



การพัฒนาโหนดจากกรดไลโซฟอสฟาติคในรูปแบบผลึกเหลวลาเมลลาร์



โดย

ปิ่นรัตน์ นัตรสิริวรุฒม์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก
วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2563



**DEVELOPMENT OF TONER FROM LYSOPHOSPHATIDIC ACID
AS LAMELLAR LIQUID CRYSTAL**



**BY
PUNNARAT CHATSIRIWARUT**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF SCIENCE IN ORIENTAL MEDICINE
COLLEGE OF ORIENTAL MEDICINE**

**GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2020**

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การพัฒนาโหนดเครือข่ายจากกรดไลโซฟอสฟาติคในรูปแบบผลึกเหลวลามลาร์

โดย

ปณรัตน์ จัตรสิริวรุฒม์

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2563

ผอ.ดร.จิรพันธ์ ม่วงเจริญ
ประธานกรรมการสอบ

ดร.นันทพงศ์ จำทอง
กรรมการ

ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ. ร.ต. หญิง ดร. วรณี สุขสาตร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
3 กันยายน 2563

Thesis entitled

**DEVELOPMENT OF TONER FROM LYSOPHOSPHATIDIC ACID
AS LAMELLAR LIQUID CRYSTAL**

by

PUNNARAT CHATSIRIWARUT

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Science in Oriental Medicine

Rangsit University
Academic Year 2020

Jirapan Muangjaroen, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Nanthaphong Khamthong, Ph.D.
Member

Asist. Prof. Prasan Tangyuenyoongwatana, Ph.D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Asst.Prof.Plt.Off. Vanee Sooksatra, D.Eng.)

Dean of Graduate School

September 3, 2020

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา และ ดร.นันทพงศ์ จำทอง อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ภาณุ.ดร.จิรพันธ์ ม่วงเจริญ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการเลือกใช้ สารเคมีต่าง ๆ รวมทั้งให้ข้อมูลที่สำคัญยิ่งสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ภาณุ.ณิราวรรณ กิจประไพอำพล ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ดูแลห้องปฏิบัติการ 4/1-201 วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก ที่สละเวลา จัดเตรียมห้องปฏิบัติการและเครื่องมือต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้

ในท้ายที่สุดนี้ ขอแสดงความขอบพระคุณครอบครัวอันเป็นที่รัก อาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ตลอดจนเพื่อนนักศึกษาผู้เป็นกัลยาณมิตรทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และให้กำลังใจที่ดีเสมอมา ขอมอบคุณงามความดีและประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยฉบับนี้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปณณรัตน์ จัตรสิริวิรุตม์

ผู้วิจัย

6105911 : ปณณรัตน์ จัตรสิริวรุฒม์
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาโทนเนอร์จากกรดไลโซฟอสฟาติคในรูปแบบผลึกเหลวลาเมลลาร์
 หลักสูตร : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการแพทย์แผนตะวันออก
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสูตรตำรับโทนเนอร์จากสารสกัดกรดไลโซฟอสฟาติค (Lysophosphatidic Acid, LPA) ในรูปแบบผลึกเหลวลาเมลลาร์ (Lamellar Liquid Crystal) โดยศึกษาและพัฒนาสูตรตำรับพื้นฐานด้วยการปรับความเข้มข้นของสารเพิ่มความชุ่มชื้น (Humectant) พัฒนาสูตรตำรับโทนเนอร์ด้วยเทคนิคผลึกเหลวโดยใช้เฟียวโพส แอลซี (Purephos LC) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารทำอิมัลชัน (Emulsifier) และใช้สารแขวนลอย (Suspending Agent) ที่แตกต่างกัน ศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ 45 °C ทุก 24 ชั่วโมง จำนวน 6 รอบ โดยควบคุมความชื้นอยู่ที่ 75% และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ (สี ความหนืด การกระจายตัว การไหล และความชุ่มชื้น) และทางเคมี (pH) ของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ เปรียบเทียบกับที่เก็บในสภาวะเร่ง จากผลการทดลองพบว่า ชนิดและความเข้มข้นของสารเพิ่มความชุ่มชื้นมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเอสจี-จี 2424 (SG-G2424) ที่ความเข้มข้น 5% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติทางกายภาพที่ดี และพบว่าเฟียวโพส แอลซี ที่ความเข้มข้น 5% ทำให้ปริมาณและการกระจายตัวของโครงสร้างผลึกเหลวลาเมลลาร์มีความเหมาะสม และจากการทดสอบความคงตัวพบว่าสารแขวนลอยพิมูเลน ทีอาร์-2 (Pemulen TR-2) ทำให้ผลิตภัณฑ์โทนเนอร์จากกรดไลโซฟอสฟาติคมีความคงตัวสูง

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 44 หน้า)

คำสำคัญ: โทนเนอร์, กรดไลโซฟอสฟาติค, ผลึกเหลวลาเมลลาร์, เฟียวโพส แอลซี

6105911 : Punnarat Chatsiriwarut
 Thesis Title : Development of Toner from Lysophosphatidic Acid as Lamellar Liquid Crystal
 Program : Master of Science in Oriental Medicine
 Thesis Advisor : Asst. Prof. Prasan Tangyuenyoongwatana, Ph.D.

Abstract

This research involved the development of a toner preparation formula containing lysophosphatidic acid in a lamellar liquid crystal form. First, the development of the basic preparation formula by varying a concentration of humectant was investigated. The obtained preparation formula was further developed into a lamellar liquid crystal form using Purephos LC at different concentrations as an emulsifier and employing different types of suspending agents. After that, the stability study of the lamellar liquid crystal toner was carried out in a climatic stability chamber under an accelerated storage condition at 4 °C and 45 °C every 24 hours for 6 cycles. Additionally, the humidity in the chamber was maintained at 75%. Physical (color, viscosity, dispersibility, fluidity, and moisture) and chemical (pH) properties of the freshly-prepared products were determined and compared to those of the products kept in the chamber. It was found that the concentration of humectant affected the physical properties of the toners, which 5% SG-G2424 gave the products with good physical properties. In addition, Purephos LC with a concentration of 5% yielded the lamella liquid crystal structure with suitable quantity and distribution in the toners. From the stability test, it demonstrated that the suspending agent, Premulen TR-2, gave the stable lysophosphatidic acid-derived toners.

(Total 44 pages)

Keywords: Toner, Lysophosphatidic Acid, Lamellar Liquid Crystal, Purephos LC

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

สารบัญ

หน้า

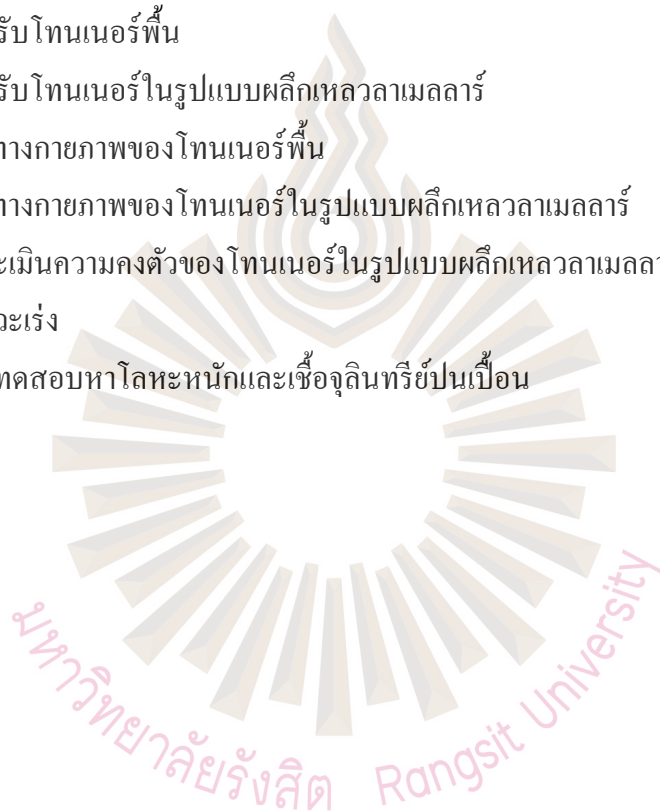
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สัญลักษณ์และคำย่อ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	3
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 สารละลาย (Solution)	7
2.2 โทเนอร์ (Toner)	8
2.3 ผลึกเหลวลามลาร์ (Lamellar Liquid Crystal)	9
2.4 เพียวโพส แอลซี (Purephose LC)	10
2.5 กรดไลโซฟอสฟาติค	12
2.6 พีมูเลน ทีอาร์-2 (Pemulen TR-2)	14
2.7 สารให้ความชุ่มชื้น (Moisturizer)	15
2.8 สารกันเสีย (Preservative)	19
2.9 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน	20
2.10 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย	24
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	24
3.2 สารเคมี	25
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
บทที่ 4 ผลการวิจัย	29
4.1 การเตรียมสูตรตำรับโตนเนอร์พื้นฐาน	29
4.2 การเตรียมสูตรตำรับโตนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์	30
4.3 การเตรียมสูตรตำรับโตนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์ที่ประกอบด้วย เฟียวโพส แอลซี	31
4.4 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์โตนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์	33
4.5 การทดสอบหาโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน	34
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผล	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	35
บรรณานุกรม	36
ภาคผนวก การปฏิบัติการ	38
ประวัติผู้วิจัย	44

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบในสูตรตำรับโทนเนอร์	8
3.1 ข้อมูลเครื่องมือและอุปกรณ์	24
3.2 ข้อมูลสารเคมี	25
3.3 สูตรตำรับโทนเนอร์พื้น	26
3.4 สูตรตำรับโทนเนอร์ในรูปแบบผลึกเหลวลาเมลลาร์	27
4.1 สมบัติทางกายภาพของโทนเนอร์พื้น	29
4.2 สมบัติทางกายภาพของโทนเนอร์ในรูปแบบผลึกเหลวลาเมลลาร์	31
4.3 การประเมินความคงตัวของโทนเนอร์ในรูปแบบผลึกเหลวลาเมลลาร์ ในสถานะเร่ง	33
4.4 ผลการทดสอบหาโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน	34



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดงานวิจัย	4
2.1 โครงสร้างผลึกเหลวลามेलลาร์	10
2.2 โครงสร้างผลึกเหลวลามेलลาโดยใช้ Purephos LC จากกล้องจุลทรรศน์	10
2.3 การกระจายตัวของ Lamellar Liquid Crystals ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	11
2.4 แผนภาพเฟสอุณหภูมิและความเข้มข้นสำหรับ Purephos LC และน้ำ	11
2.5 การให้ความชุ่มชื้นของ Purephos LC	12
2.6 โครงสร้างของ Lysophosphatidic Acid	12
2.7 ประสิทธิภาพการกระชับรูขุมขนของกรดไลโซฟอสฟาติก	13
2.8 สภาพของชั้นหนังกำพร้าก่อน (ก) และหลัง (ข) ที่ได้รับกรดไลโซฟอสฟาติก	13
2.9 ความเข้มข้นของ Lysophosphatidic Acid ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาวะเร่ง	14
2.10 แสดงการทำงานของ Pemulen TR-2	15
2.11 โครงสร้างของ เอสจี-จี 2424	17
2.12 แสดงประสิทธิภาพในการลดแรงตึงผิวของ เอสจี-จี 2424	17
2.13 ประสิทธิภาพการให้ความชุ่มชื้นของ เอสจี-จี 2424	18
2.14 ประสิทธิภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพความชุ่มชื้นให้กลีเซอรินของ เอสจี-จี 2424	18
2.15 ประสิทธิภาพการเกาะผิวของ เอสจี-จี 2424	19
4.1 ผลิตภัณฑ์โทนเนอร์ในรูปแบบผลึกเหลวลามेलลา	30
4.2 โครงสร้างผลึกเหลวลามेलลาในโทนเนอร์ที่มีเฟียวโพส แอลซี 1% จากกล้องจุลทรรศน์	31
4.3 ภาพโครงสร้างผลึกเหลวลามेलลาในโทนเนอร์ที่มีเฟียวโพส แอลซี 3% จากกล้องจุลทรรศน์	32
4.4 ภาพโครงสร้างผลึกเหลวลามेलลาในโทนเนอร์ที่มีเฟียวโพส แอลซี 5% จากกล้องจุลทรรศน์	32

สัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย
%	Percent
°C	Degree Celsius
cP	Centipoise
meq/kg	Milliequivalents Per Kilogram
cfu/g	Colony Forming Unit Per Gram
Qs	Quantum Satis
INCI	International Nomenclature of Cosmetic Ingredients
Pb	Lead
Cd	Cadmium

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันยอดขายผลิตภัณฑ์ดูแลผิวยังคงเติบโตไปทั่วโลก เนื่องจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยนวัตกรรมรูปแบบใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติที่หลากหลาย อีกทั้งผู้บริโภคมีความสนใจในผลิตภัณฑ์การลดริ้วรอยแห่งวัย และผลิตภัณฑ์เหล่านี้ถูกนำไปยังประเทศกำลังพัฒนาทำให้ยอดขายส่วนใหญ่เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ดูแลผิวโดยแพทย์ผิวหนังที่มีชื่อเสียงและบรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะน่าเชื่อถือได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภครู้สึกว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับราคา และไม่ต้องมีใบสั่งยา พบว่ารายงานยอดขายโทนเนอร์ทั่วโลกในปี ค.ศ. 2004 อยู่ที่ 4.7 พันล้านดอลลาร์ ซึ่งเติบโตในอัตราที่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ดูแลผิวประเภทอื่น ๆ การเติบโตของยอดขายโทนเนอร์นี้ มาจากเอเชียแปซิฟิก ยุโรปตะวันตก ยุโรปตะวันออก และละตินอเมริกา ในสหรัฐอเมริกาที่ถือความสะดวกสบายเป็นปัจจัยสำคัญในการใช้งานผลิตภัณฑ์ในปี ค.ศ. 1999 ยอดขายอยู่ที่ 384.7 ล้านดอลลาร์ จากนั้นก็เริ่มลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งคาดว่าจะดำเนินต่อไป เนื่องจากการรับรู้ในหมู่ผู้บริโภคบางรายว่าโทนเนอร์ไม่จำเป็นหรือเป็นอันตราย เพราะทำให้ผิวหนังแห้งและลอก เนื่องจากมีแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสม การขาดนวัตกรรมในผลิตภัณฑ์และความไม่สะดวกในการใช้งานเป็นสาเหตุที่ทำให้ยอดขายโทนเนอร์ลดลง ซึ่งครั้งหนึ่งโทนเนอร์ได้รับการขนานนามว่าเป็นตัวปรับสมดุลค่า pH และจำเป็นต่อการกำจัดอคราไลน์ ลดอาการผิวแห้ง การระคายเคือง และทำความสะอาดตกค้างหลังจากล้างหน้าด้วยโฟมล้างหน้า ปัจจุบันน้ำยาทำความสะอาดส่วนใหญ่ที่วางขายในตลาดนั้นมีความอ่อนโยนและไม่รบกวนระดับค่า pH ของผิว จึงไม่มีความจำเป็นในการใช้โทนเนอร์ และโทนเนอร์ยังไม่มีการพัฒนาจากรูปแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ผู้บริโภคต้องการความสะดวกสบายในการเช็ดทำความสะอาดผิวหนังโดยที่ผลิตภัณฑ์อ่อนโยนประสพผล เช่น ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นโทนเนอร์ในขวด และทั้งที่เป็นโทนเนอร์และมาสก์ อย่างไรก็ตามยังมีช่องทางในการพัฒนาโทนเนอร์ให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานเป็นสูตรที่เหมาะสมกับสภาพผิวและเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคมากขึ้น (Smith, 2006)

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาโตนเนอร์ส่วนใหญ่จะนำสารสกัดจากพืชมาเป็นส่วนผสมในตำรับและหาสูตรตำรับที่มีความคงตัว เช่น Meetham และคณะได้พัฒนาและประเมินประสิทธิภาพทางคลินิกของโตนเนอร์ชาเขียวในการลดความมันบนผิวหนัง เนื่องจากในชาเขียวมีโพลีฟีนอลที่ช่วยต่อต้านความผิดปกติของผิวหนัง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าเครื่องสำอางที่มีชาเขียวเป็นองค์ประกอบมีประสิทธิภาพในการต่อต้านการทำงานของต่อมไขมัน การศึกษาในครั้งนี้ได้นำสูตรพื้นฐานที่มีความคงตัวไปทดสอบกับอาสาสมัคร 10 คน พบว่าสูตรที่มีไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส กลีเซอรินและแพนทีนอล เป็นสูตรที่ได้รับการพัฒนาต่อไปเป็นโตนเนอร์ชาเขียว และพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมีความคงตัวและไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังเมื่อทดสอบแบบ Patch Test ในอาสาสมัคร 20 คน รับการประเมินผลทางคลินิกและตรวจสอบด้วยเครื่อง Sebumeter โดยใช้การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างสูตรพื้นฐานกับโตนเนอร์ชาเขียว หลัง 28 วัน ของการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพในการต่อต้านการทำงานของต่อมไขมันของผู้ที่ได้ใช้โตนเนอร์ชาเขียวนั้นดีกว่าสูตรพื้นฐานอย่างมาก จึงสรุปได้ว่าโตนเนอร์ชาเขียวปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสำหรับการรักษาใบหน้า (Meetham, Kanlayavattanakul, & Lourith, 2018)

Purephos LC เป็นสารสำคัญที่แยกได้จากเกลือโมโนอัลคิลฟอสเฟต อาร์จินีน (Monoalkyl Phosphate Arginine Salt) ซึ่งมีโครงสร้างผลึกเหลวลาเมลลาร์ที่คงตัวสามารถเตรียมได้ง่ายในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง โดยการกระจาย Purephos LC ในน้ำเพียงเล็กน้อยและสามารถนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำ เช่น เซรัมที่มีความหนืดค่อนข้างต่ำได้ (Nikkol Chemicals, 2014) และเลซิดินจากถั่วเหลืองที่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์โดยมีความเข้มข้นของกรดไลโซฟอสฟาติค (Lysophosphatidic Acid, LPA) ที่เสถียรสูง และมีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูสภาพเซลล์ผิวที่ตายแล้ว ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังและการลดขนาดรูขุมขน (Nikkol Chemicals, 2009) ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาสูตรโตนเนอร์ในรูปแบบ Lamellar Liquid Crystal ที่มีส่วนผสมของ Purephos LC และกรดไลโซฟอสฟาติค

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาสูตรตำรับโตนเนอร์จากกรดไลโซฟอสฟาติคในรูปแบบผลึกเหลวลาเมลลาร์

1.2.2 เพื่อศึกษาความคงตัวของสูตรตำรับโตนเนอร์จากกรดไลโซฟอสฟาติคในรูปแบบผลึกเหลวลาเมลลาร์

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

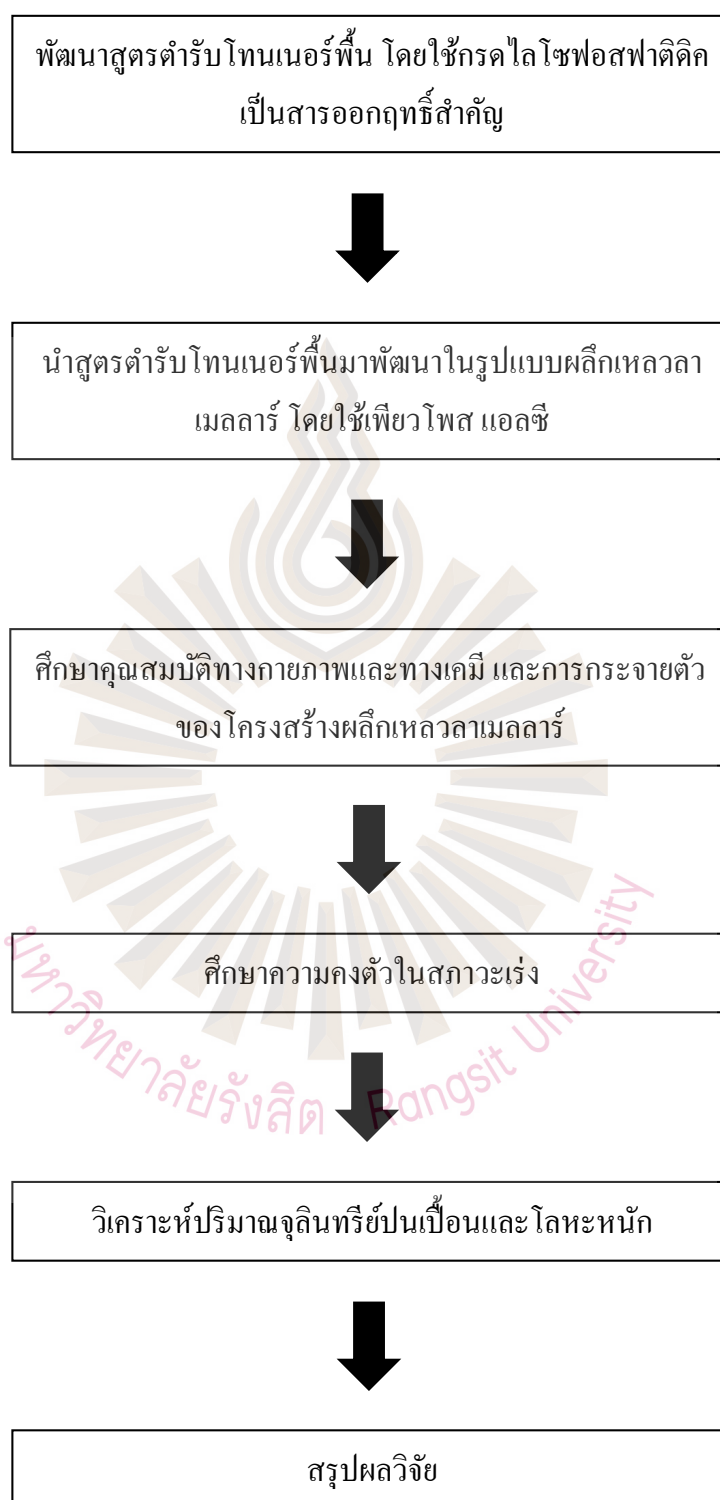
1.3.1 เพียวโพส แอลซี มีผลต่อสมบัติทางกายภาพและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัว

1.3.2 สารให้ความชุ่มชื้นมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่ดี

1.3.3 สารแขวนลอยมีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัว



1.4 กรอบแนวคิดงานวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

1.5 นิยามศัพท์

โทนเนอร์ (Toner)

โลชั่นเช็ดผิว มีหน้าที่ช่วยทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่ตกค้างจากการล้างทำความสะอาดใบหน้า ช่วยปรับสภาพผิวให้พร้อมก่อนการทาครีมบำรุงผิว เพื่อให้ครีมซึมเข้าสู่ผิวได้ดีขึ้น

โครงสร้างผลึกเหลวลามेलาร์ (Lamella Liquid Crystal Structure)

การจัดเรียงของโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวและน้ำมันที่เกิดขึ้นที่ส่วนต่อประสานระหว่างน้ำกับน้ำมันซึ่งทำให้อิมัลชันที่มีโครงสร้างผลึกเหลวลามेलามีประสิทธิภาพดีกว่าระบบอิมัลชันทั่วไปในแง่ของความเสถียร การควบคุมแบบปล่อยและความชุ่มชื้น

เพียวโฟส แอลจี (Purephos LC)

สารสำคัญที่แยกได้จากเกลือโมโนอัลคิลฟอสเฟต อาร์จินีน (Monoalkyl Phosphate Arginine Salt) ซึ่งสามารถให้ผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างผลึกเหลวลามेलาร์ ที่คงตัวและสามารถเตรียมได้ง่ายในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง

กรดไลโซฟอสฟาติค (Lysophosphatidic Acid, LPA)

เลซิดินจากถั่วเหลืองที่ถูกเอนไซม์ย่อยสลาย ซึ่งมีความเข้มข้นของ LPA ที่คงตัว

เอสจี-จี 2424 (SG-G2424)

ส่วนผสมระหว่าง Ethoxylated และ Propoxylated Glycerin ละลายในน้ำและน้ำมัน แม้ว่าไม่ใช่สารลดแรงตึงผิว แต่ช่วยเพิ่มความสามารถในการละลายน้ำของน้ำมันบางชนิด ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นของกลีเซอรินและช่วยเพิ่มการซึมผ่านผิวหนังของสารออกฤทธิ์ในน้ำซึ่งช่วยลดปริมาณสารลดแรงตึงผิวในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

พีมูเลน ทืออาร์-2 (Pemulen TR-2)

เป็นพอลิเมอร์อิมัลซิไฟเออร์ เป็นกรดโพลีอะคริลิกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง อิมัลชันเหล่านี้มีส่วนเล็ก ๆ ที่ชอบน้ำมัน (Lipophilic) และส่วนที่มีขนาดใหญ่ชอบน้ำ (Hydrophilic)

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 สารละลาย (Solution)

2.1.1 ความหมายของสารละลาย

สารละลายคือของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเทจะไหลตามรูปทรงภาชนะที่บรรจุ ตามคำจำกัดความขององค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration : FDA) หมายถึง สารละลายอยู่ในรูปสารเนื้อเดียวที่มีสารเคมีหลายอย่างที่ละลายในตัวทำละลาย

สารละลายถือเป็นรูปแบบที่มีเสถียรภาพทางอุณหพลศาสตร์ โดยส่วนผสมที่เป็นของแข็งที่ละลายได้จะถูกละลายก่อน ซึ่งอาจต้องใช้ความร้อนในกระบวนการละลาย และมักจะมีการเพิ่มส่วนผสมที่มีกลิ่นซึ่งระเหยได้ง่ายในตอนท้าย เพื่อป้องกันการสูญเสีย ในขณะเดียวกันส่วนผสมที่มีสีและสารเติมแต่งสีจะถูกเพิ่มในตอนท้าย เนื่องจากสามารถทำให้กระบวนการสลายตัวได้ยากขึ้น

2.1.2 ประเภทของสารละลาย

สารละลายสามารถจำแนกตามประเภทของตัวทำละลายที่ใช้ โดยทั่วไปจะมี 3 ประเภทหลักที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

- 1) สารละลายน้ำ (Water-Based Solutions) มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ยกตัวอย่างเช่น น้ำยาทำความสะอาดเครื่องสำอางรอบดวงตา สบู่ล้างมือและแชมพูหลายชนิด
- 2) สารละลายแอลกอฮอล์ (Hydroalcoholic Solutions) มีส่วนผสมของน้ำและแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบหลัก ยกตัวอย่างเช่น สเปรย์ฉีดผม น้ำยาบ้วนปาก โคโลญจ์หลังโกนหนวดและโทนเนอร์บำรุงผิวหน้า

3) สารละลายที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำ (Anhydrous Solutions) ไม่ใช้น้ำเป็นส่วนผสม เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น น้ำมันอาบน้ำ (Baki & Alexander, 2015)

2.2 โทเนอร์ (Toner)

2.2.1 ความหมายของโทเนอร์

โทเนอร์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำทั้งไว้บนผิว เพื่อทำความสะอาดในครั้งที่สองโดยให้ความสดชื่นและเตรียมผิวสำหรับการใช้ครีมบำรุง โทเนอร์มักใช้คู่กับสาลีหรือแผ่นซับน้ำนมเช็ดให้ทั่วใบหน้า ผู้ชายอาจใช้หลังจากโกนหนวด โทเนอร์สามารถใช้ล้างเครื่องสำอางที่ตกค้างและขจัดความมันส่วนเกินในคนผิวมัน ผลิตภัณฑ์ผิวอย่างอ่อนโยนและให้ความรู้สึกกระฉุนหรือทำให้เย็น นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นตัวนำสารสำคัญเข้าสู่ผิว

โดยทั่วไปแล้วโทเนอร์จะใสจนโปร่งแสง การเลือกส่วนผสมต่าง ๆ จะเป็นตัวกำหนดลักษณะและประเภทของผลิตภัณฑ์ สูตรโทเนอร์พื้นฐานทั่วไปแสดงในตารางที่ 1 น้ำมักเป็นส่วนประกอบหลัก หรือตัวนำสารสำคัญ อาจเติมเอทานอลได้ตามต้องการแล้วแต่สภาพผิวและความสามารถในการละลายของส่วนผสม โดยทั่วไปแล้วเอทานอลไม่ได้ใช้ในโทเนอร์สูตรสำหรับผิวแห้งหรือผิวบอบบาง แต่พบได้ในโทเนอร์สูตรสำหรับผิวมัน (Smith, 2006)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบในสูตรตำรับโทเนอร์

Ingredients	%
Water	Qs to 100.00%
Ethanol	0.00-65.00
Humectants	1.00-5.00
Key ingredients	0.10-10.00
Emollients	0.10-3.00
Cosolubilizers	0.10-0.50
Thickeners/film formers	0.05-0.20
Preservatives	As needed
Color, fragrance	Qs

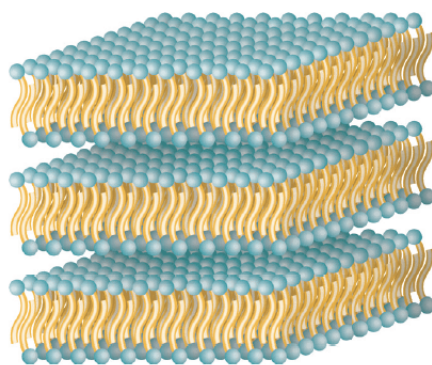
ที่มา: Smith, 2006

2.2.2 สารสกัดที่ใช้ในโทนเนอร์

สารสกัดจากพืชมีการใช้เพิ่มขึ้นด้วยเหตุผลหลายประการ ความเข้มข้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยรวมถึงวิธีการสกัดและเปอร์เซ็นต์ของสารสกัด บ่อยครั้งที่สารสกัดหลายชนิดจะรวมอยู่ในโทนเนอร์ สารสกัดบางชนิดเหมาะสำหรับสภาพผิวที่เฉพาะเจาะจง สารสกัดมีประโยชน์หลายประการ เช่น การกระตุ้นรูขุมขน การต่อต้านอักเสบ การต่อต้านอนุมูลอิสระ การผลิตเซลล์ผิว การผ่อนคลายและผิวชุ่มชื้น เช่น โพลีฟีนอลที่พบในชาเขียว โรสแมรี่ บลูเบอร์รี่ ราสเบอร์รี่ สตรอเบอร์รี่ องุ่นและสารสกัดจากเปลือกสน ให้สารต้านอนุมูลอิสระ การต่อต้านการอักเสบนั้นเปรียบเสมือนการผ่อนคลายผิวด้วยการลดอาการอักเสบและรอยแดง สารสกัดจากน้ำผึ้ง มัลโลว์ ถั่วเหลือง ว่านหางจระเข้ ลาเวนเดอร์ ชาเขียว สาหร่าย ชะเอมและดอกคาโมไมล์อาจถูกเพิ่มเข้ามาเพื่อการผ่อนคลายและปรับสภาพผิว สารสกัดจากพืชที่มีแทนนินสูง เช่น Witch Hazel สะระแหน่ เกาลัดและโอ๊ค ให้ความฝาด นอกเหนือจากความฝาดแล้วการกลั่น Witch Hazel ซึ่งประกอบด้วยเอทานอล 14% ยังให้ความเย็นกับผิวหนัง มีการสารสกัดผสมในโทนเนอร์ เช่น สารสกัดจากถั่วเหลืองที่มีสารไฟโตเอสโตรเจนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผิวหนังที่แห้ง (Smith, 2006)

2.3 ผลึกเหลวลามลาร์ (Lamellar Liquid Crystal)

โครงสร้างผลึกเหลวลามลาร์ ถูกพัฒนาโดย Friberg และ Barry ในช่วงต้นปี ค.ศ.1970 และได้สรุปไว้ในหนังสือเรื่อง "Sistema Sucrose Esters in Oil-in-Water Emulsions" ตีพิมพ์ในเดือนมีนาคม ปี ค.ศ. 1999 และกล่าวว่าโครงสร้างที่เรียกว่า ผลึกเหลวลามลาร์ (รูปที่ 2.1) หรือ Lamellar Liquid Crystal Structure สามารถจัดเรียงของโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวและน้ำมันที่เกิดขึ้นที่ส่วนต่อประสานระหว่างน้ำกับน้ำมันของชั้นไขมันในเซลล์ระหว่างผิวประกอบด้วยไขมันชนิดที่มีส่วนที่มีขั้วและไม่มีขั้ว (Amphipathic) และน้ำ จะช่วยลดแรงตึงผิวและช่วยในการเกิดหยดน้ำมันขนาดเล็กในวัฏภาคน้ำ โครงสร้างผลึกเหลวลามลาร์นี้ทำให้อิมัลชันคงตัวโดยการป้องกันการเกิดคริมและการรวมตัวกันของหยดน้ำมันรวมถึงการเพิ่มความหนืด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้ความร้อนแก่วัฏภาคน้ำจนถึงจุดหลอมเหลวของอิมัลชัน โดยไขมันของโคอิมัลซิไฟเออร์แบบขนานจะก่อตัวเป็นโครงสร้างสองชั้นจนเกิดเป็นโครงสร้างผลึกเหลวลามลาร์ (Suzuki, 2017) เมื่อเย็นตัวลงจะเกิดเจลขึ้นรอบ ๆ ชั้นไขมันในอิมัลชัน ซึ่งในสาขาเครื่องสำอางผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างผลึกเหลวลามลาร์ เป็นที่รู้จักกันว่ามีความสมบัติให้ความชุ่มชื้นสูงและความเป็นชั้น และจะนำไปใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ (Zhang & Zhu, 2009)



รูปที่ 2.1 โครงสร้างผลึกเหลวลามellar

ที่มา: Lubrizol, 2019

2.4 Purephos LC

2.4.1 ข้อมูลทั่วไป

Purephos LC มีชื่อ INCI ว่า Arginine Hexyldecyl Phosphate แยกได้จาก กลีเซอรีน โมโนอัลคิลฟอสเฟต อาร์จินีน โดยบริษัท Nikkol ประสบความสำเร็จในการพัฒนาวิธีการในการผลิตโมโนโซเดียมอัลคิลฟอสเฟตที่บริสุทธิ์สูง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างผลึกเหลวลามellarที่คงตัวสามารถเตรียมได้ง่ายในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง นอกจากนี้เนื่องจากผลึกเหลวลามellarเกิดขึ้นได้ง่าย ๆ โดยการกระจาย Purephos LC ในน้ำ (รูปที่ 2.2) เพียงเล็กน้อย Purephos LC สามารถนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเช่นครีมที่มีความหนืดค่อนข้างต่ำ

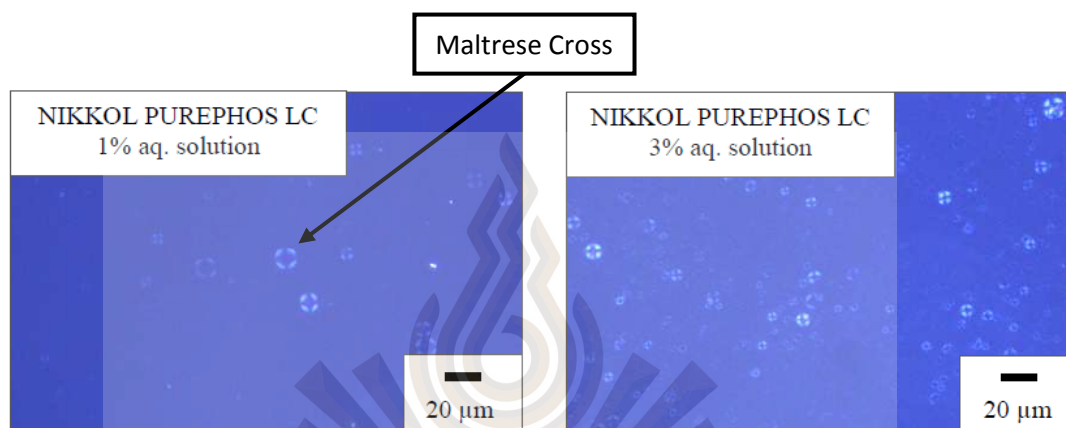


รูปที่ 2.2 โครงสร้างผลึกเหลวลามellarโดยใช้ Purephos LC จากกล้องจุลทรรศน์

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2014

2.4.2 ความสามารถในการเกิด Lamellar Liquid Crystals ในวัฏภาคน้ำ

Purephos LC มีความสามารถพิเศษในการสร้างผลึกเหลว โดยการกระจาย 1% หรือ 3% ของ Purephos LC ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะสังเกตเห็น Maltese Cross แสดงให้เห็นว่ามีการเกิด Lamellar Liquid Crystals (รูปที่ 2.3)

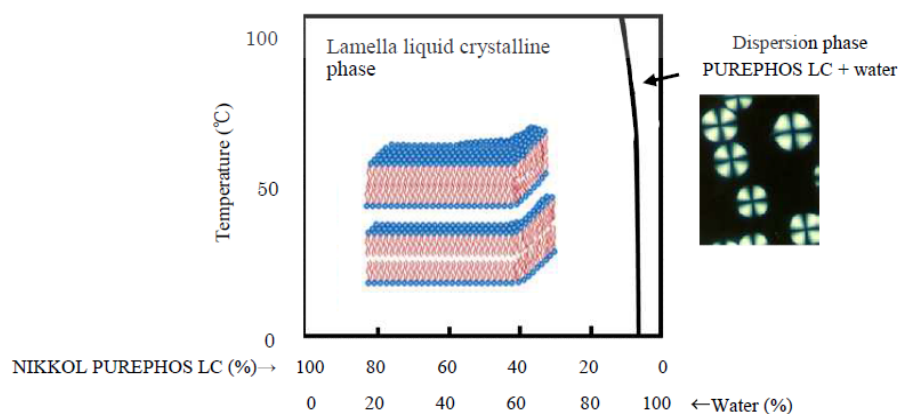


รูปที่ 2.3 การกระจายตัวของ Lamellar Liquid Crystals ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2014

2.4.3 ประสิทธิภาพของผลึกเหลวลามลาร์ โดย Purephos LC

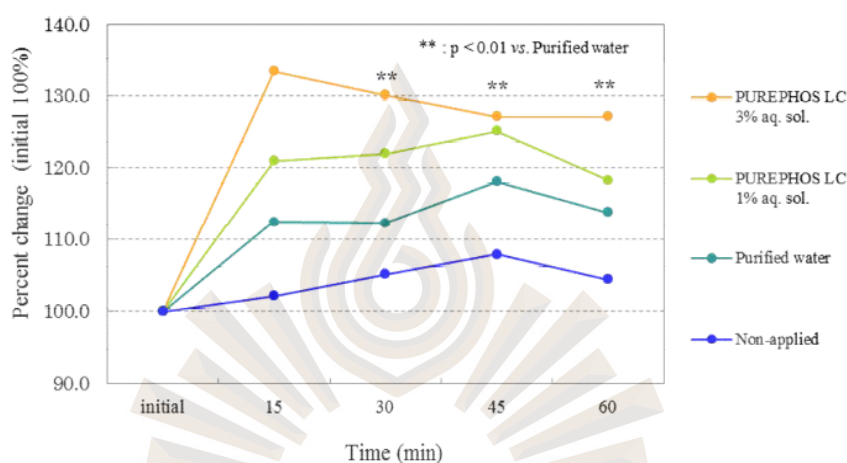
จากรูปที่ 2.4 ซึ่งแสดงแผนภาพเฟสอุณหภูมิและความเข้มข้นสำหรับ Purephos LC และน้ำ แสดงให้เห็นว่า Purephos LC เป็นผลึกเหลวลามลาร์ที่อุณหภูมิและความเข้มข้นที่หลากหลาย



รูปที่ 2.4 แผนภาพเฟสอุณหภูมิและความเข้มข้นสำหรับ Purephos LC และน้ำ

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2014

การให้ความชุ่มชื้นของ Purephos LC ประเมินโดยการวัดปริมาณน้ำของผิวโดยใช้เครื่อง SKICON-200EX ผิวที่ใช้สารละลายน้ำที่มี Purephos LC 1% หรือ 3% และเปรียบเทียบกับผิวแห้งที่ไม่ได้ใช้และผิวแห้งที่ใช้น้ำบริสุทธิ์ ผลการวิจัยพบว่าผิวที่ใช้สารละลายน้ำที่มี Purephos LC 3% มีผลต่อการเพิ่มความชุ่มชื้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับน้ำบริสุทธิ์ (รูปที่ 2.5) (Nikkol Chemicals, 2014)



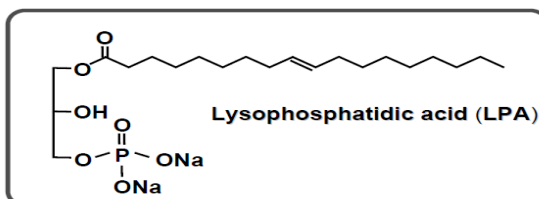
รูปที่ 2.5 การให้ความชุ่มชื้นของ Purephos LC

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2014

2.5 กรดไลโซฟอสฟาติค

2.5.1 ข้อมูลทั่วไป

กรดไลโซฟอสฟาติค (รูปที่ 2.6) มีชื่อ INCI ว่า Lysophosphatidic Acid และ Lecithin คือ เลซิ-ตินจากถั่วเหลืองที่ถูกเอนไซม์ย่อยสลาย ซึ่งมีความเข้มข้นของ LPA ที่คงตัวสูงถึง 20-30%

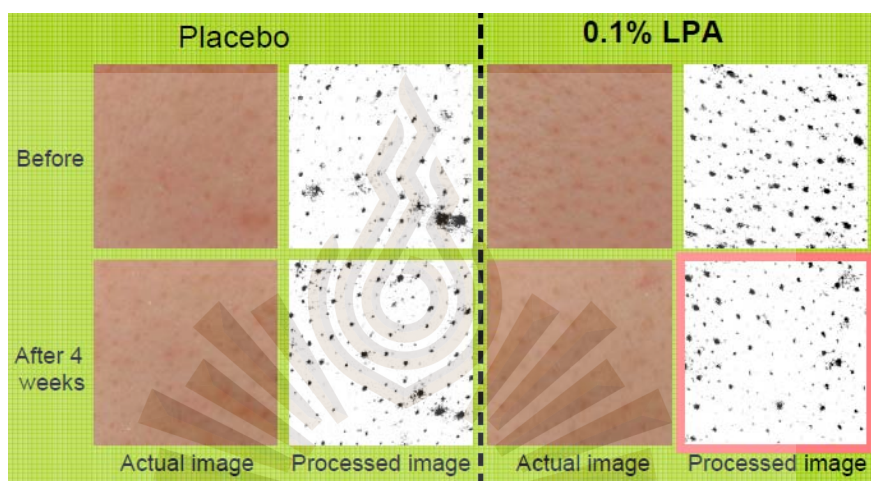


รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ Lysophosphatidic Acid

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2009

2.5.2 ประโยชน์ของกรดไลโซฟอสฟาติค

- 1) ผลิตไขมันและสารให้ความชุ่มชื้น (Natural Moisturizing Factor) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับการปกป้องผิว (Ceramide และ Filaggrin)
- 2) กระชับช่องว่างระหว่างเซลล์ (กระชับรูขุมขน) (รูปที่ 2.7)



รูปที่ 2.7 ประสิทธิภาพการกระชับรูขุมขนของกรดไลโซฟอสฟาติค

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2009

- 3) ป็นฟูเซลล์ผิวต่าง ๆ ด้วยการกระตุ้น Ca^{2+} เข้าสู่เซลล์ (รูปที่ 2.8)

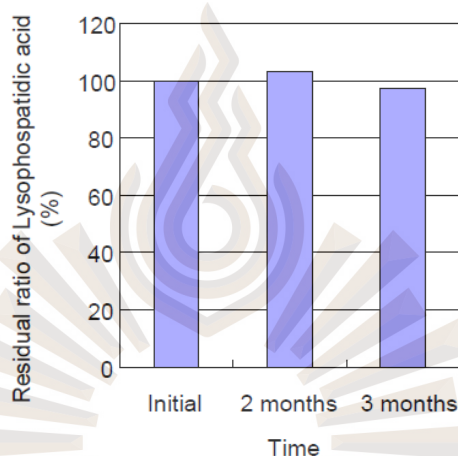


รูปที่ 2.8 สภาพของชั้นหนังกำพร้าก่อน (ก) และหลัง (ข) ที่ได้รับกรดไลโซฟอสฟาติค

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2009

2.5.3 ความคงตัวของกรดไลโซฟอสฟาติค

ความเสถียรของ LPA ถูกประเมินโดยการทดสอบในสภาวะเร่ง LPA ถูกเก็บไว้ในที่มีดเป็นเวลา 3 เดือนที่ 45 °C และวัดปริมาณกรดกรดไลโซฟอสฟาติค ภายใน 2 และ 3 เดือน ปริมาณกรดไลโซฟอสฟาติค ใน LPA แทบจะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น (รูปที่ 2.9) นอกจากนี้ค่าเปอร์ออกไซด์อยู่ต่ำกว่า 1.0 meq/kg หลังจากการทดสอบความเร่งซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเสถียรในการออกซิเดชันของ LPA (Nikkol Chemicals, 2009)



รูปที่ 2.9 ความเข้มข้นของ Lysophosphatidic Acid ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาวะเร่ง
ที่มา: Nikkol Chemicals, 2009

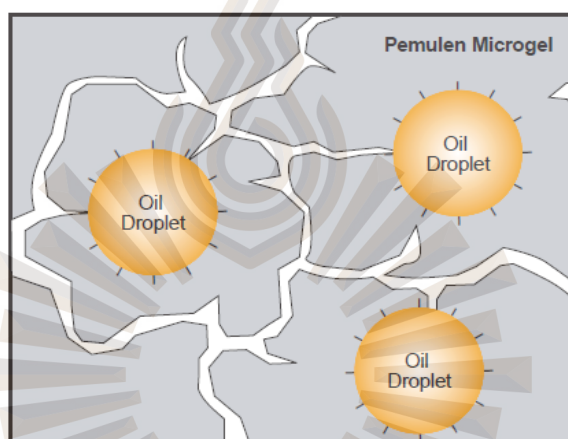
2.6 พีมูเลน ทีอาร์-2 (Pemulen TR-2)

2.6.1 ข้อมูลทั่วไป

พีมูเลน (Pemulen) เป็นพอลิเมอร์อิมัลซิไฟเออร์ เป็นกรดโพลีอะคริลิกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง อิมัลชันเหล่านี้มีส่วนเล็ก ๆ ที่ชอบน้ำมัน (Lipophilic) และส่วนที่มีขนาดใหญ่ชอบน้ำ (Hydrophilic) โครงสร้างทางเคมีนี้ทำให้โคพอลิเมอร์เหล่านี้ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์หลักในอิมัลชันน้ำมันในวัฏภาคน้ำ ในขณะที่โพลีเมอร์ที่ละลายน้ำได้อย่าง Carbopol มีประโยชน์ในการเป็นสารสร้างความคงตัวของอิมัลชันในน้ำมัน ส่วนที่ชอบน้ำมันดูดซับที่รอยต่อหรืออินเทอร์เฟซน้ำมันและส่วนที่ชอบน้ำกลายเป็นเจลรอบหยดน้ำมันเพื่อให้ความคงตัวอิมัลชันในน้ำมันที่หลากหลาย

2.6.2 การทำงาน Pemulen Emulsifiers Polymeric

การลดแรงตึงผิวจำพวกมีขี้หรือไม่มีขี้ทำให้อิมัลชันชนิดน้ำมันในอนุภาคน้ำมีความคงตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโดยการดูดซับและก่อดัวเป็นผลึกเหลวลาเมลลาร์ ที่ต้องการระดับการใช้งานของสารลดแรงตึงผิว 3-7% สมดุล Hydrophilic-Lipophilic (HLB) (รูปที่ 2.10) ของอนุภาคน้ำมันและสารลดแรงตึงผิวจะต้องจับคู่อย่างระมัดระวังเพื่อเสถียรภาพของอิมัลชันที่ดีบ่อยครั้งที่มีการเติมพอลิเมอร์ไฮโดรคอลลอยด์เช่น Carbopol เพื่อเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันน้ำมันในอนุภาคน้ำโดยเพิ่มความหนา (Lubrizol, 2007)



Emulsion Stabilized with Pemulen® Polymeric Emulsifiers

รูปที่ 2.10 แสดงการทำงานของ Pemulen TR-2

ที่มา: Lubrizol, 2007

2.7 สารให้ความชุ่มชื้น (Moisturizer)

2.7.1 ความหมาย

สารให้ความชุ่มชื้น (Moisturizer) คือ ผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ให้ความชุ่มชื้น โดยการเพิ่มปริมาณน้ำให้กับผิวหนัง รวมถึงช่วยลดการระเหยสารให้ความชุ่มชื้นได้ผิวหนังที่ร่างกายผลิตขึ้นมาเองได้ด้วย เมื่อมีการให้ความชุ่มชื้นกับผิวหนังอย่างเหมาะสม เซลล์ผิวหนังชั้นนอกจะเกิดการซ่อมแซมตัวเอง มีการปรับสภาพรูขุมขนให้เล็กลง ลดการเกิดสิว ผิวจะเนียนนุ่ม และสุขภาพดีกันเลยทีเดียวครับ แนะนำให้ใช้ Moisturizer ในคนที่ผิวแห้ง หรือผิวผสมครับ โดยคนผิวผสมให้เลือกทาส่วนที่แห้งเท่านั้น

2.7.2 ชนิดของสารให้ความชุ่มชื้น

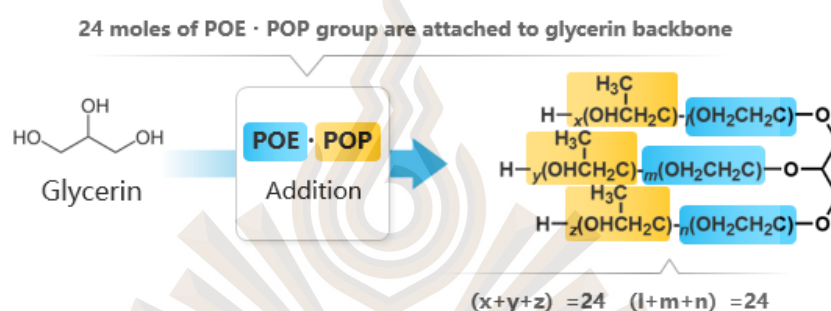
1) Humectants เป็นกลุ่มที่เพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิวโดยการดึงดูดน้ำจากชั้นหนังแท้ มาเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิวหนังชั้นนอก (ชั้นหนังกำพร้า) ใช้สารกลุ่มนี้ร่างกายจำเป็นต้องดื่มน้ำให้เพียงพอับความต้องการแต่ละวัน สารกลุ่มนี้โดดเด่นตรงที่ว่า เป็นสารให้ความชุ่มชื้นเทียบเท่ากับสารให้ความชุ่มชื้นที่ร่างกายผลิตขึ้นมาเอง และนอกจากนี้ ถ้าในบรรยากาศมีความชื้นสูงพอ สารกลุ่มนี้จะดึงน้ำในอากาศมาไว้ที่ผิวหนังได้อีกด้วย ตัวอย่างของ Moisturizer Humectants เช่น Urea, Glycerin, AHA, Propylene Glycerol, Sodium PCA, Sorbitol, Ammonium Lactate, Butylene Glycol, Honey Extract, Sodium Lactate, Pyrrolidone Carboxylic Acid, Gelatin, Hyaluronic Acid, วิตามิน และโปรตีนบางชนิด

2) Occlusives สารให้ความชุ่มชื้นกลุ่มนี้ทำงานโดยป้องกันการระเหยของน้ำจากผิวหนัง ซึ่งอาศัยความเป็นน้ำมันในการเคลือบผิวเอาไว้ โดยสารให้ความชุ่มชื้นกลุ่มนี้จะทำงานได้ดีที่สุดตอนที่เรากำลังอาบน้ำเสร็จ ตัวอย่างของ Moisturizer Occlusives เช่น Hydrocarbon Oils/Waxes (Mineral Oil, Paraffin, Petrolatum, Squalene), Silicone (Cyclomethicone, Dimethicone), Vegetable Oils (Caster Oil, Corn Oil, Grape Seed Oil, Soybean Oil), Animal Oils (Mink Oil, Emu Oil), Fatty Acids (Lanolin Acid, Stearic Acid), Fatty Alcohol (Lanolin Alcohol, Cetyl Alcohol), Wax Esters (Beeswax, Stereal Stearate), Vegetable Waxes (Carnauba Wax, Candelilla Wax), Phospholipids (Lecithin), Sterols (Cholesterol, Ceramides), Polyhydric Alcohols (Propylene Glycol Dioleate) และ Caprylic/Capric Triglyceride

3) Emmollients ทำหน้าที่เคลือบร่องผิวหนังชั้นนอกสุด และเมื่อใช้สารให้ความชุ่มชื้นกลุ่มนี้จะทำให้ผิวดูเรียบ ลื่น และอ่อนนุ่ม แต่ประสิทธิภาพจะสู้กลุ่มอื่นไม่ได้ ตัวอย่างของ Moisturizer Emmollients เช่น Cyclomethicone, Dimethicone Copolyol, Glyceryl Sterates, Isopropyl Palmitate, Lanolin, Propylene Glycol Linoleate, Cholesterol, Squalene และ Fatty Acid (Atrprove, 2017)

2.7.3 เอสจี-จี 2424 (SG-G2424)

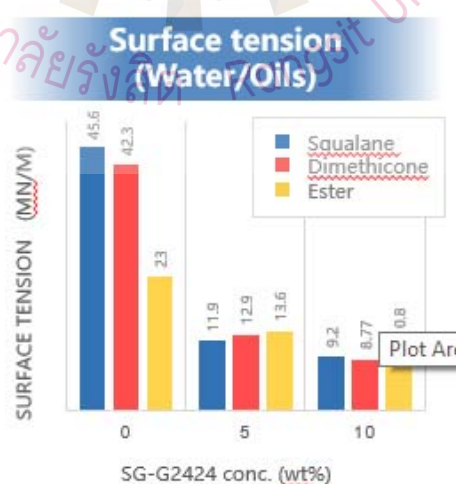
เอสจี-จี 2424 (รูปที่ 2.11) มีชื่อ INCI ว่า PPG-24-GLYCERETH-24 เป็นสารให้ความชุ่มชื้นที่มีคุณสมบัติละลายได้ทั้งในน้ำและน้ำมัน เนื่องจากมีส่วนประกอบของ โพลีออกซีเอทิลีน (Polyoxyethylene: POE) ซึ่งชอบน้ำ (Hydrophilic) และ โพลีออกซีโพรพิลีน (Polyoxypropylene: POP) ซึ่งชอบน้ำมัน (Lipophilic) โดยมีคุณสมบัติดังนี้



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของ เอสจี-จี 2424

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2017

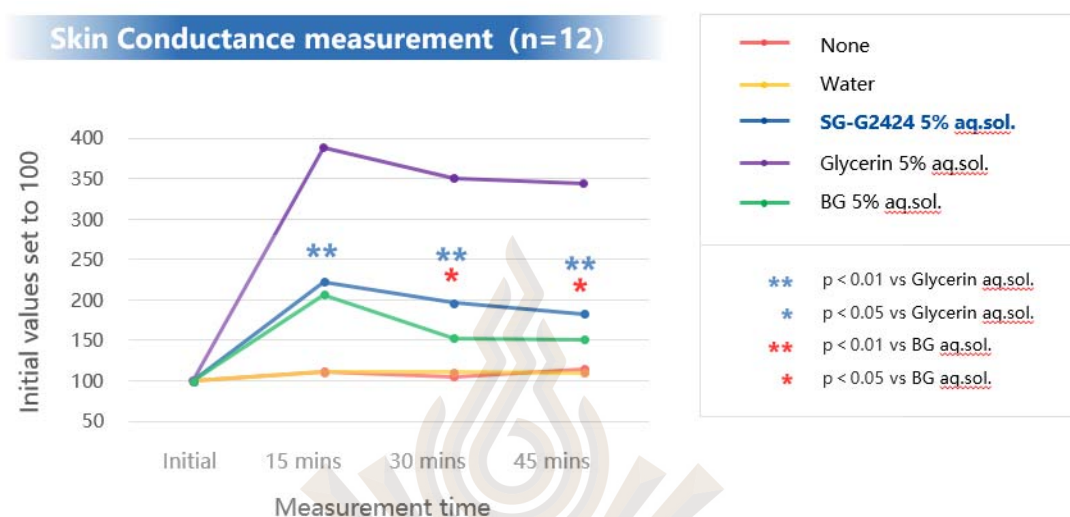
1) ลดแรงตึงผิว ไม่ใช่สารลดแรงตึงผิว แต่ลดแรงตึงผิวในระยะเวลานานสั้นและส่งเสริมความเข้ากันได้ของสารที่ละลายน้ำได้ (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 แสดงประสิทธิภาพในการลดแรงตึงผิวของ เอสจี-จี 2424

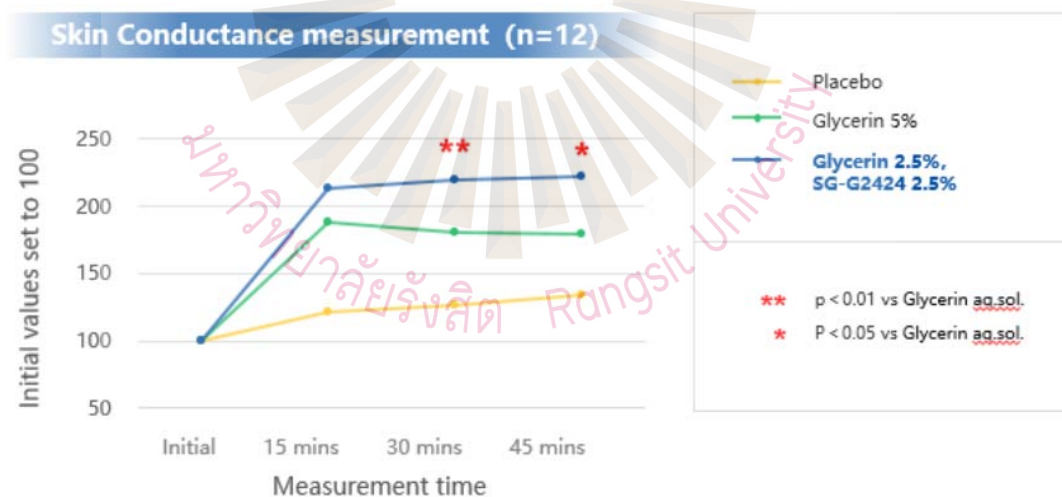
ที่มา: Nikkol Chemicals, 2017

2) ไม่ใช่สารให้ความชุ่มชื้นที่ดีมาก แต่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ความชุ่มชื้นของกลีเซอริน (Glycerin) ได้ (รูปที่ 2.13 และ 2.14)



รูปที่ 2.13 ประสิทธิภาพการให้ความชุ่มชื้นของ เอสจี-จี 2424

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2017



รูปที่ 2.14 ประสิทธิภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพความชุ่มชื้นให้กลีเซอรินของ เอสจี-จี 2424

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2017

3) เพิ่มการเกาะผิวหนัง Skin Affinity



รูปที่ 2.15 ประสิทธิภาพการเกาะผิวของ เอสจี-จี 2424

ที่มา: Nikkol Chemicals, 2017

4) เนื่องจากการเกาะผิวที่ดีจึงเพิ่มประสิทธิภาพในการซึมเข้าสู่ผิวหนัง

5) มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดที่ดี โดยการเพิ่มความสามารถในการกระจายตัวของสารลดแรงตึงผิว (Nikkol Chemicals, 2017)

2.8 สารกันเสีย (Preservative)

2.8.1 ความหมาย

สารกันเสีย (Preservative) เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และเชื้อยีสต์ เพื่อป้องกันมิให้เครื่องสำอางเสียง่าย เช่น การเติมในครีมทาผิวเพราะมีการแต่งกลิ่นและอาจใช้แป้งเป็นส่วนประกอบ ทำให้เกิดการบูดเสียได้ จึงต้องใส่สารกันเสียป้องกัน สารกันเสียที่ใช้สำหรับเครื่องสำอางมีหลายชนิด เช่น Bronopol (2-Bromo-2-Nitropropane-1,3-Diol หรือ BNPD) ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde) อิมิดาโซลิดีนยูเรีย (Imidazolidinyl Urea) ไอโซไทอะโซลีนอน (Methylisothiazolinone) และ ฟีนอกซีเอทานอล (Phenoxyethanol) EDTA (Ethylene Diamine Tetracetic Acid) และสารกลุ่มพาราเบน (Paraben) ได้แก่ เมทิลพาราเบน (Methyl Paraben) เอทิลพาราเบน (Ethyl Paraben) โพรพิลพาราเบน (Propyl Paraben) และบิวทิลพาราเบน (Butyl - Paraben) (มหาวิทยาลัยศิลปากร คณะเภสัชศาสตร์, 2563)

2.8.2 ฟีนอสแตท (Phenostat)

ฟีนอสแตท มีชื่อ INCI ว่า Caprylhydroxamic Acid, Phenoxyethanol, and Methylpropanediol เป็นสารกันเสียที่ปลอดสารพาราเบน (Paraben-Free) โดยได้มีการรวมสารกันเสียหลายๆชนิดเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการยับยั้งและครอบคลุมเชื้อได้อย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ รา โดยที่ไม่ต้องใส่สารกันเสียอื่น ๆ เพิ่มเติม ช่วยลดต้นทุนในการผลิตในการผลิต อีกทั้งยังทำงานได้ดีในค่า pH ที่เป็นกลางและสามารถเข้ากับส่วนผสมต่างๆ ในเครื่องสำอางได้เป็นอย่างดี (Zhang & Zhu, 2009)

2.9 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน

2.9.1 เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน

เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเครื่องสำอางอาจเป็นเชื้อก่อโรค เชื้อฉวยโอกาส รวมทั้งเชื้อไม่ก่อโรค การเจริญของจุลินทรีย์ ที่ปนเปื้อนในเครื่องสำอาง สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ ทางเคมี และลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ได้ เช่น ทำให้ความเหนียว กลิ่น และสีของเครื่องสำอางเปลี่ยนไป เกิดการ แยกเฟสและเกิดการตกตะกอนซึ่งส่งผลกระทบต่อความคงตัว ของเครื่องสำอาง เป็นต้น ดังนั้นการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ จึงเป็นปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ทำให้ต้องมีการใส่สารกันเสียลงไปในเครื่องสำอาง ซึ่งจะต้อง มีฤทธิ์อยู่ตลอดระยะเวลาที่ผู้บริโภคใช้ผลิตภัณฑ์ โดยสามารถ ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อน ระหว่างการใช้เครื่องสำอางได้ ซึ่งในระหว่างการใช้เครื่องสำอางก็มีความเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อน เชื้อจุลินทรีย์ได้หลายทาง ได้แก่ การแบ่งเครื่องสำอาง ออกมาใช้ด้วยมือและครีมมาทาผิว และใช้ แปรงมาสคาร่ามาปิด ขนตา เนื่องจากผิวหนังและขนตาเรามีจุลินทรีย์อยู่ เป็นต้น และ การเติมน้ำ ประปาลงในเครื่องสำอาง เช่น แชมพู ครีมนวดผม ซึ่งน้ำประปาไม่ได้ปราศจากเชื้อ และยังเป็น การเจือจาง ความเข้มข้นของสารกันเสียให้ต่ำลงทำให้ประสิทธิภาพ การต้านจุลินทรีย์ลดลง

2.9.2 ข้อกำหนดเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องสำอาง

ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เมื่อมีการพัฒนาเครื่องสำอาง ออกมาหนึ่งสูตร จะต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพของ สารกันเสียในสูตรดังกล่าวว่าสามารถทำลาย เชื้อจุลินทรีย์ที่ อาจปนเปื้อนในระหว่าง การใช้เครื่องสำอางได้ เพื่อให้ผู้บริโภค มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์หนึ่ง ในปี พ.ศ. 2559 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอาง ที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือขาย ซึ่งมีข้อกำหนด เกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์อยู่ด้วย โดยมีประเด็น หลักๆ อยู่ 3 ประเด็น คือ

1) เครื่องสำอางต้องไม่ตรวจพบเชื้อก่อโรค ได้แก่ *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* และ *Clostridium perfringens* (เฉพาะเครื่องสำอางสมุนไพร)

2) เครื่องสำอางที่ใช้อบดวงตา เครื่องสำอางที่สัมผัสกับเยื่อบุอ่อน และเครื่องสำอางสำหรับเด็กอายุต่ำกว่า 3 ปี ต้องมีจำนวนรวมของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (Total Aerobic Plate Count) ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อกรัม (cfu/g) หรือลูกบาศก์เซนติเมตร

ส่วนเครื่องสำอางอื่น ๆ นอกเหนือจากนี้ต้องมีจำนวนรวมของ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา ที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (Total Aerobic Plate Count) ไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่อกรัม (cfu/g) หรือลูกบาศก์เซนติเมตร

3) วิธีการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ที่กล่าวถึงในข้อ 1 กับ 2 เป็นวิธีที่ใช้ โดยมีที่มาจาก ISO (International Organization for Standardization) หรือ USP (United States Pharmacopeia) หรือวิธีอื่นที่เป็นมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเชื้อ 1 ตัวจะเกิดเป็น 1 โคโลนีเมื่อนำไปเพาะเชื้อตัวอย่าง เช่น พบเชื้อ 50 cfu/g หมายความว่าในเครื่องสำอาง 1 กรัม มีเชื้ออยู่ 50 ตัว เป็นต้น (กัญยา หว่านณรงค์, 2560)

2.10 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

2.10.1 โลหะหนัก

โลหะหนัก หมายถึง โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ 5 เท่าขึ้นไป ได้แก่ ดินบุก สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว สารหนูปรอท มีอัตราการสลายตัวค่อนข้างช้า ทำให้สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน เป็นมลพิษทางน้ำ มนุษย์รับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายทางน้ำ พิษน้ำ เช่น สารพิษสัตว์น้ำ จากการกินตามวงจรธรรมชาติ จากของเสียทางอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นโรงงานผลิตสารเคมี ถลุงโลหะ หล่อหรือผสมโลหะ ฯลฯ ซึ่งพิษของโลหะหนัก เช่น

1) ตะกั่ว (Pb) สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางอาหาร ทางการหายใจ และทางผิวหนัง เมื่อสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายส่วนใหญ่จะจับยึดอยู่กับเม็ดเลือดแดงจะไปลดการสร้าง heme ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเม็ดเลือดแดง ตะกั่วยังมีผลต่อดับ หัวใจและเส้นเลือด ภาวะเจริญพันธุ์ โครโมโซม และเป็นก่อให้เกิดโรคมะเร็ง และความพิการแต่กำเนิด

2) แคดเมียม (Cd) เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารแล้วแพร่กระจายไปที่ตับ ม้ามและลำไส้ และสะสมเพิ่มขึ้นในปริมาณสูงจะทำให้เกิดมะเร็ง ไตทำงานผิดปกติ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง ปวดกระดูกสันหลัง แขนขา ซึ่งจะทำให้ไตพิการได้ โรคที่เกิดจากพิษของแคดเมียมเรียกว่า โรคอิไต-อิไต (Itai Itai Disease) (อัญชนา ปรีชาวรรณ, สุชาติณี ทุมพร, สราวุฒิ สิงห์เส, และอนุรักษ จิตต์บึงพร้าว, 2558)

2.10.2 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

โดยเทคนิคที่นิยมวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณโลหะหนักโดยทั่วไปคือ อะตอมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี (Atomic Absorption Spectroscopy; AAS) ซึ่งเป็นกระบวนการที่อะตอมอิสระ (Free Atom) ของธาตุดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นระดับหนึ่งโดยเฉพาะซึ่งขึ้นอยู่กับธาตุแต่ละธาตุ เนื่องจากธาตุแต่ละชนิดมีระดับของพลังงานแตกต่างกันจึงมีการดูดกลืนพลังงานได้แตกต่างกัน พลังงานที่พอดีกับคุณสมบัติเฉพาะของธาตุจะทำให้อิเล็กตรอนของธาตุนั้นๆ เปลี่ยนสถานะจากสถานะพื้น (Ground State) ไปเป็นสถานะกระตุ้น (Excited State) (อัญชนา ปรีชาวรรณ, สุชาติณี ทุมพร, สราวุฒิ สิงห์เส, และอนุรักษ จิตต์บึงพร้าว, 2558)

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.11.1 งานวิจัยเรื่องการพัฒนาครีมกันแดดจากสารสกัด Blood Dragon โดยใช้เทคนิคผลึกเหลวลามิเนลาร์

Laeprasert และ Tangyuenyongwatana ทำการพัฒนาสูตรครีมกันแดดที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้คุณสมบัติผลึกเหลวลามิเนลาร์ในการสร้างสูตรครีมกันแดดใหม่ คุณสมบัติพิเศษของโครงสร้างผลึกเหลวลามิเนลาร์ควรให้ความสามารถในการควบคุมการปล่อยสารสำคัญเพื่อให้ได้ผลยาวนานของครีมกันแดดและสารออกฤทธิ์ตามธรรมชาติโดยป้องกันการปล่อยสารออกฤทธิ์อย่างรวดเร็วในเฟสน้ำมันของอิมัลชัน สารสกัดจากต้นเลือดมังกร ได้ถูกนำมาใช้ในสูตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของครีมกันแดดเทียบกับรังสีดวงอาทิตย์ สารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติจากสารสกัดจากต้นเลือดของมังกรมีบทบาทสำคัญในการขับอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบ มีการเตรียมสูตรหกสูตร (F1-F6) และสังเกตคุณสมบัติของผลึกเหลวสำหรับการเปลี่ยนรูปผลึกเหลวลามิเนลาร์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ พบว่า F3 และ F4 ที่มี 5% Nikkomulless LC ให้โครงสร้าง Birefringence ที่ดี สูตรทั้งหมดอยู่ภายใต้ค่า SPF ที่วัดได้และค่า SPF ที่ได้รับอยู่ในช่วง 12.31-32.29 นอกจากนี้ผงพลาสติก D-400HP ใน F4 และ F5 ถูกนำลงในสูตรเป็นครีมกันแดดทาง

กายภาพและค่า SPF เท่ากับ 26.77 และ 21.21 ตามลำดับซึ่งสูงกว่า F1 โดยไม่มีผงพลาสติก D-400HP สูตร F2 และ F4 มีส่วนผสมเหมือนกันยกเว้นปริมาณของ Nikkomulless LC และค่า SPF ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของส่วนผสมนี้ ปริมาณของสารสกัดต้นเลื้อดมังกร แสดงให้เห็นว่าไม่มีผลกระทบต่อค่า SPF สรุปได้ว่าสูตร 4 ที่มีค่า SPF ที่ดีและคุณสมบัติผลึกเหลวที่ดีเป็นสูตรที่ดีที่สุดในการศึกษานี้ (Lueprasert & Tangyuenyoongwatana, 2017)

2.11.2 การพัฒนาระบบลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ สำหรับใช้ทางผิวหนัง

มิ่งขวัญ ศาสนาญาติ และเมธาวิ เสรีขวัญโรจน์ ศึกษาการพัฒนาวิตามินอีในรูปแบบของระบบลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์สำหรับใช้ทางผิวหนัง โดยทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ เช่น เปอร์เซ็นต์ของสารก่ออิมัลชัน ชนิดของน้ำมัน อุณหภูมิในการเตรียม และทำการศึกษาคงตัวของลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ที่เตรียมได้ที่ 4, 25 และ 40 °C และศึกษาชนิดของน้ำมันต่อการปลดปล่อยของวิตามินอีออกจากระบบลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ โดยเตรียมจากน้ำมัน 3 ชนิดที่มีโครงสร้างที่แตกต่างกันได้แก่ Mineral Oil, Caprylic/ Capric Triglyceride และ Isononyl Isononanoate และ Olivem® 1000 เป็นสารก่ออิมัลชัน จากผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิในการเตรียมมีผลต่อการเกิดลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ ชนิดของน้ำมันมีผลต่อขนาดอนุภาคของ ลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ โดยลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ที่เตรียมจาก Caprylic/ Capric Triglyceride มีขนาดอนุภาคเล็กที่สุด นอกจากนี้ชนิดของน้ำมันยังมีผลต่อพฤติกรรมการไหลของ ลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ที่เตรียมได้ การเพิ่มวิตามินอีในตำรับทำให้ขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น ใน การศึกษาคงตัวในสภาวะเร่งพบว่า ลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะที่ สภาวะ 40 °C ในด้าน สี กลิ่น รูปร่าง ความเป็นกรด-เบส และปริมาณของวิตามินอี ในการศึกษาการปลดปล่อยของวิตามินอีจาก ลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ พบว่าลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์สามารถกักเก็บ วิตามินอีได้ดี จึงไม่พบการปลดปล่อยวิตามินอีออกมา (มิ่งขวัญ ศาสนาญาติ และเมธาวิ เสรีขวัญโรจน์, 2558)

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์โทนเนอร์จากกรดไลโซฟอสฟาติคในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์ โดยขั้นตอนการวิจัยเริ่มจาก พัฒนาสูตรตำรับโทนเนอร์พื้นโดยใช้กรดไลโซฟอสฟาติคเป็นสารออกฤทธิ์สำคัญ ซึ่งปรับชนิดและความเข้มข้นของสารให้ความชุ่มชื้น จากนั้นนำไปพัฒนาในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์ โดยใช้เฟียวโพส แอลซี ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วจึงนำไปศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี การกระจายตัวของโครงสร้างผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์และความคงตัวในสภาวะเร่ง นอกจากนี้ยังส่งตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนและโลหะหนัก ณ ห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์	ข้อมูลจำเพาะ บริษัทและประเทศที่ผลิต
1) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	Sartorius, Germany
2) เครื่องให้ความร้อน (Hot Plate)	EGO, Germany
3) เครื่องวัดความหนืด (Viscometer)	Fungilab, USA
4) เครื่องวัดความเป็น กรด-ด่าง (pHMeter)	Sartorius, Germany
5) เครื่องทดสอบความคงตัว (Stability Chamber)	Binder, Germany
6) บีกเกอร์ (Beaker)	Duran, USA
7) กระบอกตวง (Cylinder)	Duran, USA
8) แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)	Duran, USA
9) ช้อนเขา (Dispensing Spoons)	-
10) ขวดใส่ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง	-

3.2 สารเคมี

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลสารเคมี

สารเคมี	ข้อมูลจำเพาะ บริษัทและประเทศที่ผลิต
1) น้ำที่ปราศจากไอออน (Deionize Water)	-
2) ไดโซเดียม อีดีทีเอ (EDTA-2Na: Disodium Ethylene Diamine Tetra Acetic)	บริษัท วันรัต (หน้าเขียน) จำกัด
3) กรดไลโซฟอสฟาติก (Lysophosphatidic Acid)	Nikkol Chemicals Co., Ltd., Japan
4) คาร์โบพอล อัลเทรซ 21 (Carbopal Ultrez21: Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer)	บริษัท วันรัต (หน้าเขียน) จำกัด
5) พีมูลิน ทีอาร์-2 (Pemulen TR-2: Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer)	บริษัท วันรัต (หน้าเขียน) จำกัด
6) พีโอจี 40 ไฮโดรจีเนต แคสเตอร์ออยล์ (PEG-40 Hydrogenated Caster Oil)	บริษัท วันรัต (หน้าเขียน) จำกัด
7) น้ำมันหอมระเหยกุหลาบ (Rose Oil)	บริษัท สงหวด จำกัด
8) บิวทิลีน ไกลคอล (Butylene Glycol)	บริษัท วันรัต (หน้าเขียน) จำกัด
9) เอสจี-จี 2424 (SG-G2424: PPG-24-Glycereth-24)	Nikkol Chemicals Co., Ltd., Japan
10) เฟียว โฟส แอล ซี (Purephose L: Arginine Hexyldecyl Phosphate)	Nikkol Chemical Co., Ltd., Japan
11) ไตรเอทานอลามีน (Triethanolamine)	บริษัท วันรัต (หน้าเขียน) จำกัด
12) ฟีนอสแตต (Phenostat: Caprylhydroxamic Acid, Phenoxyethanol, and Methylpropanediol)	บริษัท วันรัต (หน้าเขียน) จำกัด

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1) การพัฒนาสูตรตำรับโทนเนอร์พื้น

การคัดเลือกสูตรตำรับโทนเนอร์พื้นที่เหมาะสม (ตารางที่ 3.1) มาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี การไหล การเกาะผิว การกระจายตัวและความชุ่มชื้น

ตารางที่ 3.3 สูตรตำรับโทนเนอร์พื้น

Phase	Ingredients	Agent	สูตร		
			1	2	3
A	DI water	Solvent	Qs to 100%	Qs to 100%	Qs to 100%
	EDTA-2Na	Chelating Agent	0.10	0.10	0.10
	Lysophosphatidic Acid	Active Ingredient	0.10	0.10	0.10
B	PEG-40 Hydrogenated Caster Oil	Emulsifying Agent	1.00	1.00	1.00
	Essential Oil	Flavoring Agent	0.10	0.10	0.10
	Butylene Glycol	Emollient	2.50	2.50	2.50
	G2424	Humectant	-	2.50	5.00
C	Phenostat	Preservative	1.00	1.00	1.00

2) การเตรียมโทนเนอร์พื้น

2.1) ผสมส่วนประกอบต่าง ๆ ในแต่ละ Phase เข้าด้วยกัน หลังจากนั้นเท Phase B ลงใน Phase A พร้อมทั้งคนเบา ๆ คนจนกระทั่งทั้งสอง Phase เข้ากัน

2.2) เติม Phenostat แล้วคนให้เข้ากัน

3) การประเมินสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

นำโทนเนอร์พื้นที่เตรียมได้ไปประเมินสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ลักษณะเนื้อ สี กลิ่น ความหนืด การแยกชั้น การไหลและความรู้สึกเมื่อทาบนผิว

4) การพัฒนาตำรับโทนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์

โดยการนำสูตรตำรับโทนเนอร์พื้น que เลือกไว้มาเติม Purephose LC และเลือกสูตรที่เหมาะสม (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.4 สูตรตำรับโทนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์

Phase	Ingredients	Agent	สูตร			
			1	2	3	4
A	DI water	Solvent	Qs to 100%	Qs to 100%	Qs to 100%	Qs to 100%
	EDTA-2Na	Chelating Agents	0.10	0.10	0.10	0.10
	Lysophosphatidic acid	Active Ingredient	0.10	0.10	0.10	0.10
	Carbopol Ultrez 21	Suspension	0.10	0.10	0.10	-
	Pemulen TR-2	Suspension	-	-	-	0.12
B	PEG-40 Hydrogenated Caster Oil	Emulsifying Agent	1.00	1.00	1.00	1.00
	Essential oil	Flavoring Agent	0.10	0.10	0.10	0.10
	Butylene Glycol	Emollient	2.50	2.50	2.50	2.50
	G2424	Humectant	5.00	5.00	5.00	5.00
	Purephose LC	Thickener	1.00	3.00	5.00	5.00
	Triethanolamine	Neutralizer	0.10	0.10	0.10	0.12
C	Phenostat	Preservative	1.00	1.00	1.00	1.00

5) การเตรียมโทนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์

5.1) ผสมส่วนประกอบต่างๆในแต่ละ Phase เข้าด้วยกัน หลังจากนั้นเท Phase B ลงใน Phase A พร้อมทั้งคนเบาๆ คนจนกระทั่งทั้งสอง Phase เข้ากัน

5.2) เติม Phenostat แล้วคนให้เข้ากัน

6) การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของโทนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลว ที่เก็บไว้ ณ สภาวะแรงที่อุณหภูมิ 4 °C และ 45 °C จำนวน 6 รอบ โดยควบคุมความชื้นอยู่ที่ 75%

6.1) โดยประเมินจากคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) ลักษณะเนื้อ

(2) สี

(3) กลิ่น

(4) การไหล โดยนำขวดโทนเนอร์มาเอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ จับเวลาตั้งแต่เริ่มเอียงจนโทนเนอร์ไหลมาถึงปากภาชนะ

(5) การเจริญของจุลินทรีย์และเชื้อรา โดยสังเกตว่าโทนเนอร์มีจุดดำหรือเส้นใย ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือไม่

(6) ความหนืด

6.2) ประเมินคุณสมบัติทางเคมี โดยวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH Meter และดูการกระจายตัวของโครงสร้างผลึกเหลวตามผลการวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ (Krasantisuk & Runnarong, 2006)

7) ประเมินความรู้สึกลในการใช้โทนเนอร์ โดยพิจารณาจากปัจจัยต่อไปนี้ (ประเมินโดยผู้วิจัย)

7.1) การซึมซาบเข้าสู่ผิวหนัง เมื่อนำโทนเนอร์มาทาบนผิวหนังแล้วทิ้งไว้ให้แห้งสัมผัสบริเวณที่ทา

7.2) ความเหนอะหนะ ความรู้สึกลขณะนำโทนเนอร์มาทาบนผิวหนัง พิจารณาสีโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เตรียมขึ้นใหม่ ๆ

7.3) ความน่าใช้ พิจารณาโดยรวมของการซึมซาบเข้าสู่ผิวหนัง ความเหนอะหนะ สี ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และความคงตัวของโทนเนอร์

8) การคัดเลือกสูตรตำรับโทนเนอร์ที่ใช้เทคนิคผลึกเหลว

เลือกสูตรที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ดี มีความคงตัวดี และให้ความรู้สึกลดีเวลาทามากที่สุด

9) การทดสอบหาปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนและโลหะหนัก

ส่งตัวอย่างไปตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีรายการทดสอบดังนี้

9.1) *Pseudomonas aeruginosa*

9.2) *Staphylococcus aureus*

9.3) *Candida albicans*

9.4) Arsenic (As)

9.5) Cadmium (Cd)

9.6) Mercury (Hg)

9.7) Lead (Pb)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การเตรียมสูตรตำรับโทเนอร์พื้นฐาน

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของโทเนอร์พื้นฐาน

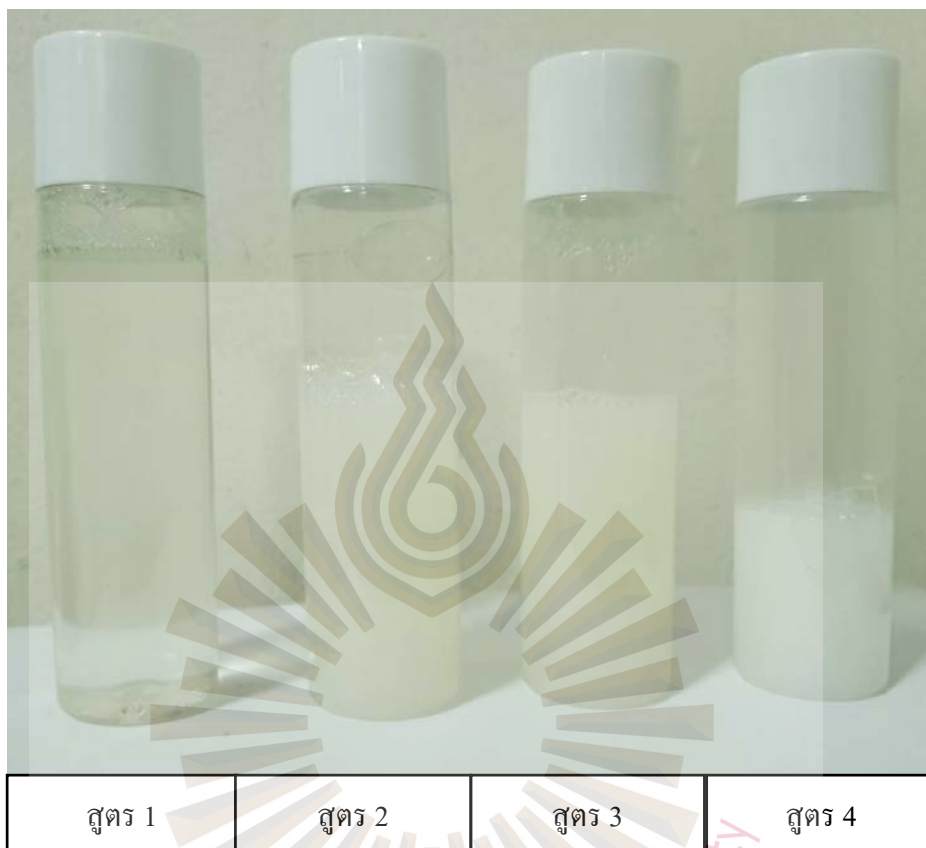
สูตร	สี	การไหล	การเกาะผิว	การกระจายตัว	ความชุ่มชื้น
1	สีขาวใส	1	+	+	+
2	สีขาวใส	2	++	++	++
3	สีขาวใส	2	+++	+++	+++

หมายเหตุ 1 หมายถึง ไหลเหมือนน้ำ, 2 หมายถึง หนืดเล็กน้อย

+ หมายถึง ปรับปรุง, ++ หมายถึง พอใช้, +++ หมายถึง ดี

จากตารางที่ 4.1 พบว่าสูตรตำรับโทเนอร์พื้นฐานสูตรที่ 3 ซึ่งใช้สารให้ความชุ่มชื้นสองชนิด คือ บิวเทอลีน ไกลคอล 2.5% และ เอสจี-จี 2424 5% ให้ความรู้สึกขณะทาผลิตภัณฑ์ลงบนผิวหนังดีที่สุดคือมีการเกาะผิว การกระจายตัว และความชุ่มชื้น มากกว่าสูตรที่ 1 และ 2 เนื่องจาก สูตรที่ 1 ใช้เพียง บิวเทอลีน ไกลคอล 2.5% ซึ่งมีคุณสมบัติให้ความชุ่มชื้น โดยสูตรที่ 2 ได้เพิ่ม เอสจี-จี 2424 2.5% ซึ่งมีคุณสมบัติในการเกาะผิว การกระจายตัว และให้ความชุ่มชื้น และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ เอสจี-จี 2424 เป็น 5% ทำให้ผลิตภัณฑ์โทเนอร์พื้นฐานสูตรที่ 3 มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยไม่มีความเหนียวเหนอะหนะจึงเลือกใช้สูตรตำรับโทเนอร์พื้นฐานสูตรที่ 3 นี้ไปพัฒนาตำรับโทเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวตามลาร์ต่อไป

4.2 การเตรียมสูตรตำรับโทนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์



รูปที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์โทนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์

ลักษณะของโทนเนอร์สูตรที่ 1 มีลักษณะเป็นของเหลวใส มีความเหนียวเมื่อทา มีการเกาะผิว การกระจายตัวและความชุ่มชื้นต่ำ โทนเนอร์สูตรที่ 2 ถึง 4 มีลักษณะขุ่นขาว โดยสูตรที่ 2 มีลักษณะเนื้อโทนเนอร์เหมือนนํ้านมเมื่อทา มีการเกาะผิว มีการกระจายตัวและความชุ่มชื้นปานกลาง สูตรที่ 3 มีลักษณะเนื้อโทนเนอร์เหมือนนํ้านมเมื่อทามีการบวมและเป็นฟอง การเกาะผิว การกระจายตัว และความชุ่มชื้นปานกลาง และสูตรที่ 4 มีลักษณะเนื้อโทนเนอร์เหมือนนํ้านมเมื่อทา มีการเกาะผิว การกระจายตัว และความชุ่มชื้นสูง

ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพของโตนเนอร์ในรูปแบบผลึกเหลวลามลาร์

สูตร	สี	การไหล	การเกาะผิว	การกระจายตัว	ความชุ่มชื้น
1	สีเหลืองอ่อนใส	1	+++	+++	+++
2	สีเหลืองอ่อนขุ่น	2	+++	+++	+++
3	สีเหลืองอ่อนขุ่น	2	++++	++++	++++
4	สีเหลืองอ่อนขุ่น	2	++++	++++	++++

หมายเหตุ 1 หมายถึง ไหลเหมือนน้ำ, 2 หมายถึง หนืดเล็กน้อย

+ หมายถึง น้อย, ++ หมายถึง ปานกลาง, +++ หมายถึง ดี, ++++ หมายถึง ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่าจากการพัฒนาสูตร โตนเนอร์ในรูปแบบผลึกเหลวลามลาร์ ซึ่งใช้เพียวโพส แอลซี ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยสูตรที่ 1 ใช้เพียวโพส แอลซี 1% มีลักษณะสีเหลืองอ่อนใส การไหลเหมือนน้ำ ส่วนการเกาะผิว การกระจายตัว และความชุ่มชื้นอยู่ในเกณฑ์ดี สูตรที่ 2 ใช้เพียวโพส แอลซี 3% มีลักษณะสีเหลืองอ่อนขุ่น ไหลมีความหนืดเล็กน้อย ซึ่งอาจเนื่องมาจากปริมาณความเข้มข้นของเพียวโพส แอลซี ที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเหมือนกับสูตร 3 และ 4 แตกต่างตรงที่การเกาะผิว การกระจายตัว และความชุ่มชื้น ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าเนื่องจากสูตรที่ 3 และ 4 ใช้เพียวโพส แอลซี 5% ทำให้มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดียิ่งขึ้น

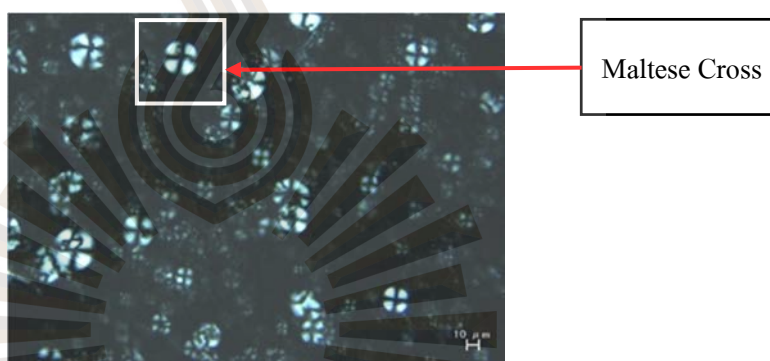
4.3 การเตรียมสูตรตำรับโตนเนอร์ในรูปแบบผลึกเหลวลามลาร์ที่ประกอบด้วยเพียวโพส แอลซี



รูปที่ 4.2 โครงสร้างผลึกเหลวลามลาร์ในโตนเนอร์ที่มีเพียวโพส แอลซี 1% จากกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 4.3 ภาพโครงสร้างผลึกเหลวลาเมลลาร์ในโตนเนอร์ที่มี
เพียวโพส แอลซี 3% จากกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 4.4 ภาพโครงสร้างผลึกเหลวลาเมลลาร์ในโตนเนอร์ที่มี
เพียวโพส แอลซี 5% จากกล้องจุลทรรศน์

จากรูปที่ 4.2-4.4 ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ แสดงลักษณะการกระจายตัวของโครงสร้างผลึกเหลวลาเมลลาร์ที่ใช้เพียวโพส แอลซี ในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน คือ 1%, 3% และ 5% พบว่าในรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์โตนเนอร์ที่มีเพียวโพส แอลซี 5% มีปริมาณและการกระจายตัวของ Maltese Cross หรือโครงสร้างผลึกเหลวลาเมลลาร์ดีที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าความเข้มข้นของเพียวโพส แอลซี ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดโครงสร้างผลึกเหลวลาเมลลาร์ที่มากขึ้น ทำให้มีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอมากกว่า ซึ่งการกระจายตัวที่ดีเป็นผลให้ประสิทธิภาพต่าง ๆ ของโครงสร้างผลึกเหลวลาเมลลาร์ทำงานได้อย่างดีทำให้ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพอย่างสูงสุด

4.4 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์โทนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์

ตารางที่ 4.2 การประเมินความคงตัวของโทนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์ในสภาวะเร่ง

ระยะเวลาเก็บ ผลิตภัณฑ์ใน สภาวะเร่ง	สูตร	การประเมิน				
		pH	ความหนืด (cP)	ลักษณะเนื้อ ผลิตภัณฑ์/การ แยกชั้น	กลิ่น	สี
รอบที่ 0	1	4.89±0.11	16.06±0.40	++++	++++	++++
	2	6.19±0.47	88.17±45.24	++++	++++	++++
	3	5.22±0.16	105.67±42.13	++++	++++	++++
	4	6.85±0.05	120.17±8.65	++++	++++	++++
รอบที่ 3	1	4.76±0.11	14.57±0.12	+	++++	+++
	2	5.87±0.85	116.10±22.04	+	++++	+++
	3	5.25±0.11	342.97±226.02	+	++++	+++
	4	6.72±0.03	162.57±20.80	++++	++++	+++
รอบที่ 6	1	4.80±0.12	14.60±0.10	+	++++	+++
	2	5.91±0.81	77.30±35.10	+	++++	+++
	3	5.40±0.14	242.07±191.54	+	++++	+++
	4	6.67±0.06	170.30±12.46	++++	++++	+++

หมายเหตุ + = ควรปรับปรุง, ++ = พอใช้, +++ = ดี, ++++ = ดีมาก

จากตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์โทนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์ด้วยวิธี Freeze and Thaw Cycle โดยควบคุมอุณหภูมิที่ประมาณ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ 45 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จำนวน 6 รอบ ควบคุมความชื้นอยู่ที่ 75% จากผลการศึกษาพบว่าสูตรได้รับโทนเนอร์จากสารสกัดกรดไลโซฟอสฟาติดิกในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์ สูตรที่ 4 มีความคงตัวที่สุด โดยเมื่อสิ้นสุดการทดสอบในสภาวะเร่งมีความหนืดเฉลี่ย 170.30±12.46 เซ็นติพอยต์ส (cP) ซึ่งมีผลมาจาก พีมูเลน ทีอาร์-2 ซึ่งทำหน้าที่ช่วยแขวนลอยมีค่า Yield value ทำให้ผลิตภัณฑ์โทนเนอร์จากสารสกัดกรดไลโซฟอสฟาติดิกในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์ สูตรที่ 4 มีความคงตัวไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อทดสอบในสภาวะเร่ง แตกต่างจากสูตร 1 ซึ่งไม่ใช้สารแขวนลอย รวมถึง 2 และ 3 ซึ่งใช้คาร์โบพอล อัลเทรส 21 ในการช่วยแขวนลอยที่มี Yield Value เหมือนกันแต่

ประสิทธิภาพในการแขวนลอยน้อยกว่า ฟิมูเลน ทืออาร์ 2 ซึ่งสารแขวนลอยทั้ง 2 ชนิดนี้จะทำงานในสถานะที่เป็นเบสจึงต้องใช้ไตรเอทานอลามีน (Triethanolamine) ในอัตราส่วน 1:1 เพื่อปรับค่า pH ซึ่งใช้ความเข้มข้นมากกว่าสูตรอื่นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 4 มีค่า pH เฉลี่ยสูงกว่าสูตรอื่นคือ 6.67 ± 0.06

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสูตรตำรับโทนเนอร์จากสารสกัดกรดไลโซพอสฟาติคด้วยเทคนิคพลิกเหลวลาเมลลาร์ที่มีความคงตัวที่สุดคือสูตรที่ 4

4.5 การทดสอบหาโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบหาโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	Limit of Detection
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ไม่พบใน 1 กรัม	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	ไม่พบใน 0.1 กรัม	-
<i>Candida albicans</i>	ไม่พบใน 1 กรัม	-
Arsenic (As)	ไม่พบ	0.34 mg/kg
Cadmium (Cd)	ไม่พบ	0.35 mg/kg
Mercury (Hg)	ไม่พบ	0.02 mg/kg
Lead (Pb)	ไม่พบ	0.32 mg/kg

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบหาโลหะหนักด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี (Atomic Absorption Spectroscopy; AAS) และเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนด้วยวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสารกันเสียในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (Antimicrobial Effectiveness Testing) โดยแปรผลและสรุปผลการทดสอบตามมาตรฐาน ISO และ USP ตามลำดับ ซึ่งทดสอบโดยห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าสูตรตำรับโทนเนอร์จากสารสกัดกรดไลโซพอสฟาติคด้วยเทคนิคพลิกเหลวลาเมลลาร์ที่มีความคงตัว มีค่าโลหะหนักไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด และไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนในการทดสอบ แสดงให้เห็นว่ามีความปลอดภัยขณะเตรียมผลิตภัณฑ์ และสารกันบูดที่เลือกใช้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการนำเทคนิคฟลิกเหลวลามेलลาร์มาพัฒนาผลิตภัณฑ์โทนเนอร์จากสารสกัดกรดไลโซฟอสฟาติคที่ช่วยกระตุ้นรูขุมขน และช่วยปรับสภาพความสมดุลแก่ผิวเป็นครั้งแรก โดยใช้เพียวโพส แอลซี ซึ่งมีคุณสมบัติเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ความชุ่มชื้นและการปลดปล่อยสารสำคัญได้ดีขึ้นมากกว่าโทนเนอร์ทั่วไป โดยทำการพัฒนาสูตรตำรับโทนเนอร์พื้นฐานด้วยการเลือกใช้สารให้ความชุ่มชื้น 2 ชนิด ได้แก่ บิวเทอลิน ไกลคอล 2.5% และ เอสจี-จี 2424 5% ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสที่ดี มีการเกาะผิวและการกระจายตัวที่เหมาะสมและเพียวโพส แอลซี ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 1%, 3% และ 5% เมื่อส่งดูโครงสร้างผลึกเหลวลามেলাได้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ พบว่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดโครงสร้างผลึกเหลวลามेलลาร์ที่มีการกระจายตัวที่ดีอยู่ที่ 5% เมื่อทำการทดสอบความคงตัวพบว่าสารช่วยแขวนลอยที่ทำให้ผลิตภัณฑ์โทนเนอร์จากสารสกัดกรดไลโซฟอสฟาติคด้วยเทคนิคฟลิกเหลวลามেলাมีความคงตัวที่ดีคือ พินูเลน ทีโออาร์-2 ระดับความเข้มข้น 0.12% ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าเฉลี่ยความหนืดอยู่ที่ 170.30 ± 12.46 cP และค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-เบสอยู่ที่ 6.67 ± 0.06 ซึ่งมีความเป็นกรดอ่อนมากเหมาะแก่การปรับสภาพผิวและอยู่ในเกณฑ์ค่า pH ของโทนเนอร์คือ 5-7 (Paulaschoice, 2020) ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจนำการศึกษาครั้งนี้ไปพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์โทนเนอร์และผลิตภัณฑ์บำรุงผิวอื่นๆ ในทางการค้าต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ควรศึกษาประสิทธิภาพในการให้ความชุ่มชื้นของผลิตภัณฑ์โทนเนอร์จากกรดไลโซฟอสฟาติคในรูปแบบผลึกเหลวลามेलลาร์

5.2.2. ควรเพิ่มชนิดสารแขวนลอยในการพัฒนาสูตรตำรับโทนเนอร์และทดสอบความคงตัว เพื่อศึกษาสารแขวนลอยที่เหมาะสมที่สุด

บรรณานุกรม

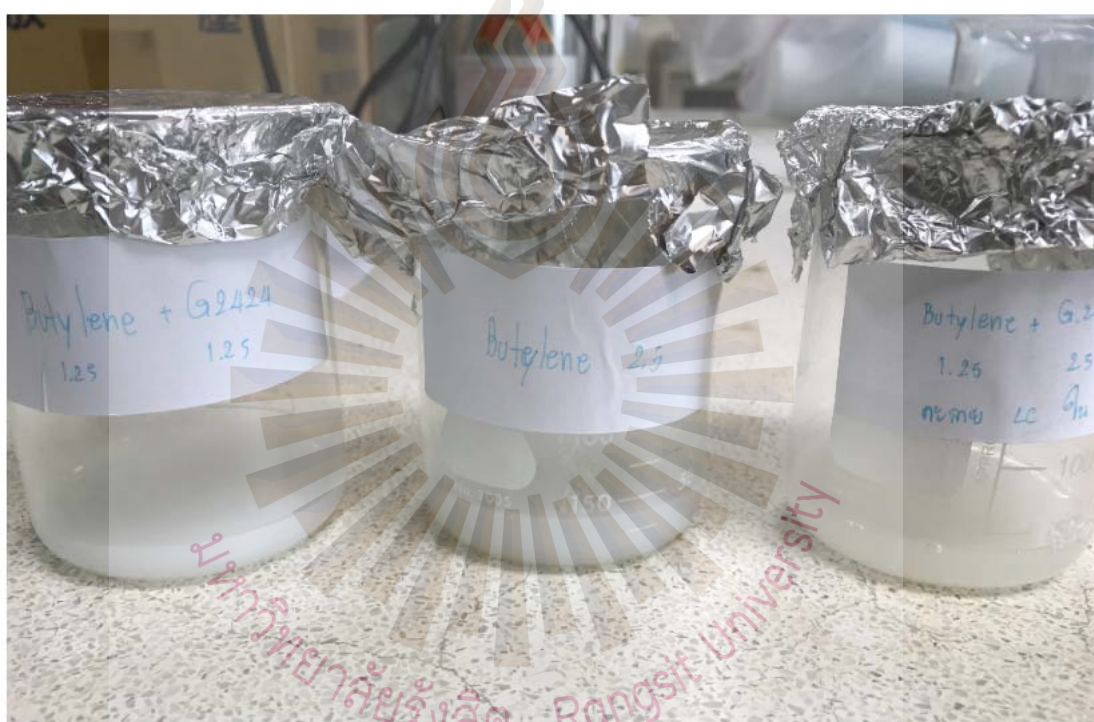
- กันยา หว่านณรงค์. (2560). เชื้อจุลินทรีย์ กับเครื่องสำอาง. *วารสารเพื่อการวิจัยและพัฒนา องค์การเภสัชกรรม*, 24(4), 1-2.
- มิ่งขวัญ ศาสนาญาติ, และเมธาวิ เสรีขวัญโรจน์. (2558). *การพัฒนาแบบลิควิด คริสตัล ลาเมลลาร์ สำหรับใช้ทางผิวหนัง*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- มหาวิทยาลัยศิลปากร คณะเภสัชศาสตร์. (2563). *สารกันเสีย*. สืบค้น 24 เมษายน, 2563, จาก <http://oldweb.pharm.su.ac.th/chemistry-in-life/d003.htm>
- อัญญา ปรีชาวรรณ, สุชาสินี ทุมพร, สราวุธ สิงห์เส, และอนุรักษ จิตต์บึงพร้าว. (2558). การวิเคราะห์ตะกั่วและแคดเมียมพร้อมกันโดยใช้ขั้วไฟฟ้าได้ดินสอด้นทุนต่ำด้วยเทคนิคไฟฟ้าเพอร์เรนท์เซลล์พัลส์แอนโอดิกสตริปปีงโวลแทมเมตรี. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 7(7), 42-43.
- Atprove (2017). *ไขข้อข้องใจ คืออะไร Moisturizer*. Retrieved April 24, 2020, from <http://www.atprove.com/16577324/Moisturizer>
- Baki, G., and Alexander, S. K. (2015). *Introduction to Cosmetic Formulation and Technology*. Retrieved April 24, 2020, from <https://www.wiley.com>
- Krasantisuk, S., and Runnarong, H. (2006). *The development of skin care ceresin lotion* (Unpublished Independent study). Mahidol University, Nakhon Pathom.
- Lubrizol. (2007). *Introducing Pemulen Polymeric Emulsifiers*. Tokyo: Lubrizol.
- Lueprasert, W., & Tangyuenyongwatana, P. (2017). *Development of liquid crystal sunscreen with Dragon's Blood extract* (pp. 1622-1629). The 12th RSU National Graduate Research Conference. Pathum Thani: Rangsit University.
- Meetham, P., Kanlayavattanakul, M., & Lourith, N. (2018). Development and clinical efficacy evaluation of anti-greasy green tea tonner on facial skin. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, (28th ed.). 28, 214-217.
- Nikkol Chemicals. (2009). *Lysophodphatidic Acid*. Tokyo: Nikkol Chemicals.
- Nikkol Chemicals. (2014). *Nikkol Purephos LC*. Tokyo: Nikkol Chemicals.
- Nikkol Chemicals. (2017). *Nikkol SG-G2424*. Tokyo: Nikkol Chemicals.
- Paulaschoice (2020). *The Ultimate Guide to pH and Your Skin*. Retrieved June 30, 2020, from <https://www.paulaschoice.com/expert-advice/skincare-advice/myths/the-ultimate-guide-to-ph-and-your-skin.html>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Smith, M. (2006). Toners and Astringents. In Z. D. Draeos, & L. A. Thaman (Eds.), *Cosmetic formulation of skin care products* (pp. 67-76). Madison Avenue, New York: Taylor & Francis Group.
- Suzuki, T. (2017). Liquid Crystal and α -gel-Based Emulsion and Soft Gel Formulations. *Accounts of Materials & Surface Research*. 2(1),21-40
- Zhang, W. P., and Zhu, L. L. (2009). Study on the Influence of Emulsion Technology on the Formation of Liquid Crystal Structural. *China Surfactant Detergent & Cosmetics*. 39(1), 35-38.







รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์โทนเนอร์พ่น, สารให้ความชุ่มชื้น บิวทีลีนไกลคอล และ เอส จี-จี 2424



รูปที่ 2 ผลกระทบของโตนเนอร์ในรูปแบบผลึกเหลวตามเวลา



รูปที่ 3 ทดสอบความคงตัวผลิตภัณฑ์โตนเนอร์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมตตาในสภาวะเร่ง



รูปที่ 4 เครื่องวัดค่า pH



รูปที่ 4 เครื่องวัดความหนืด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ปิ่นณรัตน์ ฉัตรสิริวรุตม์
วัน เดือน ปีเกิด	19 มีนาคม 2539
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาแพทยแผนไทยบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผน ไทย, 2561 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผน ตะวันออก, 2563
ทุนการศึกษา	ทุนเรียนดี ประสิทธิ์-คุณหญิงพัฒนา อุไรรัตน์
ที่อยู่ปัจจุบัน	98/136 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลบึงยี่โก อำเภोधัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130
สถานที่ทำงาน	The HIV Netherlands Australia Thailand Research Collaboration
ตำแหน่งปัจจุบัน	Junior Clinical Data Associate

