 and 0.14 respectively. From the research, it can be concluded that the essential oil extraction system and the essential oils extracted with high efficiency can be used to extract essential oils from medicinal plants. And able to be further made into herbal products.

**Keywords :** Essential Oil Extraction System, Essential Oil from Herbal Plants, Galangal, Lemongrass, Rice Husk

## บทนำ

ประเทศไทยมีทรัพยากรที่อุดมสมบูรณ์ทั้งพืช สัตว์ และแร่ธาตุที่หลากหลายนานาพันธุ์ ภายใต้ระบบนิเวศที่แตกต่างกัน สมุนไพรเป็นพืชที่คนไทยรู้จักนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้เป็นอาหารและยา นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่กำลังได้รับความนิยมและนำมาใช้เป็นการรักษาทางเลือกทั่วโลก พืชสมุนไพรเป็นผลผลิตจากธรรมชาติสามารถหาได้ในท้องถิ่นเพราะส่วนใหญ่ได้จากพืชที่มีอยู่ทั่วไป ทั้งในเมืองและชนบทส่วนใหญ่แล้วจะนำสมุนไพรมาใช้ในการบำบัดรักษาโรคและนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งถือได้ว่าการนำสมุนไพรมาใช้ประโยชน์เป็น

ภูมิปัญญาที่เป็นเอกลักษณ์และสะท้อนวัฒนธรรมรวมถึงเป็นรากฐานเกษตรกรรมที่มีคุณค่าของประเทศไทยแต่โบราณกาล น้ำมันหอมระเหยเป็นผลผลิตที่ได้จากพืชสมุนไพร ซึ่งน้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่พืชสร้างขึ้นและเก็บไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ผล ลำต้น ราก เป็นต้น ส่วนมากจะมีกลิ่นหอม ส่วนใหญ่แล้ว น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืชสมุนไพรจะนำมาทำเป็นน้ำมันนวด ยารักษาโรค ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว น้ำหอมและเครื่องสำอาง นอกจากนี้ยังมีการใช้กลิ่นหอมจากสมุนไพรเป็นยาหอมยาคุม และเครื่องปรุงแต่งอาหารอีกด้วย ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรส่วนใหญ่จะได้จากกระบวนการสกัด ซึ่งกระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรก็มีวิธีการที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข, 2559; สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2545)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ทำการเกษตรกันอย่างกว้างขวางซึ่งในระหว่างการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลผลิตทางเกษตรนั้น จะก่อให้เกิดชีวมวล หรือเรียกว่า วัสดุเกษตรเหลือทิ้ง ในงานวิจัยนี้ได้เลือกแกลบเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอันเนื่องมาจากแกลบมีพลังงานชีวมวลอยู่เป็นจำนวนมากหรือคิดเป็นค่าพลังงานความร้อนที่สูง ประกอบกับชุมชนของผู้วิจัยได้ทำนาข้าวเป็นส่วนใหญ่ หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะมีการกะเทาะเปลือกข้าว ทำให้ได้แกลบเป็นจำนวนมาก ซึ่งชีวมวลที่เหลือจากการเกษตรนี้สามารถนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น การเผาไหม้โดยตรงการผลิตก๊าซ และการหมัก เป็นต้น หรือเรียกกันทั่วไปว่า เทคโนโลยีชีวมวล เมื่อใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะไม่ก่อให้เกิดมลภาวะหรือภาวะเรือนกระจก เนื่องจากเมื่อมีการปลูกพืชทดแทน จะเกิดการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไม่มีการปลดปล่อยเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ (ไทยไบโอเทค ดอท อินโฟ, 2548)

ณ ปัจจุบันการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในอุตสาหกรรมด้วยกระบวนการ และวิธีการต่าง ๆ มักจะใช้ความดันและอุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นวิธีการที่ต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมากในการสกัดน้ำมันหอมระเหยแต่ละครั้ง มากไปกว่านั้นยังส่งผลกระทบต่ออีกหลาย ๆ ด้านตามมา เช่น การใช้พลังงานที่สิ้นเปลือง การเกิดแก๊สและมลพิษต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการสกัดน้ำมันที่ต้องใช้ความดันและอุณหภูมิสูง รวมถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ยังขาดคุณภาพ

เทคโนโลยีพลังงานเริ่มเข้ามามีบทบาทในการวิจัยและพัฒนาระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตความร้อน โดยการใช้ตัวดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ร่วมกับหม้อผลิต ไอน้ำ ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพขึ้นในด้านการลดต้นทุนการผลิต และลดการใช้พลังงาน มาใช้พลังงานหมุนเวียน ที่ได้จากแสงอาทิตย์แทนแต่วิธีการนี้ก็ยังพบปัญหาต่าง ๆ ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร นั่นก็คือในวันที่มีเมฆมากหรือวันที่ไม่มีแสงแดด หรือวันที่มีแสงแดดออกน้อย รวมทั้งฤดูหนาวและฤดูฝน ช่วงเวลาเหล่านี้เป็นช่วงเวลา ที่ไม่สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ เนื่องจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอต่อการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช ดังนั้นจึงทำให้การสกัดน้ำมันหอมระเหยไม่ต่อเนื่อง (Munir, 2551)

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้พัฒนาเทคโนโลยีพลังงานเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้แนวคิดและวิธีการที่ใหม่ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยการประยุกต์ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลบ ในการสร้างพลังงานความร้อนสำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร เพราะพลังงานชีวมวลเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ได้มาจากธรรมชาติ เช่น แกลบ ขยะวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งชีวมวลเหล่านี้มีพลังงานที่สะสมอยู่มาก จึงเป็นสิ่งที่ดีสำหรับการประยุกต์ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยพลังงานชีวมวลในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพราะการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช มีข้อจำกัด เช่น ในวันที่มีเมฆมาก ในวันที่ฝนตก ในวันที่ไม่มีแสงแดด หรือในวันที่มีแสงแดดน้อยเป็นต้น ผลพลอยได้อีกประการคือ เป็นการนำชีวมวลที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย งานวิจัยนี้ได้เลือกหาและตะไคร้มาเป็นพืชตัวอย่างในงานวิจัย อันเนื่องมาจากพืชทั้งสองชนิดนี้มีสรรพคุณทางยาที่สูงและหาง่ายในท้องถิ่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความเหมาะสมในการนำพืชทั้งสองชนิดนี้มาเป็นพืชตัวอย่าง และงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิง
2. ประเมินประสิทธิภาพของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร
3. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่สกัดได้โดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิง

### วิธีการดำเนินการวิจัย

#### วัสดุและเครื่องมือในการสร้างระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย

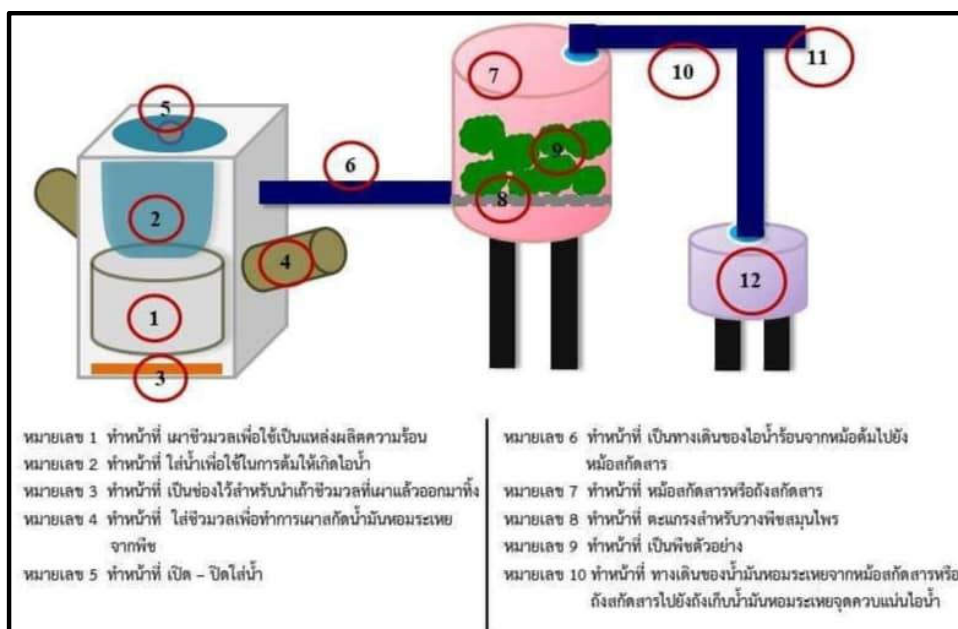
1. วัสดุที่ใช้ในการสร้างระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงมีดังนี้
  - 1.1. หม้อสกัดน้ำมันหอมระเหยเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร
  - 1.2. เตาเผาชีวมวลขนาด 30 x 30 x 50 เซนติเมตร
  - 1.3. ถังเก็บน้ำมันหอมระเหย เส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร

1.4. ท่อทางเดินไอน้ำ ซึ่งท่อทางเดินไอน้ำจากเตาเผาชีวมวลถึงหม้อสกักน้ำมันหอมระเหย ยาว 100 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.08 เซนติเมตร และท่อทางเดินไอน้ำจากหม้อสกักน้ำมันหอมระเหยถึงถังเก็บน้ำมันหอมระเหยยาว 60 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.08 เซนติเมตร

2. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน ได้แก่ เครื่องตัดเหล็กไฟฟ้า เครื่องเจาะ ตลับเมตร และอื่น ๆ

### ออกแบบและสร้างระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิง

ทำการออกแบบ โดยใช้หม้อสกักน้ำมันหอมระเหยต่อเข้ากับระบบเตาเผาชีวมวลและถังเก็บน้ำมันหอมระเหย กลไกการทำงานของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงคือ เมื่อใส่เชื้อเพลิงนั้นคือกลบเข้าไปยังห้องเผาชีวมวลบริเวณหมายเลข 1 โดยใส่ผ่านทางปล่องใส่เชื้อเพลิงบริเวณหมายเลข 4 จากนั้นจุดไฟและปิดปล่องใส่เชื้อเพลิง ใส่น้ำเปล่าไปยังหม้อต้มบริเวณหมายเลข 2 ปิดฝาหม้อ และใส่พืชตัวอย่างลงไปยังหม้อสกักสารบริเวณหมายเลข 7 โดยนำพืชตัวอย่างไปวางไว้บนตะแกรงบริเวณหมายเลข 9 ปิดฝา โดยกลไกการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงจะเป็นการสกัดโดยใช้ไอน้ำ เมื่อน้ำเดือด ไอน้ำร้อนจะผ่านไปยังท่อทางเดินของไอน้ำบริเวณหมายเลข 6 ไปผ่านพืชตัวอย่างที่วางบนตะแกรง จากนั้นไอน้ำร้อนและไอของน้ำมันหอมระเหยจะไหลผ่านไปยังทางเดินไอน้ำบริเวณหมายเลข 10 แล้วไปพบกับจุดควบแน่นบริเวณหมายเลข 11 ซึ่งใช้อากาศเป็นจุดควบแน่น ทำให้อไอน้ำและน้ำมันหอมระเหยกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำและไหลไปเก็บสะสมไว้ยังถังเก็บน้ำมันหอมระเหยบริเวณหมายเลข 12 โดยเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงที่ทำการออกแบบไว้ แสดงได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้พลังงานชีวมวล

### ทำการสร้างระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

นำวัสดุต่าง ๆ ที่เตรียมไว้นั้นคือ ปืบสำหรับเป็นเตาเผาชีวมวล หม้อต้มน้ำ ถังสี่สำหรับเป็นห้องเผาชีวมวล กระป๋องอลูมิเนียมสำหรับทำปล่องใส่เชื้อเพลิง ท่อเหล็กสำหรับทำเป็นท่อทางเดินไอน้ำ หม้อสกัดสารรวมทั้งตะแกรงวางพืช และถังเก็บน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ เพื่อทำการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย

เมื่อเตรียมวัสดุสำหรับสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยครบแล้ว จากนั้นลงมือสร้างเครื่องตามที่ทำการออกแบบไว้ดังภาพประกอบ 3 โดยการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยใช้เครื่องมือหลักๆ ในการสร้างคือ เครื่องตัดเหล็กไฟฟ้า เครื่องเจาะ และกาวซีเมนต์

### ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงมีขั้นตอนการสกัดน้ำมันหอมระเหยตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย จนได้น้ำมันหอมระเหยออกมามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตั้งเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย
2. ก่อไฟให้ติดโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงจำนวน 3 กิโลกรัม
3. ชั่งมวลน้ำ 5 กิโลกรัม ใส่น้ำลงไปในหม้อต้มน้ำ วัดอุณหภูมิน้ำก่อนต้ม
4. สับพืชตัวอย่างให้ละเอียดชั่งมวล 1 กิโลกรัม ใส่ลงไปยังหม้อสกัดสาร
5. ปิดฝาหม้อทิ้งไว้ประมาณ 6 ชั่วโมง วัดอุณหภูมิน้ำเรื่อย ๆ เติมกลบในเตาเผา และเติมน้ำในหม้อต้มน้ำเรื่อย ๆ
6. เก็บน้ำมันหอมระเหยจากถังเก็บน้ำมัน จากนั้นนำไปใส่ขวดโหลไว้

### หาประสิทธิภาพของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ในการหาประสิทธิภาพของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิง โดยการหาประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสารและการหาประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล โดยแต่ละอย่างมีขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสาร มีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้
  - 1.1 ใส่น้ำลงไปในหม้อสกัดสาร 5 กิโลกรัม และใส่พืชสมุนไพรบดที่จะทำการสกัดน้ำมันหอมระเหย 1 กิโลกรัม วางลงบนตะแกรงในหม้อสกัดสาร
  - 1.2 บันทึกอุณหภูมิของน้ำในสภาวะปกติก่อนเข้าสู่กระบวนการทำน้ำร้อน และบันทึกอุณหภูมิของน้ำร้อนหลังสิ้นสุดกระบวนการทำน้ำร้อน

1.3 วิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสารและประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบ สามารถพิจารณาได้ดังสมการที่ 1 และ สมการที่ 2

$$Q_s = (M_w)(C_{pw})(T_{\text{end}} - T_{\text{initial}}) \quad (1)$$

เมื่อ  $Q_s$  = ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสาร (kJ)  
 $M_w$  = มวลของน้ำรวมภายในหม้อสกัดสาร (kg)  
 $C_{pw}$  = ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ (kJ/kg. °C)  
 $T_{\text{end}} - T_{\text{initial}}$  = อัตราการเพิ่มอุณหภูมิภายในหม้อสกัดสาร (°C)

$$\eta_t = [Q_s / H_{\text{tot}}] \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ  $\eta_t$  = ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบ  
 $Q_s$  = ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสาร (kJ)  
 $H_{\text{tot}}$  = พลังงานความร้อนทั้งหมดที่หม้อสกัดสารได้รับ (kJ/kg)  
 ซึ่งค่า  $H_{\text{tot}}$  หาได้จาก  $H_{\text{tot}} = W_{\text{husk}} \times H_{\text{husk}}$   
 โดยที่  $W_{\text{husk}}$  = น้ำหนักของแกลบที่ใช้ทั้งหมด (kg)  
 $H_{\text{husk}}$  = ค่าพลังงานความร้อนจากแกลบมีค่า 14,398 (kJ/kg)

## 2. การหาประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล

ในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวล สามารถนำข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง ปริมาณน้ำตอนเริ่ม และปริมาณการระเหยของน้ำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนดังสมการที่ 3

$$\eta = \frac{(M_{wi})(C_p)(T_b - T_i) + (M_{w,\text{evap}})(H_i)}{(M_f)(H_f)} \quad (3)$$

เมื่อ  $\eta$  = ประสิทธิภาพทางความร้อนเตาชีวมวล  
 $M_{wi}$  = น้ำหนักน้ำรวมก่อนต้ม (kg)  
 $C_p$  = ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่า 4.186 (kJ/kg) °C  
 $M_{w,\text{evap}}$  = น้ำหนักน้ำที่ระเหย (kg)

$$\begin{aligned}
 M_f &= \text{น้ำหนักเชื้อเพลิง (kg)} \\
 T_b &= \text{อุณหภูมิขณะน้ำเดือด (°C)} \\
 T_i &= \text{อุณหภูมิน้ำก่อนต้ม (°C)} \\
 H_i &= \text{ค่าความร้อนแฝงของน้ำมีค่า 2,257 (kJ/kg)} \\
 H_f &= \text{ค่าความร้อนเชื้อเพลิง 14,398 (kJ/kg)}
 \end{aligned}$$

### ทำการวิเคราะห์การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

หลังจากได้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรจากกระบวนการสกัดแล้ว นำน้ำมันหอมระเหยมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคทางกายภาพและทางเคมีในการวิเคราะห์ได้แก่ การหาปริมาณผลผลิต ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ สี กลิ่น ค่าความเป็นกรด - เบส และ ค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย โดยแต่ละเทคนิควิธีมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

#### 1. หาปริมาณผลผลิตที่ได้และประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยมีวิธีการดังนี้

1.1 นำพืชสมุนไพรสดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม มาสกัดน้ำมันโดยระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพร โดยใช้พลังงานชีวมวล

1.2 ทำการทดสอบการสกัดน้ำมันหอมระเหย 6 ชั่วโมง

1.3 ทำการทดสอบการสกัดน้ำมันหอมระเหยของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้พลังงานชีวมวล จำนวน 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

1.4 วิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้และประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากสมการที่ 4 และ สมการที่ 5

$$V_{\text{product}} = \frac{V_E}{W_h} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 V_{\text{product}} &= \text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ (\%v/w)} \\
 V_E &= \text{ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ (ml)} \\
 W_h &= \text{น้ำหนักพืชตัวอย่าง (kg)}
 \end{aligned}$$

$$\eta_E = \frac{V_{\text{product}}}{T_{\text{total}}} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \eta_E &= \text{ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย (\%/hr)} \\ V_{\text{product}} &= \text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ (\%v/w)} \\ T_{\text{total}} &= \text{ระยะเวลาในการสกัดน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด (hr)} \end{aligned}$$

## 2. วิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยโดยเทคนิควิธีทางกายภาพและทางเคมี ดังนี้

### 2.1 วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยมีวิธีการดังนี้

เตรียมขวด Flask เพื่อรอใส่น้ำมันหอมระเหยจากพืช จากนั้นชั่งน้ำหนักขวด Flask แล้วบันทึกค่าน้ำหนัก และนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask และน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชตัวอย่าง 2 ชนิด ทำการสกัดอย่างละ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย และเตรียมขวด Flask เพื่อรอใส่น้ำมันหอมระเหยจากพืช จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask และสังเกตสีของน้ำมันหอมระเหย เทียบกับมาตรฐานสี RAL บันทึกผล

### 2.2 วิเคราะห์กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยมีวิธีการดังนี้

เตรียมขวด Flask เพื่อรอใส่น้ำมันหอมระเหยจากพืช จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask และทดสอบกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยใน Flask โดยให้นักศึกษาจำนวน 20 คน ดมน้ำมันหอมระเหยบันทึกผล

### 2.3 วิเคราะห์ความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยมีวิธีการดังนี้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask และใช้พีเอชมิเตอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส แล้วบันทึกผล

### 2.4 วิเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยมีวิธีการดังนี้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask จากนั้นทำการไทเทรตน้ำมันหอมระเหยโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวอินดิเคเตอร์ และหยดฟีนอล์ฟทาไลน์เพื่อดูการเปลี่ยนสีของน้ำมันหอมระเหยและคำนวณค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากสมการที่ 6

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (6)$$

เมื่อ  $C_1$  คือ ความเข้มข้นของสารสกัดน้ำมันหอมระเหย (mol/L)

$C_2$  คือ ความเข้มข้นของสาร NaOH 12.50 mol/L

$V_1$  คือ ปริมาตรของสารสกัดน้ำมันหอมระเหย (L)

$V_2$  คือ ปริมาตรของสาร NaOH (L)

## ผลการวิจัย

### การทดสอบและพัฒนาระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยให้มีประสิทธิภาพ

ในการวิจัยนี้ใช้น้ำในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่าและตะไคร้จำนวน 5 กิโลกรัม ใช้เกลบในการให้ความร้อนปริมาณ 3 กิโลกรัม ทำการสกัดทั้งหมด 6 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งในการสกัดน้ำมันหอมระเหยแต่ละครั้งจะมีปริมาณน้ำที่ระเหยไปหรือคิดเป็นน้ำหนักน้ำที่หายไปจากการสกัดพบว่าน้ำที่หายไปหลังการสกัดน้ำมันหอมระเหยหอมระเหยจากข่าเฉลี่ยได้ 2.50 กิโลกรัม และน้ำหนักน้ำที่หายไปจากการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ 2.47 กิโลกรัม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณน้ำที่หายไปหลังการสกัดน้ำมันหอมระเหย

| น้ำหนักน้ำที่หายไปจากการสกัด<br>น้ำมันหอมระเหยจากข่า (kg) |            |            |        | น้ำหนักน้ำที่หายไปจากการสกัด<br>น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ (kg) |            |            |        |
|-----------------------------------------------------------|------------|------------|--------|--------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|
| ครั้งที่ 1                                                | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ครั้งที่ 1                                                   | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 2.60                                                      | 2.40       | 2.50       | 2.50   | 2.30                                                         | 2.70       | 2.40       | 2.47   |

#### 1. การหาประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสาร

1.1. วิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสาร จากผลการทดลองการวิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสาร พบว่า ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสารจากการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่าและตะไคร้ที่คำนวณได้ทั้ง 6 ครั้งมีค่าเท่ากันซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ คือ 1,403.32 กิโลจูล โดยมวลของน้ำรวมภายในหม้อสกัดสารมีอยู่ 5 กิโลกรัม ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่า 4.186 กิโลจูลต่อกิโลกรัม องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำก่อนต้มมีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำขณะเดือดมีค่าเท่ากับ 92 องศาเซลเซียส

1.2. ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย ( $\eta_t$ ) นำค่าปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสารที่คำนวณได้แล้ว มาแทนค่าในสมการการหาประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย (%) ซึ่งค่าพลังงานความร้อนทั้งหมดที่หม้อสกัดสารได้รับหาได้จากน้ำหนักของเกลบที่ใช้ทั้งหมด 3 กิโลกรัม คูณกับค่าพลังงานความร้อนจากเกลบมีค่า 14,398 กิโลจูลต่อกิโลกรัม โดยประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีค่าเฉลี่ยเป็น 3.25 % และประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.25 % ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย

| ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบ<br>การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่า % |            |            |        | ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบ<br>การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ % |            |            |        |
|----------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|-------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|
| ครั้งที่ 1                                                     | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ครั้งที่ 1                                                        | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 3.25                                                           | 3.25       | 3.25       | 3.25   | 3.25                                                              | 3.25       | 3.25       | 3.25   |

## 2. การหาประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล

โดยสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล (%) ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณของแกลบที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจำนวน 3 กิโลกรัม มีค่าความร้อนของแกลบอยู่ที่ 14,398 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ปริมาณน้ำตอนเริ่มหรือก่อนต้ม 5 กิโลกรัม ปริมาณการระเหยของน้ำที่หายไปหลังจากการสกัด 6 ชั่วโมง จำนวน 6 ครั้ง ซึ่งมีค่าความร้อนจำเพาะของน้ำอยู่ที่ 4.186 กิโลจูลต่อกิโลกรัม องศาเซลเซียส และค่าความร้อนแฝงของน้ำมีค่า 2,257 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งอุณหภูมิของน้ำก่อนต้มมีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำขณะเดือดมีค่าเท่ากับ 92 องศาเซลเซียส โดยประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีค่าเฉลี่ย 16.31% และยังมีค่าประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้เฉลี่ย 16.41% ซึ่งถือได้ว่า มีระบบทางความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงถ้าเทียบกับงานวิจัยของ (วิรัตน์ เจริญบุญ, 2560) ซึ่งมีประสิทธิภาพ 10.36% ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลในการสกัดน้ำมันหอมระเหย

| ประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล<br>การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่า % |            |            |        | ประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล<br>การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ % |            |            |        |
|---------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|------------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|
| ครั้งที่ 1                                                          | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ครั้งที่ 1                                                             | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 16.83                                                               | 15.79      | 16.31      | 16.31  | 15.27                                                                  | 17.36      | 15.79      | 16.14  |

## 3. วิเคราะห์ปริมาณผลผลิตที่ได้และประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจำนวนทั้งหมด 6 ครั้ง ใช้เวลาสกัดครั้งละ 6 ชั่วโมง โดยใช้ปริมาณข่าและตะไคร้จำนวน 1 กิโลกรัม พบว่า ปริมาณผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 20.17 ร้อยละโดยปริมาตรต่อมวล และปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 21.67 ร้อยละ โดยปริมาตรต่อมวล ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 % ต่อ ชั่วโมง ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.61 % ต่อ ชั่วโมง ซึ่งสามารถแสดงค่าที่ได้จากการคำนวณดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัดน้ำมันหอมระเหย

| ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัด<br>น้ำมันหอมระเหยจากข่า (% v/w) |            |            |        | ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัด<br>น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ (% v/w) |            |            |        |
|--------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|-----------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|
| ครั้งที่ 1                                                   | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ครั้งที่ 1                                                      | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 20.00                                                        | 19.50      | 21.00      | 20.17  | 22.00                                                           | 21.50      | 21.50      | 21.67  |

ตารางที่ 5 แสดงประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย

| ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย<br>จากข่า (% /hr) |            |            |        | ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย<br>จากตะไคร้ (% /hr) |            |            |        |
|----------------------------------------------------|------------|------------|--------|-------------------------------------------------------|------------|------------|--------|
| ครั้งที่ 1                                         | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ครั้งที่ 1                                            | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 3.33                                               | 3.25       | 3.50       | 3.36   | 3.67                                                  | 3.58       | 3.58       | 3.61   |

#### วิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยโดยเทคนิควิธีทางกายภาพและทางเคมี

1. วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้งหมด 6 ครั้ง มาทำการตรวจเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณที่ได้ ซึ่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากข่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 201.67 มิลลิลิตร และปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 216.67 มิลลิลิตร สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหย

| ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากข่า (mL) |            |            |        | ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากตะไคร้ (mL) |            |            |        |
|-------------------------------------------|------------|------------|--------|----------------------------------------------|------------|------------|--------|
| ครั้งที่ 1                                | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ครั้งที่ 1                                   | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 200                                       | 195        | 210        | 201.67 | 220                                          | 215        | 215        | 216.67 |

2. วิเคราะห์สีน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สามารถสกัดได้ทั้งหมด 6 ครั้ง มาทำการวิเคราะห์สี โดยใช้มาตรฐานสี RAL หรือที่เรียกว่า RAL Colour Standard ซึ่งเป็นระบบจับคู่สีที่ใช้ในยุโรปที่สร้างขึ้นและบริหารโดย RAL gGmbH แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงสีน้ำมันหอมระเหย

| สีของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่า |            |            | สีของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ |            |            |
|----------------------------------|------------|------------|-------------------------------------|------------|------------|
| ครั้งที่ 1                       | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 1                          | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
| เหลืองทอง                        | เหลืองทอง  | เหลืองทอง  | น้ำตาลแดง                           | น้ำตาลแดง  | น้ำตาลแดง  |

3. วิเคราะห์กลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้งหมด 6 ครั้ง มาทำการวิเคราะห์หาค่ากลิ่น โดยใช้จำนวนนักศึกษา สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนครราชสีมา 20 คนเป็นผู้ทดสอบ พบว่า คะแนนที่นักศึกษาส่วนใหญ่ให้น้ำมันหอมระเหยจากข่ามีกลิ่นฉุนมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.70 และให้คะแนนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีกลิ่นหอม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 2.25 ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงระดับคะแนนกลิ่นของน้ำมันหอมระเหย

| ความพึงพอใจ<br>ของกลิ่นน้ำมัน<br>หอมระเหย | ระดับคะแนนกลิ่นของน้ำมันหอม<br>ระเหย (N=20) |          |                 | ผลรวมระดับความพึงพอใจ |      | การแปลผล    |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|-----------------|-----------------------|------|-------------|
|                                           | กลิ่นหอม                                    | กลิ่นฉุน | กลิ่นฉุน<br>มาก | $\bar{x}$             | SD   |             |
| น้ำมันหอม<br>ระเหยจากข่า                  | 2                                           | 4        | 14              | 0.70                  | 0.26 | กลิ่นฉุนมาก |
| น้ำมันหอม<br>ระเหยจาก<br>ตะไคร้           | 15                                          | 3        | 2               | 2.25                  | 2.90 | กลิ่นหอม    |

4. วิเคราะห์ความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้ง 6 ครั้งมาทำการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-เบส โดยใช้เครื่อง pH meter แบบปากกา ซึ่งจะให้ค่าที่มีความละเอียดและถูกต้องแม่นยำ ซึ่งค่าความเป็นกรด - เบสของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีค่าเฉลี่ยเป็น 5.12 และค่าความเป็นกรด - เบสของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.93 แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงความเป็นกรด-เบสน้ำมันหอมระเหย

| ค่าความเป็นกรด - เบสของสารสกัด<br>น้ำมันหอมระเหยจากข่า |            |            |        | ค่าความเป็นกรด - เบสของสารสกัด<br>น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ |            |            |        |
|--------------------------------------------------------|------------|------------|--------|-----------------------------------------------------------|------------|------------|--------|
| ครั้งที่ 1                                             | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ครั้งที่ 1                                                | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 5.12                                                   | 5.12       | 5.12       | 5.12   | 4.93                                                      | 4.93       | 4.93       | 4.93   |

5. วิเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้ง 6 ครั้งมาทำการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้น โดยใช้ค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 12.5 โมลต่อลิตร เป็นตัวอินดิเคเตอร์และใช้สารฟีนอลทาลีนเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนสีของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งความเข้มข้นของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีค่าเฉลี่ยเป็น 0.04 โมลต่อลิตร และความเข้มข้นของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.14 โมลต่อลิตร แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงความเป็นความเข้มข้นน้ำมันหอมระเหย

| ความเข้มข้นของสารสกัดจากข่า (mol/L) |            |            |        | ความเข้มข้นของสารสกัดจากตะไคร้ (mol/L) |            |            |        |
|-------------------------------------|------------|------------|--------|----------------------------------------|------------|------------|--------|
| ครั้งที่ 1                          | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ครั้งที่ 1                             | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 0.03                                | 0.03       | 0.05       | 0.04   | 0.13                                   | 0.13       | 0.15       | 0.14   |

### อภิปรายผลการวิจัย

สมุนไพรข่าและตะไคร้จำนวน 1 กิโลกรัม ใช้น้ำในการสกัดจำนวน 5 กิโลกรัม และ ใช้เวลาในการสกัด 6 ชั่วโมงต่อครั้ง สามารถสกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพในอัตรา 20.17 ร้อยละโดยปริมาตรต่อมวล และ 21.67 ร้อยละโดยปริมาตรต่อมวล ตามลำดับ โดยใช้ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยพลังงานชีวมวลที่มีแกลบเป็นเชื้อเพลิงจำนวน 3 กิโลกรัม ซึ่งจัดว่าเป็นชีวมวลที่มีค่าพลังงานความร้อนที่สูงคือ 14,398 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ในการทดสอบประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสาร มีค่า 1,403.32 กิโลจูล และการทดสอบประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลในการสกัดน้ำมันจากข่าและตะไคร้มีค่าเป็น 16.31 % และ 16.14 %

การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยโดยเทคนิควิธีทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากข่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 201.67 มิลลิลิตร ส่วนปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากตะไคร้มีค่าเฉลี่ย 216.67 มิลลิลิตร กลิ่นน้ำมันหอมระเหยข่าจะมีกลิ่นฉุนมาก ส่วนตะไคร้จะมีกลิ่นหอม สีของน้ำมันหอมระเหยของข่าจะมีสีเหลืองทอง ส่วนตะไคร้จะมีสีน้ำตาลแดง ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยข่าจะมีค่าพีเอช (pH) เฉลี่ยอยู่ที่ 5.12 ส่วนค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้จะมีค่าพีเอช (pH) เฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.39 ซึ่งถือได้ว่าเป็นกรดอ่อนตามค่ามาตรฐานของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้และข่า และค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยข่ามีค่าเฉลี่ยเป็น 0.04 โมลต่อลิตร ส่วนของตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.14 โมลต่อลิตร

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ว่าได้งานวิจัยเรื่อง ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงนี้ มีความเหมาะสมหรือความเป็นไปได้ในการนำระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงไปประยุกต์ใช้หรือไปต่อยอดได้ อันเนื่องมาจากผลการทดสอบประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสารและผลการทดสอบประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล ซึ่งถือได้ว่า มีระบบทางความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงในการสกัดน้ำมันจากข่าและตะไคร้คือ 16.31 % และ 16.14 % ถ้าเทียบกับงานวิจัยของคุณวิรัตน์ เจริญบุญ (2560) ซึ่งมีประสิทธิภาพทางความร้อนอยู่ที่ 10.36 % และจากผลการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย ปริมาณผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากข่าและตะไคร้น้ำหนัก 1 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 201.67 มิลลิลิตร และ 216.67 มิลลิลิตรตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีถ้าเทียบกับค่ามาตรฐานทั่วไปของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากข่าและตะไคร้จะอยู่ที่ประมาณ 180 – 250 มิลลิลิตร

## กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัย งบอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา

## เอกสารอ้างอิง

- ไทยไบโอเทค ดอท อินโฟม. (2548). *พลังงานชีวมวล*. สืบค้น 1 สิงหาคม 2562.  
 จาก <https://www.thaibiotech.info/biomass-energy.php>.
- วิรัตน์ เจริญบุญ. (2560). *เตาชีวมวลแลกเปลี่ยนพลังงานเพื่อเกษตรกรไทย*. สืบค้น 1 สิงหาคม 2562.  
 จาก <http://www.Stoscijournal.kku.ac.th>.
- สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. (2559). *สมุนไพร*. สืบค้น 1 สิงหาคม 2562.  
 จาก <https://www.hsri.or.th>.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2545). *ผลิตภัณฑ์จากพืช*. สืบค้น 1 สิงหาคม 2562.  
 จาก <https://www.tisi.go.th>.
- Munir, Arjum. (2014). Potential of solar industrial process heat applications, *J. Appl Energy*, 76, 337-361.