การพัฒนาสารสกัดที่ได้จากการกลั่นเหง้ากระทือเป็นครีมแก้การอักเสบในรูปแบบอัลฟาเจล

โดย

ปรียาภรณ์ จงฉิม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก

วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2567

DEVELOPMENT OF RHIZOME EXTRACT BY DISTILLATION FROM *ZINGIBER ZERUMBET* SMITH TO DEVELOP ANTI-INFLAMMATION CREAM IN ALPHA GEL FORM

BY

PRIYAPORN CHONGCHIM

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR

THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCES IN ORIENTAL MEDICINE

COLLEGE OF ORIENTAL MEDICINE

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2024

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การพัฒนาสารสกัดที่ได้จากการกลั่นเหง้ากระทือเป็นครีมแก้การอักเสบ
ในรูปแบบอัลฟาเจล

โดย

ปรียาภรณ์ จงฉิม

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2567

.....	.....
ดร.ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์	รศ.ดร.สิริมา กิจวัฒนชัย
ประธานกรรมการสอบ	กรรมการ
.....	.....
ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา	ดร.นันทพงศ์ ขำทอง
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ศ.ดร.สื่อจิตต์ เพ็ชร์ประสาน)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
12 มิถุนายน 2568

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Thesis entitled

DEVELOPMENT OF RHIZOME EXTRACT BY DISTILLATION FROM *ZINGIBER ZERUMBET* SMITH TO DEVELOP ANTI-INFLAMMATION CREAM IN ALPHA GEL FORM

by

PRIYAPORN CHONGCHIM

was submitted in partial fulfillment of the requirements

for the degree of Master of Science in Oriental Medicine

Rangsit University

Academic Year 2024

.....	.....
Piyarat Parinyapong Chareonsap, Ph.D.	Assoc.Prof.Sirima Kitvatanachai, Ph.D.
Examination Committee Chairperson	Member
.....	.....
Asst.Prof.Prasan Tangyuenyongwatana, Ph.D.	Dr.Nanthaphong Khamthong
Member and Co-Advisor	Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Prof.Suejit Pechprasarn, Ph.D.)

Dean of Graduate School

June 12, 2025

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้ได้ทำสำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์มาจากการให้คำปรึกษาของ ดร.นันทพงศ์ ขำทอง อาจารย์ที่ปรึกษา และ ผศ. ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา ที่ได้ดูแล ให้ความเอาใจใส่ และคอยให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีตลอดการวิจัย นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณาจารย์ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ เทคนิคการวิจัย ระหว่างการศึกษาในระดับมหาบัณฑิต

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัว เพื่อน ๆ ที่ได้ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ให้แรงใจในการศึกษาจนข้าพเจ้าสามารถดำเนินการได้สำเร็จในการเรียนและการวิจัยในมหาวิทยาลัยรังสิต

ปรียาภรณ์ จงฉิม
ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

6509117	:	ปรียาภรณ์ จงฉิม
ชื่อวิทยานิพนธ์	:	การพัฒนาสารสกัดที่ได้จากการกลั่นเหง้ากระทือเป็นครีมแก้การอักเสบในรูปแบบอัลฟาเจล
หลักสูตร	:	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการแพทย์แผนตะวันออก
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ดร.นันทพงศ์ ขำทอง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	:	ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการกลั่นกระทือสดจาก 5 จังหวัดมาแหล่งละ 200 กรัม ทำการกลั่นด้วยไอน้ำเป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าได้น้ำมันกระทือจำนวนร้อยละโดยปริมาตรต่อน้ำหนัก 0.20±0.09 ถึง 0.31±0.07 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25±0.04 จากนั้นนำน้ำมันมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยฉีดเข้าเครื่อง GC-MS โดยเน้นสารหลักจำนวน 6-7 ชนิด ที่มีปริมาณมากเกิน 5 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ใต้พีคมีสารสำคัญทั้งหมด 6 ชนิด คือ Camphene, Eucalyptol, 2-Bornanone, Humulene, Santolina Triene, และ Zerumbone โดยพบสาร Zerumbone มากที่สุดถึงร้อยละ 77.81 จากนั้นนำน้ำมันที่ได้มาเตรียมให้อยู่ในรูปแบบครีมแอลฟา เจล โดยในขั้นต้นจะทำการพัฒนาสูตรครีมพื้น 5 สูตร โดยมีสาร Purephos Alpha เป็นสารก่ออิมัลชัน พบว่าสูตรที่ใช้ Coconut Butter ร้อยละ 20 มีเนื้อเนียน ดูดซึมได้ดี ความคงตัวดี ไม่แยกชั้นหลังการเตรียม เมื่อถูกส่องด้วยกล้อง Microscope ภายใต้แสง Polarization (PLM) ที่กำลังขยาย 40X พบลักษณะโครงสร้างของ Maltese Cross ที่มากพอสมควร แสดงให้เห็นว่าครีมมีคุณสมบัติดูดซึมผ่านผิวหนังที่ดี เมื่อทำการผสมน้ำมันกระทือที่ได้จากการกลั่นลงไปในสูตรครีมดังกล่าว โดยใช้ปริมาณน้ำมันร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก พบว่า ครีมมีสีเหลืองอ่อนเล็กน้อย มีความนุ่มของเนื้อครีม พบลักษณะโครงสร้างของ Maltese Cross ที่มากเช่นกัน และดูดซึมเข้าสู่ผิวได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสูตรที่สามารถนำไปพัฒนาต่อไปเป็นครีมต้านการอักเสบ

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 49 หน้า)

คำสำคัญ: กระทือ, น้ำมันหอมระเหย, การอักเสบ, ครีม, แอลฟา เจล

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

6509117 : Piyaporn Congchim

Thesis Title : Development of Rhizome Extract by Distillation from *Zingiber zerumbet* Smith to Develop Anti-Inflammation Cream in Alpha Gel Form

Program : Master of Sciences in Oriental Medicine

Thesis Advisor : Nanthaphong Khamthong, Ph.D.

Thesis Co-Advisor : Asst.Prof.Prasan Tangyuenyongwatana, Ph.D.

Abstract

This research focused on the distillation of fresh *Zingiber zerumbet* rhizomes from 5 provinces. A steam distillation process was employed, utilizing 200 grams of rhizomes per distillation for a duration of six hours. The essential oil yield was determined to be between 0.20± 0.09 to 0.31±0.07. The average value was 0.25±0.04 (%v/w). The oil was subjected to GC-MS to analyze the chemical composition. This analysis focused on 6-7 primary substances which constituted more than 5% 5 percent of the peak area. The main compounds were camphene, eucalyptol, 2-bornanone, humulene, santolina triene and zerumbone. The highest amount of zerumbone was found at 77.81 percent area. Then the extracted essential oil was prepared in alpha gel form. Initially, 5 distinct base cream formulations were developed, incorporating Purephose alpha as an emulsifying agent and varied 5 emollients. Among the various formulations evaluated, the one with 20% coconut butter was found to possess a smooth texture, good absorption, good stability and did not phase-separate after preparation. When observed with a microscope under polarized light (PLM) at 40X, the structure of the Maltese cross was found in large amounts. This characteristic showed that possesses effective absorption properties through the skin. When 1 percent by weight of *Zingiber zerumbet* oil was added into the selected formula, the cream exhibited a slightly light-yellow hue. It possessed a soft, creamy texture, demonstrated good absorption and maintained the structure of Maltese cross. This formula has the potential for further development as an anti-inflammatory cream.

(Total 49 pages)

Keywords: Zingiber zerumbet, Volatile oil, Inflammation, Cream, Alpha gel.

Student's Signature …..... Thesis Advisor's Signature .....

Thesis Co-Advisor's Signature .....

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย		**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		**ค**
สารบัญ		**ง**
สารบัญตาราง		**ฉ**
สารบัญรูป		**ช**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	1.3 คำถามงานวิจัย	2
	1.4 สมมติฐานงานวิจัย	2
	1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
	1.6 ขอบเขตของการวิจัย	3
	1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	1.8 นิยามศัพท์	4
บทที่ 2	**ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**	**6**
	2.1 กระทือ	6
	2.2 พฤกษเคมีของเหง้ากระทือ	7
	2.3 การกลั่นน้ำมันหอมระเหย	7
	2.4 การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของเหง้ากระทือ	8
	2.5 แก๊สโครมาโตกราฟี-เครื่องวิเคราะห์มวล	12
	2.6 ความรู้พื้นฐานของอิมัลชัน	16
	2.7 ครีม	17
	2.8 อัลฟา เจล	18

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**ระเบียบวิธีการวิจัย**	**21**
	3.1 วัตถุดิบสารเคมี อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	21
	3.2 การคัดเลือกตัวอย่าง	22
	3.3 การสกัดน้ำมันกระทือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ	22
	3.4 การวิเคราะห์น้ำมันกระทือด้วยเครื่อง GC-MS	23
	3.5 การเตรียมครีมน้ำมันกระทือ	24
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	**27**
	4.1 ผลการสกัดน้ำมันกระทือโดยวิธี Hydrodistillation	27
	4.2 ผลการวิเคราะห์น้ำมันกระทือด้วยเครื่อง GC-MS	29
	4.3 ผลการเตรียมครีมน้ำมันกระทือในรูปแบบอัลฟาเจล	34
	4.4 การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของครีมพื้น	34
	4.5 การพัฒนาตำรับครีมจากน้ำมันกระทือ	39
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**41**
	5.1 การสกัดน้ำมันกระทือด้วยวิธีการกลั่นโดยใช้ไอน้ำ และทำการวิเคราะห์ด้วย GC-MS	41
	5.2 การเตรียมครีมน้ำมันกระทือ	41
	5.3 อภิปรายผลการวิจัย	42
	5.4 ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม		**44**
ประวัติผู้วิจัย		**49**

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 สภาวะของการวิเคราะห์ GC 24

3.2 การโปรแกรมอุณหภูมิ (Temperature Program) 24

3.3 สูตรตำรับครีมพื้น 25

4.1 เปอร์เซนต์น้ำมันกระทือจาก 5 แหล่ง 29

4.2 สรุปสารสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดนครศรีธรรมราช 30

4.3 สรุปสารสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี 30

4.4 สรุปสารสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 31

4.5 สรุปสารสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดพัทลุง 32

4.6 สรุปสารสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดสงขลา 32

4.7 ค่าความหนืด และค่าความเป็นกรด-ด่างของครีม 36

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	3
2.1	ต้นกระทือ	6
2.2	สูตรโครงสร้างของสารซีรัมโบน	11
2.3	เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี Agilent GC-MS	13
2.4	ส่วนประกอบของเครื่อง GC	14
2.5	ส่วนประกอบของเครื่อง GC-MS	16
2.6	แสดงโครงสร้างของระบบอัลฟาเจล (b)	18
2.7	แสดงลักษณะของระบบที่เตรียมที่อุณหภูมิสูงกว่าและต่ำกว่า Tc	20
3.1	อุปกรณ์ Clevenger Apparatus	23
4.1	เหง้ากระทือของจังหวัด นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี	27
4.2	เหง้ากระทือของจังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ และพัทลุง	28
4.3	เหง้ากระทือของจังหวัดสงขลา	28
4.4	โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดนครศรีธรรมราช	29
4.5	โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี	30
4.6	โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	31
4.7	โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดพัทลุง	31
4.8	โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดสงขลา	32
4.9	ลักษณะเนื้อครีมพื้นสูตร 1 และสูตร 2	35
4.10	ลักษณะเนื้อครีมพื้นสูตร 3 และสูตร 4	35
4.11	ลักษณะเนื้อครีมพื้นสูตร 5	36
4.12	ภาพครีมสูตรที่ 1 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X ตรงปลายลูกศร แสดงให้เห็น Maltese Cross	37
4.13	ภาพครีมสูตรที่ 2 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X ตรงปลายลูกศร แสดงให้เห็น Maltese Cross	37
4.14	ภาพครีมสูตรที่ 3 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X ตรงปลายลูกศร แสดงให้เห็น Maltese Cross	38

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.15 ภาพครีมสูตรที่ 4 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X `พบ Maltese Cross น้อยมาก 37

4.16 ภาพครีมสูตรที่ 5 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X `พบ Maltese Cross จำนวนมาก 38

4.17 ภาพครีมสูตรที่ 5 ใส่น้ำมันกระทือ 1 เปอร์เซนต์ 39

4.18 ภาพครีมใส่น้ำมันกระทือสูตรที่ 5 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X ` พบ Maltese Cross จำนวนมาก 39

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระทือ (*Zingiber zerumbet* Smith.) มีชื่อพ้อง กระทือป่า กระแวน แฮวดำ (ภาคเหนือ) เฮียวดำ เฮียวแดง (แม่ฮ่องสอน) เป็นพืชอยู่ในวงศ์ขิง (Zingiberaceae) สามารถพบได้ใน ประเทศไทย มาเลเซีย และหมู่เกาะแปซิฟิก และประเทศในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในทางการแพทย์แผนไทย กระทือมีการใช้ทางยา ได้แก่ส่วนเหง้า ใช้แก้หืด แก้ไอ แก้บิด บำรุงน้ำนม ใช้ภายนอกแก้โรคผิวหนัง (วุฒิ วุฒิธรรมเวช, 2540, น.91) ในวงการวิจัยระดับนานาชาติ มีการรายงานฤทธิ์ลดความเจ็บปวด (Analgesic Activity) ของน้ำมันเหง้ากระทือ (Salaiman et al., 2010, p.108) นอกจากนั้นเหง้ากระทือยังมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ โดยมีรายงานว่าสารสำคัญได้แก่สารซีรัมโบน (Zerumbone) ซึ่งเป็นสารหลักในเหง้ากระทือมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างสารไนตริก ออกไซด์ (Nitric Oxide, (NO)) ในแมคโคฟาก (Lipopolysaccharide (LPS)-Induced RAW 264.7 Macrophage) (Murakami et al., 2007, p.2358) นอกจากนั้นสารสกัดของเหง้ากระทือสามารถยับยั้งเอนไซม์ไซโคออกซิจิเนส (Cyclooxygenase) (Zakaria et al., 2010, p.44) สารซีรัมโบนซึ่งเป็นสารหลักยังสามารถยับยั้งการสร้างเอนไซม์ Cyclooxygenase-2 ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สังเคราะห์ Prostaglandin E_2 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการอักเสบ (Murakami et al., 2002, p.797; Chien, Chen, Lee, Lee & Wang., 2008, p.585) ซีรัมโบนยังมีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (Antitumor) โดยพบว่า สามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งลำไส้ มะเร็งตับอ่อน มะเร็งตับ และมะเร็งปอด (Murakami et al., 2002, p.798) สารซีรัมโบนจัดอยู่ในกลุ่มสารเทอร์ปีน (Cyclic Sesquiterpene) ซึ่งได้จากน้ำมันที่กลั่นจากเหง้ากระทือ พบได้ในปริมาณสูงในช่วง 36.12 – 48.13% โดยน้ำหนัก (Koga, 2016, p.386) ในประเทศไทยเคยมีการศึกษาหาปริมาณสารซีรัมโบนที่อยู่ในเหง้ากระทือ โดยทำการกลั่นโดยวิธี Hydro-Distillation แล้วศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันกระทือจากหลายแหล่ง และทำการวิเคราะห์น้ำมันกระทือทุกตัวอย่างด้วยเทคนิค GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectrometry) เพื่อหาองค์ประกอบเคมีของสารระเหยในน้ำมันกระทือจากแหล่งต่างๆ

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการพัฒนาสารสกัดที่ได้จากการกลั่นเหง้ากระทือ โดยนำส่วนที่มีสารซีรัมโบนสูงมาเตรียมเป็นครีมแก้การอักเสบในรูปแบบอัลฟาเจล ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ของผลิตภัณฑ์แก้อาการอักเสบของกล้ามเนื้อ ข้อต่อทั้งหลาย เป็นการนำน้ำมันกระทือมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบครีมที่พกพาสะดวก น่าใช้ และเป็นการเพิ่มการพัฒนาให้กับวงการการแพทย์แผนไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการพัฒนาครีมน้ำมันกระทือโดยใช้สารก่ออิมัลชัน Purephose Alpha เพื่อใช้เป็นครีมแก้อักเสบ แก้ปวดของกล้ามเนื้อ แก้ปวดข้อ

1.2.2 เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของครีมน้ำมันกระทือที่เตรียมขึ้นในรูปแบบอัลฟาเจลโดยการตรวจด้วยแสงโพราไลท์

1.3 คำถามงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้สามารถเตรียมครีมน้ำมันกระทือในรูปอัลฟาเจลได้หรือไม่

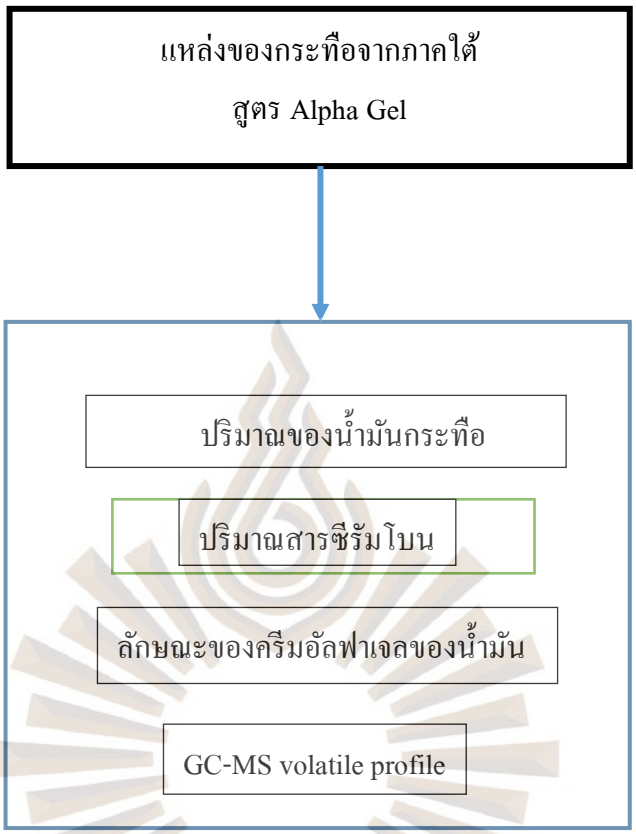
1.4 สมมติฐานงานวิจัย

1.4.1 การวิเคราะห์น้ำมันกระทือจาก 5 แหล่งโดยใช้วิธี GC-MS ช่วยให้สามารถทราบแหล่งที่มีสารซีรัมโบนมากที่สุดได้

1.4.2 น้ำมันกระทือที่มีสารซีรัมโบนเป็นสารหลักสามารถนำมาพัฒนาเป็นครีมแบบ Oil/Water อิมัลชัน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

1.6.1 ศึกษาการวิเคราะห์น้ำมันกระทือโดยใช้วิธี GC-MS ช่วยให้สามารถทราบแหล่งที่มีสารซีรัมโบนสูง

1.6.2 เตรียมครีมน้ำมันกระทือโดยใช้สารก่ออิมัลชัน Purephose Alpha

1.6.3 ประเมินคุณลักษณะทางกายภาพของครีมน้ำมันกระทือที่เตรียมขึ้น

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้สภาวะการวิเคราะห์สารซีรัมโบนในน้ำมันกระทือโดยใช้วิธี GC-MS

1.7.2 สามารถพัฒนาน้ำมันกระทือมาเป็นครีมน้ำมันกระทือที่เป็นรูปแบบอัลฟาเจลซึ่งทำให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการใช้งาน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.7.3 เป็นการเพิ่มมูลค่าของเหง้ากระทือที่สามารถใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในทางอุตสาหกรรมได้

1.8 นิยามศัพท์

กระทือ

หมายถึง พืชตระกูลขิง มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Zingiber zerumbet* Smith. อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี ลำต้นเทียมสูงได้ถึง 1 เมตร มีเหง้าใต้ดิน ในทางการแพทย์แผนไทย ใช้บำรุงน้ำนม บำรุงธาตุ แช่น้ำดื่ม แก้ร้อนใน แก้ปวดเบ่ง แก้ปวดท้อง แน่นท้องปวดบวม เหง้ากระทือพบว่ามีสารสำคัญคือ สารซีรัมโบน (Zerumbone) ได้จากการกลั่นเหง้ากระทือสดได้น้ำมันที่มีสารซีรัมโบนเป็นสารหลัก

อิมัลชัน

หมายถึง ของเหลวอย่างน้อย 2 ชนิด ที่ผสมไม่เข้ากัน (Heterogeneous Mixture) หรือ ไม่สามารถละลายเข้าหากันได้ เช่น น้ำและน้ำมัน สารทั้งสองชนิดนี้สามารถนำมาผสมเข้าด้วยกันในเป็นเนื้อเดียวกัน โดยอาศัยสารตัวกลางที่มีคุณสมบัติลดแรงตึงผิวของผิวหน้าประจันของทั้งสองเฟส ได้แก่ สารก่ออิมัลชัน (Emulsifing Agent) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวผสานของเหลวทั้งสองชนิดเข้าหากัน โดยสารก่ออิมัลชันจะมีส่วนของโครงสร้างที่สามารถละลายในน้ำมัน และอีกปลายของโครงสร้างสามารถละลายในน้ำได้

อัลฟาเจล

หมายถึง ระบบอิมัลชันที่ผสมวัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมันให้เป็นเนื้อเดียวกันที่สร้างขึ้นจากสารกลุ่มแอมพิฟิลิก (Amphiphilic) โดยในสถานะของของแข็งโครงสร้างของคอลอยด์จะอยู่ในรูปแบบ Lamellar Bi-Layers แบบ Hexagonal ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีการเรียงตัวคล้ายกับ Intercellular Lipid ในชั้นผิวหนังของมนุษย์ มีความคล้ายคลึงกับส่วนประกอบหลักของชั้นกักเก็บความชื้นซึ่งเป็นชั้นของไขมันปกคลุมผิวหนัง และช่วยให้ผิวคงความชุ่มชื้นและมีสุขภาพที่ดี

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

GC-MS

GC-MS ก็เป็นเทคนิคหนึ่งทางโครมาโตกราฟีที่ประยุกต์ใช้ได้กับสารที่ระเหยได้ดี และเป็นวิธีที่สามารถทำนายชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้อย่างค่อนข้างถูกต้องและแม่นยำ โดยการเปรียบเทียบลายพิมพ์โครมาโตรกราฟี (Fingerprint) ของการแตกหักของโมเลกุลของสาร จะได้ส่วนที่แตกหักที่มีลักษระเฉพาะ ขึ้นอยู่กับความเสถียรของโมเลกุล โดยส่วนที่ไม่ถูกทำให้แตกหักจากพลังงานจากลำแสงอิเล็คตรอน จะคงอยู่และเมื่อเคลื่อนที่ผ่านเครื่องวิเคราห์เลขมวล (Mass analyzer) จะทำการคัดกรองส่วนของโมเลกุลที่ผ่านเข้ามา และบันทึกค่าเอาไว้ในระบบ data station จากนั้นข้อมูลการแตกหักที่ได้และมวลโมเลกุลของสาร จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูมาตรฐาน NIST ของสารต่าง ๆ ที่มีการบันทึกไว้ โดยจะทำการเปรียบเทียบความเหมือนของลายพิมพ์โครมาโตรกราฟี เทคนิค GC-MS นี้ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ทั้งในแบบเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) และ เชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) ได้อย่างถูกต้อง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระทือ

ชื่อสมุนไพร	กระทือ
ชื่ออื่นๆ	กระทือป่า กะแวน กะแอน แฮวดำ (ภาคเหนือ), เฮียวแดง เฮียวดำ (แม่ฮ่องสอน)
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Zingiber zerumbet* Smith.
ชื่อวงศ์	Zingiberaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นไม้ล้มลุก มีเหง้าใต้ดิน ใบเดี่ยว รูปรียาว ขอบใบเรียบ ก้านใบเป็นกาบหุ้มลำต้น ดอกออกเป็นช่อกลมรูปทรงกระบอก มีใบประดับสีเขียวแกมแดงเรียงซ้อนกันเป็นระเบียบ ดอกสีเหลือง ผลเป็นผลแห้งแตกได้ รูปทรงค่อนข้างกลม สีแดง เมล็ดเป็นรูปขอบขนาน ค่อนข้างกลม มีเยื่อหุ้ม เมล็ดเป็นริ้วสีขาว เมล็ดสีดำเป็นมัน (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กองทุนภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย, 2564, น.456)

รูปที่ 2.1 ต้นกระทือ

ที่มา: Chane-Ming, Vera & Chalchat, 2001

สรรพคุณ

เหง้า รสขมขื่นปร่า บำรุงน้ำนม รักษาอาการท้องอืดเฟ้อ แน่นท้อง ปวดท้อง ใช้เหง้ากระทือหมกไฟฝนกับน้ำปูนใสรับประทาน แก้บิดปวดเบ่ง แก้เสมหะเป็นพิษ

ใบ รสขมขื่น ขับน้ำคาวปลา

ดอก รสขมขื่น แก้ไข้เรื้อรัง ไข้จับสั่น

ต้น รสขม เจริญอาหาร

2.2 พฤกษเคมีของเหง้ากระทือ

จากการแยกสกัดเหง้ากระทือพบว่ามีสารสำคัญทางเภสัชวิทยาหลายชนิด โดยนักวิทยาศาสตร์ได้สนใจพืชชนิดนี้ตั้งแต่ปี ค.ศ.1944 โดยแยกได้สาร Zerumbone และ Humulene จากน้ำมันที่กลั่นได้จากเหง้ากระทือ ต่อมา Ramaswami & Bhattacharyya (1962) ได้มีการค้นคว้าวิจัยต่อพบอนุพันธ์ออกซิเจนใหม่ 2 อนุพันธ์ของฮิวมูลีน คือ ฮิวมูลีนออกไซค์ และฮิวมูลีนไดออกไซค์ ต่อมา Nigam & Levi (1963) ได้แยกสารเพิ่มเติมดังนี้ Borneol, α-Terpineol, Delta-Carene, α-Pinene, β-Pinene, , β-Caryophyllene, Ar-Curcumene, Camphor, Humulene Oxide, Linalool เป็นต้น Demodaran Dev รายงานการแยก Sesquiterpenoids ใหม่ ได้แก่ ฮิวมูลีนอิพอกไซค์-I (Humulene Epoxide-I), ฮิวมูลีนอิพอกไซค์-II(Humulene Epoxide-II), ฮิวมูเลนอล-I (Humulenol-I), ฮิวมูเลนอล-III (Humulenol-III) (Koga, Beltrame, & Pereira, 2016, p.386)

2.3 การกลั่นน้ำมันหอมระเหย

2.3.1 การกลั่นด้วยไอน้ำ (Stream Distillation)

วิธีการกลั่นที่ใช้ไอน้ำที่มีความชื้นในปริมาณหนึ่งฉีดพ่นลงบนวัตถุดิบพืชที่วางอยู่บนตะแกรงในระบบที่คล้ายกับการกลั่นด้วยน้ำและการถ่ายเทไอน้ำของน้ำมันหอมระเหย เรียกว่าการกลั่นด้วยไอน้ำ การกลั่นด้วยไอน้ำเป็นกระบวนการกลั่นวัตถุดิบพืชด้วยไอน้ำที่ผลิตจากหม้อต้มน้ำ ในวิธีนี้ วัตถุดิบจะถูกวางบนแผ่นที่มีรูพรุนเหนือทางเข้าของไอน้ำ สามารถควบคุมปริมาณไอน้ำที่ผลิตได้ง่ายในกลไกการผลิตไอน้ำ นอกจากนี้ เนื่องจากเครื่องผลิตไอน้ำอยู่ภายนอกหน่วยกลั่น อุณหภูมิโดยรอบของวัตถุดิบที่จะกลั่นจึงต่ำกว่า 100°C และสามารถป้องกันหรือลดการเกิดความ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เสียหายเนื่องจากผลกระทบของความร้อนได้ (Tongnuanchan & Benjakul, 2014, p.1232) ปัญหาที่ใหญ่ที่สุดของการกลั่นด้วยไอน้ำคือความดันไอและการเสื่อมสภาพที่อาจเกิดขึ้นเมื่ออัตราการไหลสูง

2.3.2 การกลั่นด้วยน้ำ (Hydrodistillation)

การกลั่นด้วยน้ำ (Hydrodistillation) เป็นวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยแบบดั้งเดิมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย วัสดุพืชจะถูกบรรจุในภาชนะกลั่นพร้อมกับน้ำในปริมาณที่เพียงพอ จากนั้นให้ความร้อนจนน้ำเดือด ไอน้ำที่เกิดขึ้นจะพาน้ำมันหอมระเหยออกมาด้วย เมื่อไอระเหยควบแน่น น้ำมันจะแยกตัวออกจากน้ำ (Azmir et al., 2013, p.428) สามารถใช้ไอน้ำโดยตรงฉีดเข้าไปในตัวอย่างพืชแทนการต้มน้ำได้เช่นกัน เป็นวิธีที่นิยมใช้ในงานวิจัยมากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้กันมานาน ข้อดีคือเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และใช้อุปกรณ์ไม่มาก ข้อเสียคือใช้เวลานาน สิ้นเปลืองพลังงาน และอาจทำให้สารบางชนิดสลายตัวเนื่องจากความร้อน (Rassem et al., 2016, p.118)

2.3.3 การสกัดด้วยไมโครเวฟ (Microwave-Assisted Extraction)

การสกัดด้วยไมโครเวฟ (Microwave-Assisted Extraction หรือ MAE) เป็นเทคนิคการสกัดสารสำคัญจากพืชที่ใช้พลังงานไมโครเวฟในการกระตุ้นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของตัวทำละลาย ทำให้สามารถสกัดสารเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้คลื่นไมโครเวฟให้ความร้อนแก่ตัวทำละลายและตัวอย่าง ทำให้สารสำคัญถูกปลดปล่อยออกมาจากเซลล์พืชได้เร็วขึ้น สามารถสกัดสารสำคัญหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แอลคาลอยด์ น้ำมันหอมระเหย (López-Salazar, 2023, p.6615) การสกัดด้วยไมโครเวฟเป็นวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากใช้ตัวทำละลายที่ไม่เป็นพิษ และใช้พลังงานน้อยกว่าเทคนิคการสกัดแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังช่วยหลีกเลี่ยงการสลายตัวของสารสำคัญ ทำให้เป็นวิธีที่มีความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง (Al-Mamoori & Al-Janabi, 2018, p.23)

2.4 การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของเหง้ากระทือ

น้ำมันจากเหง้ากระทือมีฤทธิ์ต้านความเจ็บปวด (Analgesic Activity) โดยใช้การทดสอบ 3 กระบวนการคือ Hot-Plate Test ใช้สำหรับการทดสอบ Central Analgesia ส่วน Acetic–Acid Writhing Test ใช้สำหรับการทดสอบ Peripheral Nociception และใช้ Formalin Test ร่วมด้วย พบว่าจากผลการทำ Acetic–Acid Writhing Test น้ำมันกระทือสามารถยับยั้งความเจ็บปวดของ

สัตว์ทดลองจากกรด Acetic Acid ได้ถึงขนาด 80.2% ที่ขนาดของน้ำมัน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนผลการป้องกันความเจ็บปวดจากการทดสอบอีก 2 วิธีได้ผลปานกลาง (Salaiman et al., 2010, p.109)

ฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสำคัญในเหง้ากระทือ คือ ซีรัมโบน (Zerumbone) พบว่าสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างไนตริก ออกไซด์ (Nitric Oxide (NO)) ในแมคโครฟาส (Lipopolysaccharide (LPS)-Induced RAW 264.7 Macrophage) โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 4.37 ไมโครโมลาร์ (Murakami et al., 2007, p.2359) นอกจากนั้น สารซีรัมโบนยังมีคุณสมบัติที่สามารถยับยั้งการอักเสบ รวมถึงความสามารถในการยังยับยั้งการสังเคราะห์ของเอนไซม์ Cyclooxygenase-2 ในแมคโครฟาส (Lipopolysaccharide (LPS)-Induced RAW 264.7 Macrophage) อีกด้วย (Chien et al., 2008, p.586)

นอกจากฤทธิ์ในการต้านการอักเสบแล้ว สารซีรัมโบนยังมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Anti-Cancer) โดยสามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งท่อน้ำดี (Cholangiocarcinoma) มะเร็งชนิดนี้พบมากในคนไข้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย Songsiang, Pitchuanchom, Boonyarat, Hahnvajanawong, & Yenjai (2010) ได้ทำการดัดแปลงโครงสร้างของซีรัมโบน โดยพบว่าอนุพันธ์ Hydroxylamine ของซีรัมโบนมีฤทธิ์ทำลายเซลล์มะเร็งท่อน้ำดีสายพันธ์ KKU-100, KKU-M139, KKU-M156, KKU-M213 และ KKU-M214 ในช่วงความเข้มข้น 16 – 35 ไมโครโมลาร์ (Songsiang et al., 2010, p.3796) ซีรัมโบนยังสามารถยับยั้ง Tumor Promotors และยับยั้งการเจริญเติบโตของ Human Leukemia Cell Line ยังมีรายงานการยับยั้งมะเร็งลำไส้ และมะเร็งปอด ของซีรัมโบนอีกด้วย (Murakami et al., 2002, p.796)

มีรายงานว่าสารซีรัมโบนมีความสามารถในการรักษามะเร็งปากมดลูกชนิด Regression of Cervical Intraepithelial Neoplasia เทียบเท่ากับการรักษาด้วยยาคิสพลาติน (Cisplatin, 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในหนู Balb/c เพศเมีย เมื่อตรวจด้วยกล้องจุลทัศน์แบบส่องกราดทะลุผ่าน ซึ่งอาศัยหลักการการทะลุผ่านทางควอนตัม Quantum Tunnelling Micrographs พบว่าเซลล์มะเร็งที่ได้รับสารซีรัมโบน และ Cisplatin จะเกิดปรากฏการณ์การตายของเซลล์โดยอัตโนมัติ (Apoptosis) โดยจะเกิดเซลล์ตายอย่างมากเมื่อเทียบกับเซลล์มะเร็งที่ได้รับเพียงน้ำเกลือ (Abdelwahab et al., 2010, p.461) Murakami et al. (2002) ได้รายงานความสามารถของสารซีรัมโบนในการยับยั้งการทำงานของ Tumor Promoter 12-O-Tetradecanoylphorbol-13-Acetate (TPA)-Induced Epstein-Barr

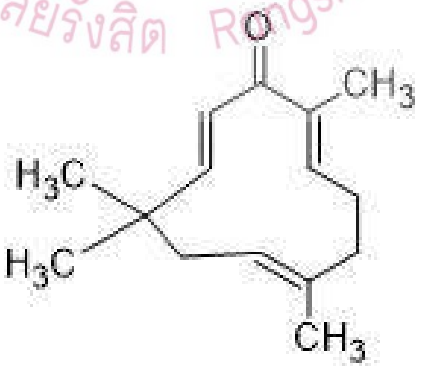
Virus ได้ดี นอกจากนั้นสารซีรัมโบนยังมีรายงานการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งชนิด Human Colonic Adenocarcinoma Cell Lines ในลักษณะที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร ทั้งยังสามารถกระตุ้นให้เกิดการตายของเซลล์โดยอัตโนมัติในเซลล์ COLO205 (Murakami et al., 2002, p.795) Abdelwahab และคณะยังได้ศึกษาผลของสารซีรัมโบนต่อระดับสารอินเตอร์ลิวคิน 6 (Interleukin-6 (IL-6)) โดยพบว่าระดับของ IL-6 ลดลงเมื่อเซลล์มะเร็งชนิด Ovarian (Caov-3) และ Cervical (Hela) ได้รับสารซีรัมโบนซึ่งยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง และกระตุ้นให้เกิดการตายของเซลล์โดยอัตโนมัติ (Abdelwahab et al. 2012, p.594) Hu และคณะ ได้รายงานว่า สารซีรัมโบนเกี่ยวข้องกับการส่งสัญญานของปัจจัย p53 Signaling ซึ่งเป็นกลไกที่เกี่ยวข้องกับการตายของเซลล์โดยศึกษาในเซลล์ Non-Small Cell Lung Cancer ชนิด A549 และ H460 พบว่า สารซีรัมโบนสามารถกระตุ้นเซลล์ไมโตคอนเดียให้ตายได้ (Mitochondrial Apoptosis) (Hu et al., 2014, p.257) ผลกระทบของสารซีรัมโบนต่อขั้นตอนการส่งสัญญาน ของปัจจัยในเซลล์ (Cell Signaling Pathways) ได้รับการอธิบายโดย Prasannan et al. (2012) ในแง่ของสารสกัด Huang, Chien, Chen & Wang, (2005) ได้รายงานว่าสารสกัดอีเทอร์ของเหง้ากระทือมีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง P-388D โดยไปกระตุ้นให้เกิดการแตกออกของสายดีเอ็นเอ (DNA) นอกจากนี้สารซีรัมโบนยังสามารถฆ่าเซลล์มะเร็งชนิด Human Leukemia HL-60 โดยมีค่า IC_{50} ที่ระดับ 22.29, 9.12 และ 2.27 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ที่เวลา 6, 12 และ 18 ชั่วโมงตามลำดับ (Huang et al., 2005, p.219)

Liu, Tzeng, & Liu (2017) ได้ทำการศึกษาผลการรักษาของซีรัมโบนแบบทาภายนอกต่อแผลถลอกในหนู ยาขี้ผึ้งธรรมดาความเข้มข้น 1% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ที่มีส่วนผสมของซีรัมโบนถูกทาภายนอก (ยาขี้ผึ้ง 100 มิลลิกรัมต่อหนูหนึ่งตัว) วันละครั้งบนแผลถลอกเต็มความหนาที่สร้างขึ้นบนหนู ยาขี้ผึ้งซีรัมโบนมีความสามารถในการรักษาแผลอย่างมีประสิทธิภาพ ดังเห็นได้จากการหดตัวของแผลในวันที่ 15 หลังการเกิดบาดแผล การตรวจสอบทางพยาธิวิทยาของส่วนแผลที่หายแล้วแสดงให้เห็นถึงการสร้างเนื้อเยื่อที่มากขึ้น มีเซลล์ไฟโบรบลาสต์มากขึ้น และมีการสร้างหลอดเลือดใหม่ในกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยยาขี้ผึ้งซีรัมโบน การแสดงออกของ VEGF, TGF-β1 และคอลลาเจนชนิดที่ 4 ยังมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการหายของแผลที่สังเกตเห็นด้วย (Liu et al., 2017, p.202)

Oh et al. (2018) ได้บันทึกไว้ว่าซีรัมโบนมีความสามารถในการยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินโดยใช้การปรับเปลี่ยนของปัจจัยเซลล์ต้นกำเนิด (SCF) ผ่านทางเส้นทางสัญญาณ MITF และ MC1R/α-MSH19 พบว่า ซีรัมโบนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์ มีผลยับยั้งการสร้างเม็ดสี

มากกว่าสารเคมีธรรมชาติที่ใช้ในการทำให้ผิวขาวสองชนิดที่ใช้กันทั่วไป คือ กรดโคจิกและอาร์บูติน ซึ่งให้ในความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ และ 0.2 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ การสังเกตนี้ทำในเซลล์เมลาโนมาของหนู B16F10 เป็นเวลา 3 วัน (Oh et al., 2018, p.3149) Kuek และคณะ ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารซีรัมโบนในการทำให้สีผิวของผู้เข้าร่วมการทดลองที่เป็นมนุษย์สว่างขึ้น โดยใช้วิธีการแบบปกปิดทางเดียว ผู้เข้าร่วมการทดลอง 26 คนถูกสุ่มแบ่งออกเป็นสองกลุ่มเพื่อศึกษาตำแหน่งการทา (ท้องแขนด้านซ้ายหรือขวา) สำหรับครีมหลอกและครีมซีรัมโบน ครีมทั้งสองชนิดถูกทาภายนอกบริเวณท้องแขนวันละสองครั้งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ การระคายเคืองผิวเบื้องต้นถูกประเมินก่อนและหลังการทาครีม 30 นาที ระดับเมลานินและเอริธีมาถูกวัดด้วยเครื่อง Mexameter MX 18 ผลการศึกษาการระคายเคืองผิวเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าครีมทั้งสองชนิดไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ การใช้ครีมซีรัมโบนส่งผลให้ระดับเมลานินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) หลังจาก 1 สัปดาห์เมื่อเทียบกับค่าพื้นฐานเริ่มต้น นอกจากนี้ หลังจากใช้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ครีมซีรัมโบนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระดับเมลานินเมื่อเทียบกับยาหลอก ($p < 0.05$) ไม่พบผลข้างเคียงในกลุ่มที่ใช้ครีมซีรัมโบน (Kuek et al., 2024, p.2117)

Chang, Tzeng, Liou, Chang & Liu (2012) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันและความเป็นพิษเรื้อรัง (Acute and Chronic Toxicity) ของสารสกัดเอทานอลของเหง้ากระทือ จากผลการวิจัยที่ระดับขนาดสารที่ 1000, 2000 และ 3000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นทำการตรวจสอบเลือดของสัตว์ทดลอง โดยดูค่าทาง Hematological, Biochemical และ Histopathological พบว่าไม่มีความผิดปกติของค่าต่างๆทั้งความเป็นพิษเฉียบพลันและความเป็นพิษเรื้อรัง



รูปที่ 2.2 สูตรโครงสร้างของสารซีรัมโบน
ที่มา: ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.5 แก๊สโครมาโตรกราฟี-เครื่องวิเคราะห์มวล (Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS)

แก๊สโครมาโทรกราฟี (Gas Chromatography) จัดเป็นเครื่องวิเคราะห์สารโดยเฉพาะสารที่ระเหยได้ เช่น สารในน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากพืชสมุนไพร น้ำมันที่กลั่นได้ด้วยกรรมวิธีอื่นจากพืช พืชสมุนไพร สารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก เป็นต้น เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟีนี้สามารถวิเคราะห์และระบุผลได้ในลักษณะเชิงคุณภาพ (Qualitative) และในลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative) ไปในเวลาเดียวกัน โดยมีการใช้สารที่ต้องการตรวจสอบในปริมาณที่น้อยมาก และเครื่องมือนี้มีความไวในการวิเคราะห์สูงมาก โดยใช้เครื่องตรวจจับสารที่แยกได้จากคอลัมน์ มีหลายประเภทเช่น เครื่องตรวจจับชนิด Flame Ionization Detector (FID) หรือเครื่องตรวจจับชนิด Electron Capture Detector (ECD) ซึ่งเป็นเครื่องตรวจจับที่พบได้บ่อยในการวิเคราะห์ เครื่องมือชนิดนี้ถูกนำมาใช้ศึกษาสารสำคัญในพืชสมุนไพรมาเป็นเวลานานกว่า 60 ปี ในเบื้องแรกใช้เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยหรือสารที่มีจุดเดือดต่ำในพืชสมุนไพร นอกจากนั้นยังมีการทำให้สารระเหยได้ยาก สามารถระเหยได้โดยการสังเคราะห์เป็นอนุพันธ์ที่ระเหยง่าย ใช้ในการควบคุมคุณภาพยาสมุนไพร ดังนั้นแก๊สโครมาโทรกราฟีจึงเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญมากในการควบคุมคุณภาพสมุนไพรเนื่องจากสารสำคัญในสมุนไพรมีโครงสร้างที่คล้ายกัน และแตกต่างในชนิดและปริมาณ พืชสมุนไพรชนิดเดียวกันที่ปลูกต่างแหล่งจะให้สารสำคัญในปริมาณที่แตกต่างกัน

แก๊สโครมาโทรกราฟี มีหลักการทำงานของเครื่องโดยใช้เทคนิคการแยกส่วนผสมของสารที่อยู่ในตัวอย่าง โดยอาศัยความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของสารแต่ละชนิดบนเฟสอยู่กับที่ (Stationary Phase) โดยมีแก๊สพาทำหน้าที่เป็นเฟสเคลื่อนที่ (Mobile Phase) ซึ่งเทคนิคนี้เหมาะสำหรับสารที่มีคุณสมบัติระเหยกลายเป็นไอได้ง่ายได้เมื่อได้รับความร้อนกระตุ้น ส่วนหลักการแยกสารต่าง ๆ ออกจากกันจะอาศัยหลักของความเหมือนหรือความแตกต่างของความเป็นขั้วของสารในตัวอย่างที่กระทำต่อเฟสที่อยู่กับที่และเฟสเคลื่อนที่ สำหรับเฟสอยู่กับที่หมายถึง สารที่อยู่ภายในคอลัมน์ซึ่งถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ปรับขึ้นลงโดยการใช้โปรแกรม ส่วนเฟสเคลื่อนที่คือ แก๊สไนโตรเจนหรือแก๊สฮีเลียม เมื่อเริ่มการวิเคราะห์สารจะถูกฉีดผ่านเข้าสู่ระบบของเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟีตรง Injection Port ซึ่งถูกตั้งอุณหภูมิให้สูงประมาณ 250 องศาเซนเซียส สารตัวอย่างจะถูกเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊ส จากนั้นสารระเหยจะถูกพาเข้าสู่คอลัมน์โดยแก๊สพา ซึ่งจะเกิดการปฏิสัมพันธ์ภายในคอลัมน์ และจะทำให้เกิดการแยกสารผสมออกจากกันโดยอาศัยแรงชนิด Hydrophobic และพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bonding) ระหว่างสารที่อยู่

ภายในคอลัมน์กับเฟสที่อยู่กับที่และเฟสเคลื่อนที่ ทั้งนี้ในแยกสารที่มีหลายองค์ประกอบในรูปสารผสมให้เป็นสารเดี่ยวนั้น มีปัจจัยของความแตกต่างของคุณสมบัติหลายประการเช่น จุดเดือด โครงสร้างของสาร น้ำหนักโมเลกุล และการเกิดปฏิกิริยากับเฟสคงที่ที่อยู่ภายในคอลัมน์ จากนั้นสารที่ถูกแยกได้แต่ละชนิดจะผ่านเข้าสู่ส่วนตรวจวัดสัญญาณ (Detector) และแปรผลออกมาเป็นกราฟโครมาโตแกรม (Chromatogram) ในการวิเคราะห์ผลจะนำพื้นที่ใต้สัญญาน (Peak) ของสารแต่ละชนิดมาคำนวนโดยเปรียบเทียบกับพื้นที่ในกราฟมาตรฐาน (Calibration Curve) ก็จะทำให้ทราบปริมาณของสารที่กำลังวิเคราะห์ได้ (แม้น อมรสิทธิ์, 2555, น.256)

รูปที่ 2.3 เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี Agilent GC-MS

ที่มา : Agilent Corporation, 2024

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.5.1 ส่วนประกอบของเครื่อง GC

แก๊สโครมาโทรกราฟีเป็นเทคนิคที่ใช้ในการแยกสาร โดยมีเฟสเคลื่อนที่เป็นแก๊ส และเฟสอยู่กับที่เป็นคอลัมน์ ดังนั้นตัวอย่างที่จะสามารถวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้ได้จะต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ สามารถระเหยกลายเป็นไอได้ง่าย ใช้วิเคราะห์ในงานวิเคราะห์สมุนไพร

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะเรียกว่า โครมาโทแกรม (Chromatogram) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่พบในสารตัวอย่าง และเรียกส่วนที่แยกออกมาแต่ละองค์ประกอบว่าพีค (Peak) ซึ่งแต่ละพีคจะบ่งบอกถึงสารอย่างน้อย 1 ชนิด ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงคุณภาพ (Quanlitative) ได้ โดยการเปรียบเทียบเวลาที่สารผ่านออกจากคอลัมน์ระหว่างสารมาตรฐานและพีคสารตัวอย่างและสามารถวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ (Quantitative) ได้โดยใช้ขนาดพื้นที่ใต้สัญญาณที่ได้จากการวิเคราะห์สารตัวอย่างไปเทียบกับพื้นที่ใต้สัญญาณของสารมาตรฐาน

เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟีประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1) หน่วยฉีดสารตัวอย่าง (Injector Unit) คือ ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกนำเข้าสู่เครื่องโดยการฉีดผ่านเข็ม และสารตัวอย่างจะถูกทำให้ระเหยเป็นแก๊ส พร้อมกับถูกทำให้เป็นเนื้อเดียวกันกับแก๊สพาก่อนที่จะเข้าสู่คอลัมน์ อุณหภูมิที่หน่วยฉีดสารตัวอย่างควรมีระดับอุณหภูมิที่สูงเพียงพอที่จะทำให้สารตัวอย่างระเหยได้อย่างสมบูรณ์แต่ต้องไม่ถูกทำให้สลายตัว

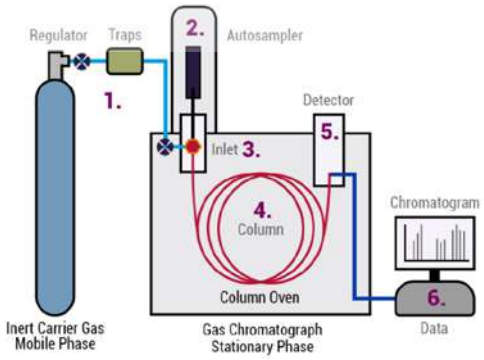
2) ตู้อบ (Oven) คือ ส่วนที่ใช้บรรจุคอลัมน์แก๊สโครมาโทรกราฟี และเป็นส่วนที่รักษาอุณหภูมิของคอลัมน์ หรืออาจทำให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมตามระบบการวิเคราะห์ ซึ่งอุณหภูมิของตู้อบคอลัมน์นั้นจะสามารถปรับเปลี่ยนได้ 2 แบบคือ แบบอุณหภูมิคงที่ (Isocratic Program Temperature) และแบบอุณหภูมิเป็นขั้น (Gradient Program Temperature) ซึ่งถูกตั้งตามความต้องการของผู้วิเคราะห์ ข้อดีของการทำ อุณหภูมิเป็นขั้น คือสามารถใช้กับสารตัวอย่างที่เป็นมีหลายองค์ประกอบผสมกัน เช่นน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร ที่ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารกลุ่มเทอร์ปีนหลายสิบชนิด มีจุดเดือดที่กว้าง (Wide Boiling Range) ทำให้สามารถแยกสารที่ผสมกัน มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ออกจากกันได้ดี และยังช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์ลงได้อีกด้วย

3) หน่วยตัวตรวจจับ (Detector Unit) คือ ส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวิเคราะห์หาองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง และสามารถตรวจสารที่สนใจนั้นมีปริมาณอยู่มากน้อยเท่าไร ตัวตรวจจับนั้นมีหลายชนิด จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ต้องการวิเคราะห์ ชนิดของตัวตรวจจับที่ใช้กับเครื่อง GC นั้นมีอยู่หลายชนิด เช่น

3.1) Flame Ionization Detector

3.2) Electron Capture Detector

3.3) Mass Spectrometer



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของเครื่อง GC

ที่มา : Perkin-Elmer, 2023

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.5.2 เครื่อง Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) เป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยสามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานวิจัยในหลากหลายสาขาวิชา เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถตรวจสอบชนิดของสารเดี่ยวที่มีอยู่ในสารตัวอย่างที่เป็นของผสมได้อย่างค่อนข้างแม่นยำ และตัวอย่างอาจอยู่ในหลาย ๆ สภาวะ โดยอาศัยการเปรียบเทียบลายพิมพ์โครมาโตกราฟี (Fingerprint) และลายพิมพ์ของการแตกหักของมวลโมเลกุลของสาร

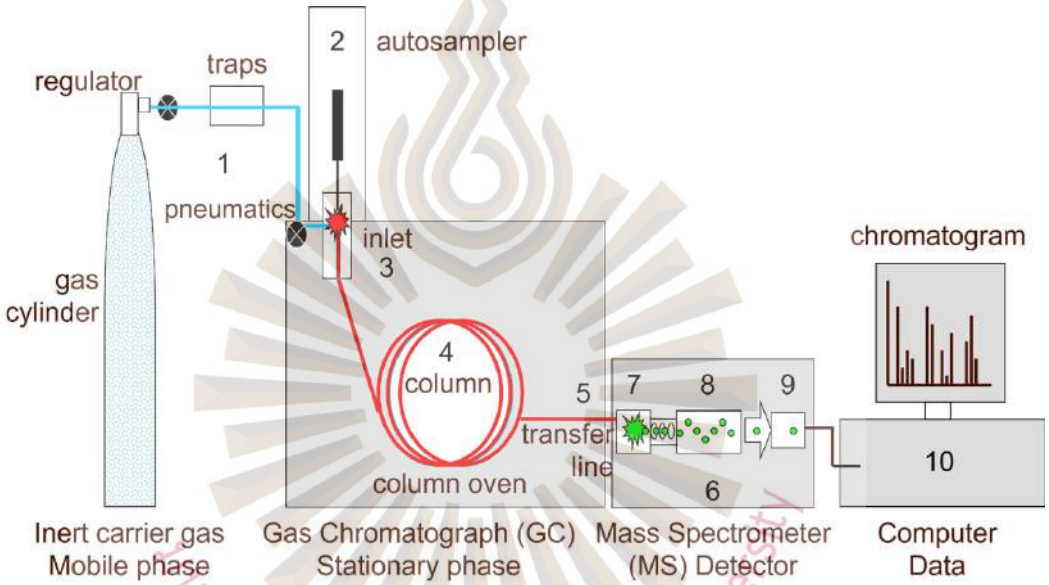
โดยส่วนของ Sample Department ตัวอย่างที่ระเหยเป็นไอจะถูกระดมยิงด้วยลำอิเล็คตรอน จากแหล่งกำเนิด จะได้ส่วนที่แตกหักของโมเลกุลที่มีความเสถียรและบางส่วนของโมเลกุลหลักที่ไม่ถูกทำให้แตกหักจากพลังงานจากลำอิเล็คตรอน ซึ่งเมื่อผ่านเครื่องกรองเลขมวลซึ่งในปัจจุบันจะใช้ระบบหลายระบบ แต่ระบบที่นิยมได้แก่ Quadrupole Mass Analyzer ซึ่งจะทำการคัดกรองโมเลกุลต่างๆ ที่ผ่านเข้ามา และบันทึกค่าเอาไว้ในระบบหน่วยความจำ (Memory) จากนั้นรูปแบบของการแตกหักและมวลโมเลกุลจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลมาตรฐาน NIST ของสารในข้อมูลที่มีอยู่ เทคนิค GC-MS นี้ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) และ เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เหมาะกับงานวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย

เครื่อง Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) จะประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่องแยกสาร คือ GC ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารแต่ละชนิดที่อยู่ในสารผสมในตัวอย่างให้เป็นสารเดี่ยว ก่อนที่จะเข้าสู่ตัวตรวจจับซึ่งคือส่วนประกอบที่ 2 คือ เครื่อง MS ซึ่งจะทำหน้าที่ในการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งที่ยังไม่แตกหัก และที่แตกหักแล้ว ที่ผ่านออกมาจากเครื่อง GC นั้น มีน้ำหนักโมเลกุลหรือเลขมวลเท่าใด ทำให้ทราบชนิดของสาร ซึ่งหากเป็นสารที่อยู่ในฐานข้อมูล จะปรากฏเปอร์เซนต์ความเหมือนให้ด้วย ระบบนี้จะทำให้ทราบว่าตัวอย่างมีองค์ประกอบชนิดใดบ้าง และมีปริมาณเท่าไร

2.5.3 คุณสมบัติของเครื่อง Mass-Spectrometer

Mass Spectrometer เป็นเครื่องที่อาศัยหลักการของการที่สารที่ถูกแยกออกมาจากเครื่อง GC และถูกส่งผ่านส่วนเชื่อมต่อ (Interface) เข้าสู่บริเวณสร้างประจุ โดยสารจะถูกทำให้เกิดประจุ (Electron Bombardment) โดยการยิงด้วยลำอิเล็คตรอนที่มีพลังงานสูงระดับ 70 อิเล็คตรอนโวลต์ (eV) ซึ่งจะทำให้โมเลกุลของสารส่วนใหญ่เกิดการแตกหักตรงจุดที่ไม่แข็งแรงในโครงสร้าง เกิดเป็นโมเลกุลที่เรียกว่า Fragment ที่มีความเสถียร แล้วส่วนดังกล่าวจะถูกตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวล แล้ว

ถูกบันทึกและแปลผลออกมาเป็น Mass Spectrum ซึ่งรูปแบบของ Fragmentation ที่เกิดขึ้นจะถูกนำเข้าไปซ้อนทับและเปรียบเทียบกับ Fragmentation Pattern ของสารต่างๆ ในฐานข้อมูล ซึ่งหากมีรูปแบบที่ตรงกัน ระบบฐานข้อมูลจะแสดงเป็นชื่อของสารหรือองค์ประกอบนั้น ๆ และมีการบอกเป็นค่าเปอร์เซนต์ความเหมือน ซึ่งค่าเปอร์เซนต์ความเหมือนยิ่งสูงยิ่งมีโอกาสที่สารจะเป็นสารชนิดเดียวกัน โดยปกติค่าที่ยอมรับได้จะตั้งเกณฑ์นี้ไว้ที่ระดับ 90 เปอร์เซนต์ โดยค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์อาจเกิดจากการทำการวิเคราะห์ต่างเครื่องมือต่างแบรนด์ สภาวะการทดลองอุปกรณ์ต่างๆ อาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของเครื่อง GC-MS

ที่มา : Tuner, 2022

2.6 ความรู้พื้นฐานของอิมัลชัน

อิมัลชัน (Emulsion) เป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบหนึ่ง ที่มีองค์ประกอบของ ของเหลวอย่างน้อย 2 ชนิด ที่มีคุณสมบัติที่ไม่เข้ากัน (Heterogeneous Liquids) หรือ ไม่ละลายซึ่งกันและกัน เช่น น้ำและน้ำมัน ถูกนำมาอยู่ด้วยกันในลักษณะที่ผสานเข้าเป็นเนื้อเดียวกันโดยอาศัยสารตัวกลางคือ สารก่ออิมัลชัน อิมัลชันมีที่มาจากจากรากศัพท์ “การทำให้เป็นนม” คือมีลักษณะขุ่นขาวเหมือนนม นมเป็นตัวอย่างของอิมัลชันจากธรรมชาติ สารก่ออิมัลชัน (Emulsifing Agent) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวผนวกของเหลวที่ไม่เข้ากันทั้งสองชนิดเข้าด้วยกัน อิมัลชันที่เกิดขึ้นหากมองด้วยตาเปล่า จะเห็นเป็นสารที่มีลักษณะเป็นขุ่นขาวเป็นเนื้อเดียวกัน แต่ถ้ามองด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมองเห็นเป็นทรงกลมที่

ประกอบด้วย 2 เฟส (Phase) คือ เห็นเป็นหยดเล็กๆ ของของเหลวชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่า วัฏภาคภายใน (Internal Phase) กระจายตัวจมอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่า วัฏภาคภายนอก (External Phase)โดยทั่วไปขนาดของหยดวัฏภาคภายในมีขนาดได้ตั้งแต่ 0.25 ไมครอน ไปถึงขนาด 25 ไมครอน หรืออิมัลชันที่มีขนาดใหญ่มากถึง 100 ไมครอน ยิ่งขนาดใหญ่ขึ้นยิ่งจะทำให้ระบบไม่คงตัวมากยิ่งขึ้น อาจเกิดการแยกชั้นได้ง่าย

2.6.1 ส่วนประกอบของอิมัลชันที่สำคัญมี 3 ส่วนคือ

2.6.1.1 วัฏภาคน้ำ (Water Phase) ได้แก่ น้ำ และสารต่างๆ ซึ่งอาจเป็นของแข็งหรือของเหลวที่ละลายได้ในน้ำ อาจเป็นสารเพิ่มความชุ่มชื้น (Emoillient) เช่น Butylene Glycol, Glycerine สารเพิ่มความหนืด เช่น Carbopol, Acacia สารลดแรงตึงผิว เช่น Tween 20, Tween 80 สีที่ละลายน้ำได้ เช่น Amaranth สารกันเสีย เช่น Methylparaben, Propyl Paraben สารต้านออกซิเดชัน เช่น Vitamin E เป็นต้น สารต่างๆเหล่านี้สามารถเติมลงในวัฏภาคน้ำได้ทั้งสิ้น (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2543, น.124)

2.6.1.2 วัฏภาคน้ำมัน (Oil Phase) ได้แก่ น้ำมันต่างๆ เช่น Olive Oil ไขแข็ง เช่น Beeswax, Parafin Wax ไขมันเช่น Stearyl Alcohol, Lanolin น้ำหอม เช่น Peppermint Oil สีที่ละลายในน้ำมัน เช่น D+C Red NO 21 สารลดแรงตึงผิว เช่น Span สารรักษาความคงตัว เช่น BHT หรือสารกลุ่ม วิตามิน เป็นต้น

2.6.1.3 ตัวก่ออิมัลชัน (Emulsifier) ได้แก่ สารลดแรงตึงผิวจำพวก Tween 20, Tween 80, Span 80 ตัวก่ออิมัลชันจากธรรมชาติ เช่น Acacia ของแข็งอนุภาคขนาดเล็ก เช่น Bentonite เป็นต้น ตัวทำอิมัลชันเป็นตัวสำคัญในการรวมตัวและทำให้วัฏภาคน้ำ และน้ำมันเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2543, น.125)

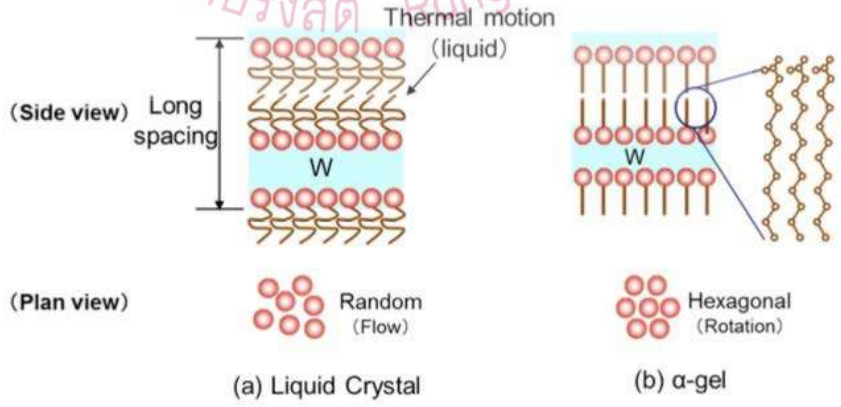
2.7 ครีม (Cream)

ครีมถูกจัดให้เป็นประเภทของอิมัลชันที่มีความหนืดสูง (ลักษณะกึ่งแข็ง) โดยมีการใช้องค์ประกอบของสารพวกไขมันที่เป็นของแข็ง ซึ่งสารดังกล่าวช่วยเพิ่มความเหนียวหนืดของเนื้อครีม ครีมแบ่งใหญ่ๆ ได้เป็น 2 ชนิด คือแบบ W/O (Water in Oil) และ O/W (Oil in Water) ครีมจะมีความหนืดของตัวเนื้อมากกว่าโลชัน เพราะมีปริมาณของวัฏภาคภายในสูง (35 – 75 %) สามารถปรับความหนืดที่ต้องการได้โดยการเพิ่มหรือลดสารเพิ่มเนื้อครีม โดยใช้สารกลุ่มไขมันเติมตามความ

เหมาะสม สำหรับกรณีของครีมชนิด O/W สามารถเพิ่มสารเพิ่มความหนืด (Thickener Agent) อื่นเข้าในตำรับเช่น Veegum หรือ Acacia ซึ่งจะช่วยเพิ่มความหนืดให้แก่วัฏภาคน้ำ ผลิตภัณฑ์ครีมที่พบในประเภทเครื่องสำอางนิยมทำเป็นครีมชนิด O/W ได้แก่ ครีมทาผิว ครีมบำรุงถนอมผิว ครีมทากันแดด ครีมทาแก้สิว-แก้ฝ้า เป็นต้น ส่วนครีมชนิด W/O จะนิยมทำเป็นผลิตภัณฑ์ในอีกแนวหนึ่งได้แก่ ครีมฮอร์โมน ครีมล้างเครื่องสำอาง ครีมนวดตัวหรือนวดหน้า ครีมแต่งผม เป็นต้น (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2543, น.126)

2.8 อัลฟา เจล (Alpha Gel)

อัลฟาเจล หมายถึงระบบอิมัลชันที่ประสานวัฏภาคน้ำกับวัฏภาคน้ำมันให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีสารกลุ่มแอมพิฟิลิก (Amphiphilic) เป็นสารก่ออิมัลชัน โดยในสถานะของของแข็งโครงสร้างของอิมัลชันจะอยู่ในรูปแบบลาเมนลาไบเลเยอร์ (Lamellar Bi-Layers) แบบหกเหลี่ยม (Hexagonal) ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีการเรียงตัวคล้ายกับชั้นไขมัน (Intercellular Lipid) ในชั้นผิวหนังของมนุษย์ มีความเหมือนตรงส่วนประกอบหลักของชั้นเก็บกักความชื้น ซึ่งเป็นชั้นของไขมันที่อยู่ในชั้นที่ปกคลุมผิวหนัง และทำให้ผิวรักษาความชุ่มชื้น ในชั้นไขมันมีสารเซราไมด์ (Ceramide) ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างในแบบลาเมลลาเจล (Lamellar Gel) องค์ประกอบหลักได้แก่ คลอเลสเตอรอล กรดไขมันและน้ำ ชั้นลาเมลลาร์เจลนี้มีความหนา ไม่ไหลง่าย และสามารถกักเก็บน้ำได้ปริมาณมาก อัลฟาเจลจะมีลักษณะเหมือนเซราไมด์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการกักเก็บน้ำในผิว (Suzuki, 2017, p.21) ดังแสดงในรูปที่ 2 (b)



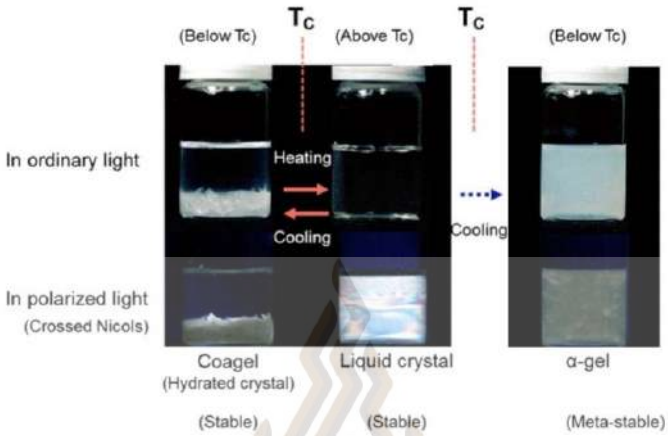
รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของระบบอัลฟาเจล (b)

ที่มา : Suzuki, 2017

ข้อดีของระบบอัลฟาเจล คือ ระบบนี้สามารถใช้เตรียมสารทั้งที่ละลายน้ำได้ หรือละลายในน้ำมันได้ โดยตัววัตถุดิบที่ใช้มีราคาที่ไม่แพง มีความสามารถซึมผ่านผิวหนังและยังคงอยู่บนผิวหนังได้นาน เนื้อครีมจะมีลักษณะที่ไม่เหนียวเหนอะนะแม้ว่าสารสำคัญจะเป็นสารที่ละลายได้ดีในน้ำมันสารก่ออิมัลชันซึ่งเป็นสารประเภทแอมพิฟิลิกที่ก่อให้เกิดอัลฟาเจล เป็นส่วนผสมของ Fatty Alcohol และสารลดแรงตึงผิว ในการก่อตัวของอัลฟาเจลจะทำให้เกิดการละลายของสารทั้งหมดที่อุณหภูมิที่มีการละลายของสารลดแรงตึงผิวเท่ากับความเข้มข้นของไมเซลลาของสารลดแรงตึงผิว คือ โดยมีค่า Critical Packing Parameter (CPP) เป็นดัชนีตัวบ่งชี้การจัดเรียงตัวและรูปร่างของสารลดแรงตึงผิว มีรัศมีไฮโดรไดนามิกประมาณ 1.0 อังสตรอม เป็นการป้องกันไม่ให้สาร Fatty Alcohol เปลี่ยนสภาพจากผลึกออร์โธทอมบิค (Orthorhombic Crystal) หรือผลึกโมโนคลินิค (Monoclinic Crystal) ซึ่งมีจำนวนบรรจุแน่นกว่า สารลดแรงตึงผิวยังช่วยรักษาช่องว่างแนวระนาบระหว่างชั้นไบเลเยอร์ ความยาวของห่วงโซ่ที่ยาวไม่เท่ากันระหว่างแอมพิฟิลิกทำให้ปลายยาวของสายโซ่อัลคิลอยู่ในโครงสร้างอิสระจึงป้องกันการตกผลึกเป็นผลึกออร์โธทอมบิค หรือ ผลึกโมโนคลินิค มีค่าความแข็งของแรงต้านหรือค่าโมเมนต์แรงดัดของแอลฟาเจลไบเลเยอร์ที่ประมาณ 4 อังสตรอม ซึ่งสูงกว่าไบเลเยอร์ของลาเมลลาของระบบลิควิสคริสตอล เนื่องจากเป็นผลึกธรรมชาติ จึงทำให้เป็นเหตุทำให้มีน้ำปริมาณมากอยู่รอบข้างลาเมลลาเจลเฟส (Iwata, 2017, p.75)

การเตรียมอัลฟาเจล ทำได้โดยการใช้ความร้อนกับองค์ประกอบของส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิวและน้ำที่เหนือกว่าอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟส (Transition Temperature, Tc) คือ ประมาณ 53 องศาเซลเซียส เพื่อสร้างผลึกเหลวและเมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าอุณหภูมิการเปลี่ยนเฟส จะปรากฏอัลฟาเจลขึ้น ดังรูปที่ 3 เป็นการแสดงระบบทางเทอโมไดนามิกกึ่งเสถียร (Thermodynamically Metastable) ที่เปลี่ยนโคเจลโดยให้ความร้อนเหนืออุณหภูมิ Tc เป็นผลึกเหลวซึ่งมีเฟสโปร่งใส มีความหนืดเล็กน้อย แต่คงไว้ซึ่งปริมาณน้ำขนาดใหญ่ในส่วนที่ชอบน้ำ (Ichihara et al., 2021, p.7032) ในการเปลี่ยนผ่านของโคเจลไปเป็นผลึกเหลว จะพบพีค (Peak) ของการดูดความร้อนที่เกิดจากการหลอมสายโซ่ที่ไม่มีขั้ว ตรวจพบได้จากการวัดค่าความร้อนจากการทำ Differential Scanning Calorimetry (DSC) ในการเปลี่ยนผลึกโคเจลเป็นผลึกเหลวที่สามารถย้อนกลับได้ และน้ำที่กักอยู่ในผลึกเหลวจะถูกปล่อยออกมาที่อุณหภูมิต่ำกว่า Tc เพื่อแยกออกเป็นสองเฟสของผลึกไฮเดรตและน้ำในทางกลับกันสถานะเจลโปร่งแสงสามารถคงอยู่โดยไม่เกิดการปล่อยน้ำระหว่างชั้นเมื่ออุณหภูมิเย็นลงต่ำกว่า Tc สถานะนี้เรียกว่า อัลฟาเจล ซึ่งมีลักษณะทึบแสง ดังนั้นหากต้องการให้เกิดอัลฟาเจลจำเป็นต้องรักษาสถานะของเจลโดยจะขึ้นอยู่กับ การก่อตัวและโครงสร้างของผลึกเหลวที่เกี่ยวข้อง

กับความสมดุลของสัดส่วนระหว่างส่วนที่ชอบน้ำกับส่วนที่ชอบน้ำมัน (Hydrophile-Lipophile Balance, HLB) ความเข้มข้นของสารแอมพิฟิลิก และสภาพการเก็บรักษา (Suzuki, 2017, p.25)



รูปที่ 2.7. แสดงลักษณะของระบบที่เตรียมที่อุณหภูมิสูงกว่าและต่ำกว่า Tc
รูปขวาล่างแสดงรูปร่างเป็นลักษณะที่สังเกตได้ภายใต้แสงโพราไรท์
ที่มา : Suzuki, 2017

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบสารเคมี อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้ในการทำวิจัย

3.1.1 สารเคมี

1) Purephose Alpha
2) Cetyl Alcohol
3) Stearyl Alcohol
4) Glyceryl Tri-Ethylhexanoate
5) Cocao Butter
6) Shea Butter
7) Biquid Paraffin
8) Glycerin
9) Lanolin
10) Coconut Butter
11) Arginine
12) 1,3-Butylene Glycol
13) Xantan Gum
14) DMDM Hydrantoin
15) DI Water

3.1.2 อุปกรณ์

1) บีคเกอร์ขนาด 50 มล. 100 และ 250 มล.
2) แท่งแก้วคน
3) กระดาษกรอง Whatman No 1.
4) กระบอกตวง ขนาด 50 มล. และ 100 มล.
5) ช้อนเขา

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

6) เตาให้ความร้อน

7) หลอดหยด

8) หม้ออังไอน้ำ

9) แผ่นอลูมิเนียมฟอลย์

10) กระดาษชั่งยา

11) ตลับครีมขนาด 50 กรัม

12) ปิเปต (Autopipette 1.0 มล. และ 10 มล.)

13) ขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มล. และ 100 มล.

14) เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

15) เครื่อง Rotary Vacuum Evaporator (Buchi, Switserland)

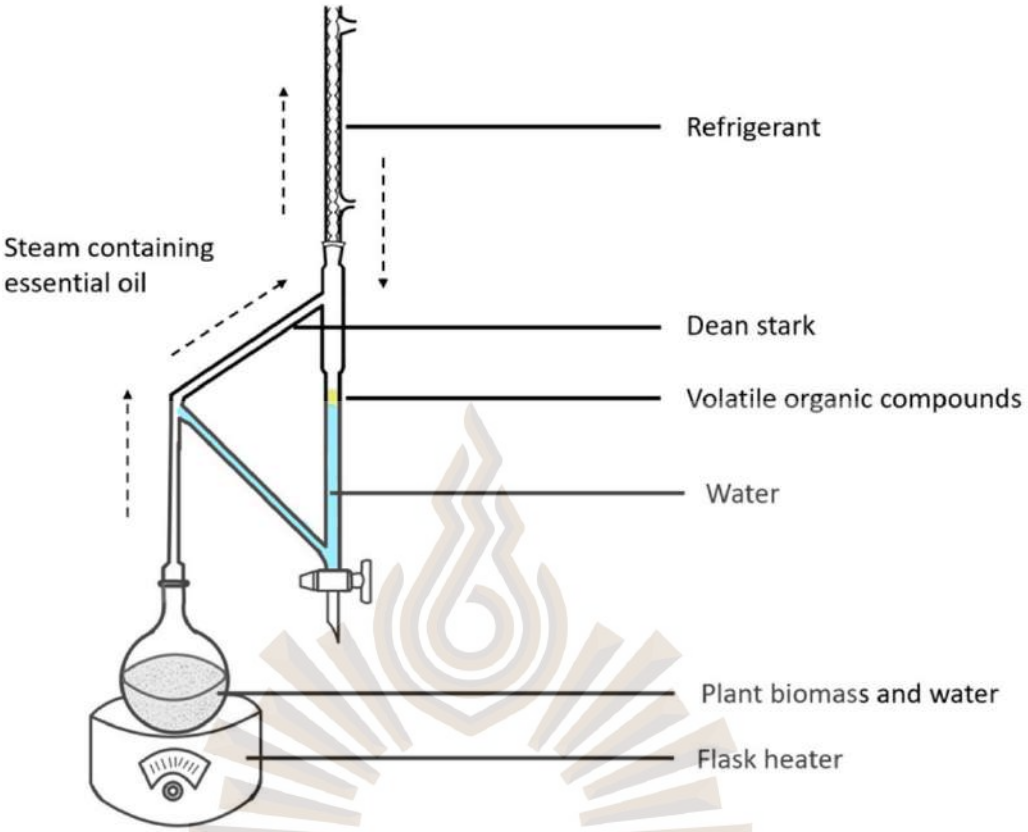
16) เทอร์โมมิเตอร์

3.2 การคัดเลือกตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้เลือกเหง้ากระทือจากจังหวัดนครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ประจวบคีรีขันธ์ พัทลุง และสงขลา นำต้นไปตรวจสอบความถูกต้องโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่กรมป่าไม้

3.3 การสกัดน้ำมันกระทือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ

โดยการนำเหง้ากระทือสดของแต่ละจังหวัดที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ มาแหล่งละ 200 กรัม ใส่ลงในภาชนะก้นกลมขนาด 1000 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำ 200 มิลลิลิตร แล้วต่ออุปกรณ์การกลั่น (Clevenger Apparatus) ตรงด้านบนต่อด้วย Condenser ดังรูปที่ 3.1 ทำการให้ความร้อนแก่ภาชนะก้นกลมจนน้ำภายในเดือดกลายเป็นไอ ซึ่งไอน้ำจะพาสารที่ระเหยได้ง่ายจากชิ้นเหง้ากระทือสดขึ้นไปกระทบกับ Condenser ที่หล่อด้วยน้ำเย็น แล้วสารระเหยจะกลั่นตัวลงมาเป็นน้ำมันผสมกับน้ำ ลงในหลอดที่รองรับในระบบ ซึ่งชั้นน้ำมันจะลอยอยู่ข้างบนเหนือชั้นน้ำ ทำการให้ความร้อนเป็นเวลา 6 ชั่วโมง หรือจนไม่มีน้ำมันหยดลงมาเพิ่ม แล้วเก็บน้ำมันที่ได้โดยการไขก๊อกออกมา



รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ Clevenger apparatus

ที่มา : Xu et al., 2022

3.4 การวิเคราะห์น้ำมันกระทือด้วยเครื่อง GC-MS

นำน้ำมันกระทือซึ่งผ่านกำจัดน้ำออกด้วยสาร Anhydrous Sodium Sulfate มา 10 มิลลิกรัม มาละลายใน 1 มิลลิลิตรของเฮกเซน (Hexane) นำมาฉีดในเครื่อง GC-MS ของ Agilent Technology HP 6890 โดยมี FID (Flame Ionization Detector) เป็นตัวตรวจจับสัญญาณ จากนั้นนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลมาตรฐาน NIST 11 (National Institute of Standards and Technology [NIST], 2020)

ตารางที่ 3.1 สภาวะของการวิเคราะห์ GC

พารามิเตอร์	รายละเอียด
Carrier Gas	Hydrogen Gas
Flow	10.0 มิลลิลิตรต่อนาที
Injector Temperature	250 องศาเซนเซียส
Detector	FID (Flame Ionization Detector)
Detector Temperature	260 องศาเซนเซียส
Column	HP-Wax (0.25 มิลลิเมตร I.D. × 30 เมตร) ชั้นฟิลม์หนา0.25 ไมโครเมตร

ตารางที่ 3.2 การโปรแกรมอุณหภูมิ (Temperature Program)

Time (นาที)	Temp (องศาเซนเซียส)
0.01	60
2.00	60
55.00	220
65.00	220
65.00	30

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.5 การเตรียมครีมน้ำมันกระทือ

เตรียมพัฒนาสูตรตำรับอิมัลชันในรูปแบบแอลฟาเจล จำนวน 5 สูตร โดยใช้ Purephose Alpha : Arginine ในอัตราส่วน 2 : 1 โดยกำหนดความแตกต่างของ Emollient ต่างชนิดกัน ที่ปริมาณในสูตร 20% (Shea Butter, Cocau Butter, Coconut Butter, Lanolin (PEG-75) และ Liquid Parrafin)

ตารางที่ 3.3 สูตรตำรับครีมพื้น

ชื่อสูตร/INCN	ปริมาณ (กรัม)					Function
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	
Phase A :						
Cetyl alcohol	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	Bodying Agent
Stearyl alcohol	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	Bodying Agent
Purephose Alpha	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	Emulsifier
Glyceryl tri-2 ethylhexanoate	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	Emollient
Shea Butter	20					Emollient
Cocao butter		20				Emollient
Liquid paraffin			20			Emollient
Lanolin (PEG-75)				20		Emollient
Coconut butter					20	Emollient
Phase B :						
Arginine	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	Neutralizer
Glycerin	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	Humectant
1,3-Butylene glycol	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	Humectant
Xantan Gum	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	Thickener
DI water	q.s.100	q.s.100	q.s.100	q.s.100	q.s.100	Diluent
Phase C :						
DMDM	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	preservative

3.5.1 ขั้นตอนการเตรียม

1) ชั่ง Xantan Gum ละลายใน 1,3 - Butylene glycol จากนั้นเติม Glycerin ผสม D I Water และ เติม Arginine โดยให้ความร้อนที่ 65-80 องศาเซลเซียส

2) นำ Phase A ผสมกัน ให้ความร้อนที่ 65-80 องศาเซลเซียส

3) นำสารใน Phase B ใส่ลงใน Phase A ปั่นผสมกันด้วยเครื่อง Homogenizer จนเป็นเนื้อเดียวกัน

4) ลดอุณหภูมิสารในข้อ 3 ลงที่ 45-50 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

5) เติม Phase C ลงใน ข้อ 3

3.5.2 การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของครีมพื้น

1) สังเกตลักษณะเนื้อครีม สี กลิ่น การแยกชั้น ทดสอบความหนืด โดยการใช้เครื่องมือ Brookfield Viscometer ความรู้สึกเมื่อทา และทดสอบความเป็น กรด-เบส ของครีมโดยใช้เครื่อง pH Meter เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ และเมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือน โดยเก็บรักษาครีมไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2) ส่องด้วยกล้อง Microscope ภายใต้แสง Polarization เพื่อดูลักษณะโครงสร้างของอิมัลชันโดยตรวจสอบหาโครงสร้างเฉพาะของอิมัลชันในรูปแบบอัลฟาเจล โดยดูลักษณะของ Maltese

3.5.3 การพัฒนาอิมัลชันในรูปแบบแอลฟาเจลจากสารซีรัมโบน

โดยคัดเลือกสูตรตำรับครีมพื้นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและความคงตัวที่ดีมาพัฒนาเป็นครีมสารซีรัมโบน โดยเติมสารซีรัมโบนลงใน Phase A ของตำรับที่ดีที่สุด โดยใส่ในปริมาณ 2, 3, 4 และ 5 % w/w

3.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษานี้จะใช้สถิติเชิงพรรณา ในการวิเคราะห์ข้อมูลทุกส่วน โดยจะหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การศึกษาลักษณะทางกายภาพของครีมน้ำมันกระทือ สีของครีม การแยกวัฏภาค ความเป็นกรด - ด่าง โดยใช้เครื่อง pH Meter ความหนืดด้วยเครื่อง Viscometer Brookfield Ametek

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการสกัดน้ำมันกระทือโดยวิธี Hydrodistillation

เก็บเหง้ากระทือสดจากจังหวัดนครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ประจวบคีรีขันธ์ พัทลุง และสงขลา มาทำความสะอาด บันทึกภาพ (รูปที่ 4.1 - 4.3) จากนั้นนำส่วนเหง้าของแต่ละตัวอย่างมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ มาใส่ลงในภาชนะก้นกลมขนาด 500 มล. จากนั้นเติมน้ำลงไปให้ท่วมชิ้นตัวอย่าง แล้วนำอุปกรณ์การกลั่นน้ำมันหอมระเหย (Clevenger Apparatus) มาต่อกับภาชนะก้นกลม ส่วนด้านบนจะต่อกับ Condenser หล่อเย็นด้วยน้ำ จากนั้นทำการให้ความร้อนแก่ภาชนะที่อุณหภูมิ 120 องศาเซนเซียส ทำให้สารละลายเดือด ซึ่งจะทำให้น้ำที่เดือดกลายเป็นไอจะนำพาสารระเหยจากเหง้ากระทือขึ้นไปกระทบ Condenser หล่อเย็นด้วยน้ำ ไอระเหยจะกลั่นตัวลงมาเป็นหยดน้ำมันผสมกับน้ำลงในหลอดที่รองรับ ชั้นของน้ำมันหอมระเหยจะลอยอยู่ข้างบนเหนือชั้นน้ำ ทำการกลั่นเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง พบว่าเก็บน้ำมันกระทือได้ตามตารางที่ 4.1

รูปที่ 4.1 เหง้ากระทือของจังหวัด นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ 4.2 เหง้ากระทือของจังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ และพัทลุง

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

รูปที่ 4.3 เหง้ากระทือของจังหวัด สงขลา

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

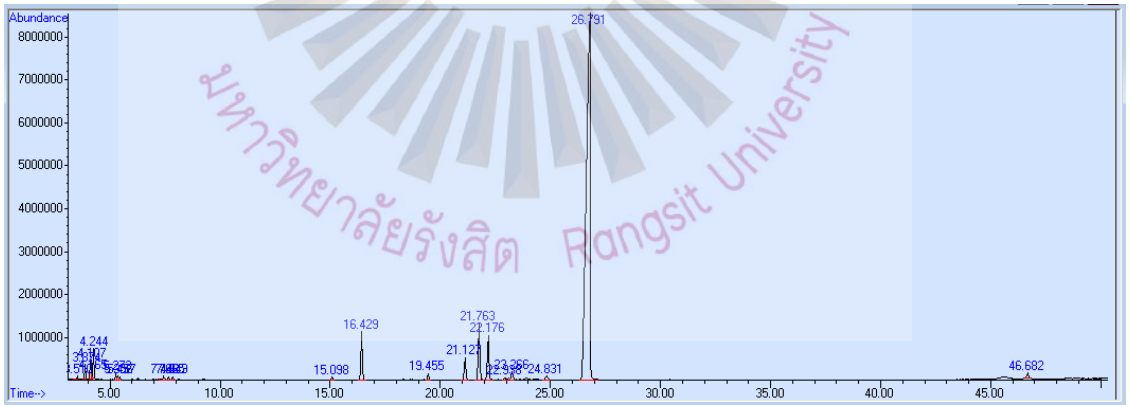
ตารางที่ 4.1 เปอร์เซนต์น้ำมันกระทือจาก 5 แหล่ง

แหล่งของสมุนไพร	เปอร์เซนต์น้ำมัน (%v/w)*
นครศรีธรรมราช	0.25 ± 0.13
สุราษฎร์ธานี	0.31 ± 0.07
ประจวบคีรีขันธ์	0.24 ± 0.08
พัทลุง	0.27 ± 0.12
สงขลา	0.20 ± 0.09

* n = 3

4.2 ผลการวิเคราะห์น้ำมันกระทือด้วยเครื่อง GC-MS

นำน้ำมันกระทือที่กลั่นได้จากข้อ 4.1 ที่ผ่านการทำให้แห้งมา 15 มิลลิกรัมมาละลายใน 1 มิลลิลิตรของเฮก เซน นำมาฉีดในเครื่อง GC-MS ของ Agilent Technology HP 6890 โดยมีตัวตรวจจับสัญญาณเป็น FID ได้โครมาโตแกรมดังรูปที่ 1 โดยข้อมูลจำนวนและปริมาณของสารที่ตรวจพบได้แสดงในตารางที่ 4.1



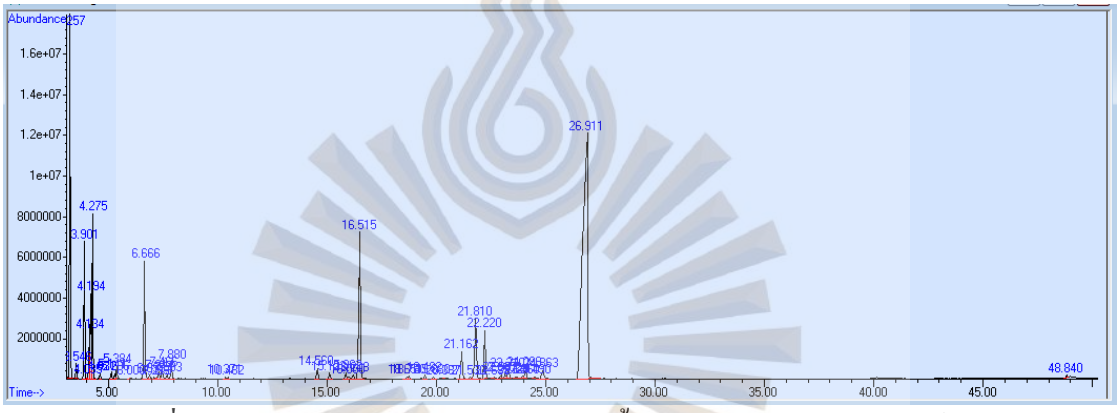
รูปที่ 4.4 โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

สำหรับชนิดของสารได้ทำการตรวจสอบเปรียบเทียบกับฐานข้อมูบ NIST11 ดังแสดงในตารางที่ 4.2 โดยเกณฑ์การระบุชนิดของสารอาศัยความเหมือนของ Mass Spectrum Fragmentation ที่ระดับความคล้ายคลึงร้อยละ 90 ขึ้นไป ตารางที่ 4.3 สรุปสารสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดนครศรีธรรมราช

ตารางที่ 4.2 สรุปสารสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดนครศรีธรรมราช

สาร	เวลา (t_r, นาที)	% Area	ชื่อสารเปรียบเทียบจากฐานข้อมูล NIST 11
1	16.43	3.75	Humulene
2	21.12	2.03	Caryophyllene Oxide
3	21.76	5.12	Santolina Triene
5	22.18	3.77	Endo-2-Methylbicyclo[3.3.1]nonane
6	26.79	77.81	Zerumbone

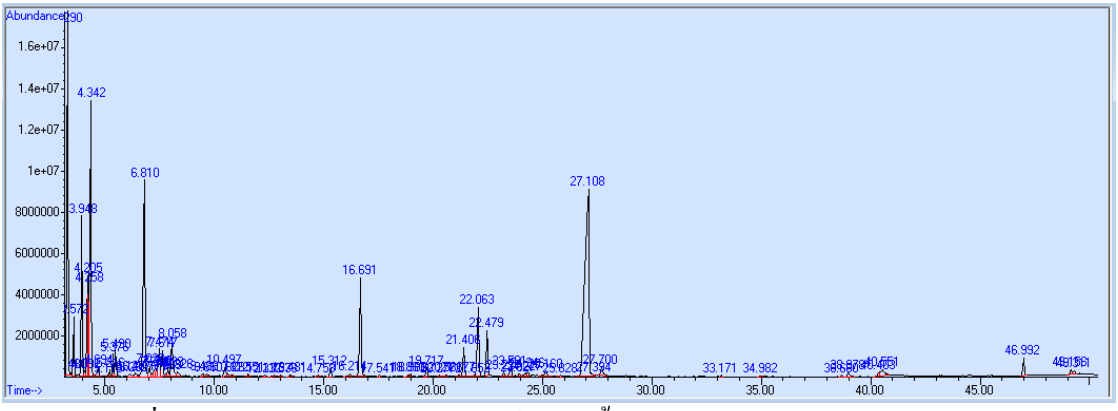


รูปที่ 4.5 โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

ตารางที่ 4.3 สรุปสารสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี

สาร	เวลา (t_r, นาที)	% Area	ชื่อสารเปรียบเทียบจากฐานข้อมูล NIST 11
1	4.27	4.89	Eucalyptol
2	6.66	4.91	(+)-2-Bornanone
3	16.51	9.22	Humulene
5	21.81	3.90	Santolina Triene
6	26.91	44.59	Zerumbone

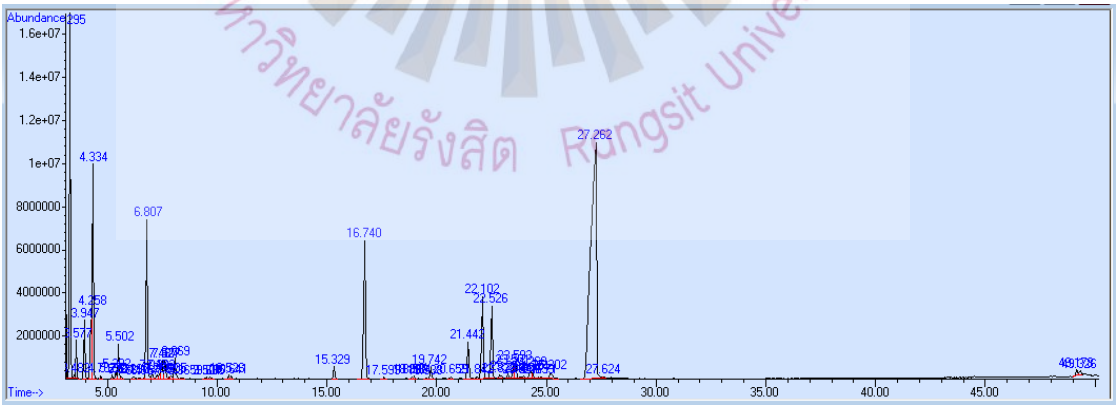


รูปที่ 4.6 โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

ตารางที่ 4.4 สรุปสารสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สาร	เวลา (t_r, นาที)	% Area	ชื่อสารเปรียบเทียบจากฐานข้อมูล NIST 11
1	4.34	10.24	Eucalyptol
2	6.81	10.11	(+)-2-Bornanone
3	16.69	4.97	Humulene
5	22.06	3.55	Camphene
6	27.11	23.57	Zerumbone



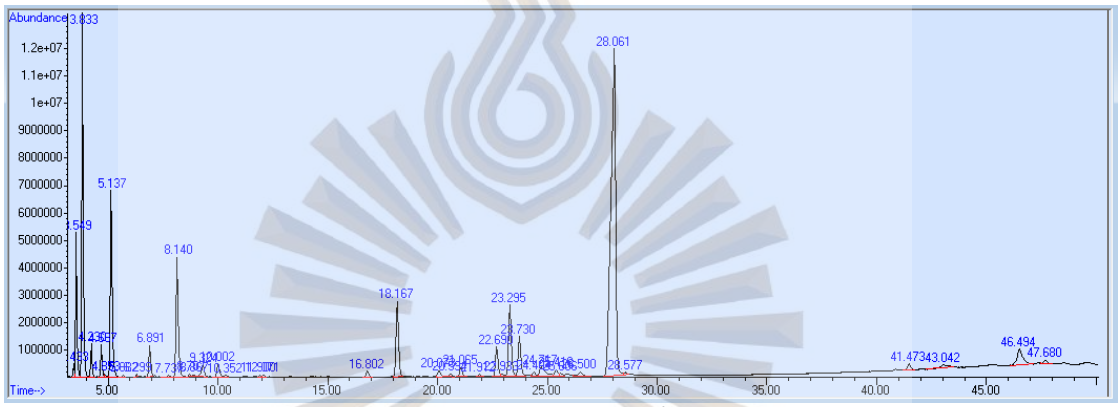
รูปที่ 4.7 โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดพัทลุง

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.5 สรุปสาระสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดพัทลุง

สาร	เวลา (t_r, นาที)	% Area	ชื่อสารเปรียบเทียบจากฐานข้อมูล NIST 11
1	4.33	7.29	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene
2	6.81	6.78	(+)-2-Bornanone
3	16.74	7.60	Humulene
5	22.10	4.22	Santolina triene
6	22.52	3.49	Cis-Decahydro naphthalene
7	27.26	39.47	Zerumbone



รูปที่ 4.8 โครมาโตแกรมของสารระเหยจากน้ำมันกระทือ จังหวัดสงขลา

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

ตารางที่ 4.6 สรุปสาระสำคัญหลักที่พบมากในน้ำมันกระทือจากจังหวัดสงขลา

สาร	เวลา (t_r, นาที)	% Area	ชื่อสารเปรียบเทียบจากฐานข้อมูล NIST 11
1	3.83	12.40	Camphene
2	5.13	8.50	o-Cymene
3	8.14	6.47	Camphor
5	18.16	4.76	Humulene
6	23.29	4.86	Santolina Triene
7	28.06	38.60	Zerumbone

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า องค์ประกอบของสารในน้ำมันกระทือมีองค์ประกอบเรียบง่าย ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมี % Area ของสาร Zerumbone เท่ากับ

77.81 และ 44.59 ตามลำดับ ส่วนจังหวัดประจวบคีรีขันธ์จะมี % Area ของสาร Zerumbone น้อยที่สุดที่ 23.57 ส่วนจังหวัดพัทลุงและสงขลา จะมี% Area ของสาร Zerumbone ใกล้เคียงกันคือ 39.47 และ 38.60 สำหรับงานวิจัยนี้ยังไม่ได้หาปริมาณที่แน่ชัดของสาร Zerumbone ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการต่อไปในงานวิจัยหน้า

สารชนิดอื่นที่พบบ่อยในน้ำมันกระทือ ได้แก่สาร (+)-2-Bornanone, Humulene, Santolina Triene, Eucalyptol และ Camphene แต่ละแหล่งจะให้สารเหล่านี้ในปริมาณที่แตกต่างกัน แต่จัดได้ว่าสารเหล่านี้เป็นสารบ่งชี้รองของน้ำมันจากเหง้ากระทือ งานวิจัยระบุว่าอนุพันธ์ของบอร์นีโอลบางชนิด รวมถึง (+)-2-บอร์นาโนน ((+)-2-Bornanone) มีคุณสมบัติต้านไวรัสต่อไวรัสเช่น อีโบลา และไข้หวัดใหญ่ สารประกอบเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการจำลองตัวของไวรัสเหล่านี้ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของพวกมันในฐานะสารรักษาโรคติดเชื้อไวรัส (Sokolova et al, 2017, n.p.) การศึกษาได้ประเมินผลต้านเนื้องอกของน้ำมันหอมระเหยที่มี (+)-2-บอร์นาโนน การทดสอบในหลอดทดลองโดยใช้เซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากของมนุษย์ (LNCaP) และเซลล์มะเร็งผิวหนังของหนู (B16) แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยเหล่านี้ ซึ่งรวมถึง (+)-2-บอร์นาโนน มีผลเป็นพิษต่อเซลล์ ซึ่งบ่งชี้ถึงบทบาทที่เป็นไปได้ในการรักษามะเร็ง (Sun et al., 2022, p.919294) ฮูมูลีน (Humulene) หรือที่รู้จักในชื่อ α-ฮูมูลีน หรือ α-แคริโอฟิลลีน เป็นเซสควิเทอร์พีนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ α-ฮูมูลีนได้แสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ต้านการอักเสบที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของไซโตไคน์ที่กระตุ้นการอักเสบ TNF-α และ IL-1β มันทำให้เกิดการลดลงของกลูตาไธโอนภายในเซลล์และเพิ่มการผลิตสารอนุมูลอิสระ ซึ่งอาจมีส่วนช่วยในคุณสมบัติการต้านการอักเสบของมัน (Viveiros et al., 2022, p.1903) Santolina Triene เป็นชนิดของเทอร์พีนอยด์ที่ไม่ปกติ และการมีอยู่ของมันได้ถูกวัดปริมาณในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากสายพันธุ์ Santolina ต่างๆ ตัวอย่างเช่น ในน้ำมันหอมระเหยของ *Santolina chamaecyparissus* มี Santolina Triene ประกอบด้วยประมาณ 13.5% ของส่วนประกอบทั้งหมด มีงานวิจัยชี้ให้เห็นว่า Santolina Triene มีส่วนช่วยในความสามารถต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหย กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมักถูกวัดโดยใช้การทดสอบหลากหลายวิธี เช่น วิธี DPPH ซึ่งประเมินความสามารถของสารประกอบในการกำจัดอนุมูลอิสระ น้ำมันหอมระเหยที่มี Santolina Triene ได้แสดงให้เห็นถึงผลการต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการบรรเทาภาวะเครียดออกซิเดทีฟในระบบชีวภาพ (Sukhikh et al., 2021, p.2806) ยูคาลิปตอล (Eucalyptol) หรือที่รู้จักในชื่อ 1,8-ซินีออล เป็นสารประกอบโมโนเทอร์พีนออกไซด์ที่สกัดได้ส่วนใหญ่จากน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลยูคาลิปตัส สารนี้ได้รับความสนใจเนื่องจากมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย ซึ่งรวมถึงคุณสมบัติในการต้านการอักเสบ ต้าน

อนุมูลอิสระ ต้านจุลชีพ และต้านมะเร็ง (Cai et al., 2021, p.938) แคมฟีน (Camphene) ซึ่งเป็นสารโมโนเทอร์พีนแบบวงสองวง ได้เป็นหัวข้อของการศึกษาต่างๆ ที่สำรวจฤทธิ์ทางชีวภาพของมัน ซึ่งรวมถึงคุณสมบัติในการต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านมะเร็ง ต้านอนุมูลอิสระ และต้านไวรัส (Hachlafi et al., 2021, p.1799) นอกเหนือจากฤทธิ์ต้านจุลชีพและต้านอนุมูลอิสระแล้ว แคมฟีนยังแสดงศักยภาพในการต้านมะเร็งอีกด้วย อนุพันธ์ต่างๆ ของแคมฟีนได้ถูกสังเคราะห์และทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก ซึ่งบ่งชี้ถึงศักยภาพของมันในฐานะสารต้นแบบสำหรับการรักษามะเร็ง (Ethan & Marcu, 2017, p.67)

4.3 ผลการเตรียมครีมน้ำมันกระทือในรูปแบบอัลฟาเจล

การเตรียมครีมอัลฟาเจลจะทำครีมแบบ Oil in Water โดยนำวัฏภาคน้ำมันซึ่งได้แก่ Purephos Alpha ผสมร่วมกับ Cetyl Alcohol Stearyl Alcohol และ Glyceryl tri-2 Ethylhexanoate ผสมกับ Emollient ในตารางสูตรครีม นำมาตั้งบน Water Bath อุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซนเซียส ส่วนวัฏภาคน้ำซึ่งได้แก่ น้ำ Arginine, 1,3- Butylene Glycol, Glycerine และ Xantan Gum นำมาตั้งบน Water Bath อุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซนเซียส จากนั้นเทชั้นน้ำมันลงในชั้นน้ำ โดยมี Homogenizer ปั่น โดยใช้เวลาปั่นเป็นเวลา 3-5 นาทีที่อุณหภูมิ 75 องศาเซนเซียส แล้วปั่นต่อไปที่อุณหภูมิ 55 องศาเซนเซียส เมื่ออุณหภูมิลดลงมาที่ 45 องศาเซนเซียส เติม DMDM Hydantoin จากนั้นใช้แท่งแก้วปั่นให้เข้ากันจนเป็นเนื้อครีม จะเตรียมทั้งหมด 5 สูตร หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็น พบว่าสูตรทุกสูตรไม่แยกชั้น

4.4 การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของครีมพื้น

จากการเตรียมครีมพื้นในรูปแบบแอลฟาเจล จำนวน 5 สูตร พบว่าได้ลักษณะครีมพื้นที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน รวมทั้งลักษณะโครงสร้าง Maltese Cross เฉพาะของแอลฟาเจลที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์ภายใต้แสงโพลาไรซ์มีความแตกต่างกันดังนี้

สูตรที่ 1 มีลักษณะครีมสีขาว เนื้อละเอียดเนียนเงา ไม่มีกลิ่น เมื่อทากับผิว พบว่าซึมเข้าผิวได้ดี

สูตรที่ 2 มีลักษณะครีมสีขาวขุ่น เนื้อครีมเรียบเนียน ไม่มีกลิ่น เมื่อทากับผิว พบว่าซึมเข้าผิวได้ดี

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สูตรที่ 3 มีลักษณะครีมสีขาวขุ่น เนื้อแห้งเรียบ ไม่มีกลิ่น เมื่อทากับผิวพบว่าซึมเข้าผิวได้ดี

สูตรที่ 4 มีลักษณะครีมสีเหลืองอ่อน เนื้อเรียบเนียน ไม่มีกลิ่น เมื่อทากับผิวพบว่าซึมข้าผิวได้ช้า ลื่นมัน ทิ้งคราบสีขาวไว้สักครู่

สูตรที่ 5 มีลักษณะครีมสีขาวขุ่น มีกลิ่นเล็กน้อย เมื่อทากับผิวพบว่าซึมเข้าผิวได้ ดี

ครีมสูตรที่ 1 ครีมสูตรที่ 2

รูปที่ 4.9 ลักษณะเนื้อครีมพื้นสูตร 1 และสูตร 2

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

ครีมสูตรที่ 3 ครีมสูตรที่ 4

รูปที่ 4.10 ลักษณะเนื้อครีมพื้นสูตร 3 และสูตร 4

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ 4.11 ลักษณะเนื้อครีมพื้นสูตร 5

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

ตารางที่ 4.7 ค่าความหนืด และค่าความเป็นกรด-ด่างของครีม

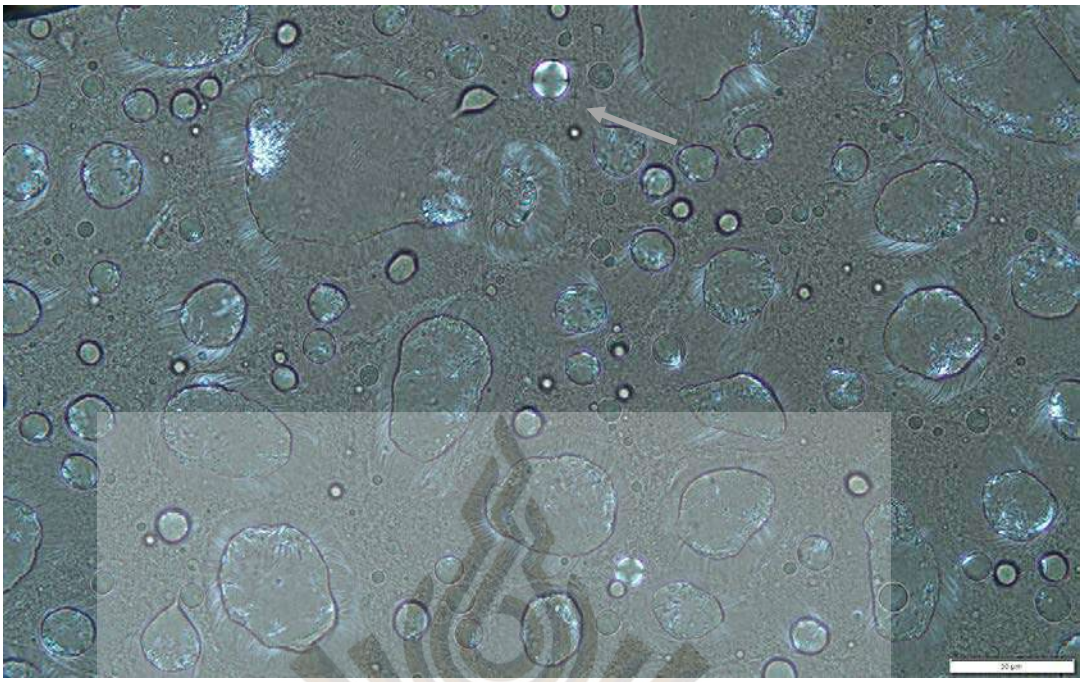
สูตรครีม	ความหนืด (cP)	pH
1	1642.15±34.70	6.32±0.01
2	1527.18±67.81	6.40±0.05
3	4252.37±138.83	6.33±0.01
4	>6000	6.03±0.01
5	2034.48±86.56	6.13±0.02

ค่าความหนืดวัดใช้หัว L4 ความเร็วรอบ 100 rpm (n = 3)

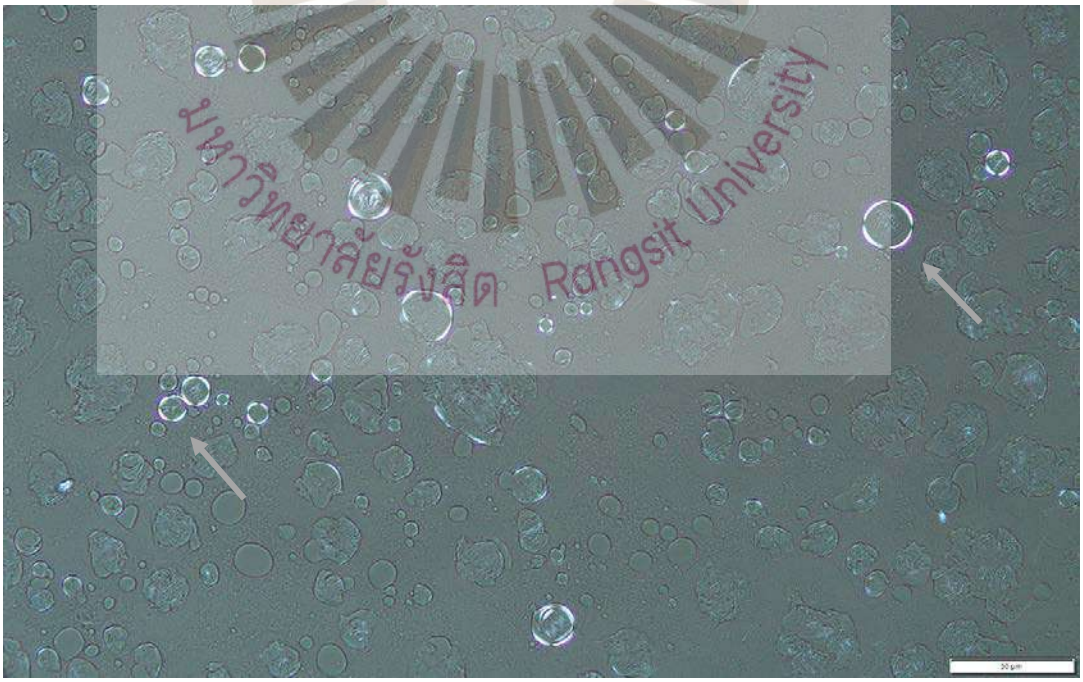
ค่าความหนืดทั้ง 5 สูตรอยู่ในช่วง 1527.18 ถึง 6000 cP โดยสูตรที่ 4 ที่ใช้ลาโนลิน จะมีความหนืดที่สูงมาก ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.03 ถึง 6.40 ซึ่งสูงกว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวหนังที่ 5.5 เพียงเล็กน้อย

1) ส่องด้วยกล้อง Microscope ภายใต้แสง Polarization เพื่อดูลักษณะโครงสร้าง Maltese Cross ของอิมัลชันในรูปแบบแอลฟาเจล

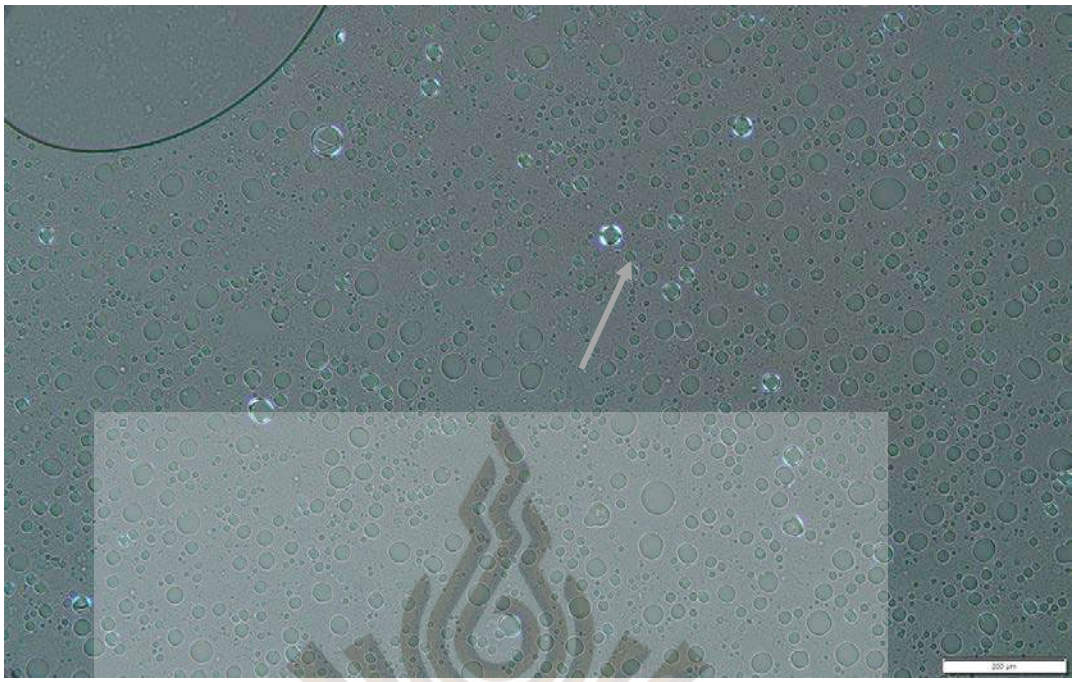
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 4.12 ภาพครีมสูตรที่ 1 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X
ตรงปลายลูกศรแสดงให้เห็น Maltese Cross
ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566



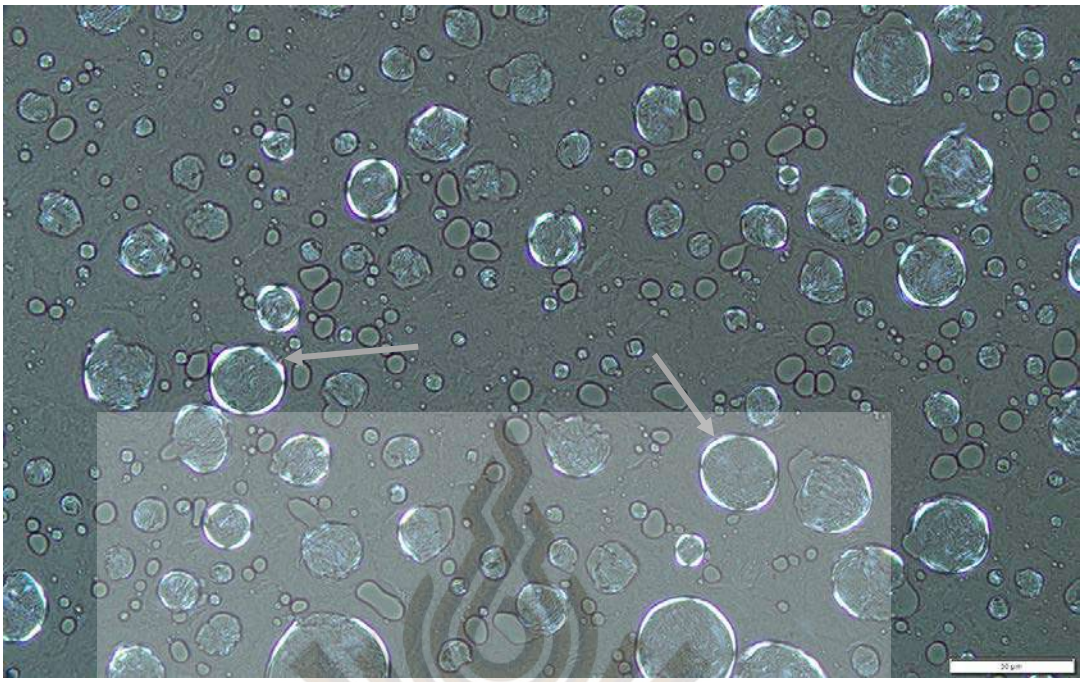
รูปที่ 4.13 ภาพครีมสูตรที่ 2 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X
ตรงปลายลูกศรแสดงให้เห็น Maltese Cross
ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566



รูปที่ 4.14 ภาพครีมสูตรที่ 3 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X
ตรงปลายลูกศรแสดงให้เห็น Maltese Cross
ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

รูปที่ 4.15 ภาพครีมสูตรที่ 4 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X
พบ Maltese Cross น้อยมาก
ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

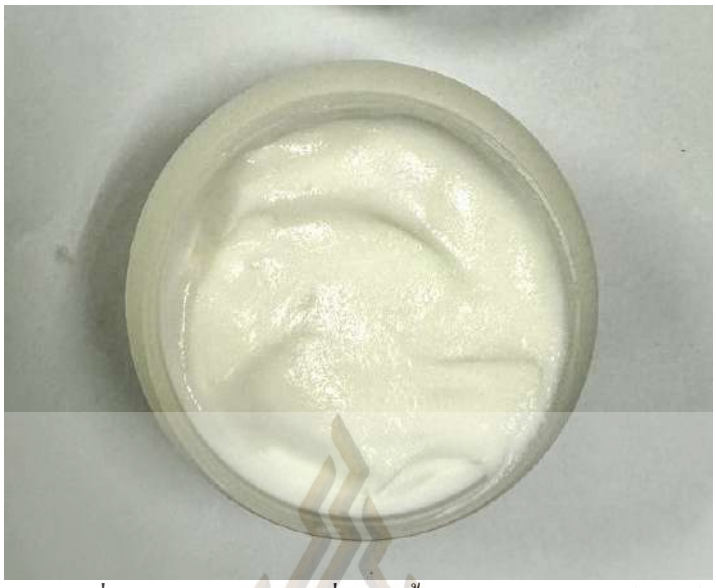


รูปที่ 4.16 ภาพครีมสูตรที่ 5 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X
พบ Maltese Cross จำนวนมาก
ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

ผลของครีมที่ถูกส่องด้วยกล้อง Microscope ภายใต้แสง Polarization (PLM) ที่กำลังขยาย 40X เพื่อดูลักษณะโครงสร้างของ Maltese Cross ของซึ่งเป็นโครงสร้างเฉพาะของอิมัลชันในรูปแบบแอลฟาเจล พบว่าสูตรที่ 2 และ 3 ให้ปริมาณของ Maltese Cross ปานกลาง ในขณะที่ครีมสูตรที่ 1 และ 4 พบโครง สร้างของ Maltese Cross น้อยมาก ส่วนครีมสูตรที่ 5 พบ Maltese Cross จำนวนมาก ดังนั้นสูตรที่ 5 ที่ใช้ Coconut Butter เป็น Emoillient เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด

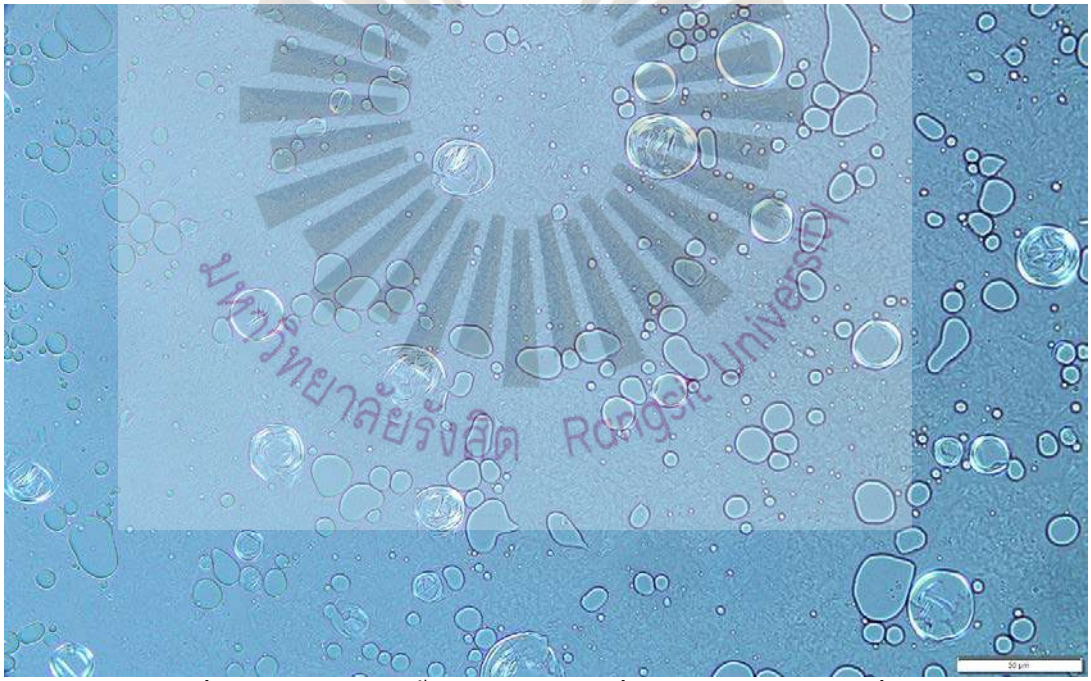
4.5 การพัฒนาตำรับครีมจากน้ำมันกระทือ

ทำการเตรียมสูตรครีมที่เลือกไว้และผสมน้ำมันกระทือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่าสูตรที่มีน้ำมันกระทือร้อยละ 1 มีความคงตัว ไม่เกิดการแยกชั้น มีความหนืดเท่ากับ 2034.48 เซนติพอยด์ (cP) และมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.03 ครีมจะถูกส่องด้วยกล้อง Microscope ภายใต้แสง Polarization (PLM) ที่กำลังขยาย 40X เพื่อดูลักษณะโครงสร้างของ Maltese Cross



รูปที่ 4.17 ภาพครีมสูตรที่ 5 ใส่น้ำมันกระทือ 1 เปอร์เซนต์

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566



รูปที่ 4.18 ภาพครีมใส่น้ำมันกระทือสูตรที่ 5 ภายใต้กล้อง PLM ที่กำลังขยาย 40X

พบ Maltese Cross จำนวนมาก

ที่มา : ปรียาภรณ์ จงฉิม, 2566

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1. การสกัดน้ำมันกระทือโดยวิธีการกลั่นโดยใช้ไอน้ำ และทำการวิเคราะห์สารด้วย GC-MS

นำเหง้ากระทือสดจาก 5 จังหวัดมาจังหวัดละ 200 กรัม ทำการกลั่นด้วยไอน้ำเป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าได้น้ำมันกระทือจำนวนร้อยละโดยปริมาตรต่อน้ำหนัก 0.20±0.09 ถึง 0.31±0.07 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25±0.04 จากนั้นนำน้ำมันมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยฉีดเข้าเครื่อง GC-MS โดยเน้นสารหลักจำนวน 6-7 ชนิด ที่มีปริมาณมากเกิน 5 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ใต้พีคมีสารสำคัญทั้งหมด 6 ชนิด คือ Camphene, Eucalyptol, 2-Bornanone, Humulene, Santolina triene, และ Zerumbone โดยนำข้อมูล Mass spectrum ของสารทั้งหมดไปเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูล NIST 11 พบว่า ตรงกับสารในฐานข้อมูล จากการวิเคราะห์และพิจารณา % Area พบว่าสารหลัก Zerumbone เป็นสารที่พบมากที่สุดถึงร้อยละ 77.81 ถึง 23.57 แล้วแต่แหล่ง แต่ปริมาณที่แน่ชัดต้องทำหารตรวจสอบหาปริมาณกับสารมาตรฐานอีกครั้ง

5.2 การเตรียมครีมน้ำมันกระทือ

5.2.1 การเตรียมครีมพื้น

ครีมจะถูกเตรียมแบบ Oil in Water โดยใช้วิธี Hot Method โดยนำวัฏภาคน้ำมันและน้ำนำมาตั้งบน Water Bath อุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซนเซียส จากนั้นเทชั้นน้ำมันลงในชั้นน้ำที่มีอุณหภูมิเท่ากันโดยมี Homogenizer ปั่นอยู่ตลอดเวลา โดยจะเตรียมครีมพื้นทั้งหมด 5 สูตร หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็น พบว่าทั้ง 5 สูตรไม่เกิดการแยกชั้น ค่าความหนืดทั้ง 5 สูตรอยู่ในช่วง 1527.18 ถึง 6000 cP โดยสูตรที่ 4 ที่ใช้ลาโนลิน จะมีความหนืดที่สูงมาก ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.03 ถึง 6.40 ซึ่งสูงกว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวหนังที่ 5.5 เพียงเล็กน้อย เมื่อครีมทถูกนำไปส่องด้วยกล้อง Microscope ภายใต้แสง Polarization (PLM) ที่กำลังขยาย 40X เพื่อดูลักษณะโครงสร้างของ Maltese Cross ซึ่งเป็นโครงสร้างเฉพาะของอิมัลชันในรูปแบบแอลฟาเจล พบว่าสูตรที่ 2 และ 3 ให้ปริมาณของ Maltese Cross ปานกลาง ในขณะที่ครีมสูตรที่ 1 และ 4 พบโครง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สร้างของ Maltese Cross น้อยมาก ส่วนครีมสูตรที่ 5 พบ Maltese Cross จำนวนมาก ดังนั้นสูตรที่ 5 ที่ใช้ Coconut Butter เป็น Emoillient เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด

5.2.2 การพัฒนาตำรับครีมจากน้ำมันกระทือ

เตรียมครีมที่ผสมน้ำมันกระทือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก พบว่าสูตรที่มีน้ำมันกระทือร้อยละ 1 มีความคงตัว ไม่เกิดการแยกชั้น มีความหนืดเท่ากับ 2034.48 เซนติพอยด์ (cP) และมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.03 ครีมจะถูกส่องด้วยกล้อง Microscope ภายใต้แสง Polarization (PLM) ที่กำลังขยาย 40X พบลักษณะโครงสร้างของ Maltese Cross ที่มากพอสมควร แสดงให้เห็นว่า ครีมมีคุณสมบัติที่ดี

5.3 อภิปรายผลการวิจัย

การกลั่นกระทือสดด้วยวิธี Hydrodistillation เป็นการใช้ไอน้ำเป็นตัวพาน้ำมันหอมระเหยหรือสารกลุ่มเทอร์ปีนขึ้นมา แล้วกลั่นตัวลงมาในอุปกรณ์กลั่นน้ำมันหอมระเหย Clevenger Apparatus ที่ช่วยแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำได้ดี พบว่า ได้น้ำมันกระทือมากที่สุดจำนวนร้อยละ 0.31±0.07 ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่ปกติเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันที่เคยมีการรายงานกระทือที่ประเทศเวียดนาม (Dai, 2013) จากนั้นนำน้ำมันมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยฉีดเข้าเครื่อง GC-MS พบสารสำคัญหลัก 6 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบจากฐานข้อมูล NIST 11 (NIST, 2020) คือ Camphene, Eucalyptol, 2-Bornanone, Humulene, Santolina triene, และ Zerumbone โดยพบสาร Zerumbone มากที่สุดถึงร้อยละ 77.81 ซึ่งเป็นน้ำมันกระทือของจังหวัดนครศรีธรรมราช การที่มี %area สูง เนื่องจากน้ำมันมีสารอื่นเกิดร่วมอยู่น้อยเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ดังนั้นจะต้องทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารซีรัมโบนโดยเทียบกับสารมาตรฐานต่อไป สารอื่นๆที่วิเคราะห์ได้มีความสอดคล้องการสารที่พบในกระทือที่รายงานในวารสาร (Nigam & Levi, 1963; Dai, 2013) โดยปริมาณสารแต่ละชนิดในแต่ละแหล่งพบในปริมาณที่แตกต่างกัน ปัจจัยที่ทำให้แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากหลายปัจจัย เช่นเกิดจากสายพันธ์ที่ปลูก ชนิดของดินที่ปลูก และสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปลูก ทำให้มีปริมาณของสารต่างๆ แตกต่างกันไป ถัดมาจะเป็นการนำน้ำมันที่กลั่นได้มาเตรียมให้อยู่ในรูปแบบครีม โดยในขั้นต้นเบื้องต้นจะทำการพัฒนาสูตรครีมพื้น 5 สูตร โดยมีสาร Purephos Alpha เป็นสารก่ออิมัลชัน และมีการปรับเปลี่ยน Emoillient 5 ชนิด พบว่าสูตรที่ใช้ Coconut Butter ร้อยละ 20 มีความคงตัวดี มีความนุ่มของเนื้อครีม และดูดซึมเข้าสู่ผิวได้อย่างรวดเร็ว เมื่อส่องด้วยกล้อง Microscope ภายใต้แสง Polarization (PLM) ที่กำลังขยาย 40X พบลักษณะ

โครงสร้างของ Maltese Cross ที่มากพอสมควร ดังนั้นสูตรครีมดังกล่าวมีความเหมาะสมในการที่จะนำไปพัฒนาต่อเป็นครีมแก้อาการอักเสบ

5.4 ข้อเสนอแนะ

1) ควรนำครีมกระทือไปทดสอบการระคายเคือง และการก่อการแพ้ต่อผิวหนัง

2) ควรหาความคงตัวของสารซีรัมโบนของน้ำมันกระทือในครีมที่จะใช้รักษาอาการอักเสบ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กองทุนภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2555). *ประมวลสรรพคุณสมุนไพรไทย 1*. นนทบุรี : กลุ่มงานพัฒนาวิชาการแพทย์แผนไทยและสมุนไพร สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก .

โครงการอนุรักษ์พันธุ์พืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็กพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี. *กระทือ.กลุ่มยาขับน้ำนม.สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด.* สืบค้นจาก http://www.rspg.or.th/plont_data/herbs_13_2.htm

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ (2543). *เครื่องสำอางธรรมชาติ : ผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหนัง = Natural cosmetics : Products for skin* (พิมพ์ครั้งที่ 1 ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

แม้น อมรสิทธิ์. (2552). *หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ = Principles and techniques of instrumental analysis spectroscopy* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์ 50.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. (2540). *สารานุกรมสมุนไพรไทย รวมหลักเภสัชกรรมไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

Abdelwahab, S.I., Abdul, A.B., Devi, N., Taha, M.M.E., Al-zubairi, A.S., & Mariod, A.A. (2010). Regression of cervical intraepithelial neoplasia by zerumbone in female Balb/c mice prenatally exposed to diethylstilbestrol: Involvement of mitochondria-regulated apoptosis. *Experimental and toxicologic pathology, 62*, 461-469.

Abdelwahab, S.I., Abdul, A.B., Zain, Z.N.M., & Hadi, A.H.A. (2012). Zerumbone inhibits interleukin-6 and induces apoptosis and cell cycle arrest in ovarian and cervical cancer cells. *International Immunopharmacology, 12*, 594-602.

Agilent Corporation. (2024). *Gas chromatograph-mass spectrometry. Agilent Corporation.* Retrieved from https://www.agilent.com/en/product/gas-chromatography-mass-spectrometry-gc-ms/gc-ms-instruments/5977c-gc-msd

Al-Mamoori, F., & Al-Janabi, R. (2018). Recent Advances in Microwave-assisted Extraction (MAE) of Medicinal Plants: A Review. *International Research Journal of Pharmacy, 9*(6), 22-29. DOI:10.7897/2230-8407.09684

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., …Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering, 117*(4), 426-436. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014

Cai, Z.M., Peng, J.Q., Chen, Y., Tao, L., Zhang, Y.Y., Fu, L.Y., Long, Q.D., & Shen, X.C. (2021). 1,8-Cineole: a review of source, biological activities, and application. *Journal of Asian Natural Product Research, 23*(10), 938-954.

Chang, C. J., Tzeng, T. F., Liou, S. S., Chang, Y. S., & Liu, I. M. (2012). Acute and 28-Day Subchronic Oral Toxicity of an Ethanol Extract of Zingiber zerumbet (L.) Smith in Rodents. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, *2012*, 608284. https://doi.org/10.1155/2012/608284

Chien, T.Y., Chen, L.G., Lee, C.J., Lee, F.Y. & Wang, C.C. (2008). Anti-inflammatory constituents of Zingiber zerumbet. *Food Chemistry, 110*, 584-589

Dai, D.N., Thang, T.D., Chau, T.M., & Ogunwande, I.A. (2013). Chemical constituents of the root essential oils of Zingiber rubens Roxb. And Zingiber zerumbet (L.) smith. *American Journal of Plant Sciences, 4*, 7-10.

Hachlafi, N. E., Aanniz, T., Menyiy, N. E., Baaboua, A. E., Omari, N. E., Balahbib, A., … Bouyahya, A. (2021). In Vitro and in Vivo Biological Investigations of Camphene and Its Mechanism Insights: A Review. *Food Reviews International, 39*(4), 1799–1826. https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1936007

Hu, Z., Zeng, Q., Zhang, Bo., Liu, H., & Wang, W. (2014). Promotion of p53 expression and reactive oxidative stress production is involved in zerumbone-induced cisplatin sensitization of non-small cell lung cancer cells. *Biochimie, 107*, 257-262.

Huang, G.C., Chien, T.Y., Chen, L.G., & Wang, C.C. (2005). Antitumor effects of zerumbone from Zingiber zerumbet in P-388D1 cells in vitro and in vivo. *Planta Medica, 31*(7), 219-224.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Ichihara, K., Sugahara, T., Akamatsu, M., Sakai, K., & Sakai, H. (2021). Rheology of α-Gel Formed by Amino Acid-Based Surfactant with Long-Chain Alcohol: Effects of Inorganic Salt Concentration. *Langmuir, 37*(23), 7032–7038.

Iwata, T. (2017). Stabilization of emulsion by α-gel. *Pharm Tech Japan, 33*(1), 75-82.

Koga, A.Y., Beltrame, F.L., & Pereira, A.V. (2016). Several aspects of Zingiber zerumbet: a review. *Brazilian Journal of Pharmacognosy, 26*(3), 385-391. Doi: 10.1016/j.bjp.2016.01.006.

Kuek, W.N., Tiang, Y.R., Yow, H.Y, Tan, L.S.T., How, C.W.,…Foo, J.B. (2024) Skin lightening properties of zerumbone cream: A placebo-controlled study. *Journal of Cosmetic Dermatology, 23*, 2117-2124. doi:10.1111/jocd.16234

Liu, W.Y., Tzeng, T., & Liu, I. (2017). Healing potential of zerumbone ointment on experimental full-thickness excision cutaneous wounds in rat, *Journal of Tissue Viability, 26*(3), 202-207. https://doi.org/10.1016/j.jtv.2017.04.002.

López-Salazar, H., Camacho-Díaz, B. H., Ocampo, M. L. A., & Jiménez-Aparicio, A. R. (2023). Microwave-assisted extraction of functional compounds from plants: *A Review, BioResources, 18*(3), 6614-6638.

Murakami, A., & Ohigashi, H., (2007). Targeting NOX, INOS and COX-2 inflammatory cells: Chemoprevention using food phytochemicals. *International Journal of Cancer, 121*, 2357-363.

Murakami, A., Takahashi, D., Kinoshita, T., Koshimizu, K., Kim, H.W., & Ohigashi, H., (2002). Zerumbone, a Southeast Asian ginger sesquiterpene, markedly suppresses free radical generation, pro-inflammatory protein production, and cancer cell proliferation accompanied by apoptosis: the α, β-unsaturated carbonyl group is a prerequisite. *Carcinogenesis, 23*, 795-802.

National Institute of Standards and Technology (NIST). (2020). *มาตรฐานคุณภาพข้อมูล NIST.* Retrieved from https://www.nist.gov/director/nist-information-quality-standards

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Nigam, I.C., & Levi, L. (1963). Column and gas chromatographic analysis of oil of wild ginger. Identification and estimation of some constituents. *Canadian Journal of Chemistry, 41*, 1726-1730.

Oh, T.I., Jung, H.J., Lee, Y.M., Lee, S., Kim, G.H., Kan, S.Y., …. Lim, J.H. (2018). Zerumbone, a Tropical Ginger Sesquiterpene of Zingiber officinale Roscoe, Attenuates α-MSH-induced Melanogenesis in B16F10 cells. *International Journal of Molecular Sciences,19*(10), 3149. https://doi.org/10.3390/ijms19103149

Perkin-Elmer. (2023). *Gas chromatography diagram [Diagram]. Perkin-Elmer*. Retrieved from https://blog.perkinelmer.com/posts/gas-chromatography-explained-what-it-is-and-how-it-works/

Prasannan, R., Kalesh, K.A., Shanmugam, M.K., Nachiyappan, A., Ramachandran, L., Nguyen, A.H., Kumar, A.P., & Sethi, G. (2012). Key cell signaling pathways modulated by zerumbone: Role in the prevention and treatment of cancer. *Biochemistry and Pharmacology, 84*, 1268-1276.

Ramaswami, S.K. and Bhattacharyya, S.C. (1962). Terpenoids—XXXI : Isolation of humulene monoxide and humulene dioxide. *Tetrahedron,18*(5), 575–579.

Rassem, H.H.A., Nour, A.H., & Yunus, R.M.l. (2016). Techniques for extraction of essential oils from plants: a review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 10*(16), 117-127.

Russo, E.B., & Marcu, J., (2017). Camphene-an overview. In D.S. Kendall & S.P.H.Alexander (Eds). *Cannabis Pharmacology: The Usual Suspects and a Few Promising Leads. Advances in Pharmacology*. Burlington: Academic Press.

Salaiman, M.R., Mohamad, T.A.S.T., Mossadeq, W.M.S., Morin, S., Yosof, M, Mokhtar, A.F., & Lajis, N. (2010). *Antinociceptive activity of the essential oil of Zingiber zerumbet. Planta Medica, 76*, 107-112.

Sokolova, N., Yarovaya, O., Shtro, A., Borisova, M., Morozova, E., Tolstikova, T., …. Salakhutdinov, N. (2017). Synthesis and biological activity of heterocyclic borneol derivatives. *Chemistry of Heterocyclic Compounds, 53*(3), 371-377.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Songsiang, U., Pitchuanchom, S., Boonyarat, C., Hahnvajanawong, C., & Yenjai, C. (2010). Cytotoxicity against cholangiocarcinoma cell lines of Zingiber zerumbet. *European Journal of Medicinal Chemistry, 45*, 3794-3802

Sukhikh, S., Asyakina, L., Korobenkov, M., Skrypnik, L., Pungin, A., Ivanova, S., … Babich, O. (2021). Chemical Composition and Content of Biologically Active Substances Found in Cotinus coggygria, Dactylorhiza maculata, Platanthera chlorantha Growing in Various Territories. *Plants (Basel), 10*(12),2806. doi: 10.3390/plants10122806.

Sun, J., Sun, P., Kang, C., Zhang, L., Guo, L., & Kou, Y. (2022). Chemical composition and biological activities of essential oils from six lamiaceae folk medicinal plants. *Frontire in Plant Sciences, 1*(13), 919294. doi: 10.3389/fpls.2022.919294.

Suzuki, T. (2017). Liquid Crystal and α-Gel-Based Emulsion and Soft Gel formulations. *Account of Materials &. Surface Research, 2*(1), 21–40.

Tongnuanchan, P., & Benjakul, S. (2014). Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. *Journal of food science, 79*(7), R1231-R1249.

Tuner (2022). *GC-MS Principle, Instrument and Analyses and GC-MS*. Retrieved fromhttps://www.technologynetworks.com/analysis/articles/gc-ms-principle-instrument-and-analyses-and-gc-msms-362513

Viveiros, M.M.H., Silva, M.G., da Costa, J.G.M., de Oliveira, A.G., Rubio, C., Padovani, C.R., Rainho, C.A., & Schellini, S.A. (2022). Anti-inflammatory effects of α-humulene and β-caryophyllene on pterygium fibroblasts. *International Journal Ophthalmology, 15*(12), 1903-1907. doi: 10.18240/ijo.2022.12.02.

Xu, Z., Gao, P., Ren, X., & Liu, X. (2022). Thermal Treatment (Hydrodistillation) on The Biomass of *Ficus hispida* L. f.: Volatile Organic Compounds Yield, Phytochemical Composition, and Antioxidant Activity Evaluation. *Energies*, *15*(21), 8092. https://doi.org/10.3390/en15218092

Zakaria, Z.A., Patahuddin, H., Mohamad, A.S., Israf, D.A., and Sulaiman, M.R. (2010). In vivo anti-nociceptive and anti-inflammatory activities of the aqueous extract of the leaves of Piper sarmentosum. *Journal of Ethanopharmacology, 128*, 42-48.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ปรียาภรณ์ จงฉิม
วัน เดือน ปีเกิด	13 กันยายน 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยตาปี
	ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี
	สารสนเทศ, 2565
	มหาวิทยาลัยรังสิต
	ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์
	แผนตะวันออก, 2567
ที่อยู่ปัจจุบัน	76/2 หมู่ที่ 2 ตำบลโมถ่าย
	อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
สถานที่ทำงาน	บริษัท เอสเท่แคร์ คอสซูเมทิคอล แอนด์ ชัพ
	พลีเมนทารี่ จำกัด 76/3 หมู่ที่ 2 ตำบลโมถ่าย
	อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ตำแหน่งปัจจุบัน	กรรมการผู้บริหาร
	บริษัท เอสเท่แคร์ คอสซูเมทิคอล แอนด์ ชัพ
	พลีเมนทารี่ จำกัด

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University