

การผลิตเครื่องหอมปรับอากาศจากเปลือกส้มโอเหลือทิ้งโดยใช้
เทคนิคการกักเก็บน้ำมันหอมระเหย

PRODUCTION OF AIR FRESHENER FROM WASTE
POMELO PEELS USING ENCAPSULATION TECHNIQUE



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของนักศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2559
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF AIR FRESHENER FROM WASTE
POMELO PEELS USING ENCAPSULATION TECHNIQUE



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
BIOTECHNOLOGY
DEPARTMENT OF BIOLOGY
FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเมื่อการศึกษานี้ยังไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ACADEMIC YEAR 2016

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การผลิตเครื่องหอมปรับอากาศจากเปลือกส้มโอเหลือทิ้งโดยใช้เทคนิคการกักเก็บน้ำมันหอมระเหย

ชื่อนักศึกษา นางสาวชนิศรา เจริญศักดิ์ รหัสนักศึกษา 56050824
นางสาวณรินทร์ ปานหิรัญ รหัสนักศึกษา 56050829
นางสาวดวงพร สุวรรณสุทธิ รหัสนักศึกษา 56050838



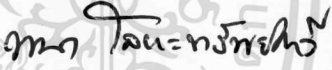
ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. สมชาย ไกรรักษ์ ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร. สรัญญา พันธุ์พุกษ์ กรรมการ	
ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การผลิตเครื่องหอมปรับอากาศจากเปลือกส้มโอเหลือทิ้งโดยใช้เทคนิคการกักเก็บน้ำมันหอมระเหย
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชนิศา เจริญศักดิ์ รหัสนักศึกษา 56050824 นางสาวณรินทร์ ปานหิรัญ รหัสนักศึกษา 56050829 นางสาวดวงพร สุวรรณสุทธิ รหัสนักศึกษา 56050838
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี

บทคัดย่อ

น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอถูกสกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ และนำมาวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง GC/MS พบว่าน้ำมันหอมระเหยส้มโอมีองค์ประกอบหลักคือ D-Limonene โดยพบถึง 94.06% จากนั้นปรุ่กกลั่นน้ำมันหอมระเหยส้มโอร่วมกับน้ำมันหอมระเหยอื่นๆ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยส้ม น้ำมันหอมระเหยอบเชย น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ และน้ำมันหอมระเหยยาหอมขนะลม ให้ได้กลิ่นที่เหมาะสมเพื่อนำไปผลิตเป็นเครื่องหอมปรับอากาศ ทำการเอนแคปซูเลชันน้ำมันหอมระเหยที่ปรุ่กกลั่นด้วยเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน และนำมาตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพเคมีของสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันด้วยเครื่อง FT-IR โดยผลการวิเคราะห์พบว่ามีความแตกต่างของ FT-IR สเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชัน และ FT-IR สเปกตรัมของสารผสมทางกายภาพระหว่างเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินและน้ำมันหอมระเหยที่ปรุ่กกลั่น และ FT-IR สเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูเลชัน โดยพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันแสดงถึงการเกิดการเชื่อมต่อพันธะทางเคมีระหว่างน้ำมันหอมระเหยที่ปรุ่กกลั่นและเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน อย่างไรก็ตามสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันไม่เหมาะสมที่จะใช้ผลิตเป็นเครื่องหอมปรับอากาศ เนื่องจากสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันไม่ปลดปล่อยกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยออกมา จึงทำการศึกษาการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ปรุ่กกลั่นในตัวอย่างอื่นๆ ที่แตกต่างกัน ได้แก่ สบู่กลีเซอรินสำเร็จรูป ชี้ผึ้งผสมปิโตรเลียม เจลลี่ เกลลี่ปั้น และเกลลี่ปั้นเคลือบซีฟี่ง เพื่อนำมาผลิตเป็นเครื่องหอมปรับอากาศ และประเมินอายุการใช้งาน ผลการประเมินพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาการใช้เกลือเคลือบซีฟี่งมากักเก็บน้ำมันหอมระเหยให้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องหอมปรับอากาศได้

คำสำคัญ : น้ำมันหอมระเหย เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน สารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชัน เอนแคปซูเลชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Production of Air Freshener from Waste Pomelo Peels Using Encapsulation Technique	
Students	Miss Chanissara Charoensak	Student ID 56050824
	Miss Narintorn Panhiran	Student ID 56050829
	Miss Tuangporn Suvarnasuddhi	Student ID 56050838
Degree	Bachelor of Science (Biotechnology)	
Department	Biology	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2559	
Advisor	Asst. Prof. Dr. Pana Lohasupthawee	

Abstract

Essential oils were extracted from pomelo peels by water distillation and its composition was analyzed by GC/MS. The major components of pomelo essential oil was D-limonene (94.06%) and it was blended with other essential oils (orange, cinnamon, black pepper and Ya-Hom Chanalom extracts) to create a pleasant odour for air freshener. The blended essential oils were encapsulated within β -cyclodextrin and the inclusion complexes was evaluated their physico-chemical properties using Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR). The results showed that there were some differences in the FT-IR spectra of the inclusion complexes, the physical mixtures of β -cyclodextrin and blended essential oils, and the pure component of β -cyclodextrin. The spectral changes observed in the inclusion complexes may suggest a chemical interaction between essential oils and β -cyclodextrin. However, the inclusion complexes were not suitable for making air freshener due to no releasing of odour from the inclusion complexes. The different entrapment of the blended essential oils in different matrix were studied. For sample, entrapment in glycerin soap or in wax mixed with petroleum jelly or in molded salt or in molded salt coated with wax were used to make air freshener and evaluated for their shelf life. The result showed that the blended essential oils entrapped in molded salt coated with wax displayed strong feasibility for development of air freshener products.

Keywords : β -cyclodextrin, Encapsulation, Essential oils, Inclusion complex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการพิเศษในหัวข้อเรื่องการผลิตเครื่องหอมปรับอากาศจากเปลือกส้มโอเหลือทิ้ง โดยใช้เทคนิคการกักเก็บน้ำมันหอมระเหย ที่สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ข้าพเจ้าต้องขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา คำชี้แนะ แนวทางต่างๆ ในการดำเนินงาน รวมถึงการแก้ไขปัญหาในการทำโครงการพิเศษครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณบุคลากรและเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง การวิเคราะห์ด้านต่างๆ รวมถึงทุนทรัพย์ในการดำเนินการโครงการพิเศษนี้ และขอขอบขอบคุณ คุณสุดใจ ผุดผาด นักวิทยาศาสตร์ประจำศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษามาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ของข้าพเจ้าที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือไม่ว่าจะเป็นการให้คำปรึกษาและช่วยแก้ไขปัญหา จนทำให้โครงการพิเศษนี้สามารถสำเร็จไปด้วยดี



ชนิศรา เจริญศักดิ์
ณรินทร์ ปานศิริณู
ดวงพร สุวรรณสุทธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เครื่องหอม	3
2.1.1 แหล่งที่มาของของหอม	3
2.1.2 เครื่องหอมของไทย.....	4
2.1.3 กระบวนการผลิตเครื่องหอมไทย	4
2.1.4 เครื่องหอมปรับอากาศ	5
2.2 น้ำมันหอมระเหย.....	5
2.2.1 ความหมาย	5
2.2.2 แหล่งที่มาของสารหอม.....	5
2.2.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย.....	6
2.2.4 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช.....	7
2.2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย.....	8
2.2.6 การใช้น้ำมันหอมระเหยในสุนทรียบำบัด.....	8
2.2.7 การสูดดม.....	9
2.2.8 ความปลอดภัยและพิษของน้ำมันหอมระเหย.....	9
2.2.9 การผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องหอม.....	10
2.2.10 ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย.....	10
2.3 พืชสมุนไพรที่ใช้ในการปรุงน้ำมันหอมระเหย	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1 สัม.....	11
2.3.2 สัมไอ.....	13
2.3.3 พริกไทย.....	15
2.3.4 อบเชยเทศ.....	16
2.3.5 ยาหอม.....	17
2.4 เทคนิคในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย.....	17
2.4.1 การเอนแคปซูลชัน.....	17
2.4.2 กลไกในการปลดปล่อยสารแกนกลางออกภายนอก.....	24
2.5 ตัวกลางที่ใช้ในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย.....	25
2.5.1 ไซโคลเดกซ์ทริน.....	25
2.5.2 สบู่กลีเซอริน.....	26
2.5.3 ไข (Wax).....	28
2.5.4 บีโตรเลียม เจลลี่ (Petroleum Jelly).....	28
2.5.5 เกลือ.....	29
2.6 เทคนิคที่ใช้ในการตรวจสอบวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย.....	29
2.6.1 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์ (Gas chromatography Mass spectrophotometer, GC/MS).....	29
2.7 เทคนิคในการวิเคราะห์การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของน้ำมันหอมระเหยที่ถูกเอนแคปซูลโดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน.....	32
2.7.1 เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรด สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)).....	32
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	36
3.1 วัตถุประสงค์และสารเคมี.....	36
3.2 วัสดุอุปกรณ์.....	36
3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	37
3.3.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหย.....	37
3.3.2 การปรุงกลิ่นน้ำมันหอมระเหย.....	37
3.3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันด้วยเครื่อง GC/MS.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.4 การเตรียมการผสมทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยปรุงรกลิ่นกับเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน (Physical mixture).....	38
3.3.5 การเอนแคปซูลชันโดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน.....	39
3.3.6 การวิเคราะห์การเอนแคปซูลชันโดยเครื่อง FT-IR.....	40
3.3.7 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวกลางเป็นสปูกลีเซอริน	40
3.3.8 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวกลางเป็นซีฟี่ผสมปิโตรเลียม เจลลี่	41
3.3.9 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวกลางเป็นเกลือ	42
3.3.10 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวกลางเป็นเกลือปั้นเคลือบซีฟี่.....	43
3.3.11 การศึกษาอายุการใช้งาน (shelf-life) ของผลิตภัณฑ์ และลักษณะทางกายภาพ	43
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	44
4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย	44
4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ.....	44
4.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยยาหอม.....	45
4.2 การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันของน้ำมันหอมระเหยที่ถูกเอนแคปซูลด้วยเบตา-ไซ โคลเดกซ์ทริน.....	48
4.3 ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคเกลือโดยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดา (Compound Microscope)	54
4.4 การศึกษาอายุการใช้งาน (Shelf life) ของชุดทดสอบ	57
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	60
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	60
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	61
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก ก.....	67
ภาคผนวก ข.....	71
ภาคผนวก ค.....	73
ภาคผนวก ง.....	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ผลส้ม.....	11
2.2 ผลส้มโอ.....	13
2.3 พริกไทย.....	15
2.4 อบเชย.....	16
2.5 ภาพประกอบของไมโครแคปซูล (Microcapsule) และไมโครสเฟียร์ (Microsphere)	17
2.6 ไมโครแคปซูลแบ่งประเภทตามลักษณะของสารแกนกลาง ก. ไมโครแคปซูลแบบแกนกลางเดี่ยว ข. ไมโครแคปซูลแบบหลายแกนกลาง (หมายเลข 1 คือแกนกลาง และหมายเลข 2 คือผนัง ห่อหุ้ม).....	18
2.7 ไมโครแคปซูลแบบ Single core.....	18
2.8 ไมโครแคปซูลแบบ Multi-core หรือ Matrix encapsulation.....	18
2.9 ไมโครแคปซูลแบบ matrix encapsulation ที่มีการเคลือบผิว 2 ชั้น	19
2.10 แผนผังประกอบการวิธีการเอนแคปซูเลชันสารให้กลิ่นรส.....	20
2.11 กระบวนการผลิตไมโครแคปซูลด้วยวิธี coacervation	21
2.12 โครงสร้างของ lipid bilayer matrix.....	22
2.13 โครงสร้างของแอลฟา-ไซโคลเดกซ์ทรินเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินและแกมมา-ไซโคลเดกซ์ทริน....	25
2.14 โครงสร้างของ เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน	26
2.15 ลักษณะของสบู่อลิโวลินสำเร็จรูป.....	27
2.16 ส่วนประกอบพื้นฐานของ Gas chromatography	31
3.1 น้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น	38
3.2 ลักษณะของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่กรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศก่อนถูกล้างตะกอน (ก) และ ลักษณะของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่กรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศหลังถูกล้างตะกอนด้วย แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (ข).....	39
3.3 ลักษณะของผลไซโคลเดกซ์ทรินในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอน แคปซูเลชัน (ก), เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ผ่านการเอนแคปซูเลชัน (ข) และการผสมทางกายภาพ ระหว่างเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินและน้ำมันหอมระเหย (ค).....	40
3.4 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นโดยใช้สบู่อลิโวลินสำเร็จรูปเป็นตัวกลาง	41
3.5 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นโดยใช้ขี้ผึ้งเป็นตัวกลาง.....	41
3.6 ลักษณะของเกลือบั่นรูปทรงต่างๆ	42
3.7 ลักษณะของเกลือบั่นเคลือบขี้ผึ้ง.....	43
4.1 โครมาโทแกรมที่แสดง Retention time ขององค์ประกอบสารในน้ำมันหอมระเหยส้มโอ	44
4.2 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยยาหอมชนะเลิศ.....	46
4.3 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยยาหอมเวทพงศ์	47
4.4 สเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินในช่วงเลขคลื่น 4000 – 400 ซม. ⁻¹	49
4.5 สเปกตรัมของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นในช่วงเลขคลื่น 4000 – 400 ซม. ⁻¹	49
4.6 สเปกตรัมของการผสมทางกายภาพระหว่างเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินและน้ำมันหอมระเหยที่ ปรุงกลิ่นในช่วงเลขคลื่น 4000 – 400 ซม. ⁻¹	51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 สเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นในอัตราส่วน 1:0.9 ในช่วงเลขคลื่น 4000 – 400 ซม. ⁻¹	51
4.8 สเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นในอัตราส่วน 1:1.8 ในช่วงเลขคลื่น 4000 – 400 ซม. ⁻¹	52
4.9 สเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นในอัตราส่วน 2:0.9 ในช่วงเลขคลื่น 4000 – 400 ซม. ⁻¹	52
4.10 แสดงพื้นที่ผิวของอนุภาคเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบด sharp รุ่น EM-ICE ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดากำลังขยาย 4X	54
4.11 แสดงขนาดความกว้างและความยาวของอนุภาคเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบด sharp รุ่น EM-ICE ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดากำลังขยาย 4X	55
4.12 แสดงพื้นที่ผิวของอนุภาคเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบด De'Longhi รุ่น KG49 ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดากำลังขยาย 4X	56
4.13 แสดงขนาดความกว้างและความยาวของอนุภาคเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบด De'Longhi รุ่น KG49 ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดากำลังขยาย 4X.....	56
ก.1 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยส้ม	67
ก.2 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยอบเชย	68
ก.3 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ ...	69
ข.1 ความถี่ของการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของหมู่ฟังก์ชันต่างๆ	71
ข.2 ความถี่ของการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของหมู่ฟังก์ชันต่างๆ	72

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กลิ่นเป็นปัจจัยสำคัญที่สร้างความประทับใจต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ทำให้ในปัจจุบันมีการนำประโยชน์ของกลิ่นมาใช้ประโยชน์หลายด้าน ปัจจุบันน้ำมันหอมระเหยได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมมากขึ้นทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร ยา เครื่องสำอาง ฯลฯ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมบำบัด ซึ่งเน้นการบำบัดโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชเป็นหลัก ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เครื่องหอมปรับอากาศที่ผลิตจากสารสกัดธรรมชาติเป็นที่ต้องการในท้องตลาดมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสารสังเคราะห์ โดยน้ำมันหอมระเหยเป็นสารสกัดที่ได้จากพืชสมุนไพรนานาชนิด ซึ่งอาจสกัดมาจากส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชนั้นๆ เช่น สกัดมาจาก ผล ดอก ใบ เมล็ด เปลือก ก้าน ฯลฯ วิธีการสกัดที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ การกลั่นด้วยน้ำ และการใช้สารเคมีเป็นตัวทำละลาย หลังจากนั้นจะถูกนำมาสังเคราะห์เพื่อกลั่นแยกหาสารต่างๆ ที่มีกลิ่นหอม สารเหล่านี้เองที่จะถูกนำมาคัดเลือก ผสมผสานและสร้างขึ้นมาเป็นกลิ่นใหม่ๆ เพื่อให้เกิดความผ่อนคลายแก่ผู้รับกลิ่น

เครื่องหอมปรับอากาศได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบันจะช่วยปรับกลิ่นสภาพแวดล้อมรอบตัวให้มีกลิ่นหอมช่วยในการบำบัดผ่อนคลายของผู้ที่ได้รับกลิ่น และยังถือว่าเป็นสมุนไพรประเภทหนึ่งด้วย โดยปกติแล้วการใช้น้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาตินั้นมีราคาค่อนข้างสูง ระบายได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง และถูกออกซิไดส์ได้ง่าย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อกักเก็บกลิ่นเพื่อยืดอายุการใช้งาน โดยสนใจการใช้เปลือกส้มโอเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยส้มโอเพื่อใช้เป็นส่วนผสมหลักของเครื่องหอมปรับอากาศ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยส้ม น้ำมันหอมระเหยยาหอมชนะเลิศ น้ำมันหอมระเหยอบเชย น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ และแมนทอล เพื่อปรุงกลิ่นสำหรับใช้ในการผลิตเครื่องหอมปรับอากาศ โดยงานวิจัยนี้จะใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินเป็นสารห่อหุ้มน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีโมเลกุลาร์อินคลูชัน และศึกษาการใช้ตัวกลางอื่นๆ ในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น ได้แก่ สบูกลีเซอรินสำเร็จรูป ขี้ผึ้งผสมปิโตรเลียม เจลลี่ เกลือบ้น และเกลือบ้นเคลือบขี้ผึ้ง เพื่อศึกษาและพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์เครื่องหอมปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อนำเปลือกส้มโอที่เป็นขยะมูลฝอยจากตลาดมาแปรรูปให้เกิดมูลค่า

1.2.2 เพื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรต่างๆ และปรุงกลิ่นให้ได้น้ำมันหอมระเหยกลิ่นส้มโอ

1.2.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เทคนิคเอนแคปซูลชันด้วยเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน และตัวกลางต่างๆ ได้แก่ สบูกลีเซอรินสำเร็จรูป ขี้ผึ้งผสมปิโตรเลียม เจลลี่ เกลือบ้น และเกลือบ้นเคลือบขี้ผึ้ง

1.2.4 เพื่อหาตัวกลางในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่มีประสิทธิภาพในการกักเก็บกลิ่นสูงและสามารถนำมาผลิตเป็นเครื่องหอมปรับอากาศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตงานวิจัยในครั้งนี้เพื่อทำผลิตเครื่องหอมปรับอากาศ โดยการสกัดน้ำมันหอมระเหย ส้มโอที่ได้จากเปลือกส้มโอเหลือทิ้ง และสมุนไพรต่างๆ ได้แก่ อบเชย ยาหอม ส้ม และพริกไทยดำ และนำไปผ่านกระบวนการกักเก็บกลิ่นด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การเอนแคปซูลชันด้วยเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน และการใช้ตัวกลางอื่นๆ คือ สบู่กลีเซอรินสำเร็จรูป ชีวสังเคราะห์โพลีเอทิลีน เจลลี่ เกลือบีน และ เกลือบีนเคลือบชีผึ้ง จากนั้นนำไปศึกษาอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ในสภาวะต่างๆที่กำหนด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1.ลดต้นทุนการผลิตโดยใช้เปลือกส้มโอที่เป็นขยะมูลฝอยจากตลาดในการสกัดน้ำมันหอมระเหย
- 1.4.2 ลดปริมาณขยะมูลฝอยจากตลาด
- 1.4.3 นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชและสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ด้านสุนทรียภาพ
- 1.4.4 ลดอันตรายจากการสูดดมสารเคมี ได้แก่ กลิ่นที่เกิดจากสารเคมีสังเคราะห์
- 1.4.5 ยืดอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์เครื่องหอมปรับอากาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องหอม (นันทวัน, 2545)

เครื่องหอมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งมนุษย์ได้ใช้ความสังเกตและทดลองจากจุดเล็กๆ โดยเริ่มจากการสัมผัสกลิ่นดอกไม้ที่โชยกลิ่นหอมมาสัมผัสจมูกทำให้เกิดความพอใจและมีความสุข ในขั้นต้นก็เพียงเด็ดดมแล้วทิ้งไป ต่อมาก็นำเอาดอกไม้หอมเหล่านั้นมาประดับตามร่างกายดูแล้วสวยงามแถมผู้ประดับยังหอมอีกด้วย จากกลิ่นหอมที่เกิดจากดอกไม้เหล่านี้เอง มนุษย์มีการเริ่มสังเกตความหอมที่เกิดจากส่วนอื่นของต้นไม้เช่น ใบ เปลือก เนื้อไม้ ราก และยางของต้นไม้ และสังเกตต่อไปถึงกลิ่นหอมในตัวสัตว์ เช่น ชะมด ปลาวาฬ และตัวบีเวอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรู้จักสกัดเอาน้ำมันหอมจากพืชและสัตว์ นำมาใส่ภาชนะเก็บไว้ได้อีก วิวัฒนาการจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งใช้เวลาเป็นพันปีกว่าจะเป็นเครื่องหอมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน นอกจากนั้นด้วยความหลักแหลมของมนุษย์ยังคิดค้นสังเคราะห์ธรรมชาติ โดยการผสมผสานปรุงแต่งออกมาเป็นเครื่องหอมสังเคราะห์นอกเหนือจากที่ธรรมชาติสร้างขึ้น

2.1.1 แหล่งที่มาของของหอม (นันทวัน, 2545)

2.1.1.1 ของหอมจากธรรมชาติ

โดยของหอมจากธรรมชาติจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ของหอมจากธรรมชาติที่ได้จากสัตว์ โดยสัตว์ที่ให้กลิ่นหอมซึ่งนำมาใช้ในการทำเครื่องหอมได้มีอยู่ 4 ชนิด คือ แอมเบอร์gris (Ambergris), คาสโตเรียม (Castoreum), ชะมดเซ็ด (Civet), มัส (Musk) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- แอมเบอร์gris (Ambergris) เป็นวัตถุได้จากมูลของวาฬพันธุ์สเปิร์ม แหล่งที่มาของแอมเบอร์gris เกิดจากสารซึ่งหลั่งออกมาจากวาฬสเปิร์มเป็นของเหลวที่ขับออกมาจากลำไส้ของวาฬและของเหลวชนิดนี้ มีคุณสมบัติพิเศษคือเมื่ออยู่ในน้ำมันจะอ่อนนุ่ม แต่เมื่อพบน้ำมันที่อยู่ในที่มีลมโกรกจะกลายเป็นของแข็งเรียก อำพันมูลปลา มีสีขาว สีดำ สีเทา และถือกันว่าอำพันปลาสีเทาเป็นอำพันปลาที่ดีที่สุด ราคาแพงมาก โดยจะให้สารที่มีความหอมคือ แอมเบอร์gris ร่วมกับกรดเบนโซอิกและสารอื่นเช่น คอเลสโตรอล และกรดไขมันระเหยง่ายซึ่งเมื่อถูกความร้อนติดไฟเมื่อเผาและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวติดทนมาก ประโยชน์ของแอมเบอร์gris ใช้สกัดทำสารตรึงกลิ่นในเครื่องหอมต่างๆ

- คาสโตเรียม (Castoreum) เป็นสารที่หลั่งออกมาจากกะเปาะไกล้อวัยวะสืบพันธุ์ของบีเวอร์ เป็นน้ำหอมจากต่อมในไช้ตัน กลิ่นของคาสโตเรียม (Castoreum) เมื่ออยู่ในสภาพที่เข้มข้น จะมีกลิ่นแรงไม่ชวนดมจะมีกลิ่นหอมเมื่อได้รับการเจือจาง ส่วนใหญ่จะนิยมใช้เป็นตัวทำให้หอมติดทนนานในน้ำหอมที่มีกลิ่นฉุน ประโยชน์ของคาสโตเรียม (Castoreum) ใช้เป็นตัวตรึงกลิ่นให้หอมติดทนในน้ำหอมใช้ผสมในน้ำยาขัดเครื่องหนัง

- ชะมดเซ็ด (Civet) เป็นน้ำมันที่ขับถ่ายจากกะเปาะของต่อมไกล้อวัยวะสืบพันธุ์ของชะมดทั้งเพศผู้และเพศเมีย ชะมดเซ็ดมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ คีโตน ที่เรียกว่า Zibetone ซึ่งเป็นสารที่สำคัญ ใช้ตรึงกลิ่นในหัวน้ำหอม ชะมดอีกอย่างหนึ่งมาจากประเทศจีนแผ่นดินใหญ่ เรียกว่า ชะมดเซียง (Musk) ซึ่งได้มาจากต่อมที่อยู่ใต้ท้องชะมดที่เป็นตัวผู้เท่านั้น ประโยชน์ของชะมดเซ็ด ใช้ผสมทำน้ำปรุงน้ำอบไทย ใส่ในยาหอม แก้วลม หรือผสมในยาสูบจะทำให้ยาสูบบมีกลิ่นดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์เอกรินทร์ กรุณาอย่าเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มัส (Musk) เป็นสิ่งขับถ่ายที่ได้จากกะเปาะข้าง ๆ อวัยวะสืบพันธุ์ของกวางชะมดตัวผู้ มัส (Musk) มีลักษณะเหนียวคล้ายน้ำผึ้ง มีสีน้ำตาลปนแดง อยู่ในกะเปาะที่เป็นถุงหนัง เมื่อแห้งจะเป็นเกล็ด และมีสีน้ำตาล ส่วนประกอบที่สำคัญคือ คอเลสเตอร์อล, ไขมัน, ไซ, อัลบูมิน และสารให้กลิ่นซึ่งเป็นสารให้กลิ่นซึ่งเป็นสารพวกคีโตนที่เรียกว่า มัสโคน (Muscone) ประโยชน์ของ มัส (Musk) คือเป็นตัวตรึงกลิ่นให้หอม ทำให้เครื่องหอมมีกลิ่นทนนาน ทำน้ำปรุงน้ำอบไทย บูหงาแห้ง ฯลฯ

2. ของหอมจากธรรมชาติที่ได้จากพืช ได้จากดอก เปลือก เมล็ด และอื่น ๆ

กลิ่นหอมที่ได้จากพืชมี 2 ลักษณะคือ กลิ่นหอมสกัดเป็นหัวน้ำหอม (Essential oils) และจากยางของไม้ (Resin, Gum) ของหอมที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช

2.1.1.2 ของหอมจากสารสังเคราะห์ (Aromatic Chemical Compound)

เป็นเครื่องหอมที่มนุษย์ปรุงแต่งขึ้นจากสารเคมีและผสมผสานให้มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติ เช่น ดอกมะลิทำจากน้ำมันด่างจากถ่านหิน กลิ่นกุหลาบก็เช่นเดียวกันทำจากน้ำมันด่างจากถ่านหินและแอลกอฮอล์กับน้ำมันดอกหญ้า กลิ่นคาร์เนชันทำจากน้ำมันไม้การเปลี่ยนแปลงของน้ำหอม หัวน้ำหอมเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ทั้งกายภาพ ทางเคมี และทางเภสัชวิทยา ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันหอมเป็นสารที่ไวต่อแสง อุณหภูมิอากาศ เมื่อหัวน้ำหอมถูกแสงนานจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มและกลิ่นจะเปลี่ยนไป การป้องกันไม่ให้เสื่อมสภาพ ต้องเก็บไว้ในที่มืดหรือเก็บในขวดที่ป้องกันแสงแดดได้ดีปิดฝาให้สนิท

2.1.2 เครื่องหอมของไทย (นันทวัน, 2545)

เครื่องหอมของไไทยนั้นมีหลากหลายชนิดตามความเป็นไทยโดยการใช้วัสดุเครื่องหอมจากสมุนไพรซึ่งหาได้ภายในประเทศแต่ปัจจุบันเครื่องปรุงบางอย่างต้องปรุงจากต่างประเทศ การทำเครื่องหอมที่มีสูตรคล้ายๆ กันแต่การปรุงแต่งให้มีคุณภาพขึ้นอยู่กับวิธีการและประสบการณ์ของผู้ปรุงการปรุงเครื่องหอมในสมัยก่อนจะมีกลิ่นหอมเย็นตามธรรมชาติ เนื่องจากได้มาจากกลิ่นหอมดอกไม้ เนื้อไม้ ยางไม้และชะมด โดยวิธีอบรำหลาย ๆ ครั้ง จนทำให้เกิดกลิ่นหอม เมื่อปรุงแล้วนำมาใช้ดมใช้ทา ใช้อบเป็นเครื่องหอมบำรุงผิวเป็นอย่างดี บางชนิดสามารถใช้รักษาแก้อาการคัน และเกิดผดผื่นได้อีกด้วย ดังนั้นคนไทยจึงควรอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมไทยแขนงนี้ให้ดำรงสืบไป ซึ่งนอกจากจะประหยัดค่านำเข้าน้ำหอมจากต่างประเทศปีละหลายล้านบาทแล้ว ยังเป็นการช่วยส่งเสริมอาชีพของคนไทยด้วยกันอีกด้วย ซึ่งเป็นการแก้ไขเป็นการแก้ไขปัญหาทางเศรษฐกิจควบคู่กันไปอีกทางหนึ่งเช่นกัน

2.1.3 กระบวนการผลิตเครื่องหอมไทย (นันทวัน, 2545)

ถึงแม้ว่าเครื่องหอมไทยจะมีสูตรและวิธีการที่แตกต่างกันไปบ้างตามแต่ละสำนักที่สืบทอดกันมา แต่ส่วนใหญ่จะมีหลักการที่คล้ายคลึงกัน ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตก็ใกล้เคียงกัน จะแตกต่างกันบ้างตรงสัดส่วน ระยะเวลา และเคล็ดลับบางอย่าง ซึ่งกระบวนการผลิตที่สำคัญสามารถสรุปได้ดังนี้

การอบ หมายถึง การปรุงกลิ่นด้วยควันหรือปรุงกลิ่นด้วยดอกไม้หอม การอบทำให้มีกลิ่นหอมชั่วคราวหนึ่ง กลิ่นหอมนั้นจะซึมซาบเข้าไปในของที่นำไปอบ โดยวัตถุที่ต้องการให้มีกลิ่นนั้นจะอยู่ในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท และถูกอบด้วยเทียนอบหรือดอกไม้ที่มีกลิ่นหอมและกลิ่นแรง ไม่นิยมใช้ดอกไม้ที่กลิ่นหอมเย็นๆ หรือมีกลิ่นเปรี้ยว

การรำ หมายถึง การอบกลิ่นหอมซับซ้อนหลายอย่าง และกระทำโดยใช้ภาชนะเผาไฟแล้วใส่เครื่องหอม เพื่อให้เกิดควันที่มีกลิ่นหอม ได้แก่ กลิ่นหอมของยางไม้ กลิ่นน้ำมัน กลิ่นเนื้อไม้ กลิ่นดอกไม้ หลายอย่างปนกัน ใช้สำหรับอบรำเครื่องหอม ใช้รำหีบให้มีกลิ่นหอม การรำเครื่องหอมต้องใช้

เอกสารอ้างอิง: นันทวัน, 2545. เครื่องหอมไทย. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาชนะที่สำคัญ คือ โถกระเบื้อง ถ้าใช้ขวดโหลแก้วอาจจะร้อนจัด ทำให้แก้วร้าวหรือแตกได้ การที่จะร่ำต้องใส่ทวน(ทวน คืออุปกรณ์ที่ใช้วางกลางโถกระเบื้องเพื่อรองรับตะคัน)ไว้ตรงกลางโถ นำตะคันเผาไฟให้ร้อนวางไว้บนทวนแล้วจึงตักเครื่องปรุง มีกำยาน และเครื่องผสมอื่นๆ ตามลักษณะของที่ประดิษฐ์ กำยานเมื่อถูกความร้อนจะระเหยและส่งกลิ่นหอม

การปรุง หมายถึง การรวมของหลายๆ อย่างเข้าด้วยกัน และการปรุงเครื่องหอม คือ การนำพิมเสนแห้ง หัวน้ำหอม ชะมดเซ็ดมาบดผสมกัน แล้วนำไปปรุงกับน้ำอบไทยหรือเครื่องหอมอื่นๆ แต่มีข้อสังเกตว่า การที่จะใส่หัวน้ำมันหอมชะมดเซ็ด จะต้องบดแป้งนวลหรือแป้งหินเสียก่อน เพื่อให้แป้งจับน้ำมันให้หมด แล้วจึงนำไปผสมหรือกวนในน้ำต่อไป เช่น การทำน้ำอบไทย จะต้องอบร่ำและปรุงจึงเรียกว่า การทำน้ำอบไทยที่สำเร็จ

2.1.4 เครื่องหอมปรับอากาศ (รชต, 2551)

ผลิตภัณฑ์น้ำหอมปรับอากาศ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้กลิ่นหอมสดชื่น และขจัดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศเพื่อมาจำหน่ายในประเทศไทยมานานกว่า 30 ปี แต่ในสมัยก่อนยังไม่ได้ได้รับความนิยมในตลาดของประเทศไทยเท่าปัจจุบัน ในสมัยก่อนยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย และคนไทยไม่ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องกลิ่นหอม เนื่องจากมองว่าเป็นเรื่องที่ฟุ่มเฟือย เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากวัตถุดิบในการผลิตทั้งบรรจุภัณฑ์ และส่วนผสมของน้ำหอมต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยส่งมาเป็นสินค้าสำเร็จรูปทั้งสิ้น แต่สำหรับต่างประเทศแล้วน้ำหอมปรับอากาศเป็นสิ่งที่ได้รับความนิยมมานานแล้ว ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำหอมปรับอากาศ แบ่งออกเป็น 4 สายผลิตภัณฑ์ ได้แก่ น้ำหอมปรับอากาศในรถยนต์ น้ำหอมปรับอากาศในบ้าน กลุ่มลูกหอมดับกลิ่น กลุ่มที่ให้ความหอมต่อเนื่อง

2.2 น้ำมันหอมระเหย

2.2.1 ความหมาย (ฐาปนี, 2550)

น้ำหอมเป็นส่วนผสมของสารหอม น้ำมันหอมระเหย สารตรึงกลิ่น (fixative) และตัวทำละลาย โดยสารหอม (Aroma compound) เป็นวัตถุที่มีกลิ่นหอม และไม่อยู่ในสถานะของเหลว รวมถึงในรูปแบบของน้ำมัน ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจะอยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบซับซ้อน ได้จากการสกัดน้ำมันที่เก็บไว้ในส่วนต่างๆ ของพืชสมุนไพร เช่น เมล็ด ดอก ใบ ผล เปลือก ลำต้น หรือรากเหง้าของพืช น้ำมันหอมระเหยมีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี หรือสีอ่อนๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวระเหยง่ายที่อุณหภูมิปกติ น้ำมันหอมระเหยจะระเหยได้ดียิ่งขึ้นเมื่อได้รับความร้อน กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจะมีลักษณะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย ที่อยู่ในพืชสมุนไพรแต่ละชนิด เช่น อาจมีคุณสมบัติไล่แมลง กำจัดแบคทีเรียและเชื้อก่อโรค เป็นต้น พืชที่ให้น้ำมันหอมระเหยจะอยู่ในวงศ์ของพืชต่างๆ ประมาณ 60 วงศ์ ที่สำคัญได้แก่ Labiatae Rutaceae Zingiberaceae และ Gramineae

2.2.2 แหล่งที่มาของสารหอม (อุดมพร, 2557)

แบ่งออกเป็น 2 แหล่งใหญ่ โดยแหล่งแรกมาจากธรรมชาติ คือ พืชและสัตว์ และแหล่งที่มา

อีกแหล่ง คือสารหอมจากการสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 พืช

สามารถใช้ดอก เช่น ดอกมะลิและดอกกุหลาบ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ใบและกิ่ง เช่น ส้ม รวมถึงรากและเหง้า เช่น ขิง ข่า และตะไคร้ ใช้เมล็ด เช่น เมล็ดโกโก้และกาแฟ และใช้ผล เช่น ส้ม หรือเสาวรส นอกจากนี้ยังสามารถนำเนื้อไม้มาสกัดสารหอมได้ด้วยเช่น เนื้อไม้จันทน์ หรือ Sandal wood และอบเชย หรือ Cinnamon รวมถึงเปลือก เช่น เปลือกชะลูด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการรูปแบบดั้งเดิม และสุดท้ายคือ ยางไม้ เช่น ยางไม้กฤษณา (Oud หรือ Agar wood) และ กายาน (Benzoin หรือ Resin) ซึ่งเป็นเครื่องหอมที่ใช้เผาแล้วมีกลิ่นหอม

2.2.2.2 สัตว์

ส่วนใหญ่สารหอมที่ได้จากสัตว์จะทำหน้าที่เป็นฟิกเซทีฟ (Fixative) ในผลิตภัณฑ์เครื่องหอมเตรียมจากดอกไม้ที่อยู่บริเวณขาหลังของกวางเอเชียตัวผู้ ซึ่งจะให้มีสโคน (Muscone) ชะมดที่ให้ชะมดเซ็ด หรือซเวโทน (Civetone) รวมถึงคาสโตเรียม (Castoreum) ซึ่งเป็นสัตว์ตระกูลบีเวอร์ (Beaver) และแอมเบอร์gris (Ambergris) รวมถึงน้ำผึ้ง

2.2.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย (อุดมพร, 2557)

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยมีหลายชนิด สามารถแยกได้ 7 กลุ่มแต่ละกลุ่มจะออกฤทธิ์ในการบำบัดที่แตกต่างกัน ดังนี้

2.2.3.1 กลุ่มแอลกอฮอล์ (alcohol) โดยสารในกลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคไวรัส ลดความเครียด ได้แก่ กลิ่น ลินาลูล (linalool) ชิโทรเนลลา (citronela) เจอราเนียนอล (geraniol) เมนทอล (menthol) และนโรล (nerol)

2.2.3.2 กลุ่มแอลดีไฮด์ (aldehydes) โดยสารในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ระงับประสาท ลดความเครียด ลดการอักเสบ ลดความอ้วน ขยายหลอดเลือด และมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคตัวอย่างแก่ ชิทรัล (citral) ชิโทรเนลลาล (citronellal) และเนอร์รัล (neral)

2.2.3.3 กลุ่มเอสเทอร์ (esters) มีคุณสมบัติระงับประสาท สงบอารมณ์ ลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ลดอาการอักเสบต่างๆ และลดการเจริญเติบโตของเชื้อรา ได้แก่ ลิแนลลิลอะซิเตต (linalyl acetate) และเจอร์แรนนิลอะซิเตต (geranyl acetate)

2.2.3.4 กลุ่มคีโตน (ketones) สารกลุ่มคีโตนมีคุณสมบัติช่วยขยายหลอดลม ละลายเสมหะ เสริมสร้างเนื้อเยื่อ และลดการอักเสบต่าง ได้แก่ แจสโมน (jasnone) เฟนโซน (fenchone) คาร์วอน (carvone) และเมนโทน (menthone)

2.2.3.5 สารออกไซด์ (oxides) สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการขับเสมหะ ที่สำคัญได้แก่ ซินีโอล (cineol) นอกจากนี้ยังมีสารที่มีคุณสมบัติช่วยในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และกระตุ้นระบบประสาท ได้แก่ ลินาลูลออกไซด์ (linalool oxide) และแอสคาริโดลออกไซด์ (ascaridol oxide)

2.2.3.6 สารกลุ่มฟีนอล (phenols) สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และช่วยกระตุ้นระบบประสาทและภูมิคุ้มกันของร่างกาย ได้แก่ ยูจีนอล (eugenol) ไทมอล (thymol) และ เออร์วาคโรล (eucalyptol)

2.2.3.7 กลุ่มเทอร์พีน (terpenes) สารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ และลดการอักเสบต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย แคมฟิน (camphene) คาดินีน (cadinene) ซีดรีน (cedrene) ไดเพนทีน (dipentene) เทอร์พีนีน (terpinene) ซาบินีน (sabinene) และมายครีน (myrcene)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดจะมีสารประกอบทางเคมีตั้งแต่ 50-500 ชนิด องค์ประกอบทางเคมีแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันดังที่กล่าวแล้วแต่เมื่อมาผสมกันจะทำให้เกิดคุณสมบัติเป็นเอกลักษณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละที่มีจุดเด่น มีความเหมือนและความแตกต่างในการบำบัดต่างกัน

2.2.4 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช (อุตมพร, 2557)

2.2.4.1 การกลั่น (distillation)

หลักการคือ การใช้น้ำร้อนหรือน้ำไอน้ำเข้าไปแยกน้ำมันหอมระเหยจากพืช โดยการแทรกตัวเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช ซึ่งความร้อนทำให้สารละลายออกมากลายเป็นไอน้ำกับน้ำร้อนหรือน้ำไอน้ำ เทคนิคที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยมี 3 วิธี ได้แก่

- การกลั่นด้วยน้ำ (Water distillation and hydro-distillation) ถือว่าเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย โดยให้พืชจุ่มอยู่ในน้ำเดือดตลอดระยะเวลาในการกลั่น

- การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation) การกลั่นด้วยวิธีนี้จะนำพืชเป็นไว้ที่บนตะแกรงเหนือระดับน้ำในหม้อกลั่น เมื่อน้ำเดือดไอน้ำจะลอยตัวผ่านตัวอย่างพืชเป็นการกลั่นที่สะดวกที่สุด

- การกลั่นด้วยไอน้ำ (Direct steam distillation) โดยวิธีนี้ตัวอย่างจะวางอยู่บนตะแกรงในหม้อที่ไม่มีน้ำ โดยจะใช้ไอน้ำจากภายนอกซึ่งใช้ความดันสูงกว่าบรรยากาศส่งไปตามท่อไต้ตะแกรง จากนั้นไอน้ำจะถูกส่งผ่านขึ้นไปถูกกับตัวอย่างพืชบนตะแกรง แต่ไอน้ำต้องมีปริมาณมากเพียงพอในการช่วยให้ น้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืช

2.2.4.2 การสกัดด้วยไขมันเย็น (Enfleurage)

ส่วนใหญ่วิธีนี้ใช้กับน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกลีบดอกไม้ และสามารถเก็บความหอมได้นาน โดยการเอาไขมันหรือน้ำมันไม่ระเหยไม่มีกลิ่นมาเป็นตัวดูดซับที่เป็นแผ่นบางๆ มาวาง จากนั้นจึงนำกลีบดอกไม้มาวางบนตัวดูดซับเป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมงแล้วจึงเปลี่ยนกลีบดอกไม้ ทำไปเรื่อยๆ จนกว่าตัวดูดซับจะดูดน้ำมันหอมระเหยไว้มากพอจึงนำตัวดูดซับมาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยด้วยแอลกอฮอล์

2.2.4.3 การสกัดด้วยไขมันร้อน (Maceration)

โดยการเตรียมไขมันร้อนไว้ที่ประมาณ 80 องศาเซลเซียส จากนั้นตัวอย่างพืช เช่น ดอกกุหลาบหรือดอกส้ม เป็นต้น ลงไปแช่ไว้ประมาณครึ่งชั่วโมงแล้วทำให้เย็น จากนั้นอุ่นให้ร้อนต่ออีกครั้ง เพื่อกรองและล้างไขมันที่ติดอยู่ด้วยน้ำอุ่นด้วยผ้ากรองพร้อมบีบผ้ากรอง ซึ่งชั้นของน้ำและไขมันจะแยกจากกัน จากนั้นจึงใช้แอลกอฮอล์มาสกัดน้ำมันหอมระเหยออกแบเดียวกับวิธีสกัดไขมันเย็น

2.2.4.4 การสกัดด้วยตัวทำละลายระเหยง่าย (Solvent extraction)

ตัวทำละลายที่นิยมมากที่สุดคือ ปีโตรเลียมอีเทอร์ ส่วนตัวอื่นๆ เช่น อะซิโตน เมทานอล เอทานอล เป็นต้น ซึ่งวิธีนี้จะควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการกลั่นที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงที่อาจทำให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลง แต่วิธีนี้จะมีต้นทุนสูงกว่าการกลั่น

2.2.4.5 การสกัดโดยการบีบหรืออัด (Cold press method)

ใช้กับตัวอย่างพืชที่ใช้กับการกลั่นไม่ได้ เนื่องจากองค์ประกอบถูกทำลายง่ายเมื่อโดนความร้อน เช่น น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม โดยหั่นตัวอย่างพืชเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำเข้าเครื่อง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิ๊บอัด ซึ่งวิธีบิ๊บอัดที่นิยมคือ วิธีเอคคิวเอล (ecuelle method) และน้ำมันที่ได้มาเรียกว่า น้ำมันดิบ

2.2.4.6 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติ (Supercritical carbon dioxide extraction)

เป็นเทคนิคที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ที่ใช้ได้ผลดีและยังช่วยลดมลพิษในบรรยากาศได้อีกด้วย เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติเป็นของไหล มีคุณสมบัติใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้ในสภาวะอุณหภูมิห้อง เพราะคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนจากของไหลเป็นก๊าซที่มีกลิ่นหอมที่ได้จากดอกไม้

2.2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลากหลายชนิดแตกต่างกันไป ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยสามารถทำได้หลายวิธี โดยที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่

2.2.5.1 แก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography, GC) (ฐาปนีย์, 2550)

เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด คอลัมน์ที่นิยมใช้เป็นแบบ capillary ภายในจะบรรจุและเคลือบด้วยเฟสนิ่ง (stationary phase) เช่น DB-1, Carbowax, OV-1, OV-101 ฯลฯ ในการเลือกชนิดของเฟสนิ่งเป็นสิ่งสำคัญมากเพราะจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการแยกสารและการวิเคราะห์ หากเลือกไม่เหมาะสมอาจเกิดความผิดพลาดและทำให้การวิเคราะห์เป็นไปได้ยาก โดยเครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้ได้แก่ FID (The Flame Ionization Detector) ใช้สำหรับตรวจและวัดปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยบางชนิด

2.2.5.2 High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

เป็นเทคนิคอีกชนิดหนึ่งที่น่านำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหย แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้มากนัก ส่วนใหญ่จะใช้คอลัมน์ชนิด normal phase

2.2.5.3 การใช้เทคนิค Hyphenated และ Multidimensionnal gas chromatography Hyphenated หรือ Multidimensionnal เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และได้เกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ เป็นการนำเทคนิคตั้งแต่ 2 เทคนิคขึ้นไปมาวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย โดยอาจนำเครื่องมือชนิดเดียวกันมาต่อพ่วงเข้าด้วยกัน เช่น GC/MS เป็นเทคนิคที่นิยมใช้มากที่สุด เพื่อเป็นการตรวจสอบและยืนยันผลที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งแรกด้วย GC-FID

2.2.5.4 Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NMR) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างของสารในน้ำมันหอมระเหย โดยดูจากค่าการดูดกลืนพลังงานเรโซแนนซ์ของอะตอมของโปรตอนและคาร์บอนในโมเลกุลของสารนั้นๆ

2.2.6 การใช้น้ำมันหอมระเหยในสุคนธบำบัด (ฐาปนีย์, 2550)

ปัจจุบันมีการนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลาย อาทิเช่น อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมน้ำหอมและเครื่องสำอาง ใช้ประโยชน์ทางการแพทย์รวมถึงใช้ในสุคนธบำบัด ในอุตสาหกรรมยามีการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้เป็นทั้งตัวยาสำคัญในการออกฤทธิ์และสารช่วยแต่งกลิ่นในตำรับยา ตัวอย่างเช่น น้ำมันยูคาลิปตัส และน้ำมันเสฉวนนำมาใช้เป็นตัวยาสำคัญในการทำน้ำยาบ้วนปาก เป็นต้น ในอุตสาหกรรมน้ำหอมและ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องสำอางน้ำมันหอมระเหยมีประโยชน์มากมายต่อการผลิตน้ำหอมหลายชนิด ตัวอย่างเช่น eau de parfume, eau de cologne และ eau de toilette มีการใช้น้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เพื่อบำรุงผิวพรรณ เส้นผม เล็บ รวมถึงสบู่และยาสีฟัน ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในเครื่องสำอาง เช่น น้ำมันทีทรี และน้ำมันโรสแมรี่ เป็นต้น ในอุตสาหกรรมอาหารมีการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ในการแต่งกลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มต่างๆ เช่น น้ำมันแคลรีเสจนำมาใช้ในการแต่งกลิ่นเบียร์ เป็นต้น การใช้ประโยชน์ทางการแพทย์หรือสுகนธบำบัด มีการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ในการหรือบรรเทาอาการของโรคต่างๆ ได้แก่ โรคทางเดินระบบอาหาร โรกระบบประสาท สารฆ่าเชื้อ ในการแพทย์ทางเลือกมีการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ในการบำบัดทางจิตใจในผู้ป่วยโรคมะเร็ง หรือผู้ป่วยโรคสมองเสื่อม

2.2.7 การสูดดม (ฐาปณีย์, 2550)

การสูดดมเป็นวิธีที่ร่างกายได้รับกลิ่นจากน้ำมันหอมระเหยโดยตรงผ่านจมูกเข้าสู่ปอดหรือผ่านไปสู่สมองส่วนรับกลิ่น การสูดดมน้ำมันระเหยทำได้หลายวิธี เช่น

2.2.7.1 วิธี steam hot water inhalation ทำโดยหยดน้ำมันหอมระเหย 6-8 หยด ลงในชามที่ใส่น้ำอุ่นไว้ หลังจากนั้นใช้ผ้าขนหนูคลุมศีรษะและก้มหน้าลงสูดดมนาน 2-3 นาที

2.2.7.2 วิธี mini facial steam ทำโดยจุ่มผ้าเช็ดหน้าลงในน้ำอุ่น บีบให้แห้งหมาดๆ แล้วหยดน้ำมันหอมระเหย 2-3 หยดลงไป หลังจากนั้นนำผ้าเช็ดหน้ามาประคบบนใบหน้าแล้วสูดดม

2.2.7.3 วิธี air purifying เป็นวิธีการที่ทำให้สภาพแวดล้อมมีกลิ่นอบอวลไปด้วยน้ำมันหอมระเหยซึ่งสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ อาทิเช่น การอบห้องเพื่อบำบัดเชื้อโรค การพ่นละอองฝอย (room spray) การใช้เตาในรูปแบบต่างๆ เช่น electric diffusers, ceramic or metal lamps, non-electric light rings or candles เป็นต้น ส่วนใหญ่การใช้เตาเผาจะจุดเตาไม่เกิน 10 นาที

2.2.8 ความปลอดภัยและพิษของน้ำมันหอมระเหย (ฐาปณีย์, 2550)

ปัจจุบันมีการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายทางอุตสาหกรรมต่างๆ แต่การรายงานข้อมูลของความปลอดภัยในการใช้น้ำมันหอมระเหย ตลอดจนพิษและอันตรายของน้ำมันหอมระเหยยังมีน้อย ความปลอดภัยและพิษของผู้ที่ได้รับน้ำมันหอมระเหยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ วิธีการให้ ขนาดที่ให้ ความถี่ในการให้ เป็นต้น วิธีการให้น้ำมันหอมระเหยมีหลายวิธี ได้แก่ การดูดซึมทางผิวหนัง การรับประทาน การสูดดม การเหน็บ เป็นต้น วิธีที่นิยมใช้มากที่สุดคือการดูดซึมทางผิวหนัง ส่วนใหญ่น้ำมันหอมระเหยที่ใช้จะอยู่ในรูปของน้ำมันนวด ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์สปาต่างๆ ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ให้โดยการดูดซึมทางผิวหนังหรือการนวดจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก ได้แก่ ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย ปริมาณของน้ำมันที่ใช้ พื้นที่ผิวหนังที่ทำการนวด ส่วนปัจจัยรอง ได้แก่ ประเภทของน้ำมันหอมระเหย ประเภทของน้ำมันพา (carrier oil) อุณหภูมิและความชื้นของผิวหนัง ชนิดของผิวหนัง ตำแหน่งที่นวด เป็นต้น

น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่มีองค์ประกอบที่มีขนาดโมเลกุลเล็ก น้ำหนักโมเลกุลต่ำ ละลายได้ดีในไขมัน จากคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้น้ำมันหอมระเหยสามารถดูดซึมทางผิวหนังได้ดี อัตราการดูดซึมทางผิวหนังและปริมาณที่ถูกดูดซึมจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการระเหย (volatility) น้ำมันหอมระเหยมีองค์ประกอบที่ระเหยง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ดูดซึมผ่านผิวหนังได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยที่มีองค์ประกอบระเหยยาก แต่องค์ประกอบที่ระเหยง่าย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะระเหยไปจากผิวหนังได้รวดเร็วเช่นกัน ดังนั้นในระหว่างการนวดควรมีการปกคลุมบริเวณที่นวดเพื่อป้องกันการระเหย

2. สภาพผิวที่อ่อนและไม่มีสิ่งปกคลุมจะทำให้น้ำมันหอมระเหยระเหยไปได้รวดเร็ว นอกจากนี้สภาพผิวที่ผิปกติหรือผิวหนังอักเสบจะทำให้อัตราการดูดซึมทางผิวหนังเพิ่มขึ้นซึ่งอาจเกิดอันตรายได้ ถ้าจำเป็นต้องใช้น้ำมันหอมระเหยในสภาพผิวเช่นนี้ ควรลดปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ลง

3. ความหนืดของน้ำมันหอมระเหยและน้ำมันจะส่งผลต่ออัตราการดูดซึมทางผิวหนัง เช่น น้ำมันพาประเภทน้ำมันมะกอก (olive oil) หรือน้ำมันอัลมอนต์ (almond oil) จะมีความหนืดสูงจะทำให้อัตราการดูดซึมทางผิวหนังลดลง ในขณะที่น้ำมันพาประเภทน้ำมัน linseed (linseed oil) ที่มีความหนืดต่ำจะทำให้อัตราการดูดซึมทางผิวหนังเพิ่มขึ้น

2.2.9 การผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องหอม (ฐาปนีย์, 2550)

ก่อนที่จะนำสารหอมไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติต่างๆ เช่น ความคงตัว และความบริสุทธิ์ รวมถึงคุณสมบัติด้านกลิ่นว่าเป็นอย่างไร ตลอดจนราคาแล้วจึงนำไปสร้างสรรค์เพื่อให้ได้กลิ่นที่ตรงกับความต้องการ เช่น เพื่อทราบกลิ่นแบบที่ต้องการแล้ว จากนั้นจะปรุงแต่งโดยการผสมผสานสารหอมต่างๆ

2.2.10 ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย (อุดมพร, 2550)

ปัจจุบันศาสตร์และศิลป์ในการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากธรรมชาติได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อการดูแลสุขภาพและถนอมผิวพรรณในแนวของสุขภาพแบบองค์รวม รวมถึงการนำมาใช้เป็นกิจกรรมหลักในสปา ในมิติของการบำบัดด้วยกลิ่นหอม เพื่อปรับสมดุลของร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ ได้แก่ การสูดดม การนวด การแช่อาบ การอบประคบ การห่อพันตัว เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากธรรมชาติมาผสมในผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับสุขภาพ และ เครื่องสำอางต่างๆ มากมาย เช่น การจุดตะเกียงเพื่อสูดดม ยาดมบรรเทาหวัด เจล หรือขี้ผึ้ง บรรเทาปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ สเปรย์หอมโลยง สเปรย์ปรับอากาศและฆ่าเชื้อในห้อง ในรถยนต์ น้ำยาบ้วนปาก น้ำมันนวดตัวเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อ หรือเพื่อคลายเครียด ตลอดจนการนำมาผสมในเครื่องสำอางสำหรับบำรุงเส้นผม ใบหน้า และร่างกาย เป็นต้น ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยดังกล่าวข้างต้นนี้สามารถผลิตในรูปแบบต่างๆ

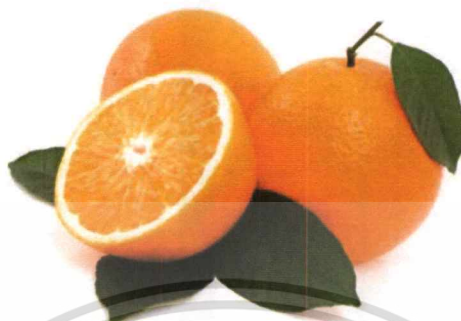
องค์ประกอบทั่วไปของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยควรมีดังนี้

1. สารสำคัญ หรือสารออกฤทธิ์ (active ingredients) ในที่นี้หมายถึง น้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ตามสรรพคุณหรือจุดประสงค์ที่ต้องการใช้
2. ตัวทำละลายหรือตัวเจือจาง (vehicle, base) เช่น น้ำ แอลกอฮอล์ หรือน้ำมัน
3. สารแต่งสี ในกรณีที่ต้องการแต่งสี
4. สารกันเสีย ในกรณีที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณมากพอควร
5. สารเสริมผลิตภัณฑ์ สารต้านออกซิเดชัน สารปรับความเป็นกรด-ด่าง สารเพิ่มความคงตัว สารเพิ่มความหนืด สารช่วยการละลาย สารช่วยให้ใส เป็นต้น ตามความจำเป็นในแต่ละกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พืชสมุนไพรที่ใช้ในการปรุงน้ำมันหอมระเหย

2.3.1 ส้ม (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2547)



รูปที่ 2.1 ผลส้ม

ที่มา: <https://sites.google.com/site/waeromelahwaedoyee880/topic2>

ส้ม เป็นไม้พุ่มหรือไม้ต้นขนาดเล็กหลายชนิด เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ สกุล Citrus วงศ์ Rutaceae มีด้วยกันนับร้อยชนิด เติบโตกระจายอยู่ทั่วโลก โดยมากจะมีน้ำมันหอมระเหยในใบ ดอก และผล (รูปที่ 2.1) และมีกลิ่นฉุน หากนำไปขึ้นสอึ่งกับแสงแดด จะเห็นจุดเล็กๆ เต็มไปหมด ซึ่งจุดเหล่านั้นก็คือแหล่งน้ำมันนั่นเอง ส้มหลายชนิดรับประทานได้ ผลมีรสเปรี้ยวหรือหวาน มักจะมีแคลเซียม โพแทสเซียม วิตามินเอ และ วิตามินซี มากเป็นพิเศษ

ส้มเป็นพืชอยู่ในวงศ์ Rutaceae สกุล Citrus สำหรับประเทศไทย มีการจำแนกพืชวงศ์ส้ม พบว่าวงศ์ย่อยที่สำคัญที่สุด คือ วงศ์ย่อยของส้ม ซึ่งประกอบด้วยส้มชนิดต่าง ๆ มะขวิด มะตูม และ ส้มสามใบ อย่างไรก็ตาม พืชวงศ์ย่อยนี้ สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มส้มเกลี้ยงและส้มตรา (Orange group) ซึ่งแบ่งเป็นส้มที่มีรสหวาน (Sweet Orange: *Citrus sinensis*) และส้มที่มีรสเปรี้ยว หรืออาจจะมีรสออกขมบ้าง (Sour or Bitter Orange: *Citrus aurantium*)
2. กลุ่มส้มจีน ส้มเขียวหวาน (Mandarin group) ซึ่งได้แก่ ซัทซุมา มานดาริน (Satsuma Mandarin: *Citrus unshiu*) คิงส์ แมนดาริน (King Manderin: *Citrus nobilis*) เมดิเตอร์เรเนียน แมนดาริน (Mediterranean Mandarin: *Citrus delicoia*) และคอมมอน แมนดาริน (Common Mandarin: *Citrus reticulata*)
3. กลุ่มส้มโอ และเกรฟฟรุท (Pummelo and Grapefruits) ซึ่งได้แก่ ส้มโอ (Pummelo: *Citrus maxima*) และเกรฟฟรุท (Grapefruits: *Citrus paradise*)
4. กลุ่มมะนาว (Common acid member group) ซึ่งได้แก่ ซิตรอน (Citron: *Citrus medica*) เลมอนหรือมะนาวฝรั่ง (*Citrus lemon*)

2.3.1.1 โภชนาการในเปลือกส้ม

1. วิตามินซี ผลส้มมีวิตามินซีสูง ที่น่าสนใจคือในส่วนของเปลือกส้มมีวิตามินซีสูงกว่าผลส้มเกือบ 2 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2. มีแคลเซียมอยู่ประมาณ 1.5 กรัม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แหล่งรวมแร่ธาตุต่าง ๆ ทั้งโพแทสเซียม แมกนีเซียม วิตามินบี 2 วิตามินเอ
4. ในเปลือกส้มปริมาณ 100 กรัมยังมีแคลเซียมสูงถึง 161 มิลลิกรัม ซึ่งนับว่ามากกว่าเนื้อส้มในปริมาณเท่า ๆ กันที่มีแคลเซียมอยู่ประมาณ 40 มิลลิกรัมเท่านั้น

2.3.1.2 ประโยชน์ของเปลือกส้ม

1. บำรุงสุขภาพฟันและกระดูก จากผลการศึกษาของ Purdue University พบว่า ในเปลือกส้มประมาณ 100 กรัมจะมีปริมาณแคลเซียมสูงถึง 161 มิลลิกรัม แร่ธาตุที่ช่วยบำรุงกระดูกและฟันได้
2. คลายเครียด กลิ่นซิตรัสในเปลือกส้ม มีคุณสมบัติเด่นในเรื่องของการช่วยผ่อนคลายระบบประสาทของร่างกายได้ เพียงแค่นำเปลือกส้มมาคั้นให้น้ำมันหอมระเหยในเปลือกส้มไหลออกมา จากนั้นจะนำมาสูดดมเติมความสดชื่น หรือนำมานวดแก้ปวดเมื่อยตามร่างกายก็ได้
3. ช่วยให้นอนหลับ กลิ่นซิตรัสจากน้ำมันหอมระเหยในเปลือกส้ม มีผลต่อการทำงานของระบบประสาทและสมอง ซึ่งจะมีฤทธิ์คล้ายกับยากล่อมประสาท ช่วยให้สมองรู้สึกผ่อนคลายและนอนหลับได้ง่ายดายยิ่งขึ้น
4. บำรุงสายตา ในเปลือกส้มมีสารเบตาแคโรทีนและวิตามินเอ เป็นสารอาหารที่ช่วยบำรุงสายตาได้ดี ดูแลและบำรุงสายตาและป้องกันปัญหาเกี่ยวกับประสาทตา
5. ช่วยรักษาสิว ผิวอักเสบ น้ำมันหอมระเหยหลายชนิดได้แก่ ซิทรัล (citral) เจอรานีโอล (geraniol) และลินาลูล (linalool) ในเปลือกส้ม มีคุณสมบัติเด่นในการทำความสะอาด โดยเฉพาะกับผิวหนังที่เป็นสิวหรือมีสิวก่อเกิดเนื่องจากสิ่งสกปรกให้ล้างเปลือกส้มให้สะอาด จากนั้นนำเปลือกส้มไปบดละเอียด ผสมน้ำต้มสุกเล็กน้อยแล้วนำมาแต้มสิวหรือพอกผิวที่เกิดการอักเสบประมาณ 20-30 นาที แล้วล้างออก อาการอักเสบบนผิวหนังจะบรรเทาลงได้
6. แก่กรดไหลย้อน ผลการศึกษาจาก University of Michigan Health System เผยว่า หากนำเปลือกส้มตากแห้งประมาณ 1-2 กรัม มาต้มกับน้ำ 3 ถ้วยตวง แล้วจิบเป็นชาเปลือกส้ม จะช่วยแก้อาการอาหารไม่ย่อย หรือแก่กรดไหลย้อนได้ เนื่องจากเปลือกส้มมีสารโพลีแซคคาไรด์ ชนิดไม่ละลายน้ำ ที่สามารถกระตุ้นการย่อยอาหาร อีกทั้งยังมีสารแทนนิน และเฮมิเซลลูโลส โมเลกุลคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติลดกรดเกินในกระเพาะอาหาร ช่วยชะลอการย่อยอาหารให้เป็นไปอย่างราบรื่น ลดความเสี่ยงของอาการท้องอืดได้ดียิ่งขึ้น
7. ด้านเซลล์มะเร็ง เบตาแคโรทีน สารต้านอนุมูลอิสระในเปลือกส้ม สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันได้ สามารถป้องกันการกลายพันธุ์ของเซลล์ในร่างการหรืออวัยวะต่างๆ

คือปกป้องเซลล์จากการถูกทำลาย ลดความเสี่ยงที่เซลล์ในร่างกายจะกลายเป็นเซลล์มะเร็ง

8. เปลือกส้มสามารถละลายคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ หมายความว่าเปลือกส้มมีประโยชน์ต่อคนอ้วนที่มีระดับคอเลสเตอรอลสูง และมีพลาไวโนอยด์หรือที่รู้จักกันดีว่าเฮสเพอริดีนซึ่งสามารถต้านโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่และโรคระดุมกระดูก

2.3.1.2 ประโยชน์ความงามจากเปลือกส้ม

1. เปลือกส้มจะช่วยปรับสมดุลให้แกผิว ทำให้ผิวเนียนนุ่ม และเหมาะกับผิวมันเป็นพิเศษ
2. เปลือกส้มแห้งซึ่งเป็นตัวขัดผิวโดยธรรมชาติจะช่วยขจัดเซลล์ผิวที่ตายแล้ว รวมทั้งขจัดสิวเสี้ยนออกไปอย่างนุ่มนวลและช่วยทำให้ผิวกระจ่างใส

3. เปลือกส้มจะช่วยลดรอยฝ้า กระ และจุดต่างด่าง

4. มีสรรพคุณด้านการอักเสบ ต่อต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา รักษาผิวโดยเฉพาะผิวที่เต็มไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยหนอง

2.3.1.3 สรรพคุณทางยาของเปลือกส้ม

1. เปลือกส้มซึ่งมีรสขมจะช่วยให้การย่อยอาหาร ช่วยกำจัดแก๊สในช่องท้อง บรรเทาอาการปวดคลื่นไส้ อาเจียนและเรอเหม็นเปรี้ยว

2. ช่วยกระตุ้นความอยากอาหารด้วย ช่วยให้เจริญอาหาร

3. ขณะที่ผงเปลือกส้มจะช่วยละลายเสมหะในระบบทางเดินหายใจ บรรเทาอาการไอและโรคหอบหืด หรือเปลือกส้มแห้งแช่ดองในเหล้าขาว ต้มยาดองเหล้าปริมาณพอเหมาะ ช่วยบำรุงปอดละลายเสมหะ

4. น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มมีคุณสมบัติต้านจุลินทรีย์ แก้อักเสบ ลดกรดในกระเพาะอาหารและลำไส้ รักษาการเคลื่อนที่ของลำไส้ และส่งเสริมการทำงานของตับด้วย

2.3.1.4 คุณสมบัติและการประยุกต์ใช้ สารสกัดจากเปลือกส้ม

1. เพิ่มกลิ่นหอมในน้ำมันหอมระเหยเพื่อบรรเทาความเครียด

2. บรุงแต่งกลิ่นในอาหารหรือขนม

3. ต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยในการต่อสู้กับอนุมูลอิสระและมะเร็ง

4. ขับไล่อุงอย่างธรรมชาติ

5. ช่วยกระตุ้นการเผาผลาญไขมัน

6. ปรับปรุงการทำงานของระบบทางเดินอาหาร

7. น้ำมันหอมระเหยที่ใช้สำหรับการบรรเทาอาการปวด เพิ่มการไหลเวียนโลหิต อาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและอ่อนเพลีย

8. สารสกัดจากเปลือกส้ม จะใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น เครื่องดื่ม เคี้ยวหมากฝรั่ง ขนมและ

อาหารเสริม นอกจากนี้ยังใช้ในเครื่องสำอาง เช่น โลชั่น น้ำหอม สบู่ ครีมเจล ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด และผลิตภัณฑ์ยาอื่นๆ

2.3.2 ส้มโอ (จิตตรา, 2552)



รูปที่ 2.2 ผลส้มโอ

ที่มา: <http://halsat.com/ส้มโอ>

ส้มโอ เป็นชื่อภาษาไทยที่เรียกกันโดยทั่วไป โดยชาวมุสลิมส่วนใหญ่นิยมเรียกกันว่า ลิมา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า บาหลี ซึ่งเป็นภาษามลายู มาจากคำว่า Limau Bali แปลว่า ส้มโอ ชื่อสามัญภาษาอังกฤษเรียกว่า "ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

pummel หรือ pomelo ชื่อทางพฤกษศาสตร์เรียกว่า *Citrus maxima* (J. Burm.) Merr. อยู่ในวงศ์ Rutaccae

2.3.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ส้มโอเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง มีความสูงประมาณ 6-10 เมตร ตาถ้าปลูกในที่ที่เหมาะสมจะมีอายุมาก อาจสูงได้ถึง 15 เมตร ทรงต้นโปร่ง ลำต้นใหญ่ กิ่งก้านใหญ่ กิ่งก้านสาขาที่แตกจะห้อยลงเป็นทรงพุ่มสวยงาม บางครั้งมีหนามตามลำต้น ยิ่งปลูกด้วยเมล็ดจะมีหนามแข็งแรง 1-5 เซนติเมตร

เมล็ด มีเมล็ดค่อนข้างใหญ่ แบน เปลือกย่น ร่องเมล็ดลึก มีสีขาวอมเหลือง อยู่รวมกันตรงกลางผลรอบๆแกน หนึ่งเมล็ดสามารถเพาะต้นกล้าได้ 1 ต้น

ใบ มีใบยาวกลมโดยมีความยาวของใบ 10-12 เซนติเมตร กว้าง 2-5 เซนติเมตร ขอบใบมีรอยหยักตื้นๆ หลังใบสีเขียวเข้มเป็นมัน ก้านใบมีส่วนที่แผ่ออกเป็นปีกคล้ายรูปหัวใจ

ดอก ดอกมักเป็นดอกเดี่ยวผลิจากง่ามใบ กลีบเลี้ยงส่วนใหญ่มีกรอบเว้าเข้าตื้นๆ กลีบดอกสีขาวปลายมนมี 4 กลีบ มีเกสรเพศผู้ 20-25 อัน เกสรเพศเมีย 1 อัน มีลักษณะเป็นเส้นปลายเป็นตุ่ม

ผล ผลมีลักษณะกลมบางสายพันธุ์มีส่วนที่นูนขึ้นมาเป็นจุก ผลมีขนาดใหญ่ เปลือกนอกสีเขียวมีต่อมน้ำมันมาก เมื่อแก่จัดเปลือกจะมีสีเหลืองคล้ายหนังสัตว์ เปลือกชั้นกลางหนามีสีขาว เนื้อภายในมีลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อนหรือสีชมพูมี 12-18 กลีบ ดังรูปที่ 2.2 มีทั้งรสหวานและรสเปรี้ยว ส้มโอที่มีลักษณะพันธุ์เหมือนกันเมื่อนำเป็นปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันอาจได้ลักษณะของส้มโอที่ต่างกัน ถ้าผลเปลี่ยนไปในทางที่ดีอาจมีการตั้งชื่อพันธุ์ขึ้นมาใหม่ได้แก่ พันธุ์ขาวพวง พันธุ์ขาวทองดี พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง พันธุ์ขาวใหญ่ พันธุ์ขาวแป้น พันธุ์ทับทิม และพันธุ์ปัตตาเวีย

ส่วนต่างๆของส้มโอพบสารต่างๆได้ดังนี้ ผลส้มโอมีสารนารินจิน (naringin) โปรซิริน (poncirin) นีโอเฮสเปอร์ริดิค (neohesperidoside) นารินจิน-4-กลูโคไซด์-7-นีโอเฮสเปอร์ริโดไซด์ (naringin-4-gulcoside-7-neohesperidoside) และยังมีพวกแคโรทีนอยด์ (carotenoid) วิตามิน บี 1 บี 2 วิตามินซี แคลเซียม คลอไรด์ เหล็ก น้ำตาล และน้ำมันหอมระเหย ส่วนเปลือกสามารถพบน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.3-0.9 ซึ่งประกอบไปด้วยลิโมนีน (limonene) ซิทรัล (citral) เจลานิล (gelaniol) ลินาลูล (linalool) และเมทิลแอนทรานิลเลต (methylantranilate) เป็นส่วนใหญ่ เมล็ดมีโอบาคุโนน (obacunone) โอบาคุแลคโตน (obaculactone) ดีอะซีทิลโนมิลิน (deactylnomilin) น้ำมันร้อยละ 40.74 เถ้าร้อยละ 2.85 โปรตีนร้อยละ 23.87 สารที่ไม่มีไนโตรเจนร้อยละ 11.51 เส้นใยร้อยละ 3.00 และดอกมีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.2-0.25

2.3.2.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอ

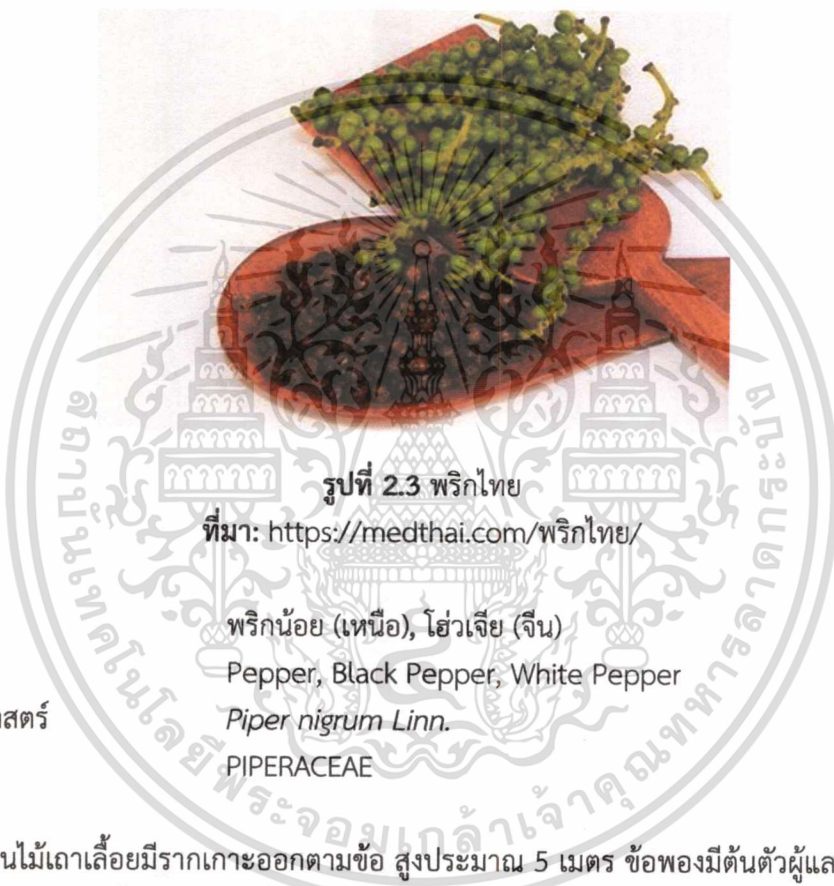
สกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอด้วยเครื่องกลั่นด้วยน้ำร้อนดังนี้ นำเปลือกส้มโอส่วนที่เป็นผิวสีเขียวมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนักประมาณ 500-700 กรัม บันทึกน้ำหนักเปลือกส้มโอ แล้วใส่ลงในขวดก้นกลม (round bottom flask) ขนาด 5,000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นพอท่วมชิ้นเปลือกส้มโอ เปิดเครื่องกลั่นต้มน้ำจนเดือด เมื่อไอน้ำมันหอมระเหยที่ระเหยออกมาผ่านเข้าเครื่องควบแน่น (condenser) จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำมันลงในส่วนรองรับน้ำมันหอมระเหย (receiver) ต้มทิ้งไว้จนไม่มีหยดน้ำมันลงภาชนะบรรจุแล้วปิดเครื่องกลั่น ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้อุปกรณ์ทั้งหมดเย็นตัว บันทึกปริมาตรน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ เก็บน้ำมันหอมระเหยไว้ในขวดสีชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 ประโยชน์ของส้มโอ (ลักขมณ, 2552)

ส่วนต่างๆของส้มโอมีสรรพคุณทางยาดังนี้ เนื้อที่มีรสขม เปรี้ยวจัด ทำให้เจริญอาหารเหมาะสำหรับสตรีมีครรภ์ที่มีอาการเบื่ออาหาร ปากไม่รื้อรสอาหาร ขับลมในกระเพาะอาหารและลำไส้ แก้กเมาสุรา เปลือกผลมีรสขม ขม ช่วยขับเสมหะ ขับลม แน่นหน้าอก จุกแน่นอก ปวดท้องน้อย และไส้เลื่อน ใช้เป็นยาภายนอกโดยตำพอกฝี ต้มน้ำอาบแก้คัน ส่วนเมล็ดใช้แก้ปวดท้อง เนื่องจากลำไส้หดตัว ผิดปกติ และไส้เลื่อน ดอกใช้ขับลม ขับเสมหะ แก้อาการระบั้งลม และกระเพาะอาหาร ส่วนใบมีรสขม แก้ปวด หัวดี ใจ ปวดกระเพาะอาหาร ปวดท้องน้อย และไส้เลื่อน

2.3.3 พริกไทย (วุฒิ, 2540)



รูปที่ 2.3 พริกไทย

ที่มา: <https://medthai.com/พริกไทย/>

ชื่ออื่นๆ

ชื่อสามัญ

ชื่อวิทยาศาสตร์

วงศ์

พริกน้อย (เหนือ), โห้วเจีย (จีน)

Pepper, Black Pepper, White Pepper

Piper nigrum Linn.

PIPERACEAE

เป็นไม้เถาเลื้อยมีรากเกาะออกตามข้อ สูงประมาณ 5 เมตร ข้อพองมีต้นตัวผู้และต้นตัวเมีย ในเหมือนใบพลู แต่เล็กเรียกว่าเล็กน้อย ดอกช่อสีขาวออกตามข้อ ผลกลมเล็กเขียวเป็นช่อยาว (รูปที่ 2.3) ผลแก่สีแดง ปลูกมากทางภาคใต้

2.3.3.1 แหล่งที่พบ

ปลูกเป็นพืชไร่เศรษฐกิจทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและจังหวัดจันทบุรี

2.3.3.2 สารสำคัญ (เจนจบ, 2555)

สารที่มีรสเผ็ดฉุนในพริกไทยคือ chavicine มีจำนวนน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารที่ทำให้มีกลิ่นฉุนเผ็ดร้อนได้แก่ อัลคาลอยด์ piperine เมื่อสลายตัวจะให้อัลคาลอยด์ที่เป็นของเหลวคือ piperidine และ piperic acid สำหรับกลิ่นหอมที่ชวนรับประทานนั้นเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีสีเหลืองมี 12.6 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย α และ β -pinene, l- α -phellandrene, dl-limonene และอื่นๆ กลิ่นหอมของพริกไทยนี้อยู่ที่ส่วนเปลือกผล สำหรับรสเผ็ดฉุนพบทุกๆไปทั้งเมล็ด นอกจากนั้นมีแมกนีเซียมประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำมันไม่ระเหยน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การคัดลอกหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

2.3.3.4 สรรพคุณ

ใบ : รสเผ็ดร้อน แก้ลมจุกเสียดแน่น แก้ปวดมวนท้อง

ดอก : รสร้อน แก้ตาแดงเนื่องจากความดันโลหิตสูง

เมล็ด : รสเผ็ดร้อน แก้ลมอัมพฤกษ์ แก้ลมลั่นในท้อง บำรุงธาตุ แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ แก้เสมหะเฟื่อง แก้มูกติด

เถา : รสร้อน แก้อุระเสมหะ แก้อติสาร

ราก : รสร้อน ขับลมในลำไส้ แก้ปวดท้อง แก้ลมวิงเวียน ช่วยย่อยอาหาร

พริกไทยใช้เป็นเครื่องเทศ และยังใช้แต่งกลิ่นอาหาร ทำให้อาหารมีรสชวนกิน ช่วยถนอมอาหาร ทำให้อาหารที่ใช้พริกไทยปรุงนั้นเก็บไว้ได้นานกว่าปกติ

ทั้งพริกไทยสดและพริกไทยแห้งยังมีสรรพคุณช่วยรักษาโรคหลอดเลือดอักเสบเรื้อรัง และมีอาการหอบหืด แก้ประสาทอ่อนเพลีย ขับลม บำรุงกระเพาะอาหาร

2.3.4 อบเชยเทศ (วุฒิ, 2540)



รูปที่ 2.4 อบเชย

ที่มา: <https://medthai.com/อบเชย/>

ชื่อสามัญ

ชื่อวิทยาศาสตร์

วงศ์

Ceylon Cinnamo, The Cinnamon
Cinnamomum Zeylanicum Nees.
 LAURACEAE

เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ในรูปหอกปลายและโคนแหลม เส้นใบตามยาว 3 เส้น ใบค่อนข้างหนา ขอบและผิวเรียบมัน สีเขียวเข้ม ดอกเล็กเป็นช่อสีเหลืองอ่อน ผลรูปไข่ ผิวเปลือกเรียบบางหนา 2-3 มิลลิเมตร (รูปที่ 2.4) กลิ่นหอม ส่งมาจากอินเดีย และศรีลังกา เคยพบในประเทศไทยในป่าดงดิบค่อนข้างสูงแถบชายแดนมีอยู่เป็นดงอบเชยมากมายหลายร้อยต้น บางต้นสูง 10-15 เมตร ผิวเปลือกเรียบบางพอกๆกับอบเชยเทศที่นำเข้า กลิ่นหอมจัด (เจนจบ, 2555)

2.3.4.1 สรรพคุณ

ราก : รสหอมสุขุม แก้ลมอัมพฤกษ์ ปลูกธาตุให้เจริญ แก้พิษร้อน แก้ไข้สันนิบาต

เปลือก : รสเผ็ดหวาน แก้ลมอัมพฤกษ์ ปลูกธาตุอันดับให้เจริญ แก้ไข้สันนิบาต แก้
 อ่อนเพลีย ขับผายลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ยาหอม (สมาพันธ์แพทย์ไทยล้านนา, 2560)

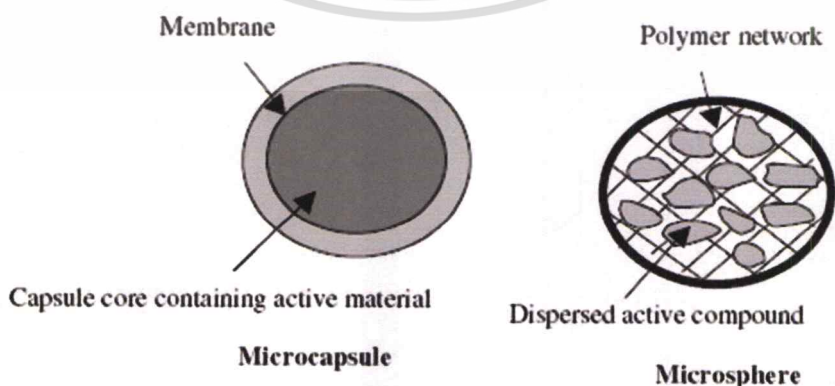
ยาหอม เป็นยาแผนโบราณที่อยู่คู่กับสังคมไทยมากกว่า 3 ศตวรรษ แม้ในปัจจุบันสังคมไทยเปลี่ยนแปลงไปมาก การแพทย์แบบวิทยาศาสตร์ซึ่งรักษาหลาย ๆ โรคให้หายได้อย่างรวดเร็ว ได้รับความนิยมสูงขึ้นจนทำให้ยาไทยแทบทุกชนิดถูกทอดทิ้งและเสื่อมถอยลง

แม้ว่ายาหอม ยังคงได้รับความนิยมอยู่บ้างแต่ถูกจำกัดอยู่ในเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ เพราะภาพลักษณ์ของยาหอมในความรู้สึกของคนยุคนี้ คือ ความแก่ ชรา โบราณเมื่อบริบททางสังคมและวัฒนธรรมเปลี่ยนไป ยาฝรั่งและการรักษาโรคแบบตะวันตกเริ่มเข้ามามีบทบาทในประเทศไทย ประกอบกับยุทธศาสตร์พัฒนาประเทศตามแบบตะวันตก วิธีการดูแลสุขภาพแบบตะวันตกที่ต้องมีผลรองรับทางวิทยาศาสตร์ มีสรรพคุณชัดเจนและจับต้องได้ จึงได้รับยกย่องว่าเป็นสิ่งดีงาม มีคุณค่า และน่าเชื่อถือกว่าองค์ความรู้ดั้งเดิมอย่างยาหอม ทั้งที่สรรพคุณของยาหอมจะเข้าไปปรับสมดุลธาตุในร่างกาย ยาหอมจึงไม่ได้เป็นแค่การรักษาแต่ยังเป็นวิธีดูแลสุขภาพอย่างอ่อนโยนที่สุด เพราะไม่มีผลข้างเคียงแต่ไม่อาจต้านทานแรงนิยมยาฝรั่งที่เน้นออกฤทธิ์แรงและได้ผลเร็วเหมาะกับวิถีชีวิตที่เร่งรีบกลายเป็นสิ่งที่คนเรานึกถึงอันดับแรก ส่วนแพทย์แผนโบราณเป็นเพียงทางเลือกที่ถูกหลงลืมและถูกเมิน ซึ่งถูกตอกย้ำด้วยทัศนคติของคนรุ่นใหม่ต่อยาหอมที่ถูกทำให้เห็นว่าเป็นเรื่องที่เชย ล้าสมัย และไม่ได้มาตรฐาน

2.4 เทคนิคในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย

2.4.1 การเอนแคปซูลชัน (Madene และคณะ, 2006)

การเอนแคปซูลชัน คือ เทคนิคที่สารชนิดหนึ่งหรือสารผสมถูกเคลือบหรือถูกกักเก็บไว้ในโครงสร้างของสารอีกชนิดหนึ่ง โดยสารที่บรรจุอยู่ภายในอาจเป็น ของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ในรูปของการถูกห่อหุ้มอยู่ภายในแคปซูล เรียกว่า ไมโครแคปซูล (Microcapsule) และหรือกระจายตัวอยู่ภายในโครงข่ายของสารที่ใช้ห่อหุ้ม เรียกว่า ไมโครสเฟียร์ (Microsphere) (รูปที่ 2.5) สารที่ถูกห่อหุ้มจะสามารถปลดปล่อยออกมาได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่กำหนดสารที่จะบรรจุอยู่ภายในสามารถเรียกได้หลายชื่อเช่น สารที่ว่องไว (Active) และ แกน (Core material) ส่วนสารเคลือบที่ใช้ในการห่อหุ้ม เรียกว่า สารเคลือบ (Coating) สารห่อหุ้ม (Wall Material) และตัวพา (Carrier) ไมโครแคปซูลหรือไมโครสเฟียร์ที่ได้จะมีขนาดเล็กตั้งแต่ 1 ไมโครเมตร ถึงขนาดใหญ่ 2-3 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.5 ภาพประกอบของไมโครแคปซูล (Microcapsule) และไมโครสเฟียร์ (Microsphere)

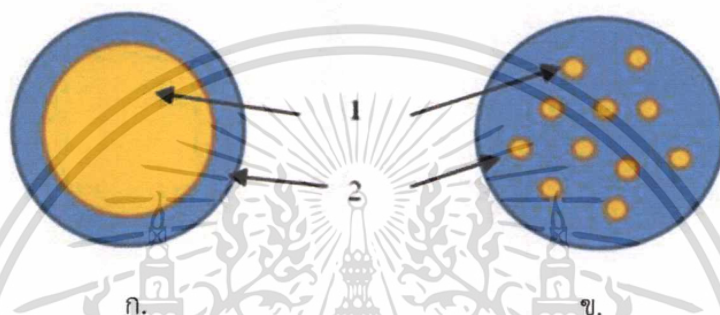
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ที่มา: Madene และคณะ (2006)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำแนกประเภทของไมโครแคปซูล (บัณฑิต และคณะ, 2557)

ไมโครแคปซูลมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับลักษณะของสารแกนกลาง สารห่อหุ้มที่ใช้ และวิธีการผลิต โดยทั่วไปมักจำแนกประเภทของไมโครแคปซูลตามลักษณะของสารแกนกลาง เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ไมโครแคปซูลที่แกนกลางทั้งหมดถูกห่อหุ้มด้วยสารห่อหุ้ม เรียกว่า ไมโครแคปซูลแบบแกนกลางเดี่ยว (mononuclear core) (รูปที่ 2.6ก) และไมโครแคปซูลที่แกนกลางเล็กๆ จำนวนมากถูกห่อหุ้มด้วยสารห่อหุ้ม เรียกว่า ไมโครแคปซูลแบบหลายแกนกลาง (multinuclear core) (รูปที่ 2.6ข) ซึ่งนิยมใช้ในกระบวนการผลิตยา เพราะสามารถค่อยๆ ปลดปล่อยสารแกนกลางได้ในระยะเวลาที่ยาวนานกว่าไมโครแคปซูลแบบแกนกลางเดี่ยว



รูปที่ 2.6 ไมโครแคปซูลแบ่งประเภทตามลักษณะของสารแกนกลาง ก. ไมโครแคปซูลแบบแกนกลางเดี่ยว ข. ไมโครแคปซูลแบบหลายแกนกลาง (หมายเลข 1 คือแกนกลาง และหมายเลข 2 คือผนังห่อหุ้ม)

ที่มา: บัณฑิต และคณะ (2557)

ชนิดของไมโครแคปซูลที่ผลิตโดยใช้เทคนิคเอนแคปซูลเลชัน (Desai และคณะ 2005)

1. Single core (True encapsulation) ซึ่งจะเป็นรูปแบบของไมโครแคปซูลที่ได้จากการเอนแคปซูลเลชันโดยใช้เทคนิค coacervation (รูปที่ 2.7)

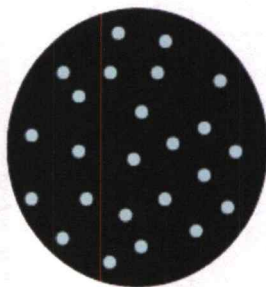


รูปที่ 2.7 ไมโครแคปซูลแบบ Single core

ที่มา: Madene และคณะ (2006)

2. Multi-core หรือ Matrix encapsulation เป็นรูปแบบของไมโครแคปซูลของสารให้กลิ่นรสส่วนใหญ่ที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย สเปรย์ซิลลิง ไมสเปรย์คูลลิ่ง เอ็กซ์ทรูชันในการเอนแคปซูลเลชัน (รูปที่ 2.8) ซึ่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Spray drying, prilling,
extrusion etc.



รูปที่ 2.8 ไมโครแคปซูลแบบ Multi-core หรือ Matrix encapsulation

ที่มา: Madene และคณะ (2006)

3. Multi-wall หรือ Control release เป็นรูปแบบของไมโครแคปซูลของสารให้กลิ่นรสที่มีการเคลือบผิวครั้งที่สองโดยใช้เทคนิค Fluidized bed หรือ centrifugal coating (รูปที่ 2.9) ทำให้สามารถควบคุมการปลดปล่อยสารให้กลิ่นรสในสภาวะที่ต้องการได้



รูปที่ 2.9 ไมโครแคปซูลแบบ matrix encapsulation ที่มีการเคลือบผิว 2 ชั้น

ที่มา: Madene และคณะ (2006)

ประสิทธิภาพในการป้องกันและปลดปล่อยสารนั้นขึ้นอยู่กับส่วนประกอบและโครงสร้างของเปลือกที่มาห่อหุ้ม สภาวะเงื่อนไขระหว่างกระบวนการผลิต และสภาพแวดล้อมของการใช้งาน ไมโครแคปซูล เช่น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดต่าง ความดัน ความชื้น เป็นต้น

การเอนแคปซูลเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภทเพื่อกักเก็บสารที่มีคุณค่า ราคาแพง และสลายตัวได้ง่าย โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารมีการใช้งานกันมาก เพื่อกักเก็บสารประกอบที่ไวต่อปฏิกิริยา เช่น สารให้กลิ่น วิตามิน ซี และเอนไซม์

ข้อดีของการเอนแคปซูล

1. สามารถเก็บรักษากิจกรรมของอาหารให้คงอยู่หรือเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ในระหว่างการผลิตและการเก็บรักษา

2. ลดหรือป้องกันการเกิดอันตรกิริยาระหว่างสารให้กลิ่นด้วยกันเองหรือสารให้กลิ่นและสารชีวภาพอื่นๆจากปัจจัยภายนอก เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น และการออกซิเดชัน (Oxidation) เป็นต้น

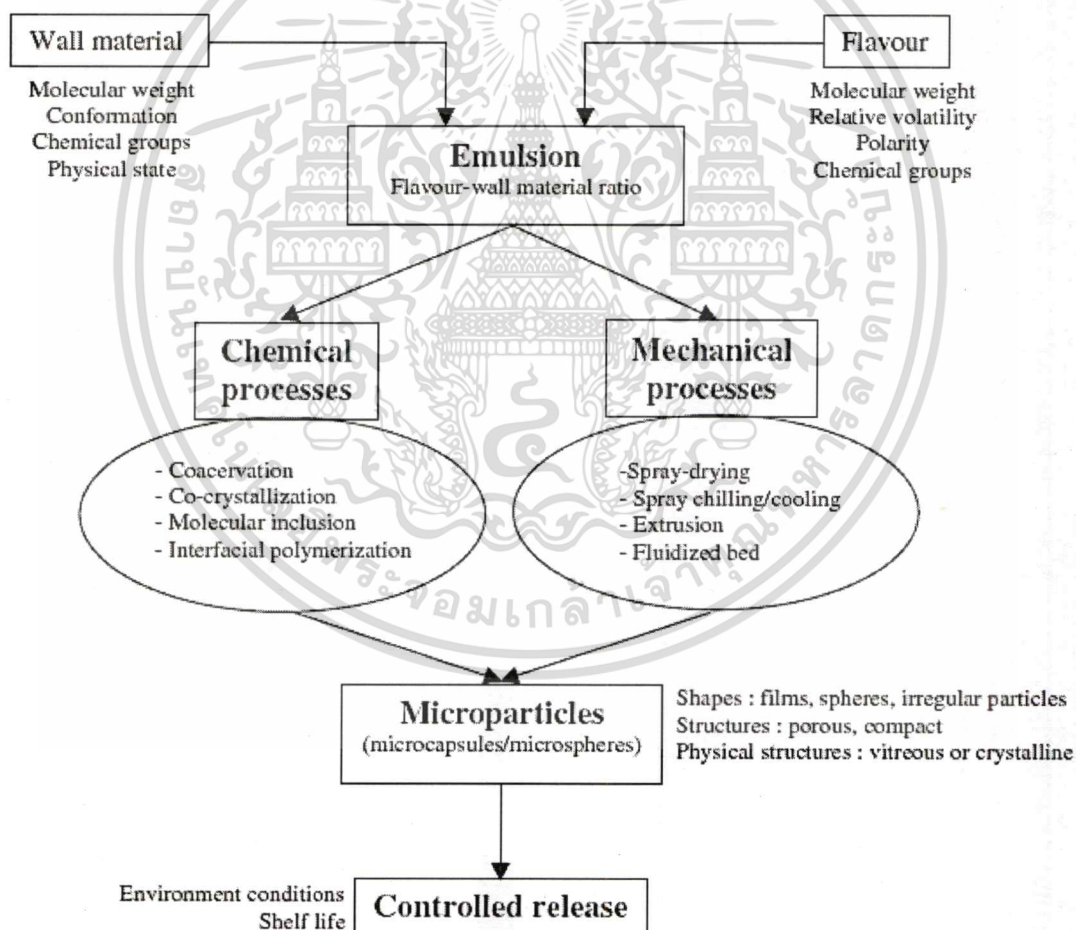
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3. สามารถควบคุมการปลดปล่อยสารที่บรรจุอยู่ภายในแคปซูลได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เป็นวิธีการหนึ่งในการเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวให้เป็นของแข็ง ซึ่ง สามารถทำได้ง่ายและสะดวกกับการนำไปใช้งาน

การเอนแคปซูเลชันสามารถทำได้ในหลายวิธีทั้งทางเคมีและทางกายภาพโดยที่แต่ละวิธีมีความสามารถในการกักเก็บสารให้กลิ่นที่แตกต่างกัน วิธีการเอนแคปซูเลชันขึ้นอยู่กับความต้องการความสามารถในการกักเก็บสารให้กลิ่น ความยากง่ายของวิธีการ และการนำไปใช้งาน การเอนแคปซูเลชันสามารถทำได้โดยการเตรียมอิมัลชันของสารให้กลิ่นและสารห่อหุ้มแล้วไปผ่านกระบวนการเอนแคปซูเลชันซึ่งสามารถจำแนกได้ 2 วิธีการใหญ่ๆ คือ การเอนแคปซูเลชันทางเคมี เช่น Molecular Inclusion, Coacervation, Co-Crystallization และ Interfacial Polymerization เป็นต้น และการเอนแคปซูเลชันด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น Spray Chilling หรือ Spray Cooling, Fluidized Bed และ การทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray-Drying) และการอัดรีด (Extrusion) เป็นต้น (รูปที่ 2.10) สำหรับวิธีการที่นิยมนำมาใช้กันมาก คือ โมเลกุลลาร์อินคลูชัน การทำแห้งแบบพ่นฝอย และการอัดรีด ไมโครแคปซูลหรือไมโครสเฟียร์ที่ได้หลังจากการเอนแคปซูเลชันจะมีรูปร่างและโครงสร้างหลายรูปแบบ เช่น รูปร่างกลม รูปร่างไม่แน่นอน โครงสร้างเป็น รูพรุนหรือผลึก เป็นต้น



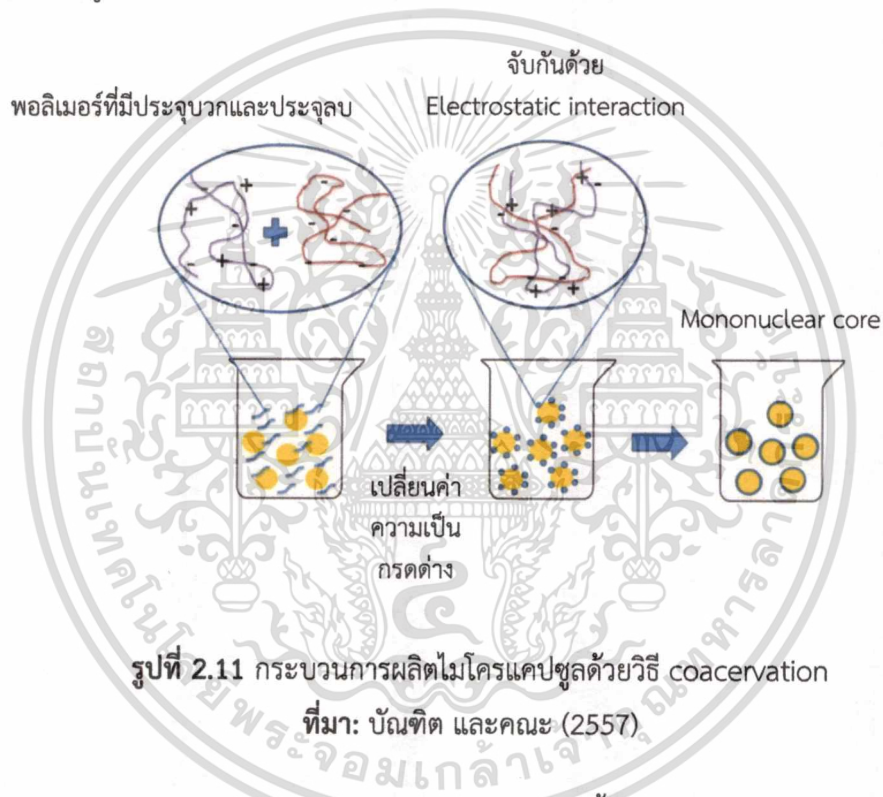
รูปที่ 2.10 แผนผังประกอบการวิธีการเอนแคปซูเลชันสารให้กลิ่นรส

ที่มา: Madene และคณะ (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 การเอนแคปซูลชั้นทางเคมี (Madene และคณะ, 2006)

1. Coacervation การเอนแคปซูลเทคนิคนี้ใช้ปรากฏการณ์การเกิดคอลลอยด์ซึ่งประกอบไปด้วย 3 เฟสซึ่งไม่ละลายซึ่งกันและกัน ได้แก่ เฟสต่อเนื่องหรือเฟสของเหลว (continuous phase) เฟสของสารที่จะนำมาเอนแคปซูล (core material) และเฟสของสารเคลือบ (coating material phase) การทำให้เกิดการเคลือบผิวกรณีนี้จะเกี่ยวข้องกับการปรับสภาพของ hydrophilic colloids 2 ชนิด ซึ่งมีประจุต่างกันให้อยู่ในสภาวะที่ประจุเป็นกลางและเคลือบอยู่บนผิวของสารที่เป็นแกนกลาง (รูปที่ 2.11) ปัจจุบันมีการประยุกต์เทคนิคนี้ในการห่อหุ้มกลี้น วิตามิน สารหอมระเหย ส่วนผสมของอาหารที่ไวต่อสิ่งรบกวนและจุลินทรีย์ ปัญหาของเทคนิคนี้คือ กระบวนการค่อนข้างซับซ้อนและเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

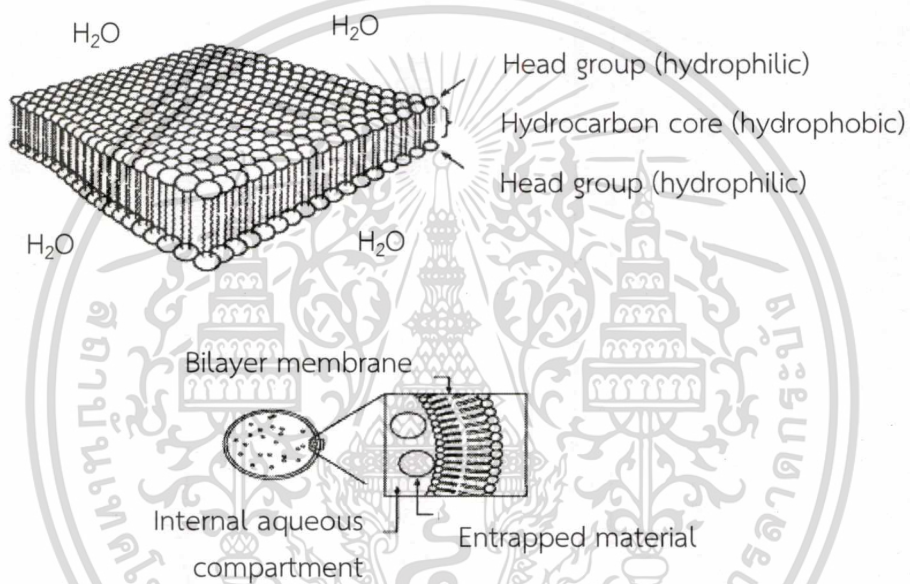


2. Co-crystallization การเอนแคปซูลชั้นโดยเทคนิคนี้คือการตกผลึกของซูโครสไซรัปในสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด (95-97 °Brix) ที่อุณหภูมิสูง (มากกว่า 120 องศาเซลเซียส) โดยเติมสารให้กลี้นรสลงไประหว่างการเกิดผลึก (spontaneous crystallization) ทำให้เกิดโครงสร้างผลึกที่มีขนาดเล็กล้อมรอบสารให้กลี้นรสอยู่ภายในโดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเอนแคปซูลโดยใช้เทคนิคนี้จะมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นต่ำ

3. Molecular inclusion เป็นเทคนิคการเอนแคปซูลชั้นในระดับโมเลกุล วิธีการนี้จะใช้ไซโคลเดกซ์ทริน (cyclodextrins) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอนไซม์ไกลโคซิลทรานส์เฟอเรส (glycosyl-transferase, GCTase) มาทำปฏิกิริยากับสตาร์ชเปลี่ยนเป็นพอลิเมอร์วงแหวนที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส 6 7 หรือ 8 โมเลกุล เรียกว่า แอลฟา-, เบตา-, แกมมา-ไซโคลเดกซ์ทรินตามลำดับ บริเวณตรงกลางโมเลกุลไซโคลเดกซ์ทรินจะมีลักษณะเป็นไฮโดรโฟบิก (hydrophobic) ส่วนที่ผิวนอกจะมีลักษณะเป็นไฮโดรฟิลิก (hydrophilic) เมื่ออยู่ในสารละลายโมเลกุลที่มีขั้วน้อยกว่จะไม่ว่างเว้นใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนที่โมเลกุลของน้ำที่อยู่ตรงกลางของโมเลกุลของไซโคลเดกซ์ทริน สารประกอบที่เกิดขึ้นจะละลายได้น้อยและตกตะกอนแยกตัวออกมาจากสารละลาย เทคนิคนี้จะใช้ในการเอนแคปซูลสารให้กลิ่นรสที่ไม่เสถียร สามารถปกป้องแกนกลางได้เป็นอย่างดี และสามารถเลือกใช้ตัวกลางในการเคลือบได้หลายชนิด

4. Liposome entrapment วิธีนี้ใช้กันมากในอุตสาหกรรมการผลิตยา (pharmaceutical industry) ปัจจุบันได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ไลโปโซมประกอบด้วยเฟสที่เป็นน้ำ (aqueous phase) จะล้อมรอบโดยเมมเบรนที่ประกอบด้วยฟอสโฟไลปิด (phospholipid-base membrane) ดังรูปที่ 2.12 เมื่อฟอสโฟไลปิดกระจายตัวอยู่ในเฟสที่เป็นน้ำจะเกิดการฟอร์มเป็นไลโปโซมโดยอัตโนมัติ ไลโปโซมสามารถใช้ในการหุ้มสารที่ละลายได้ในน้ำหรือในไขมันไว้ภายใน



รูปที่ 2.12 โครงสร้างของ lipid bilayer matrix
ที่มา: Madene และคณะ (2006)

2.4.1.2 การเอนแคปซูลทางกายภาพ (Madene และคณะ, 2006)

1. Spray drying technique การอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นเทคนิคการเอนแคปซูลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตสารให้กลิ่นรส เนื่องจากเครื่องมือหาได้ง่าย และต้นทุนการผลิตโดยวิธีนี้จะต่ำกว่าวิธีอื่น ขั้นตอนการเอนแคปซูลโดยใช้เทคนิคการ อบแห้งแบบพ่นฝอย ประกอบไปด้วย การนำตัวกลางที่ใช้ในการเคลือบ (carrier หรือ wall material) เช่น มอลโตเดกซ์ทริน (maltodextrin), สตาร์ชดัดแปร (modified starch) กัมหรือส่วนผสมของสารเหล่านี้มาละลายน้ำ จากนั้นนำสารให้กลิ่นรสที่ต้องการนำมาเอนแคปซูลผสมกับสารละลายของตัวกลางที่ใช้ในการเคลือบ (carrier solution) โดยทั่วไปอัตราส่วนของสารเคลือบและสารแกนกลางจะอยู่ในช่วง 4:1 นำส่วนผสมที่ได้ ไปผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์ (homogenize) เพื่อให้เกิดหยดของสารให้กลิ่นรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Fluidized bed coating/Air suspension เทคนิคนี้เป็นการเคลือบผิวอนุภาคของแข็ง โดยอนุภาคที่จะต้องการเคลือบผิวจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับกระแสอากาศที่เคลื่อนที่หมุนเวียนอยู่ภายในห้องอบแห้งด้วยความเร็วสูง ในขณะที่เดียวกันตัวกลางที่ใช้ในการเคลือบจะถูกพัดผ่านหัวฉีดและพ่นเป็นละอองฝอยไปยังกระแสของอนุภาค (Particle stream) และเกาะอยู่ที่ผิวของอนุภาค ความหนาของสารเคลือบผิวสามารถควบคุมได้โดยควบคุมระยะเวลาที่อนุภาคเคลื่อนที่อยู่ในห้องอบแห้ง เทคนิคนี้จะขึ้นกับหัวฉีดที่ใช้ในการสเปรย์สารเคลือบไปยังอนุภาคของสารให้กลิ่นรสที่เคลื่อนที่อยู่ในกระแสอากาศร้อนระหว่างกระบวนการฟลูอิดไดส์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคผลิตภัณฑ์จะอยู่ในช่วง 0.3-10 มิลลิเมตร วิธีการนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ในการเคลือบ spray-dried flavor เนื่องจากสารที่ใช้จะละลายได้ทันที เทคนิคนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีการกระจายตัวของอนุภาคเฉพาะ

3. Freeze drying การเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งสามารถประยุกต์ใช้ในการเอนแคปซูเลชันสารให้กลิ่นรสที่ไวต่อความร้อน การเอนแคปซูเลชันจะเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการแช่เยือกแข็ง โดยขณะที่น้ำในสารละลายเปลี่ยนสถานะเป็นผลึกน้ำแข็งสารละลายในส่วนที่เป็นน้ำยังไม่แข็งตัว (Non-frozen solution) จะมีความหนืดเพิ่มขึ้นซึ่งจะช่วยชะลอการแพร่ของสารให้กลิ่นรส เมื่อปริมาณผลึกเพิ่มมากขึ้นสารละลายที่มีสารให้กลิ่นรสละลายอยู่ในสภาวะอิมมัตวียิ่งยวดและเริ่มตกผลึกโดยจับสารให้กลิ่นรสภายในผลิตภัณฑ์ที่ได้จะอยู่ในรูป amorphous solid การเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงซึ่งพบว่าสูงกว่าเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยประมาณ 50 เท่า เนื่องจากค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้ค่อนข้างสูง รวมถึงระยะเวลาการผลิตจะนานกว่าเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคอื่น

4. Spray chilling and Spray cooling การเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคสเปรย์ซิลลิง (Spray chilling) และสเปรย์คูลลิง (Spray cooling) จะคล้ายกันโดยสารแกนกลางจะกระจายตัวอยู่ในสารละลายที่ใช้ในการเคลือบ จากนั้นจะทำการพัดของผสมที่ได้ผ่านหัวฉีด (atomizer) เพื่อให้เป็นละอองฝอย เทคนิคนี้จะต่างจากการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ไม่มีการระเหยน้ำโดยของผสมระหว่างแกนกลางและสารเคลือบเกิดการแข็งตัวรอบๆผิวของสารแกนกลางและสารเคลือบจะถูกฉีดพ่นไปยังอากาศเย็น (cooling or chilling air) ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้เกิดการแข็งตัวรอบๆผิวของสารแกนกลาง การเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคสเปรย์ซิลลิง สารที่ใช้ในการเคลือบจะเป็นสารพวก Fractionated หรือ hydrogenate vegetable oil ซึ่งมีจุดหลอมเหลวอยู่ในช่วง 32-42 องศาเซลเซียส ในขณะที่เทคนิคสเปรย์คูลลิง สารที่ใช้เคลือบจะเป็นพวกน้ำมันพืช (vegetable oil) หรือสารชนิดอื่นที่มีจุดหลอมเหลวอยู่ในช่วง 45-122 องศาเซลเซียส ดังนั้นเทคนิคของสเปรย์ซิลลิงและสเปรย์คูลลิง จึงต่างกันที่จุดหลอมเหลวของสารที่ใช้ในการเคลือบเท่านั้น โดยทั้งสองเทคนิคนี้จะนิยมใช้ในการเอนแคปซูเลชันสารให้กลิ่นรส วิตามิน เกลือแร่ เนื่องจากสามารถเลือกจุดหลอมเหลวของสารเคลือบที่สามารถควบคุมการปลดปล่อยสารแกนกลางได้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากการเอนแคปซูเลชันด้วยวิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบ (bakery product) ซุปผง (dry soup mixes) และผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของไขมันสูง

5. Extrusion การเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคนี้สามารถใช้ในการเอนแคปซูเลชันสารให้กลิ่นรสที่ระเหยได้ง่าย เช่น น้ำมันมะนาว (citrus oils) วิตามินซี และสีที่ใช้ในการผสมอาหาร เป็นต้น โดยสารที่เคลือบจะอยู่ในรูปของมวลคาร์โบไฮเดรตที่หลอมเหลว ข้อดีของการเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคเอ็กซทรูชันคือ สามารถปกป้องสารให้กลิ่นรสให้มีความเสถียรต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจาก

ไม่ผ่านการฉีกใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรตเมทริกซ์ (Carbohydrate matrix) ในสถานะคล้ายแก้ว (glassy state) จะมีคุณสมบัติเป็นตัวป้องกันที่ดี การเอนแคปซูลโดยใช้เทคนิคการเอ็กซ์ทรูชัน จะเกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของสารให้กลิ่นรสในมวลคาร์โบไฮเดรตที่หลอมเหลว โดยส่วนผสมจะถูกบังคับให้เคลื่อนผ่านหน้าแปลน (Die) ไปยังของเหลวซึ่งใช้ในการดึงน้ำออก (dehydrating liquid) ซึ่งจะทำให้สารเคลือบเกิดการแข็งตัวและจับสารแกนกลางไว้ภายในของเหลวที่ใช้ในการดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ ได้แก่ isopropyl alcohol ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นซึ่งมีความแข็ง (harden material) ซึ่งต้องนำไปผ่านขั้นตอนการทำให้แตกเป็นชิ้นเล็กๆและทำให้แห้ง

การเอนแคปซูลเส้นด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันนับว่าเป็นกระบวนการเอนแคปซูลอย่างแท้จริง (True encapsulation) โดยสารแกนกลางจะถูกล้อมรอบไปด้วยตัวกลางที่จะใช้ในการเคลือบอย่างสมบูรณ์เมื่อสัมผัสของเหลวที่ทำหน้าที่ดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ ตัวกลางที่ใช้ในการเคลือบจะแข็งตัวสารให้กลิ่นรสที่ติดอยู่ที่ผิวของผลิตภัณฑ์จะถูกกำจัดออกไปจึงทำให้ไม่มีสารให้กลิ่นรสหลงเหลืออยู่ที่ผิวของผลิตภัณฑ์ การเอนแคปซูลจึงเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้เป็นระยะเวลานาน ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเอนแคปซูลโดยวิธีนี้จะมีอนุภาคขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถเห็นได้ในลักษณะเป็นชิ้นผลิตภัณฑ์ (flavor pieces) ปัญหาของการเอ็กซ์ทรูชัน คือ ไม่ใคร่แคปซูลที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ขนาดประมาณ 500-1,000 มิลลิเมตร ซึ่งไม่สามารถใช้อุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการเนื้อสัมผัสที่ละเอียด

2.4.2 กลไกในการปลดปล่อยสารแกนกลางออกภายนอก (Madene และคณะ, 2006)

กลไกการควบคุมการปลดปล่อยสารแกนกลางออกจากสารห่อหุ้ม (release mechanism) ภายใต้สภาวะแวดล้อม และเวลาที่เหมาะสม ด้วยการกำหนดอัตราการปลดปล่อยตามต้องการ เป็นสิ่งสำคัญในการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ เช่น การปลดปล่อยยาบริเวณที่ต้องการ เพื่อลดผลข้างเคียง ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการปลดปล่อย คือขนาดของสารแกนกลางและการเสื่อมสลายหรือการละลายของสารห่อหุ้ม ซึ่งกลไกของการปลดปล่อยสารแกนกลางสู่ภายนอกมีหลายวิธี เช่น การกดทับ การแพร่ การใช้ความเป็นกรดต่างในการควบคุมการปลดปล่อย เป็นต้น

การกดทับ หรือแรงดัน (pressure) ใช้เมื่อต้องการให้เกิดการปลดปล่อยสารแกนกลางอย่างสมบูรณ์เมื่อมีการใช้แรงกด เช่น กระดาษสำเนาที่อาศัยแรงกดจากปากกา จึงจะทำให้เกิดการปลดปล่อยของหมึก

การควบคุมการปลดปล่อยโดยอาศัยการแพร่ (diffusion) เป็นการควบคุมการปลดปล่อยที่พบในสารให้กลิ่นรส เช่น น้ำหอมปรับอากาศในรถยนต์ โดยอาศัยความดันไอของสารประกอบที่ระเหยได้ในแต่ละด้านของผนังห่อหุ้มเป็นแรงขับเคลื่อนที่มีอิทธิพลต่อการแพร่ หรือการแพร่ของยาที่ถูกละลายในผนังห่อหุ้ม (diffusion controlled monolithic system) ให้ตัวยาสสามารถปลดปล่อยได้ก่อนที่จะมีการสลายของผนังห่อหุ้ม

การควบคุมการปลดปล่อยอาศัยค่าความเป็นกรดต่าง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดต่าง แคปซูลจะเกิดการยุบตัว (collapse) และปลดปล่อยสารแกนกลางออกมา ตัวอย่างของการปลดปล่อยด้วยวิธีนี้เช่น การห่อหุ้มสารแกนกลางด้วยไลโปโซม หากเปลี่ยนค่าความเป็นกรดต่าง จะทำให้ผนังห่อหุ้มที่เป็นฟอสโฟลิพิดเสียสภาพ ดังนั้นสารแกนกลางจึงถูกปลดปล่อยออกจาก

เอกสารไลโปโซม สารที่สว่นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลดปล่อยโดยวิธีการหลอมละลายของผนังห่อหุ้ม ซึ่งต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของสารเคลือบ หากให้ความร้อนจนกระทั่งผนังห่อหุ้มหลอมละลาย จะทำให้สารแกนกลางถูกปลดปล่อยออกมา วิธีนี้มักใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

การใช้ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ทำให้สารที่เป็นผนังห่อหุ้มแตกออก เช่น เอนไซม์ควบคุมยาให้ออกฤทธิ์ได้โดยกำหนดชนิดของสารห่อหุ้มให้มีลักษณะจำเพาะกับเอนไซม์ในบริเวณที่ต้องการปลดปล่อยสารแกนกลาง ปฏิกิริยาการสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) เป็นต้น (บัณฑิต และคณะ, 2557)

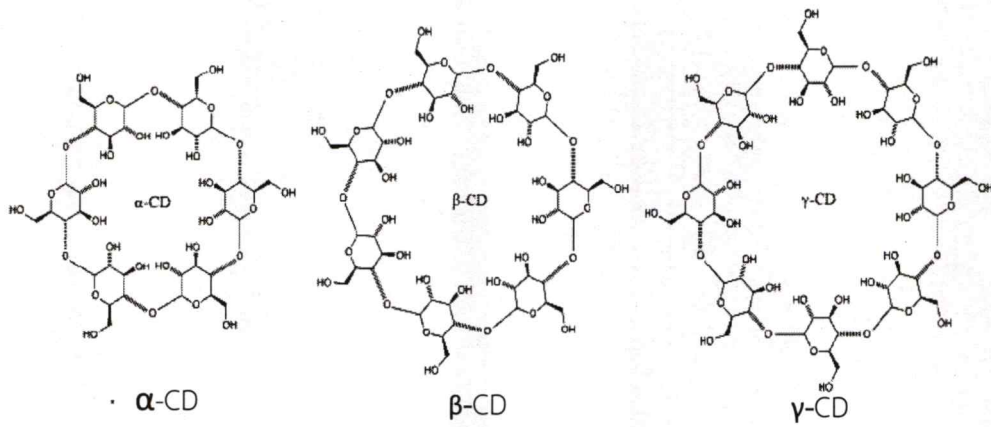
2.5 ตัวกลางที่ใช้ในการกักเก็บกลีมน้ำมันหอมระเหย

2.5.1 ไซโคลเดกซ์ทริน (Bernadi และคณะ, 2015)

ไซโคลเดกซ์ทริน คือ สารประกอบพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α -1,4 และต่อกันเป็นวงที่ไม่มีปลายของหมู่รีดิวซ์ และหมู่ไมรีดิวซ์ ทั้งนี้ชนิดของไซโคลเดกซ์ทรินจะขึ้นอยู่กับน้ำตาลกลูโคสที่มาต่อกันเป็นวง ได้แก่ อัลฟา เบตา และ แกมมา ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสจำนวน 6, 7 และ 8 หน่วย ตามลำดับ สามารถผลิตได้โดยการย่อยแบ่ง และเปลี่ยนพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสเป็นวงด้วยเอนไซม์ ไซโคลเดกซ์ทรินสามารถรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอื่นๆ ได้หลากหลายชนิดโดยเฉพาะโมเลกุลที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic Molecule) โดยโครงสร้างของไซโคลเดกซ์ทรินจะคล้ายกับขนมโดนัท ภายในช่องว่างมีส่วนที่เป็น Hydrophobic และโครงสร้างภายนอกซึ่งมีความเป็นขั้ว มีหมู่ไฮดรอกซิล ซึ่งสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับสารให้กลิ่นได้ ดังรูปที่ 2.13 ทำให้สามารถกักเก็บบางส่วนหรือทั้งโมเลกุลของสารให้กลิ่นไว้ภายในโครงสร้างได้ ไซโคลเดกซ์ทรินสามารถรวมตัวกับสารให้กลิ่นเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนด้วยแรงแวนเดอร์วาล (Van der Waals Interaction) และแรงลอนดอน (London Force) อย่างไรก็ตามรูปแบบของปฏิกิริยาเมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อม โดยพบว่าในสารละลายเข้มข้นและอุณหภูมิต่ำไซโคลเดกซ์ทรินมีแนวโน้มที่จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับสารที่กักเก็บ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและสารละลายถูกทำให้เจือจาง เช่น ในน้ำลายไซโคลเดกซ์ทรินมีแนวโน้มที่จะปลดปล่อยสารที่กักเก็บออกมาจากช่องว่างในโครงสร้างโมเลกุลได้

เนื่องจากไซโคลเดกซ์ทรินมีโมเลกุลเป็นรูปร่างวง ทำให้สามารถรวมกับโมเลกุลอิสระอื่นๆ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งอาจอยู่ภายในหรือภายนอกโมเลกุลของไซโคลเดกซ์ทรินทำให้คุณสมบัติของไซโคลเดกซ์ทรินเปลี่ยนแปลง การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของโมเลกุลอิสระอื่นๆกับไซโคลเดกซ์ทรินทำให้เกิดผลดีมากมาย ซึ่งรวมถึงความสามารถในการละลายของโมเลกุลอิสระเพิ่มขึ้น โมเลกุลอิสระมีความคงตัวมากขึ้น ทำให้ป้องกันการระเหย และยังลดการละลายตัวของโมเลกุลอิสระเนื่องจากความร้อนหรือแสงป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับสารเคมีอื่นๆได้ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดทิศทางปฏิกิริยาเคมี และการแยกจากกันของสารเคมีต่างๆ จากข้อดีเหล่านี้จึงมีการนำไซโคลเดกซ์ทรินมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมทางเภสัชกรรม อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมน้ำหอม อุตสาหกรรมเกษตร และอุตสาหกรรมทางเคมี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 โครงสร้างของแอลฟา-ไซโคลเดกซ์ทรินเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินและแกมมาไซโคลเดกซ์ทริน

ที่มา: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Cyclodextrin>



รูปที่ 2.14 โครงสร้างของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน

ที่มา: บัณฑิต และคณะ (2557)

ในปัจจุบันไซโคลเดกซ์ทรินโดยเฉพาะเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน (รูปที่ 2.14) มีการใช้ในเชิงพาณิชย์ค่อนข้างมาก เนื่องจากลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของโครงสร้างร่วมกับความสามารถของช่องว่างในโมเลกุล ทำให้มีศักยภาพในการนำไปใช้เพื่อกักเก็บโมเลกุลของสารที่ต้องการ ซึ่งมีความหลากหลายทั้งชนิดและขนาดโมเลกุลเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินเป็นสารเพียงชนิดเดียวที่สหรัฐอเมริกาให้การรับรองว่ามีความปลอดภัยในการนำไปใช้ห่อหุ้มสารให้กลิ่นรส

2.5.2 สบูกลีเซอริน (ที มิราเคิล, 2560)

สบูกลีเซอรินเป็นสบูที่มีกลีเซอรินเป็นส่วนประกอบสำคัญ มีไขมันจากพืชมีทั้งชนิดใส และขาวขุ่น (รูปที่ 2.15) มีคุณสมบัติ คือ กลีเซอรินเป็นส่วนช่วยหล่อลื่นเหมือนมอยซ์เจอร์ไรเซอร์เพื่อปกป้องผิวไม่ให้แห้งและดูดซับความชื้นเมื่อสัมผัสกับอากาศซึ่งจะทำให้รู้สึกผิวมีความชุ่มชื้นไม่ว่องกริมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเม็ดดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนโยนต่อผิว ไม่ทำให้อุดตันรูขุมขน เนื่องจากสบู่นี้มีส่วนผสมของกลีเซอรินค่อนข้างมาก จึงมีความนิ่มกว่าสบู่ในท้องตลาดทั่วไป แต่ราคาค่อนข้างสูง

การผลิตสบู่กลีเซอรินจำนำน้ำมันกับสารละลายต่างมาทำปฏิกิริยากัน ซึ่งวิธีนี้จะทำให้เกิดกลีเซอรินธรรมชาติอยู่ในตัวสบู่ และกลีเซอรินนี้เองที่เป็นสารที่ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว และยังสามารถเติมสารธรรมชาติอื่น ๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าในการบำรุงผิวเพิ่มมากขึ้นได้ตามต้องการ ลักษณะของเนื้อสบู่กลีเซอรินที่ได้มักจะมีนิ่ม และละลายได้ง่าย โดยสบู่กลีเซอรินนั้นจัดอยู่ในประเภทสบู่ Handmade MP (Melt and Pour) คือสบู่ที่ได้มีลักษณะใสและโปร่งแสง คนไทยมักเรียกว่าสบู่กลีเซอรินเพราะมีกลีเซอรินเป็นส่วนประกอบ เพื่อให้ความชุ่มชื้นผิว ข้อดีสบู่นี้คือเนื้อเนียนสวย สามารถเติมสารสกัดได้ในปริมาณที่มากกว่า และคุณภาพของสารสกัดสามารถคงอยู่มากกว่าสบู่ประเภทอื่นๆ จึงมีผลต่อสรรพคุณได้ดีกว่า ข้อเสียคือ สบู่ฟองน้อยกว่าสบู่ประเภทอื่นๆ อีกทั้งสบู่จะดูดความชื้นหากสัมผัสอากาศหรือวางใกล้ที่ชื้นจะมีหยดน้ำรอบสบู่ และมีราคาสูงกว่าสบู่ชนิดอื่นๆ

รูปที่ 2.15 ลักษณะของสบู่กลีเซอรินสำเร็จรูป

ที่มา : <http://www.miracleshopthai.com/>

นอกจากกลีเซอรินที่ได้จากการผลิตสบู่จะช่วยให้ผิวชุ่มชื้นแล้ว การเลือกใช้น้ำมันก็มีผลต่อคุณภาพของสบู่ต่อผิวด้วย

1. น้ำมันมะพร้าว สบู่ที่ผลิตได้มีเนื้อแข็ง กรอบ แตกง่าย สีขาวขุ่น มีฟองมากเป็นครีม ใ้ฟองที่คงทนพอควร เมื่อใช้แล้วทำให้ผิวแห้ง
2. น้ำมันปาล์ม ให้สบู่ที่แข็งเล็กน้อย มีฟองน้อย ฟองคงทนอยู่นาน มีคุณสมบัติในการชะล้างได้ดี แต่ทำให้ผิวแห้ง
3. น้ำมันรำข้าว ให้วิตามินอีมาก ทำให้สบู่มีความชุ่มชื้น บำรุงผิว ช่วยลดความแห้งของผิว
4. น้ำมันถั่วเหลือง เป็นน้ำมันที่เข้าได้ดีกับน้ำมันอื่น มีวิตามินอีสูง ให้ความชุ่มชื้น ถนอมผิว รักษาผิว
5. น้ำมันงา เป็นน้ำมันที่ให้วิตามินอี และให้ความชุ่มชื้น รักษาผิว แต่มีกลิ่นเฉพาะตัว
6. น้ำมันมะกอก ทำให้ได้สบู่ที่แข็งพอสมควร ใช้ได้นาน มีฟองเป็นครีมนุ่มนวลมากให้ความชุ่มชื้นไม่ทำให้ผิวแห้ง
7. น้ำมันละหุ่ง ช่วยทำให้สบู่มีฟองขนาดเล็กจำนวนมาก ทำให้สบู่เป็นเนื้อเดียวกันดีสบู่ไม่แตกทำให้สบู่มีความนุ่มเนียน และช่วยให้ผิวนุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ไช (Wax) (ผกา, 2560)

ไข (wax) คือสารในกลุ่มลิพิด (lipid) ไขที่พบในธรรมชาติเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และเป็นแอลกอฮอล์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลเพียงหมู่เดียว (monohydric alcohol) มีจุดหลอมเหลวสูงเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ได้แก่ ไขจากส่วนประกอบจากพืช เช่น คาร์นูบา (carnauba) แคนเดิลลิลลา (candelilla) ไขที่ผลิตจากสัตว์ ได้แก่ ไขผึ้ง (bees wax) เชลแล็ก (shellac) ดังนี้

1. คาร์นูบาแว็กซ์ (Carnauba wax) แวกซ์ประเภทนี้ได้มาจากการสกัดใบของต้นปาล์มคาร์นูบา ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในแถบทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ที่มีอุณหภูมิร้อนชื้นหลายๆ คนเรียกแว็กซ์ประเภทนี้ว่า Brazil Wax หรือ Palm Wax และยกย่องให้เป็น Queen of Wax เพราะความสามารถของมันและคุณสมบัติที่มีมากล้นเหลือ วิธีสกัดโดยการเอาใบของต้นปาล์มคาร์นูบามาอบหรือตากแดดให้แห้ง จากนั้นทำการสกัดเอาน้ำมันออกจากใบ ลักษณะที่ได้จะมีทั้งเป็นก้อนและเป็นเศษเล็กชิ้นน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งาน

2. แคนเดิลลิลลา แวกซ์ (Candelilla Wax) แวกซ์ประเภทนี้สกัดได้จากธรรมชาติเช่นเดียวกัน สกัดจากต้นแคนเดิลลิลลา ซึ่งเจริญเติบโตในแถบประเทศเม็กซิโกและตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกาวิธีการสกัดใกล้เคียงกับการสกัดคาร์นูบาแว็กซ์

3. ขี้ผึ้ง (Bees wax) หรือรู้จักกันดีจากคำว่า ขี้ผึ้ง สกัดได้จากรังของผึ้งซึ่งมีองค์ประกอบของกรดไขมันหลายชนิด แวกซ์ประเภทนี้ถูกใช้ในหลายอุตสาหกรรมเนื่องจากคุณสมบัติที่เหมาะสม และคุณลักษณะเฉพาะของความเป็นแว็กซ์

4. เซเรซินแว็กซ์ (Ceresin Wax) แวกซ์ประเภทนี้สามารถสังเคราะห์ได้จาก Ozokerite หรือที่รู้จักกันในนามว่า Earth Wax สามารถพบได้มากตามธรรมชาติ มาผ่านกระบวนการสกัดและทำให้บริสุทธิ์โดยกระบวนการทางเคมี จนได้แว็กซ์ที่มีความบริสุทธิ์สูง สามารถนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้

2.5.4 ปีโตรเลียม เจลลี่ (Petroleum Jelly) (วาสลีนไทยแลนด์, 2560)

ปีโตรเลียม เจลลี่เป็นส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอนและน้ำมันจากแร่ที่มีคุณสมบัติเคลือบผิวหนังให้มีความชุ่มชื้นและช่วยซ่อมแซมและบรรเทาความแห้งกร้านของผิวหนัง เช่น บรรเทาอาการผิวไหม้เล็กน้อย บำรุงจุดแห้งกร้านเช่นข้อศอกและหัวเข่าให้นุ่มนวลสัมผัสมากขึ้น ช่วยถนอมผิวมือและฝ่าเท้าที่แห้งกร้านให้กลับมาชุ่มชื้น

2.5.4.1 ประโยชน์ทางการแพทย์

1. ใช้ในการรักษาบาดแผลไฟไหม้ โดนของมีคมบาด
2. ใช้ในการให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนัง สำหรับผู้เข้ารับการรักษาด้วยเลเซอร์

2.5.4.2 ประโยชน์ด้านความงาม

1. ในทุกวันนี้มีการนำปีโตรเลียม เจลลี่มาใช้ในการทาเพื่อบำรุงผิว และนำมาเป็นส่วนผสมในโลชั่นและเครื่องสำอางสำหรับบำรุงผิว ลดการสูญเสียความชุ่มชื้นของผิว
2. เพิ่มความหอมบนร่างกาย ให้เติมปีโตรเลียม เจลลี่ที่จุดชีพจร เช่น ข้อมือ ข้อศอก กลิ่นหอมจะติดทนตลอดวัน

2.5.4.3 ประโยชน์อื่น ๆ

1. ใช้ขูดรองเท้าหนัง เพื่อให้เงางามเหมือนใหม่
2. ใช้เคลือบโลหะที่ไม่ใช่สแตนเลส เพื่อป้องกันการโดนกัดกร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 เกลือ (Gregory, 2560)

เกลือ เป็นแร่ธาตุส่วนใหญ่ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) สารประกอบในระดับสูงกว่าเกลือชนิดต่าง ๆ เกลือในธรรมชาติก่อตัวเป็นแร่ผลึกรู้จักกันว่า เกลือหิน หรือแฮไลต์ เกลือพบได้ในปริมาณมหาศาลในทะเลซึ่งเป็นองค์ประกอบของแร่ที่สำคัญ ในมหาสมุทรมีแร่ธาตุ 35 กรัมต่อลิตร ความเค็มร้อยละ 3.5 เกลือเป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตสัตว์ ความเค็มเป็นรสชาติพื้นฐานของมนุษย์ เนื้อเยื่อสัตว์บรรจุเกลือปริมาณมากกว่าเนื้อเยื่อพืช ดังนั้นอาหารของชนเผ่าเร่ร่อนที่ดำรงชีวิตในฝูงต้องการเกลือเพียงเล็กน้อย หรือไม่ต้องการเกลือเลย ขณะอาหารประเภทซีเรียลจำเป็นต้องเพิ่มเกลือ เกลือเป็นหนึ่งในเครื่องปรุงรสที่เก่าแก่ที่สุดและหาได้ง่ายที่สุด และการดองเค็มก็เป็นวิธีการถนอมอาหารที่สำคัญวิธีหนึ่ง

ในทางเคมี เกลือ เป็นสารประกอบไอออนิก ประกอบด้วยแคตไอออนและแอนไอออน ทำให้ผลผลิตที่ได้เป็นกลาง (ประจุสุทธิเป็นศูนย์) ไอออนเหล่านี้อาจเป็นสารอนินทรีย์ (Cl^-) กับสารอินทรีย์ (CH_3COO^-) หรือไอออนอะตอมเดี่ยว (F^-) กับไอออนหลายอะตอม (SO_4^{2-}) ก็ได้ เกลือจะเกิดขึ้นได้เมื่อกรดและเบสทำปฏิกิริยากัน

2.5.5.1 คุณสมบัติของเกลือ

1. สี เกลือส่วนมากมีลักษณะใสและไม่มีสี ในหลายกรณี สีและความใสจะถูกกำหนดโดยขนาดของรูปร่างเกลือมีสีก็มี ตัวอย่างเช่น สีเหลือง (โซเดียมโครเมต), สีส้ม (โพแทสเซียมไดโครเมต), สีฟ้า (คอปเปอร์ซัลเฟตเพนตะไฮเดรต, เพอร์ริกเฮกซะไฮยาโนเฟอร์เรต), สีม่วง (โพแทสเซียมเปอร์แมงกานेट), สีเขียว (นิกเกิลคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต), สีขาว (โซเดียมคลอไรด์), ไม่มีสี (แมกนีเซียมซัลเฟตเพนตะไฮเดรต) และสีดำ (แมกนีเซียไดออกไซด์)
2. รสชาติ เกลือที่แตกต่างกันสามารถลิ้มรสชาติออกมาได้ทั้ง 5 รสพื้นฐาน ตัวอย่างเช่น รสเค็ม (โซเดียมคลอไรด์), รสหวาน (เลตโตอะซิเตต), รสเปรี้ยว (โพแทสเซียมโบทาร์เทต), รสขม (แมกนีเซียมซัลเฟต) และรสอูมามิ (โมโนโซเดียมกลูตาเมต)
3. กลิ่น โดยเกลือของกรดแก่และเบสแก่เป็นเกลือที่ไม่สามารถระเหยได้และไม่มีกลิ่น แต่เกลือของกรดอ่อนและเบสอ่อนสามารถเกิดกลิ่นได้หลังจากเกิดกระบวนการของคู่กรดอ่อน-เบสอ่อน (เช่นสารประกอบอะซิเตต สามารถให้อะซิเตตไอออน (น้ำส้มสายชู) หรือ สารประกอบไซยาไนด์ สามารถให้ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (อัลมอนด์) ของไอออนประกอบ กระบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และส่วนใหญ่จะถูกเร่งโดยกระบวนการไฮโดรไลซิสอันเกิดจากการมีน้ำหรืออยู่ในสภาพสารละลาย

2.6 เทคนิคที่ใช้ในการตรวจสอบวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

2.6.1 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์ (Gas chromatography Mass spectrophotometer, GC/MS) (รวมพร และคณะ, 2553)

Gas chromatography mass spectrophotometer (GC/MS) เทคนิคนี้เริ่มเป็นที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถทำนายชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารได้อย่างค่อนข้างแม่นยำ โดยอาศัยการเปรียบเทียบลักษณะเฉพาะตัวของเลขมวล (mass number) ของสารตัวอย่างนั้นๆ กับข้อมูลที่มีอยู่ นอกจากนี้เทคนิคนี้ยังมีความสามารถในการวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณ (quantitative analysis) และเชิงคุณภาพ (qualitative analysis) ได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างถูกต้อง ซึ่งมีความจำเป็นต่อการวิเคราะห์ทดสอบอย่างมาก ส่วนเครื่อง Mass Spectrometer (MS) เป็นเครื่องตรวจวัดที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง โดยอาศัยกลไกคือโมเลกุลขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่างโดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีนั้นจะถูกทำให้แตกตัวเป็นประจุในสถานะที่เป็นสุญญากาศ แล้วตัววัดออกมาเป็นเลขมวล (mass number) เทียบกับข้อมูลอ้างอิงแล้วแปลผลออกมาเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้นๆ ซึ่งนักวิจัยและผู้เกี่ยวข้องต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะ ในการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือ เทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่าง รวมถึง การตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือ จึงเป็นความจำเป็นที่ต้องฝึกอบรม เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือดังกล่าวในงานวิเคราะห์ทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการการทำงานของเครื่อง GC/MS นั้นเริ่มจากนำตัวอย่างฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี จากนั้นสารจะผ่านเข้าคอลัมน์ที่อยู่ในเตาถูกแยกเป็นองค์ประกอบต่างๆ จากนั้นองค์ประกอบใดที่ถูกแยกออกมาจากคอลัมน์ก่อนก็จะผ่านเข้าไปในส่วนเครื่อง Mass Spectrometer ซึ่งมีสถานะเป็นสุญญากาศก่อน แล้วเข้าไปเจอกับแหล่งประจุซึ่งจะทำให้โมเลกุลแตกตัวกลายเป็นประจุ จากนั้นประจุเหล่านี้ก็จะเดินทางผ่านเครื่องคัดเลือกและแยกแยะขนาดของประจุ (mass analyzer) ว่าประจุเหล่านั้นประกอบไปด้วยขนาดมวลเท่าใดบ้าง ก่อนที่จะเดินทางเข้าสู่เครื่องตรวจวัด (detector) เพื่อทำการตรวจหาปริมาณของประจุแล้วแปลผลออกมาเป็นปริมาณขององค์ประกอบแต่ละตัวที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง

2.6.1.1 Gas Chromatography (GC)

Gas Chromatography (GC) ทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารที่สามารถระเหยกลายเป็นไอได้เมื่อถูกความร้อน (Volatile organic compounds) โดยกลไกที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในสารตัวอย่างอาศัยหลักของความชอบที่แตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่างที่มีต่อเฟส 2 เฟสคือ เฟสคงที่ และเฟสเคลื่อนที่

องค์ประกอบที่สำคัญและเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน (รูปที่ 2.16) คือ

1.) Injector คือ ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องและระเหยเป็นไอก่อนที่จะเข้าสู่ Column อุณหภูมิที่เหมาะสมของ injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารตัวอย่างสามารถระเหยได้ แต่ต้องไม่ทำให้สารสลายตัว

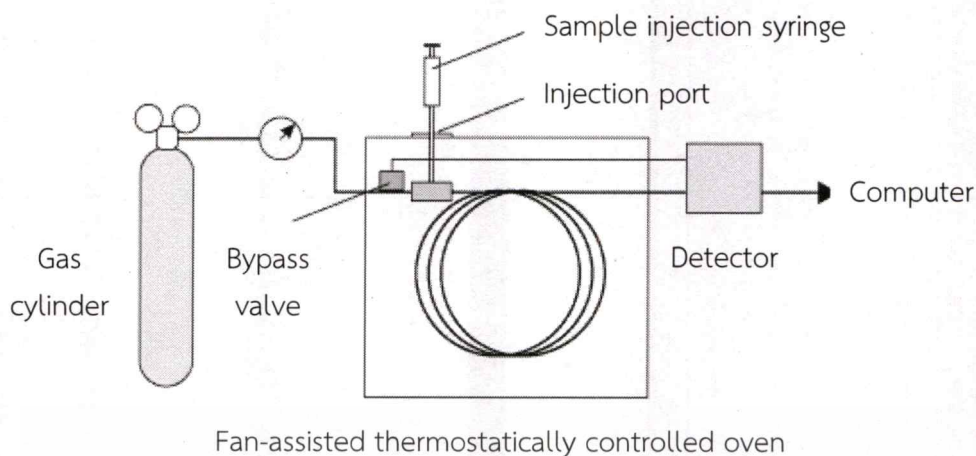
2.) Oven คือ ส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุ Column และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของ Column ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมกับสารที่ต้องการวิเคราะห์ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิของ Oven นั้นมี 2 แบบ คือ

2.1) Isocratic Temperature

2.2) Gradient Temperature

3.) Detector คือส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างและดูว่าสารตัวอย่างชนิดที่เราสนใจมีปริมาณอยู่เท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบพื้นฐานของ Gas chromatography
ที่มา: <http://sakioki.exteen.com/20090303/k-me-gc-ms>

2.6.1.2 Mass Spectrometer (MS)

Mass Spectrometer (MS) เป็น Detector ที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง โดยอาศัยกลไก คือ โมเลกุลขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่างโดยเครื่อง GC จะถูกไอออไนซ์ในสภาวะสุญญากาศ แล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวล (Mass number) เทียบกับฐานข้อมูลอ้างอิง แล้ว แปลผลออกมาเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้นๆ

องค์ประกอบสำคัญของ MS แบ่งออกเป็น

1. Ionization Source แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1.1 Electron Ionization (EI) เป็นการทำให้สารเกิด Fragment โดยใช้ลำ Electron ซึ่ง Ionization chamber ต้องมีความดันต่ำประมาณ 10^{-8} Torr โดย Electron จาก Filament ที่ร้อนจะถูกโฟกัสผ่านห้องนี้และถูกดึงเข้าหา repeller voltage ที่มีความต่างศักย์ 70 โวลต์ ซึ่งจะให้พลังงานกับ Electron เป็น 70 eV ทำให้ของผสมที่ซับซ้อนของไอออนเกิดการแตกหัก (Fragmentation ion) ที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ (Relative abundance)

1.2 Chemical Ionization (CI) เป็นการทำให้สารเกิดการ Fragment ด้วยวิธีทางเคมีโดยผสมสารตัวอย่าง (ความดัน 10^{-4} Torr) เข้ากับแก๊สที่ทำปฏิกิริยาด้วย (ความดัน 1 Torr) แล้วผ่านสารผสมเข้าไปใน Ionization chamber โดยการทำให้เกิดการ Fragment ด้วยการชนกับ Electron

2. Mass Analyzer เป็นเครื่องวิเคราะห์มวลมีหลายแบบ คือ Magnetic-sector analyzer, Electrostatic analyzer, Time-of-flight analyzer, Ion cyclotron resonance analyzer, Quadruple mass spectrometer-Quadruple Mass Spectrometer ใช้หลักการวิเคราะห์ด้วยสนามแม่เหล็ก คือ เป็น Path-stability mass spectrometer ซึ่งมีแหล่งผลิต Ion source 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะทำให้ตัวอย่างกลายเป็นไอออน และส่วนที่ 2 ทำให้สารมาตรฐานกลายเป็นไอออนลำไอออนทั้งสองจะถูกบังคับให้ผ่านเครื่องแยกไอออนชุด เดียวกัน ดังนั้นไอออนทั้งหมดจะได้รับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กในสภาวะเดียวกัน แต่ถูกตรวจและวัดด้วยเครื่อง Detector แยกกันซึ่งมีข้อดีคือทำให้สามารถวัดมวลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Detector ส่วนใหญ่ที่ใช้โดยทั่วไปมีหลายอย่าง คือ Faraday cup detector, Electron multiplier detector, Scintillation counter detector และ Photographic plate detector

2.7 เทคนิคในการวิเคราะห์การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของน้ำมันหอมระเหยที่ถูกเอนแคปซูลโดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน

2.7.1 เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรด สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)) (นุรฮาย์ร, 2560)

อินฟราเรดให้ข้อมูลที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการหาหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ ย่านอินฟราเรดในสเปกตรัมของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าคือ ในช่วงย่านความถี่ระหว่าง $4,000-650 \text{ cm}^{-1}$ (cm^{-1} เป็นหน่วยของจำนวนคลื่นต่อวินาที หรือที่เรียกว่า เลขคลื่น) และความยาวคลื่นระหว่าง 2.5-15 ไมโครเมตร การดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิศูนย์องศาสมบูรณ์อะตอมทุกตัวในโมเลกุลจะมีการสั่นอยู่ตลอดเวลา เมื่อความถี่ของการสั่นมีค่าเท่ากับความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ฉายมายังโมเลกุล โมเลกุลก็จะดูดกลืนรังสีจำนวนแถบการดูดกลืนทั้งหมดที่สังเกตได้จะมีค่าไม่เท่ากับการสั่นมูลฐานของโมเลกุลทั้งหมดโดยจะมีค่าลดลง ทั้งนี้เพราะอาจจะมีการสั่นแบบไม่มีการตอบสนองต่อพลังงานในช่วงรังสีอินฟราเรด เนื่องจากการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดตรงกับพลังงานในช่วง 2-10 กิโลแคลอรีต่อโมล พลังงานของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านนี้ก่อให้เกิดการสั่นแบบยืด (stretching) และแบบงอ (bending) ของ พันธะในโมเลกุลของสาร การดูดกลืนรังสีอินฟราเรดเป็นขบวนการควันไทส์ (quantized) กล่าวคือ การที่สารจะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดนั้น ความถี่ของรังสีที่ถูกดูดกลืนจะต้องตรงกับความถี่ของการสั่นของพันธะนั้นั้น โดยปกติเครื่อง Infrared Spectrometer จะใช้หลักการกระจายแสงของสเปกตรัมการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงของอินฟราเรดแล้วทำการวัดค่าความเข้มแสงเปรียบเทียบกับความยาวคลื่นหรือเลขคลื่น (Frequency-Domain Spectrum) ซึ่งก็จะได้ออกมาเป็นสเปกตรัม แต่สำหรับเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรด สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ จะใช้การวัดความเข้มของแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆกันอย่างต่อเนื่องเปรียบเทียบกับเวลา (Time-Domain Spectrum) จากนั้นจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสเปกตรัมของความเข้มของแสงต่อความยาวคลื่นหรือเลขคลื่นโดยการ Fourier Transform ด้วยคอมพิวเตอร์ก็จะได้ออกมาเป็น Fourier Transform Spectrum ด้วย วิธีการนี้จะช่วยให้การวิเคราะห์มีความรวดเร็วเพิ่มขึ้นพร้อมทั้ง Resolution ดีขึ้น

2.7.1.1 องค์ประกอบของเครื่อง FT-IR

1. แหล่งกำเนิด Laser เพื่อใช้แสง Laser ในการปรับระยะของ Mobile Mirror
2. Mobile Mirror เป็นกระจกเงาที่สามารถสะท้อน รังสีอินฟราเรดและสามารถที่จะเคลื่อนที่ได้
3. Fixed Mirror เป็นกระจกเงาที่สามารถสะท้อนรังสีอินฟราเรดได้เช่นเดียวกับส่วน Mobile Mirror แต่ไม่สามารถที่จะเคลื่อนที่ได้
4. Beam Splitter เป็นส่วนที่จะทำการแยกรังสีอินฟราเรดที่ผ่านเข้ามาให้เป็นสองส่วนคือสามารถให้แสงทะลุผ่านได้ร้อยละ 50 และจะสะท้อนกลับร้อยละ 50
5. Sample Compartment เป็นส่วนที่จะใช้ในการบรรจุ Sample เข้าไปเพื่อการวิเคราะห์
6. Detector ใช้วัดความเข้มแสงที่เหลือจากการดูดกลืนของตัวอย่าง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 การทำงานของเครื่อง FT-IR

1. แหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรดจะทำการผลิตรังสีอินฟราเรดในช่วงความยาวคลื่น หรือเลขคลื่นที่จะใช้ในการวิเคราะห์

2. Beam Splitter ซึ่งจะเป็นส่วนที่ปล่อยให้รังสีอินฟราเรดทะลุผ่านไปทั้ง Fixed Mirror ร้อยละ 50 และสะท้อนกลับมาที่ Mobile Mirror ร้อยละ 50

3. Fixed Mirror จะสะท้อนกลับมาที่ Beam Splitter

4. Mobile Mirror จะสะท้อนกลับมาที่ Beam Splitter

5. อินฟราเรดที่สะท้อนมาจาก ทั้ง Mobile Mirror และ Fixed Mirror จะมา รวมกันและเกิดการแทรกสอดกันขึ้น แต่จากการที่ Mobile Mirror สามารถเคลื่อนที่ได้โดยการควบคุมระยะการเคลื่อนที่โดย Laser เมื่อ Mobile Mirror เคลื่อนที่ก็จะทำให้ระยะทางการ สะท้อนกลับของรังสีอินฟราเรด ของ Mobile Mirror และ Fixed Mirror ไม่เท่ากันซึ่งก็จะส่งผลให้รังสีอินฟราเรดที่ได้มีความยาวคลื่นเปลี่ยนไปอันเกิดจากการแทรกสอดแบบเสริมกัน หรือหักล้างกัน เรียกว่า Interferogram

6. อินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นต่างๆ จะถูกสะท้อนไปยังส่วน Sample Compartment ผ่าน Sample ซึ่งจะมีการดูดกลืนอินฟราเรดเอาไว้บางส่วนในบางความยาวคลื่น ส่วนอินฟราเรดที่ไม่ถูกดูดกลืนก็จะผ่านเข้าสู่ Detector สัญญาณที่ได้คอมพิวเตอร์จะทำการแปลงสัญญาณ Interferogram ด้วยสมการ Fourier Transform ผลที่ได้จะเป็นสเปกตรัม การดูดกลืนแสงอินฟราเรดของสารที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ

2.7.1.3 ข้อจำกัดของ FT-IR

ในการเตรียมตัวอย่างบางเทคนิคที่ต้องใช้สารละลายที่ยินยอมให้รังสีทะลุผ่านและตัวอย่างจะต้อง active ในช่วงอินฟราเรด และ เครื่องมือที่ใช้มีราคาค่อนข้างสูงและมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Nur Ain และคณะ (2554) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของพีคในบางหมู่ฟังก์ชันที่เกิดขึ้นนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อสร้างคอมเพล็กซ์ของสารประกอบ โดยทำการเอนแคปซูลชันสารสกัดจากตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) โดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน จะมีหมู่ C-H ที่เปลี่ยนแปลงไปในพีคของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินและพีคของสารสกัดจากตะไคร้

Songkro และคณะ (2012) ได้รายงานผลการตรวจสอบสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้กับเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน ได้ทำการเปรียบเทียบสเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลชัน น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม สารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชัน และการผสมทางกายภาพระหว่างน้ำมันหอมระเหยกับเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน โดยใช้เทคนิค FT-IR ซึ่งพบการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมเล็กน้อย โดยทั้งสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันและการผสมทางกายภาพมีความเข้มของพีคจากน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมที่ 1671 และ 1016 cm^{-1} ลดลงเช่นเดียวกัน แต่การผสมทางกายภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชัน ในกรณีที่เป็นสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันจะทดสอบการเอนแคปซูลชันในอัตราส่วนเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหย 1:1 และ 1:2 โดยทั้งสองอัตราส่วนจะพบการเปลี่ยนแปลงหมู่ฟังก์ชัน O-H stretching ที่พีค 3413 cm^{-1} ซึ่งพบคั่นพในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมด้วย และไม่พบการเกิดใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบการเปลี่ยนแปลงที่พีค 3339 และ 3391 ซม.⁻¹ ตามลำดับ จากการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมคาดว่าการเกิดอันตรกิริยาระหว่างน้ำมันหอมระเหยไคร์ทอมและเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินขึ้น

Solans และ Vilanova (2015) ได้รายงานว่าการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันของวิตามินเอปาลมิเทตและเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน และทำการตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอินคลูชันของด้วยเครื่อง FT-IR โดยรายงานว่สเปกตรัมของส่วนผสมทางกายภาพระหว่างวิตามินเอปาลมิเทตและเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินเกิดจากการเตรียมส่วนผสมของวิตามินเอปาลมิเทตและเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินในอัตราส่วน 1:1 โมลาร์ ในโกร่งโดยไม่เติมตัวทำละลายอินทรีย์ลงไปและนำไปบด จะให้พีคทุกพีคที่แสดงองค์ประกอบของทั้ง 2 สาร ซึ่งแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มเล็กน้อย แต่จากผลการทดลองนี้พบการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของสารขึ้นน้อย ในทางตรงกันข้ามสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันจะมีความเข้มของพีคลดลงโดยวิตามินเอจะเข้าไปรวมอยู่ในโพรงของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน เมื่อเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรงระหว่างทั้ง 2 สารทำให้บางช่วงคลื่นเกิดการหยุดชะงัก ซึ่งทำให้มีแถบของสเปกตรัมเพิ่มขึ้น(สั้นขึ้น) สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงความยาวคลื่นที่ 3050 และ 950 ซม.⁻¹ พบในพวกคาร์บอนที่มีพันธะคู่ (=CH) นั้นไม่มีการปรากฏพีค ซึ่งสเปกตรัมที่ขาดไปบ่งบอกถึงวิตามินที่เข้าไปในโพรงของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินเนื่องจากมีหมู่ =CH เพียงครึ่งหนึ่ง ผลการทดลองนี้สามารถที่จะยืนยันได้ว่าการเตรียมสารประกอบอินคลูชันโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีประสิทธิภาพในการทำให้สารประกอบอินคลูชันเป็นของแข็งที่คงตัวเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนผสมที่ได้จากการเตรียมทางกายภาพ โดยสิ่งที่สำคัญของสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จากการเตรียมโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งคือมีลักษณะเป็นสีขาวไม่เหนียว ส่วนวิตามินเอปาลมิเทตจะมีลักษณะเป็นสีเหลืองและอยู่ในสถานะของเหลวที่อุณหภูมิห้อง จึงเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าเกิดสารประกอบเชิงซ้อนขึ้น

ลัดดา และคณะ (2552) กล่าวว่า ในสารละลายเข้มข้นและอุณหภูมิต่ำไซโคลเดกซ์ทรินมีแนวโน้มที่จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับสารที่กักเก็บ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและสารละลายถูกทำให้เจือจางลง ซึ่งมีแนวโน้มที่จะปลดปล่อยสารที่กักเก็บออกมาจากช่องว่างในโครงสร้างของโมเลกุลได้ โดยทำการทดลองการกักเก็บสารให้กลิ่นในอาหารที่ต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยใช้สารให้กลิ่น 4 ชนิด คือ Benzaldehyde และ Citral ในผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง โดยจากการศึกษาพบว่า ภายหลังจากให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหาร การใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินสามารถกักเก็บสารให้กลิ่นได้ ช่วยลดการสูญเสียสารให้กลิ่นในระหว่างการให้ความร้อน

อรพรรณ และคณะ (2551) นำน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติลดความเครียดในผู้ที่ขับซีรอนต์มาเตรียมโดยวิธีเอ็นแคปซูลชัน เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการให้กลิ่นหอมได้นานขึ้น โดยเลือกกลิ่นน้ำมันหอมระเหยกลิ่นซิทรัส นำมาทำการเก็บกักโดยเตรียมเป็นเม็ดปิดแคลเซียมอัลจินเตพบที่สามารถกักเก็บน้ำมันหอมระเหยได้ 99.33 + 0.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาพัฒนาเป็นก้อนหอมอโรมาเธอราฟีทั้ง 4 ชนิด ทดสอบกับรถยนต์ 20 คัน จากการศึกษาสรุปได้ว่า การเตรียมก้อนหอมอโรมาเธอราฟีกลิ่นซิทรัส โดยการเอนแคปซูลชันด้วยเทคนิค ionic gelation ไม่สามารถบอกได้ว่าการเอนแคปซูลชันสามารถลดการระเหยได้ แต่พบว่าเจลที่มีส่วนประกอบของเม็ดปิด สามารถส่งกลิ่นหอมได้นานถึง 2 สัปดาห์ ซึ่งนานกว่าการเตรียมก้อนหอมอโรมาเธอราฟีกลิ่นซิทรัสโดยตรง ที่ส่งกลิ่นหอมเพียง 1 สัปดาห์ อาสาสมัครพึงพอใจโดยภาพรวมและพึงพอใจต่อกลิ่นหอมต่อก้อนหอมอโรมาเธอราฟี ตำรับน้ำมันหอมระเหยอิสระร่วมกับน้ำมันหอมระเหยที่ถูกเอนแคปซูลชันมากที่สุด เนื่องจากการที่มีเม็ดปิดในผลิตภัณฑ์ ทำให้อาสาสมัครรู้สึกว่ามีสารสำคัญในการออกฤทธิ์ และการมีเม็ดปิดในปริมาณที่ไม่มาก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกินไปทำให้ผลิตภัณฑ์ดูน่าใช้มากกว่า นอกจากนี้การที่มีน้ำมันหอมระเหยที่ถูกเอนแคปซูลชันด้วยจะช่วยให้กลิ่นไม่แรงจนเกินไปและช่วยให้ส่งกลิ่นได้นานขึ้น จากผลการศึกษาบ่งบอกถึงความพึงพอใจต่อภาพรวมและกลิ่นหอมของตำรับที่มีน้ำมันหอมระเหยอิสระร่วมกับน้ำมันหอมระเหยที่ถูกเอนแคปซูลเลทมากกว่าตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

กฤษณา และคณะ (2556) ได้กล่าวว่า การพัฒนาตำรับเม็ดขี้ผึ้งน้ำมันส้มที่มีคุณสมบัติหอมร่วมกับน้ำมันตัวพาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยมีการใช้ขี้ผึ้ง 2 ชนิดได้แก่ Speraceti และ Cetyl alcohol เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับนวดอโรมา โดยจะทำการศึกษาความแรงของกลิ่นเม็ดขี้ผึ้งน้ำมันส้ม พบว่า Speraceti ให้กลิ่นที่แรงกว่า Cetyl alcohol ผลการทดสอบสภาวะการเก็บรักษาเม็ดขี้ผึ้งน้ำมันส้ม พบว่าการเก็บรักษาที่สภาวะปกติที่อุณหภูมิห้อง 26 ± 2 องศาเซลเซียสทำให้กลิ่นของน้ำมันส้มลดลงเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาในตู้เย็น 4 ± 2 องศาเซลเซียส

น้องนุช และคณะ (2545) ทำการศึกษาการผลิตเจลปรับอากาศโดยใช้สารหอมที่สกัดได้จากใบเตยโดยใช้เจลปรับอากาศที่ผลิตขึ้นจากคาราจีแนนร่วมกับโพรพิลีนไกลคอลด้วยวิธี simultaneous distillation and extraction ในการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตเจลปรับอากาศโดยจะพิจารณาจากปริมาณของสาร 2-acetyl-1-pyrroline (ACPY) เมื่อทำการศึกษาอายุการใช้งานโดยนำเจลมาเปิดทิ้งไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 21 ± 1 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 4 ชั่วโมง เจลปรับอากาศมีปริมาณสาร ACPY ลดลงไปร้อยละ 77.90, 56.43, และ 12.29 ตามลำดับ และเมื่อทิ้งไว้ 2 วัน จะไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณสาร ACPY ได้ แต่เมื่อใช้การดมจะมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ของใบเตยดังนั้นเจลปรับอากาศที่ผลิตขึ้นจากคาราจีแนนร่วมกับโพรพิลีนไกลคอลจึงยังมีคุณภาพไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งานจริงได้เนื่องจากกลิ่นลดลงเร็ว เนื่องจากมีอายุการใช้งานประมาณ 2 วัน ในขณะที่เจลปรับอากาศทางการค้าที่ใช้น้ำหอมสังเคราะห์จะมีอายุการใช้งานได้นานประมาณ 15-20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

1. เปลือกส้มโอเหลือทิ้ง จากตลาดมหานาค
2. ยาหอมเวชพงศ์ไอศถ จากร้านเวชพงศ์ไอศถ
3. ยาหอมชนะเลิศ จากร้านตำรับไทย
4. น้ำมันหอมระเหยอบเชย จากบริษัท วันรัต (หน้าเสียน) จำกัด
5. น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ จากบริษัท Aromahub Group จำกัด
6. น้ำมันหอมระเหยส้ม จากบริษัท วันรัต (หน้าเสียน) จำกัด
7. เมนทอล
8. เบตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน จาก NACALAI TESQUE, INC. ประเทศญี่ปุ่น
9. เอทานอล
10. เฮกเซน
11. น้ำกลั่น
12. เกลือเสริมไอโอดีน
13. สบู่กลีเซอรินสำเร็จรูป
14. ขี้ผึ้ง (bee wax)
15. บีโตรเลียม เจลลี่

3.2 วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดสกัดกรวยแยก (Separatory funnel)
2. ชุดสกัดซอกเลต (Soxhlet extraction)
3. ชุดกลั่นชนิด Clevenger
4. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
5. เครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary evaporator)
6. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
7. ปีกเกอร์
8. มีด
9. ฟลาสก์
10. ช้อนตักสาร (spatula)
11. ตู้แช่ 5 องศาเซลเซียส
12. เตาให้ความร้อน (Hot plate stirred)
13. Magnetic stirred
14. เครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum filtration)
15. FT-IR spectrometer ยี่ห้อ Thermo scientific รุ่น Nicolet 6700
16. GC/MS ยี่ห้อ Agilent รุ่น GC G1530N รุ่น MS G2573A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. เครื่องบด sharp รุ่น EM-ICE
18. เครื่องบดเมล็ดกาแฟ De'Longhi รุ่น KG49
19. ปิเปตอัตโนมัติ
20. กระดาษกรอง whatman filter paper เบอร์ 42
21. แม่พิมพ์สบู่
21. แม่พิมพ์ลิปสติก
22. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดา
23. ถูงชา
24. ถูงตาข่าย

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.3.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหย

3.3.1.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอ

1. นำเปลือกส้มโอเหลือทิ้งมาล้างด้วยน้ำสะอาด และผึ่งไว้ให้แห้ง
2. หั่นส่วนผิวของเปลือกส้มโอให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นสีเขียว จากนั้นหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ
3. นำส่วนของเปลือกส้มโอที่ผ่านการหั่นแล้วมาชั่งน้ำหนัก โดยแต่ละรอบของการสกัดน้ำมันหอมระเหยจะใช้เปลือกส้มโอสีเขียวหนัก 180 กรัม ต่อน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดก้นกลม (round bottom flask) จากนั้นทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการต้มกลั่น (hydrodistillation) ด้วยชุดกลั่นชนิด Clevenger

4. เก็บหยดน้ำมันหอมระเหยได้ในขวดสีชา

3.3.1.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากยาหอม

ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยยาหอม 2 สูตร คือ ยาหอมขณะลมและยาหอมเวทพงศ์ โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือการสกัดยาหอมด้วยชุดสกัดซอกเลต (soxhlet extraction), การสกัดยาหอมด้วยชุดสกัดกรวยแยก (separatory funnel) และการระเหยเฮกเซนโดยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary evaporator) ดังนี้

1. นำผงยาหอม 10 กรัม ใส่ลงในทิมเบิลและนำมาสกัดด้วยชุดสกัดซอกเลตโดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ในการสกัดครั้งนี้จะใช้เวลาประมาณ 5 ชั่วโมง เก็บสารละลายยาหอมที่ได้จากการสกัดด้วยเอทานอลเพื่อใช้ในการสกัดด้วยชุดกรวยแยกในขั้นตอนต่อไป

2. นำสารละลายยาหอมที่ได้จากข้อที่ 1 มาสกัดด้วยชุดสกัดกรวยแยกโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย เก็บส่วนของสารละลายชั้นบนซึ่งเป็นสารละลายยาหอมที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนแยกออกเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

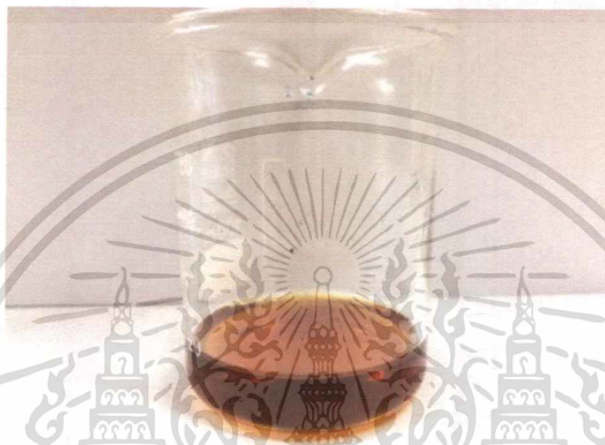
3. นำยาหอมที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนมาทำการระเหยเฮกเซนออกโดยใช้เครื่องระเหยสารแบบหมุน (Rotary Evaporator) ที่สภาวะความดัน 335 มิลลิบาร์ โดยใช้อุณหภูมิในอ่างน้ำที่ 42 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ได้ในขวดสีชา

3.3.2 การปรุกลิ้นน้ำมันหอมระเหย

ใช้ปิเปตอัตโนมัติปิเปตน้ำมันหอมระเหยใส่ลงในขวดสีชาที่จะใช้ผสมน้ำมันหอมระเหย โดยเอกลิ้นนี้จะเลียนแบบมาจากยาคัดส้มโอที่มีส่วนผสม ดังนี้ ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันหอมระเหยส้ม	45.45	เปอร์เซ็นต์
น้ำมันหอมระเหยส้มโอ	45.45	เปอร์เซ็นต์
น้ำมันหอมระเหยยาหอม	6.00	เปอร์เซ็นต์
น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ	1.50	เปอร์เซ็นต์
น้ำมันหอมระเหยอบเชย	1.50	เปอร์เซ็นต์

จากนั้นเขย่าส่วนผสมทุกอย่างให้เข้ากันจะได้กลิ่นที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 น้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น

3.3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันด้วยเครื่อง GC/MS

นำน้ำมันหอมระเหยส้มโอ และน้ำมันหอมระเหยยาหอม 2 สูตร คือ ยาหอมชนะเลิศและยาหอมเวชพงศ์ ที่ได้จากการสกัดนำมาวิเคราะห์หาชนิดและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์ (GC/MS) ใช้คอลัมน์ชนิด DB-5 ขนาด 30 เมตร x 0.25 มิลลิเมตร ความหนาแผ่นฟิล์ม 0.25 มิลลิเมตร สภาพของ GC/MS อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที และอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับ 220 องศาเซลเซียส โดนอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิคงที่ ที่ 220 องศาเซลเซียส ในส่วนของ injector อุณหภูมิเท่ากับ 220 องศาเซลเซียส และ interface อุณหภูมิเท่ากับ 250 องศาเซลเซียส โดยใช้แก๊สฮีเลียม (He) เป็นแก๊สตัวพา (carrier gas) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที สเปกตรัมของอนุภาคมวลต่อประจุถูกบันทึกโดยใช้แรงกระแทกทางไฟฟ้า 70 eV. และวิเคราะห์มวลในช่วง 40-400

3.3.4 การเตรียมการผสมทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยปรุงกลิ่นกับเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน (Physical mixture)

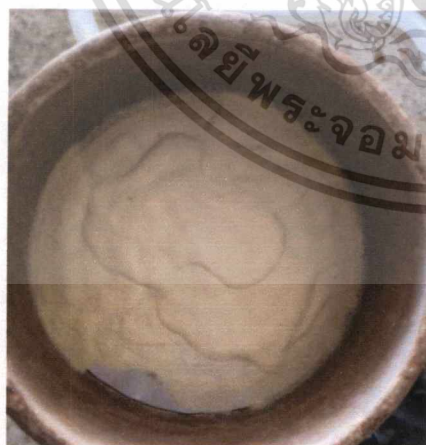
วิธีการนี้อ้างอิงวิธีจาก Abarca และคณะ (2016) โดยทำการผสมเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินกับน้ำมันหอมระเหยปรุงกลิ่น ในโกร่งโดยใช้ที่อัตราส่วน 1:1 ทำการผสมส่วนผสมทั้งสองให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน (รูปที่ 3.3 ค) และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FT-IR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การเอนแคปซูลชันโดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน

วิธีการเอนแคปซูลชันอ้างอิงวิธีจาก Zhua และคณะ (2014) ที่ทำการเอนแคปซูลชันกลิ่น sweet orange โดยไซโคลเดกซ์ทริน

1. ชั่งเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน : น้ำมันหอมระเหย ดังนี้
 - อัตราส่วน 1:0.9 ชั่งเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน 2 กรัม และชั่งน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นแล้ว 1.8 กรัม
 - อัตราส่วน 1:1.8 ชั่งเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน 2 กรัม และชั่งน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นแล้ว 3.6 กรัม
 - อัตราส่วน 2:0.9 ชั่งเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน 4 กรัม และชั่งน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นแล้ว 1.8 กรัม
2. นำเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่เตรียมไว้ทั้ง 3 อัตราส่วนละลายด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส บนเตาให้ความร้อนจนได้สารละลายสีใส
3. หลังจากนั้นเติมน้ำมันหอมระเหยปรุงกลิ่นและเมนทอลที่ชั่งไว้ตามอัตราส่วนต่างๆ ลงในสารละลายเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน ทำการกวนผสมต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส บนเตาให้ความร้อน
4. นำสารผสมที่ได้ใส่ลงในภาชนะปิด แช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง
5. เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำสารผสมมากรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 (ก) และใช้แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ในการล้างตะกอนดังแสดงในรูปที่ 3.2 (ข) แล้วจึงนำตะกอนที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ผงสารประกอบอินคลูชัน จากนั้นเก็บผงที่ได้ในภาชนะปิดสนิทดังแสดงในรูปที่ 3.3 ก และ ข



ก



ข

รูปที่ 3.2 ลักษณะของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่กรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศก่อนถูกล้างตะกอน

(ก) และลักษณะของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่กรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศหลังถูกล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ลักษณะของผลไซโคลเดกซ์ทรินในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลชัน (ก), เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ผ่านการเอนแคปซูลชัน (ข) และการผสมทางกายภาพระหว่างเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินและน้ำมันหอมระเหย (ค)

3.3.6 การวิเคราะห์การเอนแคปซูลชันโดยเครื่อง FT-IR

นำสารประกอบอินคลูชันที่ลักษณะตัวอย่างเป็นของแข็ง มาตรวจผลด้วยเครื่อง FT-IR spectrometer รุ่น Nicolet 6700 เพื่อเป็นการตรวจสอบการเอนแคปซูลชัน ทำการตรวจสอบด้วยวิธีการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่เป็นของแข็งและเหลวโดยใช้ Smart Orbit ด้วยเทคนิคการสะท้อนแบบ Attenuated Total Reflection (ATR) ภายใต้อุปกรณ์ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการตั้งค่าใน experiment setup

Experiment setup Menu	Smart Orbit
Scans	32
Resolution (cm^{-1})	4
Final Format	Reflection or Log I/R
Background Material	Clean crystal with nothing making contact
Spectral Range (cm^{-1})	4000-40

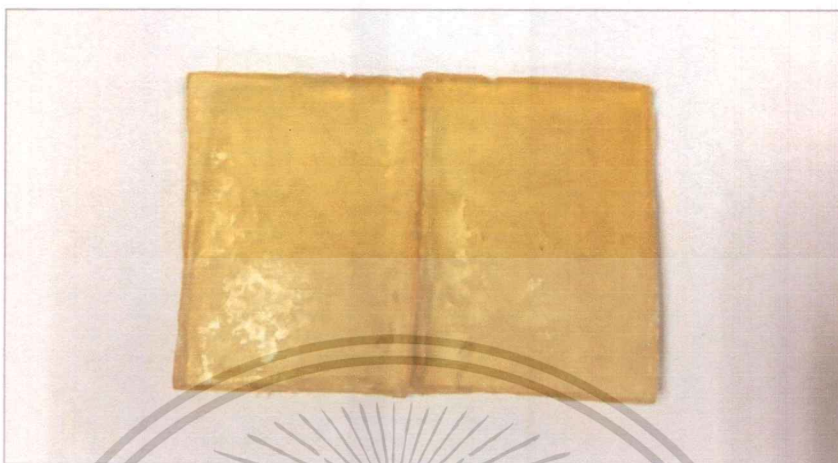
3.3.7 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวกลางเป็นสบูกลีเซอริน

1. ชั่งสบูกลีเซอรินสำเร็จรูป 10 กรัม ใส่บีกเกอร์แล้วละลายบนเตาให้ความร้อน

2. เติมน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น และเมนทอลในอัตราส่วน 1:1. ลงในกลีเซอรินสำเร็จรูปที่ละลายแล้ว คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นเทลงแม่พิมพ์สบู่อให้แข็งตัว (รูปที่ 3.4)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แกะสบู่กลีเซอรินที่แข็งตัวแล้วบรรจุลงในถุงชา ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกปากถุง และนำมาใส่ถุงตาข่าย



รูปที่ 3.4 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ปรุรงกลิ่นโดยใช้สบู่กลีเซอรินสำเร็จรูปเป็นตัวกลาง

3.3.8 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวกลางเป็นขี้ผึ้งผสมปิโตรเลียม เจลลี่

1. ชั่งปิโตรเลียม เจลลี่ : ขี้ผึ้ง อัตราส่วน 3:1.25 ละลายขี้ผึ้งบนเตาให้ความร้อนจนได้เป็นขี้ผึ้งแบบเหลว
2. เติมปิโตรเลียม เจลลี่ ลงไปละลายด้วยคนผสมจนกลายเป็นเนื้อเดียวกัน
3. เติมน้ำมันหอมระเหยปรุรงกลิ่น และเมนทอลในอัตราส่วน 1:1 ลงในส่วนผสมของขี้ผึ้งและปิโตรเลียม เจลลี่ที่ละลายคนให้เข้ากัน
4. เทส่วนผสมลงในแม่พิมพ์รอให้แข็งตัว แกะออกจากแม่พิมพ์ (รูปที่ 3.5) บรรจุใส่ถุงชา ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกปากถุง และนำมาใส่ถุงตาข่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.5 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ปรุรงกลิ่นโดยใช้ขี้ผึ้งเป็นตัวกลาง
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวกลางเป็นเกล็ด

3.3.9.1 การเตรียมเกล็ด

1.1 นำเกล็ดเสริมไอโอดีนปั่นด้วยเครื่องปั่น Sharp รุ่น EM-ICE เพื่อให้อนุภาคเล็กลง เก็บตัวอย่างของเกล็ดจากเครื่องปั่น Sharp รุ่น EM-ICE เพื่อตรวจสอบขนาดอนุภาคของเกล็ดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

1.2 จากนั้นนำเกล็ดจากเครื่องปั่น Sharp ปั่นต่อด้วยเครื่องบดเมล็ดกาแฟ De'Longhi รุ่น KG49 เก็บตัวอย่างของเกล็ดจากเครื่องบดเมล็ดกาแฟ De'Longhi รุ่น KG49 เพื่อตรวจสอบขนาดอนุภาคของเกล็ดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

3.3.9.2 การปั่นเกล็ด

2.1 นำเกล็ดที่ผ่านการปั่นด้วยเครื่องบดเมล็ดกาแฟ De'Longhi รุ่น KG49 ผสมกับน้ำกลั่นปั่นเกล็ดเป็นรูปทรงตามต้องการวางเรียงใส่ถาด (รูปที่ 3.6)

2.2 นำเกล็ดที่ปั่นเสร็จแล้วเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เก็บเกล็ดที่ผ่านการอบแล้วในภาชนะปิดสนิทเพื่อป้องกันการดูดความชื้นของเกล็ด

นำเกล็ดปั่นที่ผ่านการอบแล้วหยดน้ำมันหอมระเหยปรุงกลิ่น และเมนทอลในอัตราส่วน 1:1 ให้ทั่วเม็ดเกล็ด บรรจุเม็ดเกล็ดที่ได้ลงในถุงชา ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกปากถุง และนำมาใส่ถุงตาข่าย



รูปที่ 3.6 ลักษณะของเกล็ดปั่นรูปทรงต่างๆ

3.3.9.3 ขั้นตอนการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เกล็ดเป็นตัวกลาง

3.1 ชั่งเกล็ดปั่น 20 กรัม หยดน้ำมันหอมระเหยปรุงกลิ่น และเมนทอลในอัตราส่วน 1:1 ให้ทั่วเมล็ดเกล็ด

เอกสารนี้เป็น 3.2 บรรจุเม็ดเกล็ดที่ได้ลงในถุงชา ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกปากถุง และนำมาใส่ถุงตาข่าย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.10 การกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวกลางเป็นเกลือบั่นเคลือบซีผึ้ง

1. เตรียมส่วนของซีผึ้ง โดยการชั่งซีผึ้ง 4 กรัม ละลายโดยให้ความร้อนบนเตาให้ความร้อน จากนั้นเติมน้ำมันหอมระเหยปรุงกลิ่นและเมนทอลอัตราส่วน 1:1 ผสมให้เข้ากัน
2. ชั่งเกลือบั่น 20 กรัม หยदन้ำมันหอมระเหยปรุงกลิ่น และเมนทอลในอัตราส่วน 1:1 ให้ทั่ว เมล็ดเกลือบั่น
3. นำเกลือบั่นที่หยदन้ำมันหอมระเหยปรุงกลิ่นและเมนทอลแล้วมาเคลือบซีผึ้งที่เตรียมไว้ ตามข้อที่ 1 ทิ้งไว้ให้แห้ง (รูปที่ 3.7) และบรรจุลงในถุงชา ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกปากถุง และนำมาใส่ถุงตาข่าย



รูปที่ 3.7 ลักษณะของเกลือบั่นเคลือบซีผึ้ง

3.3.11 การศึกษาอายุการใช้งาน (shelf-life) ของผลิตภัณฑ์ และลักษณะทางกายภาพ

จากขั้นตอนการทำชุดทดสอบในหัวข้อที่ 3.3.7, 3.3.8, 3.3.9 และ 3.3.10 ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำมาทดสอบใน 3 สภาวะได้แก่ ห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และสภาวะการใช้งานในรถยนต์ โดยการเก็บผลจะใช้การดมกลิ่น บันทึกผลเป็นระยะเวลาจนกลิ่นของผลิตภัณฑ์นั้นหมดไป และดูการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

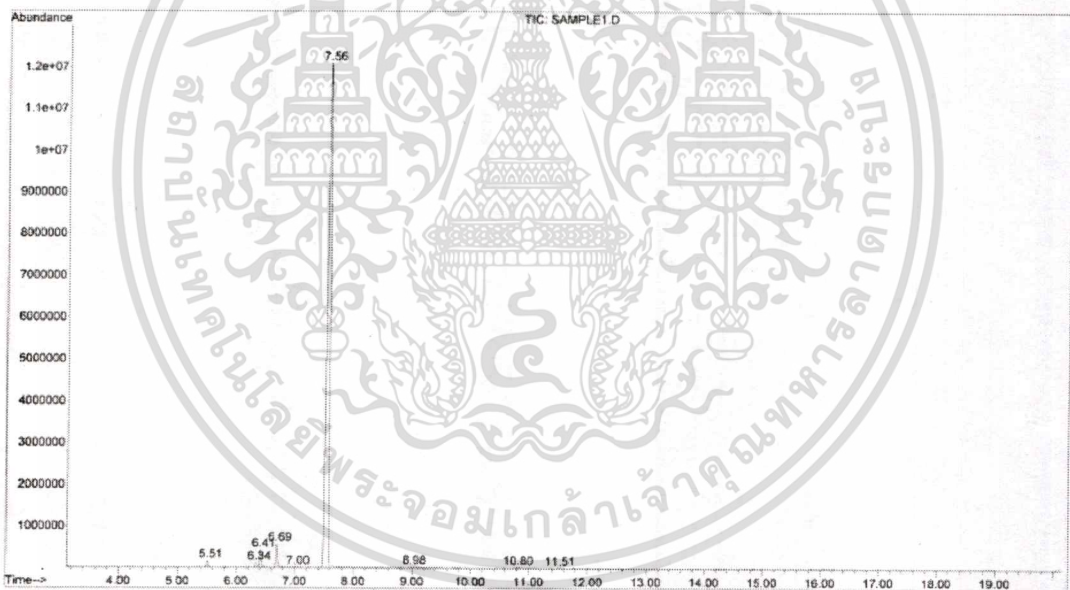
บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยส้มโอ พบว่าน้ำมันหอมระเหยส้มโอมีองค์ประกอบหลักคือ D-Limonene ร้อยละ 94.06 ใน Retention time ที่ 7.561 และยังพบสารประกอบอื่นๆ ได้แก่ Alpha-Pinene ร้อยละ 0.643 ใน Retention time ที่ 5.509, Sabinene ร้อยละ 0.465 ใน Retention time ที่ 6.412, 1-beta-Pinene ร้อยละ 1.710 ใน Retention time ที่ 6.340, Beta-Myrcene ร้อยละ 2.427 ใน Retention time ที่ 6.691, 1-Phellandrene ร้อยละ 0.050 ใน Retention time ที่ 6.999, L-linalool ร้อยละ 0.255 ใน Retention time ที่ 8.983, Beta-Fenchyl alcohol ร้อยละ 0.237 ใน Retention time ที่ 10.799 และ Nerol ร้อยละ 0.151 ใน Retention time ที่ 11.513 ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 โครมาโทแกรมที่แสดง Retention time ขององค์ประกอบสารในน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

ตารางที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยส้มโอ

พีคที่	Retention time	สารประกอบ	ร้อยละ
1	5.509	Alpha-Pinene	0.643
2	6.340	Sabinene	0.465

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยส้มโอ (ต่อ)

พีคที่	Retention time	สารประกอบ	ร้อยละ
3	6.412	1-beta-Pinene	1.710
4	6.691	Beta-Myrcene	2.427
5	6.999	1-Phellandrene	0.050
6	7.561	D-Limonene	94.062
7	8.983	L-linalool	0.255
8	10.799	Beta-Fenchyl alcohol	0.237
9	11.513	Nerol	0.151

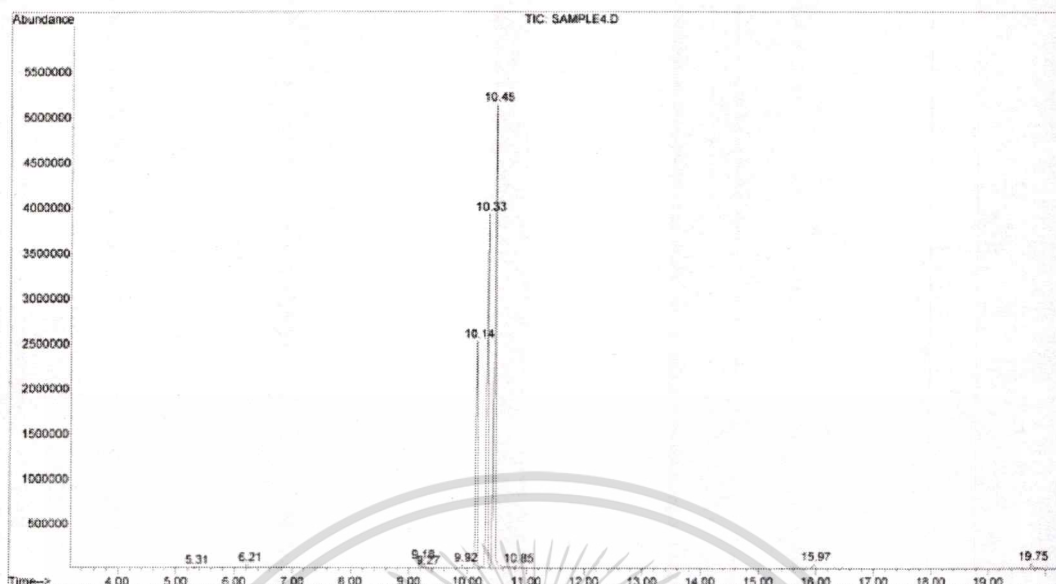
ลิโมนีนนั้นจัดเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยที่พบได้ในเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม มีกลิ่นเฉพาะตัวคล้ายกับกลิ่นของมะนาว โดยส่วนใหญ่ลิโมนีนในรูปของ L-limonene จะนิยมนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่างๆ และผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเพื่อเพิ่มความหอม (นันทวดี, 2551)

ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยส้มโอจากเปลือกส้มโอสามารถพบ D-Limonene เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่ง Liu และคณะ (2016) ได้รายงานว่าในการสกัดน้ำมันหอมระเหยส้มโอ โดยใช้วิธีการสกัดต่างกันคือ microwave pretreatment และการสกัดด้วยการต้มกลั่น (hydrodistillation) องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยส้มโอที่พบมากที่สุดคือ D-limonene, nootkatone, beta-myrcene และ trans-farnesol โดยการสกัดด้วยวิธี microwave pretreatment และการสกัดด้วยการต้มกลั่น (hydrodistillation) พบองค์ประกอบของ D-limonene ร้อยละ 23.43 และ 35.66 ตามลำดับ

4.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยยาหอม

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยยาหอมขณะลมและเวซพงค์ พบว่าน้ำมันหอมระเหยยาหอมทั้ง 2 ชนิด มีองค์ประกอบหลักที่เหมือนกัน ได้แก่ Menthol ร้อยละ 45.98 และ 50.59 BORNEOL L ร้อยละ 31.58 และ 27.63 และ Isoborneol ร้อยละ 19.07 และ 18.51 ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ นั้นแตกต่างกัน ทำให้น้ำมันหอมระเหยยาหอมทั้ง 2 ชนิด ให้กลิ่นที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการปรุงกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่มียาหอมเป็นส่วนประกอบจำเป็นต้องเลือกใช้สูตรยาหอมสูตรใดสูตรหนึ่ง ซึ่งในการปรุงกลิ่นน้ำมันหอมระเหยได้ทำการเลือกใช้น้ำมันหอมระเหยยาหอมขณะลมในการปรุงกลิ่น โดยร้อยละขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยยาหอมขณะลมและโครมาโทแกรมแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 และร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยยาหอมเวซพงค์และโครมาโทแกรมแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

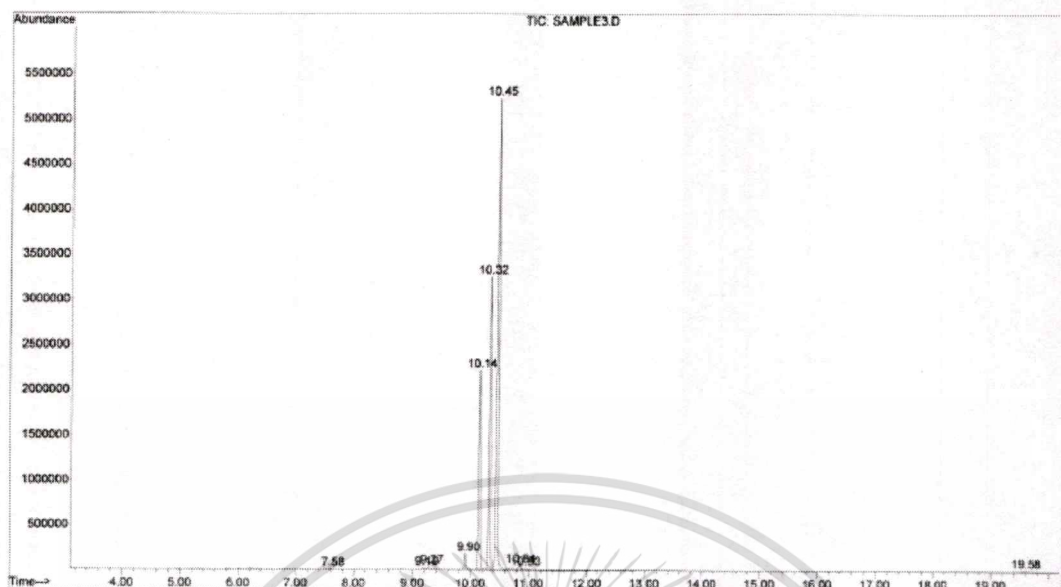


รูปที่ 4.2 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยยาหอมชนะลม

ตารางที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในยาหอมชนะลม

พีคที่	Retention time	สารประกอบ	ร้อยละ
1	5.306	Ethanol	0.144
2	6.214	3-Methyl-1-[(1H)-1,2,4-triazol-1-yl]butan-2-one	0.428
3	9.182	endo-Isofenchol	0.620
4	9.275	D-Fenchyl alcohol	0.120
5	9.917	Camphor	0.360
6	10.145	Isoborneol	19.074
7	10.326	BORNEOL L	31.577
8	10.453	Menthol	45.983
9	10.846	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol,1,7,7-trimethyl-,exo-(CAS)	0.415
10	15.967	Pentadecane	0.444
11	19.746	2-propeonic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, ethyl ester	0.834

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยยาหอมเวซพงค์

ตารางที่ 4.3 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในยาหอมเวซพงค์

พีคที่	Retention time	สารประกอบ	ร้อยละ
1	7.582	Eucalyptol	0.098
2	9.186	endo-Isosofenchol	0.165
3	9.279	D-Fenchyl alcohol	0.343
4	9.904	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one,1,7,7-trimethyl-,(1S)-(CAS)	1.642
5	10.140	Isoborneol	18.506
6	10.138	BORNEOL L	27.635
7	10.449	L-(-)-Menthol	50.589
8	10.841	Isoborneol	0.532
9	10.926	Cyclohexanol	0.230
10	19.577	3 N BUTYL PHTHALIDE	0.259

ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยยาหอมขณะลมและเวซพงค์พบองค์ประกอบหลักที่เหมือนกัน ได้แก่ Menthol BORNEOL L และ Isoborneol ซึ่ง บังอร และคณะ (2550) กล่าวว่าสารประกอบในยาหอมที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย 5 ตำหรับ คือ ยาหอมนวโกฐ ยาหอมอินทจักร ยาหอมปราสาททอง ยาแก้ปวดโคคลาน และยาแก้ปวดสหัสสรา พบว่าสารสกัดยาแผนโบราณทั้ง 5 ตำหรับน่าจะมีไม่วากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

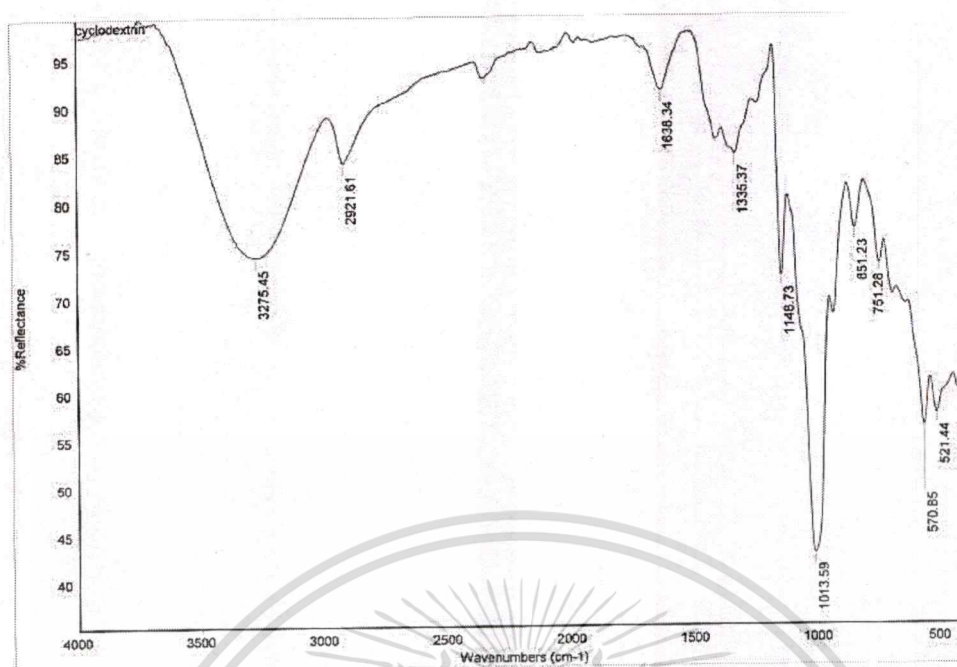
ความปลอดภัยที่จะบริโภค เนื่องจากให้ผลลบต่อการทดสอบโดยวิธีของเอมส์ ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานที่กำหนดให้ใช้ทดสอบความเป็นพิษของสารเคมีหรือผลิตภัณฑ์สำหรับบริโภค เป็นวิธีการทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ถูกค้นพบโดย ศาสตราจารย์ ดร. บี.เอ็น. เอมส์ และคณะแห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย นอกจากนี้สารสกัดเหล่านี้ยังอาจช่วยลดความเป็นพิษจากการปนเปื้อนของสารเคมีที่มีผลต่อการกลายพันธุ์ได้

4.2 การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันของน้ำมันหอมระเหยที่ถูกเอนแคปซูลเลทด้วยเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน

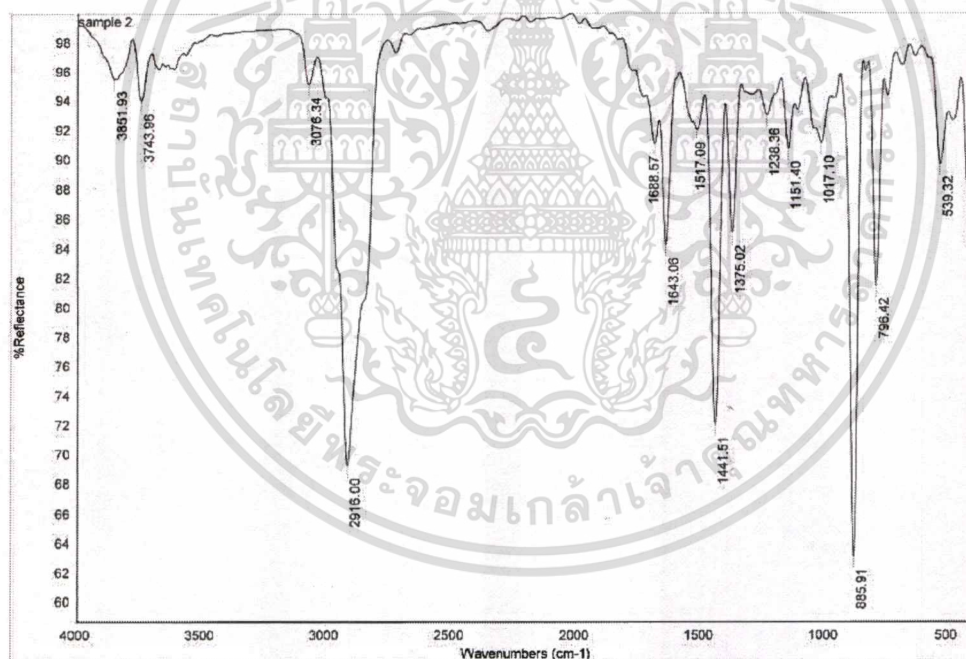
ผลการศึกษาการเอนแคปซูลเลชันน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นโดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (FT-IR) ซึ่งใช้เทคนิค Attenuated Total Reflection (ATR) โดยตั้งค่าการทดสอบในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 4000-400 ซม.⁻¹ ความละเอียด (Resolution) เท่ากับ 4 และจำนวนสแกนจำนวน 32 ครั้ง โดยการตรวจสอบการเอนแคปซูลเลทของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นโดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินด้วยเครื่อง FT-IR ซึ่งมีขั้นตอนตามวิธีทำที่อธิบายไว้ในส่วนของวิธีการทดลองข้างต้น เพื่อหาข้อพิสูจน์เกี่ยวกับการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันและการตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอินคลูชัน พบว่าสเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินดังแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งมีการปรากฏของพีคที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 3275, 2921, 1638, 1335, 1148, 1013, 851, 751, 570 และ 521 ซม.⁻¹ ตามลำดับ โดยมีช่วงความถี่ของคลื่นเป็นบริเวณกว้างประมาณความยาวคลื่นที่ 3275 ซม.⁻¹ สอดคล้องกับค่าความถี่ของหมู่ฟังก์ชัน O-H stretching พีคที่ความยาวคลื่น 2921 ซม.⁻¹ สอดคล้องกับค่าความถี่ของหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching ของอัลเคน พีคที่ความยาวคลื่น 1638 ซม.⁻¹ จะสอดคล้องกับค่าความถี่ของหมู่ฟังก์ชัน O-H bending ส่วนพีคอื่นที่บริเวณ 1335 ซม.⁻¹ จะสอดคล้องกับค่าความถี่ของหมู่ฟังก์ชัน C-O-C stretching และพีคในช่วงความยาวคลื่น 751 ซม.⁻¹ จะสอดคล้องกับค่าความถี่ของหมู่ฟังก์ชันวงแหวนไพราโนส (Pyranose ring)

สเปกตรัมของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นจะแสดงในรูปที่ 4.5 พบว่ามีการปรากฏพีคที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 3851, 3743, 3076, 2916, 1688, 1643, 1517, 1441, 1375, 1238, 1151, 1017, 885, 796, 539 และ 428 ซม.⁻¹ ตามลำดับ โดยองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นจะเป็นสารประกอบจำพวกเทอร์พีนส์ (terpenes) ซึ่งสารกลุ่มนี้ที่พบมากที่สุดคือ กลุ่มลิโมนีน (limonene) โดยพีคที่ความยาวคลื่นประมาณ 3743 ซม.⁻¹ สอดคล้องกับค่าความถี่ของหมู่ฟังก์ชัน N-H stretching ของหมู่เอมีน พีคที่ความยาวคลื่นประมาณ 3076 ซม.⁻¹ สอดคล้องกับค่าความถี่ของหมู่ฟังก์ชัน =C-H stretching ของอัลคีน พีคที่ความยาวคลื่นประมาณ 2916 ซม.⁻¹ สอดคล้องกับค่าความถี่ของหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching ของหมู่ CH₂ แบบไม่สมมาตรของอัลเคน พีคที่ความยาวคลื่นประมาณ 1688 ซม.⁻¹ สอดคล้องกับค่าความถี่ของหมู่ฟังก์ชัน C=C stretching ของอัลคีน พีคที่ประมาณช่วงความยาวคลื่น 1441 ซม.⁻¹ สอดคล้องกับหมู่ฟังก์ชัน =C-H bending ของอัลคีน และพีคในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 1375 ซม.⁻¹ สอดคล้องกับหมู่ฟังก์ชัน C-H bending ของหมู่ CH₃

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินในช่วงเลขคลื่น 4000 – 400 ซม.⁻¹



รูปที่ 4.5 สเปกตรัมของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นในช่วงเลขคลื่น 4000 – 400 ซม.⁻¹

ทำการศึกษาลของการเอนแคปซูลชันน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นด้วยเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน โดยการตรวจสอบผลสเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลชัน ดังแสดงในรูปที่ 4.4 เปรียบเทียบกับผลสเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ผ่านการเอนแคปซูลชันด้วยวิธี

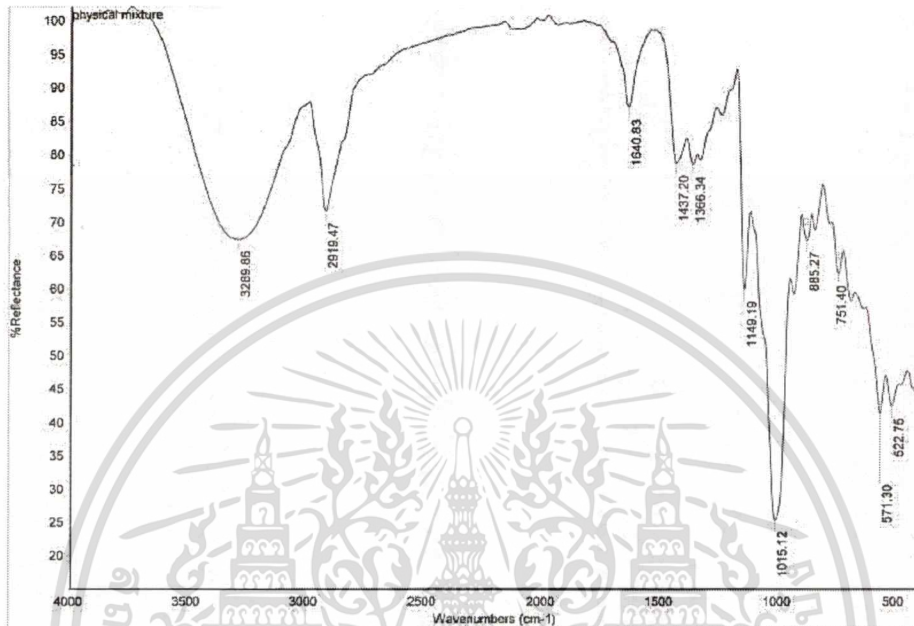
ต่างกัน 2 วิธี ได้แก่ วิธีการผสมทางกายภาพ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 (แสดงวิธีทำในหัวข้อที่ 3.3.4) และวิธีการเอนแคปซูลชันโดยอิมัลชันจาก Zhu และคณะ (2014) โดยจะทำการเอนแคปซูลชันเบตา-ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่น 3 อัตราส่วน ได้แก่ 1:0.9 1:1.8 และ 2:0.9 ดังแสดงในรูปที่ 4.7 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ (แสดงวิธีทำในหัวข้อที่ 3.3.5) ในการศึกษาอัตราส่วนความเข้มพีคระหว่างพีคของหมู่ฟังก์ชัน OH stretching ต่อ C-H stretching (ตารางที่ 4.4) จะกำหนดให้พีคของหมู่ฟังก์ชัน OH stretching ซึ่งปรากฏพีคที่ความยาวคลื่นประมาณ 3264-3278 ซม.⁻¹ เป็นพีคอ้างอิง เพื่อเปรียบเทียบหาสัดส่วนความเข้มพีคของหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching ของหมู่ CH₂ ซึ่งปรากฏพีคที่ความยาวคลื่นประมาณ 2910-2920 ซม.⁻¹ พบว่าสัดส่วนความเข้มพีคของหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching ของสเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ผ่านการการเอนแคปซูลเลชันในทุกๆ วิธีจะมีสัดส่วนความเข้มพีคที่สูงกว่าเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลเลชัน โดยอัตราส่วนความเข้มของพีคระหว่างพีคของหมู่ฟังก์ชัน OH stretching ต่อ C-H stretching ของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลเลชันจะอยู่ที่ 1:0.60 เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ผ่านการเอนแคปซูลเลชันด้วยวิธีการผสมทางกายภาพจะอยู่ที่ 1:0.84 และเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ผ่านการเอนแคปซูลเลชันด้วยวิธีที่อ้างอิงจาก Zhua และคณะ (2014) ซึ่งทำการเอนแคปซูลเลชันเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่น 3 อัตราส่วน ได้แก่ 1:0.9 1:1.8 และ 2:0.9 จะอยู่ที่ 1:0.63, 1:0.67 และ 1:0.64 ตามลำดับ และนอกจากนี้ยังสามารถพบการปรากฏลักษณะทางกายภาพของพีคหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching ในสเปกตรัมของการเอนแคปซูลเลชันด้วยวิธีการผสมทางกายภาพที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับลักษณะทางกายภาพของพีคของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่น (รูปที่ 4.4) และจากการศึกษาพีคที่ความยาวคลื่นประมาณ 3743 ซม.⁻¹ ที่สอดคล้องกับค่าความถี่คลื่นของหมู่ฟังก์ชัน N-H stretching ของหมู่เอมีน ซึ่งพบได้ในสเปกตรัมของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นอีกทั้งยังเป็นพีคแสดงลักษณะเฉพาะของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่น เนื่องจากสามารถพบหมู่ N-H ได้ในน้ำมันหอมระเหย 2 ชนิดที่ใช้เป็นองค์ประกอบในการปรุงกลั่น ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยยาหอมชนะเลิศซึ่งสามารถพบหมู่ N-H ได้ในโครงสร้างของสาร 3-Methyl-1-[(1H)-1,2,4-triazol-1-yl]butan-2-one และน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำซึ่งสามารถพบหมู่ N-H ได้ในโครงสร้างของสารพิเพอริดีน (piperidine) ที่เป็นสารอินทรีย์กลุ่มแอลคาลอยด์ โดยพบว่าไม่ปรากฏพีคของหมู่ฟังก์ชัน N-H stretching ของหมู่เอมีนในสเปกตรัมของของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลเลชันและสเปกตรัมของการเอนแคปซูลเลชันด้วยวิธีการผสมทางกายภาพ แต่ปรากฏในสเปกตรัมของการเอนแคปซูลเลชันด้วยวิธีที่อ้างอิงวิธีจาก Zhua และคณะ (2014) ทั้ง 3 อัตราส่วน

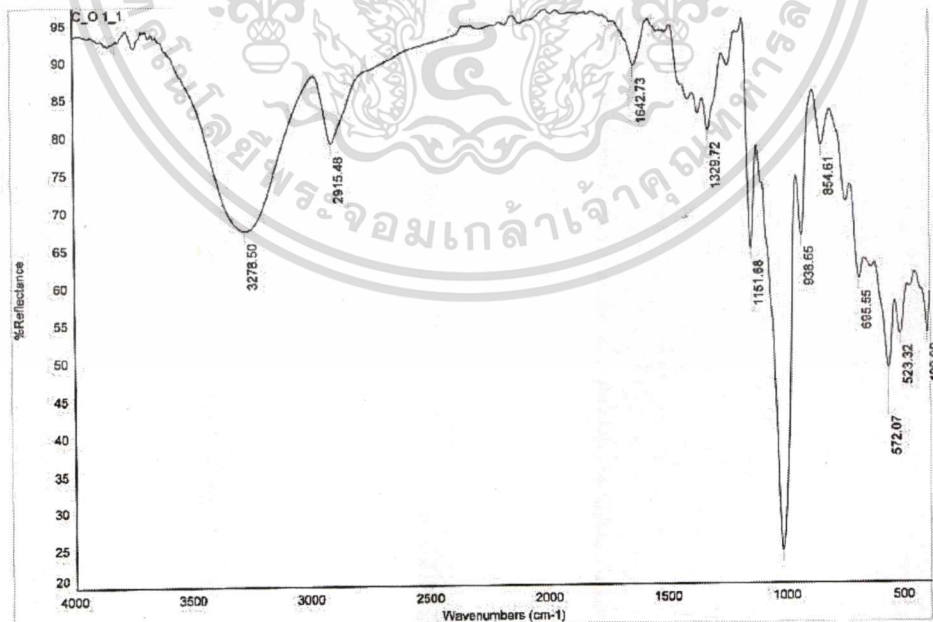
จากผลการศึกษาผลของการเอนแคปซูลเลชันน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นด้วยเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสามารถสรุปได้ว่า การเอนแคปซูลเลชันน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นด้วยเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินโดยใช้วิธีที่อ้างอิงจาก Zhua และคณะ (2014) ในทุกๆ อัตราส่วน สามารถทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันระหว่างน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นกับเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินขึ้นได้ สังเกตได้จากผลสเปกตรัมที่ปรากฏสัดส่วนความเข้มพีคของหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching ของหมู่ CH₂ เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลสเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลเลชัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของหมู่ C-H ในเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ผ่านการเอนแคปซูลเลชัน รวมถึงการปรากฏพีคของหมู่ฟังก์ชัน N-H ที่เป็นพีคที่แสดงลักษณะเฉพาะของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยได้เข้าร่วมอยู่กับเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินแล้ว ในขณะที่การเอนแคปซูลเลชันน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นด้วยเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินโดยใช้วิธีการผสมทางกายภาพนั้นไม่สามารถทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันได้ สังเกตได้จากผลของสเปกตรัมที่มีการปรากฏพีคของหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching ที่มีลักษณะทางกายภาพของพีคของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นซึ่ง

ไม่มีการขึ้นใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

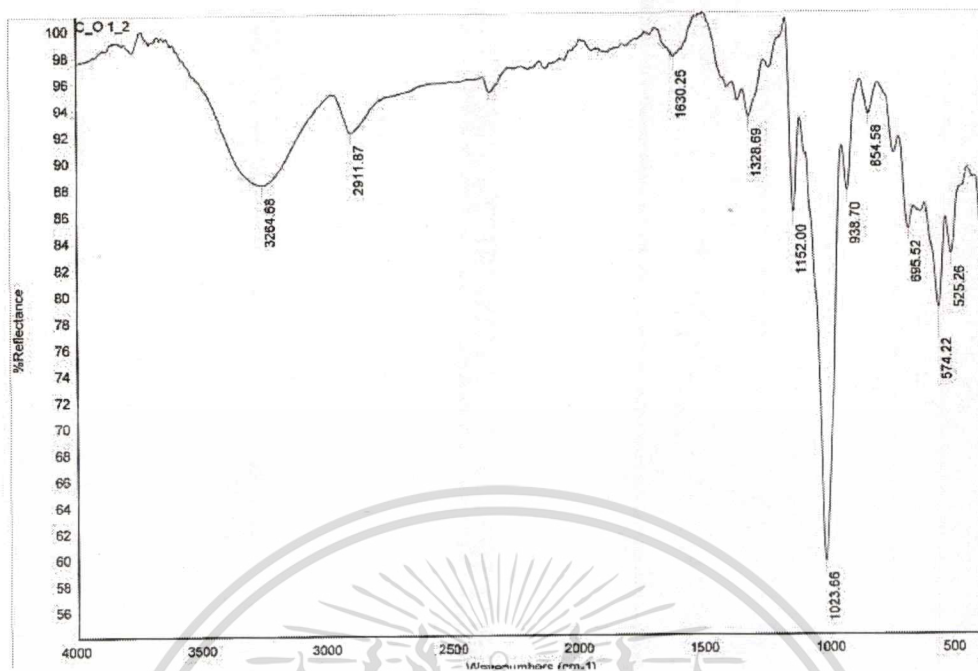
แสดงถึงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และอาจหมายถึงการไม่เกิดปฏิกิริยาร่วมกันของน้ำมันหอมระเหยและเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน และการไม่ปรากฏพีคของหมู่ฟังก์ชัน N-H ซึ่งเป็นพีคที่แสดงลักษณะเฉพาะของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุกลิ้น จึงทำให้ไม่สามารถระบุได้ถึงเข้าร่วมอยู่กับเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินของน้ำมันหอมระเหย



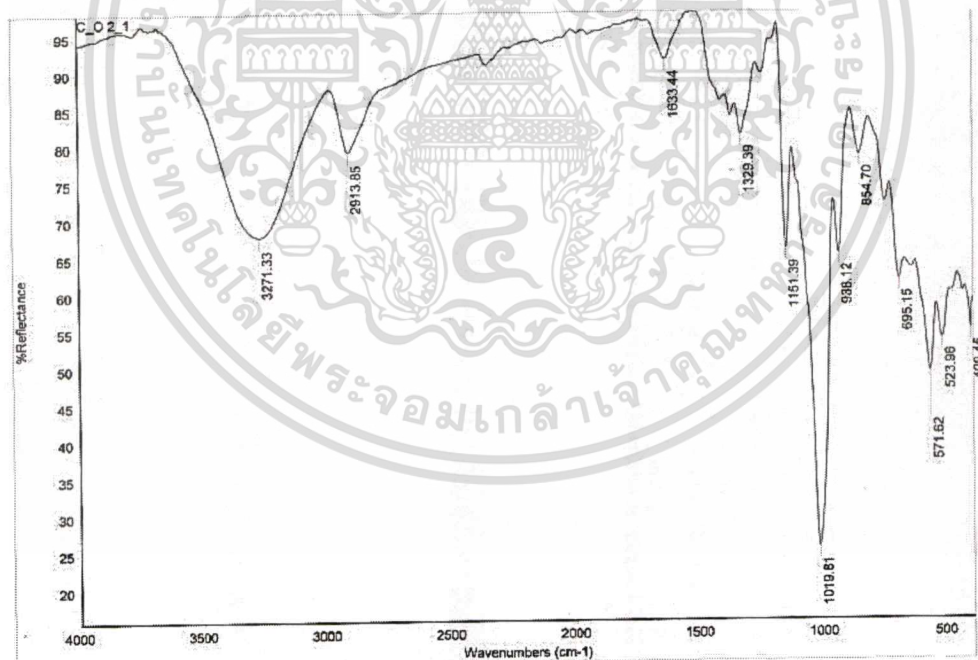
รูปที่ 4.6 สเปกตรัมของการผสมทางกายภาพระหว่างเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินและน้ำมันหอมระเหยที่ปรุกลิ้นในช่วงเลขคลื่น 4000 - 400 cm^{-1}



รูปที่ 4.7 สเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหยที่ปรุกลิ้นในอัตราส่วน 1:0.9 เอกสารนี้เป็นเอกสารในช่วงเลขคลื่น 4000 - 400 cm^{-1} เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 สเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงรกลั่นในอัตราส่วน 1:1.8 ในช่วงเลขคลื่น 4000 - 400 ซม.⁻¹



รูปที่ 4.9 สเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงรกลั่นในอัตราส่วน 2:0.9 ในช่วงเลขคลื่น 4000 - 400 ซม.⁻¹

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราส่วนความเข้มพีคระหว่างพีคของหมู่ฟังก์ชัน OH stretching ต่อ C-H stretching จากสเปกตรัมของ เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลชัน เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ผ่านการเอนแคปซูลชันด้วยวิธีการผสมทางกายภาพ และเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ผ่านการเอนแคปซูลชันด้วยวิธีการเอนแคปซูลชันโดยอ้างอิงวิธีจาก Zhua และคณะ (2014) ในอัตราส่วนเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น 3 อัตราส่วน ได้แก่ 1:0.9 1:1.8 และ 2:0.9

สเปกตรัม	พีคที่ความถี่คลื่น ของหมู่ฟังก์ชัน O-H stretching		พีคที่ความถี่คลื่น ของหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching		อัตราส่วนความเข้มของพีค ระหว่างพีคของหมู่ฟังก์ชัน OH stretching ต่อ C-H stretching
	%Reflectance	ความเข้มของพีค	%Reflectance	ความเข้มของพีค	
เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริน ที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลชัน	84.5	$100 - 84.5 = 25.5$	74.5	$100 - 74.5 = 15.5$	1:0.60
การผสมทางกายภาพ	72	$100 - 72.0 = 33.0$	67	$100 - 67.0 = 28.0$	1:0.84
เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อ น้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น ในอัตราส่วน 1:0.9	79.5	$100 - 79.5 = 32.5$	67.5	$100 - 67.5 = 20.5$	1:0.63
เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อ น้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น ในอัตราส่วน 1:1.8	92.1	$100 - 92.1 = 11.8$	88.2	$100 - 88.2 = 7.9$	1:0.67
เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินต่อ น้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น ในอัตราส่วน 2:0.9	79.5	$100 - 79.5 = 32$	68	$100 - 68.0 = 20.5$	1:0.64

จากการทดสอบการปลดปล่อยกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยของสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชัน โดยการต้มกลั่นพบว่า อัตราส่วน 1:0.9 ดีที่สุด รองลงมาในอัตราส่วน 2:0.9 และ 1:1.8 ตามลำดับ ซึ่งหลังจากผ่านกระบวนการเอนแคปซูลแล้วน้ำมันหอมระเหยที่ถูกเอนแคปซูลแล้วนั้นก็มีกลิ่นที่แรงไม่เพียงพอต่อการใช้เป็นเครื่องหอมปรับอากาศได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nur Ain และคณะ (2011) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของพีคในบางหมู่ฟังก์ชันที่เกิดขึ้นนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อสร้างโครงสร้างของสารประกอบนั้นๆ และการที่กลิ่นจะปลดปล่อยออกจากสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลั่นมาได้นั้นประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและสารละลายถูกทำให้เจือจางลง จะมีแนวโน้มที่จะปลดปล่อยสารที่กักเก็บออกมาจากช่องว่างในโครงสร้างของโมเลกุลได้ และจากงานวิจัยของ ลัดดา (2552) พบว่าภายหลังการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง การใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทริทริสามารถกักเก็บสารให้กลิ่นได้ ช่วยลดการสูญเสียสารให้กลิ่นในระหว่างการให้ความร้อน

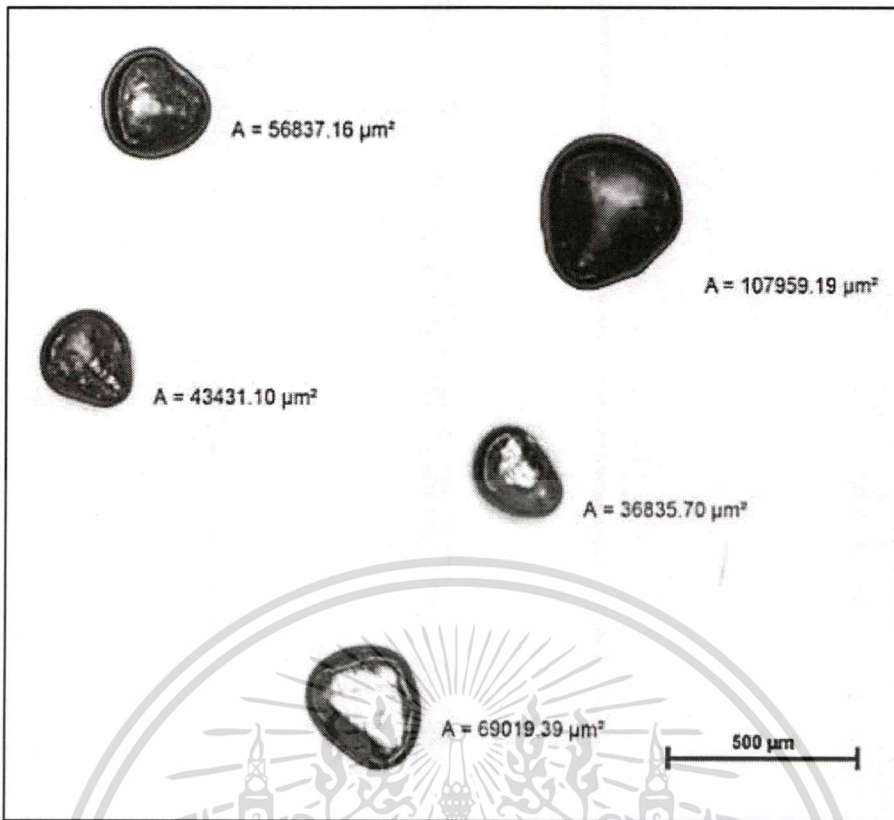
Songkro และคณะ (2012) ทำการเปรียบเทียบสเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริทริที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม สารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชัน และการผสมทางกายภาพระหว่างน้ำมันหอมระเหยกับเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริทริ ซึ่งพบการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมเล็กน้อย โดยทั้งสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันและการผสมทางกายภาพมีความเข้มของพีคจากน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมที่ 1671 และ 1016 ซม.⁻¹ ลดลงเช่นเดียวกัน แต่สเปกตรัมของการผสมทางกายภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชัน ในกรณีที่เป็นสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันจะทดสอบการเอนแคปซูลในอัตราส่วนเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริทริต่อน้ำมันหอมระเหย 1:1 และ 1:2 โดยที่ทั้งสองอัตราส่วนจะพบการเปลี่ยนแปลงของหมู่ฟังก์ชัน O-H stretching ที่พีค 3413 ซม.⁻¹ ซึ่งพีคนี้พบในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมด้วย และพบการเปลี่ยนแปลงที่พีค 3339 และ 3391 ซม.⁻¹ ตามลำดับ จากการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมคาดว่ามีการเกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริทริขึ้น

Solans และ Vilanova (2015) รายงานว่าสเปกตรัมของส่วนผสมทางกายภาพระหว่างวิตามินเอปาลมิเทตและเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริทริที่เตรียมโดยการผสมระหว่างวิตามินเอปาลมิเทต และเบตา-ไซโคลเดกซ์ทริทริในอัตราส่วน 1:1 โมลาร์ ในโกรง์โดยไม่มีการเติมตัวทำละลายอินทรีย์ลงไปและนำไปบด โดยขั้นตอนในการสร้างสารประกอบอินคลูชันนี้ไม่ได้รับความนิยม โดยสเปกตรัมของส่วนผสมที่ได้จากการเตรียมทางกายภาพนี้ จะให้พีคทุกพีคที่แสดงองค์ประกอบของทั้ง 2 สาร ซึ่งแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มเล็กน้อย แต่จากผลการทดลองนี้พบการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของสารขึ้นน้อย

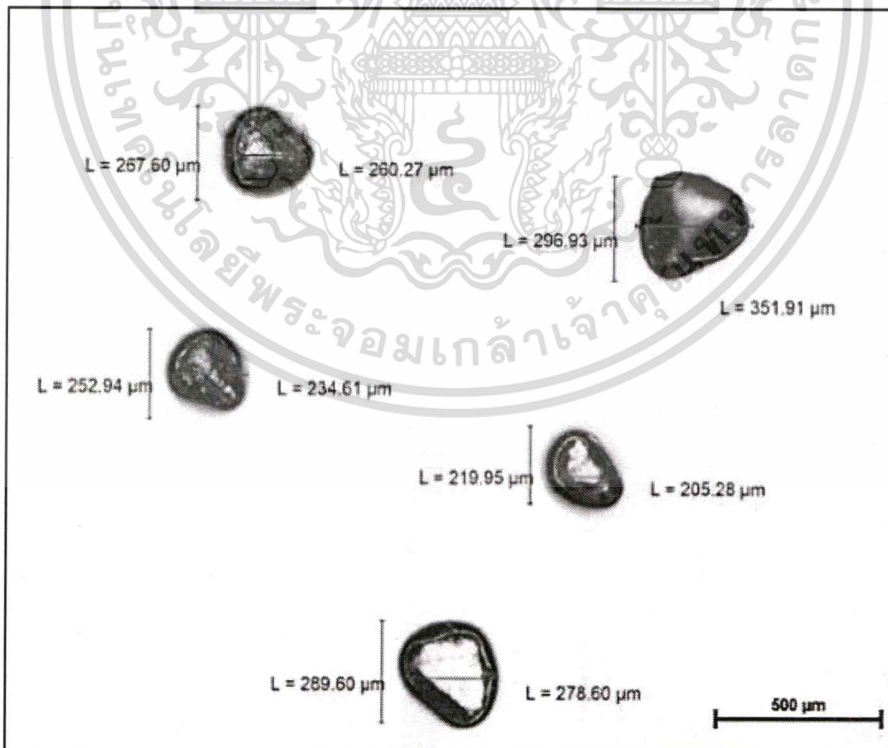
4.3 ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคเกลือโดยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดา (Compound Microscope)

จากการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของเม็ดเกลือที่บดด้วยเครื่องบด 2 ชนิด คือ เครื่องบดยี่ห้อ sharp รุ่น EM-ICE และ เครื่องบดเมล็ดกาแฟยี่ห้อ De'Longhi รุ่น KG49 โดยวิเคราะห์ความกว้าง ความยาว และพื้นที่ของอนุภาคเม็ดเกลือ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดากำลังขยาย 4X แสดงในรูปที่ 4.10 4.11 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

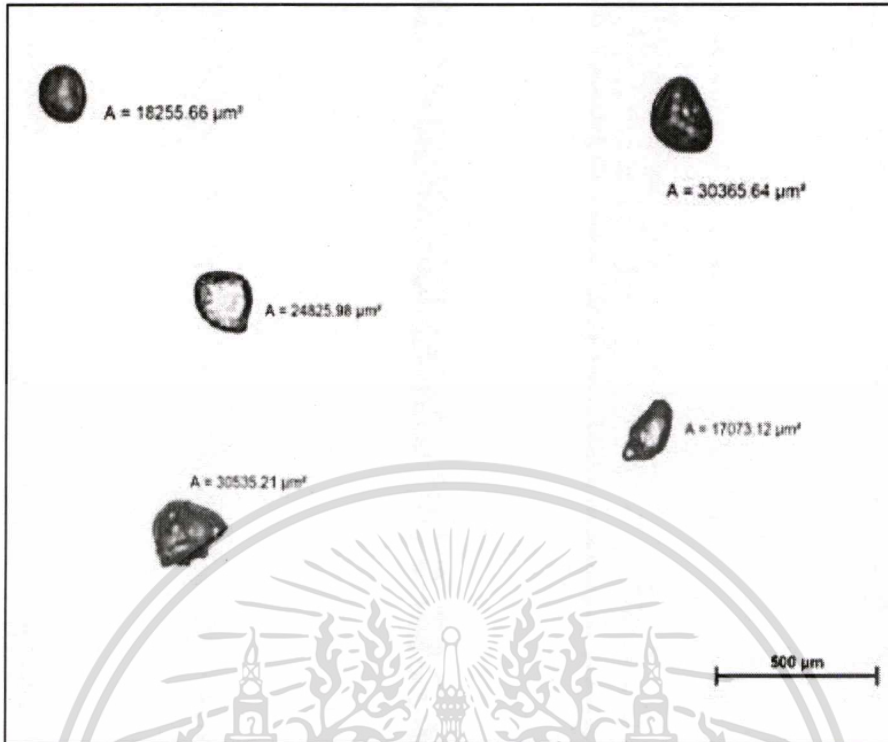
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงพื้นที่ผิวของอนุภาคเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบด sharp รุ่น EM-ICE ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดากำลังขยาย 4X



รูปที่ 4.11 แสดงขนาดความกว้างและความยาวของอนุภาคเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบด sharp รุ่น EM-ICE ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดากำลังขยาย 4X
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงพื้นที่ผิวของอนุภาคเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบด De'Longhi รุ่น KG49 ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดากำลังขยาย 4X



รูปที่ 4.13 แสดงขนาดความกว้างและความยาวของอนุภาคเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบด De'Longhi รุ่น KG49 ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดากำลังขยาย 4X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบดเมล็ดกาแฟหือ sharp รุ่น EM-ICE มีขนาดอนุภาคเม็ดเกลือใหญ่กว่าเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบดเมล็ดกาแฟหือ De'Longhi รุ่น KG49 โดยอนุภาคของเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบดเมล็ดกาแฟหือ sharp มีความกว้างเฉลี่ย 266.13 ไมโครเมตร ความยาวเฉลี่ย 265.40 ไมโครเมตร และมีพื้นที่ผิวเฉลี่ย 62816.51 ตารางไมโครเมตร ส่วนอนุภาคเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบดเมล็ดกาแฟหือ De'Longhi มีความกว้างเฉลี่ย 146.63 ไมโครเมตร ความยาวเฉลี่ย 190.62 ไมโครเมตร และมีพื้นที่ผิวเฉลี่ย 24211.12 ตารางไมโครเมตร (ภาคผนวก ค) เมื่อนำเกลือที่อนุภาคเฉลี่ยต่างกันป็นเป็นก้อน พบว่าเม็ดเกลือที่ถูกบดด้วยเครื่องบดเมล็ดกาแฟหือ De'Longhi มีความเหมาะสมในการป็นเม็ดเกลือเป็นก้อนเพื่อนำมาเป็นตัวกลางในการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ปรุกกลัน

4.4 การศึกษาอายุการใช้งาน (Shelf life) ของชุดทดสอบ

ทำการทดสอบชุดทดสอบการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยกลันส้มโอโดยใช้ตัวกลางต่างๆ ทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ สบู่กลีเซอรินสำเร็จรูป ขี้ผึ้งผสมปิโตรเลียม เจลลี่ เกลือป่น และเกลือป่นเคลือบขี้ผึ้ง ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ โดยจะทำการทดสอบสภาวะที่ต่างกันทั้งหมด 3 สภาวะ ได้แก่ ห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และในสภาวะการใช้งานในรถยนต์ โดยจะทำการทดสอบทั้งหมด 3 ชั่วโมง แสดงผลดังตารางที่ 4.5 (ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.5 แสดงอายุการใช้งาน (Shelf life) ของชุดทดสอบในสภาวะต่างๆ

ชุดทดสอบ	สภาวะการทดสอบ	ระยะเวลาที่หมดกลิ่น (วัน)	ลักษณะทางกายภาพ
น้ำมันหอมระเหยที่ถูกกักเก็บในสบู่กลีเซอรินสำเร็จรูป	ห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	18	ไม่เปลี่ยนแปลง
	ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	21	ไม่เปลี่ยนแปลง
	สภาวะการใช้งานในรถยนต์	7	เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว
น้ำมันหอมระเหยที่ถูกกักเก็บในขี้ผึ้งผสมปิโตรเลียม เจลลี่	ห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	14	ไม่เปลี่ยนแปลง
	ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	21	ไม่เปลี่ยนแปลง
	สภาวะการใช้งานในรถยนต์	7	เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงอายุการใช้งาน (Shelf life) ของชุดทดสอบในสภาวะต่างๆ (ต่อ)

ชุดทดสอบ	สภาวะการทดสอบ	ระยะเวลาที่หมดกลิ่น (วัน)	ลักษณะทาง กายภาพ
น้ำมันหอมระเหย ที่ถูกกักเก็บใน เกลือป่น	ห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	21	ไม่เปลี่ยนแปลง
	ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	7	ไม่เปลี่ยนแปลง
	สภาวะการใช้งานใน รถยนต์	3	ไม่เปลี่ยนแปลง
น้ำมันหอมระเหย ที่ถูกกักเก็บใน เกลือป่นเคลือบซีฟิ่ง	ห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	30	ไม่เปลี่ยนแปลง
	ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	21	ไม่เปลี่ยนแปลง
	สภาวะการใช้งานใน รถยนต์	7	ซีฟิ่งที่เคลือบ เปลี่ยนสถานะเป็น ของเหลว

ผลการทดสอบการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวกลาง 4 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรินสำเร็จรูป ซีฟิ่งผสมปิโตรเลียมเจลลี่ เกลือป่น และเกลือป่นเคลือบซีฟิ่งในรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องหอมปรับอากาศ จากการทำการทดสอบทั้งหมด 3 สภาวะ ได้ผลการทดลองดังนี้ ชุดการทดสอบสบู่กลีเซอรินสำเร็จรูปเป็นตัวกลางในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย พบว่าที่สภาวะห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 18 วัน ส่วนห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 21 วัน และสภาวะการใช้งานในรถยนต์มีกลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 7 วัน ชุดการทดสอบซีฟิ่งผสมปิโตรเลียมเจลลี่เป็นตัวกลางในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย พบว่าที่สภาวะห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 14 วัน ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสมีอายุการใช้งาน 21 วัน และสภาวะการใช้งานในรถยนต์มีอายุการใช้งาน 7 วัน ชุดการทดสอบเกลือป่นเป็นตัวกลางในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย พบว่าที่สภาวะห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 21 วัน ส่วนห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 7 วัน และสภาวะการใช้งานในรถยนต์ กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 3 วัน และชุดการทดสอบเกลือป่นเคลือบซีฟิ่ง โดยชุดการทดสอบนี้พัฒนามาจากชุดการทดสอบเกลือป่นแบบปกติ เพราะว่าเกลือป่นแบบปกติจะมีอายุการใช้งานที่ค่อนข้างน้อย จึงพัฒนาชุดการทดสอบเกลือป่นเคลือบซีฟิ่งเป็นตัวกลางในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย เพื่อให้มีอายุการใช้งานมากขึ้น ซึ่งได้ผล

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบดังนี้ ที่สภาวะห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 30 วัน ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 21 วัน และสภาวะการใช้งานในรถยนต์ กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 7 วัน

กฤษณา และคณะ (2556) ทำการศึกษาความแรงของกลิ่นในการพัฒนาเม็ดซีฟิ่งน้ำมันส้มสำหรับนวดอโรมา พบว่า เม็ดซีฟิ่งที่เก็บรักษาในตู้เย็นสามารถกักเก็บกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยได้ดีกว่าการเก็บในสภาวะปกติที่อุณหภูมิห้อง

น้องนุช และคณะ (2545) ทำการศึกษาการผลิตเจลปรับอากาศโดยใช้สารหอมที่สกัดได้จากใบเตย พบว่า เจลปรับอากาศที่ผลิตขึ้นจากคาราจีแนนร่วมกับโพรโพลีนไกลคอล ยังมีคุณภาพไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งานจริงได้เนื่องจากกลิ่นลดลงเร็ว และมีอายุการใช้งานประมาณ 2 วัน ในขณะที่เจลปรับอากาศทางการค้าที่ใช้น้ำหอมสังเคราะห์จะมีอายุการใช้งานได้นานประมาณ 15-20 วัน

อรพรรณ และวัชร (2551) นำน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติลดความเครียดในผู้ที่ขับซีรยนต์มาเตรียมโดยวิธีเอนแคปซูลชัน เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการให้กลิ่นหอมได้นานขึ้น โดยเลือกกลิ่นน้ำมันหอมระเหยกลิ่น Citrus กักเก็บน้ำมันหอมระเหยโดยเตรียมเป็น Calcium alginate bead พบว่าสามารถเก็บกักได้ 99.33 ± 0.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพัฒนาเป็นก้อนหอมอโรมาเธราพี 4 ชนิด ทดสอบกับรถยนต์ 20 คัน จากการศึกษาสรุปได้ว่า การเตรียมก้อนหอมอโรมาเธราพีกลิ่น citrus โดยการเอนแคปซูลชันด้วยเทคนิค ionic gelation ไม่สามารถบอกได้ว่าการเอนแคปซูลชันสามารถลดการระเหยได้ แต่พบว่าเจลที่มีส่วนประกอบของเม็ดปิดสามารถส่งกลิ่นหอมได้นานถึง 2 สัปดาห์ ซึ่งนานกว่าการเตรียมก้อนหอมอโรมาเธราพีกลิ่น citrus โดยตรง ที่ส่งกลิ่นหอมเพียง 1 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบความพึงพอใจต่อภาพรวมและกลิ่นหอมของตำรับที่มี free oil และ encapsulated oil มากกว่าตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการสกัดและการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยส้มโอพบว่ามีองค์ประกอบของ D-Limonene มากที่สุดคือ 94.06 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันหอมระเหยยาหอมชนะเลิศ พบว่ามีองค์ประกอบของ Menthol Borneol L และ Isoborneol 45.98 เปอร์เซ็นต์ 31.58 เปอร์เซ็นต์ และ 19.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในส่วนของน้ำมันหอมระเหยยาหอมเวทพงศ์ พบว่ามีองค์ประกอบของ Menthol Borneol L และ Isoborneol 50.59 เปอร์เซ็นต์ 27.64 เปอร์เซ็นต์ และ 18.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการตรวจสอบการเอนแคปซูลชันน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นด้วยเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินด้วยเครื่อง FT-IR พบว่า สามารถตรวจสอบการเอนแคปซูลชันของน้ำมันหอมระเหยเข้าไปในช่องว่างของโมเลกุลเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินได้จากพีคที่ความยาวคลื่นประมาณ 2916 cm^{-1} ซึ่งเป็นของหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching ของหมู่ CH_2 แบบไม่สมมาตรของอัลเคนและพีคที่ความยาวคลื่นประมาณ 3743 cm^{-1} ที่เป็นหมู่ฟังก์ชัน N-H stretching ของหมู่เอมีน ซึ่งเป็นพีคที่พบในสเปกตรัมของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น เมื่อนำสเปกตรัมของการผสมทางกายภาพและสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันโดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินกับน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นของในอัตราส่วน 1:0.9 1:1.8 และ 2:0.9 มาเปรียบเทียบกับสเปกตรัมของเบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูลชันและน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น สรุปได้ว่าวิธีการผสมทางกายภาพไม่เกิดการเอนแคปซูลชัน เนื่องจากสเปกตรัมส่วนผสมทางกายภาพยังคงแสดงลักษณะพีคของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นและไม่ปรากฏพีคหมู่ฟังก์ชัน N-H stretching ของหมู่เอมีนของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่น ในขณะที่สารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันโดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินกับน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นทั้ง 3 อัตราส่วน พบว่าเกิดการเอนแคปซูลชันเกิดขึ้นเนื่องจากปรากฏพีคที่มีลักษณะเฉพาะของน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นในสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันในทุกอัตราส่วน ในการทดสอบการปลดปล่อยกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยของสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันโดยการดมกลิ่นพบว่าอัตราส่วน 1:0.9 ดีที่สุด และรองลงมาที่อัตราส่วน 2:0.9 และ 1:1.8 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชันในอัตราส่วนต่าง ๆ นั้นมีกลิ่นที่แรงไม่เพียงพอต่อการใช้เป็นเครื่องหอมปรับอากาศได้ จึงได้มีการศึกษาตัวกลางอื่นๆ ในการกักเก็บกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มเติม

จากการศึกษาการใช้เกลือเป็นตัวกลางในการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นพบว่าขนาดอนุภาคเกลือมีผลต่อการขึ้นรูปของเกลือปั้น โดยเกลือที่เหมาะสมที่จะนำมาปั้นเป็นก้อนเกลือได้นั้นจะต้องมีขนาดอนุภาคของเม็ดเกลือที่มีความกว้างเฉลี่ย 146.63 ไมโครเมตร ความยาวเฉลี่ย 190.62 ไมโครเมตร และมีพื้นที่ผิวเฉลี่ย 24211.12 ตารางไมโครเมตร

จากการศึกษาการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ปรุงกลิ่นจากตัวกลางทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ สบู่กิลี เซอรินสำเร็จรูป ซีฟี่ผสมปิโตรเลียม เจลลี่ เกลือปั้น และเกลือปั้นเคลือบซีฟี่ ในรูปแบบผลิตภัณฑ์พบว่าในห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ชุดทดสอบที่มีอายุการใช้งานสูงสุด คือ เกลือปั้นเคลือบซีฟี่ กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 30 วัน และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพในทุกชุดทดสอบ ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในทุกชุดทดสอบยกเว้นชุดของไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลือป่น กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 21 วัน และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพในทุกชุดทดสอบ ส่วนในสภาวะการใช้งานในรถยนต์ในทุกชุดทดสอบยกเว้นเกลือป่น กลิ่นของผลิตภัณฑ์จะหมดไปภายใน 7 วัน ในขณะที่ลักษณะทางกายภาพเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 3 ชุดทดสอบ ได้แก่ เกิดการเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งเป็นของเหลวในชุดทดสอบที่เป็นสบู่กาลี เซอรีนสำเร็จรูปและซีผึ้งผสมปิโตรเลียม เจลลี่ ส่วนเกลือป่นเคลือบซีผึ้งจะเกิดการเปลี่ยนสถานะของซีผึ้งที่เคลือบจากของแข็งเป็นของเหลวเท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ผลการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยในตัวกลางต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น หากต้องการศึกษาตัวกลางที่ใช้ในการกักเก็บกลิ่นเพิ่มเติมเจลาตินจัดว่าเป็นตัวกลางที่น่าสนใจ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องหอมปรับอากาศที่พบในท้องตลาดมักอยู่ในรูปแบบของเจลที่มีความคงตัวคล้ายเจลาติน และนอกจากนี้ควรพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของเครื่องหอมปรับอากาศให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่มีในท้องตลาด เช่น การมีช่องเลื่อนปิดเปิดได้ที่บริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เพื่อลดการระเหยและเพื่อความสวยงามควรมีหลายกลิ่นให้ผู้บริโภคเลือกใช้ เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา อักษรเสื่อ ฉีรนาถ ดอกกุหลาบ ไพลิน ลีออกุศลย์ ปฐมพรรณศรี ศรีสุข และ ผดุงขวัญ จิตโรภาส. 2556. “การพัฒนาเม็ดซีฟิ่งน้ำมันส้มสำหรับนวดอโรมา” โครงการประชุมวิชาการ เรื่อง ความงามตามธรรมชาติและสุขภาพดีผ่านวิทยาศาสตร์ความงาม. ปีที่ 1 (9) : 240-244.
- จิตตรา ด้วงข้าง. 2552. “การศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอพันธุ์ชาวน้ำผึ้งที่อายุการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาต่างๆ โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรด สเปกโตรสโคปี” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เจนจบ ยิ่งสมล. 2555. “หมวดสมุนไพร” สารานุกรมสมุนไพรไทย. เล่มที่ 5 : 40-50.
- ธำปณีย์ หงส์รัตนารกิจ. 2550. น้ำมันหอมระเหยและการใช้ในสคนธบำบัด. กรุงเทพฯ : วิทยุรกิจที่ มิราเคิล. 2560. “สบู่ทั่วไปกับสบู่กลีเซอริน-นั้นต่างกันอย่างไร” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก :<http://www.miracleshophai.com/blog/อยากรู้ไหมว่า-สบู่ทั่วไปกับสบู่กลีเซอริน-นั้นต่างกันอย่างไร>.
- ธีรยุทธ วิไลวัลย์และ วรวรรณ พันธุมนาวิ 2560. “อินฟราเรด สเปกโตรสโคปี” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก :e-book.ram.edu/e-book/c/CM328/CM328-10.pdf.
- นิรนาม. 2560. “แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก : <http://sakio.ki.exteen.com/20090303/k-me-gc-ms>.
- นิรนาม. 2560. “ประวัติความเป็นมาของส้ม” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก :<https://sites.google.com/site/waeromelahwaedoyee880/topic2>.
- นิรนาม. 2560. “ส้มโอ รวมประโยชน์สรรพคุณทั้งหมดของส้มโอ” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก :<http://halsat.com/ส้มโอ>.
- นิรนาม. 2560. “Cyclodextrin” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก :<https://en.wikipedia.org/wiki/Cyclodextrin>.
- นุรฮาย์ ศรีสวัสดิ์. 2560. “FT-IR เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยอินฟราเรด” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก :<http://web.yru.ac.th/~dolah/notes/4034605-2-48/PRT-22/>.
- นันทวดี ขำมี. 2551. “การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดลิโมนีนจากเปลือกส้มเขียวหวานเพื่อใช้รีไซเคิลโฟมโพลีสไตรีน.” ปรินญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) สาขาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทวัน กลิ่นจำปา. 2545. เครื่องหอมไทย ภูมิปัญญาไทย. กรุงเทพฯ : ส.เอเชียเพรส. หน้า 12.
- น้องนุช เจริญกุล ณีฐฐา เลหากุลจิตต์ และ ดุษฎี อุดมภาพ. 2545. “การผลิตเจลปรับอากาศโดยใช้สารหอมที่สกัดได้จากใบเตยหอม.” วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าบางมด. ปีที่ 25 (2) : 185-200.
- บงอร ศรีพานิชกุลชัย นีรามัย ผางกระโทก พร่อมจิต ศรีลัมภ์ และ นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. 2550. “การตรวจสอบฤทธิ์กลายพันธุ์และด้านการกลายพันธุ์ของสารสกัดแผนโบราณไทย.” วารสารวิจัย มข. 12 (4) : 492-495.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

บัณฑิต พรหมรักษา จุรีรัตน์ ดาดวง เตือนจิต คำพิทักษ์ ประณิธิ หงสประภาส และ พัชรี บุญศิริ. เทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชันและบทบาททางการแพทย์. **ศรีนครินทร์เวชสาร**. 2557. ปีที่ 29, ฉบับที่ 1, มิถุนายน 2014. หน้า 90-97.

ผกา เส็งพานิช. “**ไขหรือซีผึ้ง**” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก :<https://kaijeaw.com>. 2560.

รชต หวังจันทร์. 2551. “**ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อน้ำหอมปรับอากาศในรถยนต์ของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร**” วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการตลาด บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

รวมพร พสุธาสถิตย์ สุพรรณษา ภูริปริญญา และ หทัยชนก พุดเต็ง. 2553. “**น้ำมันมะกูดกับการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์**” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รัตนา อินทรานุกุล. 2550. **การตรวจสอบและการสกัดแยกสาระสำคัญของสสมุนไพร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท แอคทีฟพรินท์ จำกัด.

ลักขมณัฏ์ เพชรไวภูณัฐ. 2552. “**ศักยภาพการควบคุมตัววงวงข้าวโพดของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มโอ**” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยาและสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

ลัดดา ศรีสุวรรณ. 2552. “**การศึกษาความสามารถในการกักเก็บสารให้กลิ่นบนกระดาษด้วยวิธีเอนแคปซูเลท**” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วาสลีนไทยแลนด์. 2560. “**ประโยชน์ของวาสลีน - บีโตรีเลียม เจลลี่**” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก : <http://www.vaseline-thailand.com/skin-health-care/benefits-of-vaseline.html/> ประโยชน์ของวาสลีน/.

เว็บไซต์เมดไทย. 2560. “**พริกไทย สรรพคุณและประโยชน์ของพริกไทยดำ พริกไทยอ่อน 50 ข้อ**” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: <https://medthai.com/พริกไทย/>.

เว็บไซต์เมดไทย. 2560. “**อบเชย สรรพคุณและประโยชน์ของอบเชย 48 ข้อ**” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: <https://medthai.com/อบเชย/>.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. “**หมวดสสมุนไพร**” สารานุกรมสสมุนไพร : รวมหลักเภสัชกรรมไทย. เล่มที่ 2 : 88-501.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. **น้ำมันหอมระเหยไทย**. กรุงเทพฯ : บริษัท เซเวนกรุ๊ป จำกัด. หน้า 8-11, 15-21, 24-27.

สมาพันธ์แพทย์ไทยล้านนา. 2560. “**สรรพคุณยาหอม**” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก : <http://www.lannahealth.com/สรรพคุณยาหอม/>.

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2547. “**เอกสารวิชาการศัตรูพืชกักกันพืชที่สำคัญของส้ม**” กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร. เอกสารอัดสำเนา.

อรพรรณ สงวนเกียรติ และ วชิร คุณกิตติ. 2551. “**ประสิทธิภาพของก้อนหอมโรมาเรอราฟจากน้ำมันหอมระเหยที่เตรียมโดยวิธีเอนแคปซูเลชัน**” วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและความงาม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้หรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- อุดมพร บุญเปลี่ยน. 2557. “ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน อบเชย และกานพลู ในการควบคุมเชื้อแบคทีเรีย (Pseudococcus jackbeardsleyi Gimpel & Miller)” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Abarca, R. L., Rodríguez, F. J., Guarda, A., Galotto, M. J. and Bruna, J. E. “Characterization of beta-cyclodextrin inclusion complexes containing an essential oil component .” **Food Chemistry**. 2016. 196. 968-975.
- Bernardi, N. Z., Blanco, K. C., Monti, R., & Contiero, J. “Optimization of Cyclodextrin Glycosyltransferase Production from Sorghum.” **Food & Industrial Microbiology**. 2015. pp. 1-5.
- Burdock, George A. (2002). **Fenaroli’s handbook of Flavor Ingredients (5th ed.)**. Florida: CRC Press. 1510-1511.
- Desai KGH, Park HJ, Taylor and Francis. “Taylor & Francis. Recent Developments in Microencapsulation of Food ingredients” **Drying Technology** 23. 2005. pp. 1361–1394.
- Gregory Härtl. 2560. “WHO issues new guidance on dietary salt and potassium” (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/salt_potassium_20130131/en/WHO.
- Kubeczka, K.-H. (2002). **Essential oils analysis by capillary gas chromatography and carbon-13 NMP spectroscopy (2nd ed.)**. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd. 61-62.
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., & Desobry, S. Flavour encapsulation and controlled release – A review. **International Journal of Food Science and Technology**. 41(1) 2006. pp. 1–21.
- Liu Z., Zu y and Yang, L. “A process to preserve valuable compounds and acquire essential oils from pomelo flavedo using a microwave irradiation treatment” **Food Chemistry**. 2016. pp.13-14.
- Nur Ain A.H., Farah Diyana M.H. and Zaibunnisa A.H. “Encapsulation of Lemongrass (Cymbopogon citratus) Oleoresin with β -cyclodextrin: Phase Solubility Study and ITS Characterisation” **IPCBEE.**, vol.7, no. 2, 2011. pp. 44-48.
- Solans C. and Vilanova N. “Vitamin A Palmitate- β -cyclodextrin inclusion complexes: Characterization, protection and emulsification properties” **Food Chemistry** 175, 2014. pp. 529–535.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Songkro S., Maneenuan D., Chuchome T. and Kaewnopparat N. "Investigation of inclusion complexes of citronella oil, citronellal and citronellol with β -cyclodextrin for mosquito repellent." 2012. **Journal of inclusion phenomena and macrocyclic chemistry** 72, 2002. pp. 339-355.
- Zhua Guangyong, Xiaoa Zuobing, Zhoua Rujun and Yalun Zhuh. "Study of production and pyrolysis characteristics of sweet orange flavor- β -cyclodextrin inclusion complex" **Carbohydrate Polymers** 105, 2014. pp. 75-80.



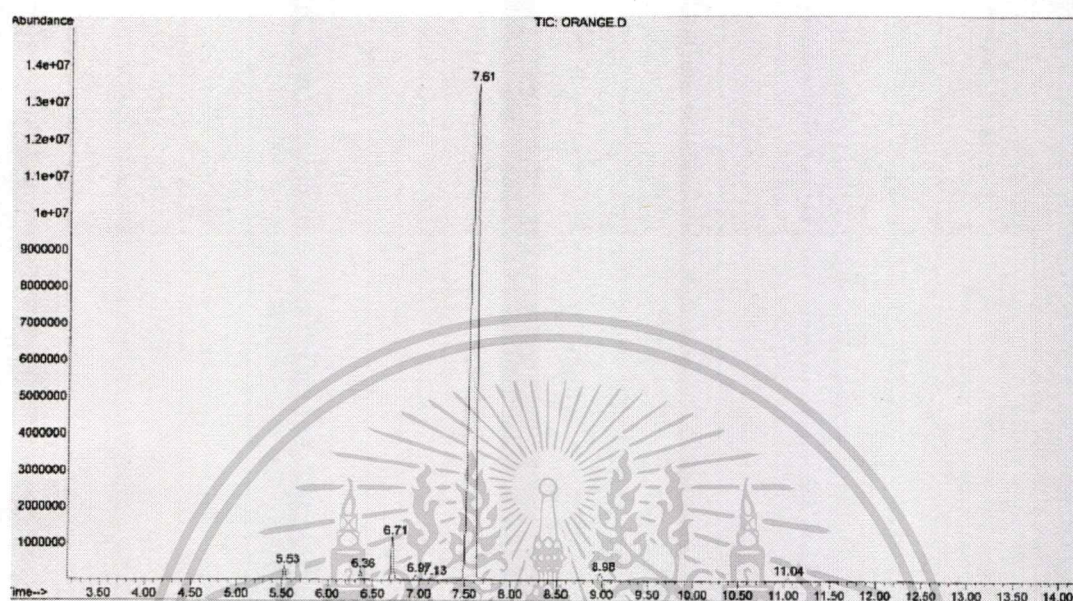
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

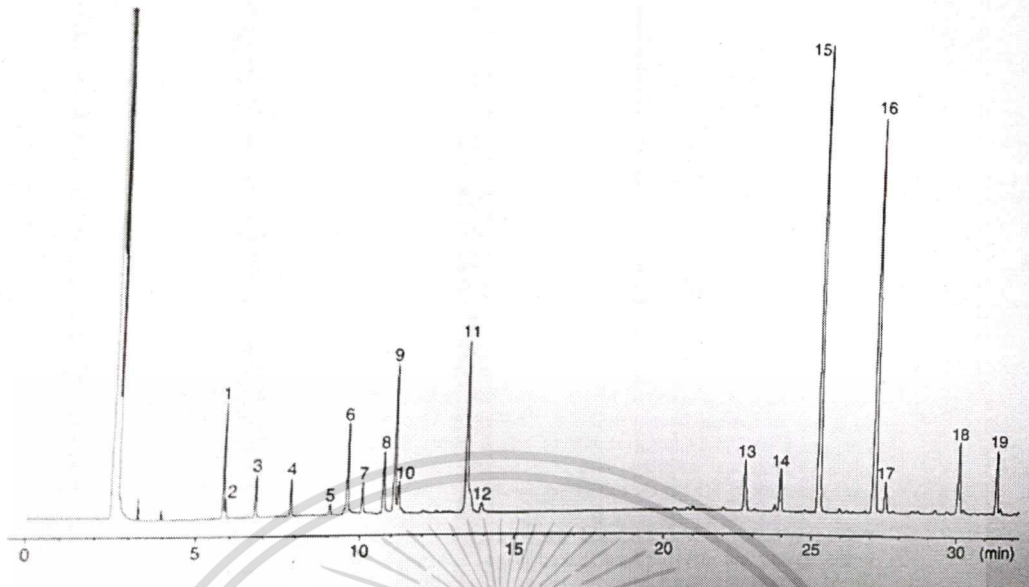


รูปที่ ก.1 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยส้ม

ตารางที่ ก.1 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยส้ม

พีคที่	Retention time	สารประกอบ	ร้อยละ
1	5.530	Alpha-pinene	0.993
2	6.357	Sabinene	0.677
3	6.708	Beta-Myrcene	3.031
4	6.965	Octanal (CAS)	0.501
5	7.134	Delta.3-Carene	0.178
6	7.607	dl-Limonene	93.708
7	8.979	Linalool L	0.576
8	11.036	Decanal (CAS)	0.336

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยอบเชย
ที่มา : Karl-Heinz (2002)

ตารางที่ ก.2 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยอบเชย

พีคที่	สารประกอบ	ร้อยละ
1	Alpha-Pinene	0.74
2	Alpha-Thujene	0.12
3	Camphene	0.32
4	Beta-Pinene	0.30
5	3-Carene	0.09
6	Alpha-Phellandrene	0.87
7	Alpha-Terpinene	0.29
8	Limonene	0.59
9	Beta-Phellandrene	1.48
10	1,8-Cineole	0.40
11	<i>p</i> -Cymene	2.50
12	Terpinolene	0.13

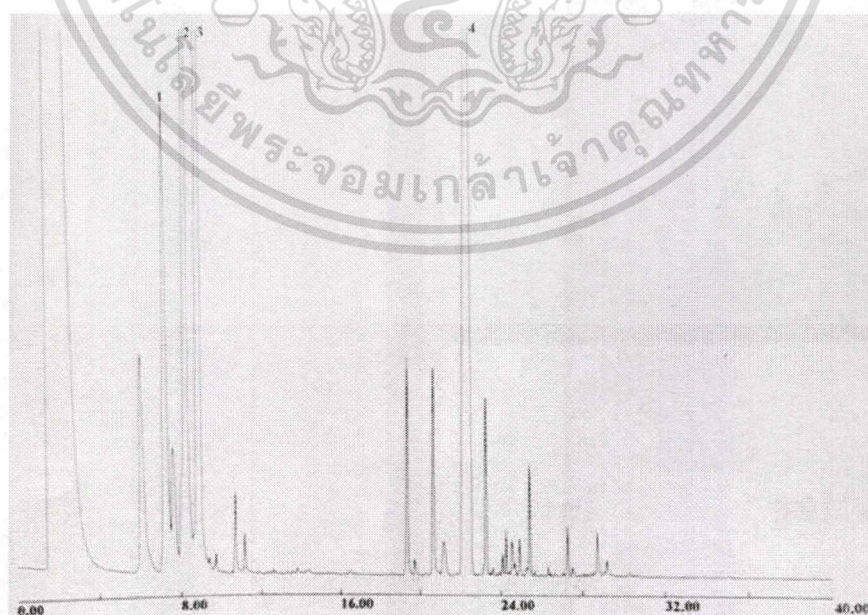
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ Terpinolene เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยอบเชย (ต่อ)

พีคที่	สารประกอบ	ร้อยละ
13	Alpha-Copaene	0.71
14	Benzaldehyde	0.53
15	Linalool	7.04
16	Beta-Caryophyllene	5.77
17	Terpinene-4-ol	0.41
18	Alpha-Humulene	0.99
19	Alpha-Terpineol	0.76
20	Cinnamic aldehyde	63.07
21	Cinnamyl acetate	3.83
22	Eugenol	6.10
23	(E)-o-Methoxy cinnamic aldehyde	0.30
24	Benzyl benzoate	0.77

ที่มา : Karl-Heinz (2002)



รูปที่ ก.3 โครมาโทแกรมที่แสดง retention time ขององค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการค้าขายเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ที่มา : รัตนา (2550)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 แสดงองค์ประกอบและร้อยละของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ

ลำดับที่	สารประกอบ	ร้อยละ
1	Pinene	10.89
2	Gamma-3-carene	19.27
3	l-Limonene	20.14
4	trans-caryophyllene	28.13
5	Piperidine	5 ถึง 9
6	Piperine	6 ถึง 11
7	Chavicin	0.8
8	Beta-Caryophyllene	-
9	d-Hydrocarveol	-

ที่มา : รัตนา (2550) และ Burdock (2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การศึกษาการเอนแคปซูลชันโดยใช้เบตา-ไซโคลเดกซ์ทรินด้วยเครื่อง
Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

cm ⁻¹	หมู่ฟังก์ชัน	รายละเอียด
3600-3400	O-H stretching	3650-3590 cm ⁻¹ (sh, w) แอลกอฮอล์อิสระ 3400-3200 cm ⁻¹ (b) แอลกอฮอล์ที่เกิดพันธะไฮโดรเจน 3400-2400 cm ⁻¹ (vs, vb) กรดคาร์บอกซิลิก
3500-3200	N-H stretching	3200-3400 cm ⁻¹ (m) 1° เอมีนและเอมีด มี 2 แถบ 3200-3400 cm ⁻¹ (w) 2° เอมีนและเอมีด มี 1 แถบ
3300 (vs)	=C-H stretching	3300 cm ⁻¹ อัลไคน์ที่มี =C-H ที่ปลายโซ่
3100-3000 (w, sh)	=C-H stretching	อัลคีนและเบนซีน (อาจมีหลายพีค)
3000-2800	C-H stretching	หมู่ CH ₃ , CH ₂ และ CH ของอัลเคน
2850-2780	C-H stretching	แอลดีไฮด์
2250-2225	C≡N stretching	ไนไตรล์ (m)
2260-2100	C=C stretching	อัลไคน์ (w) โมเลกุลที่สมมาตรจะไม่มีแถบนี้ปรากฏ
1820-1760 (s)	C=O stretching	แอนไฮไดรด์ (s) มี 2 แถบ
1800 (s)	C=O stretching	กรดคลอไรด์
1770 (s)	C=O stretching	แกมมา-แลกโตน
1735 (s)	C=O stretching	เอสเทอร์
1725 (s)	C=O stretching	แอลดีไฮด์
1715 (s)	C=O stretching	คีโตน
1710 (s)	C=O stretching	กรดคาร์บอกซิลิก
1690-1650 (s)	C=O stretching	เอไมด์
1650-1600 (w)	C=C stretching	อัลคีน
1650-1590 (s-m)	N-H bending	1° เอมีน
1650-1550 (w)	N-H bending	2° เอมีน
1620-1590 (s)	N-H bending	1° เอมีด
1550-1510 (s)	N-H bending	2° เอมีด
1600, 1580, 1500 และ 1450	C=C stretching	เบนซีนและเบนซีนที่มีหมู่แทนที่ ความเข้มไม่แน่นอน อาจมี 2, 3 หรือมีทั้ง 4 แถบ
1520 (s) และ 1350 (s)	NO ₂ bending	สารประกอบไนโตร
1465-1450	C-H bending	หมู่ CH ₂
1450-1375	C-H bending	หมู่ CH ₃
1400-1000	C-F stretching	สารประกอบฟลูออไรด์

รูปที่ ข.1 ความถี่ของการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของหมู่ฟังก์ชันต่างๆ

ที่มา : e-book.ram.edu/e-book/c/CM328/CM328-10.pdf.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cm ⁻¹	หมู่ฟังก์ชัน	รายละเอียด
1300-1150	CH ₂ -X	สารประกอบเฮไลเจน
1300-1000	C-O stretching	อีเทอร์และเอสเทอร์
1220	C-O stretching	ฟีนอล
1150	C-O stretching	3° แอลกอฮอล์
1100	C-O stretching	2° แอลกอฮอล์
1050	C-O stretching	1° แอลกอฮอล์
990 และ 910	C-H (OOP bending)	อัลคีน (หมู่แทนที่ 1 หมู่, RCH=CH ₂)
970	C-H (OOP bending)	อัลคีน (หมู่แทนที่ 2 หมู่, trans)
890	C-H (OOP bending)	อัลคีน (หมู่แทนที่ 2 หมู่, R ₂ C=CH ₂)
815	C-H (OOP bending)	อัลคีน (หมู่แทนที่ 3 หมู่, R ₂ C=CHR)
700-690	C-H (OOP bending)	อัลคีน (หมู่แทนที่ 2 หมู่, cis)
750 และ 690	C-H (OOP bending)	เบนซีน (หมู่แทนที่ 1 หมู่)
750	C-H (OOP bending)	เบนซีน (หมู่แทนที่ 2 หมู่แบบ ออโท)
780 และ 700	C-H (OOP bending)	เบนซีน (หมู่แทนที่ 2 หมู่แบบ เมตา)
825-800	C-H (OOP bending)	เบนซีน (หมู่แทนที่ 2 หมู่แบบ พารา)
800-600	C-Cl	สารประกอบคลอไรด์
600-500	C-Br	สารประกอบโบรไมด์
~ 500	C-I	สารประกอบไอโอดีน

คำย่อ : s = ความเข้มสูง , vs = ความเข้มสูงมาก , m = ความเข้มปานกลาง , w = ความเข้มต่ำ , vw = ความเข้มต่ำมาก

sh = แหลมคม , b = กว้าง , vb = กว้างมาก , OOP = out - of - plane (การตั้งนอกกระนาบ)

รูปที่ ข.2 ความถี่ของการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของหมู่ฟังก์ชันต่างๆ

ที่มา : e-book.ram.edu/e-book/c/CM328/CM328-10.pdf.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคเกลือโดยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดา

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยของขนาดอนุภาคเกลือ

ชนิดเกลือ	ซ้ำ	ความกว้าง(μm)	ความยาว(μm)	พื้นที่ผิว(μm^2)
เกลือหยาบ	1	351.91	296.93	107959.19
	2	260.27	267.60	56837.16
	3	234.61	252.94	43431.10
	4	205.28	219.95	36835.70
	5	278.60	289.60	69019.39
	เฉลี่ย		266.13	265.40
เกลือละเอียด	1	139.30	201.62	24825.98
	2	117.30	194.29	17073.12
	3	172.29	186.95	30535.21
	4	172.29	216.28	30365.64
	5	131.97	153.96	18255.66
	เฉลี่ย		146.63	190.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การศึกษาอายุการใช้งาน (Shelf life) ของชุดทดสอบ

ตารางที่ ง.1 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยของระยะเวลาอายุการใช้งาน (วัน) ในการใช้สบูกลีเซอริน สำเร็จรูปเป็นตัวกลางในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย

สภาวะการทดสอบ	อายุการใช้งาน (วัน)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	18	17	19	18
ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	21	22	20	21
สภาวะการใช้งานในรถยนต์	5	7	8	6.67

ตารางที่ ง.2 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยของระยะเวลาอายุการใช้งาน (วัน) ในการใช้ขี้ผึ้งผสม ปีโตรเลียม เจลลี่เป็นตัวกลางในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย

สภาวะการทดสอบ	อายุการใช้งาน (วัน)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	10	18	14	14
ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	20	22	20	20.67
สภาวะการใช้งานในรถยนต์	7	7	7	7

ตารางที่ ง.3 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยของระยะเวลาอายุการใช้งาน (วัน) ในการใช้เกลือป่นเป็นตัวกลางในการกักเก็บกลิ่นน้ำมันหอมระเหย

สภาวะการทดสอบ	อายุการใช้งาน (วัน)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ห้องระบบปิดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	20	21	22	21
ห้องระบบเปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	8	8	5	7
สภาวะการใช้งานในรถยนต์	3	2	4	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้