สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเพื่อใช้ในการประกอบอาหารไทย

ESSENTIAL OIL EXTRACTION FROM KAFFIR LIME LEAVES FOR THE USE IN THAI FOOD COOKING

ประภาภรณ์ ฉัตรัตติกรณ์

PRAPAPORN CHATRATTIKORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AI-M-055-281

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ESSENTIAL OIL EXTRACTION FROM KAFFIR LIME LEAVES FOR THE USE IN THAI FOOD COOKING

PRAPAPORN CHATRATTIKORN

THE THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE

IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2017

KMITL-2017-AI-M-055-281

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2017

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเพื่อใช้ในการประกอบอาหารไทย
ESSENTIAL OIL EXTRACTION FROM KAFFIR LIME LEAVES FOR THE USE IN THAI FOOD COOKING

ชื่อนักศึกษา นางสาวประภาภรณ์ ฉัตรัตติกรณ์

รหัสประจำตัว 57608030

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ	
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม	
ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร	
รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 14 กรกฎาคม 2560 เวลา 15.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 303 อาคารเจ้าคุณทหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเพื่อใช้ในการประกอบอาหารไทย
นักศึกษา	นางสาวประภาภรณ์ ฉัตรัตติกรณ์
รหัสประจำตัว	57608030
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด โดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ เพื่อใช้ในการประกอบอาหารไทย ทำโดยศึกษาอุณหภูมิในการสกัดที่ 90, 95 และ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 2, 4 และ 6 ชั่วโมง จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตองค์ประกอบของกลิ่นในน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด และทดสอบประสาทสัมผัสด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดที่สกัดได้ พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลามากขึ้นส่งผลให้ปริมาณผลผลิตสูงขึ้น แต่องค์ประกอบของกลิ่นที่พบจะมีชนิดและปริมาณสารที่แตกต่างกัน โดย Citronellal ซึ่งเป็นสารหลักในใบมะกรูดมีปริมาณลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบให้คะแนนความแตกต่างของความเข้มกลิ่นใบมะกรูดลดลงเมื่อใช้ระยะเวลาสกัดนานขึ้น พบว่าการสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ได้จากสภาวะที่เหมาะสมมาผสมกับตัวทำละลาย โดยใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิดคือ โพรพิลีนไกลคอล น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว พบว่าโพรพิลีนไกลคอล เป็นตัวทำละลายที่ได้รับคะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสสูงที่สุด เมื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมโพรพีลีนไกลคอลในต้มยำกุ้ง พบว่าการใช้ปริมาณ 1/8 ช้อนชา เป็นปริมาณที่แนะนำในการใส่ในต้มยำกุ้งสำหรับ 1 เสิร์ฟ และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการยอมรับ และได้คะแนนความชอบด้านความสะดวกในการใช้งานอยู่ในระดับชอบมากจากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทย จากนั้นศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บไว้ได้อย่างน้อย 12 สัปดาห์ โดยผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Essential oil extraction from kaffir lime leaves for the use in Thai food cooking
Student	Miss. Prapaporn Chatrattikorn
Student ID.	57608030
Degree	Master of Science
Program	Food Service and Catering Technology
Year	2017
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Tongchai Puttongsiri

ABSTRACT

This study was done to determine the optimal conditions for extraction of essential oil from kaffir lime leaves using water and steam distillation to be used in Thai food. In the experiment, the kaffir lime leaves were distilled at 90, 95, and 100 $^{\circ}$C for 2, 4, and 6 hours. The essential oil product was measured for yield, flavor compounds and sensory evaluation to test for the intensity of flavor. The results indicate that temperature and distillation time were effected on yield and flavor qualities of kaffir lime leaves essential oil. Amount and the type of volatile compounds found in the kaffir leaves essential oil vary with extract conditions. Citronellal an active compound in kaffir lime leaves essential oil, decreased as extraction temperature and time increase. Although, the flavor intensity of the essential oil as indicated by the sensory score. It was decreased when extraction time long period. The optimal extraction condition for kaffir lime leaves essential oil was 100 $^{\circ}$C for 2 hours. The suitable solvents for dilution of kaffir lime leaves essential oil were studied in clouding propylene glycol, soybean oil, sunflower oil, and rice bran oil. The solvent that was received the highest sensory score was propylene glycol. The amount of kaffir lime leaves mixture used in "Tom yum goong" was recommended for $^{1}/_{8}$ teaspoon per a serving (250 grams). The product was accepted by certified Thai food chef and was obtained high score for ease to use. The shelf life experiment shows that kaffir lime leaves essential oil solution cloud be kept for at least 12 weeks at 4 $^{\circ}$C. Although, the mixture were changed in physical, chemical, and sensory quality, during storage but not significant ($p>0.05$) when compared with control sample.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรของปริญญาโทของสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร. ธงชัย พุฒทองศิริ ที่กรุณาแนะนำและให้คำปรึกษา ตลอดการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ผศ.ดร. ยุพร พืชกมุทร และ รศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

ขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อนทุกคนที่สนับสนุน เป็นกำลังใจ และคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือตลอดการทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณผู้เขียน และสำนักพิมพ์ของเอกสารที่ผู้จัดทำได้ใช้ในการอ้างอิงเป็นอย่างสูง

สำหรับประโยชน์ที่ดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบประโยชน์นั้นแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน งานวิจัยนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ หากปราศจากความช่วยเหลือของผู้มีพระคุณทั้งหลาย

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษา และผู้ที่สนใจอ่านทุกท่าน และหากมีข้อความหรือเนื้อหาใดผิดพลาด ผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย และยินดีรับคำติชมทุกประการจากผู้อ่านด้วยใจจริง

ประภาภรณ์ ฉัตรัตติกรณ์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 มะกรูด	3
2.2 น้ำมันหอมระเหย	6
2.3 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย	6
2.4 คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหย	11
2.5 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย	12
2.6 สารให้กลิ่นในน้ำมันหอมระเหย	13
2.7 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย	19
2.8 การบรรจุน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด	19
2.9 การเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหย	20
2.10 เมนูต้มยำกุ้ง	20
2.11 ตัวทำละลาย	20
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	24
3.1 วัตถุดิบ	24
3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์	24
3.3 สารเคมี	25
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย	25
3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนนำไปสกัด	25
3.4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด	26
3.4.3 ศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการผสมน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด	27
3.4.4 ศึกษาปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในอาหารไทย	28
3.4.5 ศึกษาความชอบ และการยอมรับของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	29
3.4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในระหว่างการเก็บรักษา	29
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	31
4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด	31
4.2 ผลการศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการผสมน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด	39
4.3 ผลการศึกษาปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในอาหารไทย	44
4.4 ผลการศึกษาความชอบ และการยอมรับของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	44
4.5 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในระหว่างการเก็บรักษา	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	61
ก. ตารางผลการทดลอง	62
ข. การวิเคราะห์กายภาพ	67
ค. การวิเคราะห์ทางเคมี	68
ง. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส	71
จ. รายชื่อเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยและอาหารที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด	83
ฉ. ภาพขั้นตอนการเตรียมใบมะกรูดสดก่อนนำไปสกัด	87
ช. ภาพเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการทดลอง	88
ซ. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันใบมะกรูด มอก. 2079 – 2544	89
ประวัติผู้วิจัย	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของใบมะกรูด	4
2.2	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดเมื่อกลั่นด้วยไอน้ำ	5
3.1	สูตรเมนูต้มยำกุ้ง	28
4.1	ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่มีผลต่อปริมาณผลผลิต	31
4.2	องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด	34
4.3	ผลรวมของการให้อันดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด เมื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในสภาวะการสกัดที่แตกต่างกัน	38
4.4	ผลรวมของการให้อันดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อผสมตัวทำละลายที่ต่างกัน (โดยการดมกลิ่น)	40
4.5	คะแนนความชอบ โดยวิธี 9 - point Hedonic Scale ของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อใช้ตัวทำละลายแตกต่างกัน	41
4.6	ผมรวมของการให้อันดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อผสมตัวทำละลายที่ต่างกันใส่ในเมนูต้มยำกุ้ง	42
4.7	คะแนนความชอบ โดยวิธี 9 - point Hedonic Scale ของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อผสมตัวทำละลายที่ต่างกันใส่ในเมนูต้มยำกุ้ง	43
4.8	คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในปริมาณที่แตกต่างกัน	44
4.9	ข้อมูลทั่วไปของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทย	45
4.10	ผลการสำรวจเบื้องต้นของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยเกี่ยวกับใบมะกรูด	46
4.11	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบจากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดหลังทดลองใช้ประกอบอาหารไทย	47
4.12	ผลการยอมรับ และความคิดเห็นจากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดหลังการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.13	ลักษณะทางกายภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	50
4.14	ค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	52
4.15	คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในด้านสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ด้วยวิธี Difference from control	52
4.16	คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในด้านกลิ่นใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ด้วยวิธี Difference from control	53
4.17	คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในด้านความแตกต่างโดยรวม เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ด้วยวิธี Difference from control	53
ง 2.2	ค่าผลรวมของลำดับตามจำนวนผลิตภัณฑ์ และจำนวนผู้ประเมินทั้งหมด ที่ α=0.05	82
จ 1	รายชื่อเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทย	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ใบและผลมะกรูด	3
2.2	เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยน้ำร้อน	7
2.3	เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ	7
2.4	เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	8
3.1	ขั้นตอนการเตรียมใบมะกรูดก่อนนำไปสกัด	25
4.1	ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล (A), น้ำมันถั่วเหลือง (B), น้ำมันดอกทานตะวัน (C), น้ำมันรำข้าว (D)	39
4.2	ร้อยละการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	54
ก 1	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง	62
ก 2	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง	62
ก 3	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง	63
ก 4	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง	63
ก 5	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง	64
ก 6	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง	64
ก 7	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง	65
ก 8	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ก 9	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง	66
จ 2	ภาพอาหารที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทย	84
ฉ 1	ภาพขั้นตอนการเตรียมใบมะกรูดสดก่อนนำไปสกัด	87
ช 1	ภาพเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการทดลอง	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ใบมะกรูดเป็นพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ และมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในอาหารไทยอีกด้วย เนื่องจากใบมะกรูดมีสรรพคุณช่วยดับกลิ่นคาว และเพิ่มกลิ่นหอมในอาหาร (สุพจน์, 2543) อย่างเช่น เมนูต้มยำกุ้งถือเป็นเอกลักษณ์อย่างหนึ่งของความเป็นไทย มีความกลมกลืนของรสชาติ ทั้งเปรี้ยว หวาน เค็ม รวมถึงมีความเผ็ดร้อน ประกอบกับมีกลิ่นหอมของพืชสมุนไพร จึงเป็นหนึ่งในเมนูยอดนิยม และเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้ใบมะกรูดซึ่งเป็นส่วนผสมในการประกอบอาหารไทยหลาย ๆ ชนิด เพื่อให้มีกลิ่น และรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ของอาหารไทย แต่ในต่างประเทศใบมะกรูดสดเป็นวัตถุดิบที่มีราคาสูง หาได้ยาก และมีอายุการเก็บรักษาสั้น (Zaibunnisa and Chutima, 2012) อีกทั้งบางประเทศไม่สามารถนำเข้าใบมะกรูดสดได้ โดยเฉพาะสหภาพยุโรปมีกฎระเบียบห้ามนำเข้าใบมะกรูด (ทีมงานไทยยุโรป, 2550) เนื่องจากทางใต้ของสหภาพยุโรปมีอุตสาหกรรมการปลูกส้มจำนวนมากจึงต้องป้องกันโรคพืชอย่างเข้มงวด (ทีมงานไทยยุโรป, 2554)

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันความต้องการพืชสมุนไพรไทยมีมากยิ่งขึ้นทั้งในด้านอุตสาหกรรมในประเทศและต่างประเทศ (พลังเกษตร, 2558) โดยเฉพาะธุรกิจบริการอาหารไทยในต่างประเทศจำเป็นต้องใช้พืชสมุนไพรต่าง ๆ เช่น ข่า ตะไคร้ ใบมะกรูด เป็นต้น การแก้ปัญหาดังที่กล่าวข้างต้นน่าจะสามารถแก้ได้โดยการใช้วิธีการสกัดให้เป็นน้ำมันหอมระเหย ซึ่งยังไม่มีมาตรการการกีดกันการนำเข้าในประเทศต่าง ๆ และเป็นที่ทราบกันดีว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชมีคุณสมบัติระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อได้รับความร้อนน้ำมันหอมระเหยจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในพืชแต่ละชนิด (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประกอบอาหารได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงปรับรูปแบบของใบมะกรูดสดให้อยู่ในรูปแบบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด โดยศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เพื่อให้ได้น้ำมันใบมะกรูดที่เหมาะสำหรับการใช้ประกอบอาหารไทย และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบ อีกทั้งสามารถเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายออกสู่ต่างประเทศ ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ให้ผู้บริโภคสามารถเลือกใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดทดแทนการใช้ใบมะกรูดสดหรือใบมะกรูดแห้ง เพื่อความสะดวกในการใช้ การเก็บรักษา และยังคงกลิ่นที่เหมือนใบมะกรูดสดได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะการสกัดที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

1.2.2 เพื่อศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการผสมกับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในอาหารไทย

1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยต่อผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมเหยจากใบมะกรูด

1.2.5 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ

1.3.2 ทราบปริมาณผลผลิต และองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ

1.3.3 ทราบชนิด และอัตราส่วนของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการผสมน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

1.3.4 ทราบปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในอาหารไทยบางชนิด

1.3.5 ทราบสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเพื่อใช้ในการปรุงอาหารไทยบางชนิด โดยศึกษาสภาวะในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่เหมาะสม จากนั้นศึกษาชนิดของตัวทำละลาย และปริมาณการใช้ นำน้ำมันหอมระเหยที่ได้ใช้ในการประกอบอาหารไทยโดยเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยเป็นผู้ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ จากนั้นติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา โดยทำการตรวจสอบทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะกรูด

มะกรูด (Kaffir lime หรือ Leech Lime) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus hystrix DC.* อยู่ในตระกูลวงศ์ Rutaceae และมีชื่อพื้นเมืองคือ ส้มกรูด ส้มมั่วผี (ภาคใต้) มะขูด มะขุน (ภาคเหนือ) มะขู (กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน) (สุจินดา, 2545) ภาพที่ 2.1 มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชียตะวันออกเชียงใต้ ได้แก่ ประเทศไทย มาเลเซีย พม่า อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ และอินเดีย นิยมนำไปใช้ในการปรุงอาหารไทย เนื่องจากเป็นพืชสมุนไพรที่ช่วยดับคลิ่นคาว และเพิ่มกลิ่นรสในอาหาร โดยใบมะกรูดสด 100 กรัม ให้พลังงานต่อร่างกาย 138 กิโลแคลอรี่ ประกอบไปด้วยน้ำ 57.1 กรัม นอกจากนี้ยังมีคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และแร่ธาตุ เป็นต้น ดังตารางที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 ใบและผลมะกรูด

ที่มา: MedThai (2013)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะกรูด เป็นไม้ยืนต้นสูงประมาณ 8 เมตร แตกกิ่งก้านลำต้น และกิ่งมีหนามแข็งแหลมคม จัดเป็นพืชใบประกอบชนิดลดรูป ซึ่งมีใบย่อยเพียง 1 ใบออกสลับ ใบมีลักษณะรูปไข่ปลายใบมนแต่เว้าเข้าเล็กน้อย โคนใบมน หลังใบเป็นมันเงา เนื้อใบแข็งแรง ใบสีเขียวแก่ค่อนข้างหนามีกลิ่นหอมเหนือก้านใบมีครีบขนาดใหญ่เป็นแผ่นคล้ายแผ่นใบ ขนาดใบกว้างประมาณ 3-5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4-7 เซนติเมตร ดอกสีขาว มีกลิ่นหอมกลีบดอกร่วงง่าย ผลิดอกเป็นช่อหรือเดี่ยวบริเวณซอกใบ แต่ละช่อจะมีดอกย่อยประมาณ 2-5 ดอก มีกลีบดอก 4-8 กลีบ มีเกสรตัวผู้จำนวนมาก ดอกเมื่อบานเต็มที่จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางดอก กว้างประมาณ 1-2 เซนติเมตร มะกรูดผลิดอกได้ตลอดปี ผล

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของมะกรูดมีรูปทรงค่อนข้างกลม ผิวขรุขระ ผลอ่อนจะมีสีเขียว เมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเจือเขียว เนื้อฉ่ำน้ำ รสเปรี้ยวจัด มีเมล็ดสีน้ำตาลอ่อนเกือบขาว (พัทราริณี, 2550)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของใบมะกรูดสด (ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม)

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
โปรตีน	6.8	กรัม
ไขมัน	3.1	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	20.8	กรัม
เส้นใยอาหาร	8.2	กรัม
แคลเซียม	1.67	กรัม
ฟอสฟอรัส	20	มิลลิกรัม
เหล็ก	3.8	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.20	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.35	มิลลิกรัม
วิตามินซี	20	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	1.0	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	352	มิลลิกรัม
โซเดียม	23	มิลลิกรัม
สังกะสี	0.5	มิลลิกรัม

ที่มา: นฤพร (2552)

2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีในใบมะกรูด

องค์ประกอบทางเคมีที่พบในมะกรูดจะอยู่ในส่วนของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งพบได้ที่ผิวและใบมะกรูด โดยผิวมะกรูดมีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 4 และใบมะกรูดมีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.08 (ทิตา, 2555; คมสัน 2551) ซึ่งองค์ประกอบหลักที่สำคัญในใบมะกรูดเมื่อสกัดด้วยไอน้ำ คือ ซิโตรเนลลัล (Citronellal) และพบสารอื่น ๆ ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดเมื่อกลั่นด้วยไอน้ำ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
Citronellal	65.4
Sabinene	4.9
Citronellol	6.4
Myrcene	0.6
Linalool	2.9
α-pinene	0.6
β-pinene	0.6
Limonene	0.6
trans-ocimene	0.2
γ-terpinene	0.2
ρ-cymene	0.1
trans-ocimene	0.2
γ-terpinene	0.2
ρ-cymene	0.1
Terpinolene	0.2
Copaene	0.1
β-cubebene	0.1
Isopulegol	4.9
Caryophyllene	0.4
Citronellyl acetate	5.1
Geranyl acetate	6.4
δ-cadinene	6.4

ที่มา : Lawrence *et al.* (1971)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหย (essential oil) หมายถึง สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นมักมีกลิ่นหอม และระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง น้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ซึ่งพืชเหล่านี้มีต่อมกักเก็บน้ำมันหอมระเหยไว้ในส่วนต่างๆ ของพืชเช่น กลีบดอก ผิว เมล็ด ดอก ใบ เปลือก ผล ราก และลำต้น เป็นต้น (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

2.3 วิธีสกัดน้ำมันหอมระเหย

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชในธรรมชาติทำได้หลายวิธีเช่น การกลั่น การบีบ การสกัดด้วยตัวทำละลาย และการสกัดโดยใช้ตัวดูดซับชนิดต่างๆ และการเลือกวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ส่วนของพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ต้องการ ความบริสุทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย และวัตถุประสงค์ของการนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ (ฐาปนีย์, 2550) โดยวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยมี 6 วิธีดังนี้

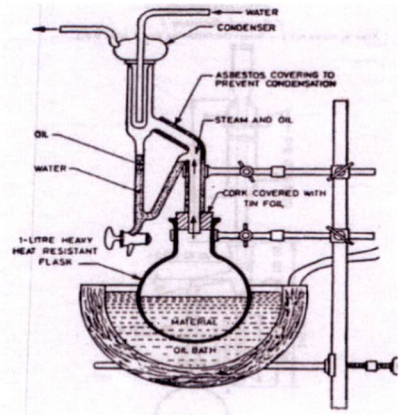
2.3.1 การกลั่น (distillation)

หลักการของวิธีการกลั่นคือ น้ำร้อนหรือไอน้ำเข้าไปแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช โดยการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช ความร้อนจะทำให้น้ำมันหอมระเหยกลายเป็นไอปนมากับน้ำร้อนหรือไอน้ำ อย่างไรก็ตามการกลั่นเพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีต้องอาศัยเทคนิคทางเคมี และกายภาพหลายด้านประกอบกัน โดยทั่วไปเทคนิคการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ใช้กันอยู่มี 3 วิธีดังนี้

2.3.1.1 การกลั่นด้วยน้ำร้อน (water distillation/hydro-distillation)

การกลั่นด้วยน้ำร้อนเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดของการกลั่นน้ำมันหอมระเหย วิธีนี้พืชที่กลั่นต้องแช่อยู่ในน้ำเดือดทั้งหมด แต่พืชบางชนิดที่มีน้ำหนักเบาสามารถลอยอยู่เหนือน้ำขึ้นอยู่กับความถ่วงจำเพาะของพืชนั้น การให้ความร้อนหรือต้มน้ำจนเดือดน้ำจะกลายเป็นไอน้ำ หลังจากนั้นไอน้ำ และน้ำมันหอมระเหยที่ได้จะเคลื่อนที่ไหลเข้าสู่เครื่องควบแน่นกลายเป็นน้ำและน้ำมันหอมระเหยซึ่งแยกออกจากกันตามแรงโน้มถ่วงของโลก โดยน้ำมันหอมระเหยจะมีน้ำหนักเบากว่าน้ำ ลักษณะของเครื่องกลั่นด้วยน้ำร้อนแสดงดังภาพที่ 2.2 และข้อควรระวังในการกลั่นโดยวิธีนี้คือ พืชได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ ซึ่งตรงกลางได้รับความร้อนมากกว่าด้านข้าง จึงพบปัญหาการไหม้ของตัวอย่าง และกลิ่นไหม้จะปนมากับน้ำมันหอมระเหย นอกจากนี้อาจมีสารไม่พึงประสงค์ติดมาในน้ำมันหอมระเหยได้ (ประเทืองศรี, 2547; ฐาปนีย์, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

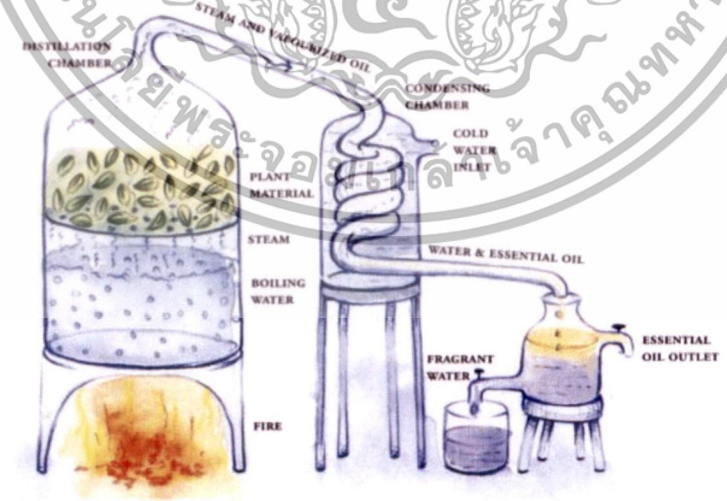


ภาพที่ 2.2 เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยน้ำร้อน

ที่มา: ประเทืองศรี (2547)

2.3.1.2 การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water and steam distillation)

การกลั่นวิธีนี้พืชที่ใช้จะไม่โดนน้ำในขณะต้ม พืชจะถูกแยกส่วนจากน้ำด้วยตะแกรงรองอยู่เหนือระดับน้ำในหม้อกลั่น เมื่อน้ำถูกต้มจนเดือดไอน้ำจะลอยตัวขึ้นผ่านพืชเป็นไอน้ำมันหอมระเหย และไอน้ำไหลผ่านเครื่องควบแน่นจนได้น้ำมันหอมระเหย มักใช้กับพืชสดหรือพืชแห้งที่มีสารไม่คงทนต่อความร้อน และสลายไปได้เมื่อถูกความร้อนสูงๆ ลักษณะของเครื่องกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำแสดงดังภาพที่ 2.3 ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ได้น้ำมันคุณภาพดีกว่าวิธีการแรก วิธีการนี้เป็นวิธีที่สะดวก และนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตน้ำมันหอมระเหยทางการค้า (คมสัน, 2551)



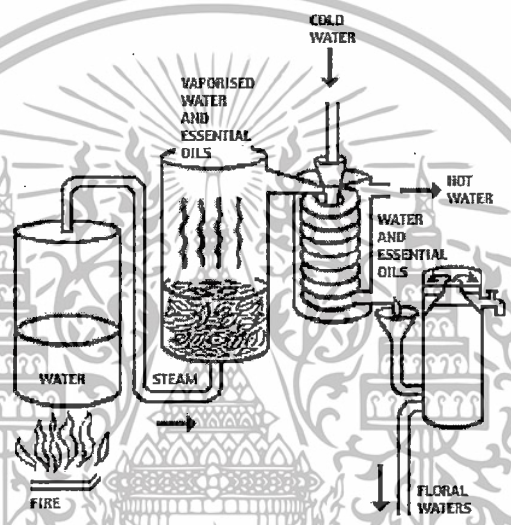
ภาพที่ 2.3 เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ

ที่มา: http://hgagarwood.com/wp-content/uploads/2015/06/tumblr_lod610RsYW1qbjz9oo1_1280.jpg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.3 การกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation)

การกลั่นวิธีนี้หม้อต้มน้ำจะแยกออกไปต่างหาก ไอน้ำจะถูกส่งผ่านทางท่อมายังพืช (คมสัน, 2551) พืชที่ใช้จะอยู่บนตะแกรงในหม้อกลั่น ซึ่งในหม้อกลั่นไม่มีน้ำอยู่เลย ไอน้ำที่ใช้อาจเป็นไอน้ำเปียกหรือไอร้อนจัด แต่ความดันสูงกว่าบรรยากาศ ส่งไปตามท่อใต้ตะแกรงให้ไอน้ำผ่านขึ้นไปถูกกับตะแกรง ไอน้ำต้องมีปริมาณเพียงพอที่จะช่วยให้น้ำมันระเหยออกมาจากพืช มักใช้กับพืชสดที่ไม่คงทนต่อความร้อนจะสลายไปได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน ลักษณะของเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำแสดงดังภาพที่ 3.4 ข้อดีของการกลั่นวิธีนี้คือ สามารถกลั่นได้อย่างรวดเร็ว (จุไรรัตน์, 2551)



ภาพที่ 2.4 เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

ที่มา: https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/236x/56/60/ce/5660ceade5a87d4ae4c19d0b1908b462.jpg

การกลั่นทั้ง 3 วิธีมีการแพร่กระจายของน้ำมันหอมระเหยและน้ำร้อนผ่านเยื่อบางๆ ของพืช เกิดการไฮโดรไลซ์สารองค์ประกอบต่างๆ เนื่องจากพืชสัมผัสกับน้ำตลอดเวลาตลอดจนเกิดการสลายตัวของสารในน้ำมันหอมระเหยเพราะความร้อน ถึงแม้ว่าก่อนนำพืชมากลั่นจะต้องหั่นหรือทำให้เซลล์แตก เพื่อให้น้ำมันหอมระเหยออกมาจากเซลล์ได้ง่าย โดยน้ำมันหอมระเหยบางส่วนที่อยู่ที่ผิวจะถูกทำให้กลายเป็นไออย่างรวดเร็วด้วยไอน้ำ ซึ่งน้ำมันส่วนที่เหลือภายในจะออกมาสู่ผิวได้โดยการซึมผ่านผนังบางๆ ของพืช และจะเกิดขึ้นได้ดีที่อุณหภูมิสูง แต่ข้อเสียที่เกิดขึ้นคือ การใช้อุณหภูมิสูงสารประกอบพวกเอสเทอร์จะถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรด และแอลกอฮอล์ได้ง่าย ดังนั้นเพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีที่สุด ควรกลั่นที่อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ หากได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันน้อยอาจใช้อุณหภูมิสูงขึ้นแต่ใช้เวลาสั้นที่สุด การกลั่นจะต้องพิจารณาให้รอบคอบควบคุมอุณหภูมิ และเวลาให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่สุด (ประเทืองศรี, 2547)

2.3.2 การบีบอัด (pressing)

การบีบอัดเป็นวิธีที่สามารถแยกสารหอมจากพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยอยู่บริเวณเปลือก โดยเฉพาะพืชตระกูลส้มเช่น ส้ม มะนาว มะกรูด วิธีบีบคั้นน้ำมันหอมระเหยออกจากเปลือกพืชตระกูลส้มทำได้ 3 วิธี คือ Sponge process, Ecuelle method และ Machine process

2.3.2.1 sponge process

วิธีนี้เป็นวิธีการง่ายๆ ใช้เครื่องมือที่ประกอบด้วยไม้ 2 แผ่น มีบานพับติดอยู่ด้านหนึ่ง ด้านตรงข้ามมีด้ามสำหรับกดยกขึ้นลง บริเวณตรงกลางของไม้จะบุด้วยฟองน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่นำพืชที่ต้องการบีบอัดมาวาง จากนั้นใช้แรงกดน้ำมันจะถูกบีบออกจากเปลือก และฟองน้ำจะดูดซับไว้ เมื่อได้น้ำมันมากพอน้ำมันจะไหลออกมาสู่ภาชนะรองรับ น้ำมันที่ได้ตั้งทิ้งไว้เพื่อแยกน้ำมันออกจากน้ำ จากนั้นนำไปผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ต่อไป

2.3.2.2 ecuelle method

วิธีการนี้ต้องใช้ถังกลมที่มีเข็มเล็กๆ อยู่บริเวณด้านในของถัง วิธีใช้โดยนำพืชมาใส่ในถังแล้วหมุนให้รอบ เพื่อให้เข็มทิ่มแทงเซลล์ต่อมน้ำมันของพืชที่กลิ้งอยู่ในถัง น้ำมันจะซึมออกมาทางช่องที่จัดไว้ วิธีการนี้จะได้ปริมาณน้ำมันน้อยกว่าวิธี Sponge process

2.3.2.3 machine process

วิธีการนี้ต้องใช้เครื่องมือที่มีกำลังสูงเพื่อบีบคั้น จะได้ทั้งน้ำผลไม้และน้ำมันออกมา จากนั้นกรองน้ำมันที่ได้แล้วนำไปกลั่นภายใต้สูญญากาศเพื่อให้ได้น้ำมันที่บริสุทธิ์ (ธาริณี, 2552)

2.3.3 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดโดยใช้ตัวทำละลายจะใช้หลักความสามารถของการละลายในตัวทำละลายของสารระเหย ถ้าต้องการศึกษาสารระเหยทั้งหมดก็ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายที่จำเพาะ แต่ถ้าต้องการศึกษาสารระเหยประเภทใดประเภทหนึ่ง จะต้องเลือกตัวทำละลายที่สามารถแยกสารดังกล่าวได้ดี และไม่ละลายสารอื่นออกมาสำหรับการสกัดสามารถแบ่งออกตามชนิดวัตถุดิบได้เป็น 2 แบบดังนี้

2.3.3.1 การสกัดของเหลวด้วยของเหลว (liquid-liquid extraction)

วิธีการนี้อาศัยหลักการใช้ตัวทำละลายของเหลวชนิดหนึ่งสกัดตัวถูกละลายออกจากของเหลวอีกชนิดหนึ่ง มีด้วยกัน 2 วิธี คือการสกัดแบบกะ และการสกัดอย่างต่อเนื่อง

2.3.3.2 การสกัดของแข็งด้วยของเหลว (solid-liquid extraction)

การสกัดของแข็งด้วยของเหลว อาศัยหลักการใช้ตัวทำละลายสกัดตัวถูกละลายออกจากของแข็ง การสกัดวิธีนี้ขึ้นอยู่กับการละลายของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย และเวลาที่ใช้

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสกัด เวลาที่ใช้จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวถูกละลายที่อยู่ในตัวอย่างของแข็ง ถ้าตัวถูกละลายเพียงดูดซับที่ผิวของแข็งการสกัดก็จะใช้เวลาสั้น แต่ถ้าตัวถูกละลายอยู่ในโครงร่างผลึกของของแข็งก็ต้องใช้เวลามากกว่า (ธาริณี, 2552)

การสกัดโดยใช้ตัวทำละลายจะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นคงเดิม เพราะไม่เกิดการสลายตัวเนื่องจากไม่ใช้ความร้อนแต่มีข้อเสียคือ ต้นทุนในการสกัดค่อนข้างสูง ซึ่งการเลือกตัวทำละลายเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะจะมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันหอมระเหย โดยส่วนใหญ่ตัวทำละลายที่ใช้ควรมีสมบัติดังนี้

1. ละลายน้ำมันหอมระเหยจากพืชได้อย่างสมบูรณ์ และรวดเร็ว แต่ละลายสารปนเปื้อนหรือสารเจือปนได้น้อยที่สุด

2. จุดเดือดต่ำเพื่อให้กลั่นแยกตัวทำละลายออกได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูง แต่จุดเดือดไม่ควรต่ำเกินไป เพราะจะทำให้สูญเสียตัวทำละลายมากในขณะที่สกัด

3. ไม่ควรทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

ตัวทำละลายที่นิยมใช้ได้แก่ เบนซิน ปิโตรเลียมอีเทอร์ และเฮกเซน วิธีการสกัดทำได้โดยนำส่วนของพืชที่ต้องการแยกน้ำมันหอมระเหยมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในหม้อสกัดจากนั้นค่อยๆ เติมตัวทำละลายลงไปให้ละลายน้ำมันหอมระเหยออกมาอาจมีส่วนของไข และสารอื่นเจือปนออกมาด้วย หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้ไประเหยโดยการกลั่นที่อุณหภูมิต่ำภายใต้ความดัน ส่วนที่เหลืออยู่เรียกว่า concrete นำไปแยกส่วนของไขและสารเจือปนอื่นๆ โดยการล้างด้วยแอลกอฮอล์ซ้ำหลายๆ ครั้ง ส่วนที่ได้นี้เรียกว่า absolute ทำการสกัดเช่นนี้เรื่อยๆ จนได้น้ำมันหอมระเหยออกมาจนหมด (ฐาปนีย์, 2550)

2.3.4 การแช่ในไขมันเย็น (enfleurage)

วิธีการสกัดนี้มักใช้กับดอกไม้ที่มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่ไม่สามารถสกัดหรือสกัดได้ยากด้วยวิธีการกลั่น เช่น มะลิ และมะลิซ้อน โดยวิธีการนี้จะนำดอกไม้หรือกลีบดอกไม้สดที่ต้องการสกัดวางไว้บนไขมันเย็นที่ไม่มีกลิ่นซึ่งถูกแผ่เป็นแผ่นฟิล์มบนกระจก ตั้งทิ้งไว้นานหลายชั่วโมงหรือเป็นวัน ไขมันจะดูดซับน้ำมันหอมระเหยมาสะสมไว้จากนั้นก็เปลี่ยนเอาดอกไม้ใหม่มาเปลี่ยนวางไว้ใหม่ ทำเช่นนี้หลายครั้งจนมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่มากพอหรืออิ่มตัว ไขมันที่ดูดซับเอาน้ำมันหอมระเหยไว้ เรียกว่า Pomade จากนั้นนำไปสกัดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยที่ได้จะถูกเรียก Absolute (คมสัน, 2551)

2.3.5 การสกัดด้วยไขมันร้อน (maceration)

วิธีการสกัดที่ใช้กับดอกไม้ที่มีกลิ่นหอมไม่นานเมื่อถูกเด็ดออกมาจากต้นแล้ว จึงต้องใช้ความร้อนช่วยกระตุ้นให้ได้น้ำมันหอมระเหย ทำได้โดยการนำดอกไม้ไปแช่ในน้ำมัน และให้ความร้อนประมาณ 80 องศาเซลเซียส อุ่นนานประมาณ 30 นาที แล้วจึงกรองดอกไม้ออกนำดอกไม้ใหม่มาใส่แล้วอุ่นใหม่ ทำเช่นนี้หลายๆครั้ง จนน้ำมันมีปริมาณมากพอหรืออิ่มตัว น้ำมันพืชที่มีน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอมระเหยนี้เรียกว่า Pomade แล้วจึงนำไปสกัดอีกครั้งด้วยแอลกอฮอล์ก็จะได้น้ำมันหอมระเหยซึ่งเรียกว่า Absolute (คมสัน, 2551)

2.3.6 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤติ (supercritical carbondioxide fluid extraction, SFE)

คาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤติ หมายถึงคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในสถานะของไหล ซึ่งจะต้องอยู่เหนือสภาวะอุณหภูมิ และความดันวิกฤติ โดยสมบัติจะอยู่ระหว่างก๊าซ และของเหลว คาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤติ (31.1 องศาเซลเซียส) ความดันสูงกว่าความดันวิกฤติ (72.8 บรรยากาศ, 1072.80 พีเอสไอ) จะแพร่กระจายอยู่ในภาชนะบรรจุได้ โดยมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับของเหลว คาร์บอนไดออกไซด์เหนือจุดวิกฤติมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดี สามารถแยกออกจากผลิตภัณฑ์ได้ง่าย และไม่เหลือสารตกค้าง จึงทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดี และบริสุทธิ์ (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม.ป.ป)

2.4 คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหย (สุทัศน์ และจริญญา, 2549)

คุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของน้ำมันหอมระเหยโดยทั่วไป สามารถจำแนกได้ดังนี้

2.4.1 สี: น้ำมันหอมระเหยที่บริสุทธิ์หรือน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ใหม่ๆ จะไม่มีสี แต่เมื่อถูกแสง และออกซิเจนนานๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสี

2.4.2 กลิ่น: น้ำมันหอมระเหยมีกลิ่นต่างกัน แต่ละชนิดมีกลิ่นเฉพาะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของพืช

2.4.3 รส: มีรสที่แตกต่างกัน บางชนิดมีรสหวาน บางชนิดมีรสที่ทำให้รู้สึกร้อน และแสบลิ้น

2.4.4 การละลาย: ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ แต่ไม่ละลายหรือละลายได้น้อยในน้ำ

2.4.5 ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) : น้ำมันหอมระเหยที่ถูกกำหนดในเภสัชตำรับมีค่าอยู่ระหว่าง 0.842-1.172 และส่วนใหญ่น้ำมันมีน้ำหนักเบากว่าน้ำ

2.4.6 การบิดเบนแสง (optical activity) : ส่วนใหญ่จะเป็นสารที่มี Optically active ซึ่งค่า Specific rotation มีประโยชน์ในการตรวจเอกลักษณ์น้ำมันหอมระเหย

2.4.7 ค่าดรรนีหักเห (refractive index) : มีค่าดรรนีการหักเหสูง ค่านี้ใช้สำหรับตรวจเอกลักษณ์และความบริสุทธิ์ของน้ำมัน

2.4.8 จุดเดือด (boiling point) : น้ำมันหอมระเหยมีจุดเดือดอยู่ระหว่าง 150-300 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย (ฐาปนีย์, 2550)

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยแบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

2.5.1 monoterpenes essential oil แบ่งกลุ่มได้ดังนี้

2.5.1.1 hydrocarbon essential oils

น้ำมันหอมระเหยที่มี ไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ limonene, pinene, myrcene, sabinene ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ ได้แก่ น้ำมันส้ม น้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันอบเชย และน้ำมันกระวาน

2.5.1.2 ketone essential oils

น้ำมันหอมระเหยที่มีคีโตนเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ carvone, menthone, camphor, thujone ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ได้แก่ น้ำมันสเปียร์มินท์ น้ำมันยี่หร่า น้ำมันฮิสสอพ และน้ำมันการบูร

2.5.1.3 aldehyde essential oils

น้ำมันหอมระเหยที่มีแอลดีไฮด์เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ citral, citronellal, garanial ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ได้แก่ น้ำมันมะนาว น้ำมันฝรั่ง น้ำมันตะไคร้ น้ำมันตะไคร้หอม น้ำมันอบเชยลังกา และน้ำมันเปลือกอบเชยจีน

2.5.1.4 ester essential oils

น้ำมันหอมระเหยที่มีเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ linalyl, acetate, methyl salicylate ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ได้แก่ น้ำมันคาโมไมล์ น้ำมันเบอร์กามอต น้ำมันลาเวนเดอร์ และน้ำมันโรสแมรี่

2.5.1.5 alcohol essential oils

น้ำมันหอมระเหยที่มีแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบหลักได้แก่ linalool, citronellol, geraniol, menthol, terpineol ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ได้แก่ น้ำมันชาลาเวนเดอร์ น้ำมันเจอราเนียม น้ำมันจูนิเปอร์ น้ำมันกุหลาบ น้ำมันสน และน้ำมันดอกส้ม

2.5.1.6 phenolic essential oils

น้ำมันหอมระเหยที่มีฟีนอลเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ eugenol, thymol, carvacrol ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ได้แก่ น้ำมันไทม์ น้ำมันกานพลู น้ำมันอบเชยลังกา และน้ำมันสน (อมลยา, 2554)

2.5.1.7 oxide/peroxide essential oils

น้ำมันหอมระเหยที่มีออกไซด์และเพอร์ออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ cineole, linalool oxide ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ได้แก่ น้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันเขียว

2.5.2 Sesquiterpenes essential oils แบ่งกลุ่มได้ดังนี้

2.5.2.1 sesquiterpenes alcohol essential oils

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันหอมระเหยที่มี sesquiterpenes alcohol เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ bisabolol, zingiberol, patchouli alcohol, santalol ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ได้แก่ น้ำมันเยอรมันคาโมไมล์ น้ำมันขิง น้ำมันพิมเสน และน้ำมันไม้จันทน์

2.5.2.2 sesquiterpenes essential oils

น้ำมันหอมระเหยที่มี sesquiterpenes เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ chamazulene, caryophyllene ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยกลุ่มนี้ได้แก่ เยอรมันคาโมไมล์

2.5.3 Phenylpropanes essential oils แบ่งกลุ่มได้ดังนี้

2.5.3.1 eugenol/cinnamic aldehyde

พบได้ในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชยจีน และอบเชยลังกา

2.5.3.2 anethole/estragol

พบได้ในน้ำมันหอมระเหยจากจันทน์เทศ โหระพา และเทียนสัตตบุศย์

2.6 สารให้กลิ่นในน้ำมันหอมระเหย (อนุสา, 2558)

น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อน กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยอาจมาจากสารที่เป็นองค์ประกอบหลักหรือเป็นสารที่มีอยู่ในปริมาณน้อยในน้ำมันหอมระเหย ซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ สามารถแยกได้ดังนี้

2.6.1 aliphatic compounds เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ มีการเรียงตัวแบบเส้นตรงหรือแบบสาขา มีทั้งที่เป็น alcohol, aldehyde, ketone, acid และ ester ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.6.1.1 aliphatic hydrocarbons

สารที่มีทั้งชนิดที่มีพันธะอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว เรียงตัวแบบเส้นตรงหรือสาขา ส่วนใหญ่เป็นสารที่ให้ทั้งกลิ่น และรสชาติ เช่น 1,3-trans-5-cis-undecatriene และ 1,3-trans-5-trans-undecatriene ที่พบในน้ำมันยี่หร่า

2.6.1.2 aliphatic alcohols

พบในธรรมชาติส่วนใหญ่อยู่ในรูปแอลกอฮอล์อิสระเป็นสารที่มีกลิ่นค่อนข้างอ่อน สารในกลุ่มนี้คือ

2.6.1.2.1 3-octanol เป็นสารให้กลิ่นเห็ด (mushroom-earthy odor) เมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชั่น จะเปลี่ยนเป็น 3-octanone ที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมันลาเวนเดอร์

2.6.1.2.2 9-decen-l-ol เป็นสารที่ให้กลิ่นในคอนยัค และให้กลิ่นกุหลาบ (rose odor) นิยมใช้ในน้ำหอมที่ต้องการกลิ่นกุหลาบ และ cis-3-hexen-l-ol หรือที่เรียกว่า leaf alcohol เป็นสารที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากใบมัลเบอร์รี่ประมาณ ร้อยละ 50 และยังพบในชาเขียวประมาณร้อยละ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.2.3 2-trans-6-cis-nonadien-l-ol เป็นสารที่พบใน violet leaf oil, violet blossom oil และน้ำมันแตงกวา

2.6.1.3 aliphatiic aldehydes เป็นสารที่มีความสำคัญในน้ำหอมและน้ำมันหอมระเหยสารที่พบในกลุ่มนี้ ได้แก่

2.6.1.3.1 hexanal พบในแอปเปิ้ล สตรอเบอรี่ ส้ม และมะนาว นิยมใช้สำหรับให้กลิ่นผลไม้ (fruity odor)

2.6.1.3.2 octanal พบในน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ส้ม

2.6.1.3.3 nonanal พบในน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ส้ม และน้ำมันกุหลาบ

2.6.1.3.4 decanal พบในน้ำมันจากพืชวงศ์ส้ม โดยเฉพาะน้ำมันดอกส้ม เป็นสารที่มีกลิ่นแรง คล้ายกลิ่นเปลือกส้ม

2.6.1.3.5 tridecanal พบในน้ำมันมะนาว และน้ำมันแตงกวา

2.6.1.4 aliphatic ketones เป็นกลุ่มสารที่ไม่มีความสำคัญในการให้กลิ่นหอม ส่วนใหญ่มักเป็นกลิ่นของเนย เช่น 3-hydroxyl-2-butanone เป็นสารให้กลิ่นในเนยเทียม และ 2,3-butanedione เป็นองค์ประกอบหลักในเนย

2.6.1.5 aliphatic acid and esters สารในกลุ่มนี้จะให้กลิ่นที่แตกต่างกันตามจำนวนคาร์บอนอะตอม เช่น จำนวนคาร์บอน 3-8 อะตอมให้กลิ่นผลไม้ ขณะที่จำนวนคาร์บอน 4 และ 6-12 อะตอมให้กลิ่นเนยแข็ง ตัวอย่างสารกลุ่มนี้ ได้แก่

2.6.1.5.1 butyl acetate พบในแอปเปิ้ล

2.6.1.5.2 isoamyl acetate พบในกล้วย

2.6.1.5.3 trans-2-hexenyl acetate พบในน้ำมันเปปเปอร์มินท์

2.6.1.5.4 cis-3-hexenyl acetate พบในชาเขียว

2.6.1.5.5 cis-3-hexenyl isobutyrate พบในน้ำมันสเปียร์มินท์

2.6.2 acyclic terpenes เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบจำนวน 10-15 อะตอม โดยมีการเรียงตัวแบบไม่เป็นวง สามารถแบ่งได้ดังนี้

2.6.2.1 acyclic terpene และ sesquiterpene hydrocarbon เป็นสารกลุ่มที่ให้กลิ่นค่อนข้างแรง เนื่องจากมีโครงสร้างที่มีพันธะไม่อิ่มตัวมาก ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ ได้แก่ myrcene, ocimene และ beta-farnesne

2.6.2.2 acyclic terpene และ sesquiterpenealcohol เป็นสารกลุ่มที่พบมากในน้ำมันหอมระเหย ดังนี้

2.6.2.2.1 geraniol เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันเจอเรเนียม น้ำมันกุหลาบ น้ำมันตะไคร้หอม และน้ำมันพามาลโรซ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2.2 nerol เป็น trans isomer ของ geraniol เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันดอกส้ม มีกลิ่นหอมมาก นอกจากนี้ยังพบในน้ำมันใบส้ม น้ำมันมะกรูด และน้ำมันตะไคร้หอม ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นกุหลาบ

2.6.2.2.3 linalool เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันโรสวูด (rosewood oil) ประมาณร้อยละ 80 น้ำมันผักชีประมาณร้อยละ 60-70 ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นสดชื่นของดอกไม้หรืออาจเรียกได้ว่าเป็น lily of the valley

2.6.2.2.4 citronellol มีทั้งในรูปของ (+)-citronellol และ (-)-citronellol ในธรรมชาติพบ (+)-citronellol เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยจาก Boronia citriodora ประมาณร้อยละ 80 และจาก eucaluptus citriodora ประมาณร้อยละ 15-20 ส่วน (-)-citronellol พบในน้ำมันกุหลาบประมาณร้อยละ 50 และน้ำมันเจอราเนียมประมาณร้อยละ 50 ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นกุหลาบ

2.6.2.3 acyclic terpene aldehydes เป็นสารกลุ่มที่พบมากในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่

2.6.2.3.1 citral มีทั้งในรูป cis isomer ที่เรียกว่า geranial และ tran isomer ที่เรียกว่า neral ซึ่งมีความสอดคล้องกับ geraniol ที่เป็น cis isomer และ nerol ที่เป็น trans isomer เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันตะไคร้ประมาณร้อยละ 85 ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นมะนาว

2.6.2.3.2 citronellal มีทั้งในรูปของ (+)-citronellal และ (-)-citronellal ส่วนใหญ่พบ (+)-citronellal เป็นองค์ประกอบในน้ำมันตะไคร้หอมประมาณร้อยละ 45 น้ำมันใบมะกรูด (kaffir lime leaf oil) ประมาณร้อยละ 80-90 น้ำมันกุหลาบ และน้ำมันมะนาว สำหรับ (-)-citronellal พบในน้ำมัน java lemon ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นสดชื่น (refreshing odor)

2.6.2.4 acyclic terpene esters เป็นสารกลุ่มที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ linalyl acetate เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันลาเวนเดอร์ ประมาณร้อยละ 30-60 น้ำมันลาเวนดิน (lavendin oil) ประมาณร้อยละ 25-50 น้ำมันผิวมะกรูด ประมาณร้อยละ 30-45 เป็นสารที่ให้กลิ่นเฉพาะตัวของน้ำมันผิวมะกรูดและน้ำมันลาเวนเดอร์

2.6.3 cyclic terpenes เป็นสารประกอบคาร์บอนที่มีการเรียงตัวเป็นวง สามารถแบ่งตามหมู่ฟังก์ชันได้ดังนี้

2.6.3.1 cyclic terpene hydrocarbons เป็นสารกลุ่มที่พบในน้ำมันหอมระเหยหลายชนิดดังนี้

2.6.3.1.1 limonene เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกผลพืชวงศ์ส้มประมาณร้อยละ 90 และยังพบในน้ำมันจากพืชวงศ์มิ้นท์ ที่มีทั้งในรูปของ (+)-limonene และ (-)-limonene ถ้าอยู่ในรูป (+)-limonene จะให้กลิ่นซิตรัส (citrus odor) พบในน้ำมันส้ม น้ำมันขึ้นฉ่าย และน้ำมันยี่หร่า แต่ถ้าอยู่ในรูป (-)-limonene จะให้กลิ่นมิ้นท์ (mint odor) ส่วนใหญ่จะพบในน้ำมันสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.1 2 terpinene เป็นองค์ประกอบในน้ำมันผักชี และน้ำมันกระวานเทศ ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นมะนาว

2.6.3.1.3 pinenes มีทั้งในรูป α-pinene และ β-pinene เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมัน Pinus palustris ประมาณร้อยละ 65, Pinus pinaster ประมาณร้อยละ 70 และPinus caribaea ประมาณร้อยละ 70-80 ยังพบในน้ำมันจากพืชวงศ์มิ้นท์

2.6.3.2 cyclic terpene alcohol และ ethers เป็นสารกลุ่มที่พบมากในน้ำมันหอมระเหย ดังนี้

2.6.3.2.1 menthol เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันคอร์นมิ้นท์ (cornmint oil) และน้ำมันเปปเปอร์มิ้นท์ พบว่า menthol มีหลายไอโซเมอร์ โดยไอโซเมอร์ที่ให้กลิ่นเฉพาะของน้ำมันเปปเปอร์มิ้นท์ และความรู้สึกเย็น คือ (-)-menthol จากสมบัตินี้ทำให้มีการใช้ประโยชน์จาก (-)-menthol มากมาย เช่น ในอุตสาหกรรมยา อาหาร และเครื่องสำอาง

2.6.3.2.2 terpinen-4-0l พบในน้ำมันหอมระเหยหลายชนิด ได้แก่ น้ำมันต้นชา น้ำมันลาเวนเดอร์ น้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์สน และยูคาลิปตัส ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นเครื่องเทศ

2.6.3.2.3 borneol มีทั้งในรูปของ (+)-borneol และ (-)-borneol ส่วนใหญ่จะพบ (-)-borneol ในน้ำมันจากพืชวงศ์สน และน้ำมันตะไคร้หอม ส่วน (+)-borneol จะพบในน้ำมันลาเวนเดอร์ น้ำมันโรสแมรี่ น้ำมันการบูร และน้ำมัน olibanum เป็นสารที่ให้กลิ่นค่อนข้างฉุน

2.6.3.3 cyclic terpene ketones เป็นสารกลุ่มที่พบในน้ำมันหอมระเหย ดังนี้

2.6.3.3.1 carvone มีทั้งในรูปของ (+)-carvone และ (-)-carvone ที่มีกลิ่นที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ถ้าอยู่ในรูป (+)-carvone จะให้กลิ่นยี่หร่าแต่ถ้าอยู่ในรูป (-)-carvone จะให้กลิ่น สเปียร์มิ้นท์

2.6.3.3.2 camphor ในธรรมชาติมักพบในรูปของ (+)-camphor ส่วนใหญ่พบในน้ำมันการบูร ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นการบูรและมิ้นท์

2.6.3.3.3 pulegone ส่วนใหญ่พบในน้ำมันตะไคร้หอม ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นคล้ายmenthol นิยมใช้ในการแต่งกลิ่นสบู่ และผลิตภัณฑ์ทางทันตกรรม

2.6.3.3.4 fenchone ส่วนใหญ่พบในน้ำมันเทียนข้าวเปลือก ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นการบูร นิยมใช้ในการแต่งกลิ่นผลิตภัณฑ์อาบน้ำและผลิตภัณฑ์สเปรย์

2.6.3.4 cyclic terpene esters สารกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ vetiveryl acetate ที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันแฝกหอม ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นไม้แห้ง

2.6.4 other cycloaliphatic compounds เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างคล้ายกับ terpene ส่วนใหญ่เป็นพวกคีโตนและเอสเทอร์ที่พบในน้ำมันมะลิ ได้แก่ cis-jasmone, menthyl jasmonate ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นมะลิ และ menthyl dihydrojasmonat

2.6.5 aromatic compounds

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6.5.1 aromatic alcohols เป็นสารกลุ่มที่พบในน้ำมันหอมระเหยหลายชนิด ดังนี้

2.6.5.1.1 benzyl alcohol เป็นองค์ประกอบในน้ำมันมะลิ น้ำมันซ่อนกลิ่น และน้ำมันกระดังงา ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นค่อนข้างอ่อน

2.6.5.1.2 phenylethanol เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันกุหลาบ พบบ้างในน้ำมันดอกส้ม น้ำมันกระดังงา น้ำมันเจอราเนียม และน้ำมันคาร์เนชั่น ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นกุหลาบ

2.6.5.1.3 cinnamic alcohol เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมัน styrax ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นยางหอม (balsam)

2.6.5.2 aromatic aldehydes เป็นสารกลุ่มที่พบในน้ำมันหอมระเหยหลายชนิด ดังนี้

2.6.5.2.1 benzaldehyde เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันอัลมอนด์ พบบ้างในน้ำมันอบเชย และน้ำมันพลัม

2.6.5.2.2 anisaldehyde เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเทียนสัตตบุศย์ และน้ำมันเทียนข้าวเปลือก

2.6.5.2.3 dihydrocinnamaldehyde เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันอบเชยเป็นสารที่ให้กลิ่นยางหอม(balsam)

2.6.5.2.4 cinnamaldehyde เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันอบเชยจีน ประมาณร้อยละ 90 น้ำมันอบเชยลังกา ประมาณร้อยละ 75 เป็นสารที่ให้กลิ่นอบเชย

2.6.5.3 aromatic ketones เป็นสารกลุ่มที่พบในน้ำมันหอมระเหยหลายชนิด ดังนี้

2.6.5.3.1 4-methylacetophenone เป็นองค์ประกอบในน้ำมันโรสวูด และน้ำมันพริกไทย ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นหวานของดอกไม้

2.6.5.3.2 benzylacetone เป็นองค์ประกอบในโกโก้ ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นหวานของดอกไม้

2.6.5.4 aromatic esters เป็นสารกลุ่มที่พบในน้ำมันหอมระเหยหลายชนิด ดังนี้

2.6.5.4.1 benzyl acetate เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันมะลิ และน้ำมันการ์ดิเนีย ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นผลไม้ และกลิ่นมะลิ

2.6.5.4.2 phenylethyl isobutyrate เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเปปเปอร์มิ้นท์ ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นผลไม้ และกลิ่นดอกไม้

2.6.5.4.3 methyl benzoate เป็นองค์ประกอบในน้ำมันกระดังงา และน้ำมันดอกซ่อนกลิ่น ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นผลไม้แห้ง

2.6.5.4.4 benzyl benzoate เป็นองค์ประกอบหลักใน Peru balsam อาจพบได้ใน concrete และ absolute ของดอกซ่อนกลิ่น และดอกไฮยาซินธ์ ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นยางหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148018

2.6.5.4.5 methyl cinnamate เป็นองค์ประกอบในน้ำมันจากพืชวงศ์ Alpinia ประมาณร้อยละ 80 ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นของน้ำมันอบเชย และให้กลิ่นผลไม้

2.6.5.4.6 benzyl cinnamate เป็นองค์ประกอบในยางหอม และ balsam oil ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นยางหอม (balsam)

2.6.5.5 aromatic acid สารที่พบในกลุ่มนี้ ได้แก่

2.6.5.5.1 benzoic acid เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเทียบสัตตบุศย์ น้ำมันอบเชยลังกา น้ำมันอบเชยจีน และน้ำมันกานพลู นิยมใช้เป็นสารกันเสีย

2.6.5.5.2 phenylacetic acid เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเปปเปอร์มิ้นท์ญี่ปุ่น และน้ำมันดอกส้ม พบบ้างในน้ำมันกุหลาบ ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นน้ำผึ้ง

2.6.5.6 aromatic miscellaneous compounds สารที่พบในกลุ่มนี้ ได้แก่ methyl anthranilate เป็นองค์ประกอบในน้ำมันกระดังงา น้ำมันมะลิ น้ำมันพืชวงศ์ส้ม และน้ำมันดอกส้ม ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นดอกส้ม นิยมใช้ในการแต่งกลิ่นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง แต่ต้องระวังในเรื่องของการเปลี่ยนสีของสาร

2.6.6 phenols และ phenol derivatives

2.6.6.1 thymol เป็นองค์ประกอบในน้ำมันไทม์ และน้ำมันออริกาโน ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นผสมของเครื่องเทศ และสมุนไพร นิยมใช้เป็นหัวน้ำหอมในน้ำหอม

2.6.6.2 anethole เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันเทียนสัตตบุศย์ประมาณร้อยละ 80-90 น้ำมันโป๊ยกั๊กมากกว่าร้อยละ 90 และน้ำมันเทียนข้าวเปลือกร้อยละ 80 นิยมใช้แต่งกลิ่นในเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และในผลิตภัณฑ์สุขภาพสำหรับช่องปาก

2.6.6.3 carvacrol เป็นองค์ประกอบในน้ำมันมาร์จอแรม น้ำมันออริกาโน และน้ำมันไทม์ นิยมใช้แต่งกลิ่นสบู่

2.6.6.4 eugenol เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันกานพลูประมาณร้อยละ 70-95 และน้ำมันอบเชยประมาณร้อยละ 70-90 เป็นสารที่ให้กลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นกานพลู ใช้เป็นสารยับยั้งเชื้อโรคในทางทันตกรรม

2.6.6.5 isoeugenol เป็นองค์ประกอบในน้ำมันจันทน์เทศ และน้ำมันกระดังงา ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นดอกไม้

2.6.6.6 safrole เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันการบูรประมาณร้อยละ 80 ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นเทียนสัตตบุศย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิดที่แตกต่างกัน ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่

2.7.1 แก๊สโครมาโทกราฟี่ (Gas Chromatography, GC) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด โดยคอลัมน์ที่นิยมใช้เป็นแบบ Capillary ภายในจะบรรจุ และเคลือบด้วยเฟสนิ่ง (stationary phase) เช่น DB-1, Carbowax, OV-1, OV-101 ฯลฯ ในการเลือกชนิดของเฟสนิ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการแยกสารและการวิเคราะห์หากเลือกไม่เหมาะสมอาจเกิดความผิดพลาด และทำให้การวิเคราะห์เป็นไปได้ยาก เครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้ได้แก่ FID (The Flame Ionization Detector) ใช้สำหรับตรวจ และวัดปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยบางชนิด

2.7.2 High Performance Liquid Chromatography (HPLC) เป็นเทคนิคอีกชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหย แต่ไม่เป็นที่นิยมมากนักโดยส่วนใหญ่จะใช้คอลัมน์ชนิด normal phase

2.7.3 การใช้เทคนิค Hyphenated และ Multidimensionnal gas chromatography Hyphenated หรือ Multidimensionnal เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ (Prats, MS., and Jimenez, A., 2010) เป็นการนำเทคนิคตั้งแต่ 2 เทคนิคขึ้นไปมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย โดยอาจนำเครื่องมือชนิดเดียวกันมาต่อพ่วงเข้าด้วยกัน เช่น GC-MS เป็นเทคนิคที่นิยมใช้มากที่สุด เพื่อเป็นการตรวจสอบ และยืนยันผลที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งแรกด้วย GC-FID

2.7.4 Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NMR) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างของสารในน้ำมันหอมระเหย โดยดูจากค่าการดูดกลืนพลังงานเรโซแนนซ์ของอะตอมโปรตอนและคาร์บอนในโมเลกุลของสารนั้น ๆ

2.8 การบรรจุน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2544)

2.8.1 ภาชนะบรรจุน้ำมันใบมะกรูดต้องแห้ง สะอาด ปิดสนิท และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันใบมะกรูดที่บรรจุอยู่ หากเป็นภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแก้วต้องกันป้องกันแสง

2.8.2 การบรรจุต้องให้เหลือที่ว่างในภาชนะบรรจุร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 10 ของความจุภาชนะบรรจุ แล้วเก็บไว้ในที่แห้งเย็น และไม่ถูกแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหย

ควรบรรจุไว้ในขวดแก้วสีทึบแสง เช่น ขวดสีชา สีเขียวหรือสีฟ้า และเก็บไว้ในที่ที่ไม่โดนแสงเพราะแสงจะทำให้สมบัติของน้ำมันหอมระเหยเปลี่ยนสภาพไป หากใส่ไว้ในขวดแก้วใส กลิ่นจะไม่คงทน นอกจากนี้ไม่ควรเก็บน้ำมันหอมระเหยในบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติก เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยสามารถละลายพลาสติกหรือยางได้ หากเป็นน้ำมันหอมระเหยที่เจือจางกับน้ำหรือแอลกอฮอล์แล้ว สามารถเก็บไว้ในขวดที่เป็นพลาสติกได้ เนื่องจากมีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยน้อย จึงไม่สามารถทำละลายพลาสติกได้ แต่ไม่ควรเก็บในขวดชนิดที่มีหลอดหยดในตัว เนื่องจากไอของน้ำมันหอมระเหยอาจกัดกร่อนลูกยาง (เฉลิมพล, 2545)

2.10 เมนูต้มยำกุ้ง (ปาทิตา, 2557)

ต้มยำกุ้งเป็นเมนูที่ขึ้นชื่อของประเทศไทยอีกทั้งยังเป็นอาหารไทยที่มีรสชาติถูกปากคนไทยและชาวต่างชาติ ต้มยำกุ้งเป็นเมนูยอดฮิตที่แพร่หลายทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เนื่องจากต้มยำกุ้งมีรสชาติที่หลากหลาย ครบรสทั้ง เปรี้ยว หวาน เค็ม รวมถึงมีความเผ็ดร้อนที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของอาหารไทย จึงทำให้เมนูต้มยำกุ้งเป็นที่นิยมของโลกอีกด้วย โดยที่มาของต้มยำกุ้งยังไม่มีหลักฐานแน่ชัด ม.ล.เนื่อง นิลรัตน์ ผู้เชี่ยวชาญตำรับอาหารชาววัง ที่กล่าวถึงการทำต้มยำกุ้งน้ำใสไว้ว่า กุ้งที่นำมาทำต้มยำกุ้งนั้นไม่ผ่าหลัง ดึงส่วนสกปรกส่วนหัวออก จากนั้นใส่กุ้งลงในน้ำเดือดที่มีสมุนไพร ข่า ตะไคร้ ใบมะกรูด ปล่อยให้มันกุ้งจะแตกตัว เพื่อให้น้ำแกงมีสีชมพูอมส้มสวยงาม ปรุงรสด้วยน้ำปลา พริกขี้หนูบุบแล้วยกลงจากเตา ขั้นตอนสุดท้ายบีบมะนาว โรยผักชีหั่นฝอย

ในปัจจุบันการทำต้มยำกุ้งแบบโบราณเกือบสูญหายไป เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบและวิธีการประกอบต้มยำกุ้ง โดยมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่การใช้กุ้งเลี้ยงแทนกุ้งแม่น้ำธรรมชาติ อีกทั้งใส่เห็ดชนิดต่างๆแทนเห็ดฟาง และใช้พริกจินดาสีแดงแทนพริกขี้หนู โดยปัจจัยสำคัญที่ทำให้ต้มยำกุ้งแบบโบราณเปลี่ยนแปลงไปคือ การใส่นมข้นจืด และน้ำมันน้ำพริกเผาในน้ำต้มยำกุ้ง ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในนาม “ต้มยำกุ้งน้ำข้น” ทำให้เสียอรรถรสต้มยำกุ้งแบบโบราณโดยสิ้นเชิง

2.11 ตัวทำละลาย

โดยธรรมชาติของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จะมีความเข้มข้นสูง จึงนิยมใช้ตัวทำละลายในการผสม เพื่อให้สะดวกในการใช้งาน และช่วยลดต้นทุนในการผลิต โดยตัวทำละลายที่ใช้จะต้องสามารถบริโภคได้ และไม่เป็นอันตราย รวมถึงไม่ทำให้กลิ่นรสของน้ำมันหอมระเหยเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างตัวทำละลายที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.1 โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol)

เป็นของเหลวใสที่มีลักษณะคล้ายน้ำมัน ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น นิยมใช้เป็นตัวทำละลายในกลิ่นผสมอาหาร และหัวเชื้อกลิ่นต่าง ๆ รวมถึงใช้เป็นสารemulsifier สำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหาร และยา (อรพรรณ, 2555)

2.11.2 น้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดถั่วเหลืองที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง มีความคงทนความร้อนค่อนข้างต่ำ มีลักษณะเป็นของเหลวใสมีสีเหลืองอ่อนๆ จึงนิยมนำมาประกอบอาหารประเภทผัดหรือทำน้ำสลัด

2.11.3 น้ำมันดอกทานตะวัน

น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดดอกทานตะวันประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดไลโนเลอิกหรือโอเมกา 6 สูงถึงร้อยละ 60-70 เป็นของเหลวไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีวิตามินอีสูงกว่าน้ำมันถั่วเหลือง 3 เท่า สามารถเก็บไว้ได้นาน โดยไม่เกิดกลิ่นหืน สี กลิ่น และรสชาติไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากวิตามินอีมีประโยชน์ในการช่วยต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น แต่มีความคงทนความร้อนต่ำจึงนิยมนำมาประกอบอาหารประเภทผัด

2.11.4 น้ำมันรำข้าว

น้ำมันที่สกัดจากรำข้าวดิบมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในระดับปานกลาง สามารถทนความร้อนได้สูง มีลักษณะเป็นของเหลวใส สีเหลือง มีกลิ่นคล้ายน้ำมันถั่วเหลือง รวมถึงมีสารต้านอนุมูลอิสระ โดยส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร เครื่องสำอาง และทางการแพทย์ รวมถึงนิยมนำมาประกอบอาหารประเภทผัด

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาวิตรี (2544) ศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรเหลือทิ้งจากโรงงานน้ำพริก เช่น ก้านตะไคร้ ก้านใบมะกรูด และเปลือกมะนาว ด้วยเครื่องกลั่นอเนกประสงค์เพื่อใช้ในการเพิ่มกลิ่นของน้ำพริกส่งออก พบว่าการกลั่นด้วยน้ำโดยมีอัตราส่วนของน้ำ 3 เท่าของวัตถุดิบ ให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สูงที่สุด ซึ่งเวลาที่เหมาะสมในการกลั่นคือ 180 นาที และการกลั่นด้วยน้ำจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่าการกลั่นด้วยไอน้ำเพียงเล็กน้อย การเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหย จากใบมะกรูดให้น้ำมันหอมระเหย 2.24 มิลลิลิตร/100 กรัม และก้านมะกรูดให้น้ำมันหอมระเหย 0.60 มิลลิลิตร/100 กรัม ใบมะกรูดให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยประมาณ 3.7 เท่าของก้านมะกรูด และเมื่อทำการเพิ่มกลิ่นเครื่องต้มยำด้วยการเติมน้ำมันหอมระเหยผสมระหว่างตะไคร้และมะกรูดในสัดส่วนต่างๆกันลงในน้ำพริกเผาของเครื่องแกงต้มยำ โดยใช้บะหมี่น้ำรสต้มยำกุ้งน้ำข้นเป็นตัวทดสอบ พบว่าเมื่อมีการเติมน้ำมันหอมระเหยผู้ทดสอบมีความชอบในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 5 ถึง 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุจินดา (2545) ศึกษาการสกัดและการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยจากผลมะกรูด โดยใช้วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำที่ระยะเวลาการสกัด 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง พบว่าการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากมะกรูดที่ระยะเวลา 5 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด แต่มีกลิ่นหอมน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการสกัดที่ระยะเวลา 2, 3 และ 4 ชั่วโมง

Boutekedjiret และคณะ (2003) ศึกษาการสกัดน้ำมันจากโรสแมรี่โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำและการกลั่นด้วยน้ำ จากนั้นวิเคราะห์โดยวิธีแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์ (GC-MS) ซึ่งผลของเวลาในการสกัดสามารถบ่งบอกองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันที่ได้จากทั้งสองกระบวนการ จากการศึกษาพบว่าการกลั่นด้วยไอน้ำเป็นกระบวนการกลั่นที่เหมาะสม เนื่องจากให้ผลผลิตที่ดีกว่า อีกทั้งได้รับการยอมรับตามมาตรฐานเชิงพาณิชย์

Eduardo and Rubem (2006) ศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ซึ่งมีตัวแปรศึกษาคือ เวลา และสภาวะของวัตถุดิบ โดยใช้วัตถุดิบชนิดแห้ง และวัตถุดิบชนิดสดพบว่า การสกัดโดยใช้วัตถุดิบชนิดสด ในระยะเวลา 4 ชั่วโมง ได้รับปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 0.942

สุทัศน์ และคณะ (2549) ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบกะเพราอบแห้ง โดยวิธีการกลั่นและการสกัดพร้อมกัน การกลั่นด้วยไอน้ำทางตรง การกลั่นด้วยไอน้ำทางอ้อม พบว่า การกลั่นโดยวิธีการกลั่นและสกัดพร้อมกันได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 1.23 การกลั่นด้วยไอน้ำทางตรงได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยคิดเป็นร้อยละ 0.44 และการกลั่นด้วยไอน้ำทางอ้อมได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 0.33 และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยกะเพรา โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทรเมตรี (GC-MS) อีกทั้งประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารในรูปของสารปรุงแต่งกลิ่นรส โดยมีระดับความเข้มของกลิ่น และกลิ่นรสที่พอดีและมีคะแนนความชอบเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์จากผู้ทดสอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง (6.80 ± 0.09)

Nurhani และคณะ (2013) จากการศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดโดยใช้วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำแบบระบบอัตโนมัติ โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส จากนั้นวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี พบว่าการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากมะกรูดโดยใช้อุณหภูมิที่ 90 องศาเซลเซียสได้รับปริมาณผลผลิตมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 4.26 และอุณหภูมิที่ 85 และ 80 ได้รับปริมาณผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 2.19 และร้อยละ 1.87 ตามลำดับ โดยการสกัดที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่สกัดน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดที่มีคุณภาพมากที่สุด เนื่องจากพบองค์ประกอบทางเคมี “Citronellol” ซึ่งเป็นสารหลักในผิวมะกรูด แต่ที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียสไม่พบองค์ประกอบทางเคมีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิพย์ธิดา และคณะ (2558) ศึกษาผลของความร้อนต่อชนิดและปริมาณสารระเหยให้กลิ่นในใบมะกรูด โดยการต้มใบมะกรูดแบบลดความดันที่อุณหภูมิ 60, 105, และ 121 องศาเซลเซียส โดยใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ เป็นเวลา 5, 10, 20 และ 40 นาที และวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารระเหยให้กลิ่นในใบมะกรูด พบว่าใบมะกรูดสดมีสารระเหยให้กลิ่น 55 ชนิด การให้ความร้อนด้วยการต้มแบบลดความดันทุกสภาวะ ทำให้ชนิดและปริมาณสารระเหยให้กลิ่นเปลี่ยนแปลงจากตัวอย่างสด แต่การต้มที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 นาที ช่วยรักษาสารระเหยให้มีปริมาณสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 60 และ 121 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารระเหยให้กลิ่นลดลงตามระยะเวลาการให้ความร้อนที่เพิ่มขึ้น

อนุสรา (2558) ศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มซ่า และการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารพบว่า การใช้ตัวทำละลายผสมระหว่างปิโตรเลียมอีเทอร์กับไดเอทิลอีเทอร์ในอัตราส่วน 1:1 ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มซ่า มีปริมาณสารให้กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยมากกว่าการกลั่นด้วยไอน้ำ และการบีบ และเมื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสกัดเพื่อใช้ในตัวอย่างอาหาร โดยผสมน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มซ่าที่สกัดได้ความเข้มข้นร้อยละ 3 ในโพรพิลีนไกลคอล พบว่าผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสการใช้สารสกัดจากเปลือกส้มซ่าปริมาณร้อยละ 2 ในเมนู “หมูแหนม” เป็นที่ยอมรับ และสามารถใช้ทดแทนผิวส้มซ่าสดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ใบมะกรูดสด	ตลาดยิ่งเจริญ	ไทย
3.1.2 น้ำซุปไก่ใส	ซีพี	ไทย
3.1.3 น้ำปลา	ทิพรส	ไทย
3.1.4 น้ำตาลทราย	มิตรผล	ไทย
3.1.5 น้ำพริกเผา	ฉั่วฮะเส็ง	ไทย
3.1.6 ตะไคร้หยวก	ตลาดยิ่งเจริญ	ไทย
3.1.7 ข่าอ่อน	ตลาดยิ่งเจริญ	ไทย
3.1.8 พริกขี้หนูสวน	ตลาดยิ่งเจริญ	ไทย
3.1.9 เห็ดฟาง	ตลาดยิ่งเจริญ	ไทย
3.1.10 กุ้งขาว	ตลาดยิ่งเจริญ	ไทย
3.1.11 รากผักชีไทย	ตลาดยิ่งเจริญ	ไทย
3.1.12 มะนาวแป้น	ตลาดยิ่งเจริญ	ไทย

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย		ไทย
3.2.2 Hotplate	IKA, C-MAG HS7	เยอรมัน
3.2.3 เครื่องหล่อเย็น	Tempteck, C-18L	ไทย
3.2.4 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง	Sartorius, Bp3100S	เยอรมนี
3.2.5 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง	Denver, SI-234	เยอรมนี
3.2.6 เครื่องวัดสี	Hunter Lab, Color Global, ColorQuestXG	สหรัฐอเมริกา
3.2.7 เครื่อง GC-MS	Agilent, GC7890A/MS5975C	สหรัฐอเมริกา
3.2.8 เครื่องปั่น	Philips, HR 2115	อินโดนีเซีย

3.2.9 เทอร์โมมิเตอร์ปรอท 150 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

3.2.11 อุปกรณ์เครื่องครัว

3.2.12 ตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ

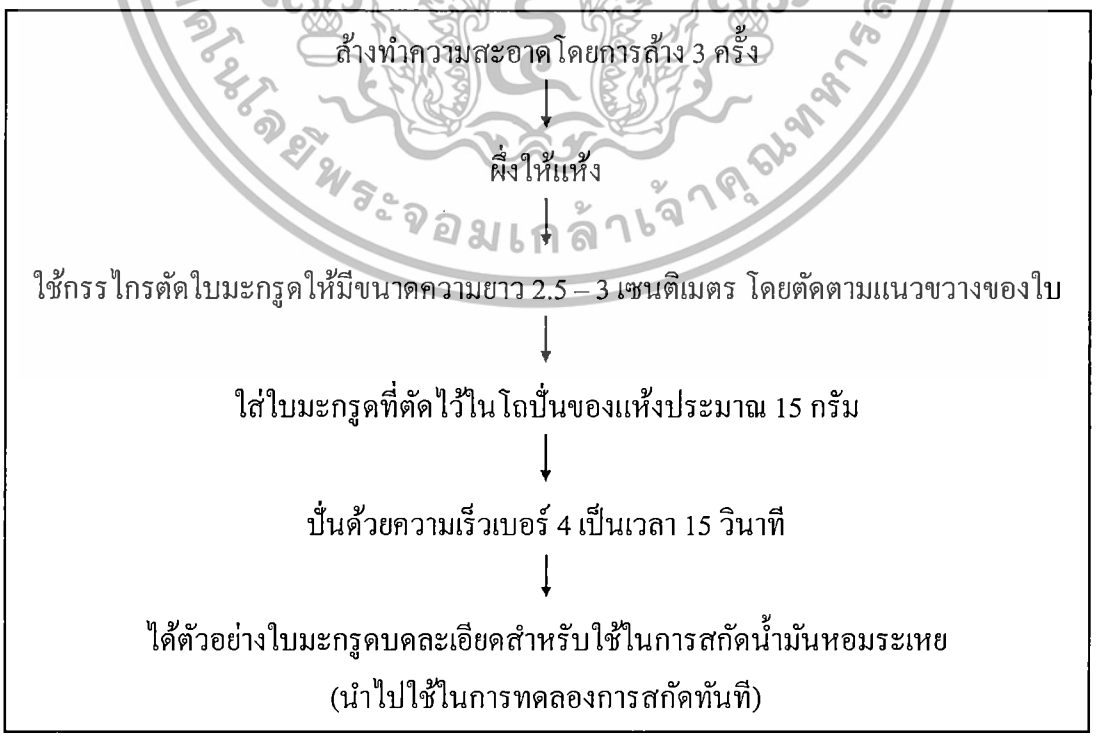
3.3 สารเคมี

3.3.1 Propylene Glycol (food grade)	Chemi	จีน
3.3.2 Acetic	Carlo Erba	อิตาลี
3.3.3 Chloroform	Carlo Erba	อิตาลี
3.3.4 Potassium iodide	Fluka	สเปน
3.3.5 Sodium thiosulphate	Merck	เยอรมัน
3.3.6 starch	Merck	เยอรมัน

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนนำไปสกัด

ใบมะกรูดสดจากตลาดสดยิ่งเจริญ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร บรรจุในถุงพลาสติก นำมาที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากนั้นทำการคัดเลือกใบมะกรูดสดเฉพาะใบแก่ที่สมบูรณ์ มีลักษณะสีเขียวเข้มเป็นเงา โดยทำตามขั้นตอนก่อนนำไปสกัดดังภาพที่ 3.1 (ภาคผนวก ฉ)



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมใบมะกรูดก่อนนำไปสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

นำใบมะกรูดที่เตรียมไว้ในข้อ 3.4.1 ชั่งใบมะกรูดบดละเอียดปริมาณ 250 กรัม มาสกัดด้วยเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation) (ภาคผนวก ช)โดยมีปัจจัยศึกษาคือ อุณหภูมิ (90, 95 และ 100 องศาเซลเซียส) และระยะเวลาในการสกัด (2, 4 และ 6 ชั่วโมง) โดยการสกัดแต่ละครั้งควบคุมปริมาณน้ำในการสกัด 1,500 มิลลิลิตรต่อตัวอย่างใบมะกรูดบดละเอียด 250 กรัม ทำการสกัดด้วยเครื่องกลั่นแก้วมาตรฐานขนาด 2,000 มิลลิลิตร โดยเริ่มจับเวลาการสกัดเมื่อน้ำหยดแรกไหลเข้าสู่ตัวรับ จากนั้นเก็บปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ใส่ขวดแก้วสีชา โดยทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

- ปริมาณผลผลิต (yield) (Nurhani *et al.*, 2013)

2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph Mass Spectrometer (GC-MS) Agilent Technologie รุ่น GC 7890A/MS5975C ใช้คอลัมน์ DB-5HT ยาว 30 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร หนา 0.10 ไมโครเมตร ในการวิเคราะห์โดยฉีดสารละลายตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดปริมาณ 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง GC-MS ใช้ก๊าซฮีเลียมเป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิในการฉีด 280 องศาเซลเซียส ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (oven) ตั้งโปรแกรมอุณหภูมิที่ใช้วิเคราะห์ คือ 40 องศาเซลเซียส คงที่เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 10 องศาเซลเซียส ต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียส คงที่เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นระบุชนิดสารทำโดยเปรียบเทียบข้อมูล mass spectrum ที่ได้ของสารระเหยแต่ละชนิดกับ Wiley library ร่วมกับค่า retention index (RI) ของสารแต่ละชนิดกับฐานข้อมูลอื่น ที่ใช้คอลัมน์ชนิดเดียวกัน ซึ่งค่า RI คำนวณจากการเปรียบเทียบค่า RT ของสารแต่ละชนิดกับค่า RT ของสารมาตรฐาน ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยคอลัมน์ และสภาวะเดียวกัน โดยคำนวณปริมาณสารระเหยแต่ละชนิดทำได้โดยการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของสารนั้น ๆ กับ internal standard ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน วิเคราะห์โดยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (NANOTEC)

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

- ทดสอบประสาทสัมผัสโดยการดมกลิ่นด้วยวิธีการเรียงลำดับความแตกต่าง (Ranking test for difference) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 36 คน โดย 1 = กลิ่นเข้มมากที่สุด 4 = กลิ่นเข้มน้อยที่สุด (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.1) ทำการเสิร์ฟตัวอย่างแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล BIB (Balanced incomplete block design) โดยใช้แผนมาตรฐานการจัดสิ่งทดลอง (สุรพล, 2537) นำไปวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Basker (1988) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยค่า LSD rank เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ความแตกต่างของอันดับ (วิธีการคำนวณดังภาคผนวก ง 2.1) ทำการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด จากนั้นนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลข้อที่ 1 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิต SPSS

3.4.3 ศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการผสมน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

นำน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อที่ 3.4.2 ผสมกับตัวทำละลายแต่ละชนิด ได้แก่ โพรไพลีนไกลคอล (อนุสรา, 2558) น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว (วิมล และคณะ, 2555) เพื่อคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่สกัดได้ (ความเข้มข้นร้อยละ 5) จากนั้นทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสดังนี้

1. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

- ทดสอบประสาทสัมผัสโดยการดมกลิ่น ด้วยวิธีการเรียงลำดับความแตกต่าง (Ranking test for difference) ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน โดย 1 = กลิ่นเข้มมากที่สุด 4 = กลิ่นเข้มน้อยที่สุด (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.2) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด จากนั้นนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Basker (1988) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยค่า LSD rank เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของอันดับ (วิธีการคำนวณดังภาคผนวก ง 2.1) และการใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic Scale ด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.3) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ SPSS

- ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยการชิม โดยนำน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมตัวทำละลายแล้ว ใส่ในอาหารแทนการใช้ใบมะกรูดสดในสูตรในอัตราส่วน 1/4 ช้อนชา ซึ่งตัวอย่างอาหารที่ใช้คือ ต้มยำกุ้ง โดยใช้สูตรต้มยำกุ้งดังตารางที่ 3.1 เป็นตัวอย่างอาหารโดยการชิมน้ำซุปในการทดสอบประสาทสัมผัสด้วยวิธีการเรียงลำดับความแตกต่าง (Ranking test for difference) โดย 1 = กลิ่นเข้มมากที่สุด 4 = กลิ่นเข้มน้อยที่สุด (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.4) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด นำไปวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Basker (1988) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยค่า LSD rank เพื่อวิเคราะห์

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างของอันดับ (วิธีการคำนวณดังภาคผนวก ง 2.1) และการใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic Scale ด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวม (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.5) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ SPSS เพื่อหาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด จากนั้นนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรเมนู "ต้มยำกุ้ง"

ส่วนผสม	ปริมาณ	หน่วย
พริกขี้หนู	5	เม็ด
รากผักชี	1	ราก
ข่า	5	กรัม
ตะไคร้	5	กรัม
ใบมะกรูด	2	กรัม
กุ้งขาว	4	ตัว
น้ำสต๊อกไก่	250	กรัม
เห็ดฟาง	2	ดอก
น้ำปลา	20	กรัม
น้ำตาลทราย	5	กรัม
น้ำมะนาว	15	กรัม
น้ำพริกเผา	15	กรัม

ที่มา : ระพีพรรณ (2558)

3.4.4 ศึกษาปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในอาหารไทย

ศึกษาปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผ่านการคัดเลือกในข้อที่ 3.4.3 ใส่ในอาหารแทนการใช้ใบมะกรูดสดในสูตร ในปริมาณ 3 ระดับ ได้แก่ 1/8, 1/4, 1/2 ช้อนชา ตัวอย่างอาหารที่ใช้คือ ต้มยำกุ้ง โดยใช้สูตรต้มยำกุ้ง (ดังตารางที่ 3.1) เป็นตัวอย่างอาหารในการทดสอบ ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นใบมะกรูด และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic Scale (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.6) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ SPSS

3.4.5 ศึกษาความชอบ และการยอมรับของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

นำน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผ่านการคัดเลือกในข้อที่ 3.4.3 โดยบรรจุในขวดแก้วสีชาในรูปแบบการใช้งาน Home use test นำไปให้เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยจำนวน 7 ท่าน (รายชื่อดังภาคผนวกตารางที่ จ 1) เป็นผู้ทดลองใช้ในการประกอบอาหารไทยโดยแนะนำให้ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดทดแทนการใช้ใบมะกรูดสดในอาหารไทยจำนวน 2 เมนูคือ ต้มยำกุ้ง และเมนูใดก็ได้ที่มีใบมะกรูดเป็นส่วนผสมในอาหาร โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในปริมาณตามแต่ความเหมาะสม และความต้องการของผู้ทดสอบ จากนั้นตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นใบมะกรูด และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic Scale และการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.7) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ SPSS

3.4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในระหว่างการเก็บรักษา

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด โดยตัวอย่างควบคุมทำการสกัดใหม่ และบรรจุในขวดแก้วสีชาเก็บในสภาวะแช่งแข็ง จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผ่านคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.3 ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ติดตามการเปลี่ยนแปลงทุกๆ 2 สัปดาห์ และทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ
   - วัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) ด้วยเครื่อง Hunter lab (ภาคผนวก ข 2)
2. วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี
   - วัดค่าเปอร์ออกไซด์ (AOCS, 1997) (ภาคผนวก ค 2)
3. การทดสอบทางประสาทสัมผัส
   - ทดสอบประสาทสัมผัสโดยการดมกลิ่นด้วยวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (Difference from control) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของกลิ่นใบมะกรูด โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.8)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลข้อที่ 1 และ 2 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิต SPSS และวิเคราะห์ข้อมูลในข้อที่ 3 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete Block Design, RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Dunnett's test จากโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิต SPSS เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ โดยผลของปัจจัยการศึกษาอุณหภูมิในการสกัด 90, 95 และ 100 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการสกัด 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดได้ผลดัง (ตารางที่ 4.1- 4.3) จากนั้นทำการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม โดยคัดเลือกจากผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆดังนี้

4.1.1 คุณภาพทางกายภาพ

1) ปริมาณผลผลิต (yield)

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อสกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่มีผลต่อปริมาณผลผลิต

ระยะเวลา (ชม.)	ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)		
	90°C	95°C	100°C
2	0.02	0.07	0.49
4	0.03	0.47	0.53
6	0.04	0.52	0.58

จากผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดที่ต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดแตกต่างกัน ซึ่งการสกัดที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยการสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง มีปริมาณผลผลิตสูงที่สุดคือร้อยละ 0.58 รองลงมาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ได้รับปริมาณผลผลิตคือร้อยละ 0.53 และร้อยละ 0.52 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณผลผลิตสูงขึ้นในทุก ๆ สภาวะ ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงเมื่อเทียบกับการรายงานของ Wulandari *et al.* (2017) ได้ศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด 3 ขนาด ด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำร้อน คือ บดละเอียด ตัดมีขนาด 1 เซนติเมตร และใบสด จากนั้นใช้เวลาการสกัด 4 ชั่วโมง พบว่าการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดแบบบดละเอียดได้รับน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดคือ ร้อยละ 0.85 รองลงมาคือการตัด และใบสด มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยคือร้อยละ 0.65 และ ร้อยละ 0.58 ตามลำดับ เมื่อใช้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณผลผลิตสูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้เกิดไอน้ำปริมาณมาก ซึ่งไอน้ำทำหน้าที่เข้าไปแยกน้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืช โดยไอน้ำเข้าไปแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช ความร้อนทำให้สารละลายออกมากกลายเป็นไอปนมากับไอน้ำ (จุไรรัตน์, 2551) ส่งผลให้การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตสูงขึ้นเช่นกัน ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการรายงานของสุจินดา (2545) ได้ศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำที่ระยะเวลาต่างกัน พบว่าการใช้ระยะเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากตารางแสดงให้เห็นว่าการใช้อุณหภูมิต่ำในการสกัดส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตต่ำ ซึ่งไม่คุ้มค่าต่อการผลิตในแต่ละครั้ง ถึงแม้ว่าจะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญในใบมะกรูดคือ Citronellal ในปริมาณมากแสดงดังตารางที่ 4.2

4.1.2 คุณภาพทางเคมี

1) องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

ผลของการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำที่อุณหภูมิ 90, 95 และ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการสกัด 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ส่งผลต่อชนิด และปริมาณของสารให้กลิ่นในน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ได้มีความแตกต่างกัน พบว่าสภาวะการสกัดเมื่อใช้อุณหภูมิ 100 และ 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบชนิดของสารให้กลิ่นมากที่สุดถึง 36 ชนิด แต่เมื่อใช้อุณหภูมิในการสกัด 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบชนิดของสารให้กลิ่นน้อยที่สุดคือ 23 ชนิด อาจเนื่องจากการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำไม่สามารถทำลายพันธะของสารให้กลิ่นบางชนิดได้ แต่การใช้อุณหภูมิสูงความร้อนอาจไปทำลายโครงสร้างของสารให้กลิ่นทำให้สารประกอบประเภทเอสเทอร์ถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรด และแอลกอฮอล์ได้ง่าย ส่งผลให้เกิดสารให้กลิ่นไม่พึงประสงค์ขึ้น เช่น กลิ่นไม้แห้ง เป็นต้น (ประเทืองศรี, 2547) จึงทำให้การวิเคราะห์องค์ประกอบพบชนิดของสารมากกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำในการสกัด ซึ่งแตกต่างกับการรายงานของ Fan *et al.* (2011) ได้ศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยใช้วิธีการกลั่นด้วยน้ำร้อน พบว่าเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย พบชนิดของสารให้กลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียง 29 ชนิด และมีปริมาณสาร Citronellal ร้อยละ 66.95 ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณสารที่สำคัญในใบมะกรูด คือ Citronellal (Lawrence *et al.* 1971) พบว่าสภาวะการสกัดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบปริมาณสารให้กลิ่นหลักสูงถึงร้อยละ 85.48 มีปริมาณสูงที่สุดในทุกสภาวะการสกัด จากผลที่ได้สามารถสรุปได้ว่าการใช้อุณหภูมิสูงขึ้น และระยะเวลาในการสกัดนานขึ้น ส่งผลให้ปริมาณสารให้กลิ่นหลักที่สำคัญในใบมะกรูดมีแนวโน้มลดลง โดยสภาวะการสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่าสารให้กลิ่นหลักที่สำคัญ Citronellal มีปริมาณลดลงเหลือเพียงร้อยละ 70.90 แต่กลับมีปริมาณสารให้กลิ่นชนิดอื่นเพิ่มขึ้นอย่างเช่น β-Citronellol, Citronellyl acetate และtrans-Caryophyllene เป็นต้น ในขณะเดียวกันพบสาร α-pinene และ p-Cymene ที่ให้กลิ่นไม้แห้ง ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นไม่ดีเพิ่มขึ้นเช่นกัน (ทิพย์ธิดา, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

No.	Compounds	Relative peak area (%)								
		90°C			95°C			100°C		
		2 hr.	4 hr.	6 hr.	2 hr.	4 hr.	6 hr.	2 hr.	4 hr.	6 hr.
1	Acetone	0.14	0.25	0.16	0.15	0.12	0.11	0.10	0.05	0.06
2	Methyl cyelopetane	0.12	0.17	0.12	0.11	0.09	0.06	0.07	0.02	0.05
3	2-Ethylfuran	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-
4	Hexanal	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-
5	2-Methyl-2-heptene	0.08	0.06	0.03	0.03	0.02	-	-	-	-
6	2-Hexenal	0.09	-	-	0.03	-	-	0.08	0.07	-
7	1-Methyl-3-(1-Methylethyl)-cyclopentane	1.11	0.82	0.71	0.64	0.55	0.40	0.46	0.20	0.33
8	1-Methylethylidene cyclohexane	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.06
9	2-Methyl-2-octene	0.14	0.20	0.11	0.11	-	-	-	-	-
10	3-Hexen-1-ol	-	-	-	-	0.12	0.12	-	-	-
11	2-Hexene-2-ol	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-
12	1-Hexanol	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-
13	cis-Salvene	0.19	0.20	0.19	0.14	0.13	-	0.11	-	-
14	α-pinene	-	-	-	-	-	-	0.05	0.08	0.03

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด (ต่อ)

No.	Compounds	Relative peak area (%)								
		90°C			95°C			100°C		
		2 hr.	4 hr.	6 hr.	2 hr.	4 hr.	6 hr.	2 hr.	4 hr.	6 hr.
15	Sabinene	0.80	0.37	0.32	0.82	0.32	0.22	1.12	1.66	0.66
16	β-Myrcene	0.23	-	-	0.06	0.04	-	0.07	0.44	0.30
17	3-Carene	-	-	-	-	-	-	0.02	0.03	0.03
18	m-Cymene	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-
19	p-Cymene	-	-	-	0.05	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01
20	Limonene	0.12	0.05	0.06	0.14	0.07	0.04	0.11	0.17	0.10
21	β-Ocimene Y	0.21	-	0.08	0.14	0.17	0.06	0.09	0.25	0.24
22	Melonal	0.56	0.54	0.37	0.45	0.38	0.26	0.10	0.11	0.26
23	γ-Terpinene	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.10
24	α-Terpinolene	0.05	-	-	-	-	-	-	0.04	0.04
25	Linalool	3.76	3.24	4.73	2.96	2.66	3.41	3.46	3.56	2.41
26	Linalool oxide	-	-	-	-	-	0.17	0.21	0.24	-
27	Citronellal	83.58	84.05	85.48	70.58	72.97	84.00	76.81	75.03	70.90
28	β-Citronellol	1.88	2.32	2.82	8.16	4.43	5.52	6.91	6.40	8.99

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด (ต่อ)

No.	Compounds	Relative peak area (%)								
		90°C			95°C			100°C		
		2 hr.	4 hr.	6 hr.	2 hr.	4 hr.	6 hr.	2 hr.	4 hr.	6 hr.
29	Citronellyl acetate	0.81	1.39	0.53	4.43	3.22	1.13	2.78	3.22	4.27
30	α-Copaene	0.98	1.64	0.67	0.69	1.06	0.75	0.71	0.69	0.88
31	Geranyl acetate	-	0.17	-	0.70	0.71	-	0.46	0.58	0.38
32	Germacrene-D	0.63	0.46	0.39	0.36	0.50	0.45	0.44	0.57	0.68
33	β-elemene	-	-	-	0.22	0.31	-	0.17	0.12	0.27
34	trans-Caryophyllene	1.92	0.76	1.04	1.74	3.05	1.17	2.15	2.39	3.41
35	α-Humulene	0.19	0.60	0.18	0.50	0.55	0.21	0.43	0.35	0.56
36	α-Amorphene	0.04	0.05	0.05	0.14	0.10	0.04	0.10	0.08	0.12
37	Bicyclogermacrene	0.03	-	0.02	0.33	0.58	-	0.12	0.27	0.30
38	α-Muurolene	0.06	-	0.06	0.26	0.28	0.05	-	0.18	0.24
39	γ-Muurolene	-	-	-	-	-	-	0.16	-	-
40	α-Farnesene	0.07	-	0.04	0.18	0.31	0.03	0.17	0.38	0.38
41	$^{\delta}$-Cadinene	0.37	0.24	0.33	1.21	1.65	0.29	0.77	0.89	1.09
42	α-Calacorene	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด (ต่อ)

No.	Compounds	Relative peak area (%)								
		90°C			95°C			100°C		
		2 hr.	4 hr.	6 hr.	2 hr.	4 hr.	6 hr.	2 hr.	4 hr.	6 hr.
43	Hedycaryol	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-
44	Nerolidol	0.10	0.22	0.18	-	1.69	0.08	0.49	0.69	0.87
45	Elemol	-	-	-	0.22	0.25	-	-	-	0.17
46	Farnesol	-	-	-	1.77	-	-	-	-	-
47	Caryophyllene Oxide	1.48	2.20	1.23	2.18	1.96	1.10	1.09	0.97	1.54
48	Alloaromadendrene Oxide	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-
49	δ-Selinene	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-
50	Isospathulenol	0.09	-	0.09	0.24	0.43	0.22	0.17	-	-
51	α-Cadinol	-	-	-	-	0.31	-	-	-	-
52	Isophytol	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-
53	Palmitic acid	-	-	-	-	0.14	-	-	-	-
54	Phytol	-	-	-	0.26	0.73	-	-	-	0.31
	Total	**30**	**23**	**26**	**34**	**36**	**27**	**32**	**36**	**33**

4.1.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการดมกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ เมื่อใช้สภาวะการสกัดต่างกัน แล้วทำการประเมินด้วยวิธีการเรียงลำดับความแตกต่าง (Ranking test for difference) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด จากผู้ทดสอบจำนวน 36 คน แสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลรวมของการให้อันดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด เมื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในสภาวะการสกัดที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิ (°C)	90°C			95°C			100°C		
เวลา (ชม.)	2	4	6	2	4	6	2	4	6
ผลรวมอันดับ	25[a]	40[ab]	40[ab]	36[ab]	46[bc]	41[b]	32[ab]	43[b]	57[c]

หมายเหตุ : [a, b, c, ...] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันของผลรวมอันดับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบประสาทสัมผัส พบว่าสภาวะการสกัดที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างกันมีผลต่อความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p \leq 0.05$)* ซึ่งตัวเลขของผลรวมอันดับที่มีค่าน้อยแสดงถึงความเข้มกลิ่นมาก และตัวเลขที่มีค่ามากแสดงถึงความเข้มกลิ่นน้อย และเมื่อใช้อุณหภูมิในการสกัดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดมีแนวโน้มลดลง ดังตารางที่ 4.3 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ได้รับผลรวมอันดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดมากที่สุด และแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)* กับการสกัดที่สภาวะอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 และ 6 ชั่วโมง อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)* กับสภาวะอื่น แสดงให้เห็นว่าการใช้อุณหภูมิต่ำในการสกัดยังคงความเข้มกลิ่นของใบมะกรูดคงอยู่ได้มากกว่าการใช้อุณหภูมิสูง

การคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมจากผลการศึกษาข้างต้นโดยพิจารณาจากผลของคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งสภาวะการสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด เนื่องจากได้รับปริมาณผลผลิตมาก ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดเพื่อความคุ้มค่าต่อการผลิต อีกทั้งมีปริมาณสารให้กลิ่นหลักที่สำคัญ Citronellal ร้อยละ 76.81 ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณสารให้กลิ่นน้อยกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำในการสกัด แต่พบว่าปริมาณสารให้กลิ่นบางชนิด เช่น Sabinene ที่ให้กลิ่นซิตรัส และ Linalool ที่ให้กลิ่นของพืชตระกูลส้มมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นที่ดี และควรมีในน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงได้รับผลรวมอันดับความเข้มกลิ่นของใบมะกรูดสูงเมื่อทำการทดสอบประสาทสัมผัส ซึ่งไม่แตกต่างกับสภาวะที่มีสารให้กลิ่น Citronellal ในปริมาณมาก อีกทั้งมีปริมาณสารให้กลิ่น Citronellal อยู่ในช่วงร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในการผลิตน้ำมันใบมะกรูดกำหนดไว้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2545) จากนั้นนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

4.2 ผลการศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการผสมน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

จากการศึกษาชนิดของตัวทำละลาย เพื่อใช้ในการผสมน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผ่านการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำจากข้อที่ 4.1 คือน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ได้จากการสกัดสภาวะที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ได้ผสมกับตัวทำละลายแต่ละชนิด ได้แก่ โพรพิลีนไกลคอล น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว (ดังภาพที่ 4.1) โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด (ความเข้มข้นร้อยละ 5) นำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลดังนี้

(A) (B) (C) (D)

ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล (A), มันถั่วเหลือง (B), น้ำมันดอกทานตะวัน (C), น้ำมันรำข้าว (D)

4.2.1 การทดสอบทางประสามสัมผัส

1) การทดสอบทางประสาทสัมผัส (โดยการดมกลิ่น)

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ ด้วยวิธีการเรียงลำดับความแตกต่าง (Ranking test for difference) จากผู้ประเมินจำนวน 30 คน โดยดมกลิ่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมตัวทำละลายที่ต่างกันเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดแสดงผลดังตารางที่ 4.4 และทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสาทสัมผัสด้านความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale ด้านสี กลิ่นของใบมะกรูด และความชอบโดยรวมแสดงผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ผลรวมของการให้อันดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อผสมตัวทำละลายที่ต่างกัน (โดยการดมกลิ่น)

ชนิดตัวทำละลาย	โพรพิลีนไกลคอล	น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันดอกทานตะวัน	น้ำมันรำข้าว
ผลรวมอันดับ	49[a]	90[b]	87[b]	95[b]

หมายเหตุ : [a,b,c,...] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันของผลรวมอันดับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

จากผลการทดสอบประสาทสัมผัสโดยการดมกลิ่นด้วยวิธีการเรียงลำดับ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมกับตัวทำละลายที่ต่างกันมีผลให้ความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดต่างกันด้วย ซึ่งตัวเลขของผลรวมอันดับที่มีค่าน้อยแสดงถึงความเข้มกลิ่นมาก และตัวเลขที่มีค่ามากแสดงถึงความเข้มกลิ่นน้อย โดยน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมโพรพิลีนไกลคอลได้รับผลรวมอันดับสูงที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผสมตัวทำละลายชนิดอื่น *($p \leq 0.05$)* ดังตารางที่ 4.4 โดยผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยที่ผสมกับโพรพิลีนไกลคอล มีกลิ่นของใบมะกรูดสดชัดเจนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวทำละลายชนิดอื่น แต่น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมตัวทำละลายชนิดอื่น ผู้ทดสอบได้กลิ่นพืชแห้งที่ผ่านการให้ความร้อน และมีกลิ่นของตัวทำละลาย จึงทำให้กลิ่นของใบมะกรูดอ่อนลง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมโพรพิลีนไกลคอล ซึ่งไม่มีกลิ่นของตัวทำละลายรบกวนกลิ่นของใบมะกรูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 คะแนนความชอบโดยวิธี 9 - point Hedonic Scale ของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อใช้ตัวทำละลายแตกต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพ	ชนิดของตัวทำละลาย			
	โพรพิลีนไกลคอล	น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันดอกทานตะวัน	น้ำมันรำข้าว
สี^{ns}	6.77 ± 1.68	6.47 ±1.41	6.43 ±1.45	6.00 ±1.70
กลิ่นใบมะกรูด	7.23 ± 1.30^{a}	6.20 ±1.58^{b}	5.60 ±1.87^{b}	5.47 ±1.61^{b}
ความชอบโดยรวม	7.20 ± 1.24^{a}	6.33 ±1.21^{b}	5.90 ±1.52^{bc}	5.57 ±1.45^{c}

หมายเหตุ : $^{a,b,c,...}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่าความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

^{ns} อักษรแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p > 0.05$)*

จากตารางที่ 4.5 ผลของการทดสอบความชอบน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อผสมตัวทำละลายที่ต่างกัน โดยให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแบบ 9 - point Hedonic Scale ในด้านสี กลิ่นใบมะกรูด และความชอบโดยรวม พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมโพรพิลีนไกล-คอล น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว ส่งผลให้คะแนนความชอบด้านสีแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p > 0.05$)* โดยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6 คะแนน) แต่ในด้านกลิ่นใบมะกรูด และความชอบโดยรวมพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบน้ำมันหอมระเหยผสมโพรพิลีนไกลคอลมากที่สุด ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นใบมะกรูด และความชอบโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p \leq 0.05$)* กับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวทำละลายชนิดอื่น โดยมีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7 คะแนน) โดยผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมกับโพรพิลีนไกลคอลมีกลิ่นของใบมะกรูดชัดเจนกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น และยังมีกลิ่นส้ม ซึ่งเป็นกลิ่นที่มีในใบมะกรูดอีกทั้งทำให้รู้สึกสดชื่น ผู้ทดสอบจึงคุ้นเคยกับกลิ่นเฉพาะ เนื่องจากมะกรูดเป็นพืชตระกูลส้ม (citrus) ควรมีกลิ่นแสดงลักษณะเฉพาะในใบมะกรูด เช่น กลิ่นส้ม กลิ่นเลมอน แต่น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมน้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว ได้กลิ่นเฉพาะของตัวทำละลาย ซึ่งกลิ่นเฉพาะนั้นกลบกลิ่นของใบมะกรูด จึงทำให้กลิ่นของใบมะกรูดมีกลิ่นที่ไม่ชัดเจน ซึ่งส่งผลให้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมกับโพรพิลีนไกลคอลได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดสอบประสาทสัมผัสโดยการดมกลิ่นด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด (ดังตารางที่ 4.4) แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบชอบน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่มีกลิ่นของใบมะกรูดเข้มและชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การทดสอบทางประสาทสัมผัส (โดยการชิม)

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อทดสอบชิมในเมนูต้มยำกุ้งที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมตัวทำละลายที่ต่างกันแทนการใช้ใบมะกรูดสดในสูตร (ดังตารางที่ 3.1) โดยใส่น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมตัวทำละลายแต่ละชนิดในปริมาณที่เท่ากัน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดเมื่อใส่ในต้มยำกุ้งแสดงผล (ดังตารางที่ 4.6) และผลทดสอบประสาทสัมผัสด้านความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale ด้านสี กลิ่นของใบมะกรูด และความชอบโดยรวมแสดงผล (ดังตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.6 ผลรวมของการให้อันดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อผสมตัวทำละลายที่ต่างกันใส่ในเมนูต้มยำกุ้ง

ชนิดตัวทำละลาย	โพรพิลีนไกลคอล	น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันดอกทานตะวัน	น้ำมันรำข้าว
ผลรวมอันดับ	60[a]	81[b]	71[ab]	88[b]

หมายเหตุ : [a,b,c,...] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันของผลรวมอันดับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

จากการทดสอบประสาทสัมผัสโดยการชิมต้มยำกุ้งที่ใส่น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมตัวละลายแต่ละชนิด คือโพรพิลีนไกลคอล น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมตัวละลายที่แตกต่างกันส่งผลต่อความเข้มกลิ่นใบมะกรูดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p \leq 0.05$)* ซึ่งตัวเลขของผลรวมอันดับที่มีค่าน้อยแสดงถึงความเข้มกลิ่นมาก และตัวเลขที่มีค่ามากแสดงถึงความเข้มกลิ่นน้อย โดยน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมโพรพิลีนไกลคอลได้รับผลรวมอันดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดมากที่สุด ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดโดยการดมกลิ่น (ดังตารางที่ 4.4) และมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p > 0.05$)* กับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมน้ำมันดอกทานตะวัน แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p \leq 0.05$)* เมื่อเทียบกับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันรำข้าวดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบโดยวิธี 9 - point Hedonic Scale ของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อผสมตัวทำละลายที่ต่างกัน ใส่ในเมนูต้มยำกุ้ง

ปัจจัยคุณภาพ	ชนิดของตัวทำละลาย			
	โพรพิลีนไกลคอล	น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันดอกทานตะวัน	น้ำมันรำข้าว
สี^{ns}	7.43 ± 1.01	7.60 ± 1.04	7.90 ± 1.09	7.73 ± 1.08
กลิ่นใบมะกรูด	7.47 ± 1.22^{a}	6.67 ± 1.35^{b}	7.17 ± 1.02^{ab}	6.90 ± 1.06^{ab}
ความชอบโดยรวม	7.50 ± 1.07^{a}	6.80 ± 1.19^{b}	7.43 ± 0.94^{a}	7.27 ± 0.91^{ab}

หมายเหตุ : $^{a, b, c, \cdots}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

^{ns} อักษรแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

จากการทดสอบประสาทสัมผัสโดยการชิมเมนูต้มยำกุ้งที่ใส่น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมตัวทำละลายที่ต่างกัน พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมโพรพิลีนไกลคอล น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว ส่งผลให้คะแนนความชอบด้านสีแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)* โดยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7 คะแนน) เนื่องจากเมื่อนำไปประกอบอาหารไม่สามารถแยกสีของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดได้ จึงทำให้ความชอบของสีไม่แตกต่างกัน แต่ในด้านกลิ่นใบมะกรูด พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)* กับน้ำมันหอมระเหยที่ผสมน้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว โดยมีคะแนนอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย - ชอบปานกลาง (6-7 คะแนน) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำมันหอมระเหยที่ผสมน้ำมันถั่วเหลือง *($p\leq0.05$)* และด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมโพรพิลีนไกล-คอล และน้ำมันดอกทานตะวันมากที่สุด และแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)*กับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมน้ำมันรำข้าว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p\leq0.05$)* กับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมน้ำมันถั่วเหลือง

จากการศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมกับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิดได้แก่ โพรพิลีนไกลคอล น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว โดยพิจารณาจากผลการทดสอบประสาทสัมผัส พบว่าโพรพิลีนไกลคอลเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุดเมื่อผสมกับน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เนื่องจากได้รับผลรวมอันดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดมากที่สุด และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับคะแนนความชอบในทุก ๆ ปัจจัยคุณภาพที่ได้คะแนนสูงที่สุดเช่นกัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในอาหารไทย

จากการศึกษาปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผ่านการคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในข้อที่ 4.2 คือน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่สกัดได้ (ความเข้มข้นร้อยละ 5 ในโพรพิลีนไกลคอล) มาทำการทดสอบปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด 3 ระดับ ได้แก่ 1/8, 1/4, 1/2 ช้อนชา โดยตัวอย่างอาหารที่ทดลองใช้คือ ต้มยำกุ้ง แสดงผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในปริมาณที่แตกต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณการใช้		
	1/8 ช้อนชา	1/4 ช้อนชา	1/2 ช้อนชา
ความเข้มของกลิ่นรสใบมะกรูด^{ns}	6.86 ± 1.25	6.36 ± 1.81	6.16 ± 1.98
ความชอบโดยรวม^{ns}	6.16 ± 1.98	6.60 ± 1.61	6.20 ± 1.81

หมายเหตุ : ^{ns} อักษรแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p>0.05$)*

จากผลการทดลองการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผสมโพรพิลีนไกลคอล แทนการใช้ใบมะกรูดสดในต้มยำกุ้งในปริมาณที่ต่างกัน พบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในปริมาณที่แตกต่างกันส่งผลให้คะแนนความชอบด้านความเข้มของกลิ่นรสใบมะกรูด และความชอบโดยรวมแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)* ในทุก ๆ ปริมาณ โดยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6 คะแนน) ดังนั้นจึงเลือก 1/8 ช้อนชา เป็นปริมาณที่แนะนำในการใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดแทนการใช้ใบมะกรูดสดในต้มยำกุ้งสำหรับ 1 เสิร์ฟ เนื่องจากใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดปริมาณน้อยที่สุด แต่ได้รับคะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างกันกับปริมาณการอื่น ๆ ซึ่งในการศึกษาใช้การตวงเป็นช้อนชาเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้จริงในครัว

4.4 ผลการศึกษาความชอบ และการยอมรับของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาความชอบ และการยอมรับของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยนำน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผ่านการคัดเลือกในการผสมตัวทำละลายที่เหมาะสมในข้อที่ 4.2 คือน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมโพรพิลีนไกลคอล โดยบรรจุในขวดแก้วสีชา นำไปให้เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยทดสอบในรูปแบบการใช้งาน Home use test จำนวน 7 ท่าน (รายชื่อดังภาคผนวกตารางที่ จ 1) ทำการประเมินคุณภาพ และการยอมรับโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังการใช้ผลิตภัณฑ์ในการประกอบอาหารไทย (ภาพอาหารดังภาคผนวก จ 2) ซึ่งใช้เกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์หลังการใช้ ต้องมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 แสดงผลดังตารางที่ 4.9 - 4.13

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลทั่วไปของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทย

ข้อมูลสอบถาม	ผลการสำรวจ	ร้อยละ
เพศ	ชาย	57.14
	หญิง	42.86
อายุ	ต่ำกว่า 30 ปี	14.28
	31- 40 ปี	42.86
	41 - 50 ปี	-
	51 ปีขึ้นไป	42.86
อาชีพ	เชฟ	42.86
	อาจารย์	42.86
	เจ้าของกิจการร้านอาหาร	14.28
ประสบการณ์ในวงการอาหาร	ต่ำกว่า 10 ปี	14.28
	10-20 ปี	42.86
	มากกว่า 20 ปี	42.86
การศึกษา	ปริญญาโทกิตติมศักดิ์	14.28
	ปริญญาโท	42.86
	ปริญญาตรี	28.57
	ต่ำกว่าปริญญาตรี	14.29
ภูมิลำเนา	กรุงเทพมหานคร	28.57
	ต่างจังหวัด	71.43

จากตารางที่ 4.9 พบว่าเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยแบ่งเป็นเพศชายร้อยละ 57.14 และเพศหญิงร้อยละ 42.86 โดยมีอายุอยู่ในช่วงต่ำกว่า 30 ปีร้อยละ 14.28 อายุ 31- 40 ปีร้อยละ 42.86 และมีอายุ 51 ปีขึ้นไปร้อยละ 42.86 ทำอาชีพเป็นเชฟร้อยละ 42.86 เป็นอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยร้อยละ 42.86 และเป็นเจ้าของกิจการร้อยละ 42.86 ซึ่งมีประสบการณ์ในวงการอาหารต่ำกว่า 10 ปีร้อยละ 14.28 ในช่วง 10 - 20 ปี และมากกว่า 20 ปี มีร้อยละ 42.86 และมีการศึกษาในระดับปริญญามหาบัณฑิตกิตติมศักดิ์ร้อยละ 14.28 อยู่ในระดับปริญญาโทร้อยละ 42.86 ระดับปริญญาตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 14.28 และต่ำกว่าปริญญาตรีร้อยละ 14.29 โดยมีภูมิลำเนาอยู่ที่กรุงเทพมหานครร้อยละ 28.57 และภูมิลำเนาอยู่ต่างจังหวัดมีมากถึงร้อยละ 71.43

ตารางที่ 4.10 ผลการสำรวจเบื้องต้นของเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยเกี่ยวกับใบมะกรูด

ข้อมูลสอบถาม	ผลการสำรวจ	ร้อยละ
เมนูที่ใช้ใบมะกรูด	ต้มยำ	50
	แกงต่างๆ	50
เคยใช้ใบมะกรูดสดในต่างประเทศ	เคย	100
	ไม่เคย	-
ปัญหาที่พบเมื่อใช้ใบมะกรูดในต่างประเทศ	หาซื้อได้ยาก	37.5
	ราคาสูง	31.25
	อายุการเก็บรักษาสั้น	25
	ไม่สามารถนำใบมะกรูดเข้าต่างประเทศได้	6.25
สนใจที่จะลองใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด	สนใจ	100

จากตารางที่ 4.10 จากการสอบถามเบื้องต้นเกี่ยวกับใบมะกรูดจากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทย พบว่าเมนูที่ใช้ใบมะกรูดส่วนใหญ่ คือต้มยำ และแกงต่าง ๆ ร้อยละ 50 และเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยทุกท่านเคยใช้ใบมะกรูดในต่างประเทศ โดยพบปัญหาที่พบเมื่อใช้ใบมะกรูดในต่างประเทศ คือหาซื้อได้ยากมีถึงร้อยละ 37.5 รองลงมาคือ ราคาสูงร้อยละ 31.25 มีอายุการเก็บรักษาสั้นร้อยละ 25 และพบว่าไม่สามารถนำใบมะกรูดสดเข้าต่างประเทศได้ร้อยละ 6.25 และจากการสอบถามถึงความสนใจในการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยทุกท่านสนใจทดลองใช้ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบจากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดหลังทดลองใช้ประกอบอาหารไทย

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าเฉลี่ยคะแนน
ความสะดวกในการใช้งาน	8.14 ± 0.69
กลิ่นใบมะกรูด (ดมน้ำมัน)	8.00 ± 0.00
กลิ่นใบมะกรูดเมื่อใส่ในอาหาร (ดมอาหาร)	7.43 ± 0.53
กลิ่นรสใบมะกรูดเมื่อใส่ในอาหาร (ชิมอาหาร)	7.86 ± 0.69
ความชอบโดยรวม	7.86 ± 0.38

จากตารางที่ 4.11 พบว่าหลังจากที่เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยได้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในการประกอบอาหารไทย ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านความสะดวกในการใช้งาน และกลิ่นของใบมะกรูดเมื่อดมน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดก่อนใช้งานอยู่ในระดับชอบมาก (8 คะแนน) และเมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในอาหาร พบว่ากลิ่นใบมะกรูดในอาหารอยู่ในระดับความชอบปานกลาง (7 คะแนน) ส่วนด้านความชอบโดยรวมของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเชฟและผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7 คะแนน)

ตารางที่ 4.12 ผลการยอมรับ และความคิดเห็นจากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดหลังการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์

ข้อมูล	ผลการสำรวจ	ร้อยละ
การยอบรับผลิตภัณฑ์	ยอมรับ	100
ปริมาณที่ต้องการให้บรรจุน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดต่อ 1 หน่วย บรรจุภัณฑ์	10 ml	28.57
	15 ml	42.86
	100 ml	28.57
ราคาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม	ต่ำกว่า 50 บาท	57.14
ต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์ที่ทดลองใช้ (10 ml)	50 ขึ้นไป	42.86
ถ้าผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดวางจำหน่ายท่านสนใจซื้อหรือไม่	ซื้อ	85.72
	ไม่ซื้อ	14.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.12 พบว่าเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่ได้ทดลองผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดทุกท่านให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 และจากความคิดเห็นปริมาณที่ต้องการบรรจุน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด ต่อ 1 หน่วย ต้องการให้บรรจุ 10 ml ร้อยละ 28.57 15 ml 42.86 และ 100 ml ร้อยละ 28.57 ซึ่งมีความคิดเห็นต่อราคาที่เหมาะสมต่อ 1 หน่วยที่ให้ทดลองใช้ (10 ml) ในราคาต่ำกว่า 50 บาท ร้อยละ 57.14 และ 50 ขึ้นไปร้อยละ 42.86 และถ้าผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดวางจำหน่าย เชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยสนใจซื้อร้อยละ 85.72 และไม่สนใจซื้อมีเพียงร้อยละ 14.28 โดยให้เหตุผลที่ไม่สนใจซื้อ เพราะภายในประเทศไทยมีใบมะกรูดสดให้ใช้ แต่ถ้าไปต่างประเทศจะซื้อแน่นอน เนื่องจากพกพาสะดวกและง่ายต่อการเก็บรักษา อีกทั้งมีกลิ่นหอม และสามารถใช้แทนการใช้ใบมะกรูดสดในการประกอบอาหารได้จริง

4.5 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในระหว่างการเก็บรักษา

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่า สภาวะการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่เหมาะสมคือการสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง และนำน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่สกัดได้ (ความเข้มข้นร้อยละ 5 ในโพรพิลีนไกลคอล) จากนั้นเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในขวดแก้วสีชาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัส และนำผลิตภัณฑ์มาทำการตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 2 สัปดาห์

4.5.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1) ค่าสี

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^*, a^*, b^*) ของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยตัวอย่างควบคุมมีค่าค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 100.28 ± 0.02 ค่าสีเขียว-แดง (a^*) เท่ากับ -0.21 ± 0.01 และค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b^*) เท่ากับ 0.85 ± 0.01 จากตารางที่ 4.13 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่างกัน เมื่อเก็บรักษาระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดทั้ง 2 อุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงจากเริ่มต้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ส่งผลให้สีของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดมีความใสน้อยลง ซึ่งการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีผลให้ค่าความสว่างลดลงมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และค่าสีเขียว-แดง (a^*) พบว่าการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นส่งผลให้เฉดสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลง แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีออกห่างจากเฉดสีเขียวจนกระทั่งเปลี่ยนแปลงไปในเฉดสีแดงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b^*) พบว่าค่า (b^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นทั้ง 2 อุณหภูมิส่งผลให้เฉดสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ค่า (b^*) เพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ลักษณะทางกายภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ค่าสี		ระยะเวลา (สัปดาห์)						
		0	2	4	6	8	10	12
*L**	4 องศาเซลเซียส	100.28 ± 0.02^{a}	99.10 ± 0.00^{f}	99.05 ± 0.00^{g}	99.63 ± 0.01^{d}	99.79 ± 0.01^{c}	99.90 ± -0.02^{b}	99.47 ± 0.00^{e}
	30 องศาเซลเซียส	100.28 ± 0.02^{a}	99.23 ± 0.09^{e}	99.01 ± 0.00^{f}	100.16 ± 0.00^{c}	100.24 ± 0.00^{b}	100.07 ± 0.00^{d}	100.05 ± 0.01^{d}
*a**	4 องศาเซลเซียส	-0.21 ± 0.01^{a}	0.14 ± 0.01^{b}	-0.04 ± 0.01^{e}	-0.02 ± 0.01^{g}	-0.06 ± 0.01^{c}	-0.02 ± 0.01^{f}	-0.05 ± 0.02^{d}
	30 องศาเซลเซียส	-0.21 ± 0.01^{a}	-0.14 ± 0.01^{b}	0.09 ± 0.01^{e}	0.20 ± 0.01^{f}	0.11 ± 0.01^{d}	0.19 ± 0.01^{f}	0.17 ± 0.01^{e}
*b**	4 องศาเซลเซียส	0.85 ± 0.01^{a}	2.02 ± 0.01^{g}	1.92 ± 0.01^{e}	1.95 ± 0.01^{f}	1.86 ± 0.01^{c}	1.60 ± 0.01^{b}	1.87 ± 0.01^{d}
	30 องศาเซลเซียส	0.85 ± 0.01^{a}	1.81 ± 0.01^{c}	1.18 ± 0.01^{c}	1.21 ± 0.01^{cd}	1.30 ± 0.01^{d}	1.04 ± 0.01^{b}	1.07 ± 0.01^{b}

หมายเหตุ : $^{a,b,c,\ldots}$อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4.5.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1) ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงผลดังตารางที่ 4.14 และจากการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ระยะเวลา 0 ถึง 12 สัปดาห์ ไม่ทำให้มีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับตัวอย่างควบคุม แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าเก็บรักษาตั้งแต่ระยะเวลา 0 ถึง 8 สัปดาห์ มีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็น 0, 0, 0.03, 0.05 และ 0.05 มิลลิกรัมสมมูลย์ ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัมตามลำดับ อย่างไรก็ตามผลที่ได้แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับตัวอย่างควบคุม และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่ตั้งแต่ระยะเวลา 10 ถึง 12 สัปดาห์มีค่าเปอร์ออกไซด์มากที่สุดคือ 0.1 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ($p\leq0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ (สุยัญญา , 2557) ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำมันเมล็ดสะเดาช้างแบบแช่ยุ่ยในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 ,55 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าค่าเปอร์ออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บในอุณหภูมิสูง โดยค่าเปอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของออกซิเจนกับน้ำมัน ถึงแม้ว่าการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ระยะเวลา 10 ถึง 12 สัปดาห์จะมีค่าเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมสมมูลย์ ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเปอร์ออกไซด์ในระดับน้อยมากเมื่อเทียบกับข้อกำหนด โดยกำหนดไว้ว่าค่าเปอร์ออกไซด์ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลย์ ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ค่าเปอร์ออกไซด์ (มิลลิกรัมสมมูลย์	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
ต่อ น้ำมันและไขมัน 1 กิโลกรัม)	0^{ns}	2^{ns}	4^{ns}	6^{ns}	8^{ns}	10	12
ตัวอย่างควบคุม	0^{A}	0^{A}	0^{A}	0^{A}	0^{A}	$0^{A,a}$	$0^{A,a}$
4 องศาเซลเซียส^{ns}	0 ± 0.00	0 ± 0.00	0 ± 0.00	0 ± 0.00	0 ± 0.00	0^{a} ± 0.00	0^{a} ± 0.00
30 องศาเซลเซียส	0^{A} ± 0.00	0^{A} ± 0.00	0.03^{A} ± 0.05	0.05^{AB} ± 0.06	0.05^{AB} ± 0.06	$0.1^{B,b}$ ± 0.00	$0.1^{B,b}$ ± 0.00

หมายเหตุ : $^{a, b, c, \cdots}$ อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

$^{A, B, C, \cdots}$ อักษรพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

^{ns} อักษรแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p > 0.05$)*

ตารางที่ 4.15 คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในด้านสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ด้วยวิธี Difference from control

ด้านสี	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
	0^{ns}	2^{ns}	4^{ns}	6^{ns}	8^{ns}	10^{ns}	12^{ns}
ตัวอย่างควบคุม	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.18
4 องศาเซลเซียส^{ns}	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.18
30 องศาเซลเซียส^{ns}	0.00 ± 0.00	0.00 ±0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.25	0.03 ± 0.18	0.03 ± 0.31

หมายเหตุ : ^{ns} อักษรแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p > 0.05$)*

ตารางที่ 4.16 คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในด้านกลิ่นใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ด้วยวิธี Difference from control

กลิ่นใบมะกรูด	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
	0^{ns}	2^{ns}	4^{ns}	6^{ns}	8^{ns}	10^{ns}	12^{ns}
ตัวอย่างควบคุม	0.00 ± 0.00	0.23 ± 0.76	0.13 ± 0.97	0.07 ± 1.44	0.20 ± 1.27	0.17 ± 1.86	0.23 ± 1.43
4 องศาเซลเซียส	0.00 ± 0.00	0.03 ± 1.13	-0.07 ± 1.39	0.07 ±1.60	-0.23 ± 1.79	-0.17 ± 1.51	-0.27 ± 2.02
30 องศาเซลเซียส	0.00 ± 0.00	0.07 ± 0.69	0.20 ± 0.81	0.27 ± 1.68	0.40 ± 1.77	0.43 ± 1.83	0.43 ± 2.27

หมายเหตุ : ^{ns} อักษรแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *(p>0.05)*

ตารางที่ 4.17 คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในด้านความแตกต่างโดยรวม เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ด้วยวิธี Difference from control

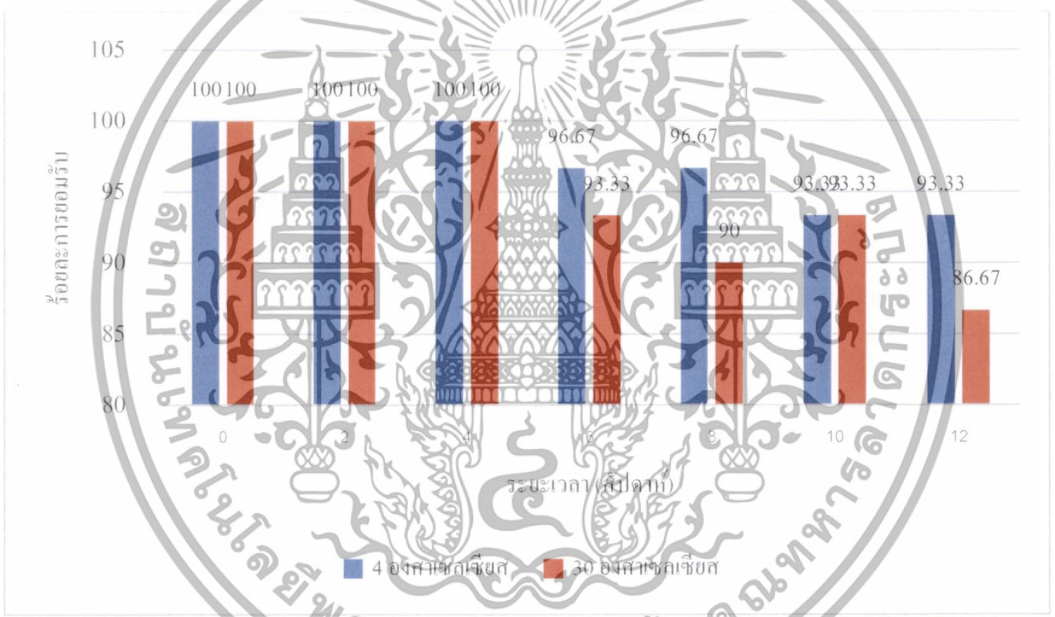
ความแตกต่างโดยรวม	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
	0^{ns}	2^{ns}	4^{ns}	6^{ns}	8^{ns}	10^{ns}	12^{ns}
ตัวอย่างควบคุม	0.00 ± 0.00	0.23 ± 0.23	0.20 ± 0.89	0.17 ± 1.18	0.23 ± 1.36	0.27 ± 1.51	0.23 ± 1.59
4 องศาเซลเซียส	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.81	0.10 ± 1.03	0.17 ± 1.41	-0.10 ± 1.77	-0.13 ± 1.59	-0.37 ± 1.88
30 องศาเซลเซียส	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.67	0.13 ±0.78	0.27 ± 1.55	0.43 ± 1.55	0.43 ± 1.87	0.47 ± 2.06

หมายเหตุ : ^{ns} อักษรแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *(p>0.05)*

4.5.3 วิเคราะห์คุณทางประสาทสัมผัส

1) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบประสาทสัมผัสโดยเปรียบเทียบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด และการยอมรับผลิตภัณฑ์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 4.15 ถึง 4.17 พบว่าการทดสอบประสาทสัมผัสด้วยวิธีเปรียบเทียบจากตัวอย่างควบคุม (Difference from control) ด้านสี กลิ่นใบมะกรูด และความแตกต่างโดยรวม มีคะแนนค่าเฉลี่ยที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดทั้ง 2 อุณหภูมิ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ หรืออาจเกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับน้อยมาก จึงทำให้ผลการทดสอบประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ ไม่มีความแตกต่างจากตัวจากควบคุม



ภาพที่ 4.2 ร้อยละการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

จากภาพที่ 4.2 การทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0 ถึง 4 สัปดาห์ ผู้ทดสอบให้การยอมรับร้อยละ 100 แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 ถึง 12 สัปดาห์ ตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มการยอมรับลดลงอยู่ระหว่างร้อยละ 96.67 ถึง 93.33 ส่วนตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 86.67 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอมระเหยจากใบมะกรูดที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยสามารถสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน และแสง ทำให้น้ำมันหอมระเหยเสื่อมคุณภาพและเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น จึงควรเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยในอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส หรือเก็บไว้ในตู้เย็น (กัญจน์ญาดา, 2547) โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้มมีอายุการเก็บรักษาสั้นเพียง 9 ถึง 18 เดือน (อมลยา, 2554) จึงจำเป็นต้องเก็บรักษาอย่างถูกวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งเป็นสภาวะที่มีปริมาณผลผลิตมากคือร้อยละ 0.49 และมีปริมาณสารให้กลิ่น Citronellal ที่สำคัญในใบมะกรูดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งตรงตามมาตรฐานกำหนดไว้

2. โพรพิลีนไกลคอล เป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเพื่อใช้ในอาหารไทย

3. น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในปริมาณ 1/8 ช้อนชา เป็นปริมาณที่แนะนำในการใช้ในเมนูต้มยำกุ้งสำหรับ 1 เสิร์ฟต่อน้ำต้มยำกุ้ง 250 กรัม

4. ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด มีความชอบ และได้รับการยอมรับจากเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ความชอบด้านความสะดวกในการใช้งานอยู่ในระดับชอบมาก ด้านกลิ่นใบมะกรูด และความชอบโดยรวมได้รับคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง และได้การยอมรับร้อยละ 100 รวมทั้งสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 85.72

5. ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด สามารถโดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้อย่างน้อย 12 สัปดาห์

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดด้วยวิธีอื่นที่สามารถคงคุณภาพได้มากที่สุด เช่น การกลั่นภายใต้แรงดัน เพื่อช่วยลดอุณหภูมิของไอน้ำทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีและบริสุทธิ์
2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ม.ป.ป. เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวที่สภาวะเหนือวิกฤต. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.clinictech.most.go.th/online/techlist/attachFile/2013106038471.pdf

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 205 เรื่องน้ำมันและไขมัน.

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2544. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันใบมะกรูด (MAKRUT LEAVES OIL) มอก. 2079-2544.** กรุงเทพ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

คมสัน หุตะแพทย์. 2551. **การสกัดน้ำมันหอมระเหย การใช้ประโยชน์และการทำผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เกษตรกรรมธรรมชาติ.

จุไรรัตน์ แสงสวัสดิ์. 2551. การสกัดน้ำมันหอมระเหย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : www.agriman.doae.go.th/home/news3/news3_1/vagetable/0007sakad.doc

เฉลิมพล วนวงศ์ไทย. 2554. หลักการในการใช้น้ำมันหอมระเหย. ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://oldweb.pharm.su.ac.th/thai/Organizations/DIS/Articles/Drug001.asp

ฐาปนีย์ หงส์รัตนาวรกิจ. 2550. **น้ำมันหอมระเหยและการใช้ในสุคนธบำบัด.** คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

ทิพย์ธิดา แก้วตาทิพย์, เพลินใจ ตังคณะกุล และเกศศิณี ตระกูลทิวากร. 2558. “ผลของความร้อนต่อชนิดและปริมาณสารระเหยให้กลิ่นในใบมะกรูด.” สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทีมงานไทยยุโรป.เน็ต ประจำสถานเอกอัครราชทูตไทย ณ กรุงบรัสเซลส์. 2550. Blue Elephant สร้างนวัตกรรม ขยายโอกาสอาหารไทยในโลก. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www2.thaieurope.net/blue-elephant-%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%82%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B9%82%E0%B8%AD%E0%B8%81/

ทีมงานไทยยุโรป.เน็ต ประจำสถานเอกอัครราชทูตไทย ณ กรุงบรัสเซลส์. 2554. ผลการประชุมหารือเกี่ยวกับปัญหาการส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารจากไทยไปยังอียู. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www2.thaieurope.net/%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%81%E0%B8%B2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%8A%E0%B8%B8%
E0%B8%A1%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B8%AD
%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%A7/

ธาริณี ทิมาบุตร. 2552. “การสกัดสารหอมจากใบเตยเพื่อใช้ในการผลิตข้าวเคลือบสารหอมบรรจุซองรีทอร์ท เพาซ์.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นฤพร เฟื่องฟุ้ง. 2552. “ผลของวิธีการทำแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของใบมะกรูดระหว่างการเก็บรักษา.” วิทยาศตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประเทืองศรี สินชัยศรี. 2547. **พรรณพืชหอมและน้ำมันหอมระเหย.** กรุงเทพฯ : นีออนบุ๊คมีเดีย.

ปาทิตา สกุลวิริยบุตร. 2557. ต้มยำกุ้ง [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://pun222.blogspot.com/2014_01_01_archive.html

พลังเกษตร. 2558. การปลูกมะกรูด ระยะชิด ได้ทั้งใบ ทั้งกิ่งพันธุ์ ตอนที่ 1 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.palangkaset.com/ผักเศรษฐกิจ/การปลูกมะกรูด-ระยะชิด-1

พัทรารินี มุนิลโท. 2550. **การสกัดพืชหอมและน้ำมันหอมระเหย.** นนทบุรี : พิมพ์ทอง.

ระพีพรรณ เทพคุณ. 2558. **70 เมนูอาหารไทย (Thai Recipes).** กรุงเทพฯ : เอ็มไอเอส.

วิมล ศรีศุข, วราภรณ์ จรรยาประเสริฐ, มัลลิกา ชมนาวัง, วีณา นุกูลการ, สมพร ศรีเฟื่องฟุ้ง, เข็มทอง มิตรกูล, วัลลา ตั้งรักษาสัตย์, จิตรกร คูวัฒนสุชาติ และสมหมาย ชอบอิสระ. 2555. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะกรูดและน้ำมันใบมะกรูด เพื่อป้องกันฟันผุ และบรรเทาอาการไอ / เจ็บคอ ที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย.” รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการย่อยที่ 7, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศรีไพร เย็นแย้ม. 2548. **คุณค่าผักคืออาหารและยา.** กรุงเทพฯ : ไพลิน.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. **น้ำมันหอมระเหยไทย (Thai Essential Oil).** กรุงเทพฯ : จัดพิมพ์โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สาวิตรี จันทรานุรักษ์. 2544. “การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรเหลือทิ้งจากโรงงานน้ำพริกเพื่อใช้ในการเพิ่มกลิ่นรสของน้ำพริกส่งออก.” รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนอุดหนุนวิจัย มก. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวิภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุจินดา เทพพักทัน. 2554. “การสกัดและการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยจากผลมะกรูด.” ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพจน์ คิลานเภสัช. 2543. **สมุนไพรเครื่องเทศและพืชปรุงแต่งกลิ่นรส.** กรุงเทพฯ : ประพันธ์สาส์น จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุทัศน์ สุระวัง และจริญญา พันธุรักษา. 2549. "การสกัดและการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารของน้ำมันหอมระเหยจากกะเพรา." ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2537. **สถิติการวางแผนการทดลอง เล่มที่ 2**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซท.

สุฮัยญา แวยูโซ๊ะ, 2557. "อายุการเก็บรักษาและผลต่อลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti Linnaeus*) ของน้ำมันเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excels Jack*)." วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อนุสรา มิตรสันเทียะ. 2558. "การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มซ่า (CITRUS AURANTIUM VAR. AURANTIUM) และการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร." ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อรพรรณ ชัยมณี. 2555. Propylene glycol [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.summacheeva.org/index_thaitox_propylene_glycol.htm

AOCS. 1997. Offocial Method and Recommended Practices of the AOCS. 4th ed. **American Oil Chemists's Society.** AOCS Press. Champaign. Addition and Revision. Method Cd 8-53 : Peroxide value (acetic acid – chloroform method).

Boutekedjiret, C., Bentahar, F., Belabbes, R. and Bessiere, J.M.. 2003. "Extraction of rosemary essential oil by steam distillation and hydrodistillation." **Flavour and fragrance Journal**. 18 : 481 – 484

Eduardo, C. and Rubem M. 2006. "Experiments and Modeling of the Cymbopogon winterianus Essential Oil Extraction by Steam Distillation." J. Mex. Chem. Soc., 50(3) : 126-129.

Fan Siew Loh, Rita Muhamad Awang, Dzolkhifli Omar and Mawardi Rahmani. 2011. "Insecticidal properties of Citrus hystrix DC leaves essential oil against Spodoptera litura fabricius." Department of Plant Protection, Universiti Putra Malaysia

Lawrence, M. Jame, W., Suart, J.. and Verapong, P. 1971. "Constituents of the leaf and peel oil of Citrus Hystrix, D.C.." **Phytochemistry** : 1404 - 1405.

Lawless, H.T. and Heymann, H. 1999. **Sensory evaluation of food: Principles and practices.** New York : Kluwer Academic/Plenum Publishers.

MedThai. 2013. มะกรูด สรรพคุณและประโยชน์ของมะกรูด 38 ข้อ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://medthai.com/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B8%94/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nurhani, K., Zuraida, M., Zakiah, Y., Mohd Hezri Fazalul, R., Mohd Nasir, T. and Zaibunnisa A. 2013. "Extraction of citrus hystrix D.C. (Kaffir Lime) essential oil using automated steam distillation process : analysis of volatile compound." Faculty of Electrical Engineering, Universiti Teknologi MARA.

Prats, SM., and Jimenez, A. 2010. **Essential oil : analysis by GC.,** J. In Encyclopedia of chromatography. 2nd ed., CRC Press.

Walandari, W., Y, Darmadji, P.and Kurniawati, L. 2017. "Antioxidant Properties of Kaffir Lime oil as Affected by Hydrodistillation Process." Departement of Food Technology, Slamet Riyadi University.

Zaibunnisa, A. and Chutima, W.. 2012. "Extraction of volatile oil from kaffir lime leaves (Citrus hystrix) using pressurized liquid extraction." Faculty of Applied Sciences, Universiti Teknologi MARA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

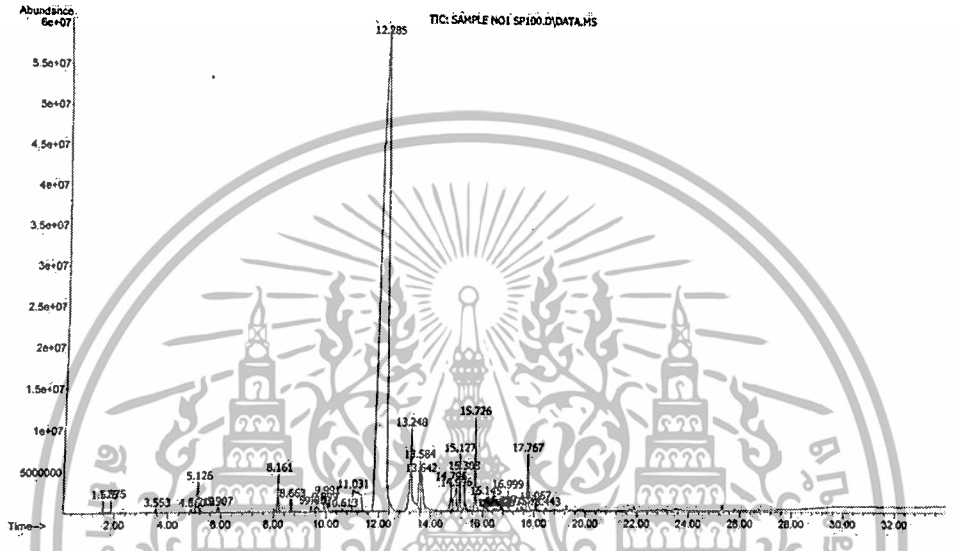
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

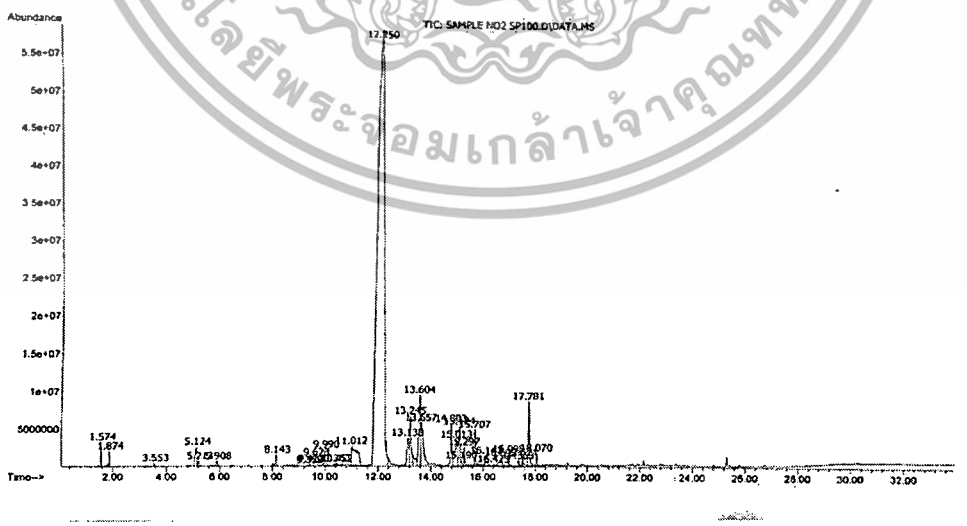
ตารางผลการทดลอง

ภาคผนวก ก 1

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดย GC-MS

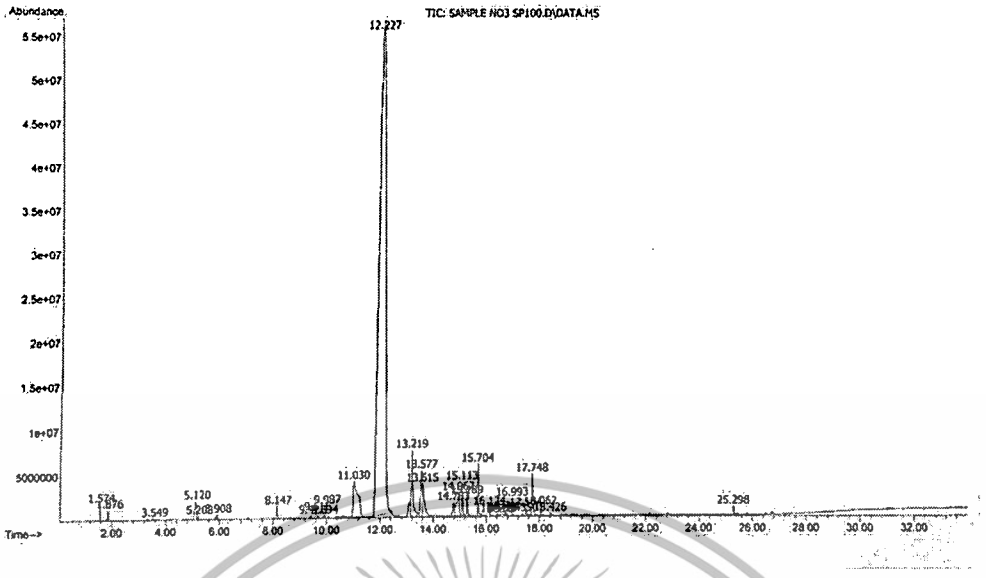


ภาพที่ ก 1 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

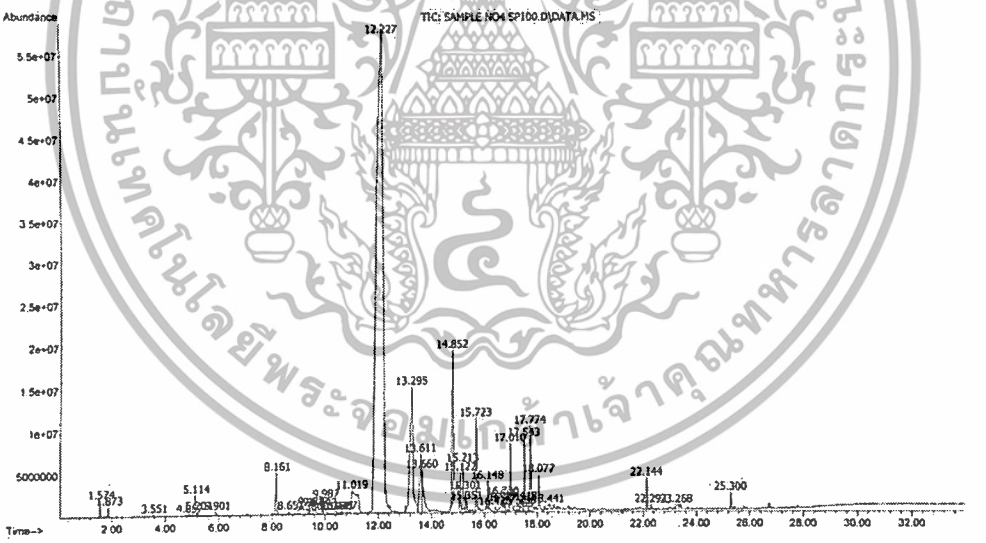


ภาพที่ ก 2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

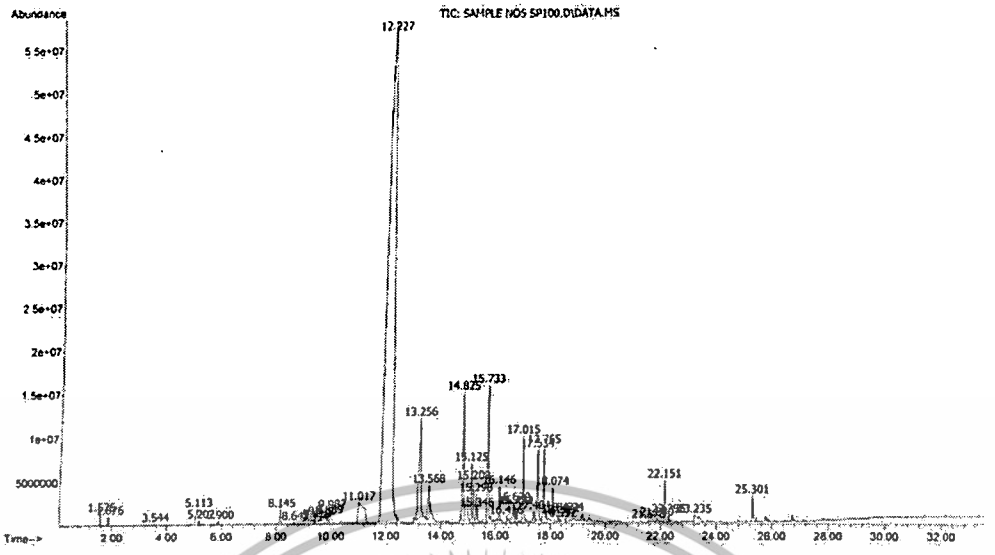


ภาพที่ ก 3 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

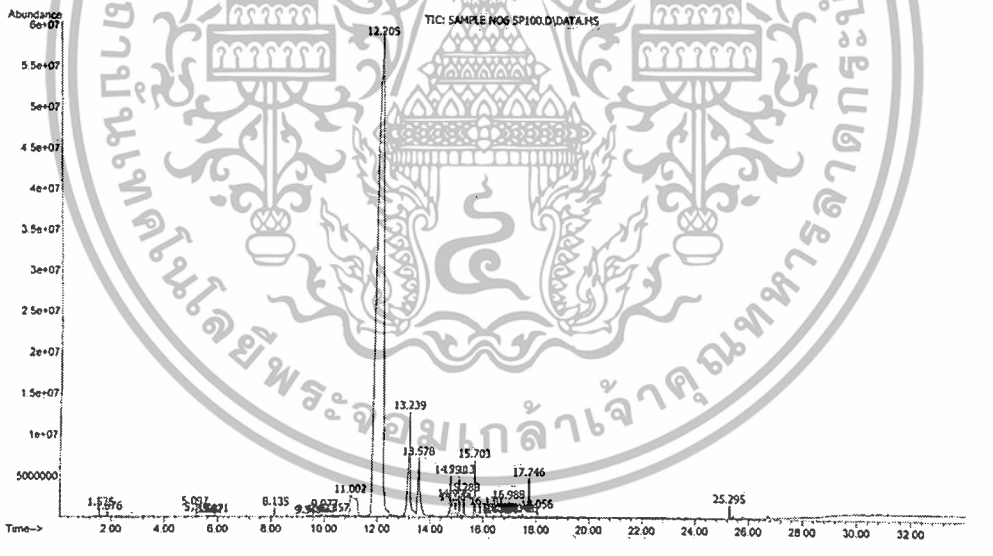


ภาพที่ ก 4 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

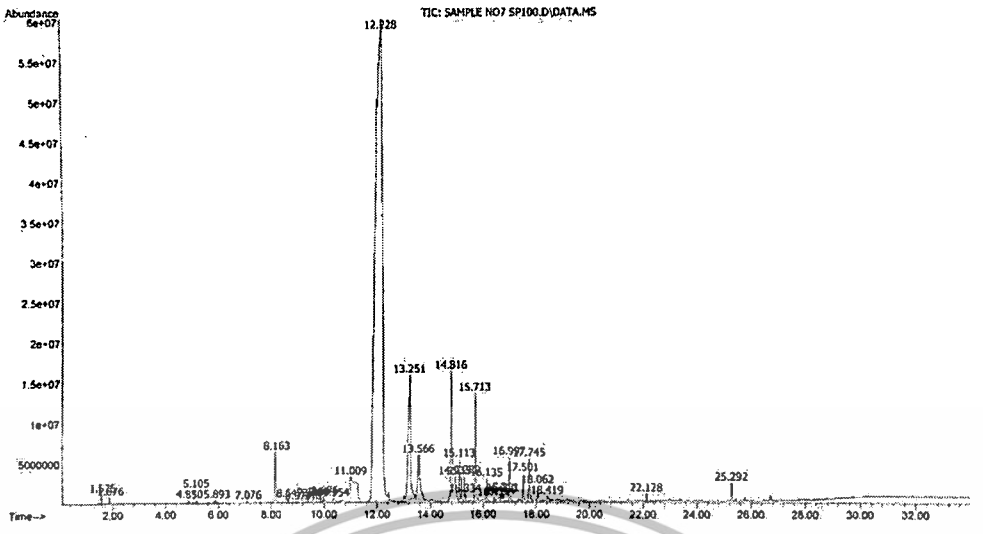


ภาพที่ ก 5 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

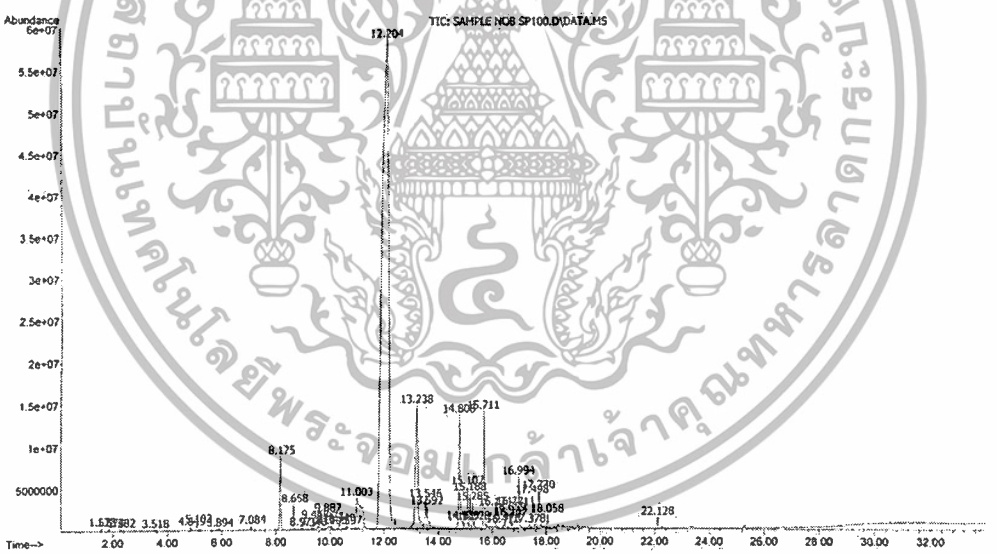


ภาพที่ ก 6 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

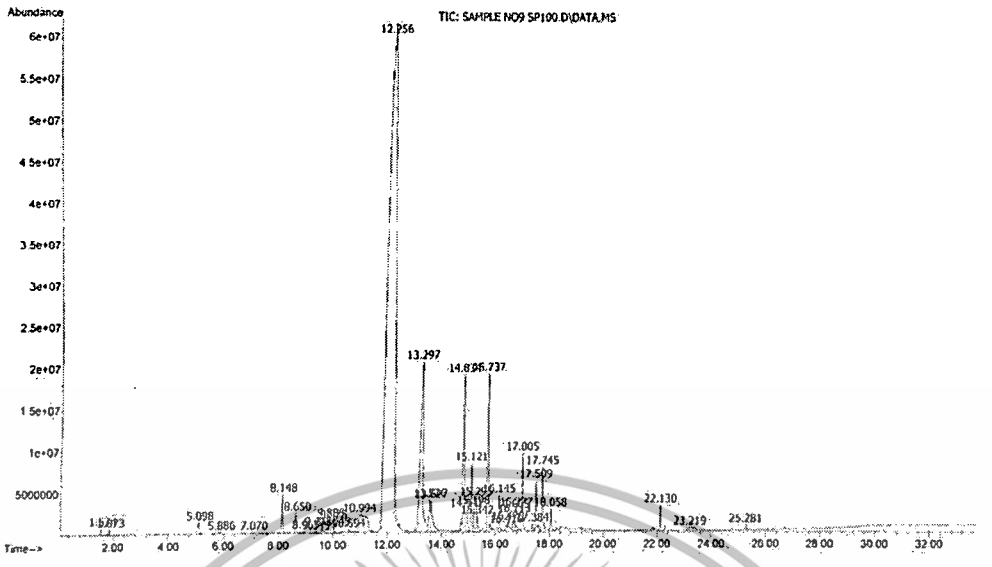


ภาพที่ ก 7 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง



ภาพที่ ก 8 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก 9 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เมื่อสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ข 1. การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิต (Yield) (Nurhani *et al.*, 2013)

การวัดปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยคำนวณจากสูตร

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{ร้อยละของปริมาณผลผลิต (โดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักปริมาณผลผลิตที่ได้รับ} \times 100}{\text{น้ำหนักใบมะกรูดสด}}$$

ข 2. การวิเคราะห์ค่าสี (Color)

การวัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Hunter lab รุ่น ColorQuest XE

L^* คือค่าความสว่าง (lightness) : ค่า L อยู่ในช่วง 0 ถึง 100 (ค่า L^* มาก แสดงถึง ความสว่างมาก, L^* น้อยแสดงถึง ความสว่างน้อย) a^* คือค่าสีเขียวและแดง (greenness/redness) : ค่า a^* เป็นลบ (-) แสดงสีในโทนสีเขียว, ค่า a^* เป็นบวก (+) แสดงสีในโทนสีแดง และ b^* คือค่าสีน้ำเงินและเหลือง (blueness/yellowness) : ค่า b^* เป็นลบ (-) แสดงสีในโทนสีน้ำเงิน, ค่า b^* เป็นบวก (+) แสดงสีในโทนสีเหลือง

<u>วิธีการวิเคราะห์ดังนี้</u>

1. ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration

2. วัดสีโดยนำตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดใส่ glass cell 25 ml อ่านค่า แสดงผลการวัด (L^*, a^*, b^*) ทำการวัด 10 ซ้ำ

3. นำค่าสี (L^*, a^*, b^*) ไปหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
การวิเคราะห์ทางเคมี

ค 1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย โดยใช้เครื่อง Gas chromatograph Mass spectrometer (GC-MS) Agilent Technologie รุ่น GC 7890A/MS5975C ใช้คอลัมน์ DB-5HT ยาว 30 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร หนา 0.10 ไมโครเมตร ในการวิเคราะห์

1. ฉีดสารละลายตัวอย่างปริมาณ 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง GC-MS ใช้ก๊าซฮีเลียมเป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้อุณหภูมิในการฉีด 280°C ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (oven) ตั้งโปรแกรมอุณหภูมิที่ใช้วิเคราะห์ คือ 40°C คงที่เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 10°C ต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 280°C คงที่เป็นเวลา 5 นาที

2. ระบุชนิดสาร โดยเปรียบเทียบข้อมูล mass spectrum ที่ได้ของสารระเหยแต่ละชนิดกับ Wiley library ร่วมกับค่า retention index (RI) ของสารแต่ละชนิดกับฐานข้อมูลอื่น ที่ใช้คอลัมน์ชนิดเดียวกัน ซึ่งค่า RI คำนวณจากการเปรียบเทียบค่า RT ของสารแต่ละชนิดกับค่า RT ของสารมาตรฐานที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยคอลัมน์และสภาวะเดียวกัน

3. คำนวณปริมาณสารระเหยแต่ละชนิด โดยการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของสารนั้น ๆ กับ internal standard ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค 2. การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์ (AOCS, 1997)

<u>อุปกรณ์</u>

1 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล.

2 ปิเปตขนาด 5 และ 0.5 มล.

3 ขวดปริมาตรขนาด 1000 มล.

4 ขวดสีชาขนาด 250 มล.

5 ปิวเรต

<u>สารเคมี</u>

1. สารละลายของกรดอะซิติก (glacial acetic acid) และคลอโรฟอร์ม ที่อัตราส่วน3:2

2. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์อิ่มตัว (Saturated KI Solution) : เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ มากเกินพอให้น้ำกลั่นต้มเดือด ทิ้งไว้ให้เย็น มีตะกอนโพแทสเซียมไอโอไดด์ เก็บสารละลายในขวดสีชา ถ้าต้องการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์อิ่มตัว ให้ปิเปตสารละลายมา 0.5 มล. ใส่ใน 30 มล. ของสารละลายผสมของกรดอะซีติก-คลอโรฟอร์ม หยดอินดิเคเตอร์สารละลายแป้ง 2 หยด ถ้ามีสีน้ำเงินและต้องใช้สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 5H_2O$) 0.1 นอร์มัลมากกว่า 1 หยด เพื่อทำให้สีน้ำเงินหายไป ควรเตรียมสารละลายนี้ใหม่

3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 5H_2O$) 0.1 นอร์มัล : เตรียมโดยละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 24.9 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) ในน้ำกลั่นต้มเดือด และเจือจางเป็น1 ลิตรในขวดปริมาตรขนาด 1000 มล. หรือถ้าต้องสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.01 นอร์มัล เตรียมโดยปิเปต 0.1 N. โซเดียมไทโอซัลเฟต 100 มล. เจือจางเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปริมาตรขนาด 1000 มล.)

4. สารละลายแป้ง : เตรียมโดยละลายแป้ง 1 กรัม ในน้ำกลั่นต้มเดือด ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ถ้าต้องการเก็บสารละลายแป้งไว้ใช้ ควรเติมกรดซาลิไซลิก (Salicylic acid) 1.25 กรัมต่อลิตร และ เก็บในตู้เย็น

<u>วิธีการ</u>

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5.00 ± 0.05 (blank ใช้น้ำกลั่น 5 มล.) ใส่ในขวดชมพู่ขนาด 250 มล. เติมสารละลายกรดอะซีติก - คลอโรฟอร์ม 30 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2. เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์อิ่มตัว 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3. เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เติมสารละลายแป้ง 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

5. นำไปไทไทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.01 นอร์มัล อย่างช้า ๆ เขย่าจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์ (มิลลิกรัมสมมูลย์เปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมันหนึ่งกิโลกรัม)} = \frac{(S-B) \times N \times 1000}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)

S = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง (มล.)

B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไทเทรต blank (มล.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ง 1

แบบสอบถามเพื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ง 1.1 แบบสอบถามวิธีการเรียงลำดับความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเมื่อสกัดสภาวะต่างกัน

แบบสอบถามด้วยวิธีเรียงลำดับความแตกต่าง

ผลิตภัณฑ์ : น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด วันที่_____ผู้ทดสอบ_____

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง เรียงลำดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดตามที่ท่านรู้สึกให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง โดยมีสเกลความเข้มกลิ่นดังนี้ 1 = กลิ่นเข้มมากที่สุด และ 4 = กลิ่นเข้มน้อยที่สุด

รหัสตัวอย่าง	**รหัส.....**	**รหัส.....**	**รหัส.....**	**รหัส.....**
ลำดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด				

ข้อเสนอแนะ .....

ง 1.2 แบบสอบถามวิธีการเรียงลำดับความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวละลาย (โดยการดมกลิ่น)

แบบสอบถามด้วยวิธีเรียงลำดับความแตกต่าง

ผลิตภัณฑ์ : น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวทำละลาย วันที่_____

ผู้ทดสอบ_____

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง เรียงลำดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดตามที่ท่านรู้สึกให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง โดยมีสเกลความเข้มกลิ่นดังนี้ 1 = กลิ่นเข้มมากที่สุด และ 4 = กลิ่นเข้มน้อยที่สุด

รหัสตัวอย่าง	**รหัส.....**	**รหัส.....**	**รหัส.....**	**รหัส.....**
ลำดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด				

ข้อเสนอแนะ .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง 1.3 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวละลาย (โดยการดมกลิ่น)

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ : น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวละลาย วันที่_____

ผู้ทดสอบ_____

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึกให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง โดยสเกลความชอบมีดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

ปัจจัยคุณภาพ	รหัส.....	รหัส	รหัส.....	รหัส.....
สี				
กลิ่นรสใบมะกรูด				
ความชอบโดยรวม				

ง 1.4 แบบสอบถามวิธีการเรียงลำดับความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวละลาย (โดยการชิม) ในเมนูต้มยำกุ้ง

แบบสอบถามด้วยวิธีเรียงลำดับความแตกต่าง

ผลิตภัณฑ์ : น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวละลาย วันที่_____

ผู้ทดสอบ_____

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง เรียงลำดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูดตามที่ท่านรู้สึกให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง โดยมีสเกลความเข้มกลิ่นดังนี้ 1 = กลิ่นเข้มมากที่สุด และ 4 = กลิ่นเข้มน้อยที่สุด

รหัสตัวอย่าง	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลำดับความเข้มของกลิ่นใบมะกรูด				

ข้อเสนอแนะ .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง 1.5 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวละลาย (โดยการชิม) ในเมนูต้มยำกุ้ง

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ : น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวละลาย วันที่_____

ผู้ทดสอบ_____

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึกให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง โดยสเกลความชอบมีดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

ปัจจัยคุณภาพ	รหัส.....	รหัส	รหัส.....	รหัส.....
สี				
กลิ่นรสใบมะกรูด				
ความชอบโดยรวม				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง 1.6 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดผสมตัวละลายต่อปริมาณการใช้ ในเมนูต้มยำกุ้ง

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ : น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด (ใส่ในต้มยำกุ้ง) วันที่_____

ผู้ทดสอบ_____

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึกให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง โดยสเกลความชอบมีดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉยๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

ปัจจัยคุณภาพ	รหัส.....	รหัส	รหัส.....
ความเข้มกลิ่นรสใบมะกรูด			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ : _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง 1.7 แบบสอบถามเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยด้วยวิธีการ Home use test

แบบสอบถามความชอบและการยอมรับแบบ Home use test

เอกสารแนบแนะนำแบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำเพื่อใช้ในการประกอบอาหารไทย ของนางสาวประภาภรณ์ ฉัตรัตติกรณ์ นักศึกษาปริญญาโท ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้

สิ่งที่ส่งมาด้วย

1.น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด 1 ขวด ปริมาณ 10 ml. (Kaffir lime leaf oil)

2.ช้อนตวง (เพื่อวัดปริมาณการใช้น้ำมันใบมะกรูด และกรอกในแบบสอบถาม)

3.แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ จำนวน 1 ชุด

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เป็นผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้นการพัฒนารูปแบบใบมะกรูดที่มีอยู่ให้หลากหลายขึ้น เพื่อสะดวกในการใช้ง่ายและง่ายต่อการเก็บรักษา อีกทั้งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบ และสามารถเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายออกสู่ต่างประเทศได้อีกด้วย

คำแนะนำการทำแบบทดสอบ ในการทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด ผู้ทดสอบกรุณานำผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดไปประกอบอาหารไทย จำนวน 2 เมนู ดังนี้
1. เมนู "ต้มยำกุ้ง" 2. เมนูใดก็ได้ตามที่ท่านต้องการ แล้วตอบคำถามในแบบสอบถามให้ครบถ้วน
(ขอความกรุณาผู้ทดสอบถ่ายภาพอาหารที่ท่านใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิจัยต่อไป)

"ขอขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับเวลาและความคิดเห็นอันมีค่าต่อการศึกษา และขอเรียนว่าข้อมูลส่วนตัวของท่านในแบบสอบถามนี้จะไม่ถูกนำไปเผยแพร่เพื่อการอื่นแต่อย่างใด"

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามทัศนคติ และความคิดเห็นเกี่ยวกับการประกอบอาหารด้วยใบมะกรูดสด

ชื่อ ..... เบอร์โทรติดต่อ .....

1. เพศ O ชาย O หญิง
2. อายุ O ต่ำกว่า 30 ปี O 31-40 ปี O 41-50 ปี O 51 ปีขึ้นไป
3. อาชีพ/ ตำแหน่ง.....สถานที่ทำงาน.....
4. ประสบการณ์ในวงการอาหาร .....ปี
5. การศึกษา O ปริญญาเอก O ปริญญาโท O ปริญญาตรี O อื่นๆ.....
6. ภูมิลำเนา.....
7. ท่านเคยใช้ใบมะกรูดสดในการประกอบอาหารหรือไม่
   - O เคย เมนูที่ท่านเคยใช้ประกอบอาหาร ได้แก่.....
   - O ไม่เคย เพราะ.....
8. ท่านเคยใช้ใบมะกรูดในรูปแบบใดในการประกอบอาหาร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
   - O ใบมะกรูดสด ราคา.....
   - O ใบมะกรูดแห้ง ราคา.....
   - O อื่นๆ (โปรดระบุ).....
9. ท่านเคยใช้ใบมะกรูดสดในต่างประเทศหรือไม่ (ถ้าไม่เคยให้ข้ามคำถามข้อ 10)
   - O เคยใช้ O ไม่เคยใช้
10. ท่านพบปัญหาใดเมื่อต้องใช้ใบมะกรูดสดในต่างประเทศ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
    - O หาซื้อได้ยาก
    - O ราคาสูง
    - O อายุการเก็บรักษาสั้น
    - O ไม่สามารถนำใบมะกรูดเข้าต่างประเทศได้
    - O ไม่มีปัญหา
    - O อื่นๆ (โปรดระบุ).....
11. ท่านคิดว่าน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดทำให้ท่านทำงานได้สะดวกขึ้นหรือไม่
    - O ใช่ O ไม่
12. ท่านมีความสนใจจะทดลองใช้น้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดในการประกอบอาหารหรือไม่
    - O สนใจ O ไม่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และการยอมรับหลังการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันใบมะกรูด

คำแนะนำ : หลังจากทดลองใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในการประกอบอาหารไทย กรุณาเขียนเครื่องหมายถูกให้คะแนนตรงกับความรู้สึกของท่านต่อผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด	8 = ชอบมาก	7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย	5 = เฉยๆ	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ความสะดวกในการใช้งาน									
กลิ่นใบมะกรูด (โดยการดมน้ำมัน)									
กลิ่นใบมะกรูดเมื่อใส่ในอาหาร (โดยการดมอาหาร)									
กลิ่นรสใบมะกรูดเมื่อใส่ในอาหาร (โดยการชิมอาหาร)									
ความชอบโดยรวม									

<u>ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด</u>

1. ปริมาณที่ท่านใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดใน **"ต้มยำกุ้ง"** คือ .....

2. เมนูที่ท่านทดลองใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด คือ .....

และปริมาณที่ท่านใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันใบมะกรูดในอาหาร คือ .....

<u>ความคิดเห็นของผู้ทดสอบใช้ที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมันใบมะกรูดหลังการใช้ผลิตภัณฑ์</u>

1. การยอมรับผลิตภัณฑ์หลังทดลองใช้ O ยอมรับ O ไม่ยอมรับ

2. ปริมาณที่ท่านต้องการให้บรรจุน้ำมันใบมะกรูด ต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์ (เพื่อใช้ในสถานประกอบการบริการอาหาร)

O 10 ml. O 15 ml O 20 ml. O 30 ml. O 50 ml. O 100 ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ราคาผลิตภัณฑ์น้ำมันใบมะกรูดที่เหมาะสมและสนใจจะเลือกซื้อ ต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับในการทดลองใช้ (10 ml.) ..... บาท

4. ถ้าผลิตภัณฑ์น้ำมันใบมะกรูดวางจำหน่าย ท่านสนใจซื้อใช้หรือไม่

O ไม่ซื้อ (โปรดระบุสาเหตุ).....

O ซื้อแน่นอน (โปรดระบุสาเหตุ) .....

5. ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง 1.8 แบบสอบถามเพื่อวัดความแตกต่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

แบบสอบถามวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมกับตัวอย่างควบคุม

ผลิตภัณฑ์ : น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด วันที่.....

ผู้ทดสอบ .....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดยทดสอบตัวอย่าง C ก่อน เพื่อทำความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ซึ่งกำหนดให้คุณลักษณะต่างๆ เท่ากับ **"0"** **(ให้ตัวอย่าง c เป็น 0)** แล้วจึงทดสอบตัวอย่างที่มีรหัสทั้ง 3 ตัวอย่าง จากนั้นประเมินความแตกต่างว่า มากกว่า (+) หรือน้อยกว่า (-) ตัวอย่าง C โดยเขียนเครื่องหมาย √ แสดงระดับความแตกต่างตรงช่องสเกลให้ตรงตามความรู้สึก

ระดับความแตกต่างด้านสี

รหัสตัวอย่าง	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
.....											
.....											
.....											

ระดับความแตกต่างด้านกลิ่นใบมะกรูด

รหัสตัวอย่าง	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
.....											
.....											
.....											

ระดับความแตกต่างโดยรวม

รหัสตัวอย่าง	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
.....											
.....											
.....											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การยอมรับผลิตภัณฑ์</u>

รหัสตัวอย่าง	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ
.....		
.....		
.....		

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ง 1.9 รูปแบบการเสิร์ฟตัวอย่างแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล BIB (Balanced incomplete block design)

BIB ประเภท II T=9, k=4, r=8, λ=3									
บล็อค	ซ้ำ 1, 2, 3, 4				บล็อค	ซ้ำ 5, 6, 7, 8			
1	1	4	6	7	10	1	2	5	7
2	2	6	8	9	11	2	3	5	6
3	1	3	8	9	12	3	4	7	9
4	1	2	3	4	13	1	2	4	9
5	1	5	7	8	14	1	5	6	9
6	4	5	6	9	15	1	3	6	8
7	2	3	6	7	16	4	6	7	8
8	2	4	5	8	17	3	4	5	8
9	3	5	7	9	18	2	7	8	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง 2

ง 2.1 การวิเคราะห์ผลการจัดอันดับ (Ranking Test)

วิเคราะห์ผลโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Basker (จากตาราง ง 2.2) มีหลักการ คือ

1. รวมผลรวมอันดับจากผู้ทดสอบของทุกตัวอย่าง
2. ค่าผลต่างของผลรวมอันดับค่ามากสุดกับค่าน้อยสุด
3. เปิดตารางสำเร็จรูปของ Basker
4. ผลต่างจากข้อ 2. เปรียบเทียบกับค่าจากตาราง Basker
5. ถ้าผลต่างมีค่ามากกว่าค่าจากตาราง แสดงว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

ในการวิเคราะห์ผลต่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Basker แค่ทราบว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ แต่ไม่ทราบว่าคู่ไหน ดังนั้นถ้าต้องการเปรียบเทียบหลายตัวอย่าง จะต้องใช้ค่า LSD สำหรับวิเคราะห์ค่า rank มาช่วยในการวิเคราะห์ผล

$$LSD_{rank} = t_{(\alpha/2,\ infinity)}\sqrt{\frac{bt(t+1)}{6}}$$

โดยที่ $t_{(\alpha/2,\ infinity)}$ มีค่าเท่ากับ 1.96

b = จำนวนผู้ทดสอบ

t = จำนวนตัวอย่างหรือสิ่งทดลอง

ถ้าค่าผลต่างของผลรวมอันดับที่คำนวณได้ของตัวอย่างคู่ใดๆเปรียบเทียบกับค่า LSD_{rank} แล้วมากกว่าแสดงว่า ตัวอย่างคู่นั้นมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง 2.2 ค่าผลรวมของลำดับตามจำนวนผลิตภัณฑ์ และจำนวนผู้ประเมินทั้งหมด ที่ α=0.05

จำนวนผู้ประเมิน	จำนวนผลิตภัณฑ์								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47.0	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.9	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	30.5	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	31.1	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.7	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	32.3	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.8	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	33.4	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	34.0	42.0	50.2	58.5	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.5	42.6	51.0	59.4	68.0	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	60.3	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	61.2	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	62.1	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.0	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.0	45.9	54.8	63.9	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	64.7	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68.0	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.6	51.7	61.8	72.0	82.4	92.9
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105.0	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115.0	131.6	148.4

ที่มา : ดัดแปลงจาก Lawless และ Heyman (1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.
รายชื่อเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทยและอาหารที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

ภาคผนวก จ 1

รายชื่อเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทย และอาหารที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

ตารางที่ จ 1. รายชื่อเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร ไทย

รายชื่อ	ตำแหน่ง	สถานที่ทำงาน
คุณนูรอ โซ๊ะมณี	Executive chef, ผู้บริหาร	ร้านอาหาร Blue elephant
คุณนพพล โพธิรอด	Executive chef	Hotel once
คุณชนะพัน พันชนะ	Chef	The wanderer
คุณนพสิทธิ์ เกียรติพนมแพ	เจ้าของกิจการ	ร้านอาหารนพลักษณ์
คุณธนวิทย์ ลายิ้ม	อาจารย์	มทร. กรุงเทพ
คุณวิไลลักษณ์ อิสระมงคลพันธุ์	อาจารย์	มทร. กรุงเทพ
คุณวันดี ณ สงขลา	ผู้อำนวยการ	โรงเรียนสอนอาหารครัววันดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ 2

ภาพอาหารที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดโดยเชฟและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทย

การใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดในอาหารไทยเมนูต่างๆ

เมนู แกงชักส้ม

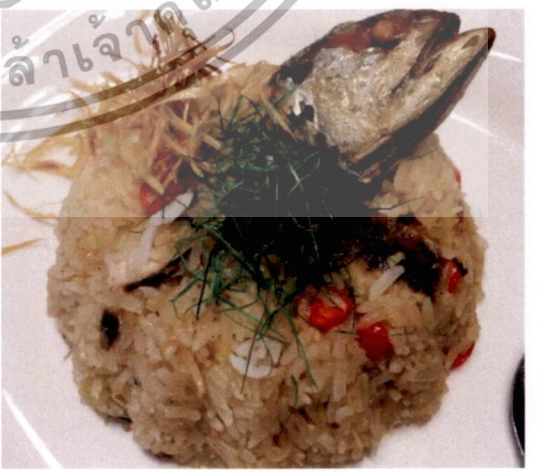
ปริมาณที่ใช้ 1/2 ช้อนชา

เมนู เนื้อย่างแจ่วมะเขือ

ปริมาณที่ใช้ 1/8 ช้อนชา

เมนู ไก่ทอดซอสต้มยำ

ปริมาณที่ใช้ 1/2 ช้อนชา



เมนู ข้าวผัดสมุนไพร

ปริมาณที่ใช้ 1/4 ช้อนชา

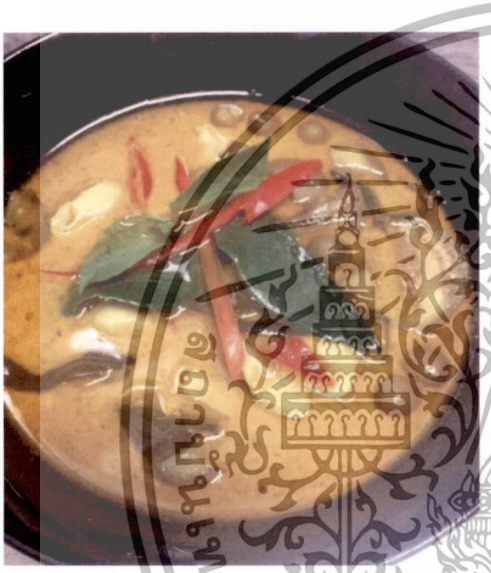
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนู แกงไตปลา

ปริมาณที่ใช้ 1/2 ช้อนชา

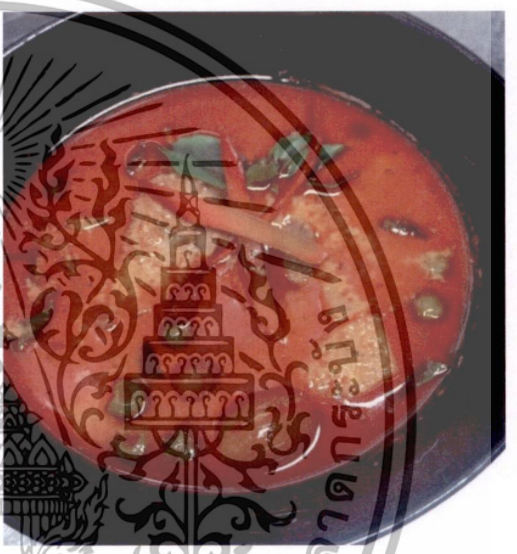
เมนู หมกเนื้อ

ปริมาณที่ใช้ 1 ½ ช้อนชา



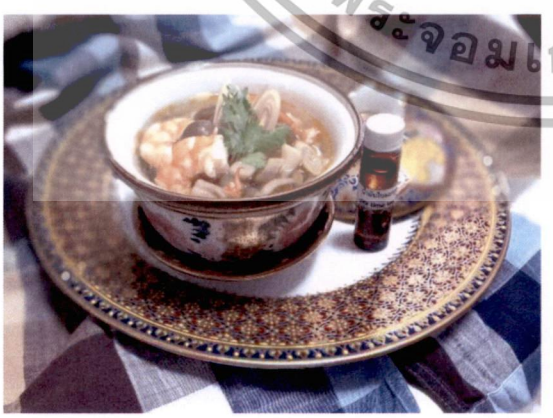
เมนู แกงเขียวหวาน

ปริมาณที่ใช้ 1/4 ช้อนชา



เมนู แกงเผ็ด

ปริมาณที่ใช้ 1/2 ช้อนชา



เมนู ต้มยำกุ้งน้ำใส

ปริมาณที่ใช้ 1/4 ช้อนชา

เมนู ต้มยำกุ้งน้ำข้น

ปริมาณที่ใช้ 1/4 ช้อนชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนู ต้มยำกุ้งน้ำใส

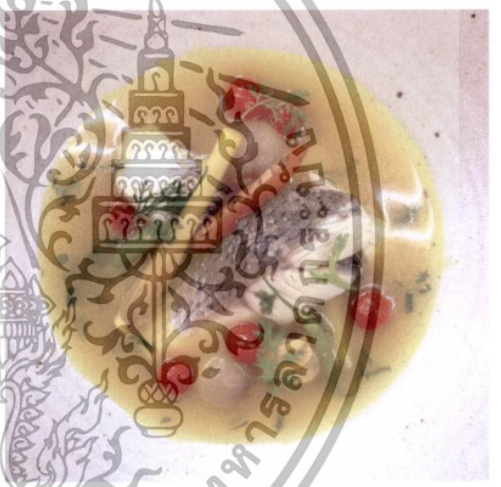
ปริมาณที่ใช้ 1/2 ช้อนชา

เมนู ต้มยำกุ้งน้ำใส

ปริมาณที่ใช้ 1/4 ช้อนชา

เมนู ต้มยำกุ้งน้ำข้น

ปริมาณที่ใช้ 1/4 ช้อนชา



เมนู ต้มยำปลาน้ำใส

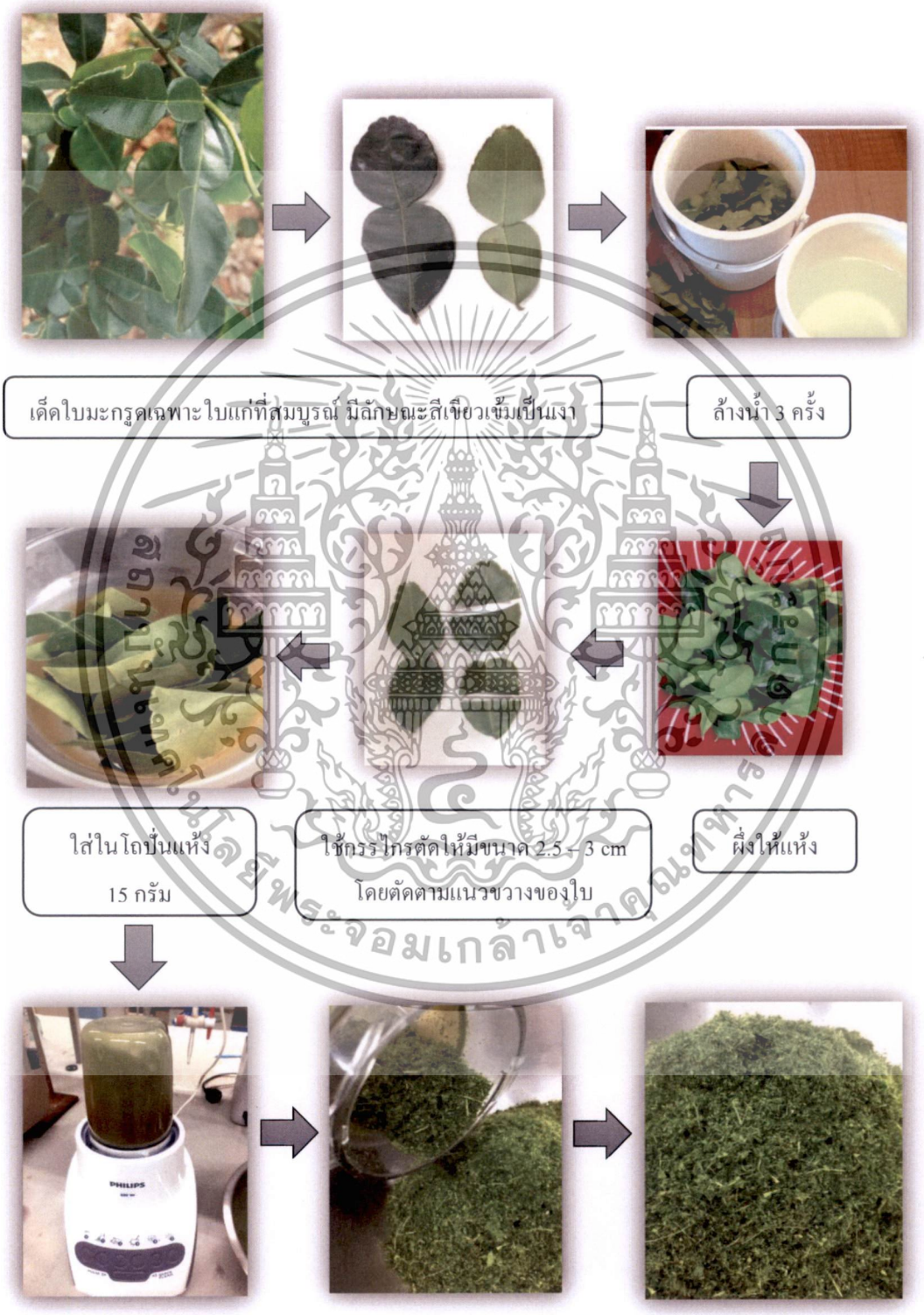
ปริมาณที่ใช้ 1/4 ช้อนชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

ภาคผนวก ฉ 1

ภาพขั้นตอนการเตรียมใบมะกรูดสดก่อนนะไปสกัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.

ภาคผนวก ช 1

ภาพเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันใบมะกรูด

มอก. 2079 – 2544

กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันใบมะกรูด ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2964 (พ.ศ. 2544)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดคุณภาพน้ำมันใบมะกรูด

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 มะกรูด หมายถึง พืชที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า ซิทรัส ฮิสทริกซ์ ดีซี. (*Citrus hystrix* DC.) ในวงศ์รูทาซีอี (Rutaceae)

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นของเหลวใส สีเหลืองอมเขียว ปราศจากตะกอนและสารแขวนลอย ไม่มีการแยกชั้นของน้ำ มีกลิ่นเฉพาะตัว การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 คุณลักษณะทางฟิสิกส์

3.2.1 การละลายในเอทานอล

เมื่อละลายน้ำมันใบมะกรูด 1 ส่วนโดยปริมาตร ในเอทานอลร้อยละ 80 โดยปริมาตร ปริมาณ 6 ส่วน โดยปริมาตรที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แล้วต้องได้สารละลายใส

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 875

3.2.2 ความหนาแน่นสัมพันธ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ต้องมีค่า 0.851 ถึง 0.857

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 279

3.2.3 ออฟทิคอลโนเทชันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ต้องมีค่า -8 องศา ถึง -11 องศา

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 592

3.2.4 ดัชนีหักเหที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ต้องมีค่า 1.451 0 ถึง 1.455 0

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 280

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ซิโทรเนลลัล (citronellal) ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.1

4. การบรรจุ

4.1 ภาชนะบรรจุน้ำมันใบมะกรูดต้องแห้ง สะอาด ปิดได้สนิท และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันใบมะกรูดที่บรรจุอยู่หากเป็นภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแก้วต้องกันแสงได้ด้วย

4.2 การบรรจุให้เหลือที่ว่างในภาชนะบรรจุร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 10 ของความจุภาชนะบรรจุ แล้วเก็บไว้ในที่แห้ง เย็น และไม่ถูกแสง

4.3 หากมิได้มีการตกลงกันเป็นอย่างอื่นระหว่างผู้เกี่ยวข้อง น้ำหนักสิทธิของน้ำมันใบมะกรูดในแต่ละภาชนะบรรจุให้เป็น 1 กิโลกรัม 25 กิโลกรัม หรือ 170 กิโลกรัม และต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำมันใบมะกรูดทุกหน่วย อย่างน้อยต้องเลข อักษร หรือ เครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

(1) คำว่า "น้ำมันใบมะกรูด"

(2) ชื่อทางพฤกษศาสตร์ของต้นมะกรูด

(3) กรรมวิธีผลิต

(4) น้ำหนักสุทธิ เป็นกิโลกรัม

(5) วัน เดือน ปีที่บรรจุ และรหัสรุ่นที่ทำ

(6) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา

(7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน หรือชื่อผู้จัดจำหน่าย พร้อมสถานที่ตั้ง

(8) ประเทศที่ผลิตในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 รุ่นในที่นี้ หมายความถึง น้ำมันใบมะกรูดที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกันที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

6.2 กระชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

6.2.1.1 ในกรณีที่ขนาดบรรจุน้อยกว่า 170 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 6.1 นำไปตรวจสอบเครื่องหมายและฉลาก การบรรจุ และลักษณะทั่วไป ตามลำดับ

6.2.1.2 ในกรณีที่ขนาดบรรจุน้อยกว่า 170 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ นำไปตรวจสอบเครื่องหมายและฉลาก การบรรจุ และลักษณะทั่วไปตามลำดับ

6.2.1.3 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ข้อ 4. และข้อ 5. จึงจะถือว่าน้ำมันใบมะกรูดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 6.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบ ลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
เฉพาะกรณีที่ขนาดบรรจุน้อยกว่า 170 ลูกบาศก์เดซิเมตร) (ข้อ 6.2.1.1)

ขนาดรุ่น (N) หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ
ไม่เกิน 3	ทุกภาชนะบรรจุ
4 ถึง 20	3
21 ถึง 60	4
61 ถึง 80	5
81 ถึง 120	6
เกิน 120	N/20

6.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับการทดสอบคุณลักษณะทางฟิสิกส์ และคุณลักษณะทางเคมี

6.2.2.1 ในกรณีที่ขนาดบรรจุน้อยกว่า 170 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ใช้ตัวอย่างที่เหลือจากข้อ 6.2.1.1 ทุกภาชนะบรรจุ แต่ละภาชนะบรรจุทำให้ตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกันโดยการเขย่าหรือใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหรือพ่นด้วยก๊าซไนโตรเจนหรืออากาศที่ปราศจากออกซิเจน นำตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุมาปริมาณเท่าๆ กัน ผสมรวมกันให้ได้ตัวอย่างร่วมไม่น้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร บรรจุในภาชนะบรรจุตัวอย่างที่ปิดได้สนิท ไม่เกิน 2 ใน 3 ของความจุภาชนะบรรจุตัวอย่าง เติมสารดูดความชื้นแมกนีเซียมซัลเฟตแอนไฮดรัส หรือ โซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส ที่

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อบแห้งที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสจนมวลคงที่และบดละเลียดแล้ว ประมาณร้อยละ 15 ของมวลตัวอย่าง เขย่าแรง ๆ เป็นเวลา 5นาที ถึง 10นาที กรอง แล้วนำตัวอย่างไปทดสอบทันที หากไม่สามารถทดสอบได้ทันทีให้เก็บตัวอย่างไว้ในภาชนะบรรจุตัวอย่างที่แห้ง สะอาด ปิดให้สนิท แล้วเก็บไว้ในที่เย็นและไม่ให้ถูกแสง

6.2.2.2 ในกรณีที่ขนาดบรรจุเท่ากับหรือมากกว่า 170 ลูกบาศก์เดซิเมตรให้ใช้ตัวอย่างที่เหลือจากข้อ 6.2.1.2 ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมชักตัวอย่าง ที่ความลึกต่าง ๆ จากระดับผิวหน้าลงไป 5 ตำแหน่งต่อไปนี้ในปริมาณเท่า ๆ กัน

(1) ที่ความลึกประมาณ 1 ใน 10

(2) ที่ความลึกประมาณ 1 ใน 3

(3) ที่ความลึกประมาณ 1 ใน 2

(4) ที่ความลึกประมาณ 2 ใน 3

(5) ที่ความลึกประมาณ 9 ใน 10

นำตัวอย่างที่ได้มาผสมรวมกัน ให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 6.2.2.1 ตั้งแต่บรรจุในภาชนะบรรจุตัวอย่างที่ปิดได้สนิทจนจบ

6.2.2.3 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.2 และข้อ 3.3 ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำมันใบมะกรูดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.3 เกณฑ์การตัดสิน

ตัวอย่างน้ำมันใบมะกรูดต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.1.3 และข้อ 6.2.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำมันใบมะกรูดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

7. การทดสอบ

7.1 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ

7.1.1 เครื่องมือ

ก๊าซโครมาโทกราฟ แบบคะพิลลารีคอลัมน์ ที่มีภาวะดังนี้

(1) คะพิลลารีคอลัมน์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.20 มิลลิเมตร ถึง 0.35 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 25 เมตร

(2) สารที่ใช่บรรจุ เป็นพอลิเอทีลีนไกลคอล หรือที่เรียกว่า คาร์โบแวกซ์ 20 เอ็ม (carbowax 20 M) ที่มีความหนาของฟิล์ม 0.3 ไมโครเมตร

(3) อุณหภูมิช่องฉีดตัวอย่างและเครื่องตรวจสอบ 250 องศาเซลเซียส

(4) อุณหภูมิเริ่มต้นของคอลัมน์ 75 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิสุดท้ายของคอลัมน์ 250 องศาเซลเซียส

อัตราการเปลี่ยนอุณหภูมิในคอลัมน์ 4 องศาเซลเซียสต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) ก๊าซที่ใช้พาตัวอย่างเป็นก๊าซฮีเลียมหรือไนโตรเจนบริสุทธิ์ มีอัตราการไหล 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

(6) เครื่องตรวจสอบเป็นชนิดเฟลมไอออไนเซชัน

(7) ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ 2x10 ยกกำลัง 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร

(8) อัตราส่วนระหว่างตัวอย่างที่ฉีดเข้าไปในคอลัมน์กับส่วนที่เหลือออกไป (split ratio) ไม่น้อยกว่า 1:100

7.2.1 วิธีวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม ISO 7609

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวประภาภรณ์ ฉัตรัตติกรณ์
วัน เดือน ปีเกิด	20 สิงหาคม พ.ศ. 2535 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	110/52-53 ซ.พหลโยธิน 69/1 ถนนพหลโยธิน แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2556 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คหกรรมศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาธุรกิจอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ พ.ศ.2557 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การนำเสนอผลงาน	ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการสกัดที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมันใบมะกรูด การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 “เกษตรและสุขภาพ” (Agriculture and Health) วันที่ 1 – 2 พฤศจิกายน 2559, คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก, ไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้