

การพัฒนาสูตรตำรับครีมชะลอริ้วรอยที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

นายสุทธิเกียรติ	สิริวรรณ	5136672233
นางสาวพกามาศ	สีเมือง	5136612633
นางสาวสุภกัญญา	ไพศาลจิตอาทร	5136673933

โครงการปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

เภสัชศาสตรบัณฑิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2555

# **Development of Anti-aging Cream containing Longan Seed Extract**

<b>Suttikiat</b>	<b>Siriworrakun</b>	<b>5136672233</b>
<b>Phakamas</b>	<b>Semuang</b>	<b>5136612633</b>
<b>Supaganya</b>	<b>Paisarnjitartorn</b>	<b>5136673933</b>

**A Senior Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement**

**For the Bachelor of Science Program in Pharmacy**

**Chulalongkorn University**

**2012**

หัวข้อโครงการปริญญาโท	การพัฒนาสูตรตำรับครีมชะลอริ้วรอยที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย
นิสิตผู้ดำเนินโครงการ	นายศุทธิเกียรติ สิริวรกุล นางสาวพกามาศ สีเมือง นางสาวศุภกัญญา ไพศาลจิตอาทร
สาขาวิชา	เกษตรกรรมผลิตภัณฑ์ แขนงเทคโนโลยีเกษตรกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท	อาจารย์ เกษักรหญิง ดร.อัญญาพร ต้นศิริคงคล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ เกษักรหญิง ดร.วิภาพร พนาพิศาล

---

คณะเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้โครงการปริญญาโทฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรบัณฑิต

..... คณบดี

(รองศาสตราจารย์ เกษักรหญิง ดร.พินทิพย์ พงษ์เพชร)

..... ประธานแขนงเทคโนโลยีเกษตรกรรม

(รองศาสตราจารย์ เกษักร ดร.ภาคภูมิ เต็งอำนวย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

(อาจารย์ เกษักรหญิง ดร.อัญญาพร ต้นศิริคงคล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ เกษักรหญิง ดร.วิภาพร พนาพิศาล)

### บทคัดย่อปริญาพนธ์

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) : การพัฒนาสูตรตำรับครีมชะลอริ้วรอยที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) : Development of Anti-aging Cream containing Longan Seed Extract

หัวหน้าโครงการ : นายศุทธิเกียรติ สิริวรกุล 5136672233

ผู้ร่วมโครงการ : นางสาวศกามาศ สีเมือง 5136612633

: นางสาวศุภกัญญา ไพศาลจิตอาทร 5136673933

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ เกษักรหญิง ดร.อัญญาพร ต้นศิริคงค

: อาจารย์ เกษักรหญิง ดร.วิภาพร พนาพิศาล

ภาควิชา : วิทยาการเกษตรกรรมและเกษตรอุตสาหกรรม

สารสกัดเมล็ดลำไย มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ สารประกอบโพลีฟีนอล ได้แก่ กรดแกลลิก โครลาจิน และกรดเอลลาจิก ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรตำรับครีมชะลอริ้วรอยที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย โดยทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลด้วยวิธี Folin-Ciocalteu เพื่อใช้พิจารณาปริมาณสำหรับเตรียมสูตรตำรับครีม ศึกษาผลและเปรียบเทียบสารก่ออิมัลชัน ได้แก่ Tween<sup>TM</sup>/Span<sup>TM</sup> หรือ Brij<sup>TM</sup> และ Myrj<sup>TM</sup> ปริมาณ 2 ถึง 10 %w/w ของสูตรตำรับ ที่มีต่อลักษณะและความคงตัวของครีมพื้น จากนั้นศึกษาความคงตัวของครีมและทางเคมีของสูตรตำรับที่มีสารสกัดเมล็ดลำไย ภายหลังจากผ่าน Heating-Cooling cycle 6 รอบ และประเมินปริมาณสารประกอบฟีนอลที่เหลืออยู่เมื่อเก็บครีมที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดมีค่า IC<sub>50</sub> ของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 1.11 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 5.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด สูตรตำรับครีมพื้นที่มีลักษณะและความคงตัวของครีม และให้ความรู้สึกสัมผัสตามเกณฑ์กำหนด คือ ครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำที่ใช้ Myrj<sup>TM</sup> 4 %w/w ของสูตรตำรับ เป็นสารก่ออิมัลชัน จึงพัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 4 และ 6 %w/w พบว่าครีมทั้ง 2 ตำรับ มีความคงตัวของครีมภายหลังจากผ่าน Heating-Cooling cycle 6 รอบ และสูตรตำรับครีมที่มีสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 4 และ 6 %w/w มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเหลืออยู่ 94.13 และ 97.78 %LA ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง 2 สัปดาห์ และ 84.54 และ 94.90 %LA ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง 4 สัปดาห์ ตามลำดับ

ฝ่ายวิชาการ คณะเกษตรศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.....  
อาจารย์ที่ปรึกษา

## กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาโครงการปริญญาโทฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ เกศษกรหญิง ดร.อัญญาพร ตันศิริคงคล อาจารย์ที่ปรึกษา และ อาจารย์ เกศษกรหญิง ดร.วิภาพร พนาพิศาล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของโครงการนี้ ตลอดจนให้ความรู้และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อโครงการนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เกศษกรหญิง ดร.อารีรัตน์ ลออปภษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนสและการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เกศษกรหญิง ดร.สุนันท์ พงษ์สามารถ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ บริษัท สเตเซียลดี เนเชอรัล โปรดักส์ จำกัด ที่กรุณาเอื้อเฟื้อตัวอย่างสารสกัดเมล็ดลำไยสำหรับการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณวรรณภา มหาพสุธานนท์ คุณสันติ ห่านศรีวิจิตร คุณเกสร มโนภักดี และ คุณกฤษณา วุฒิชยาภรณ์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาการเกษตรกรรมและเกษตรอุตสาหกรรม ที่ช่วยจัดการเรื่องสารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ และให้ความสะดวกในการทำโครงการนี้

ขอขอบคุณ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิทยาการเกษตรกรรมและเกษตรอุตสาหกรรม ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณ ศูนย์เครื่องมือวิจัยทางเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ศูนย์นวัตกรรมทางยาและผลิตภัณฑ์สุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

## คำนำ

โครงการปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา senior project (3300502) ประจำปีการศึกษา 2555 ซึ่งการวิจัยโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรตำรับครีมชะลอริ้วรอยที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย โดยอาศัยความรู้พื้นฐานด้านเภสัชกรรมและเภสัชวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ตำรับที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี มีความคงตัวทางเคมีกายภาพ และสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรม

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการปริญญาโทฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจด้านการพัฒนาตำรับครีมชะลอริ้วรอยที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย หากมีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
คำนำ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์.....	1
วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย .....	4
2 ปรัชญ์นั้วรณกรรม .....	5
ถ้าไย.....	5
โครงสร้างและหน้าที่ของผิวหนัง.....	6
หน้าที่ของผิวหนัง.....	8
ความเสื่อมสภาพของผิวหนัง.....	8
คอลลาเจน.....	9
อีลาสติน.....	9
อนุมูลอิสระ .....	10
สารต้านอนุมูลอิสระ.....	10
สารประกอบฟีนอล .....	12

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

DPPH assay .....	13
การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอล.....	14
ครีม .....	14
สารก่ออิมัลชันสังเคราะห์.....	15
สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ.....	15
3 วัสดุและวิธีการวิจัย.....	17
วัตถุดิบ.....	17
สารเคมี.....	17
เครื่องมือ .....	18
วิธีดำเนินการวิจัย.....	18
1. ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเมล็ดลำไย .....	18
1.1. ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ .....	18
1.2. ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส .....	20
1.3. ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส.....	21
1.4. ปริมาณสารประกอบฟีนอล .....	23
2. พัฒนาครีมพื้น.....	24
3. พัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย .....	32
4 ผลและอภิปรายผลการทดลอง .....	34
1. ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเมล็ดลำไย .....	34
1.1. ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ .....	34
1.2. ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส .....	37
1.3. ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส.....	37
1.4. ปริมาณสารประกอบฟีนอล .....	38



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2. พัฒนาครีมพื้น.....	43
3. พัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย.....	58
5 สรุปผลการทดลอง .....	66
รายการอ้างอิง .....	68
ภาคผนวก .....	72
สารเคมีที่ใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับ .....	73

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	แสดงสูตรตำรับครีมพืชนิคน้ำในน้ำมัน.....	26
ตารางที่ 2	แสดงสูตรตำรับครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำ.....	29
ตารางที่ 3	แสดงร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระของโพลีฟีนอลใน สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย.....	35
ตารางที่ 4	แสดงร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระของสารละลายกรดแอสคอร์บิก.....	35
ตารางที่ 5	แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแกลลิก.....	38
ตารางที่ 6	แสดงปริมาณสารประกอบพีนอลในสารสกัดเมล็ดลำไยและพืชอื่น 21 ชนิด .....	40
ตารางที่ 7	แสดงปริมาณสารประกอบพีนอลในสารสกัดเมล็ดลำไย พืช และสารอื่น 23 ชนิด.....	42
ตารางที่ 8	แสดงการเกิดครีมและชนิดของครีมที่เตรียมได้ของครีมพืชนิคน้ำในน้ำมัน .....	43
ตารางที่ 9	แสดงการเกิดครีมและชนิดของครีมที่เตรียมได้ของครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำ .....	44
ตารางที่ 10	แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของครีมพืชนิคน้ำในน้ำมัน ภายหลังเตรียมเสร็จ .....	46
ตารางที่ 11	แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำ ภายหลังเตรียมเสร็จ .....	47
ตารางที่ 12	แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมพืชนิคน้ำในน้ำมัน ภายหลังเตรียมเสร็จ .....	48
ตารางที่ 13	แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำ ภายหลังเตรียมเสร็จ .....	49
ตารางที่ 14	แสดงความคงตัวทางกายภาพของครีมพืชนิคน้ำในน้ำมัน ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง .....	51
ตารางที่ 15	แสดงความคงตัวทางกายภาพของครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำ ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง .....	52
ตารางที่ 16	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของครีมพืชนิคน้ำในน้ำมัน ภายหลังเตรียมเสร็จและภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง .....	53
ตารางที่ 17	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำ ภายหลังเตรียมเสร็จและภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง .....	54
ตารางที่ 18	แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมพืชนิคน้ำในน้ำมัน ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง .....	55
ตารางที่ 19	แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำ ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง .....	56
ตารางที่ 20	แสดงสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย.....	58

## สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 21	แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย.....	59
ตารางที่ 22	แสดงความรู้สึกลำไส้ของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์.....	60
ตารางที่ 23	แสดงความคงตัวทางกายภาพของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ภายหลังผ่านสภาวะเร่ง .....	61
ตารางที่ 24	แสดงความรู้สึกลำไส้ของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ภายหลังผ่านสภาวะเร่ง .....	61
ตารางที่ 25	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ภายหลังเตรียมเสร็จและภายหลังผ่านสภาวะเร่ง .....	62
ตารางที่ 26	แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดเมล็ดลำไย และครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยเริ่มต้น .....	63
ตารางที่ 27	แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย เริ่มต้นและภายหลังสภาวะเร่ง 2 และ 4 สัปดาห์ .....	64

## สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ตัวอย่างสารประกอบฟีนอลที่พบในพืช .....	13
ภาพที่ 2	สูตรโครงสร้างของ 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•) .....	13
ภาพที่ 3	แสดงแถบสีมาตรฐาน .....	27
ภาพที่ 4	แสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระกับ ความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย.....	36
ภาพที่ 5	แสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระกับ ความเข้มข้นของโพลีฟีนอลในสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย.....	36
ภาพที่ 6	แสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระกับ ความเข้มข้นของสารละลายกรดแอสคอร์บิก.....	37
ภาพที่ 7	แสดงกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร กับความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิก .....	39
ภาพที่ 8	แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยกับ ความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิก.....	63
ภาพที่ 9	แสดงกราฟแท่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลกับ ระยะเวลาที่ผ่านสภาวะเร่ง .....	64
ภาพที่ 10	แสดงกราฟแท่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลคงเหลือกับ ระยะเวลาที่ผ่านสภาวะเร่ง .....	65

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ลำไย เป็นสินค้าเพื่อการส่งออกที่สำคัญ ทั้งที่อยู่ในรูปลำไยสด ลำไยอบแห้ง ลำไยแช่แข็ง และลำไยกระป๋อง<sup>1</sup> โดยใช้ส่วนของเนื้อลำไยเป็นหลัก ทำให้มีเมล็ดเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศได้ศึกษาถึงประโยชน์ของเมล็ดลำไย พบว่าสารสำคัญหลักที่พบในเมล็ดลำไย คือ สารประกอบในกลุ่มโพลีฟีนอล ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ<sup>2,3</sup>

การเสื่อมสภาพของผิว เกิดจากปัจจัยทั้งภายในและภายนอกร่างกาย การเสื่อมสภาพที่สำคัญ คือ การเกิดริ้วรอย โดยอนุมูลอิสระ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดริ้วรอย รวมทั้งปริมาณคอลลาเจนที่ลดลง และการเสื่อมสภาพของอีลาสติน<sup>4</sup>

คณะผู้วิจัยตระหนักถึงคุณประโยชน์ของเมล็ดลำไย ซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรม เพื่อใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาครีมชะลอริ้วรอยที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลผิวหน้า และเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ

### วัตถุประสงค์

#### วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาสูตรตำรับครีมชะลอริ้วรอยที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดี และมีความคงตัวทางเคมีกายภาพ

#### วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเมล็ดลำไยที่ให้ผลในการชะลอริ้วรอย
2. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่ออิมัลชันต่อลักษณะทางกายภาพของครีมพื้น
3. เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารสกัดเมล็ดลำไยต่อลักษณะทางกายภาพ ของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

#### 4. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและความคงตัวทางเคมีกายภาพของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดคาลาโย

##### วิธีดำเนินการวิจัย

##### 1. ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเมล็ดคาลาโย

##### 1.1. ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity)

ทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้ DPPH assay ตามวิธีการของ Kriengsak Thaipong et al. (2006)<sup>5</sup> โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร โดยใช้วิธีสเปกโตรโฟโตเมตริก (spectrophotometric method) ด้วยเครื่อง microplate reader นำมาคำนวณเพื่อหาร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ (%inhibition) และค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 (inhibition concentration at 50%, IC<sub>50</sub>)

##### 1.2. ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส (anticollagenase activity)

ทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส โดยใช้ EnzChek<sup>®</sup> Gelatinase/Collagenase Assay Kit โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 495 นาโนเมตร โดยใช้วิธีสเปกโตรฟลูออโรเมตริก (spectrofluorometric method) ด้วยเครื่อง fluorescence microplate reader ได้ปริมาณที่สามารถยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส แล้วนำไปคำนวณเป็นค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนสได้ร้อยละ 50

##### 1.3. ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส (antielastase activity)

ทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส โดยใช้ EnzChek<sup>®</sup> Elastase Assay Kit โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 505 นาโนเมตร โดยใช้วิธีสเปกโตรฟลูออโรเมตริก ด้วยเครื่อง fluorescence microplate reader ได้ปริมาณที่สามารถยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส แล้วนำไปคำนวณเป็นค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตสได้ร้อยละ 50

#### 1.4. ปริมาณสารประกอบฟีนอล (total phenolic content)

ทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอล โดยใช้ Folin-Ciocalteu method ตามวิธีการของ de Oliveira et al. (2009)<sup>6</sup> โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร โดยใช้วิธีสเปกโตรโฟโตเมตรี ด้วยเครื่อง microplate reader โดยใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารอ้างอิง ได้เป็นปริมาณของสารประกอบฟีนอล ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (mg GAE/g)

## 2. พัฒนาครีมพื้น

### 2.1. พัฒนาครีมพื้นชนิดน้ำในน้ำมัน

พัฒนาครีมพื้นชนิดน้ำในน้ำมัน โดยทำการศึกษานิคมและปริมาณของ สารก่ออิมัลชัน ได้แก่ Tween<sup>TM</sup> - Span<sup>TM</sup> ซึ่งทำการเตรียมโดยวิธี beaker method

### 2.2. พัฒนาครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ

พัฒนาครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ โดยทำการศึกษานิคมและปริมาณของ สารก่ออิมัลชัน ได้แก่ Tween<sup>TM</sup> - Span<sup>TM</sup> และ/หรือ Brij<sup>TM</sup> หรือ Myrj<sup>TM</sup> ซึ่งทำการ เตรียมโดยวิธี beaker method

### 2.3. ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ

ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของครีมพื้นภายหลังเตรียมเสร็จ โดยประเมินคุณสมบัติตามหัวข้อ ดังนี้

2.3.1. การแยกชั้น สังเกตการแยกชั้นของครีมด้วยตาเปล่า

2.3.2. สี ใช้ระบบการให้คะแนน โดยใช้แถบสีมาตรฐาน

2.3.3. ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH meter

2.3.4. ความหนืด โดยใช้เครื่อง viscometer

2.3.5. ความรู้สึกสัมผัส โดยใช้ระบบการให้คะแนน

### 2.4. ประเมินความคงตัวทางกายภาพภายใต้สภาวะเร่ง

เลือกครีมพื้นตำรับที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี นำไปศึกษาความคงตัวทาง กายภาพภายใต้สภาวะเร่งด้วยวิธี heating-cooling cycle จำนวน 6 รอบ ซึ่ง 1 รอบ หมายถึง การนำครีมพื้นไปเก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำครีมพื้นไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24

ชั่วโมง จากนั้นทำการประเมินครีมพื้นภายหลังผ่านสภาวะเร่งทั้ง 6 รอบ ในหัวข้อต่าง ๆ ตามข้อ 2.3

### 3. พัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

#### 3.1. พัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

เลือกตำรับครีมพื้นที่มีความคงตัวทางกายภาพ จากข้อ 2.4 นำมาตั้งสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ทำการเตรียมโดยวิธี beaker method โดยเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารสกัดเมล็ดลำไยที่ใช้ในสูตรตำรับ ซึ่งพิจารณาจากฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเมล็ดลำไย

#### 3.2. ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ

ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ภายหลังเตรียมเสร็จ โดยทำการประเมินในหัวข้อต่าง ๆ ตามข้อ 2.3

#### 3.3. ประเมินความคงตัวทางเคมีกายภาพภายใต้สภาวะเร่ง

นำครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยผ่านสภาวะเร่งด้วย heating-cooling cycle โดยใช้วิธีเดียวกับข้อ 2.4 จากนั้นทำการประเมินในหัวข้อ 2.3

นำครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยผ่านสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และเก็บตัวอย่างครีมดังกล่าวที่เวลา 0 2 และ 4 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลที่เหลืออยู่ในสูตรตำรับ โดยใช้วิธีเดียวกับข้อ 1.4

### ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

1. นิสิตผู้ทำการวิจัยได้เรียนรู้กระบวนการและเทคนิคในการวิจัยที่ถูกต้อง
2. นิสิตผู้ทำการวิจัยสามารถนำความรู้และเทคนิคด้านเภสัชกรรมมาใช้ในการตั้งสูตรตำรับ และประเมินความคงตัวได้อย่างถูกต้อง
3. ครีมชะลอริ้วรอยที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี และมีความคงตัวทางกายภาพ



## บทที่ 2

### ปรีทัศน์วรรณกรรม

#### ลำไย

ลำไย (longan) เป็นไม้ผลในเขตร้อนและกึ่งร้อน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Dimocarpus longan* Lour. หรือชื่อเดิม คือ *Euphoria longana* Lam. มีชื่อสามัญว่า longan จัดอยู่ในวงศ์ Sapindaceae ลำไยสามารถแบ่งได้เป็น 2 สายพันธุ์ คือ ลำไยต้น และลำไยเถา ลำไยสามารถนำไปบริโภคได้ทั้งลำไยสดและลำไยแปรรูป คือ ลำไยอบแห้ง ลำไยกระป๋อง และลำไยแช่แข็ง<sup>1,7</sup> ซึ่งนอกจากประโยชน์จากเนื้อผลในด้านการบริโภคแล้วนั้น ตำราแพทย์แผนจีนมีการนำเนื้อลำไยมาใช้เป็นยาแก้ปวดท้อง ยาลดไข้ ยาถ่ายพยาธิ และยาถอนพิษ นอกจากนี้ น้ำคั้นจากเนื้อลำไยแห้งสามารถนำมาคั้นเป็นยาบำรุง และใช้ในการรักษาอาการนอนไม่หลับ (insomnia) และอาการทางจิตประสาทได้ (neurasthenic neurosis)<sup>8</sup> อีกทั้งยังมีการศึกษาถึงประโยชน์จากเมล็ดลำไย ซึ่งมีกลุ่มนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า สารสกัดจากเมล็ดลำไย มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ<sup>9-11</sup> และสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งสารสำคัญหลักที่พบในสารสกัดจากเมล็ดลำไย เป็นสารประกอบในกลุ่มโพลีฟีนอล ได้แก่ กรดแกลลิก โคริลาจिन และกรดเอลลาจิก โดยมีค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 อยู่ระหว่าง 2.9 ถึง 3.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร<sup>2</sup> นอกจากนี้ สารประกอบโพลีฟีนอลที่สกัดได้จากเมล็ดลำไยสามารถยับยั้งกระบวนการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ โดยการสกัดกันวงจรชีวิตของเซลล์มะเร็งในระยะที่มีการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ และเหนี่ยวนำให้เซลล์มะเร็งเกิดการตายแบบอะพอพโทซิสได้อีกด้วย<sup>11,12</sup> และจากรายงานผลการวิจัยอื่น ๆ พบว่า สารสกัดจากลำไยยังมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอื่นอีก เช่น สารกลุ่มโพลีแซคคาไรด์ที่สกัดได้จากเนื้อผลลำไยนั้นสามารถต้านปฏิกิริยาไกลโคเจน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพของผิวหนังได้เช่นกัน<sup>12</sup>

## โครงสร้างและหน้าที่ของผิวหนัง<sup>13,14</sup>

ผิวหนังเป็นอวัยวะที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในร่างกาย คิดเป็นร้อยละ 16 ของน้ำหนักตัว มีหน้าที่หลักในการป้องกันเนื้อเยื่อและอวัยวะในร่างกายจากสภาพแวดล้อมภายนอก มีส่วนในการกำจัดน้ำและของเสียออกจากร่างกาย ช่วยควบคุมอุณหภูมิในร่างกาย และช่วยป้องกันเชื้อโรคแปลกปลอมเข้าสู่ผิวหนัง เป็นต้น ซึ่งผิวหนังจะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามแต่ละส่วนของร่างกายทั้งโครงสร้าง ความหนา และสีผิว

ผิวหนัง แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

### 1. ผิวหนังชั้นบน (หนังกำพร้า หรือ epidermis)

เป็นผิวหนังที่อยู่ชั้นบนสุด ประกอบด้วยเซลล์ 3 ชนิด คือ

- 1) เซลล์ที่ทำหน้าที่บุผิวหนัง (คีราติโนไซต์ หรือ keratinocytes) เป็นเซลล์ที่พบมากที่สุด ผิวหนังชั้นบน มีประมาณร้อยละ 80 ถึง 90 ของเซลล์ผิวหนังทั้งหมด ทำหน้าที่บุผิวหนังทั่วร่างกาย มีการเรียงตัวเป็นหลายชั้น ซึ่งจำนวนชั้นและความหนาจะขึ้นกับแต่ละบริเวณของร่างกาย เซลล์ที่อยู่ด้านบนสุดจะมีรูปร่างแบน แห้ง และหลุดออกเกิดเป็นขี้ไคล วงจรของเซลล์ผิวหนังจะใช้เวลาประมาณ 30 ถึง 40 วัน และจะใช้เวลายาวนานขึ้นในคนสูงอายุ
- 2) เซลล์สร้างเม็ดสี (melanocytes) มีประมาณร้อยละ 2 ถึง 3 ของเซลล์ผิวหนังทั้งหมด จะแทรกอยู่ตามเซลล์ผิวหนังทั่วร่างกาย ซึ่งจะอยู่หนาแน่นมากบริเวณใบหน้า ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน (melanin) ที่ทำให้ผิวมีสีคล้ำหรือดำขึ้นกับปริมาณและชนิดของเมลานิน โดยเม็ดสีเมลานินจะดูดซับและสะท้อนแสงแดด ช่วยป้องกันอันตรายจากแสงแดดให้แก่ผิวหนังได้
- 3) เซลล์ลันเกอร์ฮานส์ (Langerhans cells) มีประมาณร้อยละ 1 ถึง 1.5 ของเซลล์ผิวหนังทั้งหมด จะแทรกอยู่กับคีราติโนไซต์ ทำหน้าที่เกี่ยวกับภูมิคุ้มกันและภูมิแพ้ของร่างกาย

ผิวหนังชั้นบนแบ่งออกเป็น 5 ชั้น คือ

- 1) stratum germinativum (basal cell layer) อยู่ชั้นล่างสุด มี basal lamina บาง ๆ ยึดติดกับชั้นหนังแท้ ประกอบด้วย basal cell เรียงตัวกันชั้นเดียว เป็นเซลล์ทรงเหลี่ยมลูกบาศก์ มีการแบ่งตัวมาก เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์และเคลื่อนที่ดันตัวขึ้น กลายเป็นเซลล์ในชั้น stratum spinosum
- 2) stratum spinosum (prickle cell layer) ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียกว่า prickle cell เรียงตัวกันหนาประมาณ 5 ถึง 10 ชั้น ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างโปรตีน
- 3) stratum granulosum (granular cell layer) ประกอบด้วย granular cell เรียงตัว 3 ถึง 5 ชั้น เกี่ยวข้องในกระบวนการสร้างคีราติน เรียกว่า keratinization มีการสร้างโปรตีน 2 ชนิด คือ filaggrin ทำหน้าที่เปรียบเสมือนกาวในการจับคีราตินให้ยึดติดกัน และ marginal band เป็น โปรตีนที่ทำหน้าที่เป็น inner lining ของเซลล์ในชั้นนี้ เพื่อช่วยเสริมสร้างให้เกิดคีราตินที่สมบูรณ์แข็งแรง
- 4) stratum lucidum เป็นชั้นที่มีลักษณะใสโปร่งแสง
- 5) stratum corneum (horny layer) เป็นเซลล์ที่อยู่ชั้นบนสุด มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ติดกันคล้ายสะเก็ด เมื่อเซลล์ชั้นนี้หลุดลอกออกเป็นขี้ไคลจะถูกเซลล์ที่อยู่ถัดลงมาแบ่งตัวขึ้นมาแทนที่

## 2. หนังแท้ (dermis)

เป็นชั้นผิวหนังที่อยู่ลึกถัดลงมาจากชั้นหนังกำพร้า มีความหนาประมาณ 1 ถึง 2 มิลลิเมตร เป็นส่วนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำหน้าที่ยึดติดผิวหนังชั้นบนให้ติดกับเนื้อเยื่อด้านล่าง

หนังแท้ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ซึ่งพบมากที่สุด คือ fibroblast ที่ทำหน้าที่ในการสร้างเส้นใยคอลลาเจนและเส้นใยอีลาสติน และสารกลุ่ม glycosaminoglycan ซึ่งสามารถรวมตัวกับน้ำได้สูงมาก จึงทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น

## 3. ชั้นใต้ผิวหนัง (subcutaneous) หรือชั้นไขมัน

ความหนาบางของชั้นนี้จะขึ้นกับแต่ละบุคคล ปกติจะบางลงเมื่อมีอายุสูงขึ้น เป็นแหล่งเก็บพลังงานสำรองของร่างกาย ทำหน้าที่ป้องกันแรงกระแทกจากภายนอก และเป็นฉนวนป้องกันอวัยวะภายใน

## หน้าที่ของผิวหนัง<sup>14</sup>

### 1. ป้องกัน

ผิวหนังช่วยป้องกันอันตรายจากแสงอัลตราไวโอเล็ต สารเคมี แรงกระทบจากภายนอก และความร้อน ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำไม่ให้ระเหยออกจากผิวหนังมากเกินไป และยังช่วยป้องกันเชื้อแบคทีเรียไม่ให้เข้าสู่ร่างกายทางผิวหนัง

### 2. รับความรู้สึก

เป็นอวัยวะรับความรู้สึกที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย สามารถรับความรู้สึกเกี่ยวกับการสัมผัส แรงกด ความเจ็บปวด และความร้อน

### 3. ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

ผิวหนังจะควบคุมความร้อนของร่างกายผ่านการทำงานของต่อมเหงื่อ ขน กลุ่มร่างแหของเส้นเลือดฝอยแดงและดำ

### 4. ควบคุมเมตาบอลิซึม

ชั้นใต้ผิวหนังประกอบด้วยไขมันเป็นหลัก เป็นแหล่งสะสมพลังงานแก่ร่างกาย และหนังกำพร้ายังช่วยสร้างวิตามินดีให้กับร่างกาย ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม

## ความเสื่อมสภาพของผิวหนัง

การเกิดความเสื่อมสภาพของผิวหนัง (skin aging) เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน เกิดได้จาก 2 สาเหตุ คือ ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก<sup>15</sup> โดยปัจจัยภายใน เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติตามอายุที่เปลี่ยนแปลง ไม่สามารถควบคุมหรือเปลี่ยนแปลงได้ มีพันธุกรรมเป็นตัวกำหนด ซึ่งแสดงออกได้ 3 ลักษณะ คือ การฟ่อตัวของชั้นใต้ผิวหนังจากการสูญเสียคอลลาเจน การเสื่อมสภาพของอีลาสติน และการสูญเสียน้ำ<sup>16,17</sup> ซึ่งทำให้ผิวหนังเกิดริ้วรอย หยิบยกระด้าง และหย่อนคล้อยได้ในทางตรงกันข้ามปัจจัยภายนอกจากสิ่งแวดล้อมก็มีส่วนทำให้เกิดความเสื่อมสภาพของผิวหนังได้ เช่น แสงอัลตราไวโอเล็ต (photo-aging) และสารเคมีที่กระตุ้นการทำงานของตัวรับบางชนิด เช่น epidermal growth factor receptor interleukin-1 receptor และ tumor necrosis factor receptor ที่จะส่งผลเพิ่มการสร้างเอนไซม์ matrix metalloproteinase ทำให้เกิดการทำลายของคอลลาเจนในผิวหนัง เกิดเป็นริ้วรอยได้<sup>16,18</sup>

## คอลลาเจน

คอลลาเจนเป็น โปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) จัดเป็นองค์ประกอบหลักของผิวหนังชั้นหนังแท้ประมาณร้อยละ 70 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งจะสานกันเป็นร่างแหที่ค้ำจุนผิวหนังให้เกิดความแข็งแรง มีความตึงกระชับ และมีความยืดหยุ่น<sup>19</sup> โดยคอลลาเจนที่พบในผิวหนังตามธรรมชาติมีอยู่ 2 ชนิด คือ soluble collagen และ insoluble collagen เส้นใยคอลลาเจนที่ประกอบด้วย soluble collagen จะสามารถเพิ่มความหนาแน่น ความยืดหยุ่น และสามารถอุ้มน้ำไว้ในผิวหนังได้ ทำให้ผิวหนังมีความนุ่ม ชุ่มชื้น คู่ออนเยาว์มีสุขภาพดี<sup>20</sup> ซึ่งมีการศึกษาพบว่า กระบวนการเสื่อมสภาพของร่างกายมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของลักษณะ ปริมาณ และอัตราส่วนของคอลลาเจนในผิวหนัง โดยเมื่ออายุสูงขึ้น คอลลาเจนในผิวหนังจะมีลักษณะหนาขึ้น เรียงตัวคล้ายเกลียวเชือก ไม่เป็นระเบียบ มีปริมาณของ soluble collagen ลดลง โดยจะเปลี่ยนไปเป็น insoluble collagen มากขึ้น และ fibroblast มีการสร้างคอลลาเจนลดลง<sup>21</sup> นอกจากนี้ยังพบว่าการแสดงออกของเอนไซม์ที่ย่อยสลายคอลลาเจน หรือเอนไซม์คอลลาจีเนส (collagenase) ที่มากเกินไป และการแสดงออกของสารยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนสที่น้อยเกินไป เช่น metalloproteinase-1 inhibitor ก็จะมีผลเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยสลายคอลลาเจนมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการลดลงของเส้นใยคอลลาเจนได้เช่นเดียวกัน<sup>22,23</sup>

## อีลาสติน

อีลาสติน เป็นโปรตีนอีกชนิดหนึ่งที่พบได้ในผิวหนังชั้นหนังแท้ ประมาณร้อยละ 2 ถึง 4 ของน้ำหนักแห้ง ทำให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่น (elasticity) และหยุ่นตัว (resilence) มีส่วนสำคัญในการค้ำจุนโครงสร้างของผิวหนังชั้นหนังแท้ นอกจากนี้อีลาสตินยังมีคุณสมบัติเด่นในการยืดขยายและสามารถหดตัวกลับมาอยู่ในสภาพเดิมได้ ซึ่งต่างจากคอลลาเจน<sup>17,19</sup>

อายุที่เพิ่มสูงขึ้น และแสงอัลตราไวโอเล็ตสามารถทำลายอีลาสติน และสูญเสียความสามารถในการสร้างเส้นใยใหม่เพื่อทดแทน ซึ่งการสูญเสียนี้จะเกิดขึ้นไปพร้อม ๆ กับการสูญเสียคอลลาเจนและการลดลงของสาร glycosaminoglycan ซึ่งเป็นผลให้ผิวเกิดการฝ่อตัวและเหี่ยวแห้งได้<sup>17</sup> รวมไปถึงการแสดงออกของเอนไซม์ที่ย่อยสลายอีลาสติน หรือเรียกว่า เอนไซม์อีลาสเตสที่มากเกินไป ส่งผลให้เกิดการลดลงของอีลาสตินได้อีกด้วย

## อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ คือ ไอออนหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนโคเดเดี่ยวอยู่รอบนอก เป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรและมีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบลูกโซ่ โดยสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่องค์ประกอบของเซลล์ภายในร่างกาย ได้แก่ การทำลายโครงสร้างดีเอ็นเอ การเปลี่ยนสภาพโปรตีนและไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เกิดความเสื่อมหรือการแก่ของเซลล์ การสร้างพันธะโควาเลนต์กับเอนไซม์บางชนิดจนทำให้การทำงานของเอนไซม์เหล่านั้นผิดปกติไป อีกทั้งยังเป็นสาเหตุสำคัญของโรคหลายชนิด ได้แก่ โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคมะเร็ง เป็นต้น<sup>24</sup>

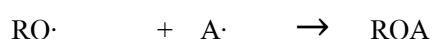
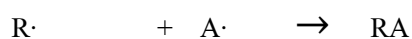
อนุมูลอิสระอาจเกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกายตามปกติ หรือเกิดจากปัจจัยภายนอกในร่างกาย<sup>25</sup> เช่น

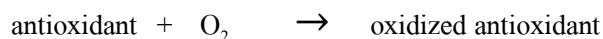
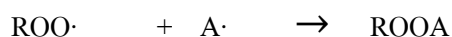
- ยารักษาโรค ซึ่งยาบางชนิดที่รับประทานเข้าไปสามารถก่อให้เกิดอนุมูลอิสระได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งยาในกลุ่มต้านจุลชีพและต้านมะเร็ง เช่น bleomycin, antracycline และ methotrexate เนื่องจากมีฤทธิ์เสริมปฏิกิริยาออกซิเดชัน
- การอักเสบชนิดไม่ทราบสาเหตุ (autoimmune diseases) เช่น ข้ออักเสบรูมาตอยด์ โรคเกาต์
- รังสีที่ใช้ในการรักษาโรค เช่น รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา
- มลพิษในอากาศ เช่น เขม่าควันจากเครื่องยนต์ และควันบุหรี่

## สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารประกอบทางเคมีที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ<sup>26</sup> โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ดังนี้ คือ

กลไกที่ 1 ดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging)<sup>27</sup> เป็นการให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่อนุมูลอิสระ เพื่อทำให้อนุมูลอิสระอยู่ในรูปที่มีความเสถียรมากขึ้น ดังสมการ





กลไกที่ 2 จับกับโลหะ ซึ่งได้แก่  $\text{Fe}^{2+}$  และ  $\text{Cu}^{2+}$  ที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน<sup>27</sup> ดังสมการ

- เร่งการสลายตัวของ hydroperoxide ให้อยู่ในรูปอนุมูล peroxy และอนุมูล alkoxy



- กระตุ้นให้โมเลกุลของออกซิเจนเปลี่ยนไปอยู่ในรูป singlet oxygen



สารจับโลหะที่นิยมใช้ ได้แก่ กรดฟอสฟอริก กรดซิตริก วิตามินซี และ

ethylene-diamine-tetra-acetate (EDTA) เป็นต้น

กลไกที่ 3 การเสริมฤทธิ์กันของสารต้านอนุมูลอิสระ (synergism)<sup>28</sup> เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยการใช้สารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าหนึ่งชนิดร่วมกัน เช่น การใช้วิตามินอี ( $\alpha$ -tocopherol) ร่วมกับวิตามินซี (ascorbic acid) โดยวิตามินซีจะเป็นตัวให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่วิตามินอีในรูปอนุมูลอิสระ คือ  $\alpha$ -tocopherol peroxy เพื่อเปลี่ยนให้วิตามินอีกลับมาอยู่ในรูปเดิมที่พร้อมสำหรับทำงานใหม่อีกครั้ง

สารต้านอนุมูลอิสระสามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

#### 1. สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่มีการใช้อย่างกว้างขวางในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ได้แก่ butylated hydroxyanisole (BHA) และ butylated hydroxytoluene (BHT) ข้อดีของสารสังเคราะห์เหล่านี้ คือ มีประสิทธิภาพและความคงตัวสูงกว่าสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ แต่มีข้อจำกัดทางด้านความปลอดภัยในการบริโภค เนื่องจากพบว่า สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์บางตัวส่งผลเสียต่อสุขภาพ<sup>26</sup>

#### 2. สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (natural antioxidant)

เป็นสารกลุ่มที่กำลังได้รับความนิยมและมีการศึกษาค้นคว้าอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากเชื่อว่ามีความปลอดภัยในการใช้มากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติมีทั้งกลุ่มที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ

โดยจะอยู่ในรูปของวิตามิน เคทีโอแรร่ และเอนไซม์ต่าง ๆ กับกลุ่มที่ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งมีโครงสร้างเป็นสารประกอบฟีนอล โดยเฉพาะกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenols) เช่น แซนโทน (xanthone) และฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นต้น ข้อเสียของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ คือ อาจต้องใช้ในปริมาณสูง เนื่องจากมีประสิทธิภาพและความคงตัวต่ำ ให้กลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ และบางชนิดไม่อนุญาตให้ใช้ เพราะมีแนวโน้มก่อให้เกิดการกลายพันธุ์หรือทารกวิรูปได้<sup>26</sup> ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ได้แก่ tocopherol ubiquinone และ ascorbic acid เป็นต้น<sup>29</sup>

### สารประกอบฟีนอล<sup>30</sup>

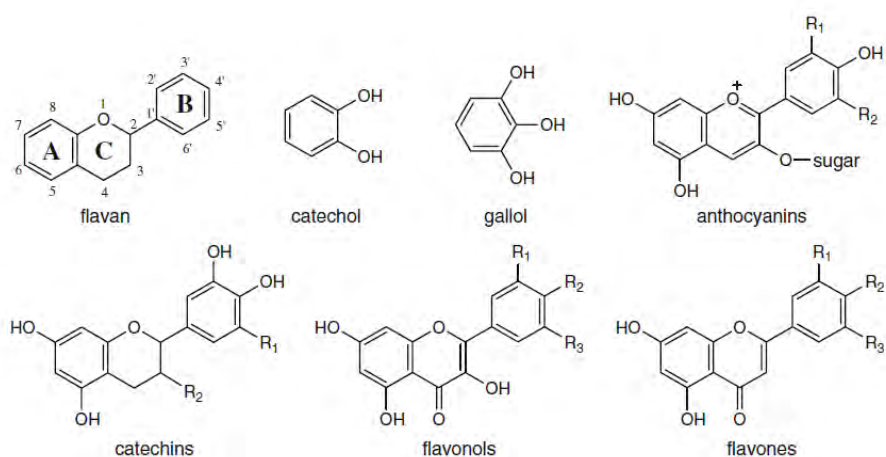
โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอล ประกอบด้วยหมู่ hydroxyl อย่างน้อย 1 หมู่ ต่ออยู่กับ aromatic ring ซึ่งสารประกอบฟีนอลที่พบในพืชโดยทั่วไปจะแสดงคุณสมบัติเป็นกรด และมักอยู่ในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) ที่เกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลน้ำตาลตั้งแต่ 1 โมเลกุลขึ้นไปกับหมู่ hydroxyl ซึ่งน้ำตาลดังกล่าวอาจเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) หรือ โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) ก็ได้ โดยน้ำตาลที่พบมากที่สุด ในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล คือ น้ำตาลกลูโคส นอกจากนี้ อาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่น เช่น กรดอินทรีย์ และไขมัน เป็นต้น

สารประกอบฟีนอล สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามจำนวน phenol ring คือ

1. monocyclic phenols ซึ่งมี 1 phenol ring ได้แก่ phenol catechol hydroquinone และ *p*-hydroxycinnamic acid
2. dicyclic phenols ซึ่งมี 2 phenol ring ได้แก่ flavonoids และ lignans
3. polycyclic phenols หรือ polyphenol ซึ่งมีมากกว่า 2 phenol ring ได้แก่ lignins melanins และ flavolans (condensed tannins)

สารประกอบฟีนอล มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ออกฤทธิ์ยับยั้งการเกิด lipid peroxidation โดยดักจับอนุมูล alkoxyyl ที่เกิดขึ้นจากการที่ไอออนของโลหะไปเร่งการสลายตัวของ lipid hydroperoxide (LOOH)<sup>31</sup>

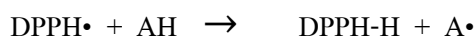




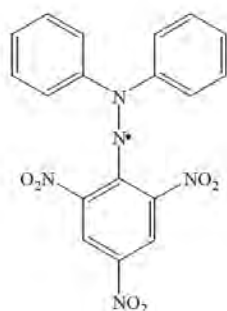
ภาพที่ 1 ตัวอย่างสารประกอบฟีนอลที่พบในพืช<sup>32</sup>

### DPPH assay<sup>33</sup>

การวิเคราะห์ความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระด้วยสาร 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่มีความเสถียรเมื่ออยู่ในสารละลายเมทานอล โดยจะให้สารละลายสีม่วง ซึ่งสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เมื่อ DPPH• ทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระ (AH) ดังสมการ



หากสารตัวอย่างมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง ความเข้มของสารละลายสีม่วงก็จะจางลงมาก ข้อดีของวิธีนี้ คือ สะดวก รวดเร็ว และช่วยลดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองที่เกิดจากการเสื่อมสลายด้วยความร้อนของสารตัวอย่าง



ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของ 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•)<sup>33</sup>

การวิเคราะห์ความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระ นิยมรายงานผลเป็นค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 โดยคำนวณหาค่า % inhibition DPPH• จากสมการ

$$\%inhibition = [(abs_{control} - abs_{sample}) / abs_{control}] \times 100$$

แล้วนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง % inhibition DPPH • กับความเข้มข้นของสารตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50

### การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอล

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารตัวอย่างด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยการผสมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก หรือสารตัวอย่างกับน้ำกลั่น จากนั้นนำไปทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารอ้างอิง และรายงานผลเป็นปริมาณของสารประกอบฟีนอลในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารตัวอย่าง (mg GAE/g)<sup>36</sup>

### ครีม<sup>37</sup>

ครีม หมายถึง ผลิตภัณฑ์กึ่งแข็ง ซึ่งเตรียมในรูปอิมัลชัน ประกอบด้วยของเหลวอย่างน้อยสองชนิดไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีหยดเล็ก ๆ ของของเหลวชนิดหนึ่ง เรียกว่า วัฏภาคภายใน (internal หรือ dispersed phase) กระจายตัวแทรกอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า วัฏภาคภายนอก (external หรือ continuous phases) และมีสารป้องกันไม่ให้หยดเหล่านี้มารวมตัวกัน เรียกว่า สารก่ออิมัลชัน (emulsifier) ซึ่งอาจเกิดเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (o/w emulsion) หรือชนิดน้ำในน้ำมัน (w/o emulsion) ก็ได้ โดยครีมจะมีความหนืดสูง เนื่องจากมีปริมาณของวัฏภาคภายในสูง คือประมาณร้อยละ 35 ถึง 75 ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่เป็นครีมชนิดน้ำมันในน้ำ ได้แก่ ครีมบำรุงผิว ครีมกันแดด ครีมทารักษาผิว เป็นต้น ส่วนครีมชนิดน้ำในน้ำมัน ได้แก่ ครีมนวดหน้า ครีมแต่งผม เป็นต้น

### สารก่ออิมัลชันสังเคราะห์<sup>38</sup>

เป็นสารที่มีคุณสมบัติลดแรงตึงผิวซึ่งได้จากการสังเคราะห์ ได้แก่ สารลดแรงตึงผิวชนิดที่มีประจุลบ (anionic) ชนิดที่มีประจุบวก (cationic) ชนิดที่ไม่มีประจุ (nonionic) ชนิดที่มีทั้งประจุบวกและลบ (amphoteric) และชนิดที่เป็น โพลีเมอร์ (polymeric)

### สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ

สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ มีทั้งชนิดที่ละลายในน้ำมัน ทำให้เกิดอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน และชนิดที่ละลายในน้ำ ทำให้เกิดอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ข้อดีของสารกลุ่มนี้ คือ สามารถเข้าได้กับยาหรือสารอื่นหลายชนิด ทนต่ออิเล็กโทรไลต์และความเป็นกรด-ด่างในช่วงกว้าง ก่อให้เกิดการระคายเคืองและมีความเป็นพิษต่ำ ตัวอย่างสารลดแรงตึงผิวในกลุ่มนี้ ได้แก่

#### 1. sorbitan fatty acid ester

เป็นเอสเทอร์ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันกับซอร์บิทอล ได้เป็นสารก่ออิมัลชันที่ละลายในน้ำมัน ซึ่งมีค่า HLB (hydrophilic-lipophilic balance) อยู่ระหว่าง 1.8 ถึง 8.6 ขึ้นกับชนิดและจำนวนของกรดไขมัน ใช้เป็นสารก่ออิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมันและสารทำให้เปียก นิยมใช้ร่วมกับสารก่ออิมัลชันที่ละลายในน้ำ เช่น polysorbate เพื่อให้เกิดฟิล์มเชิงซ้อนที่แข็งแรงล้อมรอบหยดเฟสภายใน สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ sorbitan monostearate และ sorbitan monooleate เป็นต้น

#### 2. polyoxyethylene sorbitan fatty acid ester<sup>38</sup>

เป็นสารอนุพันธ์ของ polyethylene oxide (PEO) กับ sorbitan fatty acid ester ซึ่งมีค่า HLB อยู่ระหว่าง 9.6 ถึง 16.7 ใช้เป็นสารก่ออิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ โดยนิยมใช้ร่วมกับ sorbitan ester เพื่อให้เกิดฟิล์มที่แข็งแรงและอาจใช้ร่วมกับ glyceryl monostearate หรือ stearyl alcohol เพื่อเพิ่มความข้นหนืดของตำรับ ทำให้อิมัลชันมีความคงตัวมากขึ้น ข้อควรระวัง คือ การใช้ polysorbate ร่วมกับสารกันเสียกลุ่ม paraben จะก่อให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการเป็นสารกันเสียของ paraben ลดลง ดังนั้นจึงควรเพิ่มความเข้มข้นของ paraben ที่ใช้ในตำรับ หรือเปลี่ยนไปใช้สารกันเสียชนิดอื่นแทน ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ ได้แก่ polysorbate 60 และ polysorbate 80 เป็นต้น

3. fatty alcohol polyoxyethylene ether<sup>38</sup>

ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง fatty alcohol กับ ethylene oxide ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ ได้แก่ steareth-2 (Brij™ 72) และ steareth-21 (Brij™ 721) เป็นต้น ข้อดีของสารกลุ่มนี้คือทนต่อความเป็นกรด-ด่างในช่วงกว้าง ไม่ระคายเคืองผิว แต่ไม่ทนต่ออิเล็กโทรไลต์ความเข้มข้นสูง

4. polyoxyethylene fatty acid ester<sup>39</sup>

เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันกับ ethylene oxide ได้เป็นสารก่ออิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ค่าการละลายจะขึ้นอยู่กับความยาวของสาย polyoxyethylene โดยละลายในน้ำมันและตัวทำละลายไฮโดรคาร์บอน เมื่อมีหมู่ ethylene oxide น้อยกว่า 8 ยูนิต และละลายในน้ำเมื่อมีหมู่ ethylene oxide 12-15 ยูนิต ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ ได้แก่ polyoxyl 8 stearate (Myrj™ 45) กับ polyoxyl 40 stearate (Myrj™ 52) เป็นต้น

### บทที่ 3

#### วัสดุและวิธีการวิจัย

##### วัตถุดิบ

สารสกัดเมล็ดลำไย จากบริษัท สเปเชียลตี้ เนเชอรัล โปรดักส์ จำกัด

##### สารเคมี

1. Absolute ethanol	K43113183 207	Merck Millipore
2. Amerchol L101	-	-
3. Brij™ 72	48930	Uniqema
4. Brij™ 721	48800	Uniqema
5. Butylated hydroxytoluene	K788A	API Corporation
6. Caprylic/capric triglyceride	-	-
7. Cetyl alcohol	M112380020	Emery Oleochemicals
8. Cyclomethicone	6370297	Pharmabiochem
9. Disodium edetate	-	-
10. Folin-Ciocalteu's phenol reagent	1416509 31709246	Sigma-Aldrich Chemical GmbH
11. Gallic acid	SZE61290	Sigma-Aldrich Chemical GmbH
12. Glycerin	1209220052	Thai Oleochemicals
13. Glyceryl monostearate	2/2164099	Pharmabiochem
14. Isopropanol	11 09 0056	RCI Labscan
15. Isopropyl myristate	12390H	Palm-Oleo (Klang)
16. Mineral oil	2011061421	Kukdong Oil & Chemical
17. Myrj™ 52	82H0303	Sigma Chemical
18. Methyl paraben	GBG0001718	Clariant Production Pontypridd
19. Propyl paraben	GBG0004232	Clariant Production Pontypridd

20. Propylene glycol	7656725072	Shell Chemicals
21. Sodium carbonate	AF405220	Ajax Chemicals
22. Span <sup>TM</sup> 60	-	-
23. Span <sup>TM</sup> 80	-	-
24. Span <sup>TM</sup> 83	-	-
25. Stearic acid	M12080003P	Emery Oleochemicals
26. Tween <sup>TM</sup> 60	17053	Croda Singapore
27. Tween <sup>TM</sup> 80	101859	NOF Corporation
28. Urea	-	-
29. White beeswax	20655	Miki Chemical Industry

### เครื่องมือ

1. Centrifuge
2. Homogenizer
3. Microplate reader
4. pH meter
5. Viscometer

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเมล็ดลำไย

1.1. ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH assay ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการทดสอบของ Kriengsak Thaipong et al. (2006)<sup>5</sup>

##### 1.1.1. เตรียมสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย

ซึ่งสารสกัดเมล็ดลำไย 46.2 มิลลิกรัม และปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ ได้สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 4.62 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร เจือจางสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยที่เตรียมได้ด้วยเอทานอลบริสุทธิ์จนได้

สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 3.08, 2.05, 1.37, 0.91, 0.61, 0.41 และ 0.27 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

#### 1.1.2. เตรียมสารละลายอ้างอิงมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก

ชั่งกรดแอสคอร์บิก 1 มิลลิกรัม และปรับปริมาตรจนครบ 50 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ ได้สารละลายอ้างอิงมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางสารละลายอ้างอิงมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกที่เตรียมได้ ด้วยเอทานอลบริสุทธิ์จนได้สารละลายอ้างอิงมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 5.00, 3.33, 2.22, 1.48, 0.99 และ 0.66 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

#### 1.1.3. เตรียมสารละลาย DPPH

ชั่ง DPPH 1.2 มิลลิกรัม และปรับปริมาตรจนครบ 50 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ ได้สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.06 มิลลิโมลาร์

#### 1.1.4. วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

##### 1.1.4.1. สารละลายทดสอบ

ผสมสารละลายทดสอบ 100 ไมโครลิตร และสารละลาย DPPH 100 ไมโครลิตร

##### 1.1.4.2. สารละลายควบคุมของสารละลายทดสอบ

ผสมสารละลายทดสอบ 100 ไมโครลิตร และเอทานอลบริสุทธิ์ 100 ไมโครลิตร

##### 1.1.4.3. สารละลาย DPPH

ผสมสารละลาย DPPH 100 ไมโครลิตร และเอทานอลบริสุทธิ์ 100 ไมโครลิตร

##### 1.1.4.4. สารละลายควบคุมของสารละลาย DPPH

เอทานอลบริสุทธิ์ 200 ไมโครลิตร

1.1.4.5. เขย่าเล็กน้อยให้สารละลายเข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ป้องกันแสง เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader

### 1.1.5. กำหนดร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ ตามสูตร

$$\%inhibition = [(abs_{control} - abs_{sample}) / abs_{control}] \times 100$$

โดย  $abs_{control}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม

$abs_{sample}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารทดสอบ

### 1.1.6. สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระกับความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระกับความเข้มข้นของสารละลายกรดแอสคอร์บิก

### 1.1.7. กำหนดความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50

## 1.2. ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส โดยใช้ EnzChek® Gelatinase/Collagenase Assay Kit ซึ่งประกอบด้วย คอลลาเจน 1 มิลลิกรัม สารละลายบัฟเฟอร์เข้มข้น 50 มิลลิลิตร ฟีนแอนโทรอลีน (phenanthroline) 30 มิลลิกรัม เอนไซม์คอลลาจีเนส 500 ยูนิต

### 1.2.1. เตรียมสารละลายคอลลาเจน

ปีปตน้ำปราศจากไอออน 1.0 มิลลิลิตร ลงในขวดคอลลาเจน 1 มิลลิกรัม เขย่าจนได้สารละลายที่ผสมเข้ากันดี ได้สารละลายคอลลาเจน ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

### 1.2.2. เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์เจือจาง

ปีปตสารละลายบัฟเฟอร์เข้มข้น 2 มิลลิลิตร ลงในน้ำปราศจากไอออน 18 มิลลิลิตร ได้สารละลายบัฟเฟอร์เจือจาง

### 1.2.3. เตรียมสารละลายเอนไซม์คอลลาจีเนส

ปีปตน้ำปราศจากไอออน 0.5 มิลลิลิตร ลงในขวดเอนไซม์คอลลาจีเนส 500 ยูนิต เขย่าจนได้สารละลายที่ผสมเข้ากันดี ได้สารละลายเอนไซม์คอลลาจีเนส ความเข้มข้น 1000 ยูนิตต่อมิลลิลิตร เจือจางสารละลายเอนไซม์คอลลาจีเนสที่เตรียมได้ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์เจือจางจนได้สารละลายเอนไซม์คอลลาจีเนส ความเข้มข้น 0.2 ยูนิตต่อมิลลิลิตร

### 1.2.4. เตรียมสารละลายฟีนแอนโทรอลีน

ชั่งฟีนแอนโทรอลีน 9.9 กรัม ลงในเอทานอลบริสุทธิ์ 25 มิลลิลิตร ผสมให้ละลายเข้ากัน ได้สารละลายฟีนแอนโทรอลีน ความเข้มข้น 2000 มิลลิโมลาร์ เจือจางสารละลาย



ฟิแนโนโทรลีนที่เตรียมได้ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์เจือจางจนได้สารละลายฟิแนโนโทรลีน ความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์

#### 1.2.5. เตรียมสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย

ชั่งสารสกัดเมล็ดลำไย 1 กรัม และปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ ได้สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยที่เตรียมได้ด้วยน้ำจนได้สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 50 และ 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

#### 1.2.6. วิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส

##### 1.2.6.1. สารละลายทดสอบ

ผสมสารละลายทดสอบ 80 ไมโครลิตร สารละลายคอลลาเจน 20 ไมโครลิตร และสารละลายเอนไซม์คอลลาจีเนส 100 ไมโครลิตร

##### 1.2.6.2. สารละลายควบคุมของสารละลายทดสอบ

ผสมสารละลายทดสอบ 80 ไมโครลิตร สารละลายคอลลาเจน 20 ไมโครลิตร และสารละลายบัฟเฟอร์เจือจาง 100 ไมโครลิตร

1.2.6.3. เขย่าเล็กน้อยให้สารละลายเข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ป้องกันแสง เป็นเวลา 60 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 495 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง fluorescence microplate reader

#### 1.2.7. กำหนดร้อยละที่สามารถยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส ตามสูตร

$$\%inhibition = [(abs_{control} - abs_{sample}) / abs_{control}] \times 100$$

โดย  $abs_{control}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม

$abs_{sample}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารทดสอบ

1.3. ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส โดยใช้ EnzChek<sup>®</sup> Elastase Assay Kit ซึ่งประกอบด้วยอีลาสติน 1 มิลลิกรัม สารละลายบัฟเฟอร์เข้มข้น 28 มิลลิลิตร เอนไซม์อีลาสเตส 50 ยูนิต และ N-methoxysuccinyl-Ala-Ala-Pro-Val-chloromethyl ketone 500 ไมโครกรัม

##### 1.3.1. เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์เจือจาง

ปิเปตสารละลายบัฟเฟอร์เข้มข้น 6 มิลลิลิตร ลงในน้ำปราศจากไอออน 54 มิลลิลิตร ได้สารละลายบัฟเฟอร์เจือจาง

### 1.3.2. เตรียมสารละลายอีลาสติน

ปีเปิดน้ำปราศจากไอออน 1.0 มิลลิลิตร ลงในขวดอีลาสติน 1 มิลลิกรัม เขย่าจนได้สารละลายที่ผสมเข้ากันดี ได้สารละลายอีลาสติน ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางสารละลายอีลาสตินที่เตรียมได้ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์เจือจางจนได้สารละลายอีลาสติน ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

### 1.3.3. เตรียมสารละลายเอนไซม์อีลาสเตส

ปีเปิดน้ำปราศจากไอออน 0.5 มิลลิลิตร ลงในขวดเอนไซม์อีลาสเตส 50 ยูนิต เขย่าจนได้สารละลายที่ผสมเข้ากันดี ได้สารละลายเอนไซม์อีลาสเตส ความเข้มข้น 100 ยูนิตต่อมิลลิลิตร เจือจางสารละลายเอนไซม์อีลาสเตสที่เตรียมได้ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์เจือจางจนได้สารละลายเอนไซม์อีลาสเตส ความเข้มข้น 0.2 ยูนิตต่อมิลลิลิตร

### 1.3.4. เตรียมสารละลาย N-methoxysuccinyl-Ala-Ala-Pro-Val-chloromethyl ketone

ปีเปิด anhydrous dimethylsulfoxide 50 ไมโครลิตร ลงในขวด N-methoxysuccinyl-Ala-Ala-Pro-Val-chloromethyl ketone 500 ไมโครกรัม เขย่าจนได้สารละลายที่ผสมเข้ากันดี ได้สารละลาย N-methoxysuccinyl-Ala-Ala-Pro-Val-chloromethyl ketone ความเข้มข้น 3.33 มิลลิโมลาร์ เจือจางสารละลาย N-methoxysuccinyl-Ala-Ala-Pro-Val-chloromethyl ketone ที่เตรียมได้ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์เจือจางจนได้สารละลาย N-methoxysuccinyl-Ala-Ala-Pro-Val-chloromethyl ketone ความเข้มข้น 0.01 มิลลิโมลาร์

### 1.3.5. เตรียมสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย 3 ความเข้มข้น

ชั่งสารสกัดเมล็ดลำไย 1 กรัม และปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ ได้สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยที่เตรียมได้ด้วยน้ำจนได้สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 50 และ 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

### 1.3.6. วิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส

#### 1.3.6.1. สารละลายทดสอบ

ผสมสารละลายทดสอบ 50 ไมโครลิตร สารละลายอีลาสติน 50 ไมโครลิตร และสารละลายเอนไซม์อีลาสเตส 100 ไมโครลิตร

### 1.3.6.2. สารละลายควบคุมของสารละลายทดสอบ

ผสมสารละลายทดสอบ 50 ไมโครลิตร สารละลายอีลาสติน 50 ไมโครลิตร และสารละลายบัพเฟอร์เจือจาง 100 ไมโครลิตร

### 1.3.6.3. เขย่าเล็กน้อยให้สารละลายเข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ป้องกันแสง เป็นเวลา 60 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 505 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง fluorescence microplate reader

### 1.3.7. กำหนดร้อยละที่สามารถยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส ตามสูตร

$$\%inhibition = [(abs_{control} - abs_{sample}) / abs_{control}] \times 100$$

โดย  $abs_{control}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม

$abs_{sample}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารทดสอบ

## 1.4. ปริมาณสารประกอบฟีนอล โดยวิธี Folin-Ciocalteu method ซึ่งคัดแปลงจากวิธีการทดสอบของ de Oliveira et al. (2009)6

### 1.4.1. เตรียมสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ชั่งสารสกัดเมล็ดลำไย 0.5 กรัม และปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ ได้สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

### 1.4.2. เตรียมสารละลายกรดแกลลิก 10 ความเข้มข้น

ชั่งกรดแกลลิก 50 มิลลิกรัม และปรับปริมาตรจนครบ 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ ได้สารละลายกรดแกลลิก ความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางสารละลายกรดแกลลิกที่เตรียมได้ด้วยน้ำจนได้สารละลายกรดแกลลิกความเข้มข้น 500, 400, 300, 200, 100, 50, 25, 10 และ 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

### 1.4.3. เตรียมสารละลาย Folin-Ciocalteu's phenol reagent เจือจาง

เปิด Folin-Ciocalteu's phenol reagent 1 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ ได้สารละลาย Folin-Ciocalteu's phenol reagent เจือจาง

### 1.4.4. เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต

ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 0.75 กรัม และปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ ได้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

#### 1.4.5. วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอล

##### 1.4.5.1. สารละลายทดสอบ

ผสมสารละลายทดสอบ 20 ไมโครลิตร สารละลาย Folin-Ciocalteu's phenol reagent เจือจาง 100 ไมโครลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 80 ไมโครลิตร

##### 1.4.5.2. สารละลายควบคุมของสารละลายทดสอบ

ผสมสารละลายทดสอบ 20 ไมโครลิตร และน้ำ 180 ไมโครลิตร

##### 1.4.5.3. เขย่าเล็กน้อยให้สารละลายเข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ป้องกันแสง เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader

#### 1.4.6. สร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิก

#### 1.4.7. กำหนดปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดเมล็ดลำไย โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

## 2. พัฒนาครีมน้ำมัน

### 2.1. พัฒนาครีมน้ำมันชนิดน้ำในน้ำมัน

พัฒนาครีมน้ำมันชนิดน้ำในน้ำมัน โดยศึกษาถึงชนิดและปริมาณของสารก่ออิมัลชัน ซึ่งทำการผันแปรสารก่ออิมัลชันในตำรับ ได้แก่ Tween<sup>TM</sup> 60/Span<sup>TM</sup> 83, Tween<sup>TM</sup> 80/Span<sup>TM</sup> 83 และ Span<sup>TM</sup> 83 วัฏภาคน้ำมัน ประกอบด้วย glyceryl monostearate, cetyl alcohol, white beeswax, cyclomethicone, caprylic/capric triglyceride และ mineral oil และวัฏภาคน้ำ ประกอบด้วย glycerin, propylene glycol, butylated hydroxytoluene, paraben concentrate และ purified water ตามปริมาณดังแสดงในตารางที่ 1

เตรียมน้ำมันชนิดน้ำในน้ำมัน โดยวิธี beaker method หลอมวัฏภาคน้ำมันจนอุณหภูมิถึง 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของวัฏภาคน้ำจนอุณหภูมิถึง 75 องศาเซลเซียส เทวัฏภาคน้ำลงวัฏภาคน้ำมันช้า ๆ และเป็นสายต่อเนื่อง คนผสมจนมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส

จึงเติม cyclomethicone และ paraben concentrate คนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันจนกระทั่ง  
congeal

ตารางที่ 1 แสดงสูตรตำรับครีมพืชนิดน้ำในน้ำมัน

ส่วนประกอบ	ปริมาณในสูตรตำรับ								
	Rx T60/S83_2	Rx T60/S83_4	Rx T60/S83_6	Rx T80/S83_2	Rx T80/S83_4	Rx T80/S83_6	Rx S83_2	Rx S83_4	Rx S83_6
Glyceryl monostearate	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Cetyl alcohol	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
White beeswax	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Cyclomethicone	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Caprylic/capric triglyceride	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Mineral oil	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Span <sup>TM</sup> 83	4.97	6.63	8.29	4.98	6.64	8.30	6.00	8.00	10.0
Tween <sup>TM</sup> 60	1.03	1.37	1.71	-	-	-	-	-	-
Tween <sup>TM</sup> 80	-	-	-	1.02	1.36	1.70	-	-	-
Glycerin	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Propylene glycol	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Butylated hydroxytoluene	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Paraben concentrate	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Purified water q.s. to	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

หมายเหตุ Paraben concentrate คือ methyl paraben ร้อยละ 20 และ propyl paraben ร้อยละ 2 ใน propylene glycol

## 2.2. พัฒนาครีมน้ำในน้ำ

พัฒนาครีมน้ำในน้ำ โดยศึกษาถึงชนิดและปริมาณของสารก่ออิมัลชัน ซึ่งทำการผันแปรสารก่ออิมัลชันในตำรับ ได้แก่ Tween<sup>TM</sup> 60/ Span<sup>TM</sup> 60, Tween<sup>TM</sup> 80/ Span<sup>TM</sup> 80 Brij<sup>TM</sup> 72/ Brij<sup>TM</sup> 721 และ Myrj<sup>TM</sup> 52 วัฏภาคน้ำมัน ประกอบด้วย stearic acid, glyceryl monostearate, cetyl alcohol, cyclomethicone, caprylic/capric triglyceride, isopropyl myristate และ amerchol L 101 และวัฏภาคน้ำ ประกอบด้วย urea, glycerin, propylene glycol, disodium edetate, butylated hydroxytoluene, paraben concentrate และ purified water ตามปริมาณดังแสดงในตารางที่ 2

เตรียมครีมน้ำในน้ำ โดยวิธี beaker method หลอมวัฏภาคน้ำมันจนอุณหภูมิถึง 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิวัฏภาคน้ำจนอุณหภูมิถึง 75 องศาเซลเซียส เทวัฏภาคน้ำลงวัฏภาคน้ำมันช้า ๆ และเป็นสายต่อเนื่อง คนผสมจนมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส จึงเติม cyclomethicone และ paraben concentrate คนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันจนกระทั่ง congeal

## 2.3. ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ

ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของครีมพื้นน้ำในน้ำมันภายหลังเตรียมเสร็จทันที ได้แก่ การแยกชั้น สี และความเป็นกรด-ด่าง และภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ ได้แก่ ความหนืด และความรู้สึกลำไส้

2.3.1. การแยกชั้น สังเกตการแยกชั้นของครีมพื้นด้วยตาเปล่า โดยใช้ระบบการให้คะแนน ตั้งแต่ 0 ถึง 5 โดย 0 คือ ไม่เกิดการแยกชั้น 1 คือ เกิดการแยกชั้นน้อยที่สุด 2 คือ เกิดการแยกชั้นน้อย 3 คือ เกิดการแยกชั้นปานกลาง 4 คือ เกิดการแยกชั้นมาก และ 5 คือ เกิดการแยกชั้นมากที่สุด

2.3.2. สี สังเกตสีของครีมพื้นด้วยตาเปล่า โดยใช้ระบบการให้คะแนนตามแถบสีมาตรฐาน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงแถบสีมาตรฐาน

- 2.3.3. ความเป็นกรด-ด่าง วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของครีมพื้น โดยใช้เครื่อง pH meter
- 2.3.4. ความหนืด วัดค่าความหนืด โดยใช้เครื่อง RotoVisco 1 และ spindle เบอร์ C35/1°  
Ti กำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวัด ดังนี้ shearing rate 0 ถึง 30 รอบต่อวินาที  
จำนวน 10 รอบ รอบละ 10 วินาที
- 2.3.5. ความรู้สึกสัมผัส ประเมินความรู้สึกสัมผัส ได้แก่ ความหนืด ความเนียน การ  
กระจาย ความมันขณะใช้และภายหลังใช้ผลิตภัณฑ์ โดยใช้ระบบการให้คะแนน  
ตั้งแต่ 1 ถึง 5 โดย 1 คือ น้อยที่สุด 2 คือ น้อย 3 คือ ปานกลาง 4 คือ มาก และ 5 คือ  
มากที่สุด

#### 2.4. ประเมินความคงตัวของทางกายภาพภายใต้สภาวะเร่ง

เลือกครีมพื้นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสม คือ เกิดเป็นครีมตามชนิดที่ต้องการ  
และไม่เกิดการแยกชั้น นำไปประเมินความคงตัวของทางกายภาพภายใต้สภาวะเร่งด้วยวิธี heating-  
cooling cycle จำนวน 6 รอบ ซึ่ง 1 รอบ หมายถึง การนำครีมพื้นไปเก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ 45  
องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำครีมพื้นไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศา  
เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการประเมินครีมพื้นภายหลังผ่านสภาวะเร่งทั้ง 6 รอบ  
ในหัวข้อต่าง ๆ ตามข้อ 2.3









### 3. พัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

#### 3.1. พัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

เลือกสูตรตำรับครีมพื้นฐานจากข้อ 2 ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสม และมีความคงตัวทางกายภาพ คือ เนื้อครีมมีสีขาว ไม่เกิดการแยกชั้น และให้ความรู้สึกสัมผัสดี เพื่อตั้งสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย โดยปริมาณของสารสกัดเมล็ดลำไยที่ผสมในสูตรตำรับ พิจารณาจากฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเมล็ดลำไย

#### 3.2. ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ

ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังเตรียมเสร็จ ในหัวข้อต่าง ๆ ตามข้อ 2.3

#### 3.3. ประเมินความคงตัวทางเคมีกายภาพภายใต้สภาวะเร่ง

เลือกครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยตำรับที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสม นำไปประเมินความคงตัวทางกายภาพภายใต้สภาวะเร่งด้วยวิธี heating-cooling cycle จำนวน 6 รอบ โดยใช้วิธีเดียวกับข้อ 2.4 จากนั้นทำการประเมินครีมพื้นฐานภายหลังผ่านสภาวะเร่งทั้ง 6 รอบ ในหัวข้อต่าง ๆ ตามข้อ 2.3

เลือกครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยตำรับที่มีความคงตัวทางกายภาพที่ดี นำไปประเมินความคงตัวทางเคมีภายใต้สภาวะเร่ง โดยนำครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยผ่านสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และเก็บตัวอย่างครีมดังกล่าวที่เวลา 0 2 และ 4 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอล

##### - เตรียมสารทดสอบ

สกัดครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย 5 กรัม ปรับปริมาตรด้วยสารละลายผสมเอทานอลบริสุทธิ์:ไอโซโพรพานอล (8:2) จนครบ 25 มิลลิลิตร โดยโซโม่จิไนซ์ที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที และปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที

เตรียมสารละลาย Folin-Ciocalteu's phenol reagent เจือจาง และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต โดยใช้วิธีเดียวกับข้อ 1.4.3 และ 1.4.4 ตามลำดับ

- วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอล

ซึ่งสารสกัดเมล็ดลำไย 5 กรัม และปรับปริมาตรด้วยสารละลายผสมเอทานอลบริสุทธิ์: ไอโซโพรพานอล (8:2) จนครบ 25 มิลลิลิตร ได้สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยที่เตรียมได้ด้วยสารละลายผสมเอทานอลบริสุทธิ์: ไอโซโพรพานอล (8:2) จนได้สารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย ความเข้มข้น 100, 80, 60, 40, 20, 10, 5, 2 และ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลในสารละลายทดสอบ โดยผสมสารละลายทดสอบ 20 ไมโครลิตร สารละลาย Folin-Ciocalteu's phenol reagent เจือจาง 100 ไมโครลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 80 ไมโครลิตร และสารละลายควบคุมของสารละลายทดสอบ โดยผสมสารละลายทดสอบ 20 ไมโครลิตร และ สารละลายผสมเอทานอลบริสุทธิ์: ไอโซโพรพานอล (8:2) 180 ไมโครลิตร สร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยกับความเข้มข้นของกรดแกลลิก

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยที่เตรียมได้ วิเคราะห์สารละลายทดสอบ โดยผสมสารละลายทดสอบ 200 ไมโครลิตร สารละลาย Folin-Ciocalteu's phenol reagent เจือจาง 1000 ไมโครลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 800 ไมโครลิตร และสารละลายควบคุมของสารละลายทดสอบ โดยผสมสารละลายทดสอบ 200 ไมโครลิตร สารละลายผสมเอทานอลบริสุทธิ์: ไอโซโพรพานอล (8:2) 1800 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 6000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ป้องกันแสง เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนใสที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader และคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอล

## บทที่ 4

### ผลและอภิปรายผลการทดลอง

#### 1. ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเมล็ดลำไย

##### 1.1. ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยและสารละลายกรดแอสคอร์บิกเพิ่มขึ้น ทำให้ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระกับความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย และภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระกับความเข้มข้นของโพลีฟีนอลในสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย เมื่อคำนวณความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 พบว่าความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 คือ 1.11 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และความเข้มข้นของโพลีฟีนอลในสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 คือ 0.11 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสารกรดแอสคอร์บิกไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระกับความเข้มข้นของสารละลายกรดแอสคอร์บิก ดังภาพที่ 6 และคำนวณความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 คือ 1.56 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

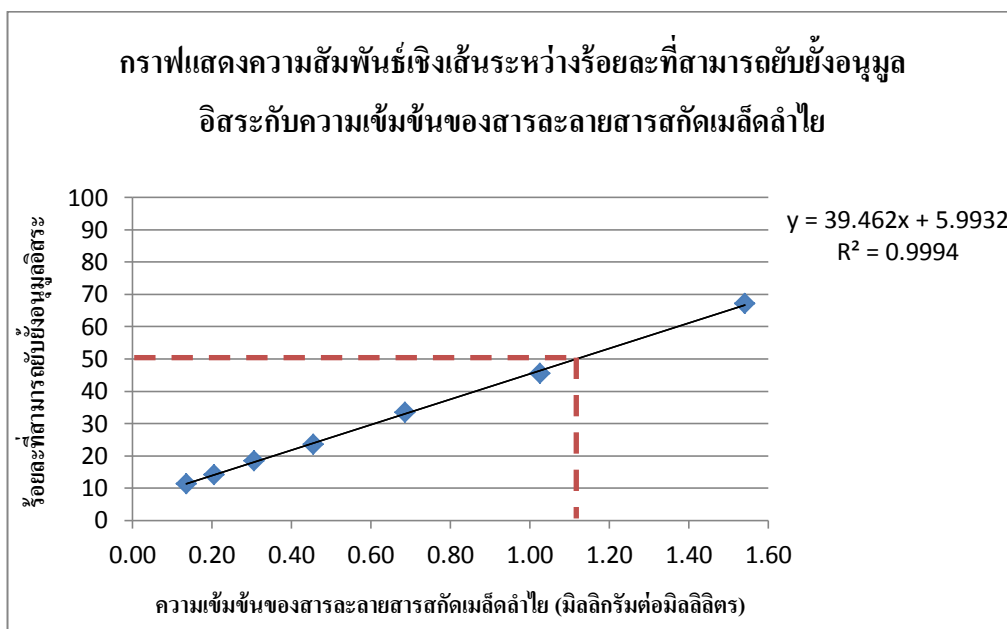
เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 พบว่ากรดแอสคอร์บิกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าสารสกัดเมล็ดลำไย 712 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นที่รู้จัก และเป็นสารสังเคราะห์มาตรฐาน ในขณะที่สารสกัดเมล็ดลำไยที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย butylene glycol propylene glycol และ glycerin

ตารางที่ 3 แสดงร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระของโพลีฟีนอลในสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย

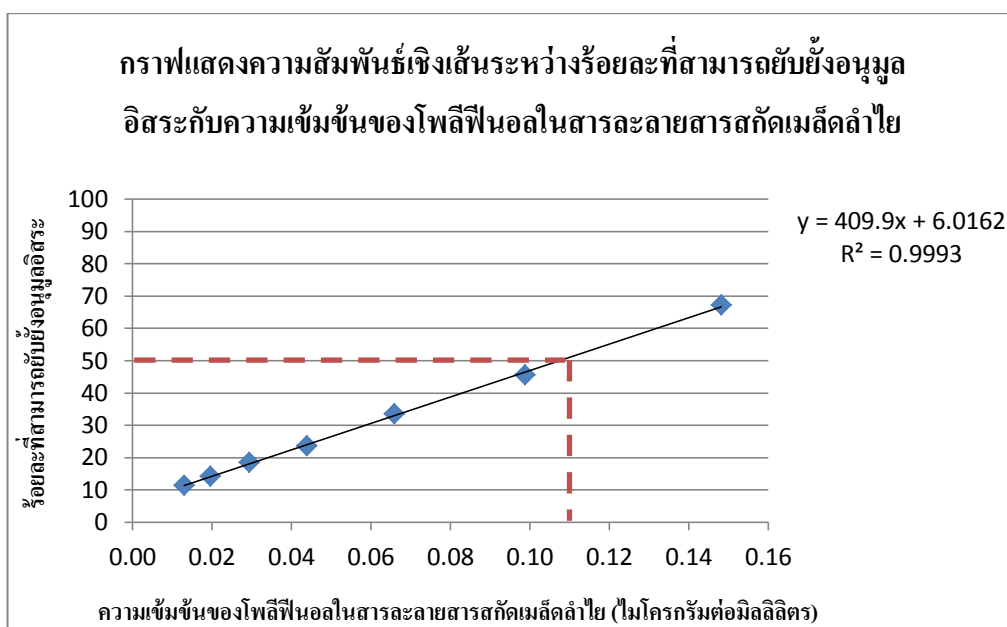
ความเข้มข้นของ สารละลาย สารสกัดเมล็ดลำไย (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ความเข้มข้นของ โพลีฟีนอลใน สารละลาย สารสกัดเมล็ดลำไย (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1.54	0.15	67.19	1.79
1.03	0.10	45.57	2.07
0.69	0.07	33.51	2.32
0.46	0.04	23.50	0.93
0.31	0.03	18.36	0.51
0.21	0.02	14.09	1.17
0.14	0.01	11.39	2.18

ตารางที่ 4 แสดงร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระของสารละลายกรดแอสคอร์บิก

ความเข้มข้นของ สารละลายกรดแอสคอร์บิก (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ	
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2.50	82.49	1.52
1.67	56.23	1.17
1.11	33.51	2.32
0.74	19.67	0.64
0.49	11.35	1.51
0.33	7.53	2.89

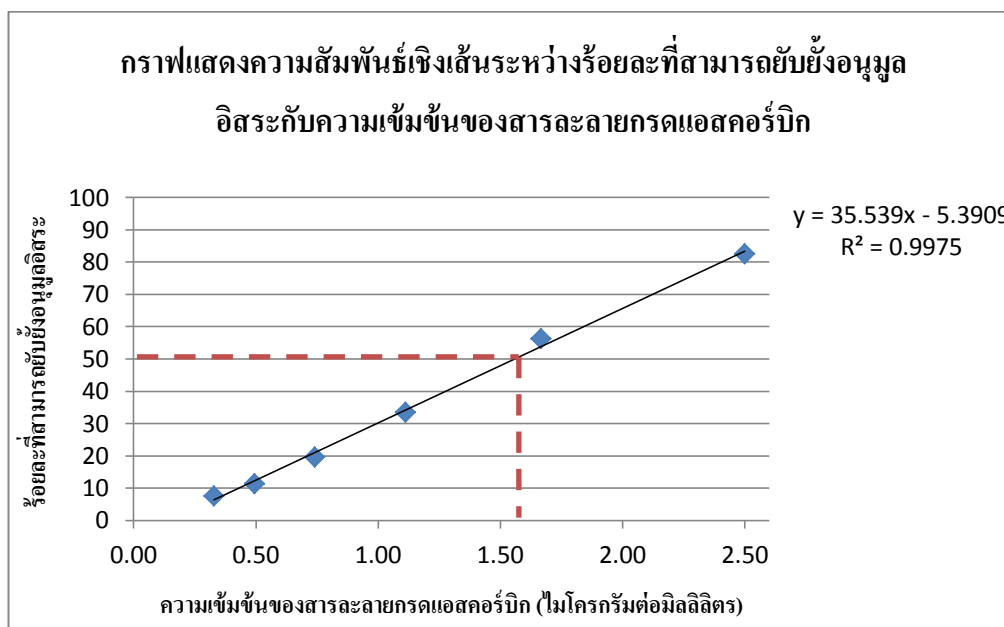


ภาพที่ 4 แสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุโมลอิสระกับความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย



ภาพที่ 5 แสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุโมลอิสระกับความเข้มข้นของโพลีฟีนอลในสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย





**ภาพที่ 6 แสดงกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างร้อยละที่สามารถยับยั้งอนุโมลอิสระกับความเข้มข้นของสารละลายกรดแอสคอร์บิก**

### 1.2. ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส

การทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนสสามารถศึกษาโดยใช้ชุดทดสอบที่มีจำหน่ายทางการค้า อย่างไรก็ตามในการวิจัยนี้ไม่สามารถจัดหาชุดทดสอบได้ตามกำหนดเวลา และมีราคาสูง ทางคณะผู้วิจัยได้หาวิธีทดสอบอื่นทดแทนผ่านทางคุณสมบัติการย่อยสลายเจลาตินหรือสารกลุ่มโปรตีน ทางคณะผู้วิจัยได้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านจุลชีววิทยาซึ่งพบว่า กระบวนการในการวิเคราะห์มีความซับซ้อน และใช้ระยะเวลาานาน ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการวิจัยนี้ ทางคณะผู้วิจัยจึงไม่สามารถทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนสได้

### 1.3. การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส

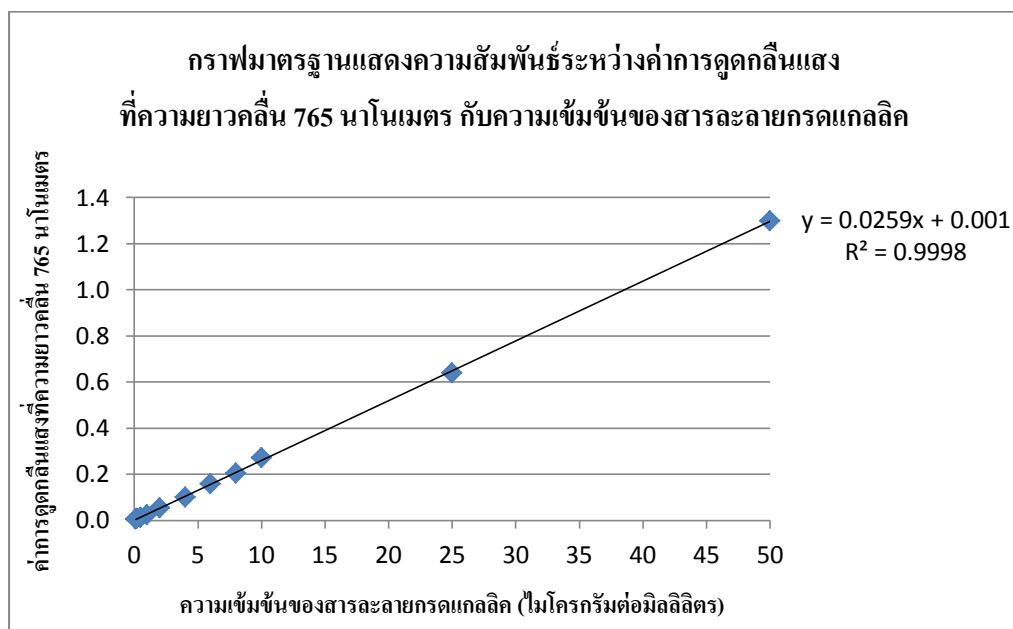
ไม่สามารถทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตสได้ ด้วยเหตุผลเดียวกับ ข้อ 1.2

#### 1.4. ปริมาณสารประกอบฟีนอล

เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร และความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิก ดังตารางที่ 5 ไปสร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร กับความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิก ดังภาพที่ 7 และคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดเมล็ดลำไยจากกราฟมาตรฐานดังกล่าว พบว่าสารสกัดเมล็ดลำไยมีปริมาณสารประกอบฟีนอล 5.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด

ตารางที่ 5 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแกลลิก

ความเข้มข้นของ สารละลายกรดแกลลิก (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง	
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
50	1.299	0.102
25	0.640	0.046
10	0.271	0.001
8	0.206	0.001
6	0.159	0.002
4	0.100	0.001
2	0.053	0.000
1	0.025	0.000
0.5	0.012	0.002
0.2	0.008	0.001
0.1	0.005	0.001



ภาพที่ 7 แสดงกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร กับความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิก

เมื่อเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดเมล็ดลำไยที่คำนวณได้กับปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารอื่น พบว่าสารประกอบฟีนอลของสารสกัดเมล็ดลำไยที่คำนวณได้มีค่าค่อนข้างต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 6 ทั้งนี้เนื่องจากสารสกัดเมล็ดลำไยที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นสารสกัดที่ถูกทำให้เจือจางด้วย butylene glycol propylene glycol และ glycerin ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณน้อย

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลในสารสกัดเมล็ดลำไยและพืชอื่น 21 ชนิด

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อทั่วไป	ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม)
<i>Dimocarpus longan</i>	Longan (SNP <sup>®</sup> )	5.04 ± 0.108
<i>Dimocarpus longan</i>	Longan	238.74 <sup>40</sup>
<i>Lawsonia inermis</i>	Henna	728.43 ± 0.14 <sup>41</sup>
<i>Cosmos caudatus</i>	King of salad	704.21 ± 0.95 <sup>41</sup>
<i>Murraya koenigii</i>	Curry	514.40 ± 0.60 <sup>41</sup>
<i>Melicope lunu</i>	Tenggek burung	428.60 ± 0.02 <sup>41</sup>
<i>Vitex negundo</i>	Lemuni hitam	362.86 ± 0.81 <sup>41</sup>
<i>Pluchia indica</i>	Beluntas	325.20 ± 0.46 <sup>41</sup>
<i>Premna cordifolia</i>	Bebuas	235.02 ± 0.81 <sup>41</sup>
<i>Piper betle</i>	Betel	227.48 ± 0.26 <sup>41</sup>
<i>Sesbania grandiflora</i>	Sesban	208.80 ± 0.41 <sup>41</sup>
<i>Kaempferia galangal</i>	Cekur	193.47 ± 0.30 <sup>41</sup>
<i>Centella asiatica</i>	Pennywort	183.24 ± 0.68 <sup>41</sup>
<i>Talinum triangulare</i>	Water spinach	164.36 ± 0.44 <sup>41</sup>
<i>Piper longum</i>	Thai betel	154.43 ± 0.14 <sup>41</sup>
<i>Andrographis paniculata</i>	King of bitter	128.33 ± 0.53 <sup>41</sup>
<i>Pereskia bleo</i>	Chat sim chan	109.43 ± 0.84 <sup>41</sup>
<i>Gynura procumbens</i>	Mollucan spinach	104.80 ± 0.94 <sup>41</sup>
<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	Winged beans	93.59 ± 0.35 <sup>41</sup>
<i>Morrinda citrifolia</i>	Noni	88.03 ± 0.76 <sup>41</sup>
<i>Curcuma xanthorrhiza</i>	False turmeric	85.32 ± 0.83 <sup>41</sup>
<i>Justicia gendarussa</i>	Gendarussa	80.55 ± 0.56 <sup>41</sup>
<i>Boesenbergia rotunda</i>	Fingerroots	45.96 ± 0.45 <sup>41</sup>

โพลีฟินอล เป็นสารในกลุ่มสารประกอบฟินอล ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นจึงคาดการณ์ได้ว่า ปริมาณสารประกอบฟินอลแปรผันตรงกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตามจากข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่าปริมาณสารประกอบฟินอลมีความผันแปรกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารอื่น ๆ ในสารสกัด ซึ่งไม่ได้เป็นสารประกอบฟินอล มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

จากผลการวิจัย พบว่าสารสกัดเมล็ดลำไย มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากสารประกอบฟินอลและสารอื่นที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดเมล็ดลำไยมีศักยภาพในการนำมาใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลในสารสกัดเมล็ดลำไย พืช และสารอื่น 23 ชนิด

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อทั่วไป	ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัมสมมูลของ กรดแกลลิกต่อกรัม)	ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้ง อนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
<i>Dimocarpus longan</i>	Longan (SNP <sup>®</sup> )	5.04 ± 0.108	1110.11
Catechin	Catechin	-	20.73 ± 0.14 <sup>41</sup>
α-tocopherol	α-tocopherol	-	21.42 ± 0.95 <sup>41</sup>
BHA	BHA	-	22.15 ± 0.02 <sup>41</sup>
<i>Piper betle</i>	Betel	227.48 ± 0.26 <sup>41</sup>	23.00 ± 0.18 <sup>41</sup>
<i>Pluchia indica</i>	Beluntas	325.20 ± 0.46 <sup>41</sup>	29.28 ± 0.47 <sup>41</sup>
<i>Lawsonia inermis</i>	Henna	728.43 ± 0.14 <sup>41</sup>	31.09 ± 0.25 <sup>41</sup>
<i>Premna cordifolia</i>	Bebuas	235.02 ± 0.81 <sup>41</sup>	31.91 ± 0.43 <sup>41</sup>
<i>Murraya koenigii</i>	Curry	514.40 ± 0.60 <sup>41</sup>	32.80 ± 0.54 <sup>41</sup>
<i>Melicope lunu</i>	Tenggek burung	428.60 ± 0.02 <sup>41</sup>	34.40 ± 0.17 <sup>41</sup>
<i>Vitex negundo</i>	Lemuni hitam	362.86 ± 0.81 <sup>41</sup>	40.06 ± 0.42 <sup>41</sup>
<i>Centella asiatica</i>	Pennywort	183.24 ± 0.68 <sup>41</sup>	40.50 ± 0.10 <sup>41</sup>
<i>Piper longum</i>	Thai betel	154.43 ± 0.14 <sup>41</sup>	56.60 ± 0.40 <sup>41</sup>
<i>Curcuma xanthorrhiza</i>	False turmeric	85.32 ± 0.83 <sup>41</sup>	61.49 ± 0.32 <sup>41</sup>
<i>Gynura procumbens</i>	Mollucan spinach	104.80 ± 0.94 <sup>41</sup>	63.12 ± 0.11 <sup>41</sup>
<i>Boesenbergia rotunda</i>	Fingerroots	45.96 ± 0.45 <sup>41</sup>	71.46 ± 0.45 <sup>41</sup>
<i>Andrographis paniculata</i>	King of bitter	128.33 ± 0.53 <sup>41</sup>	74.10 ± 0.41 <sup>41</sup>
<i>Sesbania grandiflora</i>	Sesban	208.80 ± 0.41 <sup>41</sup>	74.21 ± 0.32 <sup>41</sup>
<i>Kaempferia galangal</i>	Cekur	193.47 ± 0.30 <sup>41</sup>	80.53 ± 0.23 <sup>41</sup>
<i>Justicia gendarussa</i>	Gendarussa	80.55 ± 0.56 <sup>41</sup>	84.90 ± 0.33 <sup>41</sup>
<i>Morrinda citrifolia</i>	Noni	88.03 ± 0.76 <sup>41</sup>	85.20 ± 0.22 <sup>41</sup>
<i>Pereskia bleo</i>	Chat sim chan	109.43 ± 0.84 <sup>41</sup>	87.36 ± 0.25 <sup>41</sup>
<i>Talinum triangulare</i>	Water spinach	164.36 ± 0.44 <sup>41</sup>	87.50 ± 0.27 <sup>41</sup>
<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	Winged beans	93.59 ± 0.35 <sup>41</sup>	89.59 ± 0.17 <sup>41</sup>

## 2. พัฒนาครีมพื้น

### 2.1. พัฒนาครีมพื้นชนิดน้ำมัน

ครีมพื้นชนิดน้ำมันที่เตรียมเสร็จ พบว่าสูตรตำรับ S83\_2 ไม่เกิดเป็นครีม โดยมีการแยกชั้นอย่างชัดเจนภายหลังเตรียมเสร็จ ส่วนสูตรตำรับ T80/S83\_2, T80/S83\_4 และ T80/S83\_6 เป็นครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ และสูตรตำรับ T60/S83\_2, T60/S83\_4, T60/S83\_6, S83\_4 และ S83\_6 เป็นครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำมัน ดังแสดงในตารางที่ 8

สูตรตำรับ S83\_2 ไม่เกิดเป็นครีม เนื่องจากมีสารก่ออิมัลชันในตำรับเพียงชนิดเดียว คือ Span<sup>TM</sup> 83 และปริมาณที่ใช้ คือ ร้อยละ 2 ของสูตรตำรับ ซึ่งอาจไม่เพียงพอในการทำให้เกิดครีม

สูตรตำรับ T80/S83\_2, T80/S83\_4 และ T80/S83\_6 เป็นครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ เนื่องจากสารก่ออิมัลชันที่ใช้ในตำรับ คือ Tween<sup>TM</sup> 80 และ Span<sup>TM</sup> 83 ซึ่ง Tween<sup>TM</sup> 80 มีค่า HLB สูง แสดงถึงความชอบน้ำ ทำให้ครีมพื้นที่เตรียมได้เป็นชนิดน้ำมันในน้ำ

ตารางที่ 8 แสดงการเกิดครีมและชนิดของครีมที่เตรียมได้ของครีมพื้นชนิดน้ำมัน

สูตรตำรับ	การเกิดครีม	ชนิดของครีมที่เตรียมได้
Rx T60/S83_2	เกิดครีม	น้ำในน้ำมัน
Rx T60/S83_4	เกิดครีม	น้ำในน้ำมัน
Rx T60/S83_6	เกิดครีม	น้ำในน้ำมัน
Rx T80/S83_2	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx T80/S83_4	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx T80/S83_6	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx S83_2	ไม่เกิดครีม	-
Rx S83_4	เกิดครีม	น้ำในน้ำมัน
Rx S83_6	เกิดครีม	น้ำในน้ำมัน

## 2.2. พัฒนาครีมพืชน้ำมันในน้ำ

ครีมพืชน้ำมันในน้ำที่เตรียมเสร็จทุกสูตรตำรับเป็นครีมพืชน้ำมันในน้ำ  
 ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงการเกิดครีมและชนิดของครีมที่เตรียมได้ของครีมพืชน้ำมันในน้ำ

สูตรตำรับ	การเกิดครีม	ชนิดของครีมที่เตรียมได้
Rx T60/S60_2	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx T60/S60_4	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx T60/S60_6	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx T80/S80_2	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx T80/S80_4	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx T80/S80_6	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx B72/B721 (1:1)_2	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx B72/B721 (1:1)_4	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx B72/B721 (1:1)_6	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx B72/B721 (1:2)_2	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx B72/B721 (1:2)_4	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx B72/B721 (1:2)_6	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx B72/B721 (1:3)_2	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx B72/B721 (1:3)_4	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx B72/B721 (1:3)_6	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx M52_2	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx M52_4	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ
Rx M52_6	เกิดครีม	น้ำมันในน้ำ



## 2.3. ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ

### 2.3.1. การแยกชั้น

ครีมพืชนิดน้ำในน้ำมันและชนิดน้ำมันในน้ำภายหลังเตรียมเสร็จทันที ทุกสูตร  
ตำรับ ไม่เกิดการแยกชั้น ดังแสดงในตารางที่ 10 และตารางที่ 11 ตามลำดับ

### 2.3.2. สี

ครีมพืชนิดน้ำในน้ำมันและชนิดน้ำมันในน้ำภายหลังเตรียมเสร็จทันที ทุกสูตร  
ตำรับ มีสีขาว ดังแสดงในตารางที่ 10 และตารางที่ 11

### 2.3.3. ความเป็นกรด-ด่าง

ครีมพืชนิดน้ำในน้ำมันภายหลังเตรียมเสร็จทันที มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  
อยู่ในช่วง 6 ถึง 7 ดังแสดงในตารางที่ 10

ครีมพืชนิดน้ำมันในน้ำภายหลังเตรียมเสร็จทันที มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  
อยู่ในช่วง 5 ถึง 6 ดังแสดงในตารางที่ 11

ค่าความเป็นกรด-ด่างของครีมพืชนิดน้ำในน้ำมันและชนิดน้ำมันในน้ำ  
อยู่ในช่วง 5 ถึง 7 ซึ่งมีความเป็นกรดอ่อน ๆ ใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-ด่างของ  
ผิวหนังปกติ จึงไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองผิว ซึ่งชนิดและปริมาณของสารก่ออิมัลชัน  
ในสูตรตำรับ ไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างมากนัก

### 2.3.4. ความหนืด

ครีมพืชนิดน้ำในน้ำมันภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ มีค่าความหนืด  
อยู่ในช่วง 1500 ถึง 4000 เซนติพอยส์ ดังแสดงในตารางที่ 10 โดยค่าความหนืดของ  
ครีมพืชนิดน้ำในน้ำมัน แปรผันตรงกับปริมาณของสารก่ออิมัลชันในสูตรตำรับ

ครีมพืชนิดน้ำมันในน้ำภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ มีค่าความหนืด  
อยู่ในช่วง 1000 ถึง 8000 เซนติพอยส์ ดังแสดงในตารางที่ 11 โดยค่าความหนืดของ  
ครีมพืชนิดน้ำมันในน้ำ สูตรตำรับในกลุ่ม T60/S60, B72/B721 (1:1), B72/B721 (1:2)  
และ B72/B721 (1:3) แปรผันตรงกับปริมาณของสารก่ออิมัลชันในสูตรตำรับ ส่วนสูตร  
ตำรับในกลุ่ม T80/S80 และ M52 ค่าความหนืดแปรผกผันกับปริมาณของสารก่ออิมัลชัน  
ในสูตรตำรับ

### 2.3.5. ความรู้สึกสัมผัส

ความรู้สึกสัมผัสของครีมพืชนิคน้ำในน้ำมันภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ พบว่ามีความหนืดปานกลาง ความเนียนละเอียดปานกลาง การกระจายตัวดี และมีความมันสูง ดังแสดงในตารางที่ 12

ความรู้สึกสัมผัสของครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ พบว่าสูตรตำรับในกลุ่ม T60/S60 มีความหนืดปานกลาง ความเนียนละเอียดปานกลาง การกระจายตัวดี และมีความมันปานกลาง สูตรตำรับในกลุ่ม T80/S80 มีความหนืดปานกลาง ความเนียนละเอียดปานกลาง การกระจายตัวดี และมีความมันเล็กน้อย สูตรตำรับในกลุ่ม B72/B721 (1:1) มีความหนืดสูง ความเนียนละเอียดค่อนข้างน้อย การกระจายตัวปานกลาง และมีความมันเล็กน้อย สูตรตำรับในกลุ่ม B72/B721 (1:2) มีความหนืดสูง ความเนียนละเอียดสูง การกระจายตัวปานกลาง และมีความมันเล็กน้อย สูตรตำรับในกลุ่ม B72/B721 (1:3) มีความหนืดสูง ความเนียนละเอียดสูง การกระจายตัวปานกลาง และมีความมันปานกลาง และสูตรตำรับในกลุ่ม M52 มีความหนืดปานกลาง ความเนียนละเอียดสูง การกระจายตัวดี และมีความมันเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 10 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของครีมพืชนิคน้ำในน้ำมัน ภายหลังเตรียมเสร็จ

สูตรตำรับ	การแยกชั้น	สี	ความเป็นกรด-ด่าง		ความหนืด (เซนติพอยส์)	
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
Rx T60/S83_2	0	1	6.27	0.03	2012	5.13
Rx T60/S83_4	0	1	6.20	0.02	2378	7.94
Rx T60/S83_6	0	1	6.12	0.03	3672	6.66
Rx S83_4	0	1	6.64	0.03	1784	7.94
Rx S83_6	0	1	6.51	0.05	3807	9.17

ตารางที่ 11 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ ภายหลังเตรียมเสร็จ

สูตรตำรับ	การแยกชั้น	สี	ความเป็นกรด-ด่าง		ความหนืด (เซนติพอยต์)	
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
Rx T60/S60_2	0	1	5.46	0.04	1973	9.61
Rx T60/S60_4	0	1	5.48	0.06	2357	9.02
Rx T60/S60_6	0	1	5.49	0.06	3184	7.02
Rx T80/S80_2	0	1	5.82	0.03	1473	8.14
Rx T80/S80_4	0	1	5.88	0.04	1341	7.37
Rx T80/S80_6	0	1	5.89	0.03	1184	8.00
Rx B72/B721 (1:1)_2	0	1	5.79	0.08	3282	5.51
Rx B72/B721 (1:1)_4	0	1	5.77	0.03	5756	9.61
Rx B72/B721 (1:1)_6	0	1	5.71	0.04	8070	8.72
Rx B72/B721 (1:2)_2	0	1	5.79	0.08	3337	9.85
Rx B72/B721 (1:2)_4	0	1	5.68	0.04	5307	9.54
Rx B72/B721 (1:2)_6	0	1	5.58	0.02	7613	8.02
Rx B72/B721 (1:3)_2	0	1	5.77	0.09	3305	9.64
Rx B72/B721 (1:3)_4	0	1	5.72	0.02	5851	9.54
Rx B72/B721 (1:3)_6	0	1	5.64	0.06	7751	8.14
Rx M52_2	0	1	6.07	0.08	2555	7.02
Rx M52_4	0	1	5.93	0.02	2205	8.89
Rx M52_6	0	1	5.86	0.01	1316	8.02

ตารางที่ 12 แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมพื้นชนิดน้ำในน้ำมัน ภายหลังเตรียมเสร็จ

สูตรตำรับ	ความรู้สึกสัมผัส				
	ลักษณะภายนอก		ความรู้สึกขณะใช้ผลิตภัณฑ์		ความรู้สึก ภายหลัง ใช้ผลิตภัณฑ์
	ความหนืด	ความเนียน	การกระจายตัว	ความมัน	ความมัน
Rx T60/S83_2	3	3	5	5	4
Rx T60/S83_4	3	4	5	5	4
Rx T60/S83_6	4	4	4	5	4
Rx S83_4	3	4	4	5	4
Rx S83_6	4	4	4	5	4

ตารางที่ 13 แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ ภายหลังเตรียมเสร็จ

สูตรตำรับ	ความรู้สึกสัมผัส				
	ลักษณะภายนอก		ความรู้สึกขณะใช้ผลิตภัณฑ์		ความรู้สึก ภายหลัง ใช้ผลิตภัณฑ์
	ความหนืด	ความเนียน	การกระจายตัว	ความมัน	ความมัน
Rx T60/S60_2	4	2	4	3	2
Rx T60/S60_4	3	4	5	3	2
Rx T60/S60_6	4	5	4	3	1
Rx T80/S80_2	4	2	5	2	1
Rx T80/S80_4	4	4	4	2	2
Rx T80/S80_6	3	5	5	2	1
Rx B72/B721 (1:1)_2	4	2	4	1	1
Rx B72/B721 (1:1)_4	5	2	3	2	1
Rx B72/B721 (1:1)_6	5	5	2	1	1
Rx B72/B721 (1:2)_2	3	5	4	2	1
Rx B72/B721 (1:2)_4	5	4	3	3	1
Rx B72/B721 (1:2)_6	5	4	2	1	1
Rx B72/B721 (1:3)_2	3	5	4	2	1
Rx B72/B721 (1:3)_4	4	5	3	3	1
Rx B72/B721 (1:3)_6	5	5	2	4	1
Rx M52_2	3	5	5	1	1
Rx M52_4	3	5	5	1	1
Rx M52_6	4	5	4	1	1

## 2.4. ประเมินความคงตัวของกายภาพภายใต้สภาวะเร่ง

### 2.4.1. การแยกชั้น

ครีมพืชนิคน้ำในน้ำมันภายหลังผ่านสภาวะเร่ง พบว่าสูตรตำรับ T60/S83\_2 และ T60/S83\_4 ไม่เกิดการแยกชั้น สูตรตำรับ T60/S83\_6 และ S83\_4 เกิดการแยกชั้นเล็กน้อย และสูตรตำรับ S83\_6 เกิดการแยกชั้นปานกลาง ดังแสดงในตารางที่ 14

ครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำภายหลังผ่านสภาวะเร่ง ทุกสูตรตำรับไม่เกิดการแยกชั้น ดังแสดงในตารางที่ 15

### 2.4.2. สี

ครีมพืชนิคน้ำในน้ำมันภายหลังผ่านสภาวะเร่งที่ไม่เกิดการแยกชั้น คือ สูตรตำรับ T60/S83\_2 และ T60/S83\_4 มีสีขาว ดังแสดงในตารางที่ 14 ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงไปจากภายหลังเตรียมเสร็จทันที ดังแสดงในตารางที่ 16

ครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำภายหลังผ่านสภาวะเร่ง ทุกสูตรตำรับมีสีขาว ดังแสดงในตารางที่ 15 ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงไปจากภายหลังเตรียมเสร็จทันที ดังแสดงในตารางที่ 17

### 2.4.3. ความเป็นกรด-ด่าง

ครีมพืชนิคน้ำในน้ำมันภายหลังผ่านสภาวะเร่งที่ไม่เกิดการแยกชั้น คือ สูตรตำรับ T60/S83\_2 และ T60/S83\_4 มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6 ถึง 7 ดังแสดงในตารางที่ 14 ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงไปจากภายหลังเตรียมเสร็จทันที ดังแสดงในตารางที่ 16

ครีมพืชนิคน้ำมันในน้ำภายหลังผ่านสภาวะเร่ง มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5 ถึง 7 ดังแสดงในตารางที่ 15 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากภายหลังเตรียมเสร็จทันที ดังแสดงในตารางที่ 17

### 2.4.4. ความหนืด

ครีมพืชนิคน้ำในน้ำมันภายหลังผ่านสภาวะเร่งที่ไม่เกิดการแยกชั้น คือ สูตรตำรับ T60/S83\_2 และ T60/S83\_4 มีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 1500 ถึง 1550 เซนติพอยส์ ดังแสดงในตารางที่ 14 ซึ่งมีค่าลดลงจากภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 16

คริมพีชนิดน้ำมันในน้ำภายหลังผ่านสภาวะเร่ง มีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 800 ถึง 8000 เซนติพอยส์ ดังแสดงในตารางที่ 15 ซึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 17

#### 2.4.5. ความรู้สึกสัมผัส

คริมพีชนิดน้ำในน้ำมันภายหลังผ่านสภาวะเร่งที่ไม่เกิดการแยกชั้น คือ สูตรตำรับ T60/S83\_2 และ T60/S83\_4 มีความรู้สึกสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลงไปจากภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ คือ ความหนืด ความเนียนละเอียด การกระจายตัว และความมัน ไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในตารางที่ 18

คริมพีชนิดน้ำมันในน้ำภายหลังผ่านสภาวะเร่ง มีความรู้สึกสัมผัสเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยจากภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ โดยสูตรตำรับ T80/S80\_6 มีความหนืดเพิ่มขึ้น สูตรตำรับ B72/B721 (1:1)\_4, B72/B721 (1:2)\_4, B72/B721 (1:2)\_6, B72/B721 (1:3)\_6 และ M52\_6 มีความหนืดลดลง สูตรตำรับ B72/B721 (1:1)\_6, B72/B721 (1:2)\_6, B72/B721 (1:3)\_6 และ M52\_6 มีการกระจายตัวดีขึ้น และสูตรตำรับ B72/B721 (1:3)\_6 มีความมันลดลง ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 14 แสดงความคงตัวทางกายภาพของคริมพีชนิดน้ำในน้ำมัน ภายหลังผ่านสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	การแยกชั้น	สี	ความเป็นกรด-ด่าง		ความหนืด (เซนติพอยส์)	
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
Rx T60/S83_2	0	1	6.28	0.02	1506	5.69
Rx T60/S83_4	0	1	6.19	0.02	1525	7.51
Rx T60/S83_6	1	-	-	-	-	-
Rx S83_4	2	-	-	-	-	-
Rx S83_6	3	-	-	-	-	-

ตารางที่ 15 แสดงความคงตัวของภาพของครีมพืชน้ำมันในน้ำ ภายหลังจากสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	การแยกชั้น	สี	ความเป็นกรด-ด่าง		ความหนืด (เซนติพอยต์)	
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
Rx T60/S60_2	0	1	6.22	0.01	2081	8.89
Rx T60/S60_4	0	1	6.22	0.01	2108	9.00
Rx T60/S60_6	0	1	6.20	0.02	2615	9.45
Rx T80/S80_2	0	1	6.45	0.03	1472	6.08
Rx T80/S80_4	0	1	6.43	0.03	2366	9.17
Rx T80/S80_6	0	1	6.41	0.02	2184	8.89
Rx B72/B721 (1:1)_2	0	1	5.92	0.03	3798	8.33
Rx B72/B721 (1:1)_4	0	1	5.80	0.06	4532	9.45
Rx B72/B721 (1:1)_6	0	1	5.72	0.08	7984	5.51
Rx B72/B721 (1:2)_2	0	1	6.12	0.09	3702	9.17
Rx B72/B721 (1:2)_4	0	1	6.05	0.05	5018	5.51
Rx B72/B721 (1:2)_6	0	1	5.89	0.07	6332	3.51
Rx B72/B721 (1:3)_2	0	1	6.32	0.08	3481	5.69
Rx B72/B721 (1:3)_4	0	1	6.23	0.04	4744	7.51
Rx B72/B721 (1:3)_6	0	1	6.12	0.05	6747	9.07
Rx M52_2	0	1	6.49	0.08	2177	8.74
Rx M52_4	0	1	6.37	0.08	1801	8.89
Rx M52_6	0	1	6.21	0.02	851.9	6.68



ตารางที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของครีมพื้นชนิดน้ำในน้ำมัน  
 ภายหลังเตรียมเสร็จและภายหลังผ่านสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	ภายหลังเตรียมเสร็จ			ภายหลังผ่านสภาวะเร่ง		
	สี	ความเป็นกรด-ด่าง	ความหนืด	สี	ความเป็นกรด-ด่าง	ความหนืด
Rx T60/S83_2	1	$6.27 \pm 0.03$	$2012 \pm 5.13$	1	$6.28 \pm 0.02$	$1506 \pm 5.69$
Rx T60/S83_4	1	$6.20 \pm 0.02$	$2378 \pm 7.94$	1	$6.19 \pm 0.02$	$1525 \pm 7.51$

ตารางที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ  
 ภายหลังเตรียมเสร็จและภายหลังผ่านสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	ภายหลังเตรียมเสร็จ			ภายหลังผ่านสภาวะเร่ง		
	สี	ความเป็นกรด-ด่าง	ความหนืด	สี	ความเป็นกรด-ด่าง	ความหนืด
Rx T60/S60_2	1	5.46 ± 0.04	1973 ± 9.61	1	6.22 ± 0.01	2081 ± 8.89
Rx T60/S60_4	1	5.48 ± 0.06	2357 ± 9.02	1	6.22 ± 0.01	2108 ± 9.00
Rx T60/S60_6	1	5.49 ± 0.06	3184 ± 7.02	1	6.20 ± 0.02	2615 ± 9.45
Rx T80/S80_2	1	5.82 ± 0.03	1473 ± 8.14	1	6.45 ± 0.03	1472 ± 6.08
Rx T80/S80_4	1	5.88 ± 0.04	1341 ± 7.37	1	6.43 ± 0.03	2366 ± 9.17
Rx T80/S80_6	1	5.89 ± 0.03	1184 ± 8.00	1	6.41 ± 0.02	2184 ± 8.89
Rx B72/B721 (1:1)_2	1	5.79 ± 0.08	3282 ± 5.51	1	5.92 ± 0.03	3798 ± 8.33
Rx B72/B721 (1:1)_4	1	5.77 ± 0.03	5756 ± 9.61	1	5.80 ± 0.06	4532 ± 9.45
Rx B72/B721 (1:1)_6	1	5.71 ± 0.04	8070 ± 8.72	1	5.72 ± 0.08	7984 ± 5.51
Rx B72/B721 (1:2)_2	1	5.79 ± 0.08	3337 ± 9.85	1	6.12 ± 0.09	3702 ± 9.17
Rx B72/B721 (1:2)_4	1	5.68 ± 0.04	5307 ± 9.54	1	6.05 ± 0.05	5018 ± 5.51
Rx B72/B721 (1:2)_6	1	5.58 ± 0.02	7613 ± 8.02	1	5.89 ± 0.07	6332 ± 3.51
Rx B72/B721 (1:3)_2	1	5.77 ± 0.09	3305 ± 9.64	1	6.32 ± 0.08	3481 ± 5.69
Rx B72/B721 (1:3)_4	1	5.72 ± 0.02	5851 ± 9.54	1	6.23 ± 0.04	4744 ± 7.51
Rx B72/B721 (1:3)_6	1	5.64 ± 0.06	7751 ± 8.14	1	6.12 ± 0.05	6747 ± 9.07
Rx M52_2	1	6.07 ± 0.08	2555 ± 7.02	1	6.49 ± 0.08	2177 ± 8.74
Rx M52_4	1	5.93 ± 0.02	2205 ± 8.89	1	6.37 ± 0.08	1801 ± 8.89
Rx M52_6	1	5.86 ± 0.01	1316 ± 8.02	1	6.21 ± 0.02	851.9 ± 6.68

ตารางที่ 18 แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมพื้นชนิดน้ำในน้ำมัน ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	ความรู้สึกสัมผัส				
	ลักษณะภายนอก		ความรู้สึกขณะใช้ผลิตภัณฑ์		ความรู้สึก ภายหลัง ใช้ผลิตภัณฑ์
	ความหนืด	ความเนียน	การกระจายตัว	ความมัน	ความมัน
Rx T60/S83_2	3	3	5	5	4
Rx T60/S83_4	3	3	5	5	4

ตารางที่ 19 แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	ความรู้สึกสัมผัส				
	ลักษณะภายนอก		ความรู้สึกขณะใช้ผลิตภัณฑ์		ความรู้สึก ภายหลัง ใช้ผลิตภัณฑ์
	ความหนืด	ความเนียน	การกระจายตัว	ความมัน	ความมัน
Rx T60/S60_2	4	2	4	3	2
Rx T60/S60_4	3	4	5	3	2
Rx T60/S60_6	4	5	4	3	1
Rx T80/S80_2	4	2	5	2	1
Rx T80/S80_4	4	4	4	2	2
Rx T80/S80_6	4	5	5	2	1
Rx B72/B721 (1:1)_2	4	2	4	1	1
Rx B72/B721 (1:1)_4	4	2	3	2	1
Rx B72/B721 (1:1)_6	5	5	3	1	1
Rx B72/B721 (1:2)_2	3	5	4	2	1
Rx B72/B721 (1:2)_4	4	4	3	3	1
Rx B72/B721 (1:2)_6	4	4	3	1	1
Rx B72/B721 (1:3)_2	3	5	4	2	1
Rx B72/B721 (1:3)_4	4	5	3	3	1
Rx B72/B721 (1:3)_6	4	5	3	3	1
Rx M52_2	3	5	5	1	1
Rx M52_4	3	5	5	1	1
Rx M52_6	3	5	5	1	1

การพิจารณาคัดเลือกครีมพื้นเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ทางคณะผู้วิจัยพิจารณาจากครีมพื้นที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดี มีความคงตัวทางกายภาพ และมีความรู้สึกสัมผัสดี คือ สีไม่เปลี่ยนแปลง ไม่เกิดการแยกชั้น ค่าความเป็นกรด-ด่างไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ค่าความหนืดไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อประเมินด้วยตาเปล่า มีความเนียนละเอียด การกระจายตัวดี และมีความมันเล็กน้อย

ครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำมัน ไม่เหมาะในการนำไปใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับครีม เนื่องจากให้ความรู้สึกมันสูง

ครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ สูตรตำรับในกลุ่ม T60/S60, T80/S80, B72/B721 (1:2) และ B72/B721 (1:3) ให้ความรู้สึกมันปานกลาง และสูตรตำรับในกลุ่ม B72/B721 (1:1) มีความเนียนละเอียดน้อย จึงไม่นำสูตรตำรับดังกล่าวไปใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับครีม ส่วนสูตรตำรับในกลุ่ม M52 มีความเหมาะสมในการพิจารณานำไปใช้พัฒนาสูตรตำรับครีม เนื่องจากได้เนื้อครีมสีขาว มีความเนียนละเอียด การกระจายตัวดี มีความมันเล็กน้อย ไม่เกิดการแยกชั้น และสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความหนืด ไม่เปลี่ยนแปลงภายหลังผ่านสภาวะเร่ง

ครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ สูตรตำรับในกลุ่ม M52 คือ M52\_2, M52\_4 และ M52\_6 มีการผันแปรปริมาณของสารก่ออิมัลชัน คือ ร้อยละ 2, 4 และ 6 ของสูตรตำรับ ตามลำดับ การพิจารณาคัดเลือกสูตรตำรับไปใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับครีม ทางคณะผู้วิจัยพิจารณาจากปริมาณของสารก่ออิมัลชันให้มีปริมาณเพียงพอต่อการเกิดครีมที่มีความคงตัว และไม่มากเกินไปจนอาจก่อให้เกิดอาการระคายเคือง ทางคณะผู้วิจัยจึงเลือกสูตรตำรับ M52\_4 เพื่อใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของเมล็ดลำไย

### 3. พัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

#### 3.1. พัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

ปริมาณของสารสกัดเมล็ดลำไยที่นำมาใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับครีมจะพิจารณาจากค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 จากการทดสอบเบื้องต้น พบว่าค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 ของสารสกัดที่นำมาใช้ศึกษา มีค่า 1.11 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเพื่อให้สารสกัดในสูตรตำรับครีมผ่านลงสู่ชั้นผิวได้ในปริมาณที่ออกฤทธิ์ตามค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 ดังนั้นจึงผสมสารสกัดในสูตรตำรับครีมที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 แสดงสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

ส่วนประกอบ	ปริมาณในสูตรตำรับ	
	Rx L_4/M52_4	Rx L_6_M52_4
Longan seed extract	4.00	6.00
Stearic acid	10.0	10.0
Glyceryl monostearate	2.00	2.00
Cetyl alcohol	1.00	1.00
Cyclomethicone	3.00	3.00
Caprylic/capric triglyceride	5.00	5.00
Isopropyl myristate	1.00	1.00
Amerchol L101	1.00	1.00
Myrj™ 52	4.00	4.00
Urea	5.00	5.00
Glycerin	5.00	5.00
Propylene glycol	3.00	3.00
Disodium edetate	0.10	0.10
Butylated hydroxytoluene	0.01	0.01
Paraben concentrate	1.00	1.00
Purified water q.s. to	100	100

### 3.2. ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ

#### 3.2.1. การแยกชั้น

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังเตรียมเสร็จทันที ทั้ง 2 สูตรตำรับ ไม่เกิดการแยกชั้น ดังแสดงในตารางที่ 21

#### 3.2.2. สี

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังเตรียมเสร็จทันที ทั้ง 2 สูตรตำรับ มีสีขาว ดังแสดงในตารางที่ 21

#### 3.2.3. ความเป็นกรด-ด่าง

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังเตรียมเสร็จทันที มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5 ถึง 6 ดังแสดงในตารางที่ 21

#### 3.2.4. ความหนืด

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ มีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 1000 ถึง 1050 เซนติพอยส์ ดังแสดงในตารางที่ 21

#### 3.2.5. ความรู้สึกสัมผัส

ความรู้สึกสัมผัสของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ พบว่ามีความหนืดปานกลาง ความเนียนละเอียดสูง การกระจายตัวดี และมีความมันเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 21 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

สูตรตำรับ	การแยกชั้น	สี	ความเป็นกรด-ด่าง		ความหนืด (เซนติพอยส์)	
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
Rx L1	0	1	5.86	0.02	1049	9.71
Rx L2	0	1	5.74	0.02	1018	5.69

ตารางที่ 22 แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย  
ภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์

สูตรตำรับ	ความรู้สึกสัมผัส				
	ลักษณะภายนอก		ความรู้สึกขณะใช้ผลิตภัณฑ์		ความรู้สึก ภายหลัง ใช้ผลิตภัณฑ์
	ความหนืด	ความเนียน	การกระจายตัว	ความมัน	ความมัน
Rx L_4/M52_4	3	5	5	1	1
Rx L_6/M52_4	2	5	5	1	1

### 3.3. ประเมินความคงตัวทางเคมีกายภาพภายใต้สภาวะเร่ง

#### 3.3.1. การแยกชั้น

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังผ่านสภาวะเร่ง  
ทั้ง 2 สูตรตำรับ ไม่เกิดการแยกชั้น ดังแสดงในตารางที่ 23

#### 3.3.2. สี

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังผ่านสภาวะเร่ง  
ทั้ง 2 สูตรตำรับ มีสีขาว ดังแสดงในตารางที่ 23 ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงไปจากภายหลังเตรียม  
เสร็จทันที ดังแสดงในตารางที่ 25

#### 3.3.3. ความเป็นกรด-ด่าง

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังผ่านสภาวะเร่ง มีค่าความเป็น  
กรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6 ถึง 7 ดังแสดงในตารางที่ 23 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากภายหลังเตรียม  
เสร็จทันที ดังแสดงในตารางที่ 25

#### 3.3.4. ความหนืด

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังผ่านสภาวะเร่ง มีค่าความหนืด  
อยู่ในช่วง 950 ถึง 980 เซนติพอยส์ ดังแสดงในตารางที่ 23 ซึ่งมีค่าลดลงจากภายหลัง  
เตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 25



### 3.3.5. ความรู้สึกสัมผัส

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง มีความรู้สึกสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลงไปจากภายหลังเตรียมเสร็จ 1 สัปดาห์ คือ ความหนืด ความเนียนละเอียด การกระจายตัว และความมัน ไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 23 แสดงความคงตัวของกายภาพของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	การแยกชั้น	สี	ความเป็นกรด-ด่าง		ความหนืด (เซนติพอยต์)	
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
Rx L_4/M52_4	0	1	6.34	0.01	976.4	9.75
Rx L_6/M52_4	0	1	6.42	0.02	955.6	7.79

ตารางที่ 24 แสดงความรู้สึกสัมผัสของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	ความรู้สึกสัมผัส				
	ลักษณะภายนอก		ความรู้สึกขณะใช้ผลิตภัณฑ์		ความรู้สึก ภายหลัง ใช้ผลิตภัณฑ์
	ความหนืด	ความเนียน	การกระจายตัว	ความมัน	ความมัน
Rx L_4/M52_4	3	5	5	1	1
Rx L_6/M52_4	2	5	5	1	1

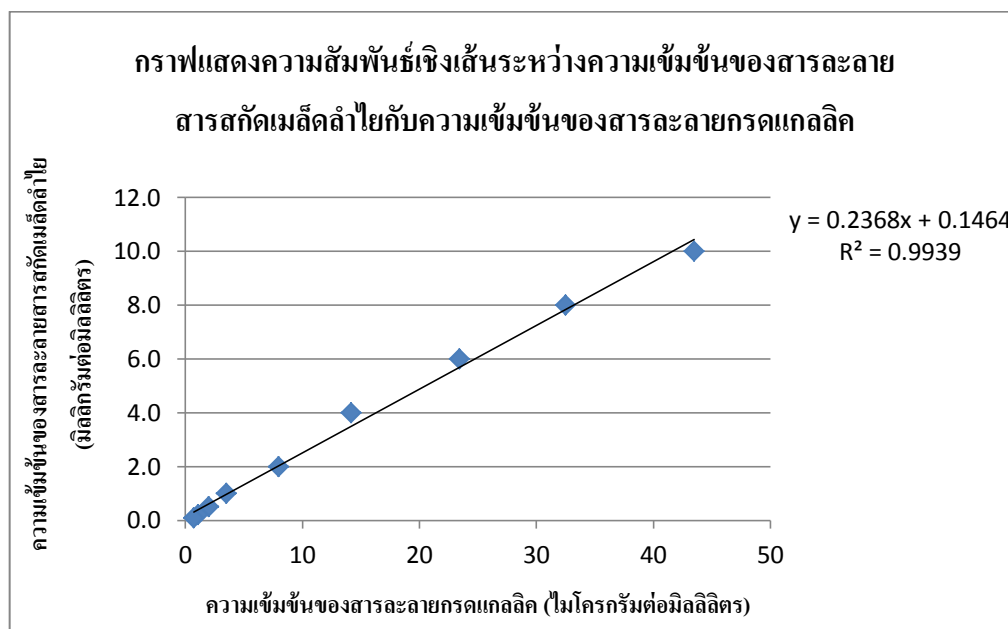
ตารางที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย  
ภายหลังเตรียมเสร็จและภายหลังผ่านสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	ภายหลังเตรียมเสร็จ			ภายหลังผ่านสภาวะเร่ง		
	สี	ความเป็นกรด-ด่าง	ความหนืด	สี	ความเป็นกรด-ด่าง	ความหนืด
Rx L_4/M52_4	1	5.86 ± 0.02	1049 ± 9.71	1	6.34 ± 0.01	976.4 ± 9.75
Rx L_6/M52_4	1	5.74 ± 0.02	1018 ± 5.69	1	6.42 ± 0.02	955.6 ± 7.79

### 3.3.6. ปริมาณสารประกอบฟีนอล

ความคงตัวของครีมภายใต้สภาวะเร่ง ประเมินจากปริมาณสารประกอบฟีนอลในครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยภายหลังผ่านสภาวะเร่ง โดยการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลของครีมที่ไม่ได้ผ่านสภาวะเร่งและครีมภายหลังผ่านสภาวะเร่ง 2 และ 4 สัปดาห์

ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลในครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 ดังแสดงในภาพที่ 8 พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอล 1.536 และ 2.379 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมครีม หรือเทียบเท่ากับ 3.84 และ 3.96 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไยที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอล 3.91 และ 4.02 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 26 จึงแสดงให้เห็นได้ว่าวิธีการสกัดที่ใช้สามารถสกัดสารสกัดเมล็ดลำไยในครีมได้ร้อยละ 98.10 และ 98.70 ตามลำดับ



ภาพที่ 8 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดเมล็ดลำไย  
กับความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิก

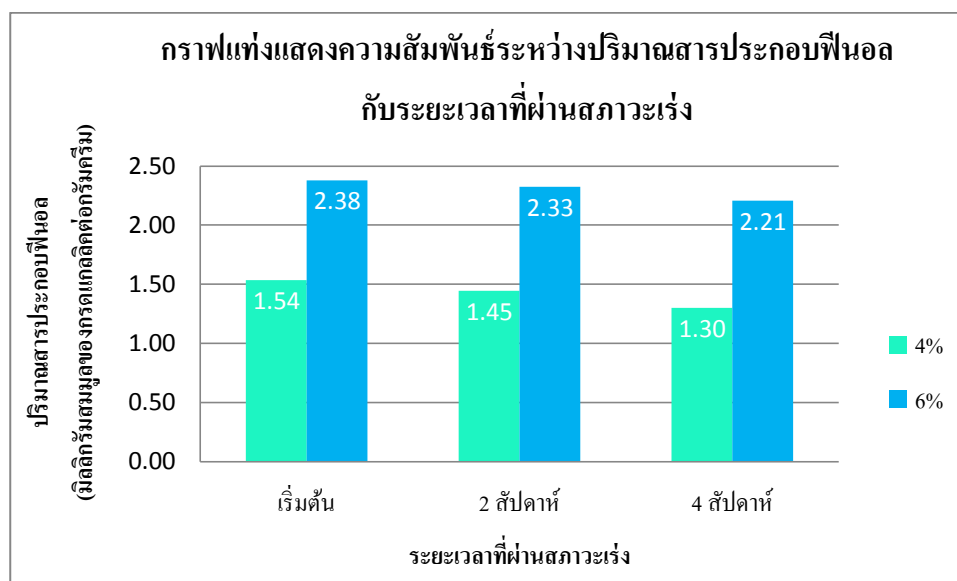
ตารางที่ 26 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดเมล็ดลำไย  
และครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยเริ่มต้น

ความเข้มข้นของ สารสกัดเมล็ดลำไย (ร้อยละ)	ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด)	
	สารสกัดเมล็ดลำไย	ครีมที่มีส่วนผสมของ สารสกัดเมล็ดลำไย
4	3.91	3.84
6	4.02	3.96

ปริมาณสารประกอบฟีนอลของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย เริ่มต้นและภายหลังผ่านสภาวะเร่ง 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าครีมที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 ของสูตรตำรับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอล 1.54 1.45 และ 1.30 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมครีม ตามลำดับ ส่วนครีมที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ของสูตรตำรับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอล 2.38 2.33 และ 2.21 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมครีม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 27 และภาพที่ 9

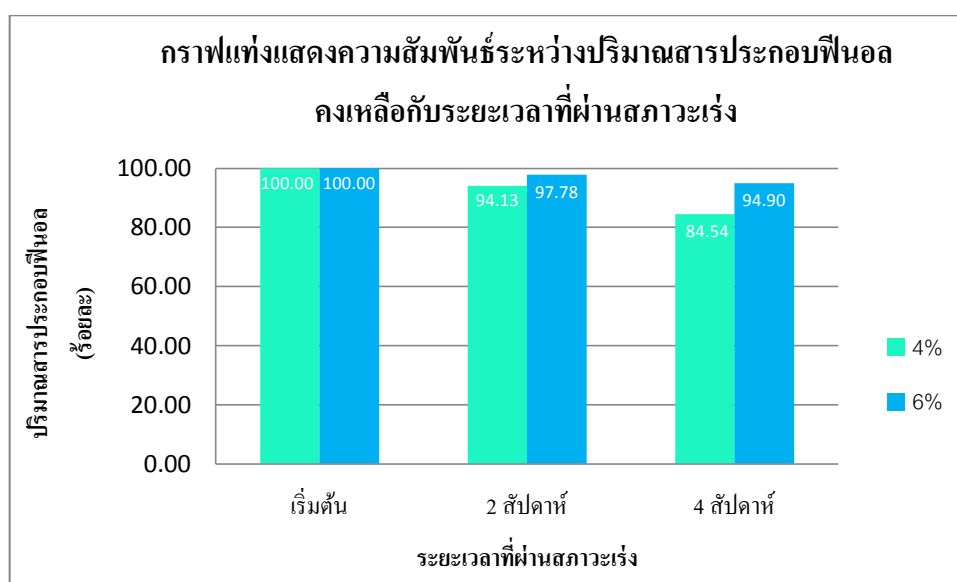
ตารางที่ 27 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลของครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย เริ่มต้นและภายหลังสภาวะเร่ง 2 และ 4 สัปดาห์

ความเข้มข้นของ สารสกัดเมล็ดลำไย (ร้อยละ)	ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมครีม)		
	เริ่มต้น	ภายหลังผ่านสภาวะเร่ง 2 สัปดาห์	ภายหลังผ่านสภาวะเร่ง 4 สัปดาห์
4	1.54	1.45	1.30
6	2.38	2.33	2.21



ภาพที่ 9 แสดงกราฟแท่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลกับ ระยะเวลาที่ผ่านสภาวะเร่ง

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 ของสูตรตำรับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลคงเหลือภายหลังจากผ่านสภาวะเร่ง 2 และ 4 สัปดาห์ คิดเป็น ร้อยละ 94.13 และ 84.54 ของครีมเริ่มต้น และครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย ที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ของสูตรตำรับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลคงเหลือภายหลังจาก ผ่านสภาวะเร่ง 2 และ 4 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 97.78 และ 94.90 ของครีมเริ่มต้น ดังแสดงในภาพที่ 10 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารประกอบฟีนอลมีความไม่เสถียร สามารถ เปลี่ยนไปอยู่ในรูปกรดแกลลิกได้



ภาพที่ 10 แสดงกราฟแท่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลคงเหลือกับ ระยะเวลาที่ผ่านสภาวะเร่ง

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

สารสกัดเมล็ดลำไยที่ใช้ในการวิจัย มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากสารประกอบฟีนอล และสารอื่นที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 คือ 1.11 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีปริมาณสารประกอบฟีนอล 5.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด

การพัฒนาครีมพื้นชนิดน้ำมัน พบว่าสูตรตำรับ S83\_2 ไม่เกิดเป็นครีม สูตรตำรับ T80/S83\_2, T80/S83\_4 และ T80/S83\_6 เป็นครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ สูตรตำรับ T60/S83\_6, S83\_4 และ S83\_6 เกิดการแยกชั้นภายหลังผ่านสภาวะเร่ง และสูตรตำรับ T60/S83\_2 และ T60/S83\_4 มีความคงตัวทางกายภาพ แต่ให้ความรู้สึกสัมผัสที่มัน จึงไม่ใช้ครีมพื้นชนิดน้ำมันในการพัฒนาสูตรตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไย

การพัฒนาครีมพื้นชนิดน้ำมันในน้ำ พบว่าทุกสูตรตำรับ มีความคงตัวทางกายภาพ จึงใช้ความรู้สึกสัมผัสในการพิจารณาคัดเลือกครีมพื้น โดยสูตรตำรับ T60/S60\_2, T60/S60\_4, T60/S60\_6, T80/S80\_2, T80/S80\_4, T80/S80\_6, B72/B721 (1:2)\_2, B72/B721 (1:2)\_4, B72/B721 (1:2)\_6, B72/B721 (1:3)\_2, B72/B721 (1:3)\_4 และ B72/B721 (1:3)\_6 ให้ความรู้สึกสัมผัสที่มัน สูตรตำรับ B72/B721 (1:1)\_2, B72/B721 (1:1)\_4 และ B72/B721 (1:1)\_6 ได้ครีมที่ไม่เหนียวละเอียด และสูตรตำรับ M52\_2, M52\_4 และ M52\_6 มีคุณสมบัติทางกายภาพดี มีความคงตัวทางกายภาพ และให้ความรู้สึกสัมผัสดี ซึ่งสูตรตำรับที่มีความเหมาะสม คือ สูตรตำรับ M52\_4 เนื่องจากมีปริมาณสารก่ออิมัลชันในปริมาณที่เพียงพอต่อการเกิดครีมที่มีความคงตัว และไม่มากเกินไปจนอาจก่อให้เกิดอาการระคายเคือง

ปริมาณของสารสกัดเมล็ดลำไยที่นำมาใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับครีม พิจารณาจากค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 และเพื่อให้สารสกัดในสูตรตำรับครีมผ่านลงสู่ชั้นผิวได้ในปริมาณที่ออกฤทธิ์ตามค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 ดังนั้นจึงผสมสารสกัดในสูตรตำรับครีมที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 ของสูตรตำรับ ซึ่งคิดเป็น 36 และ 54 เท่าของค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 ตามลำดับ

ครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 ของสูตรตำรับ มีลักษณะทางกายภาพ ความคงตัวทางกายภาพ และความรู้สึกสัมผัสที่คล้ายคลึงกัน คือ มีสีขาว เนื้อเนียนละเอียด ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5 ถึง 7 ความหนืดปานกลาง การกระจายตัวดี และมีความมันเล็กน้อย ส่วนความคงตัวทางเคมีพิจารณาจากปริมาณสารประกอบฟีนอลภายหลังผ่านสภาวะเร่ง ซึ่งครีมที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 ของสูตรตำรับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอล 1.54 1.45 และ 1.30 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมครีมเริ่มต้นและภายหลังผ่านสภาวะเร่ง 2 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ ส่วนครีมที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ของสูตรตำรับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอล 2.38 2.33 และ 2.21 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมครีมเริ่มต้นและภายหลังผ่านสภาวะเร่ง 2 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ

## รายการอ้างอิง

1. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ลำไย. [Online]. 2008 [cited 2012 Dec 10]. Available from: <http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=4>
2. Prasad KN, Yang B, Shi J, Yu C, Zhao M, Xue S, et al. Enhanced antioxidant and antityrosinase activities of longan fruit pericarp by ultra-high-pressure-assisted extraction. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 2010;51(2):471-7. Epub 2009/04/07.
3. Rangkadilok N, Worasuttayangkurn L, Bennett RN, Satayavivad J. Identification and quantification of polyphenolic compounds in Longan (*Euphoria longana* Lam.) fruit. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2005;53(5):1387-92. Epub 2005/03/03.
4. Palmer DM, Kitchin JS. Oxidative damage, skin aging, antioxidants and a novel antioxidant rating system. *Journal of drugs in dermatology : JDD*. 2010;9(1):11-5. Epub 2010/02/03.
5. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Hawkins Byrne D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006;19(6-7):669-75.
6. de Oliveira AC, Valentim IB, Silva CA, Bechara EJH, Barros MPd, Mano CM, et al. Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. *Food Chemistry*. 2009;115(2):469-75.
7. วิรัตน์ สมตน์. การปลูกลำไยในภาคใต้. สงขลา: สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 25-40.
8. Mortin JF. Longan. [Online]. 1987 [cited 2012 Dec 10]. Available from: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/longan.html>
9. Hsieh MC, Shen YJ, Kuo YH, Hwang LS. Antioxidative activity and active components of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) flower extracts. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008;56(16):7010-6. Epub 2008/07/30.



10. Rangkadilok N, Sitthimonchai S, Worasuttayangkurn L, Mahidol C, Ruchirawat M, Satayavivad J. Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*. 2007;45(2):328-36. Epub 2006/10/20.
11. Ripa FA, Haque M, Bulbul IJ. In vitro antibacterial, cytotoxic and antioxidant activities of plant *Nephelium longan*. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*. 2010;13(1):22-7. Epub 2010/04/27.
12. Yang B, Jiang Y, Shi J, Chen F, Ashraf M. Extraction and pharmacological properties of bioactive compounds from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit — A review. *Food Research International*. 2011;44(7):1837-42.
13. วินิตา บัณฑิต. ระบบปกคลุมร่างกาย. ใน: วินิตา บัณฑิต (บรรณาธิการ). *วิทยาอิสโต 2: อวัยวะในระบบ*. กรุงเทพมหานคร: คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2539. หน้า 1-16.
14. บุญยงค์ ตันติสิระ. ระบบผิวหนังของเรา. ใน: *เอกสารประกอบการบรรยาย วิชา ร่างกายของเรา*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2541. หน้า 21-24.
15. Makrantonaki E, Zouboulis CC. Molecular mechanisms of skin aging: state of the art. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2007;1119:40-50. Epub 2007/12/07.
16. กนกวัลย์ กุลทนนท์. Pigmentary disorders. ใน: *โรคผิวหนังในเวชปฏิบัติปัจจุบัน*. 2548. หน้า 100-19.
17. Uitto J. The role of elastin and collagen in cutaneous aging: intrinsic aging versus photoexposure. *Journal of drugs in dermatology : JDD*. 2008;7(2 Suppl):s12-6. Epub 2008/04/15.
18. Chauhan P, Shakya M. Modeling signaling pathways leading to wrinkle formation: identification of the skin aging target. *Indian journal of dermatology, venereology and leprology*. 2009;75(5):463-8. Epub 2009/09/09.

19. Igarashi T, Nishino K, Nayar SK. The appearance of human skin. New York: Department of computer science Columbia University; 2005.
20. พิมพ์กร ลีลาพรพิสิฐ. ผลิตภัณฑ์ชะลอความแก่จากธรรมชาติ. ใน: พิมพ์กร ลีลาพรพิสิฐ (บรรณาธิการ). เครื่องสำอางธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหน้า. เชียงใหม่: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2543. หน้า 207-47.
21. Baumann L. Skin ageing and its treatment. *The Journal of pathology*. 2007;211(2):241-51. Epub 2007/01/04.
22. Varani J, Warner RL, Gharraee-Kermani M, Phan SH, Kang S, Chung JH, et al. Vitamin A antagonizes decreased cell growth and elevated collagen-degrading matrix metalloproteinases and stimulates collagen accumulation in naturally aged human skin. *The Journal of investigative dermatology*. 2000;114(3):480-6. Epub 2000/02/26.
23. Hornebeck W. Down-regulation of tissue inhibitor of matrix metalloproteinase-1 (TIMP-1) in aged human skin contributes to matrix degradation and impaired cell growth and survival. *Pathologie Biologie*. 2003;51(10):569-73.
24. Percival M. Antioxidants. *Clinical Nutrition Insights*. 1998.
25. พรทิพย์ วิรัชวงศ์. อนุมูลอิสระ (free radicals)/สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant). [Online]. [cited 2012 Dec 10]. Available from: <http://www.gpo.or.th/rdi/html/antioxidants.html>
26. Shahidi F, Zhong Y. Antioxidants: Regulatory Status. Newfoundland: Memorial University of Newfoundland. 491-512.
27. The Ohio State University. Antioxidant. [Online]. [cited 2012 Dec 10]. Available from: <http://class.fst.ohio-state.edu/fst821/Lect/AA.pdf>
28. Davey MW, Montagu MV, Inze D, Sanmartin M, Kanellis A, Smirnoff N, et al. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000;80(7):825-60.
29. Allemann IB, Baumann L. Antioxidants used in skin care formulations. *Skin therapy letter*. 2008;13(7):5-9. Epub 2008/10/08.

30. สุจิตรา รตนะมโน. สารประกอบฟีนอล. ใน: ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์เกษตรหลังการเก็บเกี่ยว. เชียงใหม่: คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 1-10.
31. Michalak A. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2006;15(4):523-30.
32. Perron NR, Brumaghim JL. A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. *Cell biochemistry and biophysics*. 2009;53(2):75-100. Epub 2009/02/03.
33. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*. 1995;28(1):25-30.
34. Kumar A, Kaur R, Arora S. Free radical scavenging potential of some indian medicinal plants. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2010; 4(19):2034-42.
35. Lavanya R, Maheshwari SU, Harish G, Raj JB, Kamali S, Hemamalani D, et al. In-vitro antioxidant activity of methanolic extract in leaves of *Anisomeles malabarica* Linn. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2010;1(4):737-44.
36. Miliauskas G, Venskutonis PR, van Beek TA. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*. 2004;85(2):231-7.
37. พิมพ์ร ถีลาพรพิสิฐ. เครื่องสำอางสำหรับผิวหน้า. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์; 2551.
38. อรุชา รังสาตทอง. การเพิ่มการละลาย (Solubility Enhancement). ขอนแก่น: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2546.
39. Satkowski WB, Huang SK, Liss RL. Polyoxyethylene esters of fatty acids. In: *Nonionic surfactants*. New York: Marcel Dekker; 1967. 142-74.
40. ครองขวัญ สิงโต และวีรญา คลังระหัด. DPPH free radical scavenging activity and total phenolic compound contents of longan seed extract. *ปริญญาณิพนธ์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 2553.
41. Mustafa RA, Abdul Hamid A, Mohamed S, Bakar FA. Total phenolic compounds, flavonoids, and radical scavenging activity of 21 selected tropical plants. *Journal of food science*. 2010;75(1):C28-35

**ภาคผนวก**

## สารเคมีที่ใช้ในการพัฒนาสูตรตำรับ

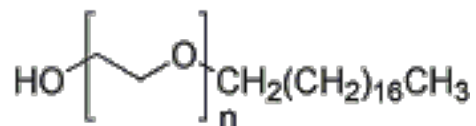
### Brij™ 72

Chemical name: Polyoxyethylene (2) stearyl ether

Empirical formula:  $C_{22}H_{46}O_3$

Molecular weight: 358.60 g/mol

Structural formula:



Functional category: Emulsifying agent, solubilizer, wetting agent

Description: White waxy solid with a slight odor.

Melting point: 44-45 °C

Density: ~ 0.97 ที่ 25°C

Solubility: Soluble in ethanol. Insoluble in water, mineral oil and propylene glycol.

Acid value:  $\leq 1.0$

Water (%):  $\leq 1.0$

HLB value: 4.9

Hydroxyl value: 150-170

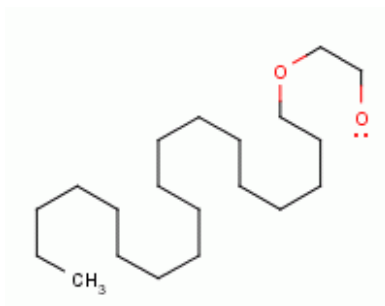
**Brij™ 721**

Chemical name: Polyethylene (21) stearyl ether

Empirical formula:  $C_{20}H_{41}O_2$

Molecular weight: 313.5383 g/mol

Structural formula:



Functional category: Emulsifying agent, solubilizer, wetting agent

Description: White to ivory solid, pellets or flakes

Melting point:  $\sim 45^{\circ}C$

Density:  $\sim 1.0 \frac{g}{ml}$  at  $25^{\circ}C$

Solubility: Insoluble in water, ethanol, mineral oil and propylene glycol.

Acid Value:  $< 2.0$

Water (%):  $\leq 2.0$

HLB value: 15.5

Hydroxyl Value: 44-61

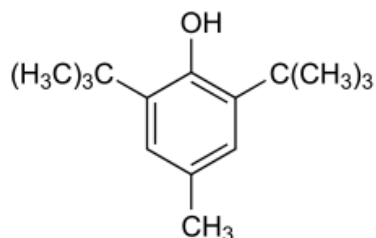
### Butylated hydroxytoluene

Chemical name: 2, 6-Di-tert-butyl-4-methylphenol

Empirical formula:  $C_{15}H_{24}O$

Molecular weight: 220.35 g/mol

Structural formula:



Functional category: Antioxidant

Use:	Edible vegetable oils	0.01%
	Essential oils and flavoring agents	0.02 – 0.05%
	Fats and oils	0.02%
	Inhalations	0.01%
	IM injections	0.03%
	IV injections	0.0009 - 0.002%
	Topical formulations	0.0075 - 0.1%

Description: White or pale yellow crystalline solid or powder with a faint odor.

Melting point:  $70^{\circ}C$

Density:  $1.031 \text{ g/cm}^2$

Refractive index:  $n_D^{75} = 1.4859$

Solubility: Practically insoluble in water, glycerin, propylene glycol, solutions of alkali hydroxides, and dilute aqueous mineral acids. Freely soluble in acetone, benzene, ethanol (95%), ether, methanol, toluene, fixed oils and mineral oil.

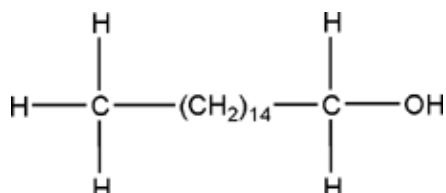
### Cetyl alcohol

Chemical name: Hexadecan-1-ol

Empirical formula:  $C_{16}H_{34}O$

Molecular weight: 242.44 g/mol

Structural formula:



Functional category: Coating agent, emulsifying agent, stiffening agent

Use: Emollient 2 - 5%

Emulsifying agent 2 - 5%

Stiffening agent 2 - 10%

Water absorption 5%

Description: It occurs as waxy, white flakes, granules, cubes or castings. It has a faint characteristic odor and bland taste.

Boiling point: 316 - 344<sup>o</sup>C

Melting point: 45 - 52<sup>o</sup>C

Density: 0.908 g/cm<sup>2</sup>

Refractive index:  $n_D^{79} = 1.4283$

Solubility: Freely soluble in ethanol (95%) and ether, solubility increasing with increasing temperature; practically insoluble in water. Miscible when melted with fats, solid paraffin and isopropyl myristate.

Specific gravity: 0.81 g/cm<sup>3</sup> at 50<sup>o</sup>C

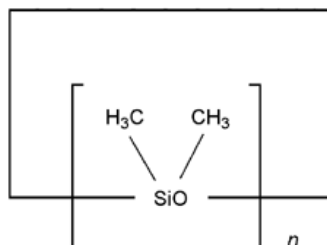


### Cyclomethicone

Chemical name: Cyclopolydimethylsiloxane

Empirical formula:  $[-(\text{CH}_3)_2\text{SiO}-]_n$ ,  $n = 4, 5, 6$

Structural formula:



Functional category: Emollient, humectants, viscosity-increasing agent

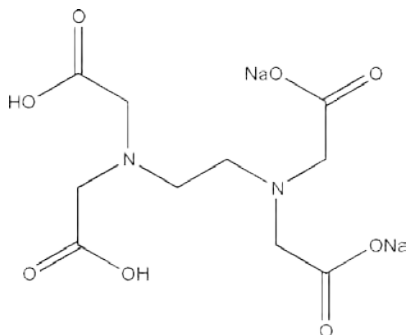
Description: It occurs as a clear, colorless and tasteless volatile liquid.

Solubility: Soluble in ethanol, isopropyl myristate, isopropyl palmitate, mineral oil and petrolatum at 80<sup>o</sup>C; practically insoluble in glycerin, propylene glycol and water.

Specific gravity: 0.95 - 0.96 g/cm<sup>3</sup> at 25<sup>o</sup>C

**Disodium EDTA**

Chemical name:	disodium edetate
Empirical formula:	$C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8$ (for anhydrous)
Molecular weight:	336.2 g/mol
Structural formula:	



Functional category:	Chelating agent
Use:	Typically at concentrations between 0.005 and 0.1% w/v.
Description:	White crystalline, odorless powder with a slightly acidic taste.
Melting point:	Decomposition at 252 <sup>o</sup> C for the dihydrate.
Solubility:	Practically insoluble in chloroform and ether; slightly soluble in ethanol (95%); soluble 1 part in 11 parts water.
Refractive index:	1.33 (1% w/v aqueous solution)
Specific gravity:	1.004 (1% w/v aqueous solution)

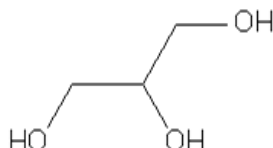
### Glycerin

Chemical name: Propane-1, 2, 3-triol

Empirical formula:  $C_3H_8O_3$

Molecular weight: 92.09 g/mol

Structural formula:



Functional category: Antimicrobial preservative, emollient, humectants, plasticizer, solvent, sweetening agent, tonicity agent

Use:	Antimicrobial preservative	< 20%
	Emollient	≤ 30%
	Humectants	≤ 30%
	Ophthalmic formulations	0.5 - 3.0%
	Plasticizer in tablet film coating	Variable
	Solvent for parenteral formulations	≤ 50%
	Sweetening agent in alcoholic elixirs	≤ 20%

Description: It is a clear, colorless, odorless, viscous, hygroscopic liquid; it has a sweet taste, approximately 0.6 times as sweet as sucrose.

Boiling point:  $290^{\circ}\text{C}$

Melting point:  $17.8^{\circ}\text{C}$

Density:  $1.2620\text{ g/cm}^3$  at  $25^{\circ}\text{C}$

Solubility: Practically insoluble in benzene, chloroform and oils; slightly soluble in acetone; soluble in ethanol (95%), methanol and water; soluble 1 part in 1500 parts ether; soluble 1 part in 11 parts ethyl acetate.

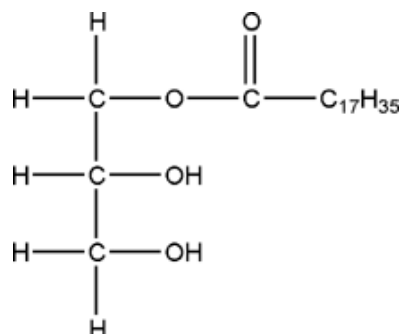
### Glyceryl monostearate

Chemical name: Octadecanoic acid, monoester with 1, 2, 3-propanetriol

Empirical formula:  $C_{23}H_{42}O_4$

Molecular weight: 358.6 g/mol

Structural formula:



Functional category: Emollient, emulsifying agent, solubilizing agent, stabilizing agent, tablet and capsule lubricant

Description: White colored, wax-like solid in the form of beads, flakes, or powder.

Melting point: 55 - 60°C

Solubility: Soluble in hot ethanol, ether, chloroform, hot acetone, mineral oil and fixed oils. Practically insoluble in water, but maybe dispersed in water with the aid of a small amount of soap or other surfactant.

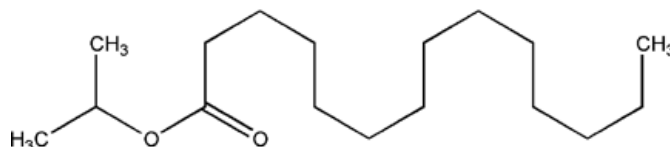
### Isopropyl myristate

Chemical name: 1-Methylethyl tetradecanoate

Empirical formula:  $C_{17}H_{34}O_2$

Molecular weight: 270.51 g/mol

Structural formula:



Functional category: Emollient, skin penetrant, solvent

Use:	Detergent	0.003 - 0.03%
	Otic suspension	0.024%
	Perfumes	0.5 - 2.0%
	Soap	0.03 - 0.3%
	Topical aerosols	2.0 - 98.0%
	Topical creams and lotions	1.0 - 10.0%

Description: It is a clear, colorless, practically odorless liquid of low viscosity that congeals about  $3^{\circ}\text{C}$ . It consists of esters of propan-2-ol and saturated high molecular weight fatty acids, principally myristic acid.

Boiling point:  $140.2^{\circ}\text{C}$  @ 2 mmHg

Solubility: Soluble in acetone, chloroform, ethanol, ethyl acetate, fats, fatty alcohol, fixed oils, liquid hydrocarbons, toluene and waxes. Dissolves many waxes, cholesterol or lanolin. Practically insoluble in glycerin, glycols and water.

Specific gravity: 0.846 - 0.854  $\text{g}/\text{cm}^3$

**Longan seed extract**

Description:	Pale brown liquid
Heavy metal:	Not more than 20 ppm
Arsenic:	Not more than 2 ppm
Lead:	Not more than 1 ppm
pH (1% solution):	4.00 - 6.00
Specific gravity:	1.00 - 1.20
Total aerobic count:	Not more than 1000 cfu/g
Yeast and mold:	Not more than 100 cfu/g
Enterobacteria count:	Not more than 100 cfu/g
<i>S. aureus</i> :	Absent
<i>P. aeruginosa</i> :	Absent
<i>E. coli</i> :	Absent
<i>Salmonella sp.</i> :	Absent
Content of active ingredient:	Not less than 10.0 mg% polyphenol
Company identification and manufacturer:	Specialty Natural Products CO., LTD.

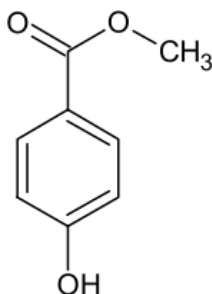
### Methylparaben

Chemical name: Methyl-4-hydroxybenzoate

Empirical formula:  $C_8H_8O_3$

Molecular weight: 152.15 g/mol

Structural formula:



Functional category: Antimicrobial preservative

Use:	IM, IV, SC injections	0.065 - 0.25%
	Inhalation solutions	0.0025 - 0.07%
	Intradermal injections	0.10%
	Nasal solutions	0.033%
	Ophthalmic preparations	0.015 - 0.2%
	Oral solutions and suspensions	0.015 - 0.2%
	Rectal preparations	0.1 - 0.18%
	Topical preparations	0.02 - 0.3%
	Vaginal preparations	0.1 - 0.18%

Description: It occurs as a colorless crystals or a white crystalline powder. It is odorless or almost odorless and has a slight burning taste.

Melting point: 125 - 128<sup>o</sup>C

Density: 1.352 g/cm<sup>2</sup>

Solubility: Soluble 1 part in 3 parts ethanol (95%); soluble 1 part in 5 parts propylene glycol; soluble 1 part in 10 parts ether; soluble 1 part in 60 parts glycerin; soluble 1 part in 400 parts water.

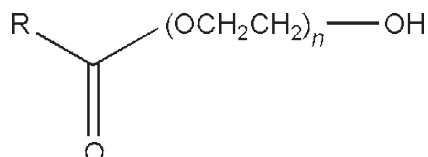
**Myrj™ 52**

Chemical name: Polyoxyethylene (40) stearate

Empirical formula:  $C_{98}H_{196}O_{42}$

Molecular weight: 2046.58 g/mol

Structural formula:



Functional category: Emulsifying agent, solubilizing agent, wetting agent.

Use: Auxiliary emulsifier for o/w

Intravenous fat emulsion 0.5 - 5%

Emulsifier for o/w creams or lotions 0.5 - 10%

Ophthalmic ointment 7%

Suppository component 1 - 10%

Tablet lubricant 1 - 2%

Description: White solid

Melting point:  $37.2^{\circ}\text{C}$

Solubility: Soluble in water, diethyl ether, acetone, ethanol, and toluene. Insoluble in mineral oil.

Acid value:  $\leq 1.0$

Water (%):  $\leq 3.0$

HLB value: 16.9

Hydroxyl value: 27 - 40

Solubility: Freely soluble in acetone and ether; soluble 1 part in 1.1 parts ethanol; soluble 1 part in 3.9 parts propylene glycol; soluble 1 part in 250 parts glycerin; soluble 1 part in 2500 parts water.



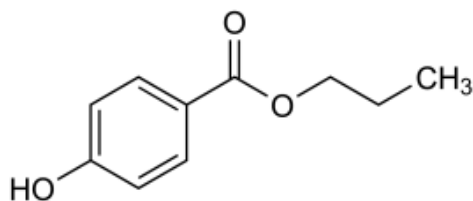
### Propylparaben

Chemical name: Propyl-4-hydroxybenzoate

Empirical formula:  $C_{10}H_{12}O_3$

Molecular weight: 180.20 g/mol

Structural formula:



Functional category: Antimicrobial preservative

Use:	IM, IV, SC injections	0.005 - 0.2%
	Inhalation solutions	0.015%
	Intradermal injections	0.02 - 0.26%
	Nasal solutions	0.017%
	Ophthalmic preparations	0.005 - 0.01%
	Oral solutions and suspensions	0.01 - 0.02%
	Rectal preparations	0.01 - 0.02%
	Topical preparations	0.01 - 0.6%
	Vaginal preparations	0.02 - 0.1%

Description: It occurs as a white, crystalline, odorless and tasteless powder.

Boiling point: 295 °C

Density: 1.288 g/cm<sup>2</sup>

Refractive index:  $n_D^{14} = 1.5049$

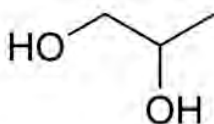
### Propylene glycol

Chemical name: 1, 2-Propanediol

Empirical formula:  $C_3H_8O_2$

Molecular weight: 76.09 g/mol

Structural formula:



Functional category: Antimicrobial preservative, disinfectant, humectants, plasticizer, solvent, stabilizer for vitamins, water-miscible cosolvent

Use:

Humectants	15%
Preservative	15 - 30%

Description: It is a clear, colorless, viscous, practically odorless liquid with a sweet, slightly acrid taste resembling that of glycerin.

Boiling point:  $188^{\circ}\text{C}$

Melting point:  $-59^{\circ}\text{C}$

Density:  $1.038 \text{ g/cm}^3$  at  $20^{\circ}\text{C}$

Solubility: Miscible with acetone, chloroform, ethanol (95%), glycerin and water; soluble at 1 in 6 part of ether; not miscible with light mineral oil or fixed oils, but will dissolve some essential oils.

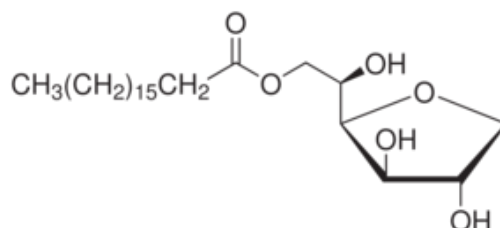
**Span™ 60**

Chemical name: Sorbitan monostearate

Empirical formula:  $C_{24}H_{46}O_6$

Molecular weight: 430.62 g/mol

Structural formula:



Functional category: Emulsifying agents, solubilizing agent, wetting agent

Use: Emulsifying agents

used alone in water-in-oil emulsions 1 - 15%

used in combination with hydrophilic emulsifiers

in oil-in-water emulsions 1 - 10%

Description: Cream to amber-colored solid

Melting point: 53 - 57 °C

Solubility: Soluble or dispersible in oils, most organic solvents. Insoluble in water.

Acid value: 5-10

Water (%):  $\leq 1.0$

HLB value: 4.7

Hydroxyl value: 235 - 260

Saponification value: 147 - 157

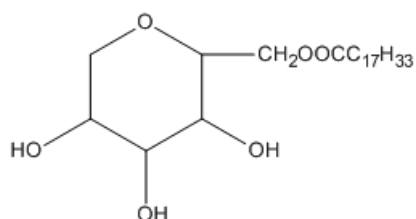
**Span™ 80**

Chemical name: Sorbitan monooleate

Empirical formula:  $C_{24}H_{44}O_6$

Molecular weight: 428.6026 g/mol

Structural formula:



Functional category: Emulsifying agent, solubilizing agent, wetting agent

Use: Emulsifying agents

used alone in water-in-oil emulsions 1 - 15%

used in combination with hydrophilic emulsifiers

in oil-in-water emulsions 1 - 10%

Description: Cream to amber-colored liquids

Solubility: Soluble or dispersible in oils, most organic solvents. Insoluble in water.

Acid value:  $\leq 8.0$

Water (%):  $\leq 0.5$

HLB value: 4.3

Hydroxyl value: 193 - 209

Saponification value: 149 - 160

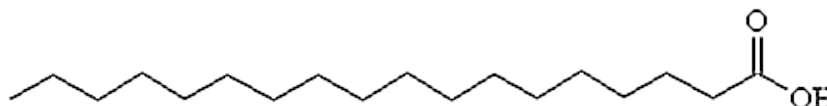
### Stearic acid

Chemical name: Octadecanoic acid

Empirical formula:  $C_{18}H_{36}O_2$

Molecular weight: 284.47 g/mol

Structural formula:



Functional category: Emulsifying agent, solubilizing agent, tablet and capsule lubricant

Use: Ointments and creams 2 - 5%

Tablet lubricant 2 - 5%

Description: It is a hard, white or faintly yellow-colored, somewhat glossy, crystalline solid, or a white or yellowish white powder. It has a slight odor and taste suggesting tallow.

Boiling point:  $316 - 344^{\circ}C$

Melting point:  $\geq 54^{\circ}C$

Density:  $0.908 \text{ g/cm}^2$

Refractive index:  $n_D^{79} = 1.4283$

Solubility: Freely soluble in benzene, carbon tetrachloride, chloroform and ether; soluble in ethanol, hexane and propylene glycol; practically insoluble in water.

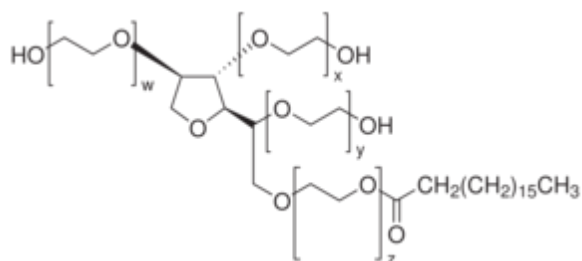
### Tween™ 60

Chemical name: Polyoxyethylene 20 sorbitan monostearate

Empirical formula:  $C_{64}H_{126}O_{26}$

Molecular weight: 1312 g/mol

Structural formula:



Functional category: Dispersing agent, emulsifying agent, solubilizing agent, wetting agent

Use: Emulsifying agents

used alone in oil-in-water emulsions 1 - 15%

used in combination with hydrophilic emulsifiers

in oil-in-water emulsions 1 - 10%

Description: Yellow oily liquid

Boiling point :  $>100^{\circ}\text{C}$

Solubility: Soluble in ethanol and water, insoluble in vegetable oil.

Acid value:  $\leq 2.0$

Water (%):  $\leq 2.5$

HLB value: 14.9

Hydroxyl value: 81 - 96

Saponification value: 45 - 55

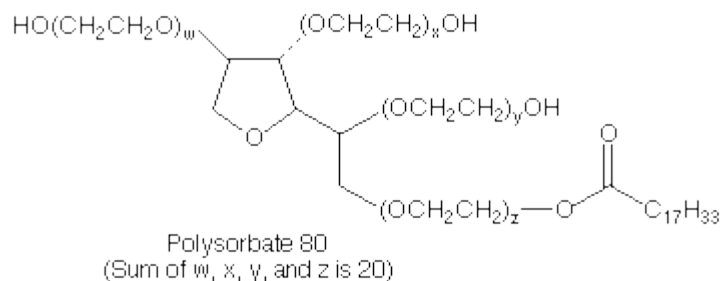
**Tween™ 80**

Chemical name: Polyoxyethylene 20 sorbitan monooleate

Empirical formula:  $C_{64}H_{124}O_{26}$

Molecular weight: 1310 g/mol

Structural formula:



Functional category: Emulsifying agent, solubilizing agent, wetting agent

Use: Emulsifying agent

used alone in water-in-oil emulsions 1 - 15%

used in combination with hydrophilic emulsifiers

in oil-in-water emulsions 1 - 10%

Description: Yellow oily liquid

Solubility: Soluble in ethanol and water, insoluble in vegetable oil.

Acid value:  $\leq 2.0$

Water (%):  $\leq 2.0$

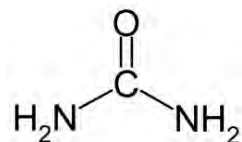
HLB value: 15.0

Hydroxyl value: 65 - 80

Saponification value: 45 - 55

### Urea

Chemical name:	Carbamide
Empirical formula:	$\text{H}_2\text{NCONH}_2$
Molecular weight:	60.06 g/mol
Structural formula:	



Functional category:	Nitrogen-release fertilizer, cooling effect
Description:	Odorless white powder, pearl, granular.
Melting point:	132 - 135 <sup>o</sup> C
Boiling point:	Decomposes
Solubility:	Soluble in water, ethanol and glycerol
Specific gravity:	1.32 - 1.34