



การพัฒนาลิขิตคริสต์ลอมัลชันมาส์กโดยใช้ไข่ขาว



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก
วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2566



**DEVELOPMENT OF LIQUID CRYSTAL EMULSION MASK
USING EGG WHITE**

**BY
RUNGNAPA SAWASDEE**

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

**GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2023**

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การพัฒนาลิกนินดัดแปลงด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

โดย

รุ่งนภา สวัสดิ์

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2566

ดร.จิรพันธ์ ม่วงเจริญ
ประธานกรรมการสอบ

ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา
กรรมการ

ดร.นันทพงศ์ จำทอง
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ. ร.ต. หญิง ดร. วรณี สุขสาตร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

15 กันยายน 2566

Thesis entitled

DEVELOPMENT OF LIQUID CRYSTAL EMULSION MASK USING EGG WHITE

by

RUNGNAPA SAWASDEE

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

Rangsit University
Academic Year 2023

Jirapan Moungjaroen, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Asst.Prof.Prasan Tangyuenyongwatana, Ph.D.
Member

Nanthaphong Khamthong, Ph.D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

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

Dean of Graduate School

September 15, 2023

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จาก ดร.นันทพงศ์ จำทอง อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความสนใจใส่ ช่วยเหลือและคอยให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ แนะนำเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ ดร.จิรพันธ์ ม่วงเจริญ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การออกแบบผลิตภัณฑ์ การคิดค้นสูตรของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งอนุเคราะห์เครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์ผลการทำวิจัย พร้อมทั้งสนับสนุนสารเคมีเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จผลไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือ วิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่อนุเคราะห์เครื่อง Freeze Dry ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นายแพทย์สุกวาร์ วงษ์สวัสดิ์ ที่คอยให้คำปรึกษาและสนับสนุนในการศึกษาให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอบคุณ เพื่อนนักศึกษาปริญญาโทที่ร่วมให้กำลังใจและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยสนับสนุน และให้โอกาสให้ได้รับการศึกษา ตลอดจนให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

รุ่งนภา สวัสดิ์
ผู้วิจัย

6106050 : รุ่งนภา สวัสดิ์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาลิควิดคริสตัลอิมัลชันมาส์กโดยใช้ไข่ขาว
หลักสูตร : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.นันทพงศ์ ขำทอง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาลิควิดคริสตัลอิมัลชันมาส์กโดยใช้ไข่ขาว โดยศึกษาการเกิดลิควิดคริสตัลของอิมัลชันที่มีส่วนผสมของไข่ขาวเปรียบเทียบกับของพอลิเมอร์สังเคราะห์ 3 ชนิด (Pemulen TR-2, Carbopol Ultrez-21 และ xanthan gum) โดยใช้ไข่ขาวที่ทำให้แห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง นำไปพัฒนาสูตรอิมัลชันทั้งหมด 7 สูตร ศึกษาความคงตัวของอิมัลชันที่เตรียมได้ภายใต้สภาวะ heating and cooling โดยประเมินความคงตัวทางกายภาพและเคมีของอิมัลชัน พร้อมทั้งศึกษาการเกิดลิควิดคริสตัลของอิมัลชันภายใต้กล้อง polarized light microscope แล้วคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 3 ลำดับแรกที่มีส่วนผสมของไข่ขาวมาเตรียมเป็นแผ่นมาส์ก และศึกษาการดูดซึมของอิมัลชันเข้าแผ่นมาส์ก และเกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาส์ก จากการศึกษาความคงตัวพบว่า อิมัลชันสูตรที่ 2 (ไข่ขาว) สูตรที่ 5 (Pemulen TR-2 + ไข่ขาว) และสูตรที่ 7 (xanthan gum + ไข่ขาว) ให้เนื้อของอิมัลชันที่เนียน ไม่แยกชั้น ให้ความชุ่มชื้น และซึบซาบสู่ผิวหนังได้ดี และพบการเกิดลิควิดคริสตัลอยู่ในระดับดีถึงดีที่สุด จึงนำอิมัลชันทั้ง 3 สูตรไปศึกษาการดูดซึมของอิมัลชันเข้าแผ่นมาส์ก และเกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาส์ก พบว่าไข่ขาวช่วยเพิ่มการดูดซึมของอิมัลชันเข้าสู่แผ่นมาส์กและเพิ่มการเกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาส์ก จากการศึกษาทั้งหมดพบว่าสูตรอิมัลชันที่ดีที่สุด คือ สูตรที่ 2 (ไข่ขาว) และเมื่อนำไข่ขาวมาเตรียมอิมัลชันร่วมกับพอลิเมอร์ต่างๆ พบว่าอิมัลชันสูตรที่ 5 (Pemulen TR-2+ไข่ขาว) เป็นสูตรที่ดีที่สุด การศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่า ไข่ขาวสามารถทำให้เกิดลิควิดคริสตัลอิมัลชันได้ดีกว่าพอลิเมอร์ Pemulen TR-2, Carbopol Ultrez-21 และ xanthan gum และยังช่วยเสริมให้พอลิเมอร์เหล่านี้เกิดลิควิดคริสตัลได้ดียิ่งขึ้นเมื่อนำมาใช้ร่วมกับพอลิเมอร์ดังกล่าว ทำให้เกิดลิควิดคริสตัลอิมัลชันที่ดี มีความคงตัว

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 70 หน้า)

คำสำคัญ: ไข่ขาว, ลิควิดคริสตัล, อิมัลชัน, มาส์ก

6106050 : Runghapa Sawasdee
 Thesis Title : Development of Liquid Crystal Emulsion Mask Using Egg White
 Program : Master of Science in Oriental Medicine
 Thesis Advisor : Nanthaphong Khamthong, Ph.D.

Abstract

This research focused on the development of a liquid crystal emulsion mask using egg white. The liquid crystal emulsion containing freeze-dried egg white was formulated and compared with those of other three synthetic polymers (Pemulen TR-2, Carbopol Ultrez-21, and xanthan gum). Seven different emulsion formulae were prepared. Physicochemical stability under heating and cooling conditions together with the formation of liquid crystals under a polarized light microscope were investigated. The three best emulsion formulae containing egg white were then selected to prepare a facial mask sheet, and their absorption and adhesion to the mask sheet were investigated. From the stability study, the emulsion formulae 2 (egg white), 5 (Pemulen TR-2 + egg white), and 7 (xanthan gum + egg white) provided smooth and non-separative emulsion texture with good moisturization and absorption into the skin. In addition, the formation of liquid crystals from the three emulsions was observed at good to best levels. Therefore, these three formulae were subjected to the study on absorption and adhesion to the mask. It was found that egg white increased the absorption and adhesion of the emulsion on the mask. From the study, the emulsion formula 2 containing egg white gave the best emulsion. Additionally, when the egg white was employed in combination with the synthetic polymers, the emulsion formula 5 (Pemulen TR-2 + egg white) yielded the best emulsion. This study revealed that egg white was able to form liquid crystal emulsions better than Pemulen TR-2, Carbopol Ultrez-21, and xanthan gum. Furthermore, it enhanced those three polymers to form better liquid crystals when used in combination with them, resulting in the formation of good and stable liquid crystal emulsions.

(Total 70 pages)

Keywords: Egg white, Liquid crystal, Emulsion, Mask

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สัญลักษณ์และคำย่อ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ไข่ขาว (Egg White)	5
2.2 โปรตีน (Protein)	9
2.3 ฟรีซดราย (Freeze Dry)	13
2.4 ลิควิดคริสตัล (Liquid Crystal)	16
2.5 พอลิเมอร์ที่ใช้ในเครื่องสำอาง	18
2.6 มาส์กหน้า (Mask Face)	27
2.7 การประเมินคุณภาพความคงตัว	33
2.8 Polarized Light Microscope	36
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
ระเบียบวิธีการวิจัย	40
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	40
3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	41
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	42
บทที่ 4	
ผลการวิจัย	47
4.1 การเตรียมผงไขขาว	47
4.2 การเตรียมอิมัลชัน	48
4.3 การศึกษาการเกิดลิวทิกคริสตัลของอิมัลชัน	51
4.4 การประเมินความรู้สึกผ่านมาสักหน้า	52
4.5 การคัดเลือกสูตรอิมัลชันจากไขขาวในรูปแบบลิวทิกคริสตัล	55
บทที่ 5	
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	56
5.1 สรุปผลการวิจัย	56
5.3 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก การปฏิบัติการ	62
ประวัติผู้วิจัย	70

สารบัญตาราง

หน้า	
ตารางที่	
2.1	ส่วนประกอบของไข่ขาว ไข่แดง และไข่ทั้งฟอง 6
2.2	องค์ประกอบโปรตีนอัลบูมินในไข่ขาว 6
2.3	กรดอะมิโนจำเป็นในไข่ขาว 8
2.4	ตัวอย่างสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนจากแหล่งต่างๆ 10
3.1	ข้อมูลเครื่องมือและอุปกรณ์ 40
3.2	สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย 41
2.7	ส่วนประกอบของอิมัลชันทั้ง 7 สูตร 43
4.1	ปริมาณไข่ขาว (น้ำ) และ ไข่ขาว (ผง) 47
4.2	ผลการประเมินความคงตัว 49
4.3	ผลการเกิดลิวติคริสตัลของอิมัลชัน 52
4.4	ขนาดของมาส์กอัดเม็ด 53
4.5	น้ำหนักของแผ่นมาส์ก 53
4.6	ระยะเวลาในการดูดซึมของอิมัลชันเข้าแผ่นมาส์ก 54
4.7	การเกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาส์กหน้า 55

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.4	กรอบแนวคิดการวิจัย	3
2.1	ไข่ขาว	5
2.2	การปรับค่าพีเอช (pH) ของโปรตีน	11
2.3	ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวและการเกิดโฟมจากโปรตีน	12
2.4	การเปลี่ยนสถานะของสาร	13
2.5	การเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งในแต่ละขั้นตอน	14
2.6	การเปรียบเทียบชนิดของการทำแห้ง 3 รูปแบบ	16
2.7	Hydrosomes Lamellar Gel Networkเกิดขึ้นที่ด้านนอกของวัตถุน้ำ	17
2.8	ลักษณะของ Carbopol Ultrez-21	18
2.9	ลักษณะของ Xanthan Gum	19
2.10	โครงสร้างของ Xanthan Gum	20
2.11	โครงสร้างทางเคมีของ Pemulen TR-2	21
2.12	โครงสร้างทางเคมีของไคโตแซน	22
2.13	โครงสร้างทางเคมีของไคติน	22
2.14	โครงสร้างทางเคมีของอัลจินต	23
2.15	การเสริมความแข็งแรงของการเกิดเจลคาร์ราจีแนนกับเคซีน	24
2.16	โครงสร้างทางเคมีของอะการ์	24
2.17	ตำแหน่งของคอลลาเจน	25
2.18	โครงสร้างทางเคมีของเจลาติน	26
2.19	คุณสมบัติข้อดีของการมาสก์หน้า	29
2.20	แผ่นมาสก์แปะลงบนหน้าหรือแบบแผ่นชีท	30
2.21	ลักษณะมาสก์แบบล้างออก	30
2.22	การมาสก์หน้าในรูปแบบ Sleeping Mask	31
2.23	ลักษณะการมาสก์หน้าแบบลอกออก	32
2.24	ลักษณะของมาสก์ผง	32
2.25	ลักษณะของมาสก์โคลน	33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.26	ส่วนประกอบของ Polarized Light Microscope	36
2.27	ลักษณะการเดินทางของแสงใน Polarized Light Microscope	38
2.28	Lambda & Retardation Plate	38
3.1	การเตรียมแผ่นมาสก์หน้า	45
4.1	ลักษณะไข่ขาวก่อนทำ-หลังทำ Freeze Dry การปรับค่าพีเอช (pH) ของโปรตีน	47
4.2	ลักษณะของอิมัลชันทั้ง 7 สูตร	48
4.3	3 ลักษณะของมอลทิสครอส (Maltese cross)	52



สัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย
=	Equals
%	Percent
%w/w	Percent Weight by Weight
%w/v	Percent Weight by Volume
AHA	Alpha Hydroxy Acids
BHA	Beta Hydroxy Acids
β	Beta
Ba^{2+}	Barium Ion
Ca^{2+}	Calcium Ion
cm	Centemeter
$^{\circ}\text{C}$	Degree Celsius
DI Water	Deionzal Water
EDTA Na	Ethylene Diamine Tetra Acetic
g	Gram
INCI	Internation Nomenclature of Cosmetic Ingredients
mPa	Mikki Pascal
NaCl	Sodium Chloricle
NaOH	Sodium Hydroxicle
Pa	Pascal
PEG	Polyethylene Glycol
pH	Positive Potential of The Hydrogen Ions
Zn^{2+}	Zinc Ion

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผู้หึงนิยมนวดผิวพรรณโดยการเข้าใช้บริการคลินิกความงามครบวงจร นอกเหนือจากการนวดผิวพรรณด้วยตนเอง ซึ่งถือเป็นวิธีที่สะดวกและเข้าถึงได้ง่ายท่ามกลางการใช้ชีวิตที่เร่งรีบในปัจจุบัน แต่เป็นวิธีที่ใช้ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง การนวดผิวพรรณด้วยตนเองโดยใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ราคาไม่แพงและหาได้ง่ายจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายดังกล่าว การใช้ไข่ขาวพอกหน้า เพื่อช่วยให้ผิวหนังเรียบเนียน มีความชุ่มชื้น เป็นตัวอย่างหนึ่งของการนวดผิวพรรณด้วยตนเองโดยใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ทำได้ง่ายและไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ไข่ขาวมีประโยชน์ต่อผิวหนังหลายประการ โดยเฉพาะโปรตีนในไข่ขาวดิบ มีสรรพคุณช่วยขจัดสิ่งสกปรก ดูดซับความมัน ดูดซับสารพิษบนผิวหนังซึ่งอาจจะเป็นสารเคมีที่เจือปนอยู่ในเครื่องสำอาง นอกจากนี้ยังช่วยลดอาการแพ้ต่างๆ และช่วยดีท็อกซ์ผิวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไข่ขาวประกอบด้วยโปรตีนซึ่งเป็นสารที่มีมวลโมเลกุลสูงจำนวนมาก ประกอบขึ้นด้วยกรดอะมิโนที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ จึงจัดเป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติ ในปัจจุบันมีความนิยมใช้โปรตีนจากไข่ขาวในชีวิตประจำวันมากขึ้น นอกเหนือจากเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่มีประโยชน์ต่อการเสริมสร้างร่างกายแล้ว ในด้านวิทยาศาสตร์และเครื่องสำอางก็นิยมใช้ไข่ขาวในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ความงาม เพื่อใช้ทดแทนหรือเสริมประสิทธิภาพของพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่เป็นส่วนประกอบมากขึ้น โดยพบรายงานการศึกษาประสิทธิภาพของคาร์บอเนตอะลูมิเนียมที่แยกจากไข่ขาวในอาสาสมัครที่ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นและความนุ่มให้แก่ผิวโดยปราศจากอาการระคายเคือง ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นเจลต่อต้านริ้วรอย การศึกษาคุณสมบัติการเป็นตัวประสาน (Emulsifier) ของไข่ขาวในสูตรอิมัลชันที่มีส่วนประกอบของน้ำมันข้าวโพด น้ำมันคาโนลา และเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งพบว่า ปริมาณโปรตีนที่สูงในไข่ขาวช่วยให้เกิดอิมัลชันได้ดีในสถานะที่มีเกลือ แต่การเกิดอิมัลชันไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดของน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาและการศึกษาความพึงพอใจต่อมาสก์ผงข้าวที่มีส่วนผสมของไข่ขาวในอาสาสมัคร พบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4 ทั้งใน

ด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส การยึดติด และความพึงพอใจโดยรวม แสดงให้เห็นว่าสามารถนำมาสู่สูตรดังกล่าวไปผลิตเพื่อจำหน่ายได้ การดูแลผิวพรรณโดยใช้เครื่องสำอางหรือผลิตภัณฑ์ธรรมชาติต่าง ๆ นิยมใช้วิธีทาบนผิวหนังเนื่องจากทำได้สะดวกและค่อนข้างปลอดภัย โดยให้สารสำคัญต่างๆ แพร่ซึมลงไปในชั้นผิวหนังเพื่อไปบำรุง เสริมสร้าง และซ่อมแซมส่วนต่างๆ ของผิวหนัง การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถแพร่ซึมลงไปในชั้นผิวหนังได้จริงและมีประสิทธิภาพจึงเป็นประเด็นสำคัญ ทั้งนี้ต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบร่างกายของมนุษย์ที่อยู่ในสถานะลิกวิดคริสตัล (Liquid Crystal) ซึ่งเป็นสถานะที่อยู่กึ่งกลางระหว่างความเป็นของแข็งและของเหลว ทั้งระบบกล้ามเนื้อ อวัยวะต่างๆ และผิวหนัง เป็นต้น ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบลิกวิดคริสตัลเพื่อให้ร่างกายสามารถดูดซึมผลิตภัณฑ์เข้าสู่ผิวหนังได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นรูปแบบที่ได้รับการพัฒนามากขึ้นในวงการเครื่องสำอาง จากความรู้เรื่องสถานะลิกวิดคริสตัลในร่างกายและคุณสมบัติของโปรตีนจากไข่ขาวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการพัฒนาสถูตรลิกวิดคริสตัลอิมัลชันโดยใช้ไข่ขาวและพอลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดต่างๆ ตลอดจนศึกษาความคงตัวทางกายภาพของสูตรตำรับ เพื่อพัฒนาต่อในรูปแบบแผ่นมาสก์หน้า ซึ่งจะเป็นการเพิ่มคุณค่าของไข่ขาว และนำไปสู่การพัฒนาแผ่นมาสก์บำรุงผิวหนัง เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการดูแลผิวพรรณด้วยตนเองโดยใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ราคาไม่แพงและหาได้ง่ายต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาการเกิดลิกวิดคริสตัลอิมัลชันโดยใช้ไข่ขาวและพอลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดต่างๆ
- 2) เพื่อพัฒนาลิกวิดคริสตัลอิมัลชันโดยใช้ไข่ขาวในรูปแบบแผ่นมาสก์หน้า

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

- 1) อิมัลชันจากไข่ขาวสามารถเกิดลิกวิดคริสตัลได้ดีกว่าอิมัลชันที่มีส่วนผสมพอลิเมอร์
- 2) อิมัลชันจากไข่ขาวสามารถเสริมสร้างให้อิมัลชันที่มีส่วนผสมพอลิเมอร์ชนิดอื่นเกิดลิกวิดคริสตัลได้ดีขึ้นและมีคุณภาพ

1.4 กรอบแนวคิดงานวิจัย



รูปที่ 1.4 กรอบแนวคิดและวิจัย

1.5 นิยามศัพท์

ไข่ขาว

ส่วนประกอบภายในไข่มีอยู่ประมาณร้อยละ 58 ของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง เป็นของเหลวชั้นหนืด ล้อมรอบไข่แดง ไข่ขาวชั้นนอกส่วนใส (Thin Egg White) เป็นไข่ขาวที่เป็นของเหลวใส โปร่งแสง ล้อมรอบไข่ขาวชั้นนอกส่วนข้น (Thick Egg White) ส่วนของเหลวชั้นหนืดอีกชั้นหนึ่ง

พีมูเลน ทีอาร์-2 (Pemulen TR-2)

พอลิเมอร์อิมัลซิไฟเออร์ ซึ่งเป็นกรดโพลีอะคริลิกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นพอลิเมอร์อเนกประสงค์ที่ไม่มีเอทอกซีเลต ออกแบบมาเพื่อสร้างอิมัลชันน้ำมันในน้ำที่มีความเสถียรและอ่อนตัวในระดับการใช้งานต่ำ

คาร์โบพล อัลเทรอส 21 (Carbopol Ultrez-21)

พอลิเมอร์ช่วยเพิ่มความหนืด สร้างเนื้อเจลใสแบบ Short Flow เนียนสวย นำสัมผัส ด้วยคุณสมบัติที่กระจายตัวในน้ำได้อย่างรวดเร็ว (แบบ Self-Wetting) ทนต่อสารอิเล็กโทรไลต์และแอลกอฮอล์ในปริมาณสูง

แซนแทนกัม (Xanthan Gum)

สารเพิ่มความหนืด (Thickener) จากธรรมชาติซึ่งเป็น Polysaccharide มวลโมเลกุลใหญ่สามารถใช้ร่วมกับสารเพิ่มความหนืดชนิดอื่นเพื่อปรับปรุงการไหล ความคงตัว และลักษณะทางกายภาพของตำรับ

อิมัลชัน (Emulsion)

เป็นคอลลอยด์ประเภทหนึ่ง เกิดจากของที่ละลายเข้ากันเป็นเนื้อเดียวไม่ได้สองชนิดขึ้นไป โดยทำให้แตกตัวโดยตัวหนึ่งเป็นอนุภาคคอลลอยด์ (Dispersed Phase) อีกตัวหนึ่งเป็นส่วนเนื้อเดียว (Continuous Phase) เรียกสารที่แตกตัวว่า ตัวกระทำอิมัลชัน (Emulsifier)

ลิกวิดคริสตัล (Liquid Crystal)

สารลิกวิดคริสตัลเป็น Oil-In-Water Emulsifier เป็นโครงสร้างของอิมัลชันที่มีความคล้ายคลึงกับโครงสร้าง น้ำ/ไขมัน ได้ผิวหนังของมนุษย์ ทำให้สามารถซึมเข้าสู่ผิวได้ดี ลดการระคายเคืองที่อาจเกิดขึ้นจากอิมัลชันรูปแบบอื่นๆ

มาสก์ (Mask)

เป็นการพอกหน้า ด้วยครีมหรือ การเอาวัสดุ เช่น แผ่นเจล แผ่นฟิล์ม หรือวัสดุอื่นใดที่มีการฉาบทาครีมบำรุง ครีมพอกหน้าไว้ หรือมาปิดทับไว้บนใบหน้าเชื่อว่า เพื่อบำรุงผิวหน้าให้สดชื่น สดใส ลดริ้วรอย แต่มักจะมีการเว้นที่ว่างบริเวณผิวที่บอบบาง เช่น รอบปาก รอบดวงตา

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไข่ขาว

ไข่ขาว (รูปที่ 2.1) ใช้เรียกของเหลวใสในไข่ที่ล้อมรอบไข่แดง ไข่ขาวชั้นนอกส่วนในมีลักษณะใสและโปร่งแสง ล้อมรอบไข่ขาวชั้นนอกส่วนชั้นที่มีลักษณะข้นและหนืดกว่า ลักษณะที่เป็นเมือกของไข่ขาวชั้นเกิดจากคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่โดยธรรมชาติ ไข่ขาวมีหน้าที่ปกป้องไข่แดง ช่วยพยุงให้ไข่แดงอยู่คงที่รองรับแรงกระแทกไม่ให้ไข่แดงแตกตัว และยังช่วยเสริมอาหารให้ตัวอ่อนที่กำลังเติบโตด้วยไข่ขาวมีส่วนประกอบหลัก คือน้ำ ไข่ขาวมีความชื้นร้อยละ 87-89 และมีโปรตีนซึ่งเป็นโปรตีนคุณภาพดีที่สุด (ตารางที่ 2.1 และ 2.2) มีกรดแอมิโนที่จำเป็น (Essential Amino Acid) ครบทุกชนิด โปรตีนในไข่ขาวเป็นอัลบูมิน (Albumin) (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2562)



รูปที่ 2.1 ไข่ขาว

ที่มา: ฌา เปลิยนบุญเลิศ, 2558

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของไข่ขาว ไข่แดง และไข่ทั้งฟอง

ชนิด	ปริมาณองค์ประกอบ (ร้อยละ)			
	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เกลือ
ไข่ขาว	9.7-10.6	0.03	0.4-0.9	0.5-0.6
ไข่แดง	15.7-16.6	31.8-35.5	0.2-1.0	1.1
ไข่ทั้งฟอง	12.8-13.4	10.5-11.8	0.3-1.0	0.8-1.0

ที่มา: ฉวา เปลี่ยนบุญเลิศ, 2558

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบโปรตีนอัลบูมินในไข่ขาว

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
โอแวลบูมิน (Ovalbumin)	54
คอนแวลบูมิน (Conalbumin)	13
ไลโซโซม (Lysosome)	3.5
โอโวมิวคอยด์ (Ovomucoid)	1.2
ซิสตาติน (Cystatin)	0
โอโวอินฮิเตอร์ (Cystatin)	0

ที่มา: ฉวา เปลี่ยนบุญเลิศ, 2558

ส่วนประกอบหลักของไข่ขาว คือ น้ำ และยังประกอบด้วยอัลบูมิน ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดดีตัวสำคัญในกระแสเลือด ซึ่งร่างกายสามารถผลิตได้เองโดยธรรมชาติผ่านการทำงานของตับ โปรตีนชนิดนี้ทำหน้าที่เสริมสร้างภูมิคุ้มกันและซ่อมแซมส่วนต่างๆ ของร่างกาย แต่โปรตีนอัลบูมินในไข่ขาวนั้นสูญเสียสภาพได้โดยง่าย เมื่อโดนความร้อนไข่ขาวมีปริมาณไขมันต่ำมากและไม่มีคอเลสเตอรอล ซึ่งภายในไข่ก็ยังอุดมไปด้วยอัลบูมิน สารอาหารและวิตามินที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากมาย ไม่ว่าจะเป็นธาตุเหล็ก แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสีหรือวิตามินและสารอาหารอื่นๆ ในโปรตีนอัลบูมินมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้ (ฉวา เปลี่ยนบุญเลิศ, 2558)

1) โอแวลบูมิน (Ovalbumin) พบมากที่สุด ในไข่ขาวประมาณร้อยละ 54 ของน้ำหนักโปรตีน จัดเป็นฟอสโฟไกลโคโปรตีน (Phosphoglycoprotein) มีโครงสร้างเป็นสาย

โพลีเปปไทด์ที่มีหมู่ฟอสเฟตและคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบ มีจุดไอโซอิเล็กทริก (Isoelectric Point) ที่ pH 4.6 และตกตะกอนที่ pH 4.6-4.8 ทนความร้อนได้ดี

2) โคนัลบูมิน (Conalbumin) พบประมาณร้อยละ 13 ของน้ำหนักโปรตีน มีจุดไอโซอิเล็กทริกที่ pH 6.6 ทนความร้อนได้น้อยกว่า แต่สูญเสียสภาพธรรมชาติได้ดีกว่าโอวัลบูมิน

3) โอโวมูกอยด์ (Ovomucoid) พบประมาณร้อยละ 1.2 ของน้ำหนัก โปรตีนเป็นไกลโคโปรตีนที่มีความเฉพาะเจาะจงกับเอนไซม์ทริปซิน สามารถยับยั้งเอนไซม์ทริปซิน ซึ่งเป็นเอนไซม์โปรตีเอสที่ทำหน้าที่ย่อยโปรตีน โอโวมูกอยด์มีจุดไอโซอิเล็กทริกที่ pH 3.9-4.3 ในสถานะที่เป็นกรดจะทนความร้อนได้ดี แต่จะสูญเสียสภาพอย่างรวดเร็วหากอยู่ในสารละลายด่างที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

4) ไลโซโซม (Lysosome) พบประมาณร้อยละ 3.5 ของน้ำหนักโปรตีน มีจุดไอโซอิเล็กทริกที่ pH 10.7 เป็นเอนไซม์สามารถทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนเข้ามาในฟองไข่ได้ มีสมบัติเป็นสารกันเสียแต่ถูกทำลายได้ด้วยความร้อนจากการหุงต้มหรือพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 63.5 °C เป็นเวลานาน 10 นาที

5) โอโวอินฮิบิเตอร์ (Ovoinhibitor) มีความเฉพาะเจาะจงกับเอนไซม์ทริปซิน ไคโมทริปซิน ซับทิลซิน และเอนไซม์โปรตีเอสจาก *Aspergillus oryzae*

6) ซิสตาติน (Cystatin) หรือสารยับยั้งเอนไซม์ปาเปน มีความเฉพาะเจาะจงต่อเอนไซม์ปาเปน และฟิซิน

ในไข่ขาวประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น (ตารางที่ 2.3) ดังนี้

1) ไลซีน (Lysine) ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย ช่วยซ่อมแซมเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานฮอโมนและเอนไซม์ต่างๆ ในร่างกาย

2) ทริปโตเฟน (Tryptophan) ช่วยในการนอนหลับพักผ่อน ทำให้ร่างกายปรับตัวกับเวลานอนดีขึ้น

3) ฮิสทีดีน (Histidine) เป็นกรดอะมิโนที่มีความสำคัญกับวัยเด็ก มีผลต่อการทำงานของระบบประสาทและการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังช่วยให้การส่งผ่านและการรับรู้ของระบบประสาทดีขึ้น

4) ฟีนิลแอลานีน (Phenylalanine) ช่วยทำให้รู้สึกอารมณ์ดีมีความสุขและรู้สึกสบาย นอกจากนี้ยังช่วยให้รู้สึกอิ่มนานขึ้น อาจส่งผลในการควบคุมน้ำหนัก

ตารางที่ 2.3 กรดอะมิโนจำเป็นในไข่ขาว

กรดอะมิโนจำเป็นในไข่ขาว	ปริมาณ (ร้อยละ)
ไลซีน (Lysine)	6.8
ทริฟโตเฟน (Tryptophan)	1.9
ฮิสทิดิน (Histidine)	2.2
ฟีนิลแอลานิน (Phenylalanine)	5.4
ลิวซีน (Leucine)	8.4
ไอโซลิวซีน (Isoleucine)	7.1
ทรีโอนิน (Threonine)	5.5
เมไทโอนิน (Methionine)	3.3
วาลีน (Valine)	8.1

ที่มา: ฉวฯ เปลี่ยนบุญเลิศ, 2558

5) ลิวซีน (Leucine) ช่วยกระตุ้นการหลั่ง Growth Hormone ทำให้สามารถดูดซึมโปรตีนไปสร้างกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มกำลังให้กล้ามเนื้อช่วยให้เซลล์ประสาทแข็งแรงกระตุ้นการทำงานของสมอง เพิ่มกำลังให้กล้ามเนื้อ

6) ไอโซลิวซีน (Isoleucine) เพิ่มความอดทน ช่วยในการรักษาและซ่อมแซมเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อ อีกทั้งช่วยกระตุ้นให้เลือดแข็งตัวขณะเกิดบาดแผล

7) ทรีโอนิน (Threonine) ป้องกันการสะสมของไขมันในระดับด้านการเกิดแผลเรื้อรัง ช่วยเผาผลาญไขมันและทำให้การทำงานของลำไส้ ระบบการย่อยและการดูดซึมสารอาหารดีขึ้น

8) เมไทโอนิน (Methionine) ช่วยป้องกันการเกิดโรคซึมเศร้าและให้เซลล์ประสาทแข็งแรง

9) ซิสทีน (Cystine) ช่วยป้องกันผลข้างเคียงจากการรักษาด้วยยาเคมีและการฉายรังสี ลดการสะสมของจุดดำที่เกิดขึ้นตามวัยสร้างผิว ผม เล็บให้มีสุขภาพดี ช่วยให้รากผมแข็งแรงไม่หลุดร่วงง่าย

10) วาลีน (Valine) ช่วยการบำรุงรักษาสมดุลของไนโตรเจนในร่างกายกระตุ้นการหลั่ง Growth Hormone ซ่อมแซมเนื้อเยื่อและช่วยเพิ่มกำลังให้กับร่างกาย

2.2 โปรตีน (Protein)

โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นโพลิเมอร์ของสายยาวของกรดอะมิโน (Amino Acid) ในแง่ทางโภชนาการ โปรตีนเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 แคลอรี (Calorie) โปรตีนเป็นส่วนประกอบของร่างกายที่มีปริมาณมากเป็นอันดับสองรองจากน้ำ ซึ่งจำเป็นต่อการทำงานและการดำรงชีวิต มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการเสริมสร้างเนื้อเยื่อส่วนที่สึกหรอของสัตว์ เมื่อรับประทานอาหารที่มีโปรตีน ร่างกายจะย่อยสลายโปรตีนได้กรดอะมิโนและกรดอะมิโนที่ร่างกายจะนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ดังนี้

- 1) สังเคราะห์โปรตีนต่างๆ ขึ้นใหม่ตามที่ร่างกายต้องการ เช่น สร้างกล้ามเนื้อ โครงกระดูก เป็นต้น
- 2) สังเคราะห์สารอื่น เช่น เป็นตัวตั้งต้นของการสร้างสารส่งสัญญาณประสาท (Neurotransmitter) สังเคราะห์ฮอร์โมนไทรอกซิน (Thyroxine) และเอนไซม์ เป็นต้น
- 3) เป็นสารตั้งต้นหรือตัวกลางในการสังเคราะห์กรดอะมิโนตัวอื่น ๆ
- 4) ช่วยเพิ่มการสะสมไกลโคเจนและไขมัน
- 5) สร้างกลูโคสในยามที่ร่างกายขาดแคลน
- 6) ให้พลังงานแก่ร่างกาย เมื่อร่างกายขาดคาร์โบไฮเดรตและไขมัน

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพลพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์ ได้ให้ข้อมูลไว้ว่า โมเลกุลของกรดอะมิโนเป็นส่วนประกอบหลักของโปรตีน ประกอบด้วยธาตุหลักคือ คาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน ไฮโดรเจนและกำมะถัน ภายในโมเลกุลของกรดอะมิโนทุกชนิด มีหมู่อะมิโน ($-NH_2$) และหมู่กรดคาร์บอกซิลิก ($-COOH$) อย่างละ 1 หมู่ กรดอะมิโนแต่ละชนิดต่างกันที่หมู่ R (Side Chain) ซึ่งมีกรดอะมิโนที่แตกต่างกันประมาณ 20 ชนิด โมเลกุลของกรดอะมิโนเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (Peptide Bond) ซึ่งเป็นพันธะโควาเลนต์ได้เป็นสายยาวของกรดอะมิโน เรียกว่า พอลิเพปไทด์ (Polypeptide)

2.2.1 สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน

สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน (Functional Properties of Protein) เป็นสมบัติของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้งานในอาหาร (ตารางที่ 2.4)

- 1) การจับกับน้ำ (Water Binding หรือ Water Holding Capacity)

โปรตีนเป็นโพลีเพปไทด์ ซึ่งเป็นโพลิเมอร์ของกรดอะมิโน (Amino Acid) ในโมเลกุลของกรดอะมิโน มีหมู่ R ที่ชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ ดังนั้นการจับกับน้ำของโปรตีนจึงขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณ และลำดับการจัดเรียงตัวของกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบ

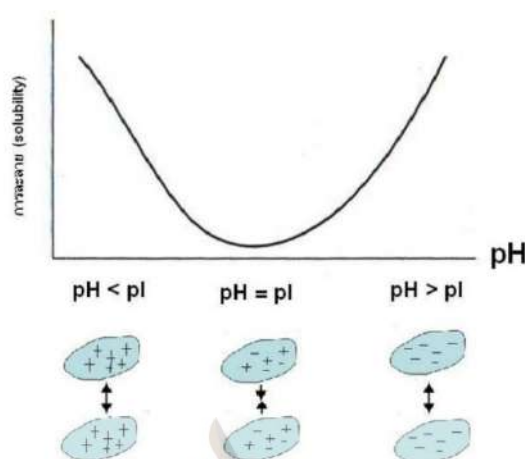
การแขวนลอยในน้ำ (Hydrocolloid) และการตกตะกอน (Precipitation) ของโปรตีนมีความสำคัญในการแยกโปรตีนออกจากสารละลาย การเพิ่มความหนืด (Viscosity) การเกิดเจล (Gel)

ปัจจัยที่มีผลต่อการแขวนลอยและการตกตะกอนของโปรตีน คือ การปรับ pH ให้เท่ากับจุดไอโซอิเล็กทริก (Isoelectric Point) ซึ่งเป็น pH ที่โปรตีนมีประจุบวกและประจุลบเท่ากัน จะทำให้โมเลกุลของโปรตีนจะดึงดูดกันและแขวนลอยในน้ำได้น้อยที่สุดและตกตะกอนออกมา หากโปรตีนยังละลายน้ำได้อยู่ก็จะทำให้เกิดความหนืดสูงหรือเกิดเจล (Gel) (รูปที่ 2.2)

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนจากแหล่งต่างๆ

Protein	Emulsifier	Foaming Ability/ Whipping	Gelation	Film Formation	Stability
Egg White	Low	High	High	Medium	ไม่คงตัวต่อความร้อน
Yolk	High	Low	Medium	Low	ไม่คงตัวต่อความร้อน
Casein	High	Medium	Low	High	คงตัวต่อความร้อนแต่ไม่คงตัวต่อกรด
Whey	Medium	Low-High	Low-High	Medium	คงตัวต่อกรดแต่ไม่คงตัวต่อความร้อน
Soy isolate	Medium To High	Low-High	Medium	Medium-High	ไม่คงตัวต่อความร้อนและกรด
Fish	Medium	Low	Medium-High	Low-Medium	ไม่คงตัวต่อความร้อน

ที่มา: พรธิดา วัฒนาเศรษฐ์, 2558



รูปที่ 2.2 การปรับค่าพีเอช (pH) ของโปรตีน

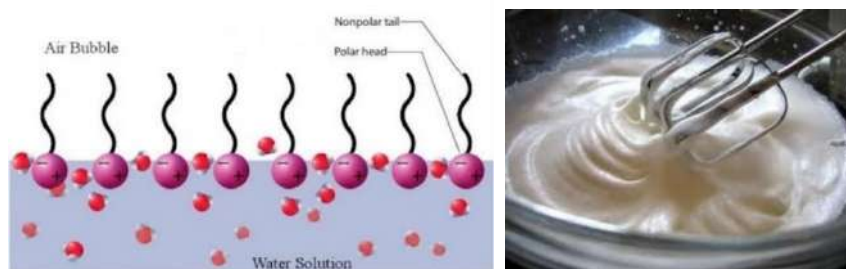
ที่มา: พรธิดา วัฒนาเศรษฐ์, 2558

2) การเป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier)

โปรตีนช่วยให้มีอิมัลชัน (Emulsion) คงตัวด้วยการลดแรงตึงผิว (Surface Tension) ของของเหลว โดยช่วยป้องกันอิมัลชันไม่ให้แยกเป็นชั้น ซึ่งโมเลกุลของโปรตีนประกอบด้วย กรดอะมิโน (Amino Acid) หลายชนิด มีทั้งส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) และไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ในสายโพลีเปปไทด์ โดยจะหันส่วนที่ชอบน้ำเข้าหาน้ำและหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำเข้าหาไขมัน

3) การเกิดโฟม (Foaming Ability)

โฟมเป็นฟองอากาศขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในของเหลวหรือของแข็ง โดยมีฟิล์มบางๆ ล้อมรอบอากาศเกิดจากการตีหรือปั่น (Beating หรือ Whipping) อย่างรุนแรง การเกิดโฟมได้ดี (รูปที่ 2.3) โปรตีนต้องมีความยืดหยุ่นสูง สามารถเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ และแข็งแรงที่สามารถกักเก็บอากาศได้ โปรตีนที่มีความยืดหยุ่นที่สามารถเกิดโฟมได้ดีต้องมี Surface Hydrophobicity สูงๆ ซึ่งในระหว่างการตีหรือการทำให้เกิดโฟม เช่น โปรตีนในไข่ขาว นม เป็นสารที่ทำให้เกิดโฟม (Foaming Agent) แรงกลจากการตีหรือปั่นอย่างรุนแรง ทำให้โปรตีนพันธะระหว่างโมเลกุลของโปรตีนเกิดการเสียสภาพทางธรรมชาติ (Protein Denaturation) เกิดการคลายตัว (Unfolding) ของโครงสร้างโปรตีนเกิดเป็นฟิล์มและจับกับน้ำซึ่งอยู่รอบๆ ได้ หันด้านที่เป็น Hydrophobic ที่อยู่ด้านในโครงสร้างออกมาด้านนอก ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดโครงสร้างของโฟม โดยเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ที่สามารถกักเก็บอากาศไว้ได้



รูปที่ 2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวและการเกิดโฟมจากโปรตีน

ที่มา: พรธิดา วัฒนาเศรษฐ์, 2558

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโฟมและความคงตัวของโฟมจากโปรตีน ได้แก่ ความเข้มข้นของโปรตีน ความสามารถในการละลายของโปรตีน โดยโปรตีนที่ละลายได้ดีและมีความเข้มข้นสูงๆจะเกิดโฟมได้ดี และค่า pH ที่ทำให้เกิดที่ดีจะมีค่าใกล้เคียงกับค่า pH ของโปรตีน โฟม จะอยู่ตัวดีที่สุดที่จุดไอโซอิเล็กทริก (Isoelectric Point)

4) การเกิดเนื้อเยื่อ (Texturization)

การเกิดฟิล์ม (Film Formation) ฟิล์มและสารเคลือบที่บริโภคได้ หมายถึง วัสดุที่ได้จากคาร์โบไฮเดรต โปรตีนที่อยู่ในรูปแบบของแผ่นบางหรือสารเคลือบผิวของอาหาร โดยตรง วัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งการถ่ายเทความชื้นออกซิเจนคาร์บอนไดออกไซด์ กลิ่น และไขมัน หรือเก็บรักษาส่วนประกอบสำคัญของอาหาร เช่น Antioxidants, Antimicrobials และกลีนิรส

ฟิล์มที่เกิดจากพอลิเมอร์ จะมีสารประกอบที่เป็นพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมีโครงสร้างเป็นเส้นตรงยาว ซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนที่ทำให้เกิดฟิล์มได้ดี

ฟิล์มจากโปรตีนไข่ขาว ไข่ขาวเป็นโปรตีนเชิงซ้อนซึ่งประกอบด้วย Ovamucin Fibers และโปรตีนที่มีอยู่มากกว่าครึ่งหนึ่งของโปรตีนทั้งหมดในไข่ขาว คือ Ovalbumin ส่วนโปรตีนชนิดอื่น ได้แก่ Ovaltransferrin, Ovalmucoid และLysozyme ในโปรตีนเหล่านี้จะประกอบด้วยหมู่ Disulfide (S-S) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงในการขึ้นรูปฟิล์ม

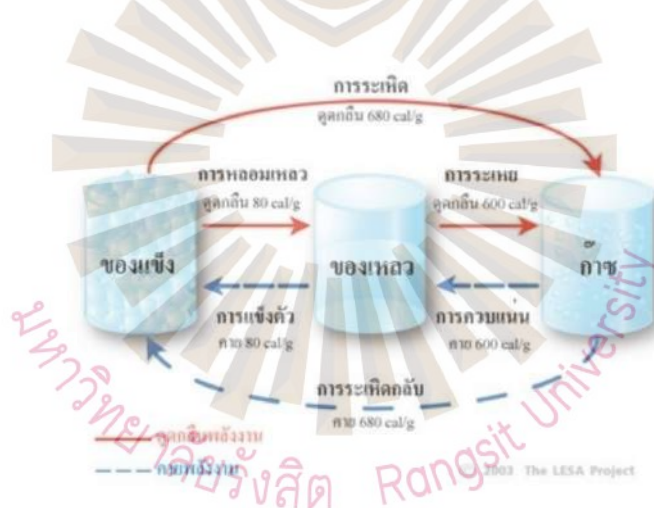
5) การเกิดเจล (Gelation)

โปรตีนสามารถรวมกับน้ำเกิดเป็นเจล (Gel) ซึ่งเป็นโครงสร้างตาข่ายจับกับน้ำได้ดี มีลักษณะเป็นของแข็ง ยืดหยุ่น โปรตีนมีสมบัติเชิงหน้าที่ทำให้เกิดเจล ได้แก่ เจลาติน (Gelatin) (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนานนท์, ม.ป.ป.)

2.3 ฟรีซดราย (Freeze Dry)

เทคโนโลยีการทำแห้งเยือกแข็งแบบสุญญากาศหรือศัพท์ทางภาษาอังกฤษที่เรียกว่า Freeze Dry, Freeze Dehydration หรือ Lyophilization หมายถึง การทำแห้ง (Dehydration) ด้วยการแช่เยือกแข็ง (Freezing) ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นผลึกน้ำแข็งก่อน แล้วจึงลดความดันเพื่อให้ผลึกน้ำแข็งระเหิด (Sublimation) เป็นไอด้วยการลดความดันให้ต่ำกว่าบรรยากาศปกติ ขณะควบคุมให้อุณหภูมิต่ำ (ที่อุณหภูมิเท่ากับหรือต่ำกว่า 0°C น้ำแข็งระเหิดที่ความดันเท่ากับ 4.7 มิลลิเมตรปรอทหรือต่ำกว่า) (รูปที่ 2.4)

การเก็บรักษาอาหารไว้ด้วยความเย็นเป็นหนึ่งในกระบวนการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานขึ้นโดยยังคงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไว้ ซึ่งในอุตสาหกรรมอาหารมีวิธีการเก็บรักษาด้วยความเย็นหลากหลายกรรมวิธีโดยมีค่าใช้จ่ายและราคาที่แตกต่างกันวิธีที่ได้รับความนิยมคือ การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Dry) ซึ่งมีความสามารถในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร



รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนสถานะของสาร

ที่มา: บางกอกฟรีซเทค อินเตอเนชั่นแนล, 2557

2.3.1 ขั้นตอนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

วิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบ เช่น การล้างทำความสะอาด การปอกเปลือก การลดขนาดเพื่อเข้าสู่กระบวนการหลักประกอบด้วย 3 ขั้นตอน (รูปที่ 2.5) คือ

1) การแช่เยือกแข็ง (Freezing) เป็นการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (Freezing Point) เพื่อให้เกิดผลึกน้ำแข็ง (Ice Crystal Formation) อัตราเร็วของการแช่เยือกแข็ง

(Freezing Rate) ควรเป็นการแช่เยือกแข็งแบบเร็ว เพื่อให้เกิดผลึกที่มีขนาดเล็ก วิธีที่นิยมใช้กันมีหลากหลาย เช่น การแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจน (Cryogenic Freezing) การแช่เยือกแข็งแบบจุ่มในของเหลวเย็นจัด (Immersion Freezing) และการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นเป่า (Air Blast Freezing) เป็นต้น

2) การทำแห้งขั้นต้น (Primary Drying) เป็นการลดปริมาณน้ำ (Dehydration) โดยการระเหิดแข็งให้เป็นไอโดยการลดความดันบรรยากาศ เพื่อให้ผลึกน้ำแข็งระเหิดเป็นไ้ออกไปจากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ระดับของสุญญากาศ (Vacuum) ควรอยู่ต่ำกว่า 132 Pa และ 132 mPa ตามลำดับ การระเหิดของผลึกน้ำแข็งจึงเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์การระเหิดของชั้นน้ำแข็ง (Ice Layer) จะเริ่มจากชั้นน้ำแข็งบริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ระเหิดไปเป็นไ้อ ทำให้บริเวณนี้กลายเป็นชั้นแห้ง (Dry Layer) จากนั้นเป็นการระเหิดของชั้นน้ำแข็งที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์ระเหิดผ่านชั้นแห้งออกไปสู่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาการระเหิดขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง และโครงสร้างของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

3) การทำแห้งขั้นที่สอง (Secondary Drying) เมื่อการทำแห้งขั้นต้นเสร็จสมบูรณ์ น้ำแข็งจะละลายไปหมดจะมีความชื้นที่หลงเหลืออยู่ จึงต้องมีการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเพื่อเอาความชื้นที่เหลืออกให้อยู่ในระดับความชื้นที่ปลอดภัย (สุกิจ ลิตกรณ, 2554)



รูปที่ 2.5 การเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งในแต่ละขั้นตอน

ที่มา: สุกิจ ลิตกรณ, 2554

2.3.2 ข้อดีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมจำนวนมากใช้วิธีการอบแห้งร้อนผลิตภัณฑ์ที่มีสี กลิ่นและรสชาติ มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีการสูญเสียสารอาหารมีขนาดใหญ่หลังจากน้ำไม่ดี โครงการนี้ใช้เทคโนโลยีการทำแห้งแช่แข็งแบบสุญญากาศ มีข้อดีที่ไม่ซ้ำกันจำนวนมากส่วนใหญ่ เป็นดังนี้

1) การทำแห้งแบบเยือกแข็ง สามารถรักษาสี เนื้อกลิ่น รสชาติ และสารอาหารได้ดีที่สุด การทำแห้งแบบเยือกแข็งดำเนินการภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำและออกซิเจนสูง ดังนั้นจุลินทรีย์และเอนไซม์จึงไม่ส่งผลกระทบใดๆ ต่ออาหารอาหารไม่ได้รับผลกระทบจากปฏิกิริยา ออกซิเดชันสีของอาหาร กลิ่นรส และการสูญเสียสารอาหารขั้นต่ำ การ Freeze Dry ไม่ทำลายคุณค่าทางโภชนาการของอาหารแห้งแช่แข็งที่ระยะเวลา 1-2 ปี สามารถแทนที่อาหารสดได้อย่างสมบูรณ์

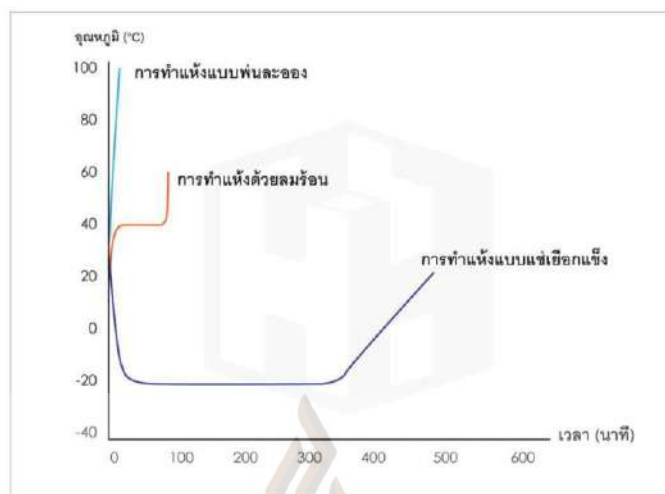
2) การทำแห้งแบบเยือกแข็ง สามารถเก็บรูปแบบอาหารไว้ได้ดีที่สุด สถานะการแช่แข็งในกระบวนการอบแห้งแบบทางกายภาพ ทำให้คุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพยังคงไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากการระเหิดน้ำออกมา

3) อาหารแห้งแช่แข็ง โดยทั่วไปมีอายุการเก็บรักษานาน ความชื้นของอาหารแห้งจะอยู่ในอาหารประมาณ 2% และภายในความชื้นของอาหารจะมีการกระจายของน้ำซึ่งเป็นการเจริญเติบโตของการเพาะพันธุ์แบคทีเรียแบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตได้โดยไม่มีน้ำ ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการเก็บรักษาการโดนแสง เพื่อยืดอายุการเก็บและสามารถเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิปกติเป็นเวลาหลายปี โดยไม่เสื่อมสภาพคุณภาพของอาหารที่ผ่านการอบแห้งแบบเยือกแข็งนั้นมีน้ำหนักเบา ดังนั้นสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารแช่แข็ง

4) เนื่องจากอาหารถูกแช่แข็งด้วยตัวทำละลายของเกลือนอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ ดังนั้นการที่ตัวถูกละลายจะไม่เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อน้ำจึงทำให้พื้นผิวของอาหารแข็งตัว

กระบวนการแปรรูปและเก็บอาหารด้วยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ทำให้สามารถรักษาค่าทางอาหารได้ดี เนื่องจากกระบวนการทำให้แห้งโดยใช้อุณหภูมิต่ำทำให้เกิดการเสีคุณค่าทางอาหารน้อย รวมถึงการเพิ่มอุณหภูมิที่เกิดขึ้นทำให้เนื้อเยื่อและโครงสร้างของเซลล์เสียหายได้น้อยมาก

การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ทำให้ได้อาหารแห้งที่มีคุณภาพสูงและสามารถคืนตัวได้ดี (Rehydration) โดยยังคงรักษาสี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารเอาไว้ได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำแห้งรูปแบบอื่น เช่น การทำให้แห้งด้วยลมร้อน (Hot Air Drying) การทำแห้งแบบพ่นละออง (Spray Drying) (รูปที่ 2.6) ซึ่งทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงเสียหายและเสีคุณค่าทางอาหารได้มากกว่าการทำแห้งแบบเยือกแข็ง



รูปที่ 2.6 การเปรียบเทียบชนิดของการทำความเย็น 3 รูปแบบ

ที่มา: สุกิจ ลิตกรณ์, 2554

สำหรับกรรมวิธีการเก็บรักษาอาหารด้วยการทำความเย็นแบบแช่เยือกแข็งต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของการนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารด้วย ซึ่งอาหารที่เหมาะสมควรเป็นอาหารที่ไวต่อการสูญเสียคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน เช่น สมุนไพร อาหารทะเล ปลา ผัก ผลไม้ที่ต้องการเก็บรักษายาวนานและเมื่อต้องการคืนสภาพของอาหารที่ยังคงรูปลักษณะและคุณค่าทางอาหารได้ดี (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนานนท์, ม.ป.ป.)

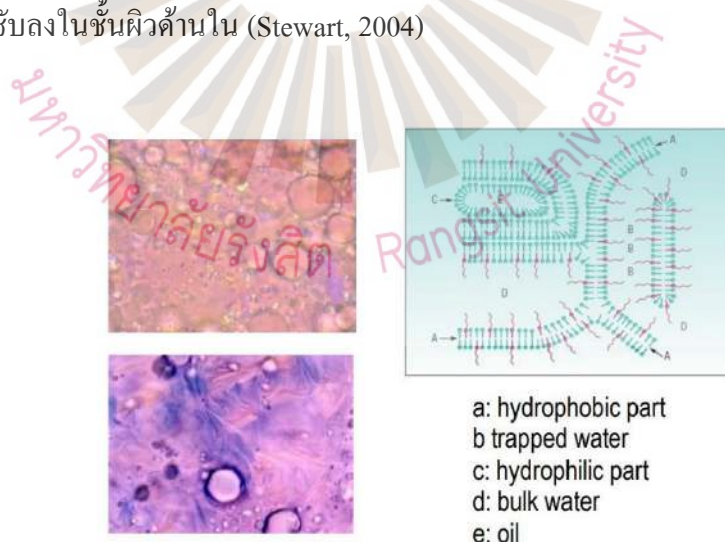
2.4 ลิควิดคริสตัล (Liquid Crystal)

จัดเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีสมบัติพิเศษแตกต่างจากสารทั่วไป เมื่อได้รับความร้อนจะมีลำดับการเปลี่ยนแปลงวัฏภาค (Phase Transition) จากของแข็งหรือผลึก (Crystal Phase, K) เป็นวัฏภาคผลึกเหลว (Liquid Crystal Phase หรือ Mesophase) แล้วจึงเป็นของเหลวปกติ (Isotropic Liquid Phase, I) ในขณะที่สารโดยทั่วไปเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคจากของแข็งไปเป็นของเหลวเท่านั้น วัฏภาคผลึกเหลวนี้อย่างสามารถแยกย่อยได้อีกเป็นหลายๆ วัฏภาคตามรูปแบบการจัดเรียงตัวของโมเลกุลและแบ่งย่อยตามความเป็นระเบียบของโครงสร้าง ซึ่งจะมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการจำแนกวัฏภาค (Phase) เหล่านี้

ลิควิดคริสตัลจึงเป็นสถานะหนึ่งของสารที่มีคุณสมบัติของทั้งของเหลวและของแข็ง เรียกว่า คริสตัลเหลว เพราะไม่ได้เหลวแต่เหลวถึงแข็งหรือจะเรียกว่าคริสตัลชั้น ค้นพบครั้งแรกใน

ปี ค.ศ.1888 ในสารโคเลสเตอรอลที่สกัดออกมาจากแครอต โดยนักพฤกษศาสตร์และเคมี นามว่า Friedrich Reinitzer

ลิควิดคริสตัลเป็น Oil-In-Water Emulsifier เป็นโครงสร้างของอิมัลชันที่มีความคล้ายคลึงกับโครงสร้าง น้ำ/ไขมัน ได้ผิวเรา ทำให้สามารถซึมเข้าสู่ผิวได้ดี ลดการระคายเคืองที่โอกาสเกิดขึ้นในรูปแบบ Emulsion อื่นๆ อีกทั้งยังช่วยเติมความชุ่มชื้นให้กับผิวได้ ด้วยตัวของ Emulsifier (LC Cream Maker, ม.ป.ป.) ทั้งนี้ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่ในร่างกายของเรา ไม่ว่าจะเป็นกล้ามเนื้อหรืออวัยวะต่างๆ ล้วนอยู่ในสภาวะลิควิดคริสตัลทั้งสิ้น กล่าวคือ สภาวะที่อยู่กึ่งกลางระหว่างความเป็นของแข็งและของเหลว ซึ่งหมายความว่าร่างกายของเรา รู้จักสภาวะลิควิดคริสตัลเป็นอย่างดี ดังนั้น หากเราใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่อยู่ในรูปโครงสร้างเดียวกันทาลงบนผิวหนัง ร่างกายก็จะดูดซึมผลิตภัณฑ์นั้นๆ เข้าสู่ผิวชั้นในได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึง เมื่อเนื้อโลชั่นหรือครีมนั้นซึมสู่ผิวด้านในเรียบร้อยแล้ว ส่วนผสมหลักก็จะทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผิวมีความชุ่มชื้นได้ยาวนานถึง 24 ชั่วโมงที่สำคัญลิควิดคริสตัลไม่ได้มีหน้าที่ในการกักเก็บน้ำไว้ในผิว หากยังช่วยดึงเอาความชื้นที่แผ่กระจายอยู่ในอากาศเข้ามายังผิวหน้า ทำให้ส่วนผสมสำคัญทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหน้า ซึ่งแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ทั่วไปที่มีน้ำเป็นส่วนผสมสำคัญ เพื่อช่วยให้เนื้อของ ผลิตภัณฑ์ซึมลงสู่ผิวได้ง่าย ซึ่งโดยปกติแล้วส่วนผสมน้ำในเนื้อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวก็มักจะแห้งทันทีที่ทาลงบนผิว จึงทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ยังคงติดอยู่ที่ผิวด้านนอกไม่ซึมซับลงในชั้นผิวด้านใน (Stewart, 2004)



รูปที่ 2.7 Hydrosomes Lamellar Gel Network เกิดขึ้นที่ด้านนอกของวักภาคน้ำ
ที่มา: LC Cream Maker, ม.ป.ป.

2.5 พอลิเมอร์ที่ใช้ในเครื่องสำอาง

2.5.1 Carbopol Ultrez-21

สารก่อเจลหรือขึ้นเนื้อให้กับผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีคุณสมบัติพิเศษง่ายต่อการใช้งาน คือ สามารถกระจายตัวบวมน้ำได้เร็ว โดยไม่ต้องใช้แรงปั่น เป็น Thickener และ Stabilizer ที่มีความทนทานต่อ Electrolyte (ประจุไฟฟ้า) และทนทานต่อกลุ่ม Surfactant เมื่อนำไปขึ้นเนื้อเจลจะมีความใส เนื้อเนียน ไม่เหนียว จึงมีการใช้งานกันอย่างกว้างในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ซึ่งมีคุณสมบัติที่ควรนำมาใช้ ดังนี้

- 1) เป็นสารก่อเจลที่ให้เนื้อขึ้นหนืด เมื่อเทไม่ไหลง่าย
- 2) มีความสามารถในการทน Electrolyte ได้ดีกว่า Carbopol รุ่นอื่น ๆ
- 3) ให้ความหนืดได้ดี แม้ใช้ในปริมาณน้อย
- 4) ไม่ต้องใช้ความร้อนในการกระจายตัว
- 5) ซึมไว ไม่เหนียวเหนอะหนะ
- 6) มีประสิทธิภาพในช่วง pH ที่กว้าง ทำให้สามารถสร้างสูตรได้อย่างยืดหยุ่น



รูปที่ 2.8 ลักษณะของ Carbopol Ultrez-21

ที่มา: Creamery, ม.ป.ป.

สามารถใช้กับตำรับต่างๆ ได้ เช่น มาส์ก เซรั่ม โลชั่น เจลล้างมือ เจลให้ความชุ่มชื้น โลชั่นกันแดด แชมพู และโลชั่นใส่เส้นผม เป็นต้น (Creamery, ม.ป.ป.)

2.5.2 Xanthan Gum

แซนแทนกัมเป็นสารเพิ่มความหนืด (Thickener) ผลิตจากธรรมชาติ 100% เป็นชนิดประจุลบ (Anionic) ที่สามารถใช้ได้ในแทบทุกสภาพแวดล้อมด้วยการหมักของน้ำตาลชนิดซูโครสหรือกลูโคสกับแบคทีเรียชนิด *Xanthomonas campestris* เมื่อผสมลงในเจลจะทำให้ได้เนื้อเจลใสและความหนืดที่เพิ่มลดได้ตามที่ต้องการ

Xanthan Gum จัดอยู่ในชนิดเนื้อเจลใส เนื้อเนียนไม่ยืด โดยชนิดเจลใสจะให้เนื้อใสโปร่งแสง ไม่ขุ่น และเนื้อเนียน ไม่ยืดใช้สำหรับเพิ่มความหนืด (Thickener) ให้กับครีม เจล โคลน หรือเซรั่ม ลักษณะเป็นผงสีขาวอมเหลืองละลายในน้ำ เป็นตัวเพิ่มเนื้อและปรับความหนืด ใช้ร่วมกับอิมัลซิไฟเออร์และตัวปรับความหนืดอื่นๆ ได้ดี โดยให้โปรย Xanthan Gum ในกลุ่ม Glycol เพื่อช่วยให้เปียกก่อนแล้วจึงค่อยเติมน้ำ



รูปที่ 2.9 ลักษณะของ Xanthan Gum

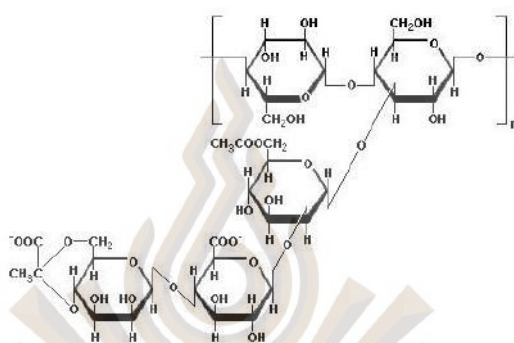
ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและน้ำตาลทรายกระทรวงอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.

โมเลกุลของแซนแทนกัมเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ประเภท Heteropolysaccharide ที่เป็นสายพอลิเมอร์ของ β -D-glucose มีโครงสร้างคล้ายกับเซลลูโลส (Cellulose) แต่ทุกๆ 2 โมเลกุลของกลูโคส (Glucose) เชื่อมต่อกับกิ่งของ Trisaccharide ที่เกิดจากน้ำตาลแมนโนส (Mannose) 2 โมเลกุล และกรดกลูคูโรนิก (Glucuronic Acid) 1 โมเลกุล โมเลกุลของแมนโนสที่อยู่ติดกับสายหลักมีเอสเทอร์ของกรดแอซิดที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 และแมนโนสที่ตำแหน่งปลายของ Trisaccharide มีกรดไพรูวิกเชื่อมต่ออยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 4 และ 6 ละลายในน้ำได้ดีให้ความหนืดแบบ Non Newtonian Fluid โดยมีพฤติกรรมเป็นแบบ Shear Thinning Fluid

ลักษณะสมบัติทางกายภาพของ Xanthan Gum (ธัญยาภรณ์ นาวิวรรณ, 2542) ได้แก่

1) ความสามารถในการละลาย โดย Xanthan Gum สามารถละลายได้ดีทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น ทำให้ได้สารละลายที่มีความหนืดสูงแม้ใช้ความเข้มข้นต่ำ ซึ่งมีรายงานพบว่าการใช้

Xanthan Gum เพียง 1% สามารถให้สารละลายที่มีความหนืดประมาณ 800 - 1,000 เซนติพอยซ์ โดย การวัดด้วยเครื่อง Brookfield LVF ที่ความเร็ว 60 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 25 °C รวมทั้งมีความสามารถในการละลายร่วมกับตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น Acetone, Ethanol, Isopropanol และ Methanol ที่มีความเข้มข้นสูงถึง 50% โดยการเติมตัวทำละลายซ้ำๆ และคนอย่างสม่ำเสมอ โดย Xanthan Gum จะตกตะกอนทันทีถ้าตัวทำละลายมีความเข้มข้นสูงเกินไปและสามารถละลายได้ดีทั้งในกรดหรือด่าง และเกลือหลายชนิด เช่น ละลายใน Acetic Acid 10%, NaOH 5-10% และ NaCl 15-15%



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของ Xanthan gum

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายกระทรวงอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.

2) สมบัติทางไหล (Rheological Properties) สารละลาย xanthan gum มีสมบัติเด่น แตกต่างจาก Polysaccharide ชนิดอื่น คือ เป็นของไหลประเภท Non-Newtonian Fluid ที่มีคุณสมบัติเป็น Pseudoplastic เมื่อมีแรงกระทำต่อสารละลายมาก (Shear Rate สูง) ความหนืดของสารละลายจะลดลง แต่เมื่อมีแรงกระทำต่อสารละลายน้อย (Shear Rate ต่ำ) สารละลายจะมีแรงต้านสูงและมีความหนืดเพิ่มขึ้น

3) ความคงตัวของความหนืดต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ สารละลาย Xanthan Gum จะสามารถคงความหนืดให้คงที่ได้แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงกว้าง ซึ่งสมบัติความคงตัวดังกล่าว สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารและการเก็บรักษา โดยเมื่อนำสารละลาย Xanthan Gum มาให้ความร้อนโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 15-30 นาทีในระบบปิด พบว่าความหนืดของสารละลายเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ความคงตัวต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH สารละลาย Xanthan Gum จะเกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืดน้อยมากเมื่อค่า pH เปลี่ยนแปลง ความคงตัวต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเกลือในสารละลาย Xanthan Gum ที่มีความเข้มข้นต่ำ การเพิ่มความเข้มข้นของเกลือเพียงเล็กน้อยจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืด โดยระดับความเข้มข้นเกลือที่ 0.005-0.01 โมลาร์ เกลือจะไม่ส่งผลต่อโครงสร้างทุติยภูมิของ Xanthan Gum แต่หากมีความเข้มข้นของเกลือที่สูงกว่านี้จะทำให้โมเลกุลของ Xanthan Gum

บางส่วนเกิดการจับตัวเป็นก้อน (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายกระทรวงอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.)

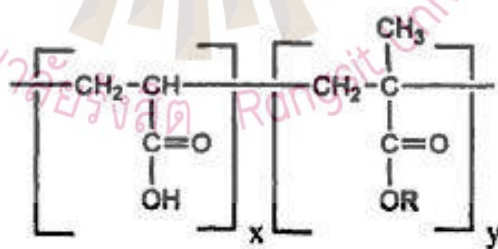
2.5.3 Pemulen TR-2

เป็นตัวทำละลายอิมัลชันที่มีชื่อ INCI ว่า Acrylates หรือ C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer ทำหน้าที่ เป็นอิมัลซิไฟเออร์ มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นพอลิเมอร์อเนกประสงค์ที่ไม่มีเอทออกซิเลต ออกแบบมาเพื่อสร้างอิมัลชันน้ำมันในน้ำที่มีความเสถียรและอ่อนตัวในระดับการใช้งานต่ำ สามารถใช้ร่วมกับ Carbopol เพื่อเพิ่มคุณสมบัติความอิมัลชันความหนืดที่สูงขึ้น ซึ่งไม่มี PEG และช่วยให้รักษาสภาพผลิตภัณฑ์ทั้งสถานะเย็นหรือร้อน ทำให้เกิดความยืดหยุ่น ทำให้รู้สึกเพิ่มความสดชื่น ส่วนใหญ่ Pemulen TR-2 เป็นโพลิเมอร์ที่ใช้ในสูตรต่อต้านริ้วรอย (Nancie, 2019) ซึ่งมีคุณสมบัติและประโยชน์ ดังนี้

- 1) ช่วยรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ทั้งสถานะเย็นหรือร้อน ทำให้เกิดความยืดหยุ่น
- 2) สามารถผสมน้ำได้ถึงระดับสูงสุดถึง 50% โดยจะอยู่ในช่วงค่า pH 4.0 - 5.0
- 3) เปิดใช้งานการกำหนดอิมัลชันที่ทนน้ำมันในน้ำ เนื่องจากสูตรไม่ต้องการการใช้

สารลดแรงตึงผิว

- 4) ปรับปรุงประสาทสัมผัส - แสงสดชื่นและดกค้ำของแสง
- 5) ไม่จำเป็นต้องคำนวณ HLB เมื่อกำหนด
- 6) PEG – ฟรี



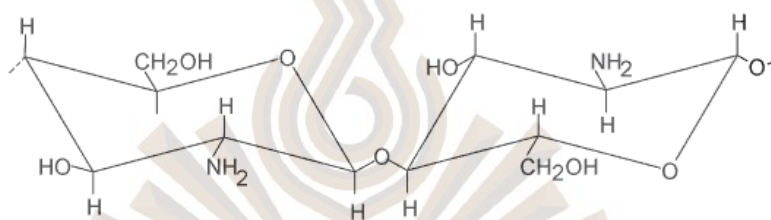
R = long chain alkyl group

รูปที่ 2.11 โครงสร้างทางเคมีของ Pemulen TR-2

ที่มา: Nancie, 2019

2.5.4 ไคโตแซน (Chitosan)

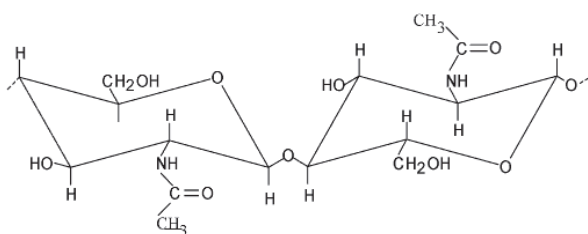
ไคโตแซน คือ อะมิโนพอลิแซ็กคาไรด์ (Aminopolysaccharides) ที่ได้จากขบวนการดีอะเซทิลเลชัน (Deacetylation) ของไคติน (Chitin) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่พบมากในธรรมชาติรองจากเพคติน (Pectin) ไคตินได้จากเปลือกของสัตว์ทะเลในกลุ่มสัตว์ที่มีเปลือกแข็งหุ้ม (Crustacean) เช่น กุ้ง ปู แคนกลางปลาหมึก หรือราบางชนิด ไคโตแซนที่ได้จากแหล่งที่มาที่ต่างกัน มีคุณสมบัติและการจัดเรียงตัวของโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันไป เช่น ไคโตแซนที่ได้จากเปลือกกุ้งจะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงจึงมักนำไปใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดและปรับเนื้อสัมผัสของเภสัชภัณฑ์ที่ใช้ภายนอก เป็นต้น (วรรณิ ศรีนุตตระกูล, 2553)



รูปที่ 2.12 โครงสร้างทางเคมีของไคโตแซน

ที่มา: วรรณิ ศรีนุตตระกูล, 2553

การนำไคโตแซนมาใช้ในเครื่องสำอางที่ใช้ภายนอก (Topical Dosage Forms) สมบัติของไคโตแซนมีความหลากหลายขึ้นกับน้ำหนักโมเลกุลและการกระจายของน้ำหนักโมเลกุล ดังนั้นจึงมีการประยุกต์ใช้ไคโตแซนในหลากหลายหน้าที่ โดยไคโตแซนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำ จึงนิยมใช้ในการเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิวหนัง นอกจากนี้ไคโตแซนยังช่วยเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน เพิ่มความนุ่มของผิวหนัง ใช้ชะลอระยะเวลาการติดของกลิ่นน้ำหอมใช้ในผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นกายและใช้ในผลิตภัณฑ์จัดแต่งทรงผม (วรรณิ ศรีนุตตระกูล, 2553)

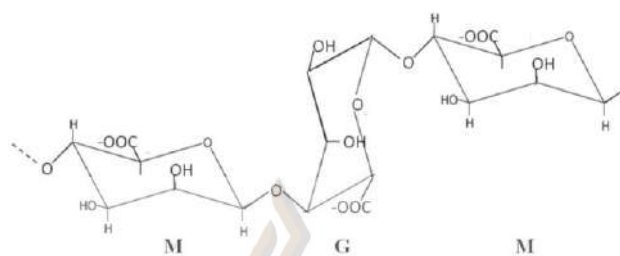


รูปที่ 2.13 โครงสร้างทางเคมีของไคติน

ที่มา: วรรณิ ศรีนุตตระกูล, 2553

2.5.5 อัลจิเนต (Alginate)

อัลจิเนตเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) จากธรรมชาติที่มีส่วนประกอบคือ กรดกลูโคโนอิก (Guluronic Acid) และกรดแมนนูโรนิก (Mannuronic Acid)



รูปที่ 2.14 โครงสร้างทางเคมีของอัลจิเนต

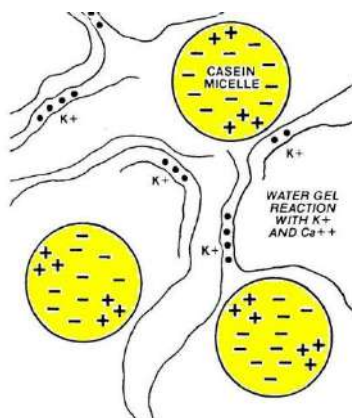
ที่มา: กัมปนาท หวลบุตตา และธนิกานต์ แสงนันทน์, 2556

พบได้มากในสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล และแบคทีเรียในดินขั้นตอนการสกัดอัลจิเนตจากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลนั้นไม่ซับซ้อน เริ่มจากการสกัดสาหร่ายด้วยกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid) นำไปล้างและกรองทำให้เป็นกลางด้วยด่าง

อัลจิเนตมีสมบัติเกาะติดเยื่อเมือกสามารถเข้าได้กับร่างกายและมีความเป็นพิษต่ำ อัลจิเนตละลายในตัวกลางน้ำที่มีสภาวะความเป็นกรด - ด่างที่เป็นกลางและสามารถก่อเจลได้อย่างรวดเร็วกับสารที่มีประจุสองบวกเช่น Ca^{2+} , Ba^{2+} และ Zn^{2+} เมื่ออยู่ในสภาวะความเป็นกรด - ด่างที่มีค่ามากกว่า 6 โดยปฏิกิริยาการก่อเจล (Ionic Gelation) นี้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการเตรียมเจลที่มีความหนืดสูง (กัมปนาท หวลบุตตา และธนิกานต์ แสงนันทน์, 2556)

2.5.6 คาราจีแนน (Carrageenan)

คาราจีแนนสกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดงในกลุ่ม *Rhodophyceae* เป็นสารในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์สายตรงที่มีหมู่ซัลฟา คาราจีแนนที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมักอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมแคลเซียมและโพแทสเซียม



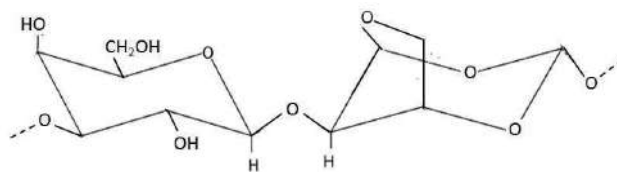
รูปที่ 2.15 การเสริมความแข็งแรงของการเกิดเจลคาร์ราจีแนกับเคซีน

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์, ม.ป.ป

มีการใช้คาร์ราจีแนเป็นสารก่อเจลหรือเพิ่มความหนืดเพิ่มความคงตัว โดยการราจีแนจะทำหน้าที่เพิ่มความหนืดในวัฏภาคน้ำและยังใช้ยึดอายุเกสซ์กันท์ในรูปแบบยาน้ำแขวนตะกอน ส่วนในด้านเวชสำอางนอกจากจะใช้คาร์ราจีแนในการเพิ่มความคงตัวของตำรับแล้วคาร์ราจีแนยังช่วยรักษาความชุ่มชื้นของผิวหนัง โดยการลดอุณหภูมิของผิวหนังและลดการระเหยของน้ำจากผิวหนัง นอกจากนี้คาร์ราจีแนยังใช้ในการปรับลักษณะเนื้อครีมได้อีกด้วย (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์, ม.ป.ป)

2.5.7 อะการ์ (Agar)

อะการ์หรืออะการ์อะการ์ (Agar-Agar) คือ สารก่อเจลที่ได้จากพอลิแซ็กคาไรด์ที่สะสมบริเวณผนังเซลล์ของสาหร่ายทะเลสีแดง (Red Algae, *Rhodophyceae*) โครงสร้างของอะการ์มีความหลากหลายขึ้นกับแหล่งของสาหร่ายที่ใช้ในการเตรียม



รูปที่ 2.16 โครงสร้างทางเคมีของอะการ์

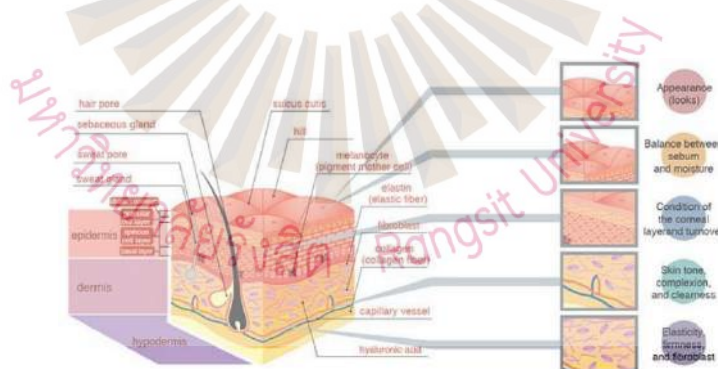
ที่มา: กัมปนาท หวลบุตรตา และธนิกานต์ แสงน้อม, 2556

อะการ์ไม่ละลายในน้ำเย็นแต่สามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน ดังนั้นเจลที่ได้จากอะการ์จะมีคุณสมบัติหลอมในอุณหภูมิสูงและคืนตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง (Reversible Gel) ปรากฏบน

ผิวของอะการ์จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสารในกลุ่มของโปรตีน ดังนั้นอะการ์จึงใช้กำจัดโปรตีนที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อะการ์ยังถูกใช้เป็นสารปรับรสสัมผัสในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ไอศกรีมและขนมต่างๆ โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้อะการ์เป็นสารก่อเจลในการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเนื่องจากการปนเปื้อนของเชื้อในอะการ์ต่ำ นอกจากนี้เจลจากอะการ์ยังมีลักษณะโปร่งใสจึงสามารถนำมาใช้ในอาหาร ใช้ในการเตรียมสารแขวนตะกอนและอิมัลชันใช้เป็นสารก่อเจลในการเตรียมเกลลัทธิกึ่งแข็ง โดยอะการ์และอะกาโรสที่มีปริมาณซัลเฟตต่ำจะให้เจลที่มีความใสและเนื้อเจลที่แข็งแรง (กัมปนาท หวลบุตตา และชนิกานต์ แสงนิม, 2556)

2.5.8 คอลลาเจน

โดยปกติทั่วไปผิวหนังที่มีคอลลาเจนเป็นโครงสร้างอยู่มากจึงมีแรงสปริงตัวและยืดหยุ่นได้ดีตามไปด้วย คอลลาเจนนั้นไม่ได้มีอยู่ที่ผิวหนังส่วนนอกเท่านั้น อวัยวะภายในร่างกายเองก็มีคอลลาเจนเป็นส่วนประกอบอยู่มาก ได้แก่ ฟังผืด (Fascia), กระดูกอ่อน (Cartilage), เส้นเอ็น (Ligaments), ข้อต่อ (Tendons), และกระดูก (Bone) สารคอลลาเจนที่เป็นส่วนประกอบหลักของชั้นผิว มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า เคราติน Keratin ทำหน้าที่ สร้างความยืดหยุ่นและความแข็งแรง เมื่อสารเคราตินในชั้นผิวลดลงจึงเกิดริ้วรอยแห่งวัยขึ้นบนชั้นผิว นอกจากนี้เคราตินมีหน้าที่สร้างความยืดหยุ่นให้หนังหลุดเลื้อย มีส่วนช่วยในการสร้างเนื้อเยื่อใหม่



รูปที่ 2.17 ตำแหน่งของคอลลาเจน

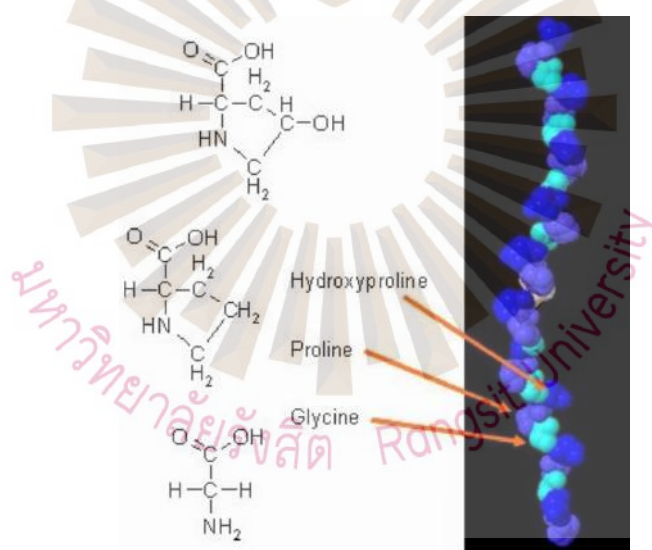
ที่มา: ญัฐวัตร, 2556

ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากคอลลาเจนอย่างแพร่หลายใน วงการแพทย์ใช้ลดอาการอักเสบของผิวหนัง ทำเป็นไหมละลายในการผ่าตัดใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใช้เป็นสารบรรจุหึ่งอก ผ่าตัดตกแต่งผิวหนัง และชะลอความแก่หรือลดรอยเหี่ยวย่นของผิวหนัง ใช้ในเครื่องสำอางเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและชุ่มชื้นให้กับผิวหนัง โดยใช้คอลลาเจนเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ ได้แก่ แชมพู

ครีมนวดผม ครีมอาบน้ำโลชั่น ครีมล้างหน้า ครีมทาหน้าครีม บำรุงผิว และลิปสติก เป็นต้น (ณัฐวัตร, 2556)

2.5.9 เจลาติน

เจลาตินเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพชนิดหนึ่ง ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เจลาตินคือ โปรตีนชนิดหนึ่งที่เกิดจากการสลายคอลลาเจนด้วยกรดหรือด่าง มีลักษณะเป็นผงสีขาวตาลอ่อน สามารถสกัดได้จากกระดูกและหนังสัตว์ (เช่น วัว ควาย หมู) เมื่อนำผงเจลาตินมาอุ่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส จะหลอมกลายเป็นของเหลวหนืด ถ้าตั้งทิ้งไว้ให้เย็นของเหลวจะกลายเป็นเจล ในปัจจุบันมีการนำเจลาตินมาใช้ในการเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เครื่องสำอาง ยา อาหาร และฟิล์มถ่ายรูป เป็นต้น การใช้เจลาตินในผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเจลหรือใช้เพื่อเพิ่มลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าเจลาตินสามารถลดปัญหาการไหลเยิ้มของน้ำออกจากตัวผลิตภัณฑ์ในผลิตภัณฑ์เจลขึ้นรูปบางชนิด (สาโรจน์ รอดคีน, 2558)



รูปที่ 2.18 โครงสร้างทางเคมีของเจลาติน

ที่มา: สาโรจน์ รอดคีน, 2558

คอลลาเจนและเจลาตินมีกรดอะมิโนที่สำคัญ เช่น ไฮดรอกซีโพรลีน ไกลซีน ไฮดรอกซีไลซีน และอนุพันธ์ของทริปโทฟาน คอลลาเจนของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีไฮดรอกซีโพรลีนที่สูงกว่าคอลลาเจนจากปลา โดยทั่วไปสามารถพบคอลลาเจนได้ในส่วนของกระดูก ฟัน หนัง เอ็น และเขาของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยพบเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักตัว แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ (Lacroix & Cooksey, 2005)

2.6 มาส์กหน้า

การมาสก์หน้า เป็นวิธีการทำทรีทเม้นต์บำรุงผิวและวิธีการทำความสะอาดผิวอย่างลึกซึ้ง ซึ่งจะช่วยขจัดสิ่งสกปรกที่อุดตันรูขุมขนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการมาสก์หน้า คือ การนำเซรั่มหรือสารบำรุงสูตรเข้มข้นมาเคลือบไว้บนผิวหนัง เพื่อบำรุงผิวอย่างล้ำลึก ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต ช่วยให้ผิวกระจ่างใส ลดเลือนรอยดำ รอยแดง และรอยสิ่ว จึงสามารถเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิวหนัง เพราะผิวได้ดูดซึมสารบำรุงจากธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ และที่สำคัญตัวมาสก์มีความเข้มข้นของสารอาหารต่างๆ มากกว่าครีมธรรมดาหลายเท่า เพราะผิวได้ดูดซึมสารบำรุงจากธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ (Atprove, 2558)

แผ่นมาสก์บำรุงผิวหนัง (Sheet Mask) มีต้นกำเนิดมาจากประเทศเกาหลีซึ่งเป็นประเทศที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ต่างๆ สำหรับการดูแลผิวพรรณและเครื่องสำอางแผ่นมาสก์บำรุงผิวหนัง (Sheet Mask) เป็นแผ่นเส้นใยที่มีลักษณะเป็นรูปใบหน้าที่ชุบด้วยสารเซรั่มหรือสารละลายที่บรรจุด้วยสารสำหรับบำรุงผิวนิคมเข้มข้น โดยทั่วไปจะเป็นแบบการใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง สำหรับแต่ละแผ่นทำให้สามารถใช้งานง่าย สะดวกและรวดเร็ว ประเภทของแผ่นมาสก์บำรุงผิวหนัง (Sheet Mask) ความแตกต่างระหว่างแผ่นผ้าแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ใช้ในการผลิตเส้นใยที่ปัจจุบันมีอยู่ 4 ประเภท คือ

1) ไฟเบอร์ (Fiber) เป็นแผ่นที่มีเนื้อหยาบให้ความรู้สึกเหมือนกระดาษ มีราคาที่ไม่สูงและช่วยในการเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิว แต่มีข้อเสีย คือ มีการระเหยของเซรั่มอย่างรวดเร็วและไม่อุ้มน้ำมากนัก ในขณะที่ใช้จึงควรใช้ขณะที่นอนลงเพื่อให้เซรั่มสามารถซึมสู่ผิวหนังได้

2) เชื้อกระดาษ (Pulp) เนื้อเยื่อที่มีความละเอียดกว่าไฟเบอร์ (Fiber) แต่มีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากเนื้อเยื่อมีลักษณะค่อนข้างหยาบ ทำให้มีการยึดเกาะกับผิวหนังน้อยทำให้เซรั่มระเหยไปอย่างรวดเร็ว

3) ไฮโดรเจล (Hydro-Gel) มีประสิทธิภาพดีกว่าทั้งไฟเบอร์ (Fiber) และเชื้อกระดาษ (Pulp) โดยมากจะมีการผลิตเป็น 2 แผ่น แผ่นละครึ่งหน้า (ส่วนบน 1 แผ่นและส่วนล่าง 1 แผ่น) บรรจุแยกคนละซองกัน กระบวนการผลิตนั้นจะมีส่วนผสมของเซรั่มและเจลาติน ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้สึกบางเบาและเย็น แต่ต้องมีความระมัดระวังในการใช้ เนื่องจากมีลักษณะที่บางและอาจเกิดการฉีกขาดได้ง่าย

4) ไบโอเซลลูโลส (Bio Cellulose) มีการผลิตด้วยการทอจากเส้นใยธรรมชาติทั้งหมด ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับการดูแลผิวหนังและความชุ่มชื้นด้วยการยึดเกาะผิวหนัง จึงทำให้การถ่ายโอนเซรั่มและสารบำรุงผิวต่างๆ เข้าสู่ผิวหนังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่

พื้นผิวของไบโอเซลลูโลสมีลักษณะเหมือนแผ่นเจลที่เย็นและชุ่มฉ่ำ แต่โครงสร้างพื้นฐานของไบโอเซลลูโลสมีความแข็งแรงและมีความยืดหยุ่น จึงทำให้ไบโอเซลลูโลสเก็บความชุ่มชื้นได้ดี ไม่ระเหยแห้งไปในระหว่างการใช้งาน

วิธีการใช้แผ่นมาสก์บำรุงผิวหน้า (Sheet Mask) ได้มีการแนะนำการใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ไว้ดังนี้

1) การเลือกแผ่นมาสก์บำรุงผิวหน้า (Sheet Mask) ควรเลือกให้เหมาะสมตามคุณสมบัติที่ต้องการ เช่น การเลือกชนิดแผ่นมาสก์บำรุงผิวหน้า (Sheet Mask) สำหรับลดจุดด่างดำ หนองค้ำคั่งริ้วรอย เพิ่มความชุ่มชื้น หรือช่วยให้ผิวกระจ่างใส เป็นต้น ส่วนเวลาที่เหมาะสมกับการใช้แผ่นมาสก์ควรทำในช่วงก่อนนอน เพื่อให้ผิวได้ฟื้นฟูบำรุงในขณะที่นอนหลับ แต่หากต้องไปงานสำคัญก็สามารถใช้แผ่นมาสก์ก่อนการทาครีมบำรุงผิวหน้าหรือก่อนการแต่งหน้าในเวลากลางวันได้

2) การเตรียมผิวก่อนใช้แผ่นมาสก์บำรุงผิวหน้า (Sheet Mask) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากหากเตรียมผิวไม่ถูกต้องแล้วจะทำให้การใช้แผ่นมาสก์ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ในการเตรียมผิวนั้น ควรล้างหน้าให้สะอาดทำการปรับสภาพผิวด้วยโทนเนอร์และเพื่อให้เกิดความพร้อมในการบำรุงผิว

3) การใช้แผ่นมาสก์บำรุงผิวหน้า (Sheet Mask) ควรวางให้แนบสนิทไปกับผิวหน้า ไม่ควรทำให้เกิดเป็นช่องอากาศ โดยการขยับเขยื้อนใบหน้า เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพลดลง การมาสก์หน้าระยะเวลาในการทำประมาณ 10 - 15 นาที

4) หลังการใช้แผ่นมาสก์บำรุงผิวหน้า (Sheet Mask) ควรดูว่าเป็นชนิดที่ต้องล้างออกหรือไม่หากเป็นชนิดที่ไม่ต้องล้างออกนั้น สามารถทาครีมบำรุงผิวหน้าต่อได้ทันที ซึ่งจะช่วยให้ครีมบำรุงซึมซับสู่ผิวได้ดียิ่งขึ้น แต่หากเป็นชนิดที่ต้องล้างออก ควรล้างออกด้วยการเช็ดด้วยโทนเนอร์แล้วจึงตามด้วยการทาครีมบำรุงผิวหน้า ส่วนสารบำรุงที่ยังคงชุ่มชื้นอยู่ที่แผ่นมาสก์บำรุงผิวหน้า สามารถนำมาเช็ดผิวตามลำคอ ผิวขาหรือที่แขนได้ แต่ไม่ควรเก็บไว้ใช้ในครั้งต่อไป

2.6.1 การเลือกแผ่นมาสก์ให้เหมาะกับสภาพผิว

1) เลือกมาสก์ที่มีส่วนผสมที่ช่วยสร้างสมดุลให้ผิวได้ดีที่มีการปลดปล่อยเซลล์ผิวอย่างเป็นธรรมชาติ มีส่วนประกอบของ AHA BHA หรือจากพืชธรรมชาติ เช่น แดงกวา ชาเขียว สารสกัดชา เก๋ลิคของราชว และมีความสามารถในการแทรกซึมเข้าไปยังชั้นความมันภายในเซลล์ผิวหรือเซรัมที่อยู่ตามรูขุมขน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองขาดความชุ่มชื้น ผิวแห้ง และการอักเสบ

2) เลือกแผ่นมาสก์ที่มีสารอาหารที่ให้ความชุ่มชื้นกับผิว เช่น น้ำผึ้ง น้ำมันหรือออยล์ สาหร่าย วุ้นหางจระเข้ ใบบัวบก เมือกหอยทาก เพื่อบำรุงผิวให้ชุ่มชื้นและกระชับมากขึ้นเหมาะสำหรับผิวแพ้ง่าย และผิวที่มีปัญหาในเรื่องฝ้า กระ และจุดด่างดำ



รูปที่ 2.19 คุณสมบัติข้อดีของการมาสก์หน้า

ที่มา: Lnwshop, 2562

3) เลือกแผ่นมาสก์ที่เน้นให้ผิวขาวใส ลดเลือนฝ้า กระ จุดด่างดำ ซึ่งส่วนใหญ่มาสก์เหล่านี้จะมีส่วนผสมของวิตามินซี เพื่อให้สีผิวที่ไม่สม่ำเสมอเรียบเนียนขึ้น

4) เลือกแผ่นมาสก์ที่เสริมการทำงานของเซลล์ผิวให้แข็งแรงหรือแผ่นมาสก์ที่มีส่วนผสมของคอลลาเจน เพราะมีคุณสมบัติในการแทรกซึมเข้าสู่เซลล์ผิวลึกได้ดี จึงช่วยลดเลือนริ้วรอย ทำให้ผิวเรียบเนียน ไร้ริ้วรอยลึก และตื้นขึ้น (Lnwshop, 2562)

2.6.2 ประเภทของการมาสก์หน้า

2.6.2.1 มาสก์แบบชนิดแผ่น (Sheet Type)

แผ่นมาสก์ชนิดนี้ มีส่วนผสมที่ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว เพื่อการดูแลเสริมสร้างการทำงานซ่อมแซมผิวจำพวกริ้วรอยและช่วยให้ใบหน้าขาวใสขึ้น ขณะใช้รู้สึกได้ถึงความเย็นสดชื่นมาสก์ชนิดแผ่นมักมีราคาก่อนข้างสูง

มาสก์แบบชนิดแผ่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1) แผ่นมาสก์ที่ใช้เฉพาะบริเวณส่วนของใบหน้า เช่น แผ่นมาสก์ที่ใช้เฉพาะรอบดวงตา ส่วนใหญ่จะเป็นมาสก์เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นและลดเลือนริ้วรอยบริเวณรอบดวงตาและส่วนต่างๆ และแผ่นมาสก์ที่ใช้เฉพาะบริเวณจมูก โดยส่วนใหญ่มักจะเป็นแผ่นมาสก์ที่ใช้เพื่อการลอกผิว

เสี้ยน หรือไขมันอุดตันในรูขุมขนบริเวณจมูกให้หลุดออกได้ง่าย แผ่นมาสก์ที่ใช้เฉพาะบริเวณรอบคาง เพื่อช่วยลดการอักเสบของผิว อันเป็นสาเหตุเบื้องต้นของการเกิดสิวในลำดับต่อไป ซึ่งใช้เฉพาะบริเวณคาง และบริเวณที่จะเกิดการอักเสบของผิวบนใบหน้า



รูปที่ 2.20 แผ่นมาสก์แปะลงบนหน้าหรือแบบแผ่นซีท
ที่มา: Surefactory, ม.ป.ป.

2) แผ่นมาสก์ที่ใช้ทั่วใบหน้า โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1) แผ่นมาสก์แบบแผ่นเดียว ใช้ทั้งแผ่นมาสก์ทั่วใบหน้า เพื่อการดูแลผิวทั้งใบหน้า

2.2) แผ่นมาสก์ที่แยกออกเป็น 2 ส่วน คือ มาสก์ส่วนบนของใบหน้าและมาร์คส่วนล่างของใบหน้า เพราะการมาสก์หน้าแบบ 1 ส่วน ในบางครั้งส่วนที่ต้องการให้แนบสนิทตามร่องแก้ม ร่องจมูกไม่สามารถแนบสนิทไปกับผิวได้ จึงต้องมีการผลิตที่แยกออกจากกันเป็น 2 ส่วน เพื่อให้มาสก์สามารถแนบสนิทกับผิวหน้าได้มากที่สุด (Surefactory, ม.ป.ป.)

2.6.2.2 มาสก์หน้าแบบล้างออก



รูปที่ 2.21 ลักษณะมาสก์แบบล้างออก
ที่มา: พิมพัรวิ อดุลรัมย์, ม.ป.ป.

มาสก์ชนิดนี้ มีให้เลือกหลากหลายมีทั้งเนื้อเจล เนื้อครีม และเนื้อมูส เมื่อมาสก์แห้ง จะไม่มีลักษณะแข็งเหมือนมาสก์โคลน จากนั้นล้างออกด้วยน้ำสะอาด บางตัวจะมีเม็ดสครับอยู่ข้างใน เพื่อช่วยให้ขัดผิวเบาๆ ตอนล้างออกมาสก์ชนิดนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมาสก์ (พิมพ์วิ อดุลรัมย์, ม.ป.ป.)

2.6.2.3 มาสก์ขี้ผึ้งแบบไม่ต้องล้างออก (Sleeping Mask)

Sleeping Mask คือ การมาสก์หน้าประเภทหนึ่งที่มาในรูปแบบของเนื้อครีม หรือ เจล ซึ่งวิธีใช้ คือ ทามาสก์บำรุงผิวก่อนนอนตามชื่อที่เรียกว่า Sleeping Mask โดยมาสก์ประเภทนี้จะแตกต่างกับมาสก์ประเภทอื่นๆ ที่สามารถทาทำก่อนนอนและทิ้งไว้ทั้งคืน จากนั้นค่อยล้างมาสก์ออกในตอนเช้า (อัญญา, 2561)



รูปที่ 2.22 การมาสก์หน้าในรูปแบบ Sleeping Mask

ที่มา: อัญญา, 2561

มาสก์ชนิดนี้จะถูกออกแบบมาให้ใช้สำหรับกลางคืน ดังนั้นเมื่อทาลงบนผิวหนังแล้วจะมีฟิล์มบางๆ มาเคลือบผิวหนังไว้ ซึ่งจะช่วยให้ไม่ให้น้ำระเหยออกจากใบหน้าและเพิ่มการดูดซึมสารบำรุงต่างๆ ให้สามารถซึมเข้าสู่ผิวได้ดีขึ้น ทำให้ผิวหนังจะกระจ่างใส เปล่งประกาย ชุ่มชื้น นุ่มนวล หลังจากได้รับการบำรุงอย่างเต็มเปี่ยมมาแล้วทั้งคืน

2.6.2.4 มาสก์แบบลอกออก

แผ่นมาสก์ชนิดนี้ เมื่อแห้งสามารถลอกออกมาเป็นแผ่นได้เลย มีชนิดแบบเนื้อสียาสีขาว และสีดำ ซึ่งจะช่วยให้เรื่องผิวเสียน้ำและสิ่งสกปรกอื่นๆ รวมถึงขนอ่อนออกจากผิว อยู่ด้วยความเหนียวเหนียวของเนื้อมาสก์ ไม่ควรทิ้งมาสก์หน้าไว้ข้ามคืน และควรเว้นบริเวณที่เป็นผิวอักเสบ ไม่ควรมาสก์หน้าทุกวัน สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง หรือจะมาสก์เฉพาะบริเวณจมูกก็ได้ (Brannova, ม.ป.ป.)



รูปที่ 2.23 ลักษณะการมาสก์หน้าแบบลอกออก

ที่มา: Brannova, ม.ป.ป.

2.6.2.5 มาสก์แบบผง (Mask Powder)



รูปที่ 2.24 ลักษณะของมาสก์ผง

ที่มา: Bangrakherbals, 2561

มีลักษณะเป็นผงแห้งบรรจุในภาชนะเป็นขวดกระปุกหรือซอง เมื่อต้องการใช้อาจผสมกับส่วนผสมที่เป็นน้ำยาที่ผสมสารประกอบอื่นๆ ทำให้ได้เป็นครีมข้นหรืออาจผสมผงมาสก์กับน้ำจนได้เป็นเนื้อครีมหรือเจลข้น แล้วทาบนผิวหนังหน้าจึงล้างออก ปัจจุบันยังมีผลิตภัณฑ์มาสก์ผงแบบเป็นเม็ด เมื่อผสมน้ำจะได้เป็นครีมข้นสามารถทาบนผิวหนังได้ ทำให้รู้สึกผิวหนังเรียบเนียนและสะอาดใส (Bangrakherbals, 2561)

2.6.2.6 มาสก์โคลน (Mud Mask หรือ Clay Mask)

มาสก์ลักษณะเป็นโคลน (Mud Mask) หรือ Clay Mask อาจมีสีเขียว เทาดำ ขาว เป็นต้น มักมีสรรพคุณช่วยทำความสะอาดผิวหนัง เมื่อปล่อยทิ้งไว้ตัวมาสก์จะแห้ง มักมีลักษณะแห้งติดผิวจึงต้องเช็ดด้วยผ้านุ่มผสมน้ำอุ่น สิ่งสกปรกต่างๆ ก็จะถูกกำจัดออกไปด้วยในขณะล้างออกไป



รูปที่ 2.25 ลักษณะของมาสก์โคลน

ที่มา: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563

มาสก์ลักษณะเป็นโคลน (Mud Mask) หรือ Clay Mask อาจมีสีเขียว เทาดำ ขาว เป็นต้น มักมีสรรพคุณช่วยทำความสะอาดผิวหนัง เมื่อปล่อยทิ้งไว้ตัวมาสก์จะแห้ง มักมีลักษณะแห้งติดผิวจึงต้องเช็ดด้วยผ้านุ่มผสมน้ำอุ่น สิ่งสกปรกต่างๆ ก็จะถูกกำจัดออกไปด้วยในขณะล้างออกไป

เหมาะสำหรับคนผิวมันไปจนถึงผิวธรรมดา คนผิวหนังแห้งจะไม่ค่อยเหมาะสม เพราะโคลนกำลังดูดน้ำออกจากผิวหนังมากเกินไป แต่ถึงอย่างนั้นก็ควรหลีกเลี่ยงการปล่อยให้โคลนแห้งจนแตกเป็นรอยแตกและจะดูดเอาความมันและสิ่งสกปรกหรือฝุ่นละอองที่อุดตันอยู่ตามรูขุมขนออกไป เพราะเมื่อโคลนจับตัวกันแห้งจะทำให้ตึงผิวให้กระชับ มีคุณสมบัติในการทำความสะอาดอย่างล้ำลึก (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563)

2.7 การประเมินคุณภาพของความคงตัว

การประเมินคุณภาพของความคงตัว จำเป็นต้องมีการทดสอบเป็นขั้นตอนเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาจำหน่ายเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้จริงๆ ควรมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

2.7.1 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Test)

เป็นการประเมินผลขั้นต้น โดยการตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ว่าเข้าเกณฑ์มาตรฐานตามที่ตั้งไว้หรือไม่มีการทดสอบ มีดังนี้

- 1) การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น การแยกชั้นหรือตกตะกอน
- 2) การทดสอบด้านประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น ความเนียนของเนื้อครีม การดูดซึมเมื่อใช้ทาบนผิว เป็นต้น
- 3) ตรวจวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาปริมาณตัวยาสำคัญสารกันบูด เป็นต้น
- 4) การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเคมี เช่น ความหนืด pH และการไหล

5) การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

2.7.2 การทดสอบคุณภาพด้านการใช้ของผลิตภัณฑ์ (Performance Test)

เป็นการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์นั้นให้ผลการใช้ตามจุดประสงค์หรือไม่ โดยการใช้อาสาสมัครทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ อาจให้ทำแบบสอบถามตามเกณฑ์ที่ผู้ผลิตตั้งขึ้น เช่น ความเหนอะหนะ การซึมซาบ และการกระจายตัวของครีม ความพอใจในสี กลิ่น รส เป็นต้น แล้วนำมาประเมินผล

2.7.3 การทดสอบผลต่อร่างกาย (Physiological Test)

เป็นการทดสอบว่าผลิตภัณฑ์มีผลเสียหรือเป็นอันตรายต่อร่างกายหรือไม่ เช่น ทำให้เกิดการแพ้หรือระคายเคืองหรือไม่ โดยการทำ Patch Test การทดสอบในข้อนี้ เป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง เพราะสารที่ใช้ผลิตโดยเฉพาะสารลดแรงตึงผิว น้ำหอมบางชนิด อาจทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้

2.7.4 การทดสอบด้านความคงสภาพของผลิตภัณฑ์

เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องทำการทดสอบ เพราะผลิตภัณฑ์ที่ดี เมื่อผลิตเสร็จใหม่ๆ ภายหลังการเก็บไว้นานๆ หรืออยู่ในท้องตลาดก่อนถึงมือผู้ซื้อ อาจถูกกระทบกระเทือน โดยปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิการขนส่งแสง เป็นต้น ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นไม่เป็นที่ยอมรับหรือหมดความเชื่อถือต่อผู้บริโภค ปกติการดูแลผลด้านความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ มักมีการเก็บผลิตภัณฑ์ทิ้งไว้ในที่อุณหภูมิห้อง เพื่อสัมผัสสภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนตามฤดูกาล ซึ่งต้องใช้เวลาเป็นปีถึงสองปีทำให้ไม่สะดวกต่อการออกจำหน่าย จึงมีการทดสอบแบบเร่ง เพื่อให้ระยะเวลาในการทดสอบเร็วขึ้น โดยการสร้างสถานการณ์เลียนแบบ โอกาสที่อิมัลชันจะสลายตัวไป เช่น การทดสอบความคงสภาพต่ออุณหภูมิความคงสภาพต่อการรวมตัว เป็นต้น

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของอิมัลชันที่ควรนำมาประเมินมี ดังนี้

- 1) การสูญเสียและสารระเหยออกจากผลิตภัณฑ์
- 2) ความคงตัวของตัวสำคัญและสารปรุงแต่งในผลิตภัณฑ์
- 3) ความหนืดและคุณสมบัติการไหล
- 4) ขนาดและการกระจายขนาดของอนุภาค
- 5) การเปลี่ยนแปลงของ Phase to Volume Ratio

6) pH

7) ความเนียนและการแยกชั้น

8) การปนเปื้อน

2.7.5 การทดสอบความคงสภาพแบบเร่ง

การศึกษาสภาวะปกติจะต้องใช้เวลานานการศึกษา โดยการเร่งจะเร็วขึ้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิแสงความชื้นสัมพัทธ์ จึงช่วยร่นระยะเวลาการศึกษาเป็นประโยชน์มากในการเปรียบเทียบค่ารับเพื่อคัดเลือกว่ารับที่ดีที่สุด

2.7.4.1 การเร่งโดยใช้อุณหภูมิยังไม่เป็นที่ยอมรับ เพราะอิมัลชันเป็นระบบ 2 วัฏภาค เมื่ออุณหภูมิสูงจะทำให้การละลายของตัวอิมัลชันเปลี่ยนไป อาจทำให้วัฏภาคแยกชั้น จึงใช้ภาคความคงสภาพที่อุณหภูมิห้องได้ยากแต่ โดยทั่วไปจะทดสอบด้วยวิธีนี้ เพราะผลิตภัณฑ์ที่คงทนต่อความร้อนได้ก็จะคงทนที่อุณหภูมิห้องและการเร่งอุณหภูมิตัวอิมัลชันก็อาจแยกชั้นเนื่องจากตัวทำอิมัลชัน หรือ Wax ตกตะกอน ถ้าเย็นมากน้ำจะกลายเป็นน้ำแข็งเป็นเกล็ดแยกออกจากน้ำมันได้ จึงเป็นการเร่งการสลายตัวของโลชั่น

1) การใช้อุณหภูมิต่ำสลับสูงมี 2 ลักษณะ คือ

1.1) Heating and Cooling Cycle โดยการเก็บผลิตภัณฑ์ในตู้เย็น 4 °C 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเข้าตู้อบที่ 45 °C อีก 48 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบรวมทั้งสิ้น 6-8 รอบ แล้วนำมาประเมินผล

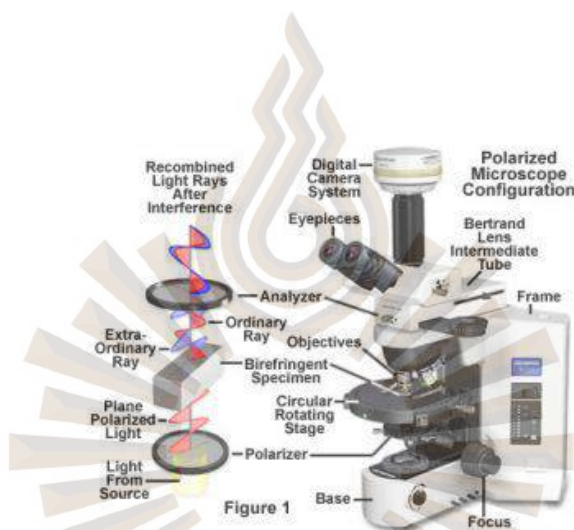
1.2) Freeze and Thaw Cycle โดยการเก็บผลิตภัณฑ์ในช่องแข็ง -20 °C นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเข้าตู้อบที่ 25 °C อีก 48 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบทำการทดสอบรวมทั้งสิ้น 6-8 รอบแล้ว นำมาประเมินผล

1.3) การเร่งโดยแสงพลังงานแสง อาจเร่งให้เกิดการซีดจาง การเปลี่ยนสี กลิ่น หรือเกิดปฏิกิริยาเคมีตัวทำอิมัลชัน น้ำมันบางชนิดในสูตรตำรับอาจสลายตัวโดยแสงทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิมจึงควรทำการทดสอบอย่างยิ่ง

1.4) การเร่งโดยใช้แรงโน้มถ่วงโลกโดยการปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) หรือ การเขย่า (Shake) วิธีนี้จะเร่งการตกตะกอนของอิมัลชันและเป็นวิธีที่ขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์และความเหมาะสมในการทดสอบ (เสาวนีย์ และหทัยชนก, 2549)

2.8 Polarized Light Microscope

เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ศึกษา Biological Materials โดยคำนึงถึงความแตกต่างของ Refractive Index ที่เป็นองค์ประกอบในชิ้นเนื้อว่ามีทิศทางเรียงตัวเป็นระเบียบกับแนวแกนยาวของกล้องหรือไม่ ถ้าองค์ประกอบของชิ้นเนื้อสามารถเบี่ยงเบนทิศทางของ Linear Polarized Light ให้เป็น Elliptical Polarized Light และ Analyzer จับภาพได้แสดงว่าสารหรือชิ้นเนื้อนั้นเป็นชนิด Birefringent (Anisotropic) แต่ในทางตรงข้ามแสดงว่าสารหรือชิ้นเนื้อนั้นเป็น Isotropic กล้องชนิดนี้มีประโยชน์ในการศึกษากลิ้ามเนื้อเยื่อประสาน Cell Membrane และ Achromatic Mitotic Apparatus



รูปที่ 2.26 ส่วนประกอบของ Polarized Light Microscope

ที่มา: ชิติ มหาเจริญ, 2560

กล้อง Polarize ใช้สำหรับตัวอย่างที่มีคุณสมบัติเป็น Birefringent หรือมีการหักเหของแสงได้มากกว่า 2 ทิศทางขึ้นไป กล้องชนิดนี้มีความไวสูง สามารถใช้งานวิเคราะห์ด้านปริมาณและคุณภาพ หลักการกล้องชนิดนี้ มีการดัดแปลงจากกล้องธรรมดา คือ มี Polarizer ซึ่งวางตำแหน่งไว้ก่อนแสงผ่านตัวอย่างและมี Analyzer วางไว้ก่อนหลังเลนส์ก่อนถึงจุดที่ทำการสังเกตหรือบันทึกภาพ แสงที่ผ่านตัวอย่างที่มีคุณสมบัติเป็น Birefringent จะทำให้เกิดคลื่นแสง 2 คลื่น แต่ละคลื่นสั้นในระนาบเดียวแต่มีระนาบการสั่นตั้งฉากกัน ความเร็วของคลื่นทั้ง 2 จะไม่เท่ากัน เมื่อแสงผ่านตัวอย่างแล้วจะไปรวมตัวกันอย่างเสริมหรือหักล้างกัน ลักษณะภาพที่เกิดจากกล้องนี้ คือ เมื่อหมุนตัวอย่างจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของความสว่างหรือสีของตัวอย่าง คุณสมบัตินี้ใช้ในการระบุชนิดของตัวอย่างได้ในระยะแรกกล้องชนิดนี้ใช้มากในทางธรณีวิทยาในการตรวจแร่ หิน ผลึกต่างๆ ในทางชีววิทยาสามารถใช้ตรวจดู Polymers เช่น แป้ง ยูเรีย และ Biological Macromolecules ต่อมา มีการประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์วิทยาศาสตร์ทางทะเล วัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีทางอาหาร

นิติวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างที่สามารถนามาตรวจสอบได้ เช่น ผล็กเกาท์ (Monosodium Urate) เนื้อเยื่อ กล้ามเนื้อ ฟัน แร่ธาตุ ไขมัน เส้นใย แก้ว เซรามิกส์ และโลหะ (ชิตติ มหาเจริญ, 2560)

Birefringence เป็นค่าความแตกต่างของดัชนีหักเหแสงของเส้นใย สามารถคำนวณได้จากค่า Retardation (r) and Thickness (T) โดยใช้สูตร $B = r(nm)/1,000T(m)$ Dispersion Staining เป็นเทคนิค ในการหาดัชนีหักเหแสงโดยใช้เลนส์วัตถุที่มีลักษณะจุดทึบแสง (Central Stop) หรือโปร่งแสง (Annular Stop) อยู่ตรงกลางเลนส์เมื่อเลือกใช้เลนส์วัตถุ Annular Stop โดยปิด Iris นั้น เส้นใยที่อยู่ใน ตัวกลางที่เป็น High Dispersion จะแสดงสีตรงขอบ เมื่อเส้นใยและตัวกลางมีค่าดัชนีหักเหแสงที่ ตรงกัน แต่เมื่อเลือกใช้ Central Stop เป็นเลนส์วัตถุ นั้น สีที่แสดงจะเป็นในส่วนของสีที่เป็นส่วนต่าง ของแสงสีขาวกับค่าความยาวคลื่นที่ปรากฏบนเลนส์ Annular Stop

Interference Colors เป็นสีที่ปรากฏจากรังสีแสงที่เฟสไม่ตรงกัน โดยจะเห็นเมื่อสังเกต ตัวอย่างตอนที่ Cross Polars ค่า Retardation สามารถระบุได้ จากการสังเกตสีเปรียบเทียบกับ Michel-Lévy Chart Michel-Lévy Chart คือ ตารางบอกค่าความสัมพันธ์ของสี Interference Color ค่าความ หนาของวัตถุ และค่า Birefringence ของวัตถุ Isotropic Materials เช่น แก้ว ของเหลวมีคุณสมบัติทาง แสงเหมือนกัน ไม่ว่าจะพิจารณาจากด้านใด มีค่า Refractive Index ค่าเดียว และมีข้อจำกัดของ ระนาบการสั่นของคลื่นแสง Anisotropic Materials ได้แก่ ของแข็งส่วนใหญ่ มีคุณสมบัติทางแสง ต่างกัน ขึ้นกับทิศทางของแสงที่มากระทบ และมีค่า Refractive Index มากกว่า 2 ค่าขึ้นไป คุณสมบัติ ที่สำคัญ คือ สามารถแยกแสง 1 คลื่นออกเป็นคลื่นแสงมากกว่า 1 คลื่นได้ คลื่นแสง 2 คลื่นที่ออกจาก anisotropic จะมีระนาบตั้งฉากซึ่งกันและกัน

Plane Polarized Light คือ รังสีแสงที่มีระนาบการสั่นระนาบเดียว

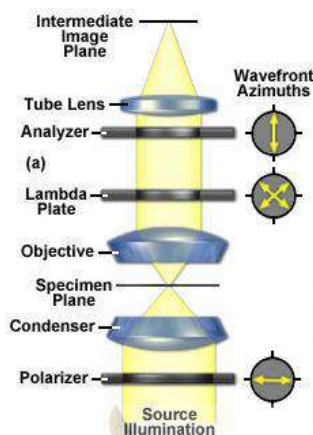
Pleochroism คือ คุณสมบัติทางแสงของวัสดุที่ให้สีที่แตกต่างกันเมื่อใช้รังสีแสงสั่นระนาบ เดียวส่องผ่าน

Privileged Direction (of a Polarizer) คือ ทิศทางระนาบของการสั่นเมื่อแสงผ่าน Polarizer

Refractive Index คือ การเปรียบเทียบค่าดัชนีหักเหแสงของเส้นใยเปรียบเทียบกับดัชนีหักเห แสงที่ตัวกลางที่เส้นใยนั้นอยู่

Retardation (r) คือ ระยะห่างระหว่างรังสีสองรังสีเมื่อเคลื่อนที่ผ่านวัตถุที่มีค่าดัชนีหักเหใน ตัวเองสองค่า (Anisotropic Material)

Sign of Elongation เป็นการให้ค่าเครื่องหมายของเส้นใยถ้าเส้นใยมีค่าดัชนีหักเหแสงใน ด้านยาวของเส้นใยสูงกว่าด้านกว้างจะให้ค่า Sign of Elongation เป็นบวกถ้าในทางกลับกันก็จะให้ ค่าที่เป็นลบ (Rottenfusser, Wilson, & Davidson, n.d.)



รูปที่ 2.27 ลักษณะการเดินทางของแสงใน Polarized Light Microscope

ที่มา: Rottenfusser et al., n.d.



รูปที่ 2.28 Lambda & Retardation Plate

ที่มา: Rottenfusser et al., n.d.

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการสืบค้นข้อมูลพบรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับไข่ขาว โดย Yusuf and Fatmawaty ได้ศึกษาประสิทธิภาพของคาร์บอนเจลอัลบูมินที่แยกจากไข่ขาวในอาสาสมัคร โดยเตรียมเจลอัลบูมินที่ความเข้มข้น 1-3% ทดสอบความคงตัวภายใต้สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 5-35 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จำนวน 10 รอบ แล้วนำเจลไปทดสอบในอาสาสมัคร โดยทาเจลบนหลังมือซ้ายวันละสองครั้งเป็นเวลา 3 เดือน เปรียบเทียบกับหลังมือขวาที่ไม่ได้ทาเจล พบว่าทุกเจลทุกสูตรมีความคงตัว และสูตรที่ 3 ซึ่งมีอัลบูมิน 3% มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความชุ่มชื้นและความนุ่มให้แก่ผิวโดยปราศจากอาการระคายเคืองมากที่สุด ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นเจล

ต่อต้านริ้วรอย (Yusuf & Fatmawaty, 2017, p. 9) นอกจากเจลแล้ว มีการพัฒนาครีมบำรุงผิวจากสารสกัดเชื้อไข ที่อุดมด้วยเปปไทด์และคอลลาเจน ช่วยเร่งกระตุ้นการทำให้ผิวเต่งตึง ช่วยลดริ้วรอย และช่วยเสริมการดูแลสุขภาพผิวให้อ่อนเยาว์ โดยสกัดโปรตีนไฮโดรไลเซตที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์และคอลลาเจน แล้วนำมาเตรียมเป็นครีมบำรุงผิว จากการทดลองในกลุ่มผู้หญิงอายุ 35-55 ปี ที่ทาครีมบำรุงผิวหน้าทุกวันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นแก่ผิว ความชุ่มชื้น ลดการสูญเสียน้ำและความหยابของผิวหน้าอย่างมีนัยสำคัญ โดยแทบไม่มีผลข้างเคียงใดๆ (Jutamas, 2019) ในปี ค.ศ. 2017 มีรายงานการศึกษาผลของอัลบูมินในไข่ขาวที่มีต่อเนื้อสัมผัสและความคงตัวของอิมัลชันน้ำมันข้าวโพดในน้ำ พบว่าความหนืดและความข้นของอิมัลชันจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของโปรตีนและน้ำมัน แรงเฉือน (Shear Stress) เพิ่มขึ้นตามอัตราเฉือน (Shear Rate) แต่จะลดลงเมื่อมีอัตราเฉือนสูง (100 s^{-1}) และมีการให้ความร้อนแก่อิมัลชัน การให้ความร้อนแก่อิมัลชันจนถึงจุดที่ทำให้เกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (Denaturation) จะทำให้อิมัลชันหนืดขึ้นและมีลักษณะเป็นเจล (Gelation) เนื่องจากเกิดการคลายตัวของโปรตีน (Iqbal, Batool, Ajaz, Ambreen, & Akhlaq, 2017, p. 911) ต่อมาในปี ค.ศ. 2020 มีรายงานการศึกษาคุณสมบัติการเป็นตัวประสาน (Emulsifier) ของไข่ขาวในสูตรอิมัลชันที่มีส่วนประกอบของไข่ขาวและไข่ขาวผง (1.0, 2.5 และ 5.0 % w/w) กลีเซอรีนคลอไรด์ (0.0, 0.1, 0.5 และ 1.0 % w/w) น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันคาโนลา พบว่าปริมาณโปรตีนที่สูงในไข่ขาวช่วยให้เกิดอิมัลชันได้ดีในสถานะที่มีเกลือ แต่การเกิดอิมัลชันไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดของน้ำมันที่ใช้ในการศึกษา (Silva, 2020, p. 1) นอกจากนี้ยังมีการวิจัยและพัฒนามาสก์ผงข้าวที่มีส่วนผสมจากไข่ขาว แล้วนำไปศึกษาความพึงพอใจต่อมาสก์ในอาสาสมัครใช้ประสาทสัมผัสและการตอบสนองของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ พบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4 ทั้งในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส การยัดยัด และความพึงพอใจโดยรวม แสดงให้เห็นว่าสามารถนำมาสก์สูตรดังกล่าวไปผลิตเพื่อจำหน่ายได้ (Ningrum, Yulastri, & Nazar, 2019, pp. 278, 280-281)

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมของไขมันและพอลิเมอร์อื่นๆ 3 ชนิด คือ Pemulen TR-2, Carbopol Ultrez-21 และ Xanthan Gum รวมถึงประเมินความคงตัวของทางกายภาพและเคมี และศึกษาการเกิดลิวติฟิเคชัน

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยมีรายการดังต่อไปนี้ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์	ข้อมูลจำเพาะ บริษัทและประเทศที่ผลิต
1. Vacuum Freeze Dryer	SHM 021 16-011 01, Germany
2. Polarized Light Microscope	Olympus, Japan
3. Methanol Bath	Bluepard, CWB
4. เตาให้ความร้อน	310, EGO Germany
5. บีกเกอร์	Duran, Schott North America
6. หลอดหยด	Duran, Schott North America
7. แท่งแก้วคนสาร	Duran, Schott North America
8. ช้อนเข	-
9. เครื่องชั่งสาร 4 ตำแหน่ง	BSA 224S-CW, Sartorius Germany

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเครื่องมือและอุปกรณ์ (ต่อ)

เครื่องมือและอุปกรณ์	ข้อมูลจำเพาะ บริษัทและประเทศที่ผลิต
10. ขวดก้นกลม	Duran, Schott North America
11. กระบอกตวง	Duran, Schott North America
12. เครื่องทดสอบความคงตัว	Sertorius Germany
13. แผ่นมาสก์หน้าอัดเม็ด	Daisoe Sangyo, Japan
14. ขวดใส่ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง	-

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

สารเคมีที่ใช้ในการวิจัยมีรายการดังต่อไปนี้ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

ส่วนประกอบ	ข้อมูลจำเพาะ / บริษัทที่ผลิต	หน้าที่
Water	-	Solvent
EDTA Na	บริษัท วันรัต (หน้าเขื่อน) จำกัด	Chelating Agent
Premulen TR-2	บริษัท วันรัต (หน้าเขื่อน) จำกัด	Suspension
Butylene Glycol	บริษัท วันรัต (หน้าเขื่อน) จำกัด	Emollient
Glycerin	Nikko Chemicals	Emollient
Purephose LC	Nikko Chemicals	Thickener
Triethanolamine	บริษัท วันรัต (หน้าเขื่อน) จำกัด	Neutralizer
PEG-40	บริษัท วันรัต (หน้าเขื่อน) จำกัด	Emulsifying Agent
Uniphen P-23	บริษัท วันรัต (หน้าเขื่อน) จำกัด	Thickener
Perfume	บริษัท ฮงฮวด จำกัด	Flavoring Agent
Carbopol Ultreze-21	บริษัท วันรัต (หน้าเขื่อน) จำกัด	Suspension
Xanthan Gum	บริษัท วันรัต (หน้าเขื่อน) จำกัด	Suspension

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1) การเตรียมผงไข่ขาว

การเตรียมผงไข่ขาว ในการทดลองจะใช้ไข่ขาวเหลวแท้ 100% พาสเจอร์ไรซ์ ตราซีพี แบบขวดขนาด 2 ลิตร ซึ่งเป็นไข่ขาวจากไข่ไก่เบอร์ 3 จำนวน 15 ฟอง

1.1) เตรียมน้ำไข่ขาวสด จำนวน 30 กรัม

1.2) ลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งอย่างรวดเร็ว โดยใช้เครื่อง Methanol Bath ที่อุณหภูมิ -20°C

1.3) นำไป Freeze Dry เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่อง Vacuum Freeze Dryer

2) การเตรียมอิมัลชัน

ในการทดลองจะศึกษาอิมัลชันทั้งหมด 7 สูตร ซึ่งมีปริมาณของพอลิเมอร์ 4 ชนิด คือ Pemulen TR-2, Carbopol Ultrez-21, Xanthan Gum และไข่ขาว ในปริมาณที่ต่างกัน (ตารางที่ 1) โดยมีวิธีเตรียมอิมัลชัน ดังต่อไปนี้

2.1) Phase A โปรราย Pemulen TR-2 ลงในน้ำ ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้พองตัว จากนั้น ผสม glycerin และ butylene glycol ลงใน Pemulen TR-2 ที่พองตัวดีแล้ว ผสมให้เข้ากัน

2.2) Phase B ผสม EDTA Na กับ Purephose LC ให้เข้ากันในบีกเกอร์

2.3) ผสม Phase A และ Phase B เข้าด้วยกัน นำไปให้ความร้อนปานกลาง คนให้เข้ากัน จนละลายเป็นเนื้อเดียว ทิ้งไว้ให้เย็น

2.4) Phase C ผสม Triethanolamine, PEG-40, Uniphen P-23 และ Perfume เข้าด้วยกัน ตามลำดับ แล้วนำไปผสมกับ Phase A และ Phase B ที่ได้จากข้อ 3)

ประเมินความคงตัวทางกายภาพและเคมีของอิมัลชัน

นำอิมัลชันทั้ง 7 สูตร มาเก็บไว้ในเครื่อง Climatic Stability Chamber เพื่อความคงตัวด้วยวิธี Heating and Cooling ที่อุณหภูมิ 4°C 24 ชั่วโมง และ 45°C 24 ชั่วโมง นับเป็น 1 Cycle ทั้งหมด 6 Cycle โดยนำอิมัลชันมาประเมินความคงตัวทางกายภาพและเคมีใน Cycle ที่ 3 และ Cycle ที่ 6 ดังนี้

(1) สี โดยใช้สายตาสังเกต

(2) ความหนืด คือ ค่าที่บ่งบอกคุณสมบัติความต้านทานการไหลในตัว ของเหลว ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ มีหน่วยเป็นเซนติพอยต์ (cP)

ใช้วัดค่าความหนืดแบบด้านการหมุน (Rotational Brookfield Viscometer) หรือเครื่องวัดความหนืด Rheometer (อิสเรศ ปัญญา, 2561)

ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบของอิมัลชันทั้ง 7 สูตร

ส่วนประกอบ	สูตรและปริมาณของส่วนประกอบ (กรัม)							
	พื้นฐาน	1	2	3	4	5	6	7
Phase A								
DI Water	84.70	85.06	85.06	85.06	85.06	84.94	84.94	84.94
Pemulen TR-2	0.12	0.12	-	-	-	0.12	-	-
Carbopol U21	0.12	-	-	0.12	-	-	0.12	-
Xanthan gum	0.12	-	-	-	0.12	-	-	0.12
ไข่ขาว	0.12	-	0.12	-	-	0.12	0.12	0.12
Glycerin	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Butylene glycol	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Phase B								
EDTA Na	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Purephose LC	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Phase C								
Triethanolamine	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
PEG-40	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Uniphen P-23	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Perfume	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

(3) ลักษณะเนื้อผลิตภัณฑ์ ใช้สายตาสังเกต มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

++++ หมายถึง ดีที่สุด ลักษณะเนื้อผลิตภัณฑ์ เป็นเนื้อเดียวกัน

และเนียน ไม่จับตัวเป็นก้อน

+++ หมายถึง ดี ลักษณะเนื้อผลิตภัณฑ์ เป็นเนื้อเดียวกันและ

เนียน มีการจับตัวเป็นก้อนเพียงเล็กน้อย

+++ หมายถึง ปานกลาง ลักษณะเนื้อผลิตภัณฑ์ เป็นเนื้อเดียวกันและเนียนเล็กน้อย มีการจับตัวเป็นก้อนเพียงเล็กน้อย

++ หมายถึง น้อย ลักษณะเนื้อผลิตภัณฑ์ ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีการจับตัวเป็นก้อน

+ หมายถึง น้อยที่สุด ลักษณะเนื้อผลิตภัณฑ์ ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีการจับตัวเป็นก้อนซึ่งสังเกตได้ชัดเจน

(4) ค่า pH เป็นการวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่อยู่ในรูปแบบครีม โลชั่น และเจล มีค่าอยู่ระหว่าง 3.5-7.5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 478-2555 “ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว” (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555)

(5) การดูดซึมเมื่อทาบนผิว โดยทาอิมัลชันลงบนผิว แล้ววัดเบาๆ เพื่อสังเกตการซึมเข้าผิวหนัง

(6) การแยกชั้น ใช้สายตาสังเกต มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

++++ หมายถึง ดีที่สุด ไม่มีการแยกชั้น เป็นเนื้อเดียวกันเล็กน้อย

+++ หมายถึง ดี มีการแยกชั้นและไม่เป็นเนื้อเดียวกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจมีการแยกชั้นและไม่เป็นเนื้อเดียวกันอย่างใดอย่างหนึ่ง

++ หมายถึง น้อย มีการแยกชั้นและลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

+ หมายถึง น้อยที่สุด พบการแยกชั้นที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน

การประเมินการวัดการเกิดลิวิดคริสตัล

การศึกษาการกระจายตัวของโครงสร้างลิวิดคริสตัลภายใต้กล้อง Polarized Light Microscope เพื่อประเมินปริมาณการเกิดลิวิดคริสตัล โดยใช้เกณฑ์ ดังต่อไปนี้

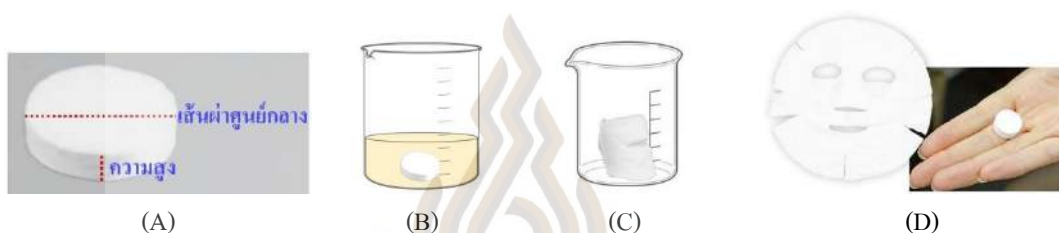
+++ หมายถึง มาก พบการเกิดลิวิดคริสตัลเป็นจำนวนมาก สังเกตเห็นการเรืองแสงได้อย่างชัดเจน

++ หมายถึง ปานกลาง พบการเกิดลิวิดคริสตัลเพียงเล็กน้อย สังเกตเห็นการเรืองแสงได้ชัดเจนพอสมควร

+ หมายถึง น้อย พบการลิวทิกคริสตัลและสังเกตเห็นการเรืองแสง
น้อยมากหรือไม่พบเลย

3) การเตรียมแผ่นมาสก์หน้า (Sheet Mask)

จากผลการประเมินความคงตัวทางกายภาพและเคมี และการเกิดลิวทิกคริสตัลจะ
คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดที่มีส่วนผสมของไข่ขาวในลำดับที่ 1-3 มาเตรียมเป็นแผ่นมาสก์หน้า ดังนี้



รูปที่ 3.1 การเตรียมแผ่นมาสก์หน้า: การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง (A) การแช่เม็ดแผ่น
มาสก์ในอิมัลชัน (B) การดูดซับของเหลวและฟองตัว (C) และลักษณะแผ่นมาสก์เมื่อคลี่ออก (D)

- (1) ชั่งเม็ดแผ่นมาสก์และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกับความสูง
- (2) แช่เม็ดแผ่นมาสก์ลงในสูตรอิมัลชันที่เตรียมไว้ โดยจะศึกษาที่
ระยะเวลา 5 นาที และ 10 นาที
- (3) เม็ดแผ่นมาสก์จะค่อยๆ ดูดซับของเหลวแล้วฟองตัวขึ้น เมื่อครบ
กำหนดตามเวลา จึงนำมาชั่งน้ำหนัก วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง
- (4) คลี่เม็ดแผ่นมาสก์ออกให้เป็นแผ่น ลักษณะที่ได้จะเป็นรูปทรงใบหน้า
- (5) นำไปศึกษาแผ่นมาสก์หน้า โดยพิจารณาปัจจัยต่อไปนี้ (ประเมินโดย
ผู้วิจัย)

3.1) การประเมินความรู้สึกแผ่นมาสก์หน้า โดยพิจารณาปัจจัยต่อไปนี้ (ประเมิน
โดยผู้วิจัย)

3.1.1) ขนาดและน้ำหนักของแผ่นมาสก์ ก่อนทดสอบ - หลังทดสอบ ซึ่ง
บ่งบอกถึงปริมาณของอิมัลชันที่ดูดซึมเข้าแผ่นมาสก์

3.1.2) ระยะเวลาในการดูดซึมของอิมัลชันเข้าแผ่นมาสก์ ระยะเวลาที่
5 นาที และ 10 นาที

3.1.3) การเกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาสก์หน้า ในเวลา 15 นาที โดยทดสอบกับผู้วิจัย สังเกตได้จาก เมื่อใช้แผ่นมาสก์หน้าดูการไหลของอิมัลชัน โดยอิมัลชันต้องเกาะติดที่แผ่นมาสก์ได้ดี

+++ หมายถึง มาก ไม่พบการไหลของอิมัลชันที่เกาะตัวบนแผ่นมาสก์

++ หมายถึง ปานกลาง พบการไหลของอิมัลชันที่เกาะตัวบนแผ่นมาสก์เพียงเล็กน้อย

+ หมายถึง น้อย พบการไหลของอิมัลชันที่เกาะตัวบนแผ่นมาสก์เป็นจำนวนมาก

4) การคัดเลือกสูตรพอลิเมอร์จากไขขาวในรูปแบบลิกวิดคริสตัล (ทำการทดสอบและประเมินโดยผู้วิจัย)

โดยเลือกจากสูตรที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่ดี มีความคงตัวดี การดูดซึมของอิมัลชัน และมีปริมาณของการเกิดลิกวิดคริสตัลที่พบมากที่สุด



บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การเตรียมผงไข่ขาว

จากการนำไข่ขาวไปลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งอย่างรวดเร็ว (Pre-Freeze) โดยใช้เครื่อง Methanol Bath ที่ -20°C เป็นเวลา 20 นาที แล้วทำแห้งด้วยเครื่องทำเครื่องทำแห้งสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง สภาพสุญญากาศทำให้ความดันไอน้ำในไข่ขาวลดลง น้ำที่อยู่ในสภาพน้ำแข็งจะระเหิดกลายเป็นไอ เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากการทำแห้งไข่ขาว พบว่าไข่ขาวมีปริมาณน้ำหนักลดลง กลายเป็นผงไข่ขาว มีน้ำหนัก 91.8 g มีสีเหลืองนวล (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณไข่ขาว (น้ำ) และ ไข่ขาว (ผง)

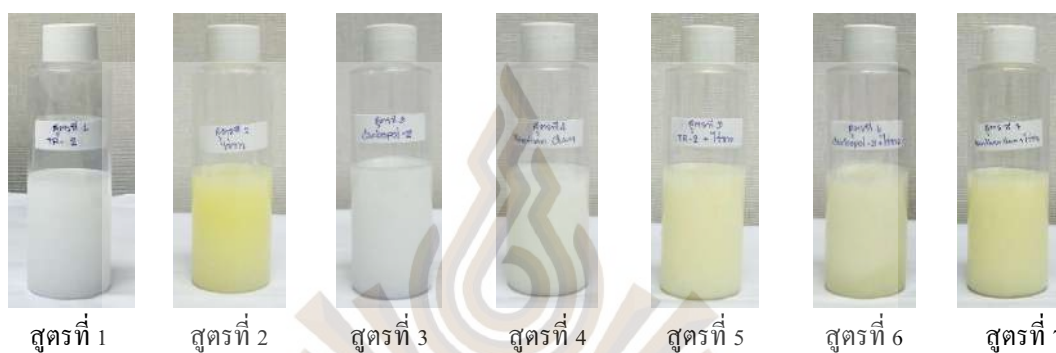
ชนิดไข่ขาว	ปริมาณ/กรัม	ผลผลิตร้อยละ (%)
ไข่ขาว (น้ำ)	846	-
ไข่ขาว (ผง)	91.8	10.9



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะไข่ขาวก่อนทำ – หลังทำ Freeze Dry

4.2 การเตรียมอิมัลชัน

การเตรียมอิมัลชันซึ่งมีปริมาณของพอลิเมอร์ 4 ชนิด คือ Pemulen TR-2, Carbopol Ultrez -21, Xanthan Gum และไข่ขาวในปริมาณที่ต่างกันตามสูตรที่แสดงในตารางที่ 3.3 จะได้ อิมัลชันที่มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ลักษณะของอิมัลชันทั้ง 7 สูตร

4.2.1 การประเมินความคงตัวทางกายภาพและเคมีของอิมัลชัน

จากผลการศึกษาความคงตัวด้วยวิธี Heating and Cooling ของอิมัลชันทั้ง 7 สูตร (ตารางที่ 4.2) พบว่าเมื่อสิ้นสุด Cycle ที่ 6 อิมัลชันสูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 มีลักษณะสีขาวขุ่น เนื้อของผลิตภัณฑ์เนียน สูตรที่ 2 มีสีเหลืองใส สูตรที่ 5 และสูตรที่ 7 มีสีเหลืองอ่อน เนื้อของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร เนียนละเอียด ซึ่งทั้ง 5 สูตร ไม่พบการแยกชั้น ทำให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวที่ดี โครงสร้างของอิมัลชันมีความแข็งแรงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 3 และ 6 ที่มีการแยกชั้นอย่างชัดเจน

จากการ วัดความเป็นกรด-ด่าง พบว่าแต่ละสูตรมี pH แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 5.40-7.40 ตามมาตรฐาน มอก. 478-2555 ของผลิตภัณฑ์บำรุงผิว (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555)

การดูดซึมเมื่อทาบนผิว พบว่า สูตรที่ 1, 5 และ 7 ให้ความรู้สึกขณะที่ทาอิมัลชันลงบนผิวหนึ่งมีการกระจายตัว ให้ความชุ่มชื้น และซึมซาบลงผิวมากกว่าสูตรที่ 4 และ 6 ส่วนสูตรที่ 3 อิมัลชันจับตัวเป็นก้อน ทำให้การกระจายตัว ให้ความชุ่มชื้น และซึมซาบลงผิวได้ไม่ดี ซึ่งให้ความรู้สึกระคายเคืองบริเวณผิว

จากการทดสอบค่าความหนืด พบว่าสูตรที่ 5 มีความคงตัวที่สุด โดยเมื่อสิ้นสุดการทดสอบในสภาวะเร่งมีความหนืดเฉลี่ย 1349.64 ± 189.40 cP ซึ่งมีผลมาจากลักษณะที่เป็นเมือกของไข่ขาวขึ้น เกิดจากคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลขนาดใหญ่ เมื่อนำมาทดสอบร่วมกับ Pemulen TR-2 ทำให้

ค่าความหนืดมีความคงตัวที่ดี ซึ่ง Pemulen TR-2 ทำหน้าที่ช่วยแขวนลอยมีค่า Yield Value ทำให้เกิดอิมัลชันในรูปแบบลิวคิกคริสตัลได้ (ปิ่นรัตน์ ฉัตรสิริวรุฒม์, 2563)

ดังนั้น อิมัลชันสูตรที่ 5 มีความคงตัวไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อทดสอบในสภาวะเร่งแตกต่างจากสูตรที่ 6 และ 7 ซึ่งใช้ Carbopol Ultrez-21 และ Xanthan Gum ในการช่วยแขวนลอยที่มี Yield Value ซึ่งสารแขวนลอยทั้ง 2 ชนิดนี้จะทำงานในสภาวะที่เป็นเบสจึงต้องใช้ Triethanolamine เพื่อปรับค่า pH ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 5 มีค่า pH เฉลี่ย อยู่ที่ 6.79 ± 0.13 จึงสรุปได้ว่าสูตรอิมัลชันที่มีความคงตัวที่สุด คือ สูตรที่ 2 (ไข่ขาว) แต่เมื่อนำไข่ขาวมาผสมร่วมกับพอลิเมอร์ พบว่า ไข่ขาวช่วยเสริมประสิทธิภาพให้สูตรที่ 5 (Pemulen TR-2+ไข่ขาว) มีความคงตัวมากที่สุด

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินความคงตัว

Cycle	สูตร	pH	ความหนืด (cP)	สี	เนื้อ ผลิตภัณฑ์	การ แยกชั้น	การดูดซึม
0	1	5.40 ± 0.05	1590.28 ± 257.97	ขาวขุ่น	++++	++++	++++
	2	7.32 ± 0.11	874.31 ± 448.40	เหลืองใส	+++++	+++++	+++++
	3	6.12 ± 0.05	1838.62 ± 183.07	ขาวขุ่น	+	++	++
	4	6.97 ± 0.04	1386.86 ± 377.09	ขาวขุ่น	+++	++++	+++
	5	6.04 ± 0.03	1511.81 ± 154.34	เหลืองอ่อน	++++	++++	+++++
	6	7.20 ± 0.07	822.80 ± 54.66	เหลืองอ่อน	+	+	+++
	7	7.27 ± 0.02	722.73 ± 657.68	เหลืองอ่อน	++++	++++	++++

ตารางที่ 4.2 การประเมินความคงตัว (ต่อ)

Cycle	สูตร	pH	ความหนืด (cP)	สี	เนื้อผลิตภัณฑ์	การแยกชั้น	การดูดซึม
3	1	6.76 ± 0.11	742.52 ± 644.96	ขาวขุ่น	++++	++++	++++
	2	7.40 ± 0.07	1740.43 ± 418.14	เหลืองใส	+++++	+++++	+++++
	3	6.00 ± 0.08	1220.18 ± 46.02	ขาวขุ่น	+	++	++
	4	6.84 ± 0.92	2501.14 ± 559.78	ขาวขุ่น	+++	++++	+++
	5	7.03 ± 0.11	1492.10 ± 123.81	เหลืองอ่อน	++++	++++	+++++
	6	7.12 ± 0.15	1864.56 ± 260.86	เหลืองอ่อน	+	+	+++
	7	7.18 ± 0.08	856.32 ± 374.14	เหลืองอ่อน	++++	++++	++++
6	1	6.15 ± 0.2	2028.00 ± 255.25	ขาวขุ่น	++++	++++	++++
	2	7.45 ± 0.08	3004.15 ± 284.12	เหลืองใส	+++++	+++++	+++++
	3	6.02 ± 0.12	843.11 ± 87.05	ขาวขุ่น	+	++	++
	4	7.26 ± 0.13	1838.29 ± 171.46	ขาวขุ่น	+++	++++	+++

ตารางที่ 4.2 การประเมินความคงตัว (ต่อ)

Cycle	สูตร	pH	ความ หนืด (cP)	สี	เนื้อ ผลิตภัณฑ์	การ แยกชั้น	การดูซึม
6	5	6.79 ± 0.13	1349.64 ± 189.40	เหลืองอ่อน	++++	++++	+++++
	6	7.12 ± 0.14	2133.48 ± 722.42	เหลืองอ่อน	+	+	+++
	7	6.82 ± 0.27	2383.51 ± 527.62	เหลืองอ่อน	++++	++++	++++

หมายเหตุ +++++ หมายถึง ดีที่สุด, +++ หมายถึง ดี, ++ หมายถึง ปานกลาง,
 ++ หมายถึง น้อย, + หมายถึง น้อยที่สุด

4.3 การศึกษาการเกิดลิกวิดคริสตัลของอิมัลชัน

การศึกษาการกระจายตัวของโครงสร้างลิกวิดคริสตัลด้วยการส่องกล้อง Polarized Light Microscope เพื่อประเมินปริมาณการเกิดลิกวิดคริสตัล พบว่าอิมัลชันสูตรที่ 2 ที่มีไข่ขาวเป็นส่วนประกอบเกิดลิกวิดคริสตัลได้ดีมาก สังเกตเห็นลิกวิดคริสตัลที่สวยงามและเรืองแสงได้ชัดเจน (ตารางที่ 4.3 และภาพที่ 3A) และรองลงมา คือ สูตรที่ 1 (Pemulen TR-2) และสูตรที่ 4 (Xanthan Gum) ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 3 ที่มี Carbopol Ultrez-21 เกิดลิกวิดคริสตัลน้อยมาก เมื่อนำไข่ขาวมาผสมร่วมกับพอลิเมอร์ทั้ง 3 ชนิด พบว่าไข่ขาวช่วยให้เกิดลิกวิดคริสตัลได้มากขึ้น ดังแสดงในสูตรที่ 5-7 (ตาราง 4.3) สอดคล้องกับงานวิจัย ที่ศึกษาการเกิดลิกวิดคริสตัลของอะไมลอยด์ ไฟบริล (Amyloid Fibril) ในโปรตีน 3 ชนิด คือ อินซูลิน บีตา-แล็กโทโกลบูลิน (Beta-Lactoglobulin) และไลโซไซม์ (Lysozyme) จากไข่ขาว ซึ่งพบว่าไลโซไซม์จากไข่ขาว ทำให้เกิดลิกวิดคริสตัลที่ดีแม้จะปั่นผสมที่ความเร็วรอบสูง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกิดลิกวิดคริสตัลของไลโซไซม์จากไข่ขาว ภายใต้สนามแม่เหล็กอีกด้วย

ตารางที่ 4.3 ผลการเกิดลิวทิตคริสตัลของอิมัลชัน

สูตร	อิมัลชัน	ผลการทดลอง	
		เกิดลิวทิตคริสตัล	การเรืองแสง
1	Pernuien TR-2	++++	+++++
2	ไข่ขาว	+++++	+++++
3	Carbopol Ultreze-21	+	+
4	Xanthan Gum	+++	++++
5	Pernuien TR-2 + ไข่ขาว	+++++	+++++
6	Carbopol Ultreze-21 + ไข่ขาว	++	++
7	Xanthan Gum + ไข่ขาว	++++	+++++

หมายเหตุ +++++ หมายถึง ดีที่สุด, ++++ หมายถึง ดี, +++ หมายถึง ปานกลาง,
 ++ หมายถึง น้อย, + หมายถึง น้อยที่สุด



(A)



(B)

รูปที่ 4.3 ลักษณะของมอลทิส ครอส (Maltese cross) (วงกลมสีแดง) บางส่วนของอิมัลชันสูตรที่ 2 (A) และสูตรที่ 3 (B) ที่สังเกตเห็นภายใต้กล้อง polarized light microscope (สเกลบาร์มีขนาดเท่ากับ 50 μm)

4.4 การประเมินความรู้สึกแผ่นมาส์กหน้า โดยพิจารณาปัจจัยต่อไปนี้ (ประเมินโดยผู้วิจัย)

โดยคัดเลือกจากสูตรที่ดีที่สุดจากการทดลองลำดับที่ 1-3

4.4.1 การเตรียมแผ่นมาสก์หน้า

วัดขนาดและน้ำหนักของแผ่นมาสก์ ก่อนทดสอบ-หลังทดสอบ ซึ่งบ่งบอกถึงปริมาณของอิมัลชันที่ดูดซึมเข้าแผ่นมาสก์

จากการทดสอบ การเตรียมแผ่นมาสก์หน้า คัดเลือกอิมัลชันสูตรที่ดีที่สุด 3 ลำดับแรก คือ สูตรที่ 2, 5 และ 7 มาเตรียมแผ่นมาสก์หน้า พบว่าอิมัลชันสูตรที่ 2, 5 และ 7 ก่อนการทดสอบมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเท่ากัน คือ 2 cm และ 0.5 cm ส่วนน้ำหนักของอิมัลชันทั้ง 3 ชนิด หลังทดสอบมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง และน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 4.1 และ 4.2) ดังนั้นสรุปได้ว่า อิมัลชันจากไข่ขาวมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง และปริมาณน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอิมัลชันชนิดอื่นๆ ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงการดูดซึมพอลิเมอร์เข้าแผ่นมาสก์ได้มากที่สุดเช่นกัน ซึ่งปัจจัยที่ทำให้ไข่ขาวถึงดูดซึมเข้าสู่แผ่นมาสก์ได้ดี เกิดจากในไข่ขาวมีโปรตีนอัลบูมินจำนวนมาก โดยอัลบูมินมีคุณสมบัติควบคุมการกระจายตัวของเหลวและควบคุมความสามารถในการกักเก็บน้ำ สามารถจับกับสารได้หลายชนิด ทำให้การขนส่งสารและการดูดซึมของไข่ขาวเข้าสู่แผ่นมาสก์มีประสิทธิภาพที่ดี

ตารางที่ 4.1 ขนาดของมาสก์อัดเม็ด

สูตร	อิมัลชัน	ก่อนทดสอบ		หลังทดสอบ	
		เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	ความสูง (cm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	ความสูง (cm)
1	ไข่ขาว	2.00 ± 1.96	0.50 ± 0.50	2.00 ± 1.99	2.71 ± 2.70
2	Pernuien TR-2 + ไข่ขาว	2.00 ± 1.99	0.50 ± 0.49	2.00 ± 2.00	2.43 ± 2.41
3	Xanthan Gum + ไข่ขาว	2.00 ± 1.95	0.50 ± 0.49	2.00 ± 1.97	1.98 ± 1.98

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักของแผ่นมาสก์

สูตร	อิมัลชัน	ก่อนทดสอบ (g)	หลังทดสอบ (g)
1	ไข่ขาว	1.54 ± 1.53	8.72 ± 8.70
2	Pernuien TR-2 + ไข่ขาว	1.69 ± 1.66	6.42 ± 6.35
3	Xanthan Gum + ไข่ขาว	1.59 ± 1.57	5.26 ± 5.24

จากการทดสอบ จะพบว่าอิมัลชันจากไข่ขาว (สูตรที่ 2) Pemulen TR-2 + ไข่ขาว (สูตรที่ 5) และ Xanthan Gum + ไข่ขาว (สูตรที่ 7) ในระยะเวลา 5 นาทีแรก การดูดซึมของอิมัลชันเข้าแผ่นมาสก์ มีน้ำหนักอยู่ที่ 6.43, 5.07 และ 3.84 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) และในระยะเวลาที่ 10 การดูดซึมของอิมัลชันมีปริมาณเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่า อิมัลชันทั้ง 3 สูตร มีการดูดซึมเพิ่มขึ้น ซึ่งอิมัลชันสูตรที่ 2 จากไข่ขาว มีประสิทธิภาพในการดูดซึมที่ดีที่สุดในระยะเวลา 5 นาที และ 10 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 5 และ 7

4.4.2 ระยะเวลาในการดูดซึมของอิมัลชันเข้าแผ่นมาสก์ ระยะเวลาที่ 5 นาที และ 10 นาที

จากการทดสอบ จะพบว่าอิมัลชันจากไข่ขาว, Pemulen TR-2 + ไข่ขาว และ Xanthan Gum + ไข่ขาว ในระยะเวลา 5 นาทีแรก การดูดซึมของอิมัลชันเข้าแผ่นมาสก์ มีน้ำหนักอยู่ที่ 6.43, 5.07 และ 3.84 ตามลำดับ และในระยะเวลาที่ 10 การดูดซึมของอิมัลชันมีปริมาณเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่า อิมัลชันทั้ง 3 ชนิด มีการดูดซึมเพิ่มขึ้น ซึ่งอิมัลชันจากไข่ขาว มีประสิทธิภาพในการดูดซึมที่ดีที่สุดในระยะเวลา 5 นาที และ 10 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 2 และ 3

ตารางที่ 4.6 ระยะเวลาในการดูดซึมของอิมัลชันเข้าแผ่นมาสก์

สูตร	อิมัลชัน	น้ำหนักของแผ่นมาสก์ (g)	
		5 นาที	10 นาที
1	ไข่ขาว	6.43 ± 6.36	9.77 ± 9.54
2	Pemulen TR-2 + ไข่ขาว	5.07 ± 5.06	7.62 ± 7.60
3	Xanthan Gum + ไข่ขาว	3.84 ± 3.83	4.12 ± 4.11

4.3.3 การเกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาสก์หน้าในเวลา 15 นาที

โดยทดสอบกับผู้วิจัย สังเกตได้จาก เมื่อใช้แผ่นมาสก์หน้าดูการไหลของอิมัลชัน โดยอิมัลชันต้องเกาะติดที่แผ่นมาสก์ได้ดี

พบว่า การเกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาสก์หน้าสูตรที่ 2 (ตารางที่ 4.6) ไม่พบการไหลของอิมัลชัน มีการเกาะตัวของอิมัลชันที่ดีที่สุด สูตรที่ 3 พบการไหลของอิมัลชันที่มีความหนืดเพียงเล็กน้อย ส่วนสูตรที่ 5 พบการไหลเหมือนน้ำ จึงทำให้อิมัลชันไม่เกาะตัวบนแผ่นมาสก์ ดังนั้นการ

เกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาสก์หน้าที่ดี จะมีผลให้การดูดซึมอิมัลชันเข้าสู่ผิวหนังที่มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น เนื่องจากไขขาวนั้นสามารถเกาะบนผิวคล้ายกับฟิล์ม ซึ่งในการผลิตฟิล์ม จำเป็นต้องมีการเติม Plasticizer ทำให้ละลายในตัวทำละลายได้ดี เพื่อไม่ให้เกิดการแยกตัวให้ฟิล์มสามารถรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันกับอิมัลชันได้ดี การเติม Plasticizer จะช่วยทำให้ฟิล์มสามารถจับยึดกันได้ด้วยตัวเอง ดังนั้นคุณสมบัติการเกิดฟิล์มของโปรตีนในไขขาว ทำให้ไขขาวเกาะตัวได้ดี เมื่อนำไปทดสอบกับแผ่นมาสก์ กล่าวคือโมเลกุลมีการเรียงตัวเป็นฟิล์มห่อหุ้มวุ้นภายในทำหน้าที่เป็นกันชน ป้องกันการสัมผัสกันโดยตรงของวุ้นภายใน ทำให้อิมัลชันมีความคงตัว

ตารางที่ 4.7 การเกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาสก์หน้า

สูตร	อิมัลชัน	ผลการทดสอบ
1	ไขขาว	+++
2	Pernuilen TR-2 + ไขขาว	++
3	Xanthan Gum + ไขขาว	+

หมายเหตุ +++ หมายถึง ดี, ++ หมายถึง ปานกลาง, + หมายถึง น้อย

4.5 การคัดเลือกสูตรอิมัลชันจากไขขาวในรูปแบบลิควิดคริสตัล

จากการทดสอบความคงตัวทางกายภาพและเคมีของอิมัลชัน โดยประเมินจากค่า pH ความหนืด สี ลักษณะเนื้อผลิตภัณฑ์ การแยกชั้น การดูดซึม และประเมินการเกิดลิควิดคริสตัลภายใต้กล้อง polarized light microscope ของอิมัลชันทั้งหมด 7 สูตร พบว่า สูตรที่ 2 (ไขขาว) สูตรที่ 5 (Pemulen TR-2 + ไขขาว) และสูตรที่ 7 (Xanthan Gum + ไขขาว) มีความคงตัวทางกายภาพของอิมัลชันและการเกิดลิควิดคริสตัลที่ดีที่สุด เมื่อนำมาประเมินการดูดซึมของอิมัลชันในแผ่นมาสก์หน้า โดยประเมินจากขนาดและน้ำหนักของแผ่นมาสก์ที่เวลา 5 และ 10 นาที รวมถึงการเกาะตัวของอิมัลชันบนแผ่นมาสก์หน้าเป็นเวลา 15 นาที โดยสังเกตการไหลของอิมัลชัน พบว่าพอลิเมอร์จากไขขาวซึ่งเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติทำให้อิมัลชันมีความคงตัวทางกายภาพและเคมี มีการดูดซึมของอิมัลชันเข้าสู่แผ่นมาสก์และเกิดลิควิดคริสตัลที่สวยงามและชัดเจนดีที่สุด

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาลิควิดคริสตัลอีมีลชันที่มีส่วนผสมของไข่ขาวและพอลิเมอร์ Pemulen TR-2, Carbopol Ultrez-21 และ Xanthan Gum ที่มีปริมาณต่างกัน แล้วนำอีมีลชันที่เตรียมได้ไปประเมินความคงตัวทางกายภาพและเคมีภายใต้สภาวะ Heating and Cooling รวมถึงศึกษาการเกิดลิควิดคริสตัล ทำให้ทราบว่า ไข่ขาวสามารถทำให้เกิดลิควิดคริสตัลอีมีลชันได้ดีกว่าพอลิเมอร์ Pemulen TR-2, Carbopol Ultrez-21 และ Xanthan Gum และยังช่วยเสริมให้พอลิเมอร์เหล่านี้เกิดลิควิดคริสตัลได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนั้น เมื่อนำไข่ขาวมาผสมรวมกับ Permuler TR-2 หรือ Xanthan Gum จะเห็นได้ว่ามีความซับซ้อนของลิควิดคริสตัลที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการเรืองแสงที่แตกต่างไปจากการเรืองแสงปกติของลิควิดคริสตัล คือ มีการเรืองแสงได้หลากหลายสีมากขึ้น นั่นหมายความว่า ลักษณะการเกิดลิควิดคริสตัลของไข่ขาวที่ผสมรวมกับ Permuler TR-2 หรือ Xanthan Gum ทำให้เกิดลิควิดคริสตัลที่มีคุณภาพและซับซ้อนมากกว่าปกติ เมื่อดูเฟสจากการส่องกล้องจุลทรรศน์ที่เป็นลักษณะของเฟส ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่า ลักษณะของอีมีลชันที่เป็นลิควิดคริสตัลที่เกิดจากพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำมาทดลองร่วมกับไข่ขาว มีความซับซ้อนมากขึ้นจริง ทำให้สูตรมีความคงตัวมากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การเตรียมผงไข่ขาว ในขั้นตอน Freeze Dry ควรใช้ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ไม่ควรใช้เวลามากหรือน้อยกว่า

5.2.2 ในขั้นตอนการเตรียมพอลิเมอร์ การโรย Permuler TR-2 ทั้ง 7 สูตร ควรโรยในน้ำทั้งไว้สัปดาห์ให้เกิดการพองตัว ไม่ควรโรย Permuler TR-2 แล้วใช้งานทันที เพราะจะทำให้สูญเสียระยะเวลาและปริมาณของ Permuler TR-2 เพิ่มขึ้นไปด้วย

5.2.3 ควรศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นความชุ่มชื้นของผิวหนังในอาสาสมัครโดยใช้เครื่อง Comeometer เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการเพิ่มความชุ่มชื้นของลิกวิดคริสตัลอีมีชันที่มีส่วนผสมของไข่ขาวต่อไป

5.2.4 การพัฒนาพอลิเมอร์จากไข่ขาวในรูปแบบลิกวิดคริสตัล ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เป็น สูตรที่มีความคงตัว สมควรที่จะนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้านความงามต่อไป เพื่อเป็นการต่อยอดการวิจัยให้มีผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เกิดใหม่ เพื่อเพิ่มมูลค่าของไข่ขาวให้กับท้องตลาดภายในประเทศต่อไป



บรรณานุกรม

- กัมปนาท หวลบุตตา และธนิกานต์ แสงนิม. (2556). การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ที่ได้จากทรัพยากรทางทะเลในทางเภสัชกรรม. *วารสารวิทยาศาสตร์*, 18(12), 263-273.
- เกม ซอร์จิส. (2559). *Carbopol21*. สืบค้นจาก <http://sites.google.com/a/chemsources.co.th/dimethicone-crosspolymer/carbomer-21-water-thickener-ultrez-21>
- จุฑามาศ ขวัญแก้ว. (2563). *ผลิตภัณฑ์ดูแลผิวหน้า*. สืบค้นจาก <https://bestreview.asia/best-clay-mask/>
- จิราณัฐ ฤทธิสนธิ์. (2558). *ไขขาวคุณสมบัติประโยชน์ที่แสนดีสำหรับผู้หญิง*. *เดลินิวส์*. สืบค้นจาก <https://www.dailynews.co.th/article/322977>
- ฉวา เปี่ยนบุญเลิศ. (2558). *Cooking essential*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แสงแดด.
- ณัฐวัตร. (2556). *Collagen*. สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org/posts/521286>
- ธัญยาภรณ์ นาวิวรรณ. (2542). *การผลิตเซนแทนกัมจากมันสำปะหลัง โดย Xathomonus camperstris TISTR 840* (Unpublished Master's thesis). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ธิดิ มหาเจริญ. (2560). *รายงานการวิจัยการใช้คุณสมบัติทางแสงจากกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ในการศึกษาเส้นใยธรรมชาติที่พบในประเทศ*. คณะนิเทศศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
- ปิ่นณรัตน์ ฉัตรศิริวรุตม์. (2563). *การพัฒนาโตนเนอร์จากกรดไลโซฟอสฟาติคในรูปแบบผลิตภัณฑ์เหลวลาเมลลาร์* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต.
- พิมพ์วี อดุลรัมย์. (ม.ป.ป.). *ประเภทการมาส์กหน้า*. สืบค้นจาก <http://www.chansawangbypp80.com/article/5/มาร์คหน้า-มีแบบไหนบ้าง>
- พรธิดา วัฒนาเศรษฐ์. (2558). *การปรับค่า pH ของโปรตีน*. สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/pornthidawtsss/home/kar-cab-kab-na-water-binding>
- พรธิดา วัฒนาเศรษฐ์. (2558). *การเกิดโฟมในโปรตีน*. สืบค้นจาก <http://site/pornthidawtsss/home/kar-keid-fom-foaming-ability>
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา ท. (ม.ป.ป.). *โปรตีนอัลบูมินในไข่ขาวและการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนไข่ขาว*. สืบค้นจาก <http://www.foodnetworksolution.com/>
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนานนท์. (ม.ป.ป.). *คาร์ราจีแนน*. สืบค้นจาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1274>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- พัชรภา ศิริดำรง. *พอลิเมอร์ครีมส่วนผสมเครื่องสำอาง*. สืบค้นจาก <https://www.patcharapa.com/ingredient/polymer/>
- วัฒนา วิรุฒิก. (2541). การผลิตฟิล์มและสารเคลือบอาหารจากไข่ขาว. *อาหาร*, 28(1), 58-61.
- วันเฉลิม สีนุตร. (2561). *การพัฒนาไบเจลกักเก็บน้ำมันงาสำหรับภาวะผิวแห้ง* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- วรรณิ ศรีนุตรตระกูล. (2553). *โครงสร้างของไคโตซาน*. สืบค้นจาก <http://nkc.tint.or.th/nkc53/content/nstkc53-062.html>
- วิกิพีเดีย. (2562). *โครงสร้างไข่ดาวทางชีววิทยา*. สืบค้นจาก <https://th.wikipedia.org/wiki/ไข่ขาว>
- สุกิจ ลิตติกรณ. (2554). *การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง*. สืบค้นจาก <https://www.harn.co.th/articles/getting-to-know-freeze-dry/>
- สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. (2553). *จากเปลือกกุ้งและกระดองปูสู่ไคโตซาน*. สืบค้นจาก <http://www0.tint.or.th/nkc/nkc53/content/nstkc53-062.html>
- สาโรจน์ รอดคีน. (2558). *เจลาติน คร.สาลาเย (กลอลาเจน)*. สืบค้นจาก <http://gelatine100.blogspot.com/2015/>
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายกระทรวงอุตสาหกรรม. (ม.ป.ป.). *Xanthan gum*. สืบค้นจาก <http://www.ocsb.go.th/upload/bioindustry/fileupload/10140-7072.pdf>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2555). *มอก.478-2555 ผลิตภัณฑ์ทำบำรุงผิว*. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- ห้างหุ้นส่วนจำกัด บางกอก ฟรีซเทค อินเตอร์เนชั่นแนล. (ม.ป.ป.). *การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร*. สืบค้นจาก <http://bangkokfreezedry.com/bkfreezdry/freezedry/index.html>
- อัญญา. (2561). *Sleeping Mask*. สืบค้นจาก <http://www.unyacosmetics.com/index.php/th/gallery/item/15-sleepingmaskwhat>
- อิสรศ ปัญญา. (2561). *การพัฒนาเซรั่มจากสารไบบิวบิก* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- Atprove. (n.d.). *ไข่ขาวฟอกหน้า*. [Brochure]. n.d.
- Bangrakherbals. (2018). *ประโยชน์ของการพอกหน้าด้วยสมุนไพร*. Retrieved from <https://health.campus-star.com/author/bangrakherbals>
- Brannova. (n.d.). *การมาร์กหน้าให้ถูกวิธี*. Retrieved from <https://brannova.com/การมาร์กหน้า>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Bioborne. (2019). โปรตีนอัลบูมินสำคัญอย่างไร. Retrieved from <https://www.bioborne.com/a/31272>
- Creamery. (n.d.). *Carbopol-Ultrez21 Polymer*. Retrieved from <https://www.creameryhomemade.com/product/37986>
- Danielle, C. & Athene, D. (2013). Control of liquid crystallinity of amyloid-forming systems. *Soft Matter*, 9, 2852-2857.
- Jalili-Firoozinezhad, S., Filippi, M., Mohabatpour, F., Letourneur, D. & Scherberich, A. (2020). Chicken egg white: Hatching of a new old biomaterial. *Materials Today*, 40, 193-214.
- Jutamas. (2019). ครีมบำรุงผิวหน้าจากสารสกัดไข่ไก่. Retrieved from <https://d.dailynews.co.th/article/322977/>
- Lacroix, M. & Cooksey, K. (2005). Edible films and coatings from animal origin proteins. *Innovations in Food Packaging*, 1, 407-437. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-012311632-1/50050-4>
- LC Cream Maker. (n.d.). *Liquid Crystal Cream Maker*. Retrieved from <https://www.myskinrecipes.com/shop/th/oil-in-water-emulsifier.html>
- Lnwshop. (n.d.). ประเภทการมาสก์หน้า. Retrieved from <https://www.dropshoppingthai.com/article/170/มาสก์หน้า-คืออะไร>
- Nancie, R. (2019). Pemulen TR2. Retrieved from <http://pemulentr2.pbworks.com/w/page/15636419/Pemulen%20TR2>
- Nurul, Y. & Aisyah, F. (2017). *Formulation and in vivo Effectiveness Test of Albumin Gel Isolated From White Egg As Anti-Aging*. Retrieved from <https://jpms-stifa.com/index.php/jpms/article/view/35>
- Ningrum, M., Yulastri, A. & Ernawati, N. (2019). Development mask powder rice. *International Journal of Educational Dynamics*, 1(2), 278-283.
- Robert, H. & Michael, D. (n.d.). *Enhance Contrast in Optical Microscopy*. Retrieved from <http://zeisscampus.magnet.fsu.edu/articles/basics/contrast.html>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Silva, G. (2020). Determination of emulsifying properties of chicken egg white and dehydrated egg white in different vegetable oils and ion concentration. *Journal of bioenergy and food scien*, 7(1), 235-271.
- Stewart, G.T. (2004). Liquid crystals in biology II. Origins and processes of life, *Liquid Crystals*. *Liquid crystals*, 31(4), 443-471. doi: <https://doi.org/10.1080/02678290410001666066>
- Sure factory. (n.d.). ไข่ขาวพอกหน้า. Retrieved from <https://www.surefactory.com/top-best-mask-face-with-eggs/>







รูปที่ 1 เครื่อง Methanol Bath ลดอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2 เครื่อง Vacuum Freeze Dryer (Freeze Dry)



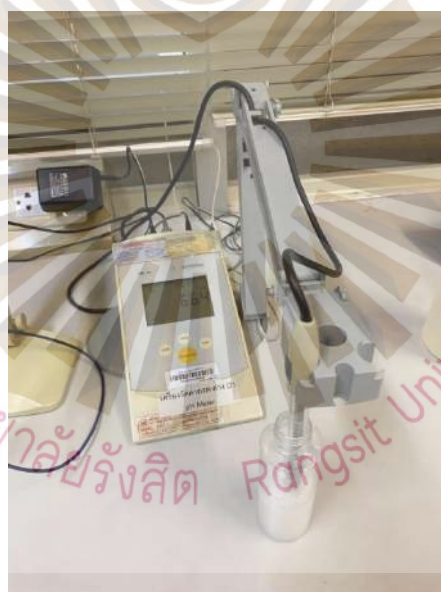
รูปที่ 3 ไข่ขาว (น้ำ)



รูปที่ 4 เครื่อง Climatic Stability Chamber ทดสอบความคงตัว



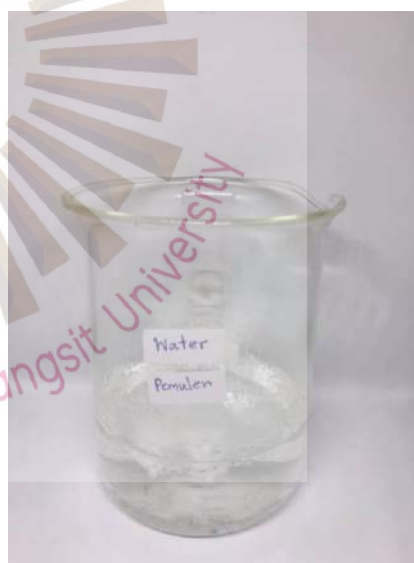
รูปที่ 5 กล้อง Polarized Light Microscope หาการเกิดลิควิดคริสตัล



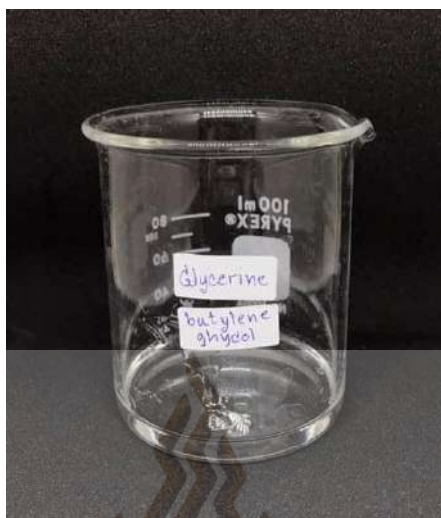
รูปที่ 6 เครื่องวัด ค่า pH



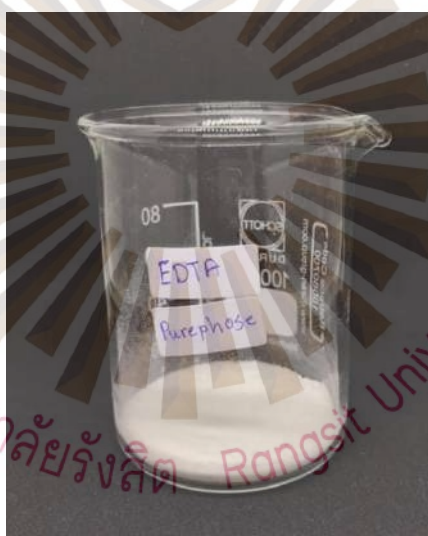
รูปที่ 7 เครื่องวัดความหนืด



รูปที่ 8 โปริย Permulin TR-2 ลงในน้ำ ทิ้งไว้ให้พองตัว



รูปที่ 9 ผสม Glycerin และ Butylene Glycol



รูปที่ 10 EDTA Na และ Purephose LC

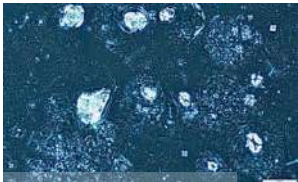
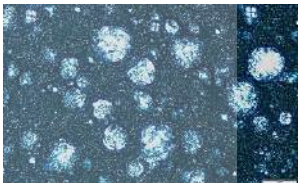
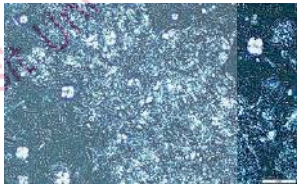


รูปที่ 11 เติม Triethanolamine PEG-40 Uniphen P-23 และ Perfume



รูปที่ 12 แซ่เม็ดแผ่นมาสักลงอิมัลชันที่ ศึกษาที่ระยะเวลา 5 นาที และ 10 นาที

ตารางที่ 1 การเกิดลิวติคริสตัลและการเรืองแสงของอิมัลชัน

สูตร	พอลิเมอร์	ผลการทดสอบ
1	Pernuien TR-2	
2	ไข่ขาว	
3	Carbopol Ultreze-21	
4	Xanthan Gum	
5	Pernuien TR-2 + ไข่ขาว	
6	Carbopol Ultreze-21 + ไข่ขาว	
7	Xanthan Gum + ไข่ขาว	

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	รุ่งนภา สวัสดิ์
วัน เดือน ปีเกิด	24 มิถุนายน 2534
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลตำรวจ กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก, 2557
ที่อยู่ปัจจุบัน	18/100 ซ.พหลโยธิน 89 ต.ประชาธิปัตย์ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130
สถานที่ทำงาน	ประติพัทธ์คลินิกการแพทย์ คลินิกเวชกรรม เครือข่ายโรงพยาบาลกรุงสยามเซ็นคาร์ลอส จ.ปทุมธานี
ตำแหน่งปัจจุบัน	ผู้จัดการสาขา

