



โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์

เรื่อง

การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพในการต้านทานน้ำของเครื่องสำอางที่มีสาร
ป้องกันแสงแดดประเภทอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคนซึ่งมีเซริซิน

Formulation and water resistant efficacy evaluation of water in silicone
sunscreen product containing sericin

โดย

นสภ.วณิชชา อ่อนสง่า รหัส 58210202

นสภ.ศศิตา อ่อนจรัส รหัส 58210208

โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาบัณฑิต ปีการศึกษา 2562

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์

เรื่อง

การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพในการต้านทานน้ำของเครื่องสำอางที่มีสาร
ป้องกันแสงแดดประเภทอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคนซึ่งมีเซรีซิน

Formulation and water resistant efficacy evaluation of water in silicone
sunscreen product containing sericin

โดย

นสภ.วณิชชา อ่อนสง่า รหัส 58210202

นสภ.ศศิตา อ่อนจำรัส รหัส 58210208

โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาบัณฑิต ปีการศึกษา 2562

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คำนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องสำอางเจริญเติบโตต่อเนื่องทุกปีเนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพ ความงาม และผิวพรรณ รวมถึงการดูแลตัวเองมากยิ่งขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานาน

ทางคณะผู้วิจัยจึงสนใจเกี่ยวกับการพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดชนิดน้ำในซิลิโคนซึ่งเป็นรูปแบบของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน โดยมุ่งเน้นด้านการพัฒนาสูตรตำรับที่มีความคงตัวสูง มีประสิทธิภาพในการปกป้องผิวจากแสงแดดและมีความสามารถในการต้านทานน้ำ โดยผู้วิจัยมีความสนใจในการนำเสนอสารเสริม ซึ่งเป็นสารที่ได้จากอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไหมมาต่อยอดในการเพิ่มความสามารถในการต้านทานน้ำให้กับผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเป็นหลักฐานทางวิชาการเกี่ยวกับการพัฒนาสูตรตำรับชนิดน้ำในซิลิโคนที่คงตัว และปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงตัวของตำรับ เช่น อิเล็กโทรไลต์ ปริมาณน้ำ เป็นต้น โดยทางคณะผู้วิจัยหวังว่าการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์และเป็นองค์ความรู้สำหรับผู้สนใจต่อไป

คณะผู้วิจัย

พฤศจิกายน 2562

โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ ปีการศึกษา 2562

เรื่อง

การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพในการต้านทานน้ำของเครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดดประเภทอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคนซึ่งมีเซริซิน

คณะผู้ดำเนินการวิจัย

1. นสภ.วณิชชา อ่อนสง่า รหัส 58210202
2. นสภ.ศศิตา อ่อนจำรัส รหัส 58210208

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์

ภก.ผศ.ดร.ถิรพิทย์ สุปงกช

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรตำรับของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดชนิดน้ำในซิลิโคนซึ่งมีสารป้องกันแสงแดดได้แก่ ซิงค์ออกไซด์, ไดเอทิลอะมิโน ไสเตรกซีเบนโซอิล เฮกซิล เบนโซเอต, โพลีซิลิโคน-15, ออกทิลเมทอกซีซินนามาต และ เบนิลทริซินอล โดยมีความเข้มข้นร้อยละ 10, 3, 5, 5 และ 1 ตามลำดับ โดยศึกษาผลของปริมาณของเคลย์เจล ปริมาณของน้ำ ชนิดและปริมาณของอิมัลซิไฟเออร์ ชนิดและปริมาณของอีเล็กโทรไลต์ ต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ และผลของปริมาณน้ำต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์ พบว่าการเพิ่มปริมาณเคลย์เจลในสูตรตำรับทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำในสูตรตำรับทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวเพิ่มขึ้น การใช้ลอริลฟอสโฟลิโดเมทิลไฮดรอกซีเอทิลโดเมทิลโคนเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวมากกว่าร้อยละ 2.5 การใช้ฟอสโฟ-10 ไดเมทิลโคนเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และ 5 ให้ผลไม่แตกต่างกันต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ พบว่าการใช้ฟอสโฟ-10 ไดเมทิลโคนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวมากกว่าการใช้ลอริลฟอสโฟลิโดเมทิลไฮดรอกซีเอทิลโดเมทิลโคน พบว่าในสูตรตำรับที่ไม่มีอีเล็กโทรไลต์มีความคงตัวมากกว่าตำรับที่ใส่โซเดียมคลอไรด์หรือแมกนีเซียมซัลเฟต ส่วนปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดเพิ่มขึ้น จากการศึกษากระแสวิทยาพบว่าผลิตภัณฑ์มีการไหลแบบนอนนิวโตเนียนชนิดซูโดพลาสติก

อาจารย์ที่ปรึกษา ภก.ผศ.ดร.ถิรพิทย์ สุปงกช

Senior Project Academic Year 2019

: Formulation and water resistant efficacy evaluation of water in silicone sunscreen product containing sericin

By 1. Miss Wanitcha Onsanga ID 58210208

2. Miss Sasita Onjumrus ID 58210202

Advisor:

Assistant Professor Dr. Thirapit Subongkot (Ph.D.)

ABSTRACT

This study was aimed to develop water-in-silicone sunscreen product comprising of zinc oxide, diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate, polysilicone-15, octyl methoxycinnamate and bemotrizinol at concentrations of 10, 3, 5, 5 and 1 % w/w respectively by studying the effect of the amount of clay gel, water, types and amount of emulsifiers, types and amount of electrolytes on the stability of the product. This research also investigated the effect of the amount of water on the viscosity of the product. This study found that the increase in the amount of clay gel in the formulation resulted in the higher emulsion stability. The enhancement of the water content led to the higher emulsion stability. The use of Lauryl PEG-9 polydimethylsiloxylethyl dimethicone as emulsifier at a concentration of 5 % w/w provided emulsion stability more than at a concentration of 2.5% w/w. The use of PEG-10 dimethicone as emulsifier at a concentration of 2.5 % w/w provided emulsion stability equal to a concentration of 5% w/w. At the same concentration of emulsifier, PEG-10 dimethicone had higher emulsion stability than lauryl PEG-9 polydimethylsiloxylethyl dimethicone. The absence of the electrolytes in the formulation provided emulsion stability more than the addition of electrolytes. The increase in the ratio of water led to the higher viscosity of the emulsion. The rheological behavior of these water-in-silicone emulsion formulations were pseudoplastic

Advisor Asst. Prof. Dr. Thirapit Subongkot (Ph.D.)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ประจำปี 2562 เรื่องการพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพในการต้านทานน้ำของเครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดดประเภทอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคนซึ่งมีเซริซินนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถอย่างยิ่งจาก ภก.ผศ.ดร.กิริพพิทย์ สุนงกษ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ ผู้ซึ่งกรุณาสั่งสอนความรู้ ให้คำแนะนำและแนวคิดในการทำโครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ฉบับนี้ตั้งแต่กระบวนการดำเนินการวิจัย ตลอดถึงการแก้ไขโครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

นอกจากนี้ทางคณะผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณอาจารย์เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทางเภสัชกรรมและเจ้าหน้าที่สำนักงานประจำคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านอุปกรณ์เครื่องมือทำการทดลอง คณะกรรมการอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย ทางคณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

นสภ.วณิชชา อ่อนสง่า

นสภ.ศศิตา อ่อนจำรัส

10/ 11/ 62

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ข
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย	2
1.4 สมมติฐานการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 คำสำคัญ	3
1.7 ขอบเขตงานวิจัย	3
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทบทวนวรรณกรรม	4
2.1.1 แสงแดด	4
2.1.2 ผลกระทบจากแสงแดด	5
2.1.3 ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดกับการป้องกันมะเร็งผิวหนัง	6
2.1.4 สารที่มีฤทธิ์ป้องกันแสงแดด	7
2.1.5 พอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติต้านทานน้ำ	11
2.1.6 เซริซิน	11
2.1.7 อิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคน	14
2.1.8 การประเมินประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์ ป้องกันแสงแดด	15
2.2 สารเคมีและเครื่องมือ	16
3. วิธีการดำเนินการวิจัย	18
3.1 การศึกษาปริมาณ Clay gel ที่มีผลต่อความคงตัวของตำรับ	18
3.2 การศึกษาผลของปริมาณน้ำที่มีผลต่อความคงตัวของตำรับ	19
3.3 การศึกษาผลของปริมาณ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone ต่อความคงตัวของตำรับ	19
3.4 การศึกษาผลของปริมาณ PEG-10 Dimethicone ต่อความคงตัวของตำรับ แทนการใช้ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone	20

3.5 การศึกษาผลของปริมาณและชนิดของอิเล็กโทรไลต์ต่อความคงตัวของตำรับ	21
3.6 การศึกษาผลของปริมาณน้ำต่อความหนืดของตำรับ	22
3.7 การทดสอบหาความหนืดและคุณสมบัติการไหลของตำรับ	23
3.8 การวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนืดของแต่ละสูตรตำรับโดยใช้สถิติ One Way ANOVA ตามด้วย post hoc test	23
4. ผลการวิจัย	24
4.1 ผลของปริมาณ Clay gel ต่อความคงตัวของตำรับ	24
4.2 ผลของปริมาณน้ำต่อความคงตัวของตำรับ	26
4.3 ผลของปริมาณ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone ต่อความคงตัวของตำรับ	28
4.4 ผลของปริมาณ PEG-10 Dimethicone ต่อความคงตัวของตำรับ แทนการใช้ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone	30
4.5 ผลของปริมาณและชนิดของอิเล็กโทรไลต์ต่อความคงตัวของตำรับ	32
4.6 ผลของปริมาณน้ำต่อความหนืดและคุณสมบัติการไหลของตำรับ	36
5. บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	43

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 คุณสมบัติสารกันแดดแต่ละชนิด	8
ตารางที่ 2 องค์ประกอบของตำรับอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคน	14
ตารางที่ 3 สภาวะในการประเมินความคงตัวของตำรับอิมัลชัน	15
ตารางที่ 4 สูตรตำรับที่มีปริมาณสาร Clay gel เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 5 10 และ 15 (Formulation 1-3)	24
ตารางที่ 5 สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 19.5 และ 24.5 (Formulation 4-6)	26
ตารางที่ 6 สูตรตำรับที่มีปริมาณ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 2.5 และ 5 (Formulation 7, 8)	28
ตารางที่ 7 สูตรตำรับที่มีปริมาณ PEG-10 Dimethicone เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 2.5 และ 5 (Formulation 9, 10)	30
ตารางที่ 8 สูตรตำรับที่มี Sodium chloride เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 1 (Formulation 11)	32
ตารางที่ 9 สูตรตำรับที่มี Magnesium sulfate เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 1 (Formulation 12)	33
ตารางที่ 10 สูตรตำรับที่ไม่มีอีเล็กโทรไลต์เป็นองค์ประกอบ (Formulation 13)	34
ตารางที่ 11 สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 19.5 และ 24.5 (Formulation 14-16)	36

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ความยาวคลื่นของแสงขาว และ แสงอัลตราไวโอเล็ต	5
รูปที่ 2 การซึมผ่านผิวหนังของรังสีอัลตราไวโอเล็ต	5
รูปที่ 3 โครงสร้างของเซริซิน	12
รูปที่ 4 Formulation 1, 2 และ 3	25
รูปที่ 5 Formulation 4, 5 และ 6	27
รูปที่ 6 Formulation 7 และ 8	29
รูปที่ 7 Formulation 9 และ 10	31
รูปที่ 8 Formulation 11, 12 และ 13	35
รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate และ Shear stress ของสูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 (สีเขียว) 19.5 (สีน้ำเงิน) 24.5 (สีเหลือง)	37
รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate และ Shear viscosity ของสูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 (สีเขียว) 19.5 (สีน้ำเงิน) 24.5 (สีเหลือง)	38

สารบัญตารางภาคผนวก

	หน้า
ตารางที่ 1 ค่า shear stress ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	43
ตารางที่ 2 ค่า shear stress ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 19.5 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	44
ตารางที่ 3 ค่า shear stress ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 24.5 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	45
ตารางที่ 4 ค่า shear viscosity ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	46
ตารางที่ 5 ค่า shear viscosity ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ ร้อยละ 19.5 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	47
ตารางที่ 6 ค่า shear viscosity ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ ร้อยละ 24.5 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	48

สารบัญรูปภาคผนวก

รูปที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความแตกต่างของค่าความหนืด
(Shear viscosity)

49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

รังสีอัลตราไวโอเลตในแสงแดดก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพผิวหนังหลายประการ เช่น การไหม้แดด ความชราภาพของผิวหนังและมะเร็งของผิวหนัง เป็นต้น การหลีกเลี่ยงแสงแดดเช่นการใส่เสื้อผ้าที่มีดัดจึงเป็นสิ่งสำคัญในการป้องกันอันตรายต่อผิวหนัง อย่างไรก็ตามเนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นและมีแสงแดดจัด การทำกิจกรรมกลางแจ้ง เช่น การออกกำลังกาย ทำให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการสัมผัสแสงแดดได้ จึงจำเป็นต้องมีการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารป้องกันแสงแดดร่วมด้วยเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดกับผิวหนัง

ผลิตภัณฑ์ที่มีสารป้องกันแดดนั้นมีหลายชนิด เช่น อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) อิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (water in oil emulsion) และอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคน (water in silicone) โดยชนิดที่ได้รับความนิยมสูงคือ ชนิดน้ำในซิลิโคน เนื่องจากซิลิโคนช่วยลดความรู้สึกเหนียวเหนอะหนะ ซึ่งเกิดจากสารสำคัญซึ่งมีฤทธิ์ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต โดยทั่วไปแล้วองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ชนิดน้ำในซิลิโคนนั้นมักประกอบด้วย วัฏภาคน้ำ อิเล็กโทรไลต์ สารลดแรงตึงผิวชนิดซิลิโคนและวัฏภาคซิลิโคน เป็นต้น อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับผลของชนิดและปริมาณอิเล็กโทรไลต์ต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ชนิดน้ำในซิลิโคน

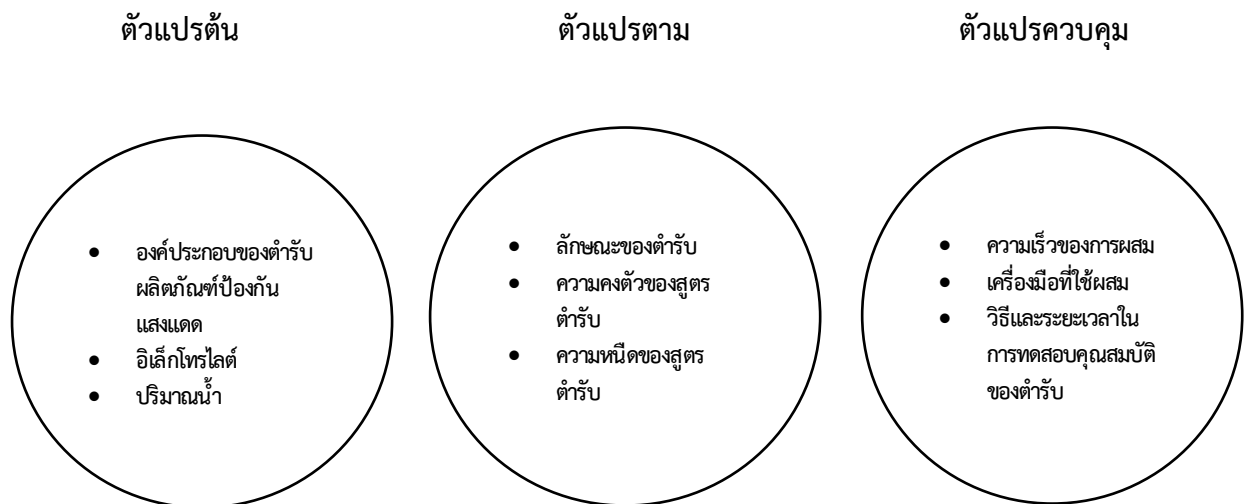
ความสามารถในการต้านทานน้ำ (water resistant) ของผลิตภัณฑ์กันแดดนั้นมีความสำคัญต่อผู้ใช้อย่างมาก เนื่องจากมีกิจกรรมกลางแจ้งหลายชนิดที่ผู้ใช้งานต้องสัมผัสน้ำเป็นระยะเวลานาน โดยทั่วไปแล้วในการตั้งสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ที่มีสารป้องกันแสงแดดจึงมีความจำเป็นต้องใส่สารซึ่งมีคุณสมบัติต้านทานน้ำลงไป โดยสารที่มีคุณสมบัติต้านทานน้ำที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนั้นมีหลายชนิด ได้แก่ กลุ่มซิลิโคน เช่น Trimethylsiloxysilicate, Acrylates/Dimethicone Copolymer กลุ่มพอลิเมอร์ซึ่งละลายในน้ำมันเช่น Polycyclopentadiene, Polyester 7 และกลุ่มพอลิเมอร์ชนิดแว็กซ์ เช่น Triacontanyl PVP อย่างไรก็ตามสารเหล่านี้เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์ ซึ่งมีราคาสูง

เซรีซิน (Sericin) เป็นโปรตีนที่สกัดได้จากรังไหม (Cocoons) ซึ่งได้จากหนอนไหม (silkworm, *Bombyx mori*) โดยสารเซรีซินเป็น ผลิตภัณฑ์พลอยได้ (by-product) จากกระบวนการผลิตเส้นไหมมีรายงานการวิจัยพบว่าเซรีซินมีความสามารถในการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต [1] เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิว [2-3] อีกทั้งเซรีซินยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย [4-5] ซึ่งเซรีซินมีคุณสมบัติคล้ายกาวทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเซรีซินมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมเพื่อกันน้ำในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดดเพื่อทดแทนวัตถุดิบที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เหลือทิ้ง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดชนิดน้ำในซิลิโคนที่มีความคงตัว
2. ศึกษาผลของปริมาณของเคลย์เจล ปริมาณของน้ำ ชนิดและปริมาณของอิมัลซิไฟเออร์ ชนิดและปริมาณของอีเล็กโทรไลต์ต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์
3. ศึกษาพฤติกรรมการไหลของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดชนิดน้ำในซิลิโคน

1.3 กรอบแนวคิด



1.4 สมมติฐาน

ปริมาณของเคลย์เจล ปริมาณของน้ำ ชนิดและปริมาณของอิมัลซิไฟเออร์ ชนิดและปริมาณของ อีเล็กโทรไลต์ มีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลของปริมาณปริมาณของเคลย์เจล ปริมาณของน้ำ ชนิดและปริมาณของอิมัลซิไฟเออร์ ชนิดและปริมาณของอีเล็กโทรไลต์ ที่มีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์
2. เป็นองค์ความรู้ทางวิชาการเกี่ยวกับการพัฒนาสูตรตำรับชนิดน้ำในซิลิโคน

1.6 คำสำคัญ (keyword)

คำสำคัญ (TH) เครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดด อิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคน เซรีซิน
ความต้านทานน้ำ อิเล็กโทรไลต์ เคลย์เจล

คำสำคัญ (EN) sunscreen product, water in silicone emulsion, sericin, water
resistant, electrolyte, clay gel

1.7 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ปริมาณเคลย์เจลที่ใช้อยู่ที่ร้อยละ 5, 10 และ 15
2. ปริมาณน้ำที่ใช้อยู่ที่ร้อยละ 15, 19.5 และ 24.5
3. อิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้ได้แก่ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone และ PEG-10 Dimethicone โดยปริมาณที่ใช้อยู่ที่ร้อยละ 2.5 และ 5
4. อิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์และแมกนีเซียมซัลเฟต โดยปริมาณที่ใช้อยู่ที่ร้อยละ 0 และ 1

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทบทวนวรรณกรรม

2.1.1 แสงแดด

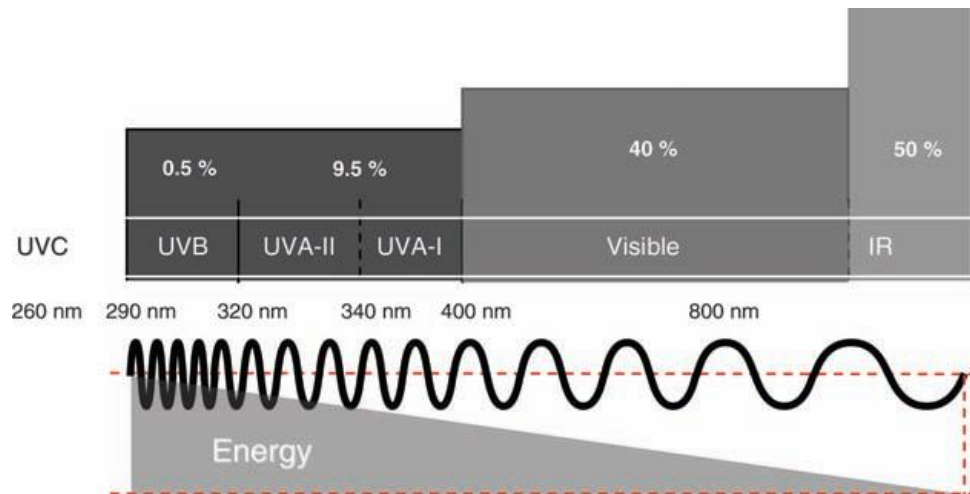
แสงแดดคือแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านชั้นบรรยากาศมายังโลก แสงแดดเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตามการได้รับแสงแดดมากเกินไปสามารถส่งผลเสียต่อสุขภาพได้ โดยแสงแดดมีองค์ประกอบ 3 ส่วนหลักๆ เรียงตามความยาวคลื่นได้แก่

- (1) รังสีอินฟราเรด (Infrared) มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 700 nm-1 mm
- (2) แสงที่ต้วตามองเห็น (Visible lights) มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 700-400 nm
- (3) แสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet light) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น UVA UVB และ UVC

UVA (320-400 nm) ถูกดูดซับได้น้อยในชั้นบรรยากาศ มีความเข้มแสงค่อนข้างคงที่ตลอดปี และถูกดูดซับได้โดยสารสีอะไมโนเลกุลน้อยมากจึงสามารถผ่านผิวหนังลงไปได้ลึกถึงชั้นหนังแท้ (Dermis) จนสามารถถูกดูดซับได้จากองค์ประกอบภายในกระแสเลือด (รูปที่ 2) และสามารถออกซิไดซ์กลายเป็นอนุมูลอิสระได้ในธรรมชาติเนื่องจากมีโครโมฟอร์หลากหลายรูปแบบ [5-7] UVA สามารถแบ่งได้อีกเป็น UVA I (340-400 nm) และ UVA II (320-340 nm) [8]

UVB (290-320 nm) ถูกดูดซับในชั้นบรรยากาศได้บางส่วน และถูกดูดซับได้ดีในโปรตีน และสารพันธุกรรม จึงมีความสามารถในการก่อให้เกิดความเสียหายของสารพันธุกรรมได้ อีกทั้งยังมีผลต่อการดูดซึมของเซลล์ ความสามารถในการผ่านชั้นผิวหนังแปรผันโดยตรงกับความยาวคลื่น [5-6] โดย UVB สามารถผ่านผิวหนังได้ถึงชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) (รูปที่ 2)

UVC (100-279 nm) จะถูกดูดซับที่ชั้นบรรยากาศของโลกเป็นส่วนใหญ่มีประโยชน์ในการฆ่าเชื้อโรคจึงมีการนำมาใช้ทางการแพทย์ [5-6]



รูปที่ 1 ความยาวคลื่นของแสงขาว และ แสงอัลตราไวโอเล็ต [8]

Solar spectrum	UVC	UVB	UVA	VISIBLE	IR
Wavelengths (nm)	200	290	320	400	800
Stratospheric ozone layer					
Solar spectrum reaching the surface of earth					
Skin outer layer (stratum corneum)					
Epidermis					
Dermis					
Hypodermis					

รูปที่ 2 การซึมผ่านผิวหนังของรังสีอัลตราไวโอเล็ต [8]

2.1.2 ผลกระทบจากแสงแดด

การได้รับแสงยูวีที่มากเกินไปเป็นสาเหตุที่นำมาซึ่งความชราของผิวหนังและมะเร็งผิวหนังได้ โดยพบว่ามะเร็งผิวหนังที่เป็นสาเหตุของการตายมากที่สุดมี 2 ชนิด ได้แก่ basal cell cancer และ squamous cell cancer ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการได้รับรังสียูวี และพบว่าบริเวณ ศีรษะ ใบหน้า ลำคอ แขน และมือ มีโอกาสพบมะเร็งผิวหนังได้มากกว่าบริเวณอื่นของร่างกายเนื่องจากเป็นบริเวณที่สัมผัสกับแสงแดดมากกว่าบริเวณอื่นๆ การปกป้องผิวหนังจากแสงแดดทำได้หลายวิธีเช่น การใส่เสื้อผ้าคลุมบริเวณแขน ขา และใบหน้า การใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด โดยผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด ที่ใช้ควรมีค่า Sun protection factor (SPF) มากกว่าหรือเท่ากับ 15 และสามารถป้องกันได้ทั้ง UVA และ UVB (Broad spectrum sunscreen) [9]

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดสารป้องกันแสงแดดที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ.2562 ได้กำหนดนิยามดังนี้

“เครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดด” หมายความว่า เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสารป้องกัน

แสงแดดเพื่อปกป้องร่างกายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต

“สารป้องกันแสงแดด” หมายความว่า สารที่ใช้ทำหน้าที่ปกป้องร่างกายจากอันตรายที่เกิดจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต [10]

2.1.3 ผลลัพธ์ป้องกันแสงแดดกับการป้องกันมะเร็งผิวหนัง

จากงานวิจัยของ Green และคณะ [11] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดเพื่อลดการเกิดมะเร็งผิวหนังโดยการทำการทดลองแบบ Randomized control trial follow-up โดยการคัดเลือกกลุ่มคนอายุ 25-75 ปี และทำการสุ่มแบ่งผู้ทดลองเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก ใช้ครีมกันแดดทาบริเวณศีรษะ และแขน จำนวน 812 คน กลุ่มที่ 2 ใช้ 30 mg beta-carotene (placebo) ในยาพื้นจำนวน 809 คน โดยเริ่มทำการศึกษาในปี 1992-1996 และติดตามผลจนถึงปี 2006 ผู้วิจัยพบว่าครีมกันแดด SPF 15 สามารถลดอุบัติการณ์การเกิดมะเร็งผิวหนังได้ดี จากกลุ่มผู้ทดลองมีเพียงผู้ใช้ครีมกันแดด 11 คน ที่เป็นมะเร็งผิวหนังจากกลุ่มที่ใช้ครีมกันแดด เมื่อเปรียบเทียบกับ 22 คนจากกลุ่มควบคุมและพบว่าในระยะยาวการใช้ครีมกันแดดสามารถลดการเกิด Invasive melanoma ได้ถึง 73% และสำหรับกลุ่มที่พบว่าเป็นมะเร็งในกลุ่มที่ใช้ครีมกันแดดมีน้อยกว่าค่าเฉลี่ยและสามารถรักษาให้เป็นปกติได้ง่ายกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยของ Naylor และคณะ [12] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ครีมกันแดดความเข้มข้นสูง เพื่อลดจำนวนรอยโรคในระยะเริ่มต้นของมะเร็งผิวหนัง (Actinic Keratosis, AK) โดยทำการทดลองแบบ Randomized control trial ในประชากรที่มีความเสี่ยงสูงโดยสุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้ครีมกันแดดจำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุม 25 คน โดยให้กลุ่มทดลองใช้ครีมกันแดด และกลุ่มควบคุมใช้ครีมพื้น (placebo) เป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่าอัตราการเกิดรอยโรคใหม่ของ Actinic keratosis ในกลุ่มที่ใช้ครีมกันแดดน้อยกว่ากลุ่มควบคุมและพบว่าบุคคลที่มีสีผิวเข้มกว่ามีอัตราการเกิด Actinic keratosis น้อยกว่าบุคคลที่มีสีผิวอ่อนกว่าและพบว่าผู้หญิงมีอัตราการเกิด actinic keratosis น้อยกว่าผู้ชาย จากการศึกษาสรุปผลได้ว่าการใช้ครีมกันแดดสามารถลดการเกิด Actinic keratosis ได้อย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถอนุมานได้ว่าการใช้ครีมกันแดดสามารถลดอัตราการเกิดมะเร็งผิวหนังได้

Thompson และคณะ [13] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ครีมกันแดดอย่างสม่ำเสมอเพื่อลด Solar keratosis โดยทำการทดลองแบบ randomized control trial จากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างอายุ 40 ปีขึ้นไปในประเทศออสเตรเลียที่มีความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งผิวหนังสูงทำการสุ่มคนจำนวน 431 คนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ใช้ครีมกันแดดชนิดออกฤทธิ์กว้างและมี

ค่า sun protection factor (SPF) เท่ากับ 17 จำนวน 210 คน และกลุ่มที่ 2 ใช้ครีมพื้นที่ไม่มีสารกันแดด (กลุ่มควบคุม) จำนวน 221 คน โดยกลุ่มที่ใช้ครีมกันแดดและกลุ่มควบคุมมีรอยโรคเริ่มต้นของ Solar keratosis รวม 1,856 จุด และ 1,642 จุด ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ใช้ครีมกันแดดมีรอยโรคเพิ่มขึ้น 333 จุด และกลุ่มควบคุมมีรอยโรคเพิ่มขึ้น 508 จุด อีกทั้งกลุ่มที่ใช้ครีมกันแดดมีรอยโรคเดิมลดลง จากการศึกษาครั้งนี้สรุปว่าการใช้ครีมกันแดดสามารถป้องกันการพัฒนาของ Solar keratosis และอาจอนุมานได้ว่าการใช้ครีมกันแดดสามารถลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งผิวหนังในระยะยาวได้

จากการศึกษาการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการใช้ครีมกันแดดสามารถช่วยปกป้องผิวหนังจากแสงแดดได้ดีและการใช้ครีมกันแดดเป็นที่นิยมแพร่หลายมาเป็นระยะเวลาอันยาวนานโดยครีมกันแดดสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทตามความสามารถในการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้แก่ ครีมกันแดดที่มีความจำเพาะเจาะจงในการป้องกัน UVA หรือ UVB และครีมกันแดดที่สามารถป้องกันได้ทั้ง UVA และ UVB หรือเรียกอีกอย่างว่า ครีมกันแดดชนิดออกฤทธิ์กว้าง (Broad-spectrum sunscreen) ทั้งนี้ขึ้นกับประเภทของสารกันแดดที่ใช้เป็นสารสำคัญในตำรับครีมกันแดดนั้นๆ สารกันแดดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่ สารกันแดดที่ออกฤทธิ์ทางเคมีและสารกันแดดที่ออกฤทธิ์ทางกายภาพ

2.1.4 สารที่มีฤทธิ์ป้องกันแสงแดด

(1) สารกันแดดที่ออกฤทธิ์โดยการดูดซับแสง (Chemical sunscreens) สารกันแดดประเภทนี้ส่วนใหญ่มักเป็นสารอินทรีย์และมีกลไกการออกฤทธิ์ คือ ดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีพลังงานสูง สารในกลุ่มนี้ที่ได้รับความปลอดภัยจากคณะกรรมการอาหารและยา [17] ได้แก่ Oxybenzone, Sulisobenzene, Dioxibenzone, Avobenzone, Meradimate, Ecamsule เป็นสารดูดซับ UVA และ Padimate, Octinoxate, Cinoxate, Octisalate, Homosalate, Trolamine salicylate, Octocrylene, Ensulizole เป็นสารดูดซับ UVB [14-16]

(2) สารกันแดดที่ออกฤทธิ์โดยการกระเจิงแสง (Physical sunscreens) สารกันแดดประเภทนี้ส่วนใหญ่มักเป็นสารอนินทรีย์และมีกลไกการออกฤทธิ์คือ การสะท้อนแสงและการกระเจิงแสง (Reflecting and Scattering) บริเวณชั้นบนสุดของผิวหนัง สารกลุ่มนี้มักมีคุณสมบัติในการปกป้องผิวจาก UVA และ UVB (Broad-spectrum sunscreen agents) สารในกลุ่มนี้ที่ได้รับความปลอดภัยจากคณะกรรมการอาหารและยา [10] ได้แก่ Zinc oxide และ Titanium dioxide เป็นต้น [14-16]

ตารางที่ 1 คุณสมบัติสารกันแดดแต่ละชนิด

ประเภทของสารกันแดด	ชื่อสามัญ	ประเภทรังสี/ความยาวคลื่นที่ดูดซับ	คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ			ปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ [10]
			ลักษณะทางกายภาพ	ค่าการละลาย	ความคงตัว	
1. สารกันแดดที่ออกฤทธิ์โดยการดูดซับแสง	Oxybenzone	UVA/288 - 326 นาโนเมตร	ลักษณะเป็นผงสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน	ละลายได้ในน้ำ 3.7 mg/L ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	คงตัวในน้ำกลั่น, DMSO, น้ำมันข้าวโพด, acetone	10%
	Sulisobenzon	UVA/218-225 นาโนเมตร	ลักษณะเป็นผงสีแทน	เอทานอล 3.3 mL	คงตัวที่อากาศแห้ง, ก๊าซเฉื่อย, อุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส	5%
	Dioxybenzone	UVA/320-400 นาโนเมตร	ลักษณะผงสีเหลือง	ละลายในน้ำ 0.148 mg/mL	คงที่ในสภาวะปกติ	3%
	Avobenzone	UVA/357 นาโนเมตร	ลักษณะผงผลึกสีขาว, เหลือง	ละลายในน้ำ 2.2 mg/L ที่ 25 องศาเซลเซียส	คงตัวที่อากาศแห้ง, ก๊าซเฉื่อย, อุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส	5%
	Meradimate	UVA/200-380 นาโนเมตร	ของเหลวใส ไม่มีสีจนถึงสีเหลืองใส	ไม่ละลายน้ำ	ติดไฟง่าย ไม่คงตัวกับตัวออกซิไดซ์แรง	5%
	Ecamsule	UVA/290-400 นาโนเมตร	ผงสีขาว	ละลายในน้ำ 0.00571 mg/mL	มีความเสถียรเมื่อสัมผัสแสงแดด	10%

	Padimate O	UVB/290– 320 นาโนเมตร	ของเหลวสี เหลืองใส	ละลายน้ำได้ 0.0355 mg/mL	คงตัวที่อากาศ แห้ง, ก๊าซ เฉื่อย, อุณหภูมิ ต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส	8%
	Octinoxate	UVB/UV max = 310 นาโนเมตร	ของเหลวชั้น หนืดไม่มีสี หรือสีเหลือง ใส	ละลายน้ำได้ <0.1 g/100 mL ที่ 27 องศา เซลเซียส	คงตัวที่อากาศ แห้ง, ก๊าซ เฉื่อย, อุณหภูมิต่ำ กว่า 40 องศา เซลเซียส	10%
	Octisalate	UVB/295-315 นาโนเมตร	ของเหลวไม่ มีสี	ไม่ละลายน้ำ	คงตัวที่อากาศ แห้ง, ก๊าซ เฉื่อย, อุณหภูมิต่ำ กว่า 40 องศา เซลเซียส	5%
	Homosalate	UVB/295-315 นาโนเมตร	ของเหลว หนืดสีเหลือง อ่อน	ไม่ละลายน้ำ (<1 mg/ml ที่ 26.11 องศา เซลเซียส)	เก็บใน อุณหภูมิห้อง หลีกเลี่ยง แสงแดด	10%
	Octocrylene	UVB/290-350 นาโนเมตร	ของเหลว หนืดสีเหลือง	ไม่ละลายน้ำ	เก็บใน อุณหภูมิห้อง หลีกเลี่ยง แสงแดด	10%

	Ensulizole	UVB/290-340 นาโนเมตร	ผงสีขาวหรือเหลืองอ่อน	ละลายน้ำ	หากต้องการเก็บในระยะยาว เก็บในอุณหภูมิห้อง	8%
2. สารกันแดดที่ออกฤทธิ์สะท้อนแสง	Zinc oxide	UVA, UVB Completely absorbs ultraviolet light <366 นาโนเมตร	ของแข็งสีเหลืองเทา	ไม่ละลายน้ำ	คงตัวที่อากาศแห้ง, ก๊าซเฉื่อย, อุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส	25%
	Titanium dioxide	UVA, UVB/290-350 นาโนเมตร 350-400 นาโนเมตร	ผงแป้งสีขาว	ไม่ละลายน้ำ	เก็บในอุณหภูมิห้อง หลีกเลี่ยงแสงแดด	25%

ในการตั้งตำรับครีมกันแดดส่วนใหญ่มักใช้สารกันแดดชนิดออกฤทธิ์กว้าง (Broad-spectrum sunscreen) หรือ ใช้สารกันแดดสูตรผสมเพื่อให้สามารถป้องกันได้ทั้งแสง UVA และ UVB [17] ตำรับครีมกันแดดในปัจจุบันมีให้เลือกหลากหลายรูปแบบ เช่น โลชั่น ครีม เจล สเปรย์ ขี้ผึ้ง ซึ่งการตั้งตำรับของผลิตภัณฑ์กันแดดจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของตำรับ

Zinc Oxide (ZnO) เป็นสารอนินทรีย์ที่มักใช้เป็นส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด โดย zinc oxide ประกอบด้วย 2 crystalline form คือ wurtzite และ zinc-blende รูปแบบ wurtzite เป็นรูปแบบที่ส่วนมากจะคงตัว zinc oxide มีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสี UVA โดยกลไกการออกฤทธิ์ คือ การสะท้อนแสงและการกระเจิงแสง ข้อดีของการใช้สารอนินทรีย์คือ ไม่ระคายเคืองผิวหนัง ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น กระจายบนผิวได้ดี และมีช่วงป้องกันรังสียูวีในช่วงกว้างจึงได้รับความนิยมในการนำมาเป็นส่วนผสมเพื่อป้องกันแสงแดดในผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด

Tanner และคณะ [18] ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการตั้งตำรับผลิตภัณฑ์กันแดด การตั้งตำรับผลิตภัณฑ์กันแดดต้องใช้หลายปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อให้ตำรับมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ดี นอกจากการเลือกสารสำคัญที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมแล้วยังต้องคำนึงถึงความสามารถในการเคลือบผิวครีมกันแดดที่ดีควรเคลือบผิวได้สม่ำเสมอหลังจากทาครีมซึ่งความสามารถในการเคลือบผิวได้บางสม่ำเสมอของครีมกันแดดต้องอาศัยคุณสมบัติการเกิดฟิล์มหากครีมกันแดดมีความสามารถในการเคลือบผิวที่ต่ำจะทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอเมื่อทาครีมโดยเนื้อครีมจำนวนมากจะรวมกันอยู่ที่บริเวณ

พื้นผิวที่ต่ำกว่าของผิวหนังแต่จะไม่สามารถปกคลุมพื้นผิวบริเวณที่สูงกว่าของผิวหนังได้ด้วยเหตุนี้ถึงแม้ว่าตำรับมีสารสำคัญที่มีประสิทธิภาพดีก็อาจมีประสิทธิภาพต่ำเมื่อทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตในทางปฏิบัติเพื่อให้ครีมกันแดดมีคุณสมบัติการเคลือบผิวที่ดีจำเป็นต้องตั้งตำรับที่มีความหนืดที่จำเพาะเจาะจงโดยความหนืดของสารกันแดดควรลดลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการทาครีมเพื่อให้เนื้อครีมเคลือบผิวได้อย่างสม่ำเสมอและความหนืดของครีมควรเพิ่มกลับมาเป็นปกติอย่างรวดเร็วหลังจากหยุดให้แรงทาครีมเพื่อป้องกันไม่ให้เนื้อครีมตกลงไปที่บริเวณพื้นผิวที่ต่ำกว่าของผิวหนัง โดยปกติสารกันแดดที่เป็นสารสำคัญในตำรับควรซึมผ่านผิวหนังได้น้อยที่สุด หากมีสารกันแดดปกคลุมที่ผิวหนังมากความสามารถในการปกป้องผิวจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตก็จะมากตามไปด้วยจึงสามารถสรุปได้ว่าคุณสมบัติของครีมกันแดดที่ดีขึ้นอยู่กับ การตั้งตำรับชนิดเกิดฟิล์มของสารกันแดดเคลือบอยู่บนผิวหนังได้อย่างสม่ำเสมอเพื่อประสิทธิภาพในการปกป้องผิวได้เท่ากันทุกส่วน

2.1.5 พอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติต้านทานน้ำ

นอกจากนี้คุณสมบัติการยึดเกาะติดผิวของครีมกันแดดก็เป็นคุณสมบัติสำคัญเช่นกันเนื่องจากผู้ส่วนใหญ่่มักทาครีมกันแดดก่อนออกนอกอาคาร หรือก่อนทำกิจกรรมกลางแจ้งซึ่งหากครีมกันแดดมีความสามารถในการยึดเกาะติดผิวน้อย ครีมกันแดดก็จะหลุดติดบริเวณเสื้อผ้าหรือถูกชะออกด้วยเหงื่อและน้ำซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้กระบวนการปกป้องผิวจากแสงแดดมีประสิทธิภาพลดลง เพราะฉะนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใส่สารที่มีความสามารถในการต้านทานน้ำเพื่อช่วยให้ครีมกันแดดยึดเกาะติดผิวนานยิ่งขึ้นเมื่อสัมผัสกับน้ำหรือเหงื่อ

Unimer U-6 เป็นสารประเภท alkylated vinylpyrrolidone copolymer มีสีขาวเหลืองลักษณะเป็นแว็กซ์ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ขบไซมันเช่น mineral oil หรือ ester oils ไม่ละลายใน ethanol และน้ำจากการศึกษาผลของการก่อระคายเคืองต่อผิวหนัง พบว่า Unimer U-6 ไม่ระคายเคืองต่อผิวหนัง โดยนิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์กันแดดเนื่องจากเป็นสารที่มีคุณสมบัติก่อฟิล์ม (film-forming agent) และมีความต้านทานน้ำ (water-repellent properties) และยังช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของสารกันแดดในผลิตภัณฑ์กันแดด อีกทั้งยังช่วยให้การกระจายตัวของเม็ดสีในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางดีขึ้นอีกด้วย ปริมาณที่นิยมใช้ในตำรับคือร้อยละ 1-5 แล้วแต่ชนิดของตำรับ พบว่าการใส่ Unimer U-6 ที่ร้อยละ 3 ของตำรับจะทำให้ตำรับมีความสามารถในการต้านทานน้ำได้สูงสุดที่ร้อยละ 85 (*in vivo* test) [19-21]

2.1.6 เซริซิน

เป็นสารที่ได้จากการสังเคราะห์รังของหนอนไหม (*Bombyx mori*) ซึ่งเป็นเส้นใยโปรตีนธรรมชาติ ที่มีองค์ประกอบหลักคือ ไฟโบรอิน (fibroin) ร้อยละ 70-80 ไซมันแว็กซ์ ร้อยละ 0.4-0.8 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนร้อยละ 1.2-1.6 รังควัตถุร้อยละ 0.2 เถ้าร้อยละ 0.7 และกากไหมหรือ

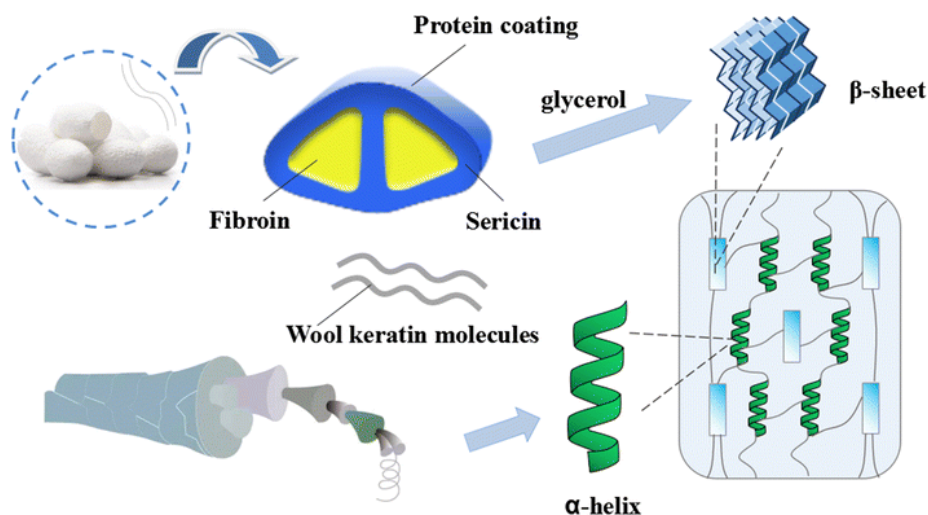
เซรีซิน (sericin) ร้อยละ 20-30 เซรีซินมีลักษณะเป็น amorphous matrix ทำหน้าที่เป็นกาวเชื่อมไฟโบรอิน (fibroin filaments) ไว้ด้วยกัน เป็นโปรตีนหรือโกลโคโปรตีนที่ละลายน้ำได้ ประกอบด้วยเซรีซินอย่างน้อย 6 ชนิด ที่มีขนาดโมเลกุลตั้งแต่ 6-467 กิโลดาลตันโดยเซรีซินขนาดโมเลกุลเล็กละลายน้ำได้ง่ายกว่าโมเลกุลใหญ่

ลักษณะรูปร่างของโมเลกุลเซรีซินมี 2 ลักษณะ คือ

1. Random coil (alpha helix) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี
2. Beta-sheet มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ยากกว่า

โครงสร้างของเซรีซินสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชั้น

1. ชั้นนอก มีลักษณะเป็น Fibre direction filament
2. ชั้นกลาง มีลักษณะเป็น Cross fibre direction filament
3. ชั้นในสุด มีลักษณะเป็น longitudinal filament



รูปที่ 3 โครงสร้างของเซรีซิน

ทั้งนี้ลักษณะรูปร่างของเซรีซินขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ระหว่างกระบวนการสกัดเซรีซินจากรังไหมหากใช้อุณหภูมิต่ำจะได้เซรีซินที่มีรูปร่างแบบ Beta-sheet มากกว่าแบบ Random coil คุณสมบัติอื่น ๆ ของเซรีซินได้แก่

1. คุณสมบัติการเป็นสารก่อเจล (Gelling property)

เซรีซินมีโครงสร้างเป็น random coil และ Beta-sheet โดย random coil สามารถละลายได้ในน้ำร้อนและโครงสร้างแบบ random coil จะเปลี่ยนไปเป็นโครงสร้างแบบ Beta-sheet เมื่ออุณหภูมิลดลงซึ่งเกิดเป็นเซรีซินที่มีลักษณะคล้ายเจล

2. คุณสมบัติการเปลี่ยนเป็น sol-gel ได้อย่างอิสระ (sol-gel transition)

เซรีซินมีคุณสมบัติที่ละลายน้ำที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียสได้ง่ายและจะกลายเป็นเจลอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิต่ำลง

3. ค่า Isoelectric pH

เนื่องจากองค์ประกอบของเซรีซินมีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบมากกว่าสารที่เป็นเบสจึงได้ค่า Isoelectric รวมประมาณ 4

4. ค่าการละลายของเซรีซิน

การละลายน้ำของเซรีซินจะลดลงเมื่อเซรีซินเปลี่ยนโครงสร้างจาก random coil เป็น beta-sheet การละลายของเซรีซินจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติม polyarylate sodium และจะลดลงหากมีการเติม polyacrylamide formaldehyde

5. น้ำหนักโมเลกุล

น้ำหนักโมเลกุลของเซรีซินขึ้นกับสารที่ใช้สกัดเซรีซินจากรังไหม เช่น การใช้ 1% sodiumdeoxycholate ในการสกัดและตกตะกอนด้วย 10% trichloroacetic acid พบว่าจะได้เซรีซินที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 17100-18460 กรัม/โมล และการสกัดเซรีซินด้วยน้ำร้อนพบว่าได้เซรีซินที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 24000 กรัม/โมล อีกทั้งน้ำหนักโมเลกุลของเซรีซินยังขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ใช้สกัด เช่น การใช้ spray dry method จะทำให้ได้เซรีซินที่มีน้ำหนักโมเลกุล 5000-50000 กรัม/โมล

Hidetochi และคณะ [21] ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเตรียมเจลเซรีซินเพื่อใช้เป็นวัสดุแต่งแผล โดยมีการเตรียมเจลเซรีซินโดยใช้เอทานอลเป็นตัวช่วยในการเกิดเป็น elastic hydrogel โดยสามารถนำไปขึ้นรูปได้ตามต้องการโดยใช้เจลลาตินเป็นแม่พิมพ์ พบว่าแผ่นฟิล์มสามารถงอตัวได้ในน้ำที่อุณหภูมิปกติ เซรีซินมีคุณสมบัติอุ้มน้ำโดยสามารถดูดน้ำได้ 80% ต่อน้ำหนักภายใน 3 นาที ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เจลเซรีซินที่ได้จะมีความหนาเพิ่มขึ้นเมื่อสัมผัสกับน้ำ และพบว่าเจลเซรีซินมีความยืดหยุ่นมากขึ้นเมื่อสัมผัสกับน้ำ แต่พบว่าฟิล์มมีความสามารถในการยืดเกาะผิวได้ค่อนข้างต่ำหากไม่มีของเหลวประสาน และพบว่าเซรีซินไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์

นอกจากนี้ยังพบว่าเซรีซินมีคุณสมบัติในการเป็น moisturizing agent, anti-wrinkle agent, anti-ageing agent และเป็น antimicrobial agent [22] ซึ่งจากคุณสมบัติต่าง ๆ ของเซรีซินข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการนำเซรีซินมาเป็นองค์ประกอบในตำรับครีมกันแดดชนิดน้ำในซิลิโคน เพื่อช่วยในการกักน้ำและทำให้ครีมกันแดดยึดเกาะผิวได้ดีขึ้น

2.1.7 อิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคน

เครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดดชนิดน้ำในซิลิโคน (water in silicone sunscreen) [23] เป็นเครื่องสำอางประเภทอิมัลชันชนิดหนึ่งที่มีวัฏภาคภายในเป็นน้ำและมีวัฏภาคภายนอกเป็นซิลิโคนซึ่งมีคุณสมบัติหลายประการที่ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์กันแดดต้องการ ได้แก่ มีความคงตัวสูง ช่วยทำให้ผิวชุ่มชื้น ไม่ทำให้ผิวมัน และไม่เหนียวเหนอะหนะ อีกทั้งการมีวัฏภาคน้ำมันเป็นองค์ประกอบสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการกระจายเมื่อทาครีมกันแดดบนผิวทำให้ยึดเกาะผิวได้นานกันน้ำและส่งเสริมคุณสมบัติการเป็น film barrier

องค์ประกอบของตำรับอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคนมักแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของตำรับอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคน

1. ส่วนที่ชอบน้ำ (water phase)	50-82%
2. ส่วนที่ชอบน้ำมัน (oil phase)	20-50%
3. อิมัลซิฟายเออร์หลัก (emulsifier)	7-20%
อิมัลซิฟายเออร์อื่นๆ (co-emulsifier)	0.5%
4. อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte)	1-2%

อิมัลซิฟายเออร์เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยประสานระหว่างวัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมัน ช่วยให้ตำรับมีความคงตัวมากขึ้นโดยอิมัลซิฟายเออร์ในตำรับน้ำในซิลิโคนควรมีคุณสมบัติหลัก 3 ประการ ได้แก่

1. สามารถแทรกอยู่ระหว่างวัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมัน
2. สามารถคงตัวอยู่ได้ระหว่างวัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมัน
3. ช่วยลดแรงต้านระหว่างวัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมัน สารที่คุณสมบัติครบถ้วนเช่นสารกลุ่ม dimethiconecopolyol emulsifiers

การตั้งตำรับน้ำในซิลิโคน สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

1. การเลือกสารในแต่ละวัฏภาคตามคุณสมบัติของตำรับที่ต้องการ โดยคำนึงถึงความเข้ากันได้ ปริมาณที่กำหนดให้ใช้ สัดส่วนของสารในวัฏภาคต่าง ๆ ที่เหมาะสม และความคงตัวของตำรับ

2. การทดลองหาวิธีที่เหมาะสมในการเตรียมตำรับซึ่งโดยปกติตำรับน้ำในซิลิโคนมีหลายภูมิภาค ส่วนใหญ่มีผสมสารที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกันเข้าด้วยกันก่อนจากนั้นจึงผสมเข้ากับภูมิภาคอื่นอีกทั้งการผสมจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่มีรอบในการหมุนสูงและให้แรงเหวี่ยงสูง

3. การประเมินตำรับเนื่องจากตำรับน้ำในซิลิโคนเป็นตำรับประเภทอิมัลชันจึงต้องมีการประเมินความคงตัวของอิมัลชันที่เตรียมได้นอกจากนี้ต้องประเมินคุณสมบัติอื่น ๆ ที่ควรมีของตำรับด้วย เช่น การประเมินความสามารถในการป้องกันแสงแดดและความสามารถในการกั้นน้ำของครีมกันแดดชนิดน้ำในซิลิโคน

2.1.8 การประเมินประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด

Sun protection factor (SPF) เป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถในการป้องกันรังสี UVB โดยเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบเวลาที่ทำให้เกิดผิวแดงจากการใช้ผลิตภัณฑ์กันแดดและไม่ได้ใช้ผลิตภัณฑ์กันแดด ยกตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF 15 หมายถึง ผลิตภัณฑ์นี้สามารถปกป้องผิวจากแสงแดดได้นานกว่าการสัมผัสกับแสงแดดโดยตรง 15 เท่า หากเวลาที่ทำให้ผิวเกิดรอยแดงจากแสงแดดเท่ากับ 20 นาที หากใช้ผลิตภัณฑ์กันแดดจะสามารถปกป้องผิวได้นานเท่ากับ 300 นาที Protection grade of UVA (PA) เป็นค่าที่ยังไม่จัดเป็นหน่วยมาตรฐานในการวัดค่าการดูดซึมของรังสี UVA โดยมักแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ PA+, PA++, PA+++ ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์กันแดดนั้น ๆ สามารถปกป้องผิวจากแสงแดดได้น้อย ปานกลาง มาก ตามลำดับ การทดสอบประสิทธิภาพตำรับอิมัลชันมักทำการทดสอบเพื่อดูความคงตัวของอิมัลชันโดยทั่วไปตำรับอิมัลชันที่ไม่มีความคงตัวมักจะเกิดการแยกชั้นระหว่างวัฏภาคน้ำและน้ำมันเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Coalescence ซึ่งสามารถประเมินความคงตัวของตำรับอิมัลชันได้หลายสภาวะดังตารางที่ 3 [24]

ตารางที่ 3 สภาวะในการประเมินความคงตัวของตำรับอิมัลชัน

Storage Condition	Storage period
Ambient temperature	25 °C for 3 years (or projected shelf-life of the product)
Elevated temperature	37 °C for 6 months and 45 °C for 6 months
Refrigerator	Approximately 4 °C for 3 months
Freeze/thaw cycles (5)	Approximately -10°C to ambient
Cycling chamber	4 °C to 45 °C in 48 hours for 1 month
Light exposure	1-month exposure to north-facing daylight or light cabinet

นอกจากนี้ควรทดสอบคุณสมบัติทางการภาพอื่น ๆ ได้แก่ pH ความหนืด การไหล สี กลิ่น ประสิทธิภาพของสารกันเสีย เป็นต้น

2.2 สารเคมีและเครื่องมือ

สารเคมี

1. Zinc Oxide and Triethoxycaprylylsilane (Z-Cote[®] HP1, BASF Personal Care and Nutrition GmbH, Monheim Germany)
2. Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate (Uvinul A Plus, BASF Personal Care and Nutrition GmbH, Monheim Germany)
3. Polysilicone-15 (Parsol SLX, DSM, Basel Switzerland)
4. Octyl methoxycinnamate (Uvinul[®] MC 80, BASF Personal Care and Nutrition GmbH, Monheim Germany)
5. Bemotrizinol (Tinosorb S, BASF Personal Care and Nutrition GmbH, Monheim Germany)
6. PEG-10 Dimethicone (KF-6017, Shin-Etsu Chemical, Tokyo, Japan)
7. Dimethicone (KF-96A-6cs, Shin-Etsu Chemical, Tokyo, Japan)
8. Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone (KF-6038, Shin-Etsu Chemical, Tokyo, Japan)
9. Cyclopentasiloxane (KF-995, Shin-Etsu Chemical, Tokyo, Japan)
10. Cyclopentasiloxane (and) Dimethicone Crosspolymer (DC 9045, Dow Chemical Company, Michigan, United States)
11. Ethylhexylglycerine and Propanediol
12. Vitamin E acetate (Quali[®] E, DSM, Basel Switzerland)
13. Clay gel
14. Glycerine
15. Sodium chloride (Univar, Ajax Finechem, New South Wales Australia)
16. Magnesium Sulfate (LOBA CHEMIE, Mumbai India)
17. Water

เครื่องมือ

1. Homogenizer Disperser mixer (Scilogex, Washington, USA)
2. Rheometer (Kinexus Lab, Malvern Instruments, UK)
3. Hot air oven (Memmert, Buchenbach, Germany)
4. Refrigerator (Hitachi, Chachoengsao, Thailand)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาปริมาณ Clay gel ที่มีผลต่อความคงตัวของตำรับ

ตั้งตำรับน้ำในซิลิโคนที่มีสารป้องกันแดดจำนวน 3 ตำรับ โดยให้มีปริมาณสาร Clay gel เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 5, 10 และ 15 กำหนดให้เป็น Formulation 1, 2 และ 3 ตามลำดับโดยมีวิธีการเตรียมของแต่ละตำรับดังนี้

3.1.1 ชั่งสารตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ โดยแบ่งชั่งสารใส่ 3 ปีกเกอร์ ดังนี้

ปีกเกอร์ที่ 1 ประกอบด้วย Sodium chloride, Glycerine และน้ำ

ปีกเกอร์ที่ 2 ประกอบด้วย Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Polysilicone-15, Octyl methoxycinnamate, Bemotrizinol

ปีกเกอร์ที่ 3 ประกอบไปด้วย Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone, Dimethicone, Cyclopentasiloxane, Cyclopentasiloxane Dimethicone Crosspolymer, Clay gel

3.1.2 นำ Zinc Oxide and Triethoxycaprylsilane มาแรงด้วยแรง จากนั้นนำไปชั่งตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ

3.1.3 นำปีกเกอร์ที่ 3 มาปั่นด้วยเครื่อง disperser ที่ความเร็วเริ่มต้น 500 rpm จนเข้ากัน จากนั้นเพิ่มความเร็วเป็น 700 rpm

3.1.4 นำปีกเกอร์ที่ 1 เทลงปีกเกอร์ที่ 3 เป็นสายช้า ๆ ขณะปั่น

3.1.5 นำปีกเกอร์ที่ 2 เทลงปีกเกอร์ที่ 3 จากนั้นเร่งความเร็วเป็น 900 rpm ปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน

3.1.6 นำอิมัลชันที่ได้ในข้อ 3.1.5 มาเติม Vitamin E acetate และ Ethylhexylglycerine and Propanediol แล้วคนให้เข้ากัน

3.1.7 นำผลิตภัณฑ์บรรจุลงขวด และหา % yield =
$$\frac{\text{น้ำหนักที่ผลิตได้จริง} \times 100}{\text{น้ำหนักตามทฤษฎี}}$$

จากนั้นนำไปศึกษาความคงตัวแบบ Cycling chamber ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นทำซ้ำอีก 1 รอบ เลือกสูตรตำรับที่มีความคงตัวสูงที่สุดโดยหา % creaming ของผลิตภัณฑ์แล้วนำตำรับไปทดลองในข้อ 3.2

3.2 การศึกษาผลของปริมาณน้ำ ต่อความคงตัวของตำรับ

ตั้งตำรับน้ำในซิลิโคนที่มีสารป้องกันแดดจำนวน 3 ตำรับ โดยให้มีปริมาณน้ำ เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15, 19.5 และ 24.5 กำหนดให้เป็น Formulation 4, 5 และ 6 ตามลำดับ โดยมีวิธีการเตรียมของแต่ละตำรับดังนี้

- 3.2.1 ชั่งสารตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ โดยแบ่งชั่งสารใส่ 3 ปีกเกอร์ ดังนี้
 ปีกเกอร์ที่ 1 ประกอบด้วย Sodium chloride, Glycerine และน้ำ
 ปีกเกอร์ที่ 2 ประกอบด้วย Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Polysilicone-15, Octyl methoxycinnamate, Bemotrizinol
 ปีกเกอร์ที่ 3 ประกอบไปด้วย Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone, Dimethicone, Cyclopentasiloxane, Cyclopentasiloxane Dimethicone Crosspolymer, Clay gel
- 3.2.2 นำ Zinc Oxide and Triethoxycaprylsilane มาแรงด้วยแรง จากนั้นนำไปชั่งตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ
- 3.2.3 นำปีกเกอร์ที่ 3 มาปั่นด้วยเครื่อง disperser ที่ความเร็วเริ่มต้น 500 rpm จนเข้ากัน จากนั้นเพิ่มความเร็วเป็น 700 rpm
- 3.2.4 นำปีกเกอร์ที่ 1 เทลงปีกเกอร์ที่ 3 เป็นสายช้า ๆ ขณะปั่น
- 3.2.5 นำปีกเกอร์ที่ 2 เทลงปีกเกอร์ที่ 3 จากนั้นเร่งความเร็วเป็น 900 rpm ปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 3.2.6 นำอิมัลชันที่ได้ในข้อ 2.1.5 มาเติม Vitamin E acetate และ Ethlhexylglycerine and Propanediol แล้วคนให้เข้ากัน
- 3.2.7 นำผลิตภัณฑ์บรรจุลงขวด และหา % yield

จากนั้นนำไปศึกษาความคงตัวแบบ Cycling chamber ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นทำซ้ำอีก 1 รอบ เลือกสูตรตำรับที่มีความคงตัวสูงที่สุดโดยหา % creaming ของผลิตภัณฑ์แล้วนำตำรับไปทดลองในข้อ 3.3

3.3 การศึกษาผลของปริมาณ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone ต่อความคงตัวของตำรับ

ตั้งตำรับน้ำในซิลิโคนที่มีสารป้องกันแดดจำนวน 2 ตำรับ โดยให้มีปริมาณสาร Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 2.5 และ 5 กำหนดให้เป็น Formulation 7 และ 8 ตามลำดับ โดยมีวิธีการเตรียมของแต่ละตำรับดังนี้

- 3.3.1 ชั่งสารตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ โดยแบ่งชั่งสารใส่ 3 ปีกเกอร์ ดังนี้
 ปีกเกอร์ที่ 1 ประกอบด้วย Sodium chloride, Glycerine และน้ำ

ปิกเกอร์ที่ 2 ประกอบด้วย Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Polysilicone-15, Octyl methoxycinnamate, Bemotrizinol

ปิกเกอร์ที่ 3 ประกอบไปด้วย Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone, Dimethicone, Cyclopentasiloxane, Cyclopentasiloxane Dimethicone Crosspolymer, Clay gel

- 3.3.2 นำ Zinc Oxide and Triethoxycaprylsilane มาแรงด้วยแรง จากนั้นนำไปซังตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ
- 3.3.3 นำปิกเกอร์ที่ 3 มาปั่นด้วยเครื่อง disperser ที่ความเร็วเริ่มต้น 500 rpm จนเข้ากัน จากนั้นเพิ่มความเร็วเป็น 700 rpm
- 3.3.4 นำปิกเกอร์ที่ 1 เทลงปิกเกอร์ที่ 3 เป็นสายช้า ๆ ขณะปั่น
- 3.3.5 นำปิกเกอร์ที่ 2 เทลงปิกเกอร์ที่ 3 จากนั้นเร่งความเร็วเป็น 900 rpm ปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 3.3.6 นำอิมัลชันที่ได้ในข้อ 2.1.5 มาเติม Vitamin E acetate และ Ethylhexylglycerine and Propanediol แล้วคนให้เข้ากัน นำผลิตภัณฑ์บรรจุลงขวด และหา % yield

จากนั้นนำไปศึกษาความคงตัวแบบ Cycling chamber ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นทำซ้ำอีก 1 รอบ เลือกสูตรตำรับที่มีความคงตัวสูงที่สุดโดยหา % creaming ของผลิตภัณฑ์

3.4 การศึกษาผลของปริมาณ PEG-10 Dimethicone ต่อความคงตัวของตำรับ แทนการใช้ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone

ตั้งตำรับน้ำในซิลิโคนที่มีสารป้องกันแดดจำนวน 2 ตำรับ โดยให้มีปริมาณสาร PEG-10 Dimethicone เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 2.5 และ 5 กำหนดให้เป็น Formulation 9 และ 10 ตามลำดับโดยมีวิธีการเตรียมของแต่ละตำรับดังนี้

- 3.4.1 ซังสารตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ โดยแบ่งซังสารใส่ 3 ปิกเกอร์ ดังนี้
 - ปิกเกอร์ที่ 1 ประกอบด้วย Sodium chloride, Glycerine และน้ำ
 - ปิกเกอร์ที่ 2 ประกอบด้วย Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Polysilicone-15, Octyl methoxycinnamate, Bemotrizinol
 - ปิกเกอร์ที่ 3 ประกอบไปด้วย Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone, Dimethicone, Cyclopentasiloxane, Cyclopentasiloxane Dimethicone Crosspolymer, Clay gel
- 3.4.2 นำ Zinc Oxide and Triethoxycaprylsilane มาแรงด้วยแรง จากนั้นนำไปซังตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ
- 3.4.3 นำปิกเกอร์ที่ 3 มาปั่นด้วยเครื่อง disperser ที่ความเร็วเริ่มต้น 500 rpm จนเข้ากัน จากนั้นเพิ่มความเร็วเป็น 700 rpm

- 3.4.4 นำปิกเกอร์ที่ 1 เทลงปิกเกอร์ที่ 3 เป็นสายช้าๆ ขณะปั่น
- 3.4.5 นำปิกเกอร์ที่ 2 เทลงปิกเกอร์ที่ 3 จากนั้นเร่งความเร็วเป็น 900 rpm ปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 3.4.6 นำอิมัลชันที่ได้ในข้อ 2.1.5 มาเติม Vitamin E acetate และ Ethlhexylglycerine and Propanediol แล้วคนให้เข้ากัน
- 3.4.7 นำผลิตภัณฑ์บรรจุลงขวด และหา % yield

จากนั้นนำไปศึกษาความคงตัวแบบ Cycling chamber ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นทำซ้ำอีก 1 รอบ เลือกสูตรตำรับที่มีความคงตัวสูงที่สุดโดยหา % creaming ของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่คงตัวที่สุดจากข้อ 3.3 และ 3.4 มาเปรียบเทียบกับกัน เลือกสูตรตำรับที่คงตัวกว่าไปทำการทดลองในข้อ 3.5

3.5 การศึกษาผลของปริมาณและชนิดของอิเล็กโทรไลต์ต่อความคงตัวของตำรับ

ตั้งตำรับน้ำในซิลิโคนที่มีสารป้องกันแดดจำนวน 3 ตำรับ ได้แก่ ตำรับที่มี NaCl, Mg_2SO_4 เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 1 และ ตำรับที่ไม่มีอิเล็กโทรไลต์ กำหนดให้เป็น Formulation 11, 12 และ 13 ตามลำดับโดยมีวิธีการเตรียมของแต่ละตำรับดังนี้

- 3.5.1 ชั่งสารตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ โดยแบ่งชั่งสารใส่ 3 ปิกเกอร์ ดังนี้
 - ปิกเกอร์ที่ 1 ประกอบด้วย Sodium chloride, Glycerine และน้ำ
 - ปิกเกอร์ที่ 2 ประกอบด้วย Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Polysilicone-15, Octyl methoxycinnamate, Bemotrizinol
 - ปิกเกอร์ที่ 3 ประกอบไปด้วย Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone, Dimethicone, Cyclopentasiloxane, Cyclopentasiloxane Dimethicone Crosspolymer, Clay gel
- 3.5.2 นำ Zinc Oxide and Triethoxycaprylsilane มาเร่งด้วยแรง จากนั้นนำไปชั่งตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ
- 3.5.3 นำปิกเกอร์ที่ 3 มาปั่นด้วยเครื่อง disperser ที่ความเร็วเริ่มต้น 500 rpm จนเข้ากัน จากนั้นเพิ่มความเร็วเป็น 700 rpm
- 3.5.4 นำปิกเกอร์ที่ 1 เทลงปิกเกอร์ที่ 3 เป็นสายช้า ๆ ขณะปั่น
- 3.5.5 นำปิกเกอร์ที่ 2 เทลงปิกเกอร์ที่ 3 จากนั้นเร่งความเร็วเป็น 900 rpm ปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 3.5.6 นำอิมัลชันที่ได้ในข้อ 2.1.5 มาเติม Vitamin E acetate และ Ethlhexylglycerine and Propanediol แล้วคนให้เข้ากัน นำผลิตภัณฑ์บรรจุลงขวด และหา % yield

จากนั้นนำไปศึกษาความคงตัวแบบ Cycling chamber ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมงจากนั้นทำซ้ำอีก 1 รอบ เลือกสูตรตำรับที่มีความคงตัวสูงที่สุดโดยหา % creaming ของผลิตภัณฑ์แล้วนำตำรับไปทดลองในข้อ 3.6

3.6 การศึกษาผลของปริมาณน้ำต่อความหนืดของตำรับ

ตั้งตำรับน้ำในซิลิโคนที่มีสารป้องกันแดดจำนวน 3 ตำรับ โดยให้มีปริมาณน้ำ เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15, 19.5, 24.5 โดยกำหนดให้เป็น Formulation 14, 15 และ 16 ตามลำดับโดยมีวิธีการเตรียมของแต่ละตำรับดังนี้

3.6.1 ชั่งสารตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ โดยแบ่งชั่งสารใส่ 3 ปีกเกอร์ ดังนี้

ปีกเกอร์ที่ 1 ประกอบด้วย Sodium chloride, Glycerine และน้ำ

ปีกเกอร์ที่ 2 ประกอบด้วย Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Polysilicone-15, Octyl methoxycinnamate, Bemotrizinol

ปีกเกอร์ที่ 3 ประกอบไปด้วย Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone, Dimethicone, Cyclopentasiloxane, Cyclopentasiloxane Dimethicone Crosspolymer, Clay gel

3.6.2 นำ Zinc Oxide and Triethoxycaprylylsilane มาแรงด้วยแรง จากนั้นนำไปชั่งตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ในสูตรตำรับ

3.6.3 นำปีกเกอร์ที่ 3 มาปั่นด้วยเครื่อง disperser ที่ความเร็วเริ่มต้น 500 rpm จนเข้ากัน จากนั้นเพิ่มความเร็วเป็น 700 rpm

3.6.4 นำปีกเกอร์ที่ 1 เทลงปีกเกอร์ที่ 3 เป็นสายช้า ๆ ขณะปั่น

3.6.5 นำปีกเกอร์ที่ 2 เทลงปีกเกอร์ที่ 3 จากนั้นเร่งความเร็วเป็น 900 rpm ปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน

3.6.1 นำอิมัลชันที่ได้ในข้อ 2.1.5 มาเติม Vitamin E acetate และ Ethylhexylglycerine and Propanediol แล้วคนให้เข้ากัน นำผลิตภัณฑ์บรรจุลงขวด และหา % yield

จากนั้นนำไปศึกษาความคงตัวแบบ Cycling chamber ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมงจากนั้นทำซ้ำอีก 1 รอบ เลือกสูตรตำรับที่มีความคงตัวสูงที่สุดโดยหา % creaming ของผลิตภัณฑ์จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปทดลองในข้อ 3.7

3.7 การทดสอบหาความหนืดและคุณสมบัติการไหลของตำรับ

นำ Formulation 14, 15, 16 มาวัดความหนืดและหาคุณสมบัติการไหลโดยใช้เครื่อง Rheometer โดยกำหนดสภาวะของการวัดดังนี้

เครื่องมือ: Rheometer (Kinexus Lab, Malvern Instruments)

Geometry: Cone and plate method

Shear rate: 1-300 วินาที⁻¹

อุณหภูมิ: 25 องศาเซลเซียส

ปริมาณ/ตัวอย่าง: 1.19 มิลลิลิตร (1.61 กรัม)

บันทึกค่า Shear stress และ Shear viscosity จากนั้นนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟระหว่าง Shear rate กับ Shear stress และ Shear rate กับ Shear viscosity เพื่อวิเคราะห์

3.8 การวิเคราะห์โดยใช้สถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของความหนืดของแต่ละสูตรตำรับโดยใช้สถิติ One Way ANOVA ตามด้วย post hoc test โดยถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อ $p\text{-value} < 0.05$

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลของปริมาณ Clay gel ต่อความคงตัวของตำรับ

ตารางที่ 4 สูตรตำรับที่มีปริมาณสาร Clay gel เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 5, 10 และ 15 (Formulation 1-3)

สาร	ปริมาณสาร (%) Formulation 1	ปริมาณสาร (%) Formulation 2	ปริมาณสาร (%) Formulation 3	หน้าที่ในตำรับ
Zinc Oxide and Triethoxycaprylylsilane	10	10	10	UVA, UVB scattering agent
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	3	3	3	UVA absorber
Polysilicone-15	5	5	5	UVB absorber
Octyl methoxycinnamate	5	5	5	UVB absorber
Bemotrizinol	1	1	1	UVA, UVB absorber
Water	19.5	19.5	19.5	Water phase
Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone	5	5	5	Emulsifier
Dimethicone	5	5	5	Oil phase
Cyclopentasiloxane	29	24	19	Oil phase
Cyclopentasiloxane (and) DimethiconeCrosspolymer	8	8	8	Oil phase
Sodium chloride	1	1	1	Electrolyte
Ethlhexylglycerine and Propanediol	0.5	0.5	0.5	Preservative
Vitamin E acetate	1	1	1	Antioxidant
Clay gel	5	10	15	Oil phase
Glycerine	2	2	2	Humectant

จากผลการทดลองพบว่าค่า % yield ของ Formulation 1, 2 และ 3 ได้เท่ากับ 95.47%, 95.44% และ 91.31% ตามลำดับและพบว่าปริมาณ Clay gel มีผลต่อความคงตัวของตำรับ โดยปริมาณ Clay gel ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความคงตัวของตำรับเพิ่มขึ้นโดยเมื่อคำนวณค่า % Creaming ของ Formulation 1, 2 และ 3 ได้เท่ากับ 10.9%, 8.1% และ 4.8% ตามลำดับ ดังนั้น Formulation 3 ซึ่งมีปริมาณ Clay gel เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 มีความคงตัวมากที่สุดเนื่องจากมีค่า % Creaming น้อยที่สุดหลังจากการทดสอบความคงตัว



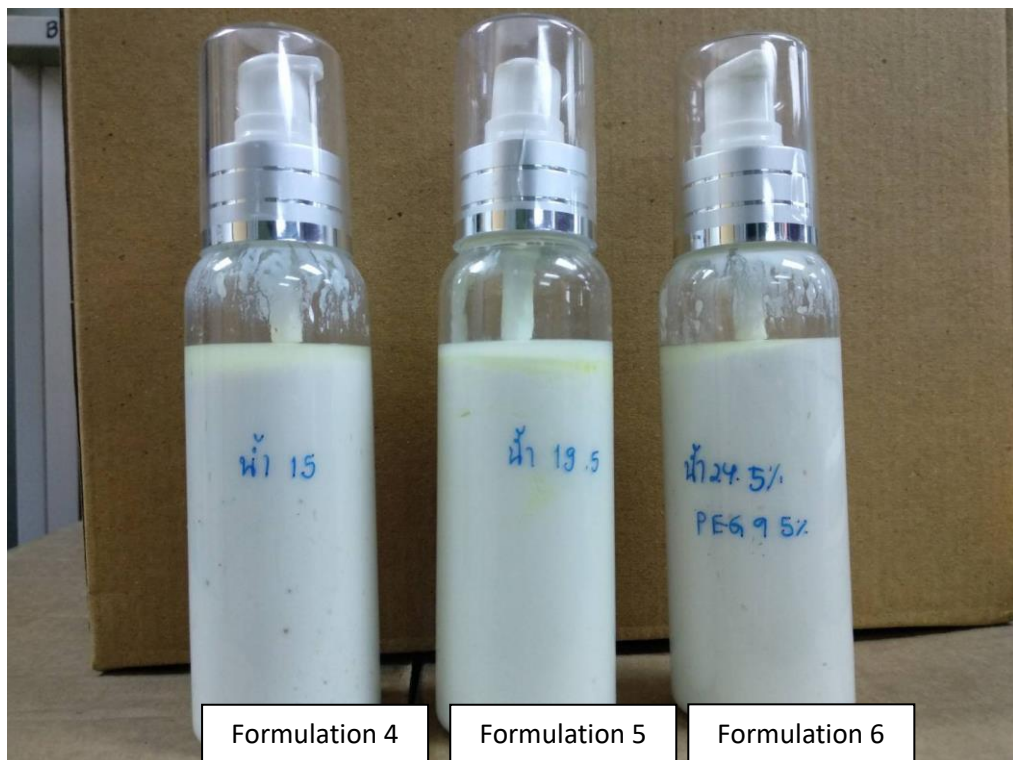
รูปที่ 4 Formulation 1, 2 และ 3

4.2 ผลของปริมาณน้ำต่อความคงตัวของตำรับ

ตารางที่ 5 สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15, 19.5 และ 24.5 (Formulation 4-6)

สาร	ปริมาณสาร (%) Formulation 4	ปริมาณสาร (%) Formulation 5	ปริมาณสาร (%) Formulation 6	หน้าที่ในตำรับ
Zinc Oxide and Triethoxycaprylsilane	10	10	10	UVA, UVB scattering agent
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	3	3	3	UVA absorber
Polysilicone-15	5	5	5	UVB absorber
Octyl methoxycinnamate	5	5	5	UVB absorber
Bemotrizinol	1	1	1	UVA, UVB absorber
Water	15	19.5	24.5	Water phase
Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone	5	5	5	Emulsifier
Dimethicone	5	5	5	Oil phase
Cyclopentasiloxane	23.5	19	14	Oil phase
Cyclopentasiloxane (and) DimethiconeCrosspolymer	8	8	8	Oil phase
Sodium chloride	1	1	1	Electrolyte
Ethylhexylglycerine and Propanediol	0.5	0.5	0.5	Preservative
Vitamin E acetate	1	1	1	Antioxidant
Clay gel	15	15	15	Oil phase
Glycerine	2	2	2	Humectant

จากผลการทดลองพบว่าค่า % yield ของ Formulation 4, 5 และ 6 ได้เท่ากับ 94.59% 91.31% และ 96.63% ตามลำดับและพบว่าปริมาณน้ำมีผลต่อความคงตัวของตำรับ โดยปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความคงตัวของตำรับเพิ่มขึ้นโดยเมื่อคำนวณค่า % Creaming ของ Formulation 4 5 และ 6 ได้เท่ากับ 10.0%, 6.2% และ 3.8% ตามลำดับ ดังนั้น Formulation 6 ซึ่งมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 24.5 มีความคงตัวมากที่สุดเนื่องจากมีค่า % Creaming น้อยที่สุดหลังจากการทดสอบความคงตัว



รูปที่ 5 Formulation 4, 5 และ 6

4.3 ผลของปริมาณ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone ต่อความคงตัวของตำรับ

ตารางที่ 6 สูตรตำรับที่มีปริมาณ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 2.5 และ 5 (Formulation 7 และ Formulation 8)

สาร	ปริมาณสาร (%) Formulation 7	ปริมาณสาร (%) Formulation 8	หน้าที่ในตำรับ
Zinc Oxide and Triethoxycaprylsilane	10	10	UVA, UVB scattering agent
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	3	3	UVA absorber
Polysilicone-15	5	5	UVB absorber
Octyl methoxycinnamate	5	5	UVB absorber
Bemotrizinol	1	1	UVA, UVB absorber
Water	24.5	24.5	Water phase
Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone	2.5	5	Emulsifier
Dimethicone	5	5	Oil phase
Cyclopentasiloxane	16.5	14	Oil phase
Cyclopentasiloxane (and) Dimethicone Crosspolymer	8	8	Oil phase
Sodium chloride	1	1	Electrolyte
Ethylhexylglycerine and Propanediol	0.5	0.5	Preservative
Vitamin E acetate	1	1	Antioxidant
Clay gel	15	15	Oil phase
Glycerine	2	2	Humectant

จากผลการทดลองพบว่าค่า % yield ของ Formulation 7 และ 8 ได้เท่ากับ 96.40% และ 96.63% ตามลำดับและพบว่าปริมาณ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone มีผลต่อความคงตัวของตำรับ โดยปริมาณ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความคงตัวของตำรับเพิ่มขึ้นโดยเมื่อคำนวณค่า % Creaming ของ Formulation 7 และ 8 ได้เท่ากับ 4.66% และ 3.8% ตามลำดับ ดังนั้น Formulation 6 ซึ่งมีปริมาณ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 5 มีความคงตัวมากที่สุด เนื่องจากมีค่า % Creaming น้อยที่สุดหลังจากการทดสอบความคงตัว



รูปที่ 6 Formulation 7 และ 8

4.4 ผลของปริมาณ PEG-10 Dimethicone ต่อความคงตัวของตำรับ แทนการใช้ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone

ตารางที่ 7 สูตรตำรับที่มีปริมาณ PEG-10 Dimethicone เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 2.5 และ 5 (Formulation 9, 10)

สาร	ปริมาณสาร (%) Formulation 9	ปริมาณสาร (%) Formulation 10	หน้าที่ในตำรับ
Zinc Oxide and Triethoxycaprylylsilane	10	10	UVA, UVB scattering agent
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	3	3	UVA absorber
Polysilicone-15	5	5	UVB absorber
Octyl methoxycinnamate	5	5	UVB absorber
Bemotrizinol	1	1	UVA, UVB absorber
Water	24.5	24.5	Water phase
PEG-10 Dimethicone	2.5	5	Emulsifier
Dimethicone	5	5	Oil phase
Cyclopentasiloxane	16.5	14	Oil phase
Cyclopentasiloxane (and) DimethiconeCrosspolymer	8	8	Oil phase
Sodium chloride	1	1	Electrolyte
Ethylhexylglycerine and Propanediol	10	0.5	Preservative
Vitamin E acetate	3	1	Antioxidant
Clay gel	5	15	Oil phase
Glycerine	5	2	Humectant

จากผลการทดลองพบว่าค่า % yield ของ Formulation 9 และ 10 ได้เท่ากับ 94.35% และ 100.89% ตามลำดับและพบว่าปริมาณ PEG-10 Dimethicone มีผลต่อความคงตัวของตำรับ โดยปริมาณ PEG-10 Dimethicone ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความคงตัวของตำรับเพิ่มขึ้นแต่เนื่องจากมีน้ำมันลอยอยู่ปริมาณน้อยมากจึงไม่สามารถวัดค่า % Creaming ได้ แต่จากการสังเกตพบว่า Formulation 9 มีน้ำมันลอยอยู่มากกว่า Formulation 10 ดังนั้น Formulation 10 ซึ่งมีปริมาณ PEG-10 Dimethicone เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 5 มีความคงตัวมากที่สุดเนื่องจากมีหยดน้ำมันลอยอยู่น้อยที่สุดหลังจากการทดสอบความคงตัว

เมื่อนำผลิตภัณฑ์จากข้อ 3 และข้อ 4 มาเปรียบเทียบกับพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ PEG-10 Dimethicone เป็นอิมัลซิไฟเออร์มีความคงตัวมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxylethyl Dimethicone เป็นอิมัลซิไฟเออร์



รูปที่ 7 Formulation 9 และ 10

4.5 ผลของปริมาณและชนิดของอิเล็กโทรไลต์ต่อความคงตัวของตำรับ

ตารางที่ 8 สูตรตำรับที่มี Sodium chloride เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 1 (Formulation 11)

สาร	ปริมาณสาร (%) Formulation 11	หน้าที่ในตำรับ
Zinc Oxide and Triethoxycaprylsilane	10	UVA, UVB scattering agent
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	3	UVA absorber
Polysilicone-15	5	UVB absorber
Octyl methoxycinnamate	5	UVB absorber
Bemotrizinol	1	UVA, UVB absorber
Water	15	Water phase
Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone	5	Emulsifier
Dimethicone	5	Oil phase
Cyclopentasiloxane	23.5	Oil phase
Cyclopentasiloxane (and) DimethiconeCrosspolymer	8	Oil phase
Sodium chloride	1	Electrolyte
Ethylhexylglycerine and Propanediol	0.5	Preservative
Vitamin E acetate	1	Antioxidant
Clay gel	15	Oil phase
Glycerine	2	Humectant

ตารางที่ 9 สูตรตำรับที่มี Magnesium sulfate เป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 1 (Formulation 12)

สาร	ปริมาณสาร (%) Formulation 4	หน้าที่ในตำรับ
Zinc Oxide and Triethoxycaprylylsilane	10	UVA, UVB scattering agent
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	3	UVA absorber
Polysilicone-15	5	UVB absorber
Octyl methoxycinnamate	5	UVB absorber
Bemotrizinol	1	UVA, UVB absorber
Water	15	Water phase
Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone	5	Emulsifier
Dimethicone	5	Oil phase
Cyclopentasiloxane	24.5	Oil phase
Cyclopentasiloxane (and) DimethiconeCrosspolymer	8	Oil phase
Magnesium sulfate	1	Electrolyte
Vitamin E acetate	1	Antioxidant
Clay gel	15	Oil phase
Glycerine	2	Humectant

ตารางที่ 10 สูตรตำรับที่ไม่มีอิเล็กโทรไลต์เป็นองค์ประกอบ (Formulation 13)

สาร	ปริมาณสาร (%) Formulation 4	หน้าที่ในตำรับ
Zinc Oxide and Triethoxycaprylsilane	10	UVA, UVB scattering agent
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	3	UVA absorber
Polysilicone-15	5	UVB absorber
Octyl methoxycinnamate	5	UVB absorber
Bemotrizinol	1	UVA, UVB absorber
Water	15	Water phase
Lauryl PEG-9 Polydimethylsiloxyethyl Dimethicone	5	Emulsifier
Dimethicone	5	Oil phase
Cyclopentasiloxane	23.5	Oil phase
Cyclopentasiloxane (and) DimethiconeCrosspolymer	8	Oil phase
Vitamin E acetate	1	Antioxidant
Clay gel	15	Oil phase
Glycerine	2	Humectant

จากผลการทดลองพบว่าค่า % yield ของ Formulation 11, 12 และ 13 ได้เท่ากับ 100.89%, 99.01% และ 93.20% ตามลำดับและพบว่าปริมาณอิเล็กโทรไลต์ผลต่อความคงตัวของตำรับ โดยปริมาณอิเล็กโทรไลต์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความคงตัวของตำรับลดลงแต่เนื่องจากมีน้ำมันลอยอยู่ปริมาณน้อยมากจึงไม่สามารถวัดค่า % Creaming ได้ แต่จากการสังเกตพบว่า Formulation 11 และ 12 มีน้ำมันเคลือบผิวด้านบนอยู่เล็กน้อยดังนั้น Formulation 13 ซึ่งไม่มีอิเล็กโทรไลต์เป็นองค์ประกอบมีความคงตัวมากที่สุดเพราะไม่พบหยดน้ำมัน และพบว่าชนิดของอิเล็กโทรไลต์ไม่มีผลต่อความคงตัวของตำรับน้ำในซิลิโคนตำรับนี้



รูปที่ 8 Formulation 11, 12 และ 13

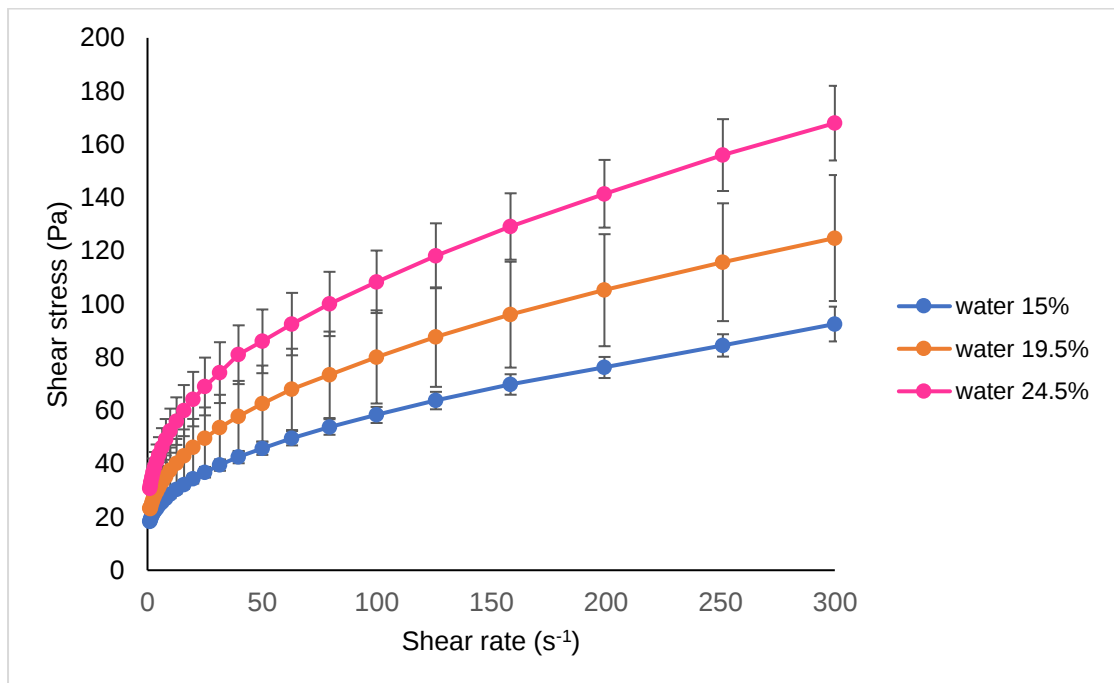
4.6 ผลของปริมาณน้ำต่อความหนืดและพฤติกรรมการไหลของตำรับ

ตารางที่ 11 สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15, 19.5 และ 24.5 (Formulation 14-16)

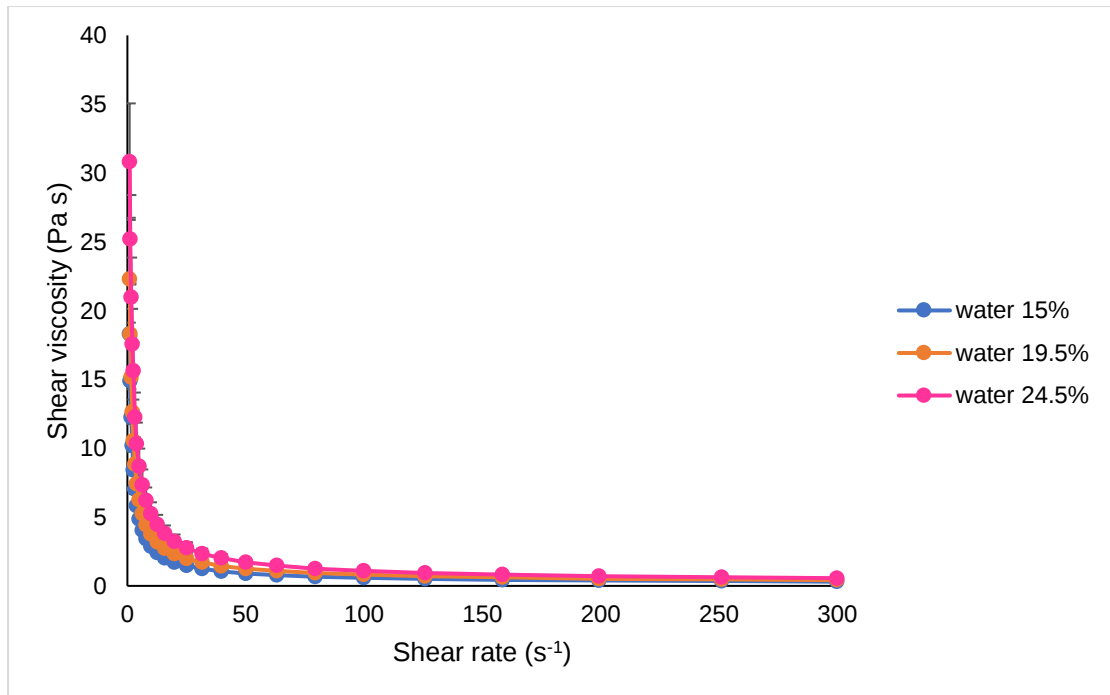
สาร	ปริมาณสาร (%) Formulation 14	ปริมาณสาร (%) Formulation 15	ปริมาณสาร (%) Formulation 16	หน้าที่ในตำรับ
Zinc Oxide and Triethoxycaprylylsilane	10	10	10	UVA, UVB scattering agent
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	3	3	3	UVA absorber
Polysilicone-15	5	5	5	UVB absorber
Octyl methoxycinnamate	5	5	5	UVB absorber
Bemotrizinol	1	1	1	UVA, UVB absorber
Water	15	19.5	24.5	Water phase
PEG-10 Dimethicone	5	5	5	Emulsifier
Dimethicone	5	5	5	Oil phase
Cyclopentasiloxane	24.5	20	15	Oil phase
Cyclopentasiloxane (and) DimethiconeCrosspolymer	8	8	8	Oil phase
Ethylhexylglycerine and Propanediol	0.5	0.5	0.5	Preservative
Vitamin E acetate	1	1	1	Antioxidant
Clay gel	15	15	15	Oil phase
Glycerine	2	2	2	Humectant

จากผลการทดลองพบว่าค่า % yield ของ Formulation 14, 15 และ 16 ได้เท่ากับ 97.89% 96.71% และ 94.91% ตามลำดับ

โดยกราฟแสดงผลจากการวัดค่าจากเครื่อง Rheometer เป็นดังนี้



รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate และ Shear stress ของสูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 (สีฟ้า) 19.5 (สีส้ม) 24.5 (สีชมพู) (Formulation 14, 15 และ 16)



รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate และ Shear viscosity ของสูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 (สีฟ้า) 19.5 (สีส้ม) 24.5 (สีชมพู) (Formulation 14, 15 และ 16)

จากการวิเคราะห์ความหนืด (shear viscosity) ระหว่างสูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15, 19.5 และ 24.5 (Formulation 14-16) ที่ shear rate เท่ากับ 100 s^{-1} ตำรับที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบของอยู่ร้อยละ 15 (Formulation 14) มีความหนืดไม่แตกต่างกับตำรับที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 19.5 (Formulation 15) และตำรับที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 24.5 (Formulation 16) มีความหนืดสูงกว่าตำรับที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบของอยู่ร้อยละ 15 และ 19.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการการวัดคุณสมบัติการไหลของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีคุณสมบัติการไหลเป็นแบบ Non-Newtonian ชนิด Pseudoplastic คือมีคุณสมบัติเป็น shear thinning fluid โดยเมื่อเพิ่มแรงกระทำจะทำให้ความหนืดลดลง พฤติกรรมการไหลเช่นนี้เหมาะสมสำหรับการบรรจุผลิตภัณฑ์ในขวดบรรจุ เนื่องจากขณะบรรจุขวดอิมัลชันจะมีความหนืดมาก แต่เมื่อมีแรงกระทำก็จะมีค่าความหนืดลดลง ส่งผลให้เทออกจากภาชนะได้ง่าย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการตั้งสูตรตำรับชนิดน้ำในซิลิโคนที่มีความคงตัวดี โดยพบว่า อิเล็กโทรไลต์ส่งผลต่อความไม่คงตัวของตำรับ สาร Clay gel และน้ำมีผลช่วยเพิ่มความคงตัวของตำรับได้

การเพิ่มปริมาณของสารอิมัลซิไฟเออร์ช่วยเพิ่มความคงตัวของตำรับได้ และพบว่าปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนืดของตำรับเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนการใส่อิเล็กโทรไลต์ทำให้อิมัลชันไม่คงตัวและตำรับที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 24.5 มีความหนืดมากกว่าตำรับที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบของอยู่ร้อยละ 15 และ 19.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวัดคุณสมบัติการไหลด้วยเครื่อง Rheometer พบว่าอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคนของตำรับที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15, 19.5 และ 24.5 (Formulation 14, 15 และ 16) นี้มีคุณสมบัติการไหลแบบ Non-Newtonian ชนิด Pseudoplastic หรือเป็น Shear thinning fluid ซึ่งเหมาะสมกับการบรรจุในบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง

เอกสารอ้างอิง

1. Pisutsaran C., Chayanisa C., In Vitro Assessment of Sericin-Silver Functionalized Silk Fabrics for Enhanced UV Protection and Antibacterial Properties Using Experimental Design. *Coatings* 2017(7) 145.
2. Voegeli R., Meier J., Blust R., Sericin Silk Protein: Unique Structure and Properties, *Cosmetic and Toiletries*, 1993(108) 101.
3. Singh Mukesh Kumar, Varun V. K., Behera B. K., Cosmetotextiles: State of Art. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2011(19) 27-33
4. Rajendran R., Balakumar C., Sivakumar R. Extraction and application of natural silk protein sericin from Bombyx mori as antimicrobial finish for cotton fabrics, *The Journal of The Textile Institute*, 2012(103) 458-462.
5. Tyrrell RM., Activation of mammalian gene expression by the UV component of sunlight-from models to reality, *BioEssays*, 1996(18) 139-148
6. Centers for Disease Control and Prevention: Ultraviolet Radiation [Internet]. USA: U.S. Department of Health & Human Services; 2016. Available from: <https://www.cdc.gov/nceh/radiation/ultraviolet.htm>.
7. Applegate Lee Ann, Frenk Edgar, Gibbs Neil, Cellular Sensitivity to Oxidative Stress in the Photosensitivity Dermatitis/Actinic Reticuloid Syndrome, *Journal of Investigative Dermatology*, 1994(102) 762-767.
8. Lim Henry W. Draelos Zoe Diana, *Clinical Guide to Sunscreens and Photoprotection*. North Carolina; USA: Informa Healthcare; 2009
9. Centers for Disease Control and Prevention: Skin Cancer [Internet]. USA: U.S. Department of Health & Human Services; 2018 Available from: https://www.cdc.gov/cancer/skin/basic_info/prevention.htm.

10. กระทรวงสาธารณสุข, ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดสารป้องกันแสงแดดที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง, ราชกิจจานุเบกษา, 2560(134) 25.
11. Green AC, Williams GM, Logan V. Reduced melanoma after regular sunscreen use: randomized trial follow-up. *Journ Clin Oncol* 2011(29) 257-263.
12. Naylor MF, Boyd A, Smith DW. High sun protection factor sunscreens in the suppression of actinic neoplasia. *Arch Dermatol* 1995(131) 170-175.
13. Thompson SC, Jolley D, Marks R. Reduction of solar keratoses by regular sunscreen use. *N Engl J Med*. 1993(329) 1147-1151.
14. Lademann J, Schanzer S, Jacobi U. Synergy effects between organic and inorganic UV filters in sunscreens. *J Biomed Opt*. 2005(10).
15. Vergou T, Patzelt A, Richter H. Transfer of ultraviolet photon energy into fluorescent light in the visible path represents a new and efficient protection mechanism of sunscreens. *J Biomed Opt*. 2011(10).
16. Thaddaus R., Hellwig, Elizabeth M. FDA approved Sunscreen Ingredients [Internet]. 2006 Available from: https://www.medscape.com/viewarticle/763497_4 cited on 3 March 2018
17. Latha M.S., Martis Jacintha, Shobha V. suncreening Agents. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2003 (6) 16–26.
18. Tanner PR. Sunscreen Product Formulation. *Dermatologic Clinics*. 2006(24) 53–62.
19. Induchem. Unimer U-6 [Internet]. Switzerland: Induchem 2009 Available from: <http://www.nardev.com/UploadSection/ProdCat-662-1450770836.pdf>. Cited on 3 March 2018
20. Induchem. Unifilter B-42 [Internet]. Switzerland: Induchem 2014 Available from: <http://siliconesplus.com/wp/wp-content/uploads/2017/10/TDS-Unimer-U-151.pdf>.

21. Teramoto H., Kameda T., Tamada Y. Preparation of Gel Film from Bombyr Mori Silk Sericin and Its Characterization as a Wound Dressinn^๕ Biosci,Biotechnal,Biochem, 2008(72) 3189-3196.

22. Rajput S. K., Kumar Mukesh. Sericin – A Unique Biomaterial, IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering (IOSR-JPTE), 2015(2) 29-35.

23. Reeth Van Isabella, More Marilena, Hickerson Robin. New Formulation options with silicone Emulsifiers [Internet]. USA: Dow corning, 2012 Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/34e7/7923abb2a51514068d2f489b402a5b1640b1.pdf> cited on 3 March 2018

24. M. Pissavini, V. Alard, U. Heinrich, In vitro assessment of water resistant of sun care products: A reproducible and optimized in vitro test method [Internet]. Monaco:International journal of cosmetic science, 2007 Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/18489384/> cited on 10 March 2018

ภาคผนวก

1. ค่า Shear stress

ตารางที่ 1 ค่า shear stress ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15
ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Shear rate (s ⁻¹)	Shear stress (Pa) วัดครั้งที่ 1	Shear stress (Pa) วัดครั้งที่ 2	Shear stress (Pa) วัดครั้งที่ 3	Average shear stress	SD of shear stress
1	18.78	17.36	18.78	18.30666667	0.819837382
1.259	18.93	17.91	19.39	18.74333333	0.757451869
1.585	19.66	18.55	20.1	19.43666667	0.798769888
1.995	20.78	19.3	20.91	20.33	0.894371288
2.512	21.69	20.7	21.76	21.38333333	0.592818128
3.162	22.8	20.94	22.7	22.14666667	1.046199471
3.981	23.89	21.89	23.72	23.16666667	1.108888332
5.012	25.1	22.95	24.87	24.30666667	1.180522483
6.31	26.48	24.12	26.13	25.57666667	1.273590724
7.944	27.99	25.44	27.53	26.98666667	1.359056045
10	29.67	26.89	29.09	28.55	1.466560602
12.59	31.53	28.52	30.83	30.29333333	1.575129624
15.85	33.6	30.34	32.77	32.23666667	1.694176299
19.95	35.9	32.36	34.92	34.39333333	1.827822019
25.12	38.49	34.62	37.34	36.81666667	1.987368444
31.62	41.32	37.14	40.03	39.49666667	2.140428306
39.81	44.49	39.96	43.03	42.49333333	2.312192322
50.12	48	43.1	46.39	45.83	2.497538788
63.1	51.97	46.65	50.17	49.59666667	2.705944074
79.44	56.41	50.64	54.4	53.81666667	2.928896265
100	61.17	55.16	58.66	58.33	3.018559259
125.9	66.84	60.3	64.06	63.73333333	3.282214699
158.5	73.34	65.7	70.3	69.78	3.846452911
199.5	80.08	72.15	76.28	76.17	3.966144223
251.2	88.58	80.18	84.61	84.45666667	4.202098682
300	99.56	86.67	91.25	92.49333333	6.534327305

ตารางที่ 2 ค่า shear stress ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 19.5
ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Shear rate (s ⁻¹)	Shear stress (Pa) วัดครั้งที่ 1	Shear stress (Pa) วัดครั้งที่ 2	Shear stress (Pa) วัดครั้งที่ 3	Average shear stress	SD of shear stress
1	29.96	21.86	18.1	23.30666667	6.060902023
1.259	27.76	22.63	18.74	23.04333333	4.524183168
1.585	28.99	23.55	19.47	24.00333333	4.776163035
1.995	30.83	24.59	20.34	25.25333333	5.276365542
2.512	32.54	25.75	21.34	26.54333333	5.64198842
3.162	34.54	27.06	22.44	28.01333333	6.106073479
3.981	36.43	28.48	23.64	29.51666667	6.457711153
5.012	38.69	30.05	24.99	31.24333333	6.927519999
6.31	41.15	31.77	26.49	33.13666667	7.424939955
7.944	43.8	33.68	28.14	35.20666667	7.940839586
10	46.83	35.8	29.98	37.53666667	8.558191008
12.59	50.13	38.16	32.03	40.10666667	9.205684838
15.85	53.82	40.77	34.33	42.97333333	9.930057066
19.95	57.85	43.69	36.89	46.14333333	10.69320033
25.12	62.27	46.93	39.74	49.64666667	11.50805949
31.62	67.12	50.54	42.92	53.52666667	12.37336386
39.81	72.45	54.56	46.47	57.82666667	13.29448883
50.12	78.36	58.96	50.44	62.58666667	14.30895291
63.1	84.74	64.19	54.89	67.94	15.27424303
79.44	91.39	69.09	59.78	73.42	16.2437588
100	99.46	75.58	65.36	80.13333333	17.50006095
125.9	108.2	82.81	71.74	87.58333333	18.69281769
158.5	117.9	91.11	79.03	96.01333333	19.89349726
199.5	128.2	100.5	86.91	105.2033333	21.04298062
251.2	139.9	110.8	96.46	115.72	22.13398292
300	150.6	119.7	104.1	124.8	23.66579811

ตารางที่ 3 ค่า shear stress ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 24.5
ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Shear rate (s ⁻¹)	Shear stress (Pa) วัดครั้งที่ 1	Shear stress (Pa) วัดครั้งที่ 2	Shear stress (Pa) วัดครั้งที่ 3	Average shear stress	SD of shear stress
1	35.7	27.99	28.8	30.83	4.236944654
1.259	36.35	28.97	29.85	31.72333333	4.030897336
1.585	38.48	30.14	31.13	33.25	4.556281378
1.995	40.92	31.6	32.64	35.05333333	5.107223642
2.512	42.75	33.22	34.3	36.75666667	5.21839375
3.162	45.24	34.97	36.13	38.78	5.624508867
3.981	48.15	36.33	38.15	40.87666667	6.364285768
5.012	50.97	39.09	40.34	43.46666667	6.528065053
6.31	54.45	41.44	42.76	46.21666667	7.160756478
7.944	57.96	44.05	45.44	49.15	7.66127274
10	61.96	46.91	48.41	52.42666667	8.290104543
12.59	66.29	50.08	51.68	56.01666667	8.93286255
15.85	71.01	53.58	55.31	59.96666667	9.602845065
19.95	76.06	57.47	59.34	64.29	10.23591227
25.12	81.5	61.78	63.81	69.03	10.84693044
31.62	87.37	66.55	68.79	74.23666667	11.42881155
39.81	93.71	74.86	74.32	80.96333333	11.0422386
50.12	99.74	77.87	80.37	85.99333333	11.97040657
63.1	105.9	84.22	87.3	92.47333333	11.72937054
79.44	113.8	91.19	95.13	100.04	12.07824905
100	121.7	99.59	103.8	108.3633333	11.74014622
125.9	132	109.1	113.3	118.1333333	12.19111698
158.5	143.3	119.8	124.3	129.1333333	12.47330483
199.5	155.8	131.6	136.9	141.4333333	12.72098005
251.2	171.2	145.5	151.2	155.9666667	13.49678974
300	183.8	157.1	163	167.9666667	14.02580954

2. ค่า Shear viscosity

ตารางที่ 4 ค่า shear viscosity ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 15 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Shear rate (s ⁻¹)	shear viscosity (Pa s) วัดครั้งที่ 1	shear viscosity (Pa s) วัดครั้งที่ 2	shear viscosity (Pa s) วัดครั้งที่ 3	Average viscosity	SD of viscosity
1	18.78	17.36	18.78	18.30666667	0.819837382
1.259	15.04	14.22	15.4	14.88666667	0.604758905
1.585	12.4	11.7	12.68	12.26	0.504777179
1.995	10.41	9.671	10.48	10.187	0.44823766
2.512	8.635	7.99	8.661	8.428666667	0.380118841
3.162	7.21	6.621	7.178	7.003	0.331208394
3.981	6	5.498	5.959	5.819	0.278748991
5.012	5.009	4.579	4.961	4.849666667	0.235629653
6.31	4.197	3.823	4.141	4.053666667	0.201715972
7.944	3.523	3.202	3.466	3.397	0.171262956
10	2.966	2.689	2.909	2.854666667	0.146274855
12.59	2.504	2.265	2.449	2.406	0.125167887
15.85	2.12	1.914	2.068	2.034	0.107126094
19.95	1.799	1.622	1.75	1.723666667	0.091391101
25.12	1.532	1.378	1.486	1.465333333	0.079052725
31.62	1.307	1.175	1.266	1.249333333	0.06755985
39.81	1.117	1.004	1.081	1.067333333	0.057726366
50.12	0.9577	0.86	0.9256	0.914433333	0.049798025
63.1	0.8236	0.7393	0.7951	0.786	0.042880415
79.44	0.7101	0.6375	0.6848	0.677466667	0.036851368
100	0.6117	0.5515	0.5866	0.583266667	0.030238111
125.9	0.5309	0.4789	0.5088	0.5062	0.026097318
158.5	0.4627	0.4145	0.4435	0.440233333	0.024265476
199.5	0.4013	0.3616	0.3823	0.381733333	0.019856065
251.2	0.3526	0.3192	0.3368	0.3362	0.016708082
300	0.3185	0.2889	0.3041	0.303833333	0.014801802

ตารางที่ 5 ค่า shear viscosity ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ
19.5 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Shear rate (s ⁻¹)	shear viscosity (Pa s) วัดครั้งที่ 1	shear viscosity (Pa s) วัดครั้งที่ 2	shear viscosity (Pa s) วัดครั้งที่ 3	Average viscosity	SD of viscosity
1	26.95	21.86	18.09	22.3	4.44635806
1.259	22.05	17.98	14.88	18.30333333	3.595918983
1.585	18.29	14.86	12.28	15.14333333	3.015001382
1.995	15.45	12.33	10.09	12.62333333	2.692012878
2.512	12.95	10.25	8.495	10.565	2.244142375
3.162	10.92	8.558	7.095	8.857666667	1.930027547
3.981	9.15	7.153	5.938	7.413666667	1.621788005
5.012	7.719	5.995	4.987	6.233666667	1.381548889
6.31	6.522	5.035	4.198	5.251666667	1.177052392
7.944	5.513	4.24	3.542	4.431666667	0.999380975
10	4.683	3.579	2.998	3.753333333	0.855920752
12.59	3.982	3.031	2.544	3.185666667	0.731370175
15.85	3.396	2.572	2.166	2.711333333	0.626725884
19.95	2.899	2.189	1.849	2.312333333	0.535754919
25.12	2.479	1.868	1.582	1.976333333	0.45820774
31.62	2.122	1.598	1.357	1.692333333	0.391127004
39.81	1.82	1.37	1.167	1.452333333	0.334195053
50.12	1.563	1.176	1.006	1.248333333	0.285458111
63.1	1.343	1.017	0.8698	1.0766	0.242164572
79.44	1.15	0.8697	0.7526	0.9241	0.204208741
100	0.9946	0.7558	0.6536	0.801333333	0.17500061
125.9	0.8595	0.6578	0.5698	0.6957	0.148522153
158.5	0.7438	0.5748	0.4986	0.605733333	0.125492682
199.5	0.6422	0.5035	0.4356	0.5271	0.105302469
251.2	0.557	0.441	0.384	0.460666667	0.088160838
300	0.502	0.3991	0.3469	0.416	0.078919009

ตารางที่ 6 ค่า shear viscosity ของ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 24.5 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Shear rate (s ⁻¹)	shear viscosity (Pa s) วัดครั้งที่ 1	shear viscosity (Pa s) วัดครั้งที่ 2	shear viscosity (Pa s) วัดครั้งที่ 3	Average viscosity	SD of viscosity
1	35.69	27.99	28.79	30.82333333	4.233595792
1.259	28.87	23.01	23.71	25.19666667	3.200395809
1.585	24.28	19.02	19.64	20.98	2.874647805
1.995	20.51	15.84	16.36	17.57	2.559355388
2.512	17.02	13.22	16.65	15.63	2.095304274
3.162	14.31	11.06	11.42	12.26333333	1.781581694
3.981	12.09	9.276	9.581	10.31566667	1.54416655
5.012	10.17	7.798	8.049	8.672333333	1.303074953
6.31	8.629	6.568	6.776	7.324333333	1.134650754
7.944	7.296	5.545	5.72	6.187	0.964399813
10	6.196	4.691	4.841	5.242666667	0.829010454
12.59	5.265	3.978	4.105	4.449333333	0.709236444
15.85	4.48	3.381	3.49	3.783666667	0.605500069
19.95	3.812	2.88	2.975	3.222333333	0.512870679
25.12	3.244	2.459	2.54	2.747666667	0.431741049
31.62	2.763	2.104	2.175	2.347333333	0.361724112
39.81	2.354	1.805	1.867	2.008666667	0.300669808
50.12	1.99	1.554	1.603	1.715666667	0.238839556
63.1	1.678	1.335	1.384	1.465666667	0.185511006
79.44	1.432	1.148	1.198	1.259333333	0.151609147
100	1.217	0.9958	1.038	1.0836	0.117438835
125.9	1.048	0.8663	0.9003	0.9382	0.096597257
158.5	0.943	0.7559	0.7844	0.827766667	0.100807258
199.5	0.7807	0.6596	0.6861	0.7088	0.06366137
251.2	0.6815	0.5794	0.6018	0.6209	0.053662929
300	0.6126	0.5237	0.5434	0.5599	0.046690363

3. ผลวิเคราะห์ทางสถิติของความแตกต่างระหว่างค่าความหนืด

→ Oneway

ANOVA

visco

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.378	2	.189	12.493	.007
Within Groups	.091	6	.015		
Total	.468	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: visco

LSD

(I) formu	(J) formu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.2180667	.1003676	.073	-.463657	.027524
	3	-.5003333*	.1003676	.002	-.745924	-.254743
2	1	.2180667	.1003676	.073	-.027524	.463657
	3	-.2822667*	.1003676	.031	-.527857	-.036676
3	1	.5003333*	.1003676	.002	.254743	.745924
	2	.2822667*	.1003676	.031	.036676	.527857

*. The mean difference is significant at the .05 level.

รูปที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความแตกต่างของค่าความหนืด (Shear viscosity) โดย 1, 2 และ 3 คือ Formulation ที่ 14, 15, 16 ตามลำดับ

แบบฟอร์มรายงานการเงิน

รายงานสรุปการเงิน

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพในการต้านทานน้ำของเครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดด

ประเภทอิมัลชันชนิดน้ำในซิลิโคนซึ่งมีเซริซิน

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ภก.ผศ.ดร.อิทธิพิทย์ สุนงคช

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1/7/2562 ถึงวันที่ 18/11/2562

ระยะเวลาดำเนินการ 5 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1/7/2562

รายรับ

จำนวนเงินที่ได้รับ (100%) 6,000 บาท เมื่อวันที่ 22 เดือน ตุลาคม ปี 2562

รายจ่าย

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินเกิน
1. ค่าสารเคมี	5,500 บาท	25,000 บาท	19,500 บาท
2. ค่าอุปกรณ์	500 บาท	2,000 บาท	1,500 บาท
รวม	6,000 บาท	2,7000 บาท	21,000 บาท

(.....)

ภก.ผศ.ดร.อิทธิพิทย์ สุนงคช

