การพัฒนาครีมฆ่าเหาที่มีน้ำมันมะพร้าว

นายเมธัส	เฮวสุวรรณ	5136640133
นางสาวบงกช	เหลืองสมานกุล	5136599133

โครงการปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

เภสัชศาสตร์บัณฑิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2555

Development of pediculocidal creams containing coconut oil

Mister Maytus Hawsuwan 5136640133

Miss Bongkod Leungsamankul 5136599133

A Senior Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirement For the Bachelor of Science Program in Pharmacy

Chulalongkorn University

2012

โครงการลำดับที่ 2.4
วันที่ 7 มกราคม 2556

บทคัดย่อปริญญานิพนธ์

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) : การพัฒนาครีมฆ่าเหาที่มีน้ำมันมะพร้าว
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) : Development of pediculocidal creams containing coconut oil
หัวหน้าโครงการ : นายเมธัส เฮวสุวรรณ 513 66401 33
ผู้ร่วมโครงการ : นางสาวบงกช เหลืองสมานกุล 513 65991 33
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ เภสัชกรหญิง ดร.วราภรณ์ สุวกูล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เภสัชกรหญิง ดร.นนทิมา วรรธนะภูติ
ภาควิชา : วิทยาการเภสัชกรรมและเภสัชอุตสาหกรรม

เหาเป็นโรคติดต่อที่มีการแพร่ระบาดสูงและยาที่ใช้รักษาในปัจจุบันมีความเป็นพิษสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาครีมฆ่าเหาที่มีน้ำมันมะพร้าวซึ่งเป็นน้ำมันที่มีคุณสมบัติฆ่าเหาได้แต่ล้างน้ำออกยาก ครีมที่ต้องการต้องมีคุณสมบัติล้างน้ำออกได้ดี และมีความคงตัวดีทางกายภาพ โดยศึกษาถึงผลของปริมาณน้ำมันมะพร้าว ชนิดและความเข้มข้นของสารทำให้แข็ง (stiffening agent) และสารทำอิมัลชันต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และความคงตัวทางกายภาพของครีม การศึกษานี้พบว่าสารทำให้แข็งที่ทำให้ครีมมีลักษณะเนื้อครีม สี ความแข็ง การกระจายตัวบนผิว และการล้างน้ำออกดีที่สุด คือ ส่วนผสมของ stearyl alcohol, cetyl alcohol และ stearic acid ส่วนความเข้มข้นของสารทำให้แข็งและน้ำมันมะพร้าวขึ้นกับชนิดและความเข้มข้นของสารทำอิมัลชันที่ใช้ ตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่ม Tween™ 80 ร่วมกับ Span™ 80 10% ประกอบด้วยสารทำให้แข็ง 10% ส่วนกลุ่ม Brij™ 72 และ Brij™ 721 5.0% หรือ สารทำอิมัลชันกลุ่มพอลิเมอร์ (Pemulen™ TR-1 และ TR-2) ประกอบด้วยสารทำให้แข็ง 2.5% ปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงที่สุดเรียงจากมากไปน้อย คือ Pemulen™ TR-2 (72.5%) Pemulen™ TR-1 (70.0%) Symbio™ (65.0%) Brij™ 72 ร่วมกับ Brij™ 721 (65.0%) และ Tween™ 80 ร่วมกับ Span™ 80 (55.0%) นอกจากนี้พบว่าการใช้สารทำอิมัลชันกลุ่มสารลดแรงตึงผิวร่วมกับกลุ่มพอลิเมอร์(Montanov™) ทำให้เกิดครีมน้ำมันมะพร้าวที่มีคุณสมบัติในการล้างน้ำออกและความคงตัวทางกายภาพดีขึ้น เมื่อศึกษาความคงตัวทางกายภาพในสภาวะเร่ง พบว่ามีสูตรตำรับ 3 สูตรที่มีความคงตัวดี คือ (1) สูตรตำรับที่ประกอบด้วย Brij™ 72 ร่วมกับ Brij™ 721 สัดส่วน 1:1 5% น้ำมันมะพร้าว 65% และสารทำให้แข็ง 2.5% (2) สูตรตำรับที่ประกอบด้วย Brij™ 72 ร่วมกับ Brij™ 721 สัดส่วน 1:1 และ 1:5 2.5% และ Montanov™ 68 ร่วมกับ Montanov™ 202 2.5% น้ำมันมะพร้าว 65% และสารทำให้แข็ง 2.5% และ (3) สูตรตำรับที่ประกอบด้วย Tween™ 80 ร่วมกับ Span™ 80 5% และ Montanov™ 68 ร่วมกับ Montanov™ 202 5% น้ำมันมะพร้าว 55% และสารทำให้แข็ง 2.5% ดังนั้นสูตรตำรับครีมฆ่าเหาที่มีน้ำมันมะพร้าวที่ควรเลือกเพื่อศึกษาต่อไป คือ สูตรตำรับที่ (1) และ (2)

ฝ่ายวิชาการ คณะเภสัชศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.....

.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาโครงการปริญญานิพนธ์นี้ คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เภสัชกรหญิง ดร.วราภรณ์ สุวกูล อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ เภสัชกรหญิง ดร.นนทิมา วรรธนะภูติ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องของโครงการนี้ ตลอดจนให้ความรู้ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อโครงการนี้

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิทยาการเภสัชกรรม และเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และสถานที่ในการวิจัยI

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ เภสัชกรหญิง ดร.สุนันท์ พงษ์สามารถ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อเครื่องมือวัดความหนืด Rotovisco™

กราบขอบพระคุณบริษัท ทรอปิคานา ออยล์ จำกัด ที่กรุณาเอื้อเฟื้อน้ำมันมะพร้าว

กราบขอบพระคุณบริษัท Croda Europe Limited บริษัท Dr.straetmans GmbH บริษัท อดินพ จำกัด ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสารทำอิมัลชันชนิดต่างๆ

กราบขอบพระคุณนิสิตปริญญาโทและเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิทยาการเภสัชกรรม และเภสัชอุตสาหกรรม และภาควิชาชีวเคมีและจุลชีววิทยาสำหรับคำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่างๆ

กราบขอบพระคุณภาควิชาชีวเคมีและจุลชีววิทยา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่

กราบขอบพระคุณคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษานี้

คณะผู้ดำเนินโครงการ

คำนำ

โครงการปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอผลการวิจัยในหัวข้อเรื่อง การพัฒนาครีมฆ่าเหาที่มีน้ำมันมะพร้าวซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเภสัชศาสตร์บัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2555

จากรายงานสรรพคุณของน้ำมันมะพร้าว ที่แสดงถึงประสิทธิภาพในการฆ่าเหา พบว่าน้ำมันมะพร้าวมีฤทธิ์ที่สามารถส่งผลต่อสภาพแวดล้อมของเหาโดยการปิดกั้นโพรงอากาศของเหา และละลาย chitin ซึ่งเป็น exoskeleton ที่ทำหน้าที่สร้างความแข็งแรงให้กับโครงสร้างของเหา และในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับรักษาโรคเหามากมายหลากหลายยี่ห้อที่มีส่วนผสมของตัวยาต่างๆไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบครีม หรือโลชั่นที่มีงานวิจัยว่าก่อให้เกิดความเป็นพิษแก่ร่างกายของมนุษย์ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาครีมฆ่าเหาที่มีน้ำมันมะพร้าว เพื่อเป็นทางเลือกในการรักษาโรคเหาสำหรับผู้ที่มีปัญหาจากความเป็นพิษที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับฆ่าเหาอื่นๆ

เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ประกอบด้วย การทบทวนวรรณกรรม วิธีการวิจัย และผลการวิจัย ทางคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการพัฒนาครีมฆ่าเหาที่มีน้ำมันมะพร้าว เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ของการรักษาโรคเหาต่อไป อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อจำกัดทางด้านเวลา และทุนสนับสนุน ดังนั้นหากมีข้อผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้

คณะผู้ดำเนินโครงการ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปริญญานิพนธ์	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
คำนำ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรม	4
2.1 เหา	4
2.1.1 วงจรชีวิตของเหา	4
2.1.2 การระบาดของเหา	5
2.1.3 ปัญหาของโรคเหา	6
2.1.4 ยารักษาเหา	6
2.2 น้ำมันมะพร้าว	7
2.2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำมันมะพร้าว	7

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	7
2.2.3 การฆ่าเหาและปัญหาในการใช้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	8
2.3 ครีมน้ำมันมะพร้าว	8
2.3.1 การพัฒนาตำรับครีม	8
2.3.2 สารทำอิมัลชันที่เลือกใช้ในการวิจัย	10
2.3.3 การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของครีม	12
2.3.4 การทดสอบความคงตัวของครีม	13
บทที่ 3 วัสดุและวิธีการวิจัย	14
สารเคมี	14
เครื่องมือ และอุปกรณ์	14
วิธีการวิจัย	15
3.1 การหา ค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าว	15
3.1.1 การเตรียมอิมัลชัน	15
3.1.2 การประเมินความคงตัวของสูตรตำรับอิมัลชัน	15
3.1.3 การเลือกค่า HLB	15
3.2 การศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent ที่ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของครีม	16

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2.1 การเตรียมครีมและส่วนประกอบครีม 16

3.2.2 การประเมินสูตรตำรับ 17

3.3 การศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าว และชนิดและความเข้มข้น

ของสารทำอิมัลชันต่อคุณสมบัติและความคงตัวทางกายภาพของครีม 17

3.3.1 การศึกษาสูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่ม

Tween™ และ Span™ ร่วมกัน 17

3.3.2 การศึกษาสูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่ม Brij™ 18

3.3.3 การศึกษาสูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่มพอลิเมอร์ 18

3.4 การศึกษาผลของส่วนประกอบของสูตรตำรับต่อการล้างน้ำออกจากเส้นผม 19

3.4.1 การเตรียมผมเพื่อนำไปทดสอบ 19

3.4.2 การทดสอบการล้างครีมออกจากเส้นผม 20

3.5 การศึกษาผลของสูตรตำรับต่อความคงตัวทางกายภาพ

ของสูตรตำรับครีมในสภาวะเร่ง 20

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย 22

4.1 ผลการหาค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าว 22

4.2 ผลการศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent

ที่ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของครีม 23

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าว และชนิด
และความเข้มข้นของสารทำอิมัลชันต่อคุณสมบัติ
และความคงตัวทางกายภาพของครีม 28

4.3.1 ผลการศึกษาครีมน้ำมันมะพร้าวที่ใช้สารทำอิมัลชัน
กลุ่ม Tween™ และ Span™ 28

4.3.2 ผลการศึกษาครีมน้ำมันมะพร้าวที่ใช้สารทำอิมัลชัน
Brij™ 72 และ Brij™ 721 29

4.3.3 ผลการศึกษาครีมน้ำมันมะพร้าวที่ใช้สารทำอิมัลชัน
กลุ่มพอลิเมอร์ 34

4.4 ผลการศึกษาการล้างน้ำออกของครีมน้ำมันมะพร้าว 39

4.5 ผลการศึกษาผลของสูตรตำรับต่อความคงตัวทางกายภาพ
ของสูตรตำรับครีมในสภาวะเร่ง 45

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 50

5.1 สรุปผลการวิจัย 50

5.2 ข้อเสนอแนะ 51

Reference 52

ภาคผนวก 55

ภาคผนวก ก 56

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข 65

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 อุบัติการณ์การระบาดของเหาในประเทศไทย 6

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบอิมัลชันของน้ำมันมะพร้าวเพื่อใช้ศึกษาค่า HLB 15

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของสูตรตำรับที่มี stiffening agent 10% โดยมี cetyl alcohol, stearyl alcohol, Beeswax, stearic acid ในปริมาณที่แตกต่างกัน 16

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของสูตรตำรับที่มี stiffening agent 15% โดยมี cetyl alcohol, stearyl alcohol, Beeswax, stearic acid ในปริมาณที่แตกต่างกัน 17

ตารางที่ 5 ค่า degree of creaming ของอิมัลชันที่มีค่า HLB ต่างๆ 22

ตารางที่ 6 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว ที่มีชนิดและปริมาณของ stiffening agent 10% 24

ตารางที่ 7 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว ที่มีชนิดและปริมาณของ stiffening agent 15% 26

ตารางที่ 8 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Tween™ 80 และ Span™ 80 10% ที่ประกอบด้วยปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน 28

ตารางที่ 9 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่ประกอบด้วยปริมาณ stiffening agent 10% ปริมาณสารทำอิมัลชัน 10% และปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน 30

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้
สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 โดยมี
ปริมาณของน้ำมันมะพร้าว 65%, ปริมาณสารทำอิมัลชัน 10%
และปริมาณ stiffening agent 5 และ 2.5% 31

ตารางที่ 11 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้
สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 โดยมี
ปริมาณของน้ำมันมะพร้าว 65%, ปริมาณ stiffening agent 2.5%
และปริมาณสารทำอิมัลชัน 7.5 และ 5% 32

ตารางที่ 12 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้
สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 โดยมี
สัดส่วนสารทำอิมัลชันแตกต่างกัน 33

ตารางที่ 13 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้
สารทำอิมัลชัน Pemulen™ TR-1 โดยมีปริมาณ stiffening agent 2.5%
ปริมาณสารทำอิมัลชัน 0.4% และปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน 35

ตารางที่ 14 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้
สารทำอิมัลชัน Pemulen™ TR-2 โดยมีปริมาณ stiffening agent 2.5%
ปริมาณสารทำอิมัลชัน 0.4% และปริมาณ
ของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน 36

ตารางที่ 15 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้
สารทำอิมัลชัน Symbio™ 6% โดยมีปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน 38

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 16 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Montanov™ 68 และ Montanov™ 202 เป็นสารทำอิมัลชันร่วมปริมาณครึ่งหนึ่งของสารทำอิมัลชันหลัก โดยมีสารทำอิมัลชันหลักแตกต่างกัน 39

ตารางที่ 17 ผลการล้างน้ำออกของครีมน้ำมันมะพร้าว 40

ตารางที่ 18 ลักษณะภายนอกของสูตรตำรับครีมในสภาวะเร่ง 44

ตารางที่ 19 ความหนืดของสูตรตำรับครีมในสภาวะเร่ง 46

ตารางที่ 20 ปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงสุด ของชนิดสารทำอิมัลชันต่างๆ 50

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 วงจรชีวิตของเหา 14

รูปที่ 2 โครงสร้างของสารทำอิมัลชันกลุ่ม sorbitan fatty acid ester และ polyoxyethylene sorbitan fatty acid esters 10

รูปที่ 3 โครงสร้างของสารทำอิมัลชันกลุ่ม fatty acid polyoxyethylene esters คือ Brij™ 72 11

รูปที่ 4 ผลการเกิด creaming ของตำรับอิมัลชันที่มีค่า HLB ต่างๆกัน 22

รูปที่ 5 ครีม Brij™ 72 และ Brij™ 721 10% ที่มีน้ำมันมะพร้าว 65% 30

รูปที่ 6 ผมที่ชโลมครีมเพื่อศึกษาคุณสมบัติการล้างออก 41

รูปที่ 7 ผมที่ล้างครีมออกจนกระทั่งหมดคราบขาวเพื่อศึกษาคุณสมบัติการล้างออก 42

รูปที่ 8 อนุภาคของหยดน้ำมันในครีมสูตรที่ 1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์(กำลังขยาย 400 เท่า) 46

รูปที่ 9 อนุภาคของหยดน้ำมันในครีมสูตรที่ 3 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์(กำลังขยาย 400 เท่า) 47

รูปที่ 10 อนุภาคของหยดน้ำมันในครีมสูตรที่ 4 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์(กำลังขยาย 400 เท่า) 48

รูปที่ 11 อนุภาคของหยดน้ำมันในครีมสูตรที่ 5 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์(กำลังขยาย 400 เท่า) 49

รูปที่ 12 Rotovisco™ 65

รูปที่ 13 เครื่องชั่ง Mettler PC440 65

รูปที่ 14 ตู้อบ MEMMERT 66

รูปที่ 15 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ OXYOS 66

รูปที่ 16 ตู้เย็น SHARP 67

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เหา หรือ louse คือปาราสิตที่มีชื่อวิทยาศาสตร์เรียกว่า *Pediculus humanus capitis* อาศัยอยู่บนหนังศีรษะ เส้นผม ขน คอยดูดเลือดกินเป็นอาหาร และวางไข่บนเส้นผม โดยหลั่งสารไคตินหุ้มปลายหนึ่งของไข่ให้เกาะติดแน่นอยู่ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (สุภาภรณ์ และคณะ, 2547) มีรายงานการสำรวจภาวะการเป็นเหาทั้งต่างประเทศและในประเทศไทย คาดว่ามีเด็กทั่วโลกประมาณ 12 ล้านคนที่เป็นเหา (Chung และคณะ, 1991) โดยมีอัตราการระบาดในประเทศทุกๆประเทศพอๆกัน ไม่ว่าจะเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วหรือประเทศที่กำลังพัฒนา ในประเทศไทยพบอัตราการเป็นเหาเฉลี่ยของนักเรียนหญิงทั่วประเทศสูงถึงร้อยละ 48.8 โดยภาคอีสานมีอัตราการติดเชื้อสูงสุด (ร้อยละ 57.7) รองลงมา ได้แก่ ภาคใต้ (ร้อยละ 52.3) ภาคกลาง (ร้อยละ 44.1) และภาคเหนือ (ร้อยละ 36.6) ตามลำดับ (ประคอง และคณะ, 2526) มักจะพบเหาระบาดอยู่ในกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนซึ่งส่วนใหญ่การระบาดจะเริ่มขึ้นในช่วงเปิดเทอมและแพร่กระจายจากโรงเรียนไปสู่บ้านของเด็กอีกด้วย เหาจัดเป็นโรคติดต่อที่ก่อให้เกิดอาการคัน เนื่องจากเอนไซม์ในน้ำลายจากปากของเหาที่ใช้ในการดูดเลือด (Chosidow และคณะ, 2000) รวมทั้งมีการสูญเสียเลือด อาจทำให้ผู้ที่มีเหาจำนวนมากมีอาการคันและเกาแรงๆ ทำให้ผิวหนังบริเวณที่เป็นเกิดบาดแผลซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการติดเชื้อแบคทีเรียซ้ำได้ แม้ว่าได้รับโภชนาการที่ดี ตลอดจนรักษาร่างกายให้สะอาดแล้ว แต่ก็สามารถเป็นเหาได้ เด็กส่วนใหญ่ที่เป็นโรคเหามักจะเสียบุคลิกและไม่มีสมาธิในการเรียน ตลอดจนการทำกิจกรรมต่างๆ เหาสามารถติดต่อระหว่างบุคคลได้ง่าย อาทิเช่น การใช้อุปกรณ์เกี่ยวกับผมร่วมกัน เช่น หวี หมวก ผ้าพันศีรษะ หรือโดยการสัมผัสใกล้ชิดกัน (สุภาภรณ์ และคณะ, 2547) นอกจากนี้เหายังสามารถเป็นพาหะในการนำโรคบางชนิดได้ เช่น พาหะของเชื้อ rickettsia ในโรค epidemic typhus และ trench fever และพาหะของเชื้อ spirochete ในโรค relapsing fever (Bryan และคณะ, 2011) ซึ่งโรคเหล่านี้สามารถทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้ถ้าไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกต้องและทันเวลา ทั้งนี้จากข้อมูลทั้งหมดจะพบว่าโรคเหามีความสำคัญ ควบคุมได้ยากและมีการแพร่กระจายสูงมาก ในประเทศไทยมียาที่ใช้รักษาเหาในปัจจุบัน 3 ชนิด คือ malathion, benzyl benzoate และ gamma benzene hexachloride ซึ่งมีความเป็นพิษและผลข้างเคียงสูง จึงอาจส่งผลเสียต่อผู้ใช้ หรือเด็กที่กำลังมีพัฒนาการทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และสมองได้ malathion ทำให้เกิดพิษต่อระบบประสาท ยับยั้งเอ็นไซม์ cholinesterase และพบว่ามีผลต่อระบบประสาทอื่นๆด้วย เช่น ทำลายประสาทสัมผัส และการเปลี่ยนพฤติกรรม เป็นต้น malathion จัดเป็นยาฆ่าแมลงที่มีความสัมพันธ์กับการป่วยบางชนิด เช่น glycosuria hyperglycemia และ polymorpholeucocytes อาการพิษอย่างเฉียบพลันสำหรับผู้ได้รับ malathion ในปริมาณสูงมาก คือ ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน

สั่น กระเพาะเกร็ง เหงื่อออก เห็นภาพไม่ชัด กดการหายใจ การเต้นของหัวใจช้าลง และอาจถึงตายได้ (Arun และ Ronald, 1979) benzyl benzoate ทำให้เกิดการระคายเคือง บวม แดง และคัน (Brooks และ Grace, 2002) gamma benzene hexachloride ซึ่งเป็นยากำจัดเหาที่นิยมใช้มากที่สุด อาจทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ ลมพิษ อาการคัน ผมร่วง มีพิษต่อระบบประสาทส่วนกลางทำให้มึนงง ชัก ปวดหัว กังวล อาการชา เกิดการคลื่นไส้ อาเจียนเมื่อได้รับจากการสูดดม รวมถึงเกิดภาวะไขกระดูกฝ่อ (aplastic anemia) จากการใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน (Nolan และคณะ, 2012) ดังนั้นจึงมีการศึกษาถึงสารที่จะใช้รักษาเหาที่มีประสิทธิภาพ และมีความเป็นพิษต่ำ ซึ่งพบว่าสารที่ใช้ คือ น้ำมันมะพร้าวที่มาจากธรรมชาติ สามารถรักษาโรคเหาได้

มะพร้าวเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ปลูกง่าย และสามารถพบเห็นได้ทั่วไป ส่วนต่างๆ ของมะพร้าวสามารถนำมาแปรรูปและใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายตั้งแต่ ลำต้น ใบ ก้าน ผล กะลา รกมะพร้าว กาบมะพร้าว เป็นต้น หนึ่งในผลิตผลจากต้นมะพร้าวที่มีคุณประโยชน์ และน่าสนใจมาก คือ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (virgin coconut oil) ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีสกัดเย็น (cold process) น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีส่วนประกอบหลักเป็น fatty acid ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไขมันอิ่มตัว ได้แก่ lauric acid, myristic acid, palmitic acid, caprylic acid, oleic acid และ capric acid ตามลำดับ (Dauqan และคณะ, 2011) มีการวิจัยพบว่าน้ำมันมะพร้าวสามารถฆ่าเหาได้ด้วยกลไกที่การทำให้เหาขาดอากาศหายใจและละลาย chitin ใน exoskeleton ของตัวเหาได้ ทำให้เหาไม่สามารถที่จะอยู่ในสภาพแวดล้อมปกติได้จึงตายไป โดยการใช้แชมพูที่มีส่วนประกอบจากน้ำมันมะพร้าวในการสระผมวันละ 4 ครั้ง นาน 3 วัน แชมพูจะฆ่าเหาและตัวอ่อนของเหาที่ออกจากไข่แล้ว (nymphs) แต่ไม่สามารถทำให้ไข่เหาเสียสภาพได้ จึงต้องใช้เวลานานถึง 3 วันเพื่อให้สามารถกำจัดเหาทั้งหมดได้ โดยรอให้ไข่เหาฟักออกมาเป็นตัวอ่อนเป็นเวลา 3 วัน และสระผมทุก 6 ชั่วโมงก่อนที่เหาจะเกิดการผสมพันธุ์ แล้ววางไข่รอบใหม่ (Rust และคณะ, 2001) ดังนั้นการใช้น้ำมันมะพร้าวรักษาเหาจึงยังคงมีปัญหาบางส่วน เช่น การใช้แชมพูน้ำมันมะพร้าวต้องสระผมทุก 6 ชั่วโมง ติดต่อกัน 3 วัน หรือการใช้หวีซี่ถี่สางเอาไข่เหาออก แล้วหมักผมด้วยน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ค้างไว้ 1 คืน ซึ่งวิธีนี้ก็จะทำให้เกิดความมัน เหนียวเหนอะหนะ แห้งติดผมและล้างออกยาก จึงทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาครีมชนิด o/w ที่ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าว เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้ ล้างน้ำออกง่าย และเนื่องจากน้ำมันมะพร้าวเป็นสารสกัดจากธรรมชาติจึงทำให้มีความเป็นพิษต่ำ และมะพร้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการปลูกมากในประเทศไทย ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นส่วนประกอบอยู่ไม่มากนัก ส่วนมากใช้น้ำมันมะกอก (olive oil) น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน (sunflower seed oil) และน้ำมันงา (sesame oil) ซึ่งจากการศึกษาแล้วพบว่า น้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากน้ำมันประเภทอื่นๆ เช่น ความชุ่มชื้น ซึ่งมีหลักฐานยืนยันว่าสามารถที่จะซึมผ่าน keratin ของเส้นผมได้ดี ทำให้มีคุณสมบัติปรับสภาพเส้นผม และทำให้ผมชุ่ม

ชื้นได้ (Bezard และคณะ, 2005) นอกจานี้ยังพบคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อราของน้ำมันมะพร้าวด้วย (Judith, 1993)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีผลิตภัณฑ์ทางเครื่องสำอางน้อยมากที่ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าว ส่วนมากมักจะเป็นแชมพู (Ken และ Irwin, 2007) ในประเทศสหรัฐอเมริกามีแชมพูที่ประกอบด้วยน้ำมันอื่นๆ และน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีข้อบ่งใช้ในการฆ่าเหา และจากการศึกษาพบว่าแชมพูเหล่านี้มีอัตราการรักษาเหามากกว่า 1% permethrin (Meinking, 1999) แต่ยังไม่มีสูตรตำรับที่มีการใช้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นสารสำคัญในสูตรตำรับครีมชนิด o/w เลย

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาสูตรตำรับครีมชนิด o/w ที่ใช้กับผมเพื่อใช้ในการรักษาเหา เพื่อที่จะได้ผลิตภัณฑ์รักษาเหาที่มีประสิทธิภาพ ไม่มีผลข้างเคียง เพราะเป็นสารสำคัญจากธรรมชาติ ล้างน้ำออกง่าย อาจจะมีผลทำให้หนังศีรษะมีความชุ่มชื้นและไม่ทำลายเส้นผม นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยส่งเสริมการใช้วัตถุดิบที่ผลิตได้ในประเทศอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ทั่วไป เพื่อพัฒนาสูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวที่มีปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สูง สามารถล้างน้ำออกง่าย มีความคงตัวทางกายภาพที่ดี และไม่ทำให้ผมแห้งเสีย

วัตถุประสงค์เฉพาะ เพื่อศึกษา

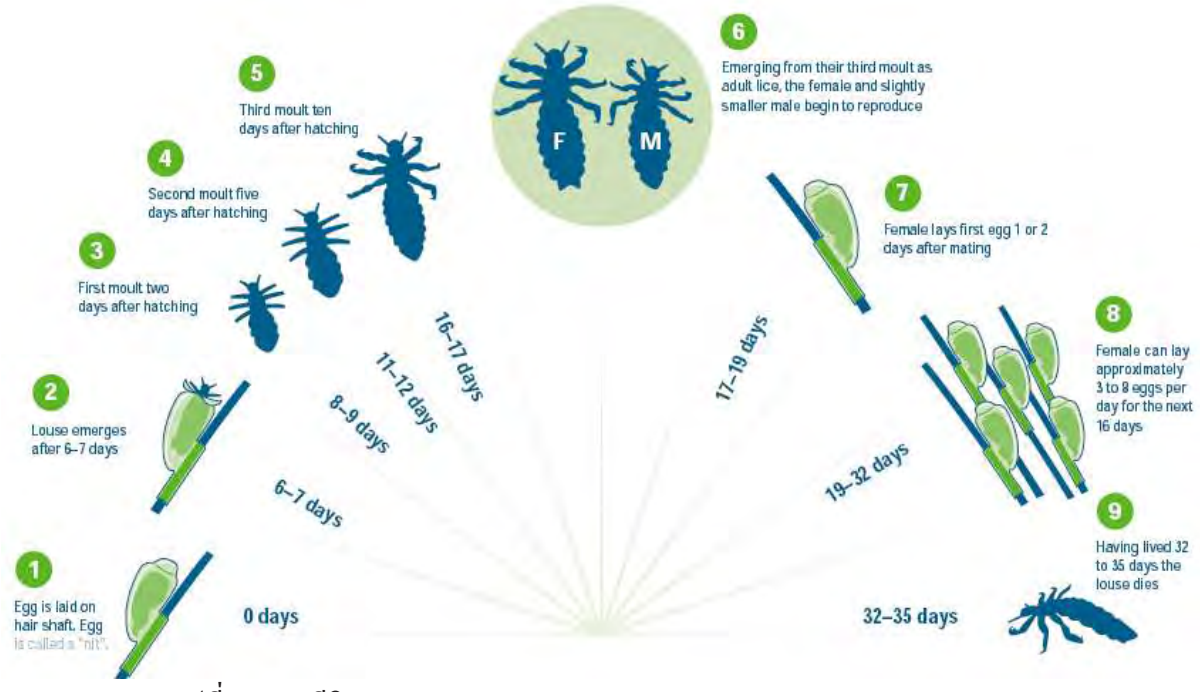
1. การหาค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เพื่อนำไปใช้ในการตั้งสูตรตำรับต่อไป
2. ผลของชนิดและความเข้มข้นของ Stiffening agent ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของครีม
3. ผลจากความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ชนิดและความเข้มข้นของสารทำอิมัลชันต่างๆ ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะภายนอก เช่น เนื้อครีม ความแข็ง เป็นต้น ชนิดของครีม ความรู้สึกสัมผัสของครีม เช่น การกระจายตัวบนผิวหนัง ความแข็ง เป็นต้น และความคงตัวทางกายภาพของครีม
4. ผลของสูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวต่อคุณสมบัติการล้างออกจากเส้นผม
5. ผลของสูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวต่อคุณสมบัติ และความคงตัวทางกายภาพของครีมในสภาวะเร่ง (heating-cooling cycle) ได้แก่ ลักษณะภายนอก ขนาดของหยดน้ำมัน และความหนืด

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรม

เหา

1. วงจรชีวิตของเหา

เหาจัดเป็นแมลงชนิดหนึ่ง อยู่ใน class Insecta order Anoplura ซึ่งอยู่ในพวกกัดและดูดเลือดคน จัดอยู่คนละ order กับเหาที่อยู่ตามตัวนก เหาที่เกี่ยวข้องกับคนมี 3 ชนิด คือ เหาที่พบบริเวณศีรษะ *(Pediculus humanus capitis)* เหาที่พบบนลำตัว *(Pediculus humanus humanus)* และโลนซึ่งเป็นเหาที่พบบริเวณอวัยวะเพศ (*Phthirus pubis)* ซึ่งเหาทั้ง 3 ชนิดดูดเลือดเป็นอาหารและแพร่กระจายทั่วโลก ในประเทศไทยพบเหา 2 ชนิด คือ เหาที่ศีรษะและโลน ไม่พบเหาตามตัวทั้งนี้อาจเป็นเพราะคนไทยไม่ค่อยมีขนตามตัว เหาจัดเป็นปาราสิตที่อาศัยอยู่นอกร่างกาย (ectoparasite) อาศัยอยู่บนหนังศีรษะ เส้นผม ขน คอยดูดเลือดกินเป็นอาหาร และวางไข่บนเส้นผม ก่อให้เกิดโรคเหา (pediculosis) ซึ่งแม้ว่าได้รับโภชนาการที่ดี ตลอดจนรักษาร่างกายให้สะอาดแล้ว แต่ก็สามารถเป็นเหาได้ รูปที่ 1 แสดงวงจรชีวิตของเหาซึ่งโดยปกติมักพบเหาระยะตัวเต็มวัยจำนวนน้อยกว่า 10 ตัว ถึงแม้ว่าที่หนังศีรษะจะมีเหาเป็นร้อยตัวก็ตาม เหาระยะตัวเต็มวัยมีลำตัวแบนสีเทามักอาศัยที่บริเวณเส้นผมที่ศีรษะของคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณศีรษะบริเวณด้านหลัง และเส้นผมบริเวณหลังใบหู ตัวเมียมีขนาดประมาณ 1/16-1/8 นิ้ว มีรูปร่างแบน ตลอดชั่วชีวิตเหาตัวเมียมีอายุประมาณ 1 เดือน ตัวผู้ พบว่าบริเวณขามีเขี้ยวคล้ายตะขออยู่ที่ปลายขาทั้ง 3 คู่ เพื่อช่วยในการเกาะติดอยู่กับเส้นผม เหาไม่สามารถกระโดดหรือบินได้ มีอัตราการสืบพันธุ์ค่อนข้างสูง สามารถออกไข่ได้ประมาณวันละ 10 ใบต่อวัน โดยจะวางไข่เป็นชุดๆ ละประมาณ 7 วัน ตัวอ่อนของเหา (nymph) จะฟักออกจากไข่มีการลอกคราบ 3 ครั้ง ในเวลาประมาณ 7 วัน แล้วจะเจริญกลายไปเป็นตัวเต็มวัย ไข่เหา (nits) มีลักษณะรูปคล้ายไข่ไก่ขั้วข้างหนึ่งมีฝา อีกด้านหนึ่งมีกาวเหนียวเพื่อใช้ยึดติดกับเส้นผมและขน ตลอดวงจรชีวิตใช้เวลา 15 วัน ในช่วงที่เป็นตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะกินอาหารโดยการทิ่มแทง แล้วดูดโดยอาศัยส่วนปากและปล่อยน้ำลายเพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด ถ้าไม่ถูกรบกวนเหาสามารถเกาะดูดเลือดได้เป็นเวลานาน และขับถ่ายของเสียออกมามีสีแดงดำอยู่บนหนังศีรษะ บริเวณหนังศีรษะจัดว่าเป็นบริเวณที่มีความชื้น และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการดำรงชีพของเหา คือ ประมาณ 30 องศาเซลเซียส และความชื้นประมาณร้อยละ 70 เหามักอาศัยในบริเวณที่มิดชิด และหนังศีรษะ และชอบคลานมาอยู่บนเส้นผม เหาได้รับอาหารจากการดูดเลือดประมาณทุกๆ 4 ชั่วโมง ซึ่งเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอาการคัน และมักพบว่ามีการติดเชื้อแบคทีเรียซ้ำในบางรายที่มีอาการคันรุนแรง (สุภาภรณ์ และคณะ, 2547)



รูปที่ 1 วงจรชีวิตของเหา (Winnipeg regional health authority, 2008)

2. การระบาดของเหา

กลุ่มประชากรที่พบว่าเป็นโรคเหามากที่สุด ซึ่งก่อให้เกิดการแพร่กระจาย และลุกลามอย่างรวดเร็ว ทำให้เป็นปัญหาสำคัญในประเทศไทย คือ ประชากรเด็ก เนื่องจากเหาสามารถติดต่อระหว่างบุคคลได้ง่าย เช่น การใช้อุปกรณ์เกี่ยวกับผมร่วมกัน เช่น หวี หมวก ผ้าพันศีรษะ หรือโดยการสัมผัสใกล้ชิดกัน ซึ่งเป็นเรื่องปกติ และหลีกเลี่ยงไม่ได้ในสังคมเด็กที่ต้องไปโรงเรียน มีรายงานการสำรวจภาวะการเป็นเหาทั้งในต่างประเทศและประเทศไทย พบว่ามีเด็กทั่วโลกประมาณ 12 ล้านคนที่เป็นเหา และในประเทศไทยพบว่าอัตราการเป็นเหาเฉลี่ยของนักเรียนหญิงทั่วประเทศสูงถึงร้อยละ 48.8 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการเป็นเหาค่อนข้างสูงในเด็กนักเรียนช่วงอายุ 7-11 ปี และในเด็กนักเรียนชายต่ำมาก จากการศึกษาพบการติดต่อสูงในโรงเรียน เพราะโรงเรียนมีเด็กเป็นจำนวนมาก และมีเด็กที่ไม่รักษาความสะอาดของศีรษะ รวมทั้งเหายังเพิ่มจำนวนและขยายพันธ์อย่างรวดเร็วได้ตลอดปี โอกาสหายจากโรคนี้จึงค่อนข้างยาก และมีโอกาสการติดโรคซ้ำสูงมาก (สุภาภรณ์ และคณะ; 2547)

ตารางที่ 1 อุบัติการณ์การระบาดของเหาในประเทศไทย (สุภาภรณ์ และคณะ; 2547)

พื้นที่	อัตราการติดโรคเหา (%)
ภาคอีสาน	57.7
ภาคใต้	52.3
ภาคกลาง	44.1
ภาคเหนือ	36.6

3. ปัญหาของโรคเหา

การเป็นเหาในเด็กนักเรียนนับว่าเป็นปัญหาสำคัญสำหรับประเทศไทย เนื่องจากนักเรียนที่เป็นเหาจะขาดสมาธิในการเรียนและสูญเสียบุคลิกภาพที่ดี เพราะจะเกาศีรษะบ่อยจนทำให้เกิดการอักเสบ บาดแผล และการติดเชื้อเรื้อรังได้ นอกจากนี้เหายังเป็นพาหะในการนำโรคบางชนิดได้ เช่น โรค louse-borne typhus, louse-borne relapsing fever และ trench fever (Bryan และคณะ, 2011) ซึ่งอาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้ ถ้าไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกต้องและทันเวลา (สุภาภรณ์ และคณะ; 2547)

4. ยารักษาโรคเหา

การควบคุมโรคเหาในปัจจุบัน นิยมใช้ยารักษาเหา 3 ชนิด คือ malathion, benzyl benzoate และ gamma benzene hexachloride

malathion เป็นสารฆ่าแมลงชนิด organophosphate ออกฤทธิ์โดยจับกับ acetylcholinesterase (AChE) ที่ปลายประสาททั่วร่างกายของแมลง ทำให้ไม่สามารถจับกับสารสื่อประสาท acetylcholine (ACh) ได้ จึงทำให้เกิดการกระตุ้นกระแสประสาทมากเกินไป malathion ทำให้เกิดพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง และระบบประสาทอื่นๆด้วย เช่น ทำลายประสาทสัมผัส และการเปลี่ยนพฤติกรรม เป็นต้น malathion จัดเป็นยาฆ่าแมลงที่มีความสัมพันธ์กับการป่วยบางชนิด เช่น การมีน้ำตาลในปัสสาวะและในเลือดสูงกว่าปกติ และระดับเม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ สูงขึ้น อาการพิษอย่างเฉียบพลันสำหรับผู้ได้รับ malathion ในปริมาณสูงมาก คือ ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน สั่น กระเพาะเกร็ง เหงื่อออก เห็นภาพไม่ชัด กดการหายใจ การเต้นของหัวใจช้าลง และอาจถึงตายได้ (Arun และคณะ, 1979)

benzyl benzoate ออกฤทธิ์โดยไม่ทราบกลไก มีผลข้างเคียง คือ การระคายเคือง บวม แดง และคันบริเวณที่ทา (Drug information online)

gamma benzene hexachloride หรือ lindane เป็นสารฆ่าแมลงที่อยู่ในกลุ่ม chlorinated hydrocarbon ออกฤทธิ์โดยการดูดซับที่พื้นผิว chitin ของแมลงแล้วยับยั้ง gamma-amino butyric acid channels ที่ตัวรับ benzodiazepine ทำให้เกิดการกระตุ้นกระแสประสาทที่มากเกินไปจนเป็น

อัมพาต เหาจะตายด้วยอาการขาดน้ำ และอาหาร เนื่องจากสูญเสียความสามารถในการกินอาหาร ปัจจุบันประเทศไทยนิยมใช้ 1% gamma benzene hexachloride ในการกำจัดเหามากที่สุด แม้ว่ายานี้จะมีผลข้างเคียงที่รุนแรงและถึงตายได้ (Nolan และคณะ, 2012) gamma benzene hexachloride อาจทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ ลมพิษ อาการคัน ผมร่วง มึนงง ชัก ปวดหัว กังวล อาการชา เกิดการคลื่นไส้ อาเจียนเมื่อได้รับจากการสูดดม รวมถึงเกิดภาวะไขกระดูกฝ่อจากการใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ยานี้ยังสามารถเข้าสู่สมองได้ดีทำให้เกิดพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง เช่น อาการเดินเซ สับสน สั่น และชัก เป็นต้น การได้รับยานี้อย่างต่อเนื่องทำให้เกิดผลเสียเรื้อรัง เป็นพิษต่อตับ เนื่องจากหัวใจเต้นผิดจังหวะ และเปลี่ยนวัฏจักรของรอบเดือนได้ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าทำให้เกิดการทำลายกล้ามเนื้อหัวใจ หลอดเลือดที่สมอง ปอด และไตได้ รวมถึงยังสามารถผ่านรกและน้ำนม ทำให้เด็กแรกเกิดมีความผิดปกติของไขสันหลังหรือมีความผิดปกติทางด้านจิตใจได้ ยานี้จึงอยู่ใน pregnancy category C และเป็นทางเลือกที่สองในการรักษาโรคเหา แคลิฟอร์เนียสั่งห้ามการใช้ในอุตสาหกรรมยาในปี 2002 เนื่องจากเหตุผลทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้สามารถลดการได้รับสารพิษนี้โดยไม่ตั้งใจในแคลิฟอร์เนียได้อย่างมีนัยสำคัญ และในปี 2007 US Environmental protection agency ได้สั่งห้ามการใช้ในอุตสาหกรรมยาฆ่าแมลง (Nolan และคณะ, 2012)

จากข้อมูลทั้งหมดพบว่ายาฆ่าเหาในปัจจุบันทุกตัวมีความเป็นพิษ และก่อให้เกิดอาการข้างเคียงสูง จึงไม่เหมาะสมในการนำมาใช้กับเด็กและเยาวชนซึ่งเป็นอนาคตของชาติให้ได้รับความเสี่ยงจากยาเหล่านี้ ดังนั้นจึงมีการศึกษาการใช้สารจากธรรมชาติในการรักษาเหา และพบว่าน้ำมันมะพร้าวสามารถฆ่าเหาได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

น้ำมันมะพร้าว

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำมันมะพร้าว

มะพร้าวเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ปลูกง่าย และสามารถพบเห็นได้ทั่วไป ส่วนต่างๆ ของมะพร้าวสามารถนำมาแปรรูปและใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายตั้งแต่ ลำต้น ใบ ก้าน ผล กะลา รกมะพร้าว กาบมะพร้าว เป็นต้น หนึ่งในผลิตผลจากต้นมะพร้าวที่มีคุณประโยชน์ และน่าสนใจมาก คือ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (virgin coconut oil) ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีสกัดเย็น (cold process) น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีส่วนประกอบหลักเป็น fatty acid ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไขมันอิ่มตัว ได้แก่ lauric acid, myristic acid, palmitic acid, caprylic acid, oleic acid และ capric acid ตามลำดับ (Dauqan และคณะ, 2011)

2. ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

น้ำมันมะพร้าวมีกลไกในการฆ่าเหาโดยทำให้เหาขาดอากาศหายใจและละลาย chitin ใน exoskeleton ของตัวเหา ทำให้เหาไม่สามารถที่จะอยู่ในสภาพแวดล้อมปกติได้จึงตายไป (Rust และคณะ, 2001)

3. การฆ่าเหา และปัญหาในการใช้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

จากแนวทางการจัดการเหาของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ซึ่งได้ระบุให้การใช้แชมพูที่มีส่วนประกอบจากน้ำมันมะพร้าวในการสระผมวันละ 4 ครั้ง นาน 3 วัน เป็นวิธีที่ไม่พึ่งพาสารฆ่าแมลงแต่สามารถกำจัดเหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ แชมพูจะฆ่าเหาและตัวอ่อนของเหาที่ออกจากไข่แล้ว แต่ไม่สามารถทำให้ไข่เหาเสียสภาพได้ จึงต้องใช้เวลานานถึง 3 วันเพื่อให้สามารถกำจัดเหาทั้งหมดได้ โดยรอให้ไข่เหาฟักออกมาเป็นตัวอ่อนเป็นเวลา 3 วัน และสระผมทุก 6 ชั่วโมงก่อนที่เหาจะเกิดการผสมพันธุ์ แล้ววางไข่รอบใหม่ (Rust และคณะ, 2001) ซึ่งข้อดีของวิธีการนี้นอกจากจะเป็นการใช้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ซึ่งเป็นสารจากธรรมชาติที่ไม่มีความเป็นพิษในการออกฤทธิ์แล้วยังมีคุณสมบัติการปรับสภาพเส้นผมได้ดี สามารถให้ความชุ่มชื้นต่อเส้นผมได้ โดยมีหลักฐานยืนยันว่าสามารถที่จะซึมผ่าน keratin ของเส้นผมได้ ทำให้ผมนุ่มขึ้น (Bezard และคณะ, 2005) อย่างไรก็ตามการสระผมด้วยแชมพูน้ำมันมะพร้าวมีข้อเสีย คือต้องสระผมทุก 6 ชั่วโมง ติดต่อกัน 3 วัน ซึ่งก่อให้เกิดความไม่สะดวกต่อการดำเนินชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ยาวนานถึง 3 วัน ซึ่งข้อเสียเหล่านี้สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการกำจัดเหาด้วยน้ำมันมะพร้าววิธีอื่น โดยที่ใช้หวี่ซี่ถี่สางเอาไข่เหาออกไป แล้วนำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มาหมักผมค้างไว้ 1 คืน ซึ่งเป็นวิธีการกำจัดเหาที่ใช้กันในหลายประเทศ แต่การใช้วิธีนี้ไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควรในการกำจัดเหา เพราะมีน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ทำให้เกิดความมัน เหนียวเหนอะหนะ แห้งติดผมและล้างออกยาก

ครีมน้ำมันมะพร้าว

1. การพัฒนาตำรับครีม (ภญ.ดร.ดุษฎี, 2012)

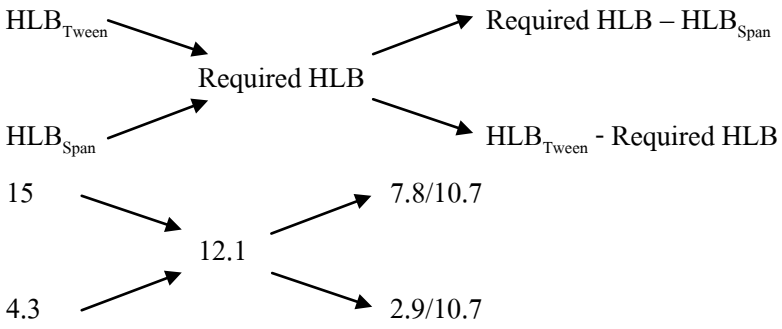
จากปัญหาการใช้น้ำมันมะพร้าวฆ่าเหาที่เกิดขึ้น ทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับรักษาเหาที่มีน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นสารสำคัญ สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก ปลอดภัย ล้างออกง่าย ไม่ทิ้งความมัน หรือความเหนียวเหนอะหนะไว้บนเส้นผม และมีคุณสมบัติบำรุงเส้นผมที่ดี ทำให้ผู้วิจัยพัฒนาสูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นอิมัลชันชนิด o/w คืออิมัลชันที่มีวเฟสภายในเป็นน้ำมัน และมีเฟสภายนอกเป็นน้ำ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นอิมัลชันที่มีความเหนอะหนะน้อย กระจายตัว และล้างออกด้วยน้ำได้ง่าย โดยกำหนดให้มีปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ใส่ในตำรับสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้มีฤทธิ์ในการฆ่าเหาได้ และมีค่า Required HLB (Hydrophilic-Lipophilic-Balance) เป็น 8 – 18 เพื่อให้ตำรับมีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิด o/w ที่มีความคงตัว

การพัฒนาสูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมีกระบวนการทั้งหมดดังนี้ 1) หาค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เพื่อนำไปใช้ในการตั้งสูตรตำรับ 2) หาชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent ที่เหมาะสม 3) หาชนิดและความเข้มข้นของสารกทำอิมัลชันต่างๆ ที่สามารถให้ความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในตำรับได้สูงสุด โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ชนิด สัมผัสของครีม และความหนืดที่ดี 4) หาสูตรตำรับที่มีคุณสมบัติการล้างออก

จากเส้นผมได้ดี และไม่ทิ้งความเหนียวเหนอะหนะไว้บนเส้นผม 5) หาสูตรตำรับที่มีความคงตัวดีเมื่อผ่านสภาวะเร่ง (Heating-Cooling Cycle)

การหาค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีความสำคัญ เนื่องจากค่า HLB แสดงถึงความชอบหรือไม่ชอบน้ำของสาร โดยสารที่ชอบน้ำจะมีค่า HLB อยู่ในช่วง 1-10 และสารที่ไม่ชอบน้ำหรือชอบน้ำมันจะมีค่า HLB อยู่ในช่วง 10-20 ซึ่งสารที่มีคุณสมบัติชอบน้ำจะสามารถตั้งเป็นส่วนประกอบของสูตรอิมัลชันชนิด o/w ได้ง่าย ให้ค่า HLB รวมของตำรับที่สูง จึงมีความชอบน้ำสูง สามารถล้างออกด้วยน้ำได้ง่าย ซึ่งในงานวิจัยนี้หาค่า HLB โดยกำหนดปริมาณน้ำ น้ำมันและชนิดของสารทำอิมัลชันคงที่ แล้วคำนวณอัตราส่วนของคู่สารทำอิมัลชันที่ให้ค่า HLB ต่างๆกันในการตั้งสูตรตำรับ แล้วตรวจสอบความคงตัวของสูตรตำรับอิมัลชันโดยเปรียบเทียบการแยกชั้นของสูตรตำรับทั้งหมด ซึ่งค่า HLB ที่ให้สูตรตำรับคงตัวสูงสุด เป็นค่า HLB รวมทั้งหมดของสูตรตำรับซึ่งเมื่อคำนวณร่วมกับค่า HLB ของส่วนประกอบอื่นๆในตำรับด้วยวิธี aligation method จะทำให้ทราบค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวได้ โดยมีตัวอย่างวิธีการคำนวณค่า HLB ดังนี้

ถ้าต้องการใช้ Tween™ 80 (HLB = 15) และ Span™ 80 (HLB = 4.3) เป็นสารทำอิมัลชัน 7% ในสูตรตำรับ โดยมี Required HLB = 12.1



เพราะฉะนั้นต้องใช้ Tween 80 = (7.8/10.7)*(7/100) = 5.1 g

Span 80 = (2.9/10.7)*(7/100) = 1.9 g

การหาชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent ที่เหมาะสมมีความสำคัญเนื่องจากมีผลต่อลักษณะของเนื้อครีม และค่า HLB รวมของสูตรตำรับ ถ้าใช้ stiffening agent มีจุดหลอมเหลวสูงในปริมาณมากจะทำให้ได้ครีมที่มีความแข็งสูง หรือถ้าใช้ stiffening agent ที่มีค่า HLB สูง ก็จะเพิ่มค่า HLB รวมของตำรับ ทำให้ล้างน้ำออกได้มากขึ้น นอกจากนี้ stiffening agent บางชนิดยังมีคุณสมบัติเฉพาะตัวซึ่งสามารถส่งผลต่อลักษณะของครีมที่ได้ เช่น stearic acid หรือ Beeswax สามารถทำปฏิกิริยากับด่างในตำรับแล้วให้สารทำอิมัลชันได้ เป็นต้น

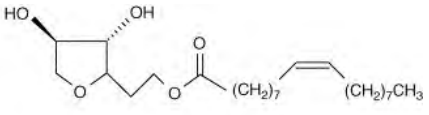
ชนิดและความเข้มข้นของสารทำอิมัลชันจะส่งผลต่อปริมาณของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่จะสามารถใส่ลงในตำรับได้ โดยที่ตำรับยังคงมีความคงตัวสูง มีความหนืดเหมาะสมและให้เนื้อสัมผัสที่ดีได้ โดยเลือกใช้สารทำอิมัลชันกลุ่มที่ไม่มีขั้ว (ยกเว้น Symbio™ mul GC) เพราะมีการระคายเคืองต่ำเหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมที่ใช้หมักผมเป็นระยะเวลานาน รวมถึงการใช้สารทำอิมัลชัน

หลายชนิดร่วมกัน คือใช้สารที่มีค่า HLB สูงร่วมกับสารที่มีค่า HLB ต่ำ จะทำให้สามารถปรับค่า HLB ให้ได้เท่ากับค่า HLB ที่ต้องการของตำรับ ซึ่งทำให้ได้อิมัลชันที่มีความคงตัวดี เกิดฟิล์มเชิงซ้อนที่แข็งแรง และยังสามารถปรับความหนืดได้ตามต้องการ โดยสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ร่วมกันควรมีสูตรโครงสร้างทางเคมีที่คล้ายกัน

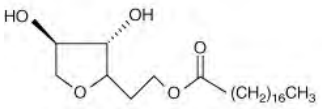
2. สารทำอิมัลชันที่เลือกใช้ในการวิจัยนี้มีดังนี้

สารทำอิมัลชันกลุ่ม sorbitan fatty acid ester (ภญ.ดร.ดุษฎี, 2012) ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมัน และ sorbitol เป็นสารทำอิมัลชันที่ละลายในน้ำมัน มีค่า HLB หลากหลาย ขึ้นกับชนิดและจำนวนของกรดไขมัน ทำให้เกิดอิมัลชันชนิด w/o นิยมใช้ร่วมกับสารทำอิมัลชันที่ละลายในน้ำ เช่น polysorbates เพื่อให้เกิดฟิล์มเชิงซ้อนที่แข็งแรงรอบหยดเฟสภายใน

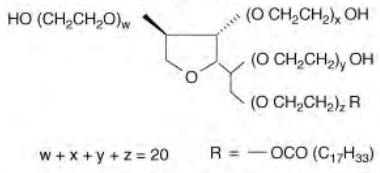
สารทำอิมัลชันกลุ่ม polyoxyethylene sorbitan fatty acid esters (ภญ.ดร.ดุษฎี, 2012) โครงสร้างประกอบด้วย sorbitan fatty acid ester และกลุ่ม oxyethylene ซึ่งเป็นกลุ่มที่ชอบน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2 จากชื่อทางเคมี หากไม่ระบุตัวเลขในชื่อ จะมีกลุ่ม oxyethylene 20 กลุ่ม ส่วนชื่อทางการค้า ตัวเลขหลังชื่อ Tween™ หมายถึง ชนิดของกรดไขมัน เป็นสารทำอิมัลชันที่ละลายน้ำได้ ทำให้เกิดอิมัลชันชนิด o/w และช่วยเพิ่มการดูดซึมของตัวยาที่ละลายในน้ำมัน นิยมใช้ร่วมกับ Span™ เพื่อให้เกิดฟิล์มที่แข็งแรง อาจใช้ Tween™ ร่วมกับสารที่ละลายในน้ำมันที่ไม่มีประจุ เช่น GMS, cetyl และ steryl alcohol เพื่อเพิ่มความข้นหนืดของตำรับทำให้อิมัลชันคงตัวมากขึ้น ได้แก่ Polawax™ ประกอบด้วย Tween™ ผสมกับ cetyl alcohol นิยมใช้ในเครื่องสำอาง



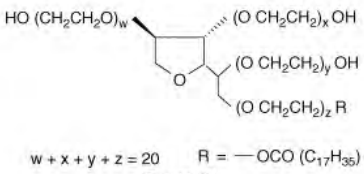
Span 80



Span 60



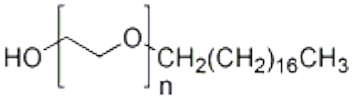
Tween 80



Tween 60

รูปที่ 2 โครงสร้างของสารทำอิมัลชันกลุ่ม sorbitan fatty acid ester และ polyoxyethylene sorbitan fatty acid esters

สารทำอิมัลชันกลุ่ม fatty acid polyoxyethylene esters (ภญ.ดร.ดุษฎี, 2012) ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง fatty alcohol และ ethylene oxide ดังแสดงในรูปที่ 3 สารกลุ่มนี้ที่ใช้กันมาก ได้แก่ cetomecrogol 1000 (Macrogol cetostearyl ether (22), Polyethylene glycol monocetyl ether) ทำให้เกิดอิมัลชันชนิด o/w ควรใช้ร่วมกับสารทำอิมัลชันเสริมที่ชอบน้ำมัน ทนต่อ pH ช่วงกว้าง ไม่ทนต่อ electrolyte ความเข้มข้นสูง โดยใช้สารที่มี HLB ต่ำ ผสมกับสารที่มีค่า HLB สูงในกลุ่มเดียวกัน โดยไม่ต้องคิดค่า HLB ของตำรับ นิยมใช้ Brij™ 72 (Stearate-2) 3-9% ซึ่งทำให้เกิดอิมัลชันชนิด o/w ที่ pH 3 ร่วมกับ Brij 721 (Stearate-21) 2-6% เพื่อเพิ่มเนื้อและเพิ่มความข้นของตำรับ ใช้มากทางเครื่องสำอาง ไม่ระคายเคือง ทำให้ผิวหนังอ่อนนุ่ม



รูปที่ 3 โครงสร้างของสารทำอิมัลชันกลุ่ม fatty acid polyoxyethylene esters คือ Brij™ 72

Arlacel™ 2121 (Croida, 2012) เป็นสารทำอิมัลชันกลุ่มพอลิเมอร์ที่ให้อิมัลชันชนิด o/w ที่คงตัวไม่ว่าจะใช้น้ำมันชนิดใดโดยไม่ขึ้นกับค่า HLB มีคุณสมบัติการกระจายตัวดี ให้ความรู้สึกที่ลื่นและบางบางบนผิว ช่วยเพิ่มคุณสมบัติการกันน้ำในสูตรตำรับ และสามารถเข้ากับสารจากธรรมชาติได้ดี

Premulen™ TR-1 และ TR-2 (Lubrizol, 2012) เป็นสารทำอิมัลชันกลุ่มพอลิเมอร์ที่มีส่วนประกอบหลักเป็น polyacrylic acid polymers ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีส่วนที่ชอบน้ำมันน้อยและส่วนที่ชอบน้ำมาก โดยมีหน้าที่เป็นสารทำอิมัลชันหลักของอิมัลชันชนิด o/w ส่วนที่ชอบน้ำมันจะดูดซับอยู่ที่ผิวระหว่างน้ำมันและน้ำ ในขณะที่ส่วนที่ชอบน้ำจะบวมและก่อโครงสร้างของเจลรอบๆหยดน้ำมันเพื่อให้อิมัลชันมีความคงตัวสูงในน้ำมันชนิดต่างๆ การใช้ Permulen™ ความเข้มข้นต่ำสามารถทำให้อิมัลชันมีความคงตัวสูงได้ โดยหยดน้ำมันจะถูกจับและปกป้องไว้โดยเจลพื้น hydrogel ที่อยู่รอบนอกในปริมาณมาก ข้อดีของ Pemulen™ คือ 1) มีความสามารถในการทำอิมัลชันได้หลากหลาย เนื่องจาก Premulen™ เป็นพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำแล้วเรียงตัวอยู่ที่ผิวระหว่างน้ำมันและน้ำโดยไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมัน และไม่ได้สร้างโครงสร้างคริสตอลเหลวเพื่อให้อิมัลชันมีความคงตัว ดังนั้นจึงสามารถใช้กับน้ำมันได้หลายชนิดโดยไม่ขึ้นกับค่า HLB หรืออุณหภูมิ โดยน้ำมันสามารถถูกทำอิมัลชันได้ที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่ fat หรือ wax สามารถถูกทำอิมัลชันได้ที่อุณหภูมิซึ่งหลอมเหลวได้ 2) มีความคงตัวดี มีการทดสอบพบว่าอิมัลชันสามารถคงตัวในขวดได้หลายปี ผ่านการทดสอบด้วย freeze-thaw conditions และที่ 40°C 3) ระคายเคืองต่ำและใช้ในปริมาณน้อย เนื่องจากคุณสมบัติของเจลพื้น hydrogel และประสิทธิภาพที่ดีของสารทำ

อิมัลชันซึ่งใช้ในปริมาณ 0.1-0.3% เมื่อเทียบกับสารทำอิมัลชันดั้งเดิมที่ต้องใช้ 3-7% ซึ่งอาจทำให้เกิดการระคายเคืองได้ 4) สามารถปลดปล่อยเฟสน้ำมันได้อย่างรวดเร็ว โดยมีกลไกการกระตุ้นให้ปลดปล่อย เมื่อส่วนที่ชอบน้ำสัมผัสกับผิว และเกลือที่อยู่บนผิว เฟสน้ำมันจะถูกปลดปล่อยและแผ่กระจายปกป้องผิวหนัง โดยไม่มีช่วง lag time เหมือนสารทำอิมัลชันดั้งเดิม

Symbio™ muls GC (Dr.straetmans GmbH, 2012) เป็นสารทำอิมัลชันที่ผลิตจากสารธรรมชาติ 100% ประกอบด้วย glyceryl stearate citrate ซึ่งเป็นสารทำอิมัลชันประจุลบที่มีประสิทธิภาพสูง, cetearyl alcohol ซึ่งเป็นสารทำอิมัลชันร่วมที่ทำให้ครีมมีความสม่ำเสมอ และ glyceryl caprylate ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เปียกได้ดีและมีคุณสมบัติป้องกันเชื้อแบคทีเรียได้ Symbio™ muls GC สามารถกระจายและทำอิมัลชันได้ในอุณหภูมิต่ำ เริ่มต้นเพียง 40°C มีคุณสมบัติป้องกันเชื้อแบคทีเรียด้วยตัวเอง ทำให้ลดปริมาณ preservative ที่จะใส่ในสูตรตำรับได้

Montanov™ 202 (Seppic, 2012) ประกอบด้วย arachidyl alcohol, behenyl alcohol และ arachidyl glucoside

Montanov™ 68 (Seppic, 2012) ประกอบด้วย cetearyl alcohol และ cetearyl glucoside ซึ่งเป็นสารประกอบจากพืช คือ สารสกัดไขมันจากน้ำมันมะพร้าว และสารสกัดน้ำตาลจาก manioc เป็นสารทำอิมัลชันชนิดไม่มีประจุ ที่ประกอบด้วยหมู่ ethoxylated ซึ่งผลิตโดยไม่ใช้สารเคมีหรือสารละลาย organic มีคุณสมบัติสามารถทำอิมัลชันได้ในชนิดและความเข้มข้นของเฟสน้ำมันที่กว้าง ไม่มีปัญหากับการใช้ vegetable oil หรือ silicone oil รวมถึงมีความคงตัวสูง ให้อิมัลชันที่มีลักษณะการไหลแบบ trixotropic คงตัวได้ดีใน pH ที่เป็นกรดหรือด่างสูง

3. การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของครีม

การทดสอบความรู้สึกสัมผัสผิวโดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการฝึก เพื่อทดสอบลักษณะภายนอกชนิด การกระจายตัว และการล้างออกของครีม ในการนำไปประเมินสูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวที่เหมาะสมต่อไป โดยคุณสมบัติที่ต้องการ คือ ครีมที่มีสีขาว เนื้อเรียบเนียนละเอียด ความแข็งมีค่าอยู่ในช่วง 3-4 เพียงพอที่จะคว่ำกระปุกแล้วไม่ไหล เป็นชนิด o/w มีการกระจายตัว และการล้างน้ำออกดี แม้ว่าการใช้ความรู้สึกสัมผัสผิวในการประเมินอาจมีความคลาดเคลื่อน แต่ก็ประเมินได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว เหมาะสมในการคัดกรองสูตรตำรับที่ดีในเบื้องต้น

การทดสอบคุณสมบัติการล้างออก ความเหนียวเหนอะหนะและความมันที่ทิ้งไว้บนเส้นผม เป็นขั้นตอนสำคัญซึ่งอยู่ในจุดประสงค์หลักซึ่งต้องการแก้ปัญหาความไม่สะดวกในการใช้งานของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ซึ่งการทดสอบนี้มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการทดสอบซึ่งไม่สามารถควบคุม

ได้หลายประการ เช่น แม้จะใช้เส้นผมมนุษย์คนเดียวกันในการทดสอบ แต่ก็ไม่สามารถควบคุมความยาวของเส้นผมทั้งหมดทุกปอยผมให้เท่ากัน 100% ได้ ปัจจัยการควบคุมน้ำหนักมือในการทาและล้างครีมที่แม้จะใช้คนเดียวกันในการทดสอบ แต่ก็ไม่มีมาตรฐานใดที่จะสามารถควบคุมได้อย่างแม่นยำ รวมถึงไม่มีเครื่องมือหรือกระบวนการที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการ ทำให้ผลการทดสอบที่ได้อาจจะคลาดเคลื่อนได้ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้พยายามควบคุมในแต่ละขั้นตอนการทดสอบให้แต่ละตัวอย่างมีความใกล้เคียงกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

4. การทดสอบความคงตัวของครีม

ในการทดสอบความคงตัวของครีมเมื่อผ่านสภาวะเร่ง คณะผู้วิจัยได้ค้นคว้าวิธีการทดสอบและได้เลือกการเก็บอิมัลชันไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 8-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สลับกับการนำอิมัลชันมาเก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบทั้งหมด 6 รอบ (heating-cooling cycle) แล้วตรวจสอบลักษณะภายนอก ความหนืดและขนาดหยดน้ำมันของตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบในแต่ละรอบ เพื่อนำไปสรุปผลถึงความคงตัวของสูตรตำรับที่ผ่านการประเมินคุณสมบัติเบื้องต้นทั้งหมด เพื่อนำมาสรุปผลเป็นสูตรตำรับสุดท้ายที่ดีที่สุดซึ่งมีคุณสมบัติทั้งหมดตามที่กำหนดไว้ครบถ้วน

บทที่ 3
วัสดุและวิธีการวิจัย

รายชื่อสารที่ใช้ในการทดลอง

1.	**น้ำมันมะพร้าว**	บริษัท ทรอปิคานา ออยล์ จำกัด	
2.	**Cetyl alcohol**	เอกตรง เคมีภัณฑ์	TFA1012070101
3.	**Stearyl alcohol**	ศรีจันทร์ สหโอสถ	M11198007O
4.	**Beewax**	เอกตรง เคมีภัณฑ์	9513
5.	**Stearic acid**	ศรีจันทร์ สหโอสถ	M12119008P
6.	**Tween™ 60 SS (SG)**	Croda Europe Limited	17053
7.	**Span™ 60 PA (SG)**	Croda Europe Limited	16598
8.	**Tween™ 80 LQ (SG)**	Croda Europe Limited	24172
9.	**Span™ 80 LQ (SG)**	Croda Europe Limited	24784
10.	**Tween™ 85 LQ (SG)**	Croda Europe Limited	17754
11.	**Span™ 85 LQ (SG)**	Croda Europe Limited	16035
12.	**Arlacel™ 2121**	Croda Europe Limited	0000473323
13.	**Brij™ S721 PA (SG)**	Croda Europe Limited	22452
14.	**Brij™ S2 SO (SG)**	Croda Europe Limited	56257
15.	**Pemulen™ TR-1**	Lubrizol. Noveon, Inc. 9911 Brecksville Road Cleveland, Ohio	
16.	**Pemulen™ TR-2**	Lubrizol. Noveon, Inc. 9911 Brecksville Road Cleveland, Ohio	
17.	**Symbio™**	Dr.straetmans GmbH	955769
18.	**Montanov™ 68**	บริษัท อดินพ จำกัด	T12935
19.	**Montanov™ 202**	บริษัท อดินพ จำกัด	T13525

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องวัดความหนืด Rotovisco™
2. กล้องจุลทรรศน์ Nikon รุ่น model eclipse E200
3. กล้องดิจิตอล Nikon รุ่น Coolpix 5400
4. เครื่องชั่ง Mettler PC 440

วิธีการวิจัย

1) การหา ค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าว

หาค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวโดยใช้วิธีของ Griffin (Orafidiya และ Oladimeji, 2002) คือ ปรับเปลี่ยนสัดส่วนของ Tween™ 80 และ Span™ 80 เพื่อทำให้เกิดตำรับอิมัลชันที่มีค่า HLB ต่างๆ ค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวจะเท่ากับค่า HLB ของสัดส่วนสารทำอิมัลชันที่ทำให้ตำรับคงตัวที่สุด การศึกษานี้มีขั้นตอนดังนี้

1.1) เตรียมอิมัลชันตามสูตรตำรับที่มีส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 2 โดยใช้ Beaker method ดังนี้

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบอิมัลชันของน้ำมันมะพร้าวเพื่อใช้ศึกษาค่า HLB

สาร	HLB 5	HLB 6	HLB 7	HLB 8	HLB 9
น้ำมันมะพร้าว	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Tween™ 80	0.50	1.20	1.90	2.60	3.30
Span™ 80	7.00	6.25	5.60	4.90	4.20
Purified water	qs to 100	qs to 100	qs to 100	qs to 100	qs to 100

หมายเหตุ หน่วยเป็น % โดยน้ำหนัก

1. ผสม Tween™ 80 ลงในน้ำและอุ่นบน water bath จนมีอุณหภูมิ 55 °C (เฟสน้ำ)
2. ผสม Span™ 80 ลงในน้ำมันมะพร้าวและอุ่นบน water bath จนมีอุณหภูมิ 50 °C (เฟสน้ำมัน)
3. ค่อยเทผสมข้อ 2 ลงในข้อ 3 พร้อมทั้งคนเร็วๆจนกระทั่งถึงอุณหภูมิห้อง

1.2) ประเมินความคงตัวของตำรับอิมัลชันที่ได้โดยการวัดค่า Degree of creaming ในระยะเวลา 2 และ 24 ชั่วโมง

$$\text{Degree of creaming} = \frac{\text{ปริมาตรชั้นใส}}{\text{ปริมาตรทั้งหมดของอิมัลชัน}} \times 100$$

1.3) เลือกค่า HLB ที่ไม่เกิดการแยกชั้นหรือที่มี degree of creaming น้อยที่สุด เพื่อทำการทดลองซ้ำในขั้นตอน 1.1-1.2 โดยเปลี่ยนแปลงค่า HLB ของ Tween™ 80 และ Span™ 80 ทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงจากที่เลือกขั้นแรก 0.2 และ 0.4 เพื่อที่จะได้ค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวที่ถูกต้อง

2) การศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent ที่ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของครีม

ในการศึกษานี้ตำรับครีมจะประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าว 50% และสารทำอิมัลชัน 10% ซึ่งประกอบด้วย Tween™ 80 และ Span™ 80 แต่ปรับเปลี่ยนชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

สูตรตำรับที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

Rx	%w/w
น้ำมันมะพร้าว	50
Stiffening agent	ตามตารางที่ 3 หรือ 4
Emulsifiers	10
Purified water	qs to 100

เตรียมอิมัลชันโดยใช้ beaker method เช่นเดียวกับข้อ 1.) แต่หลอม stiffening agent ในเฟสน้ำมัน และประเมินคุณสมบัติของครีมที่ได้ ดังนี้

1. ลักษณะภายนอกของครีม ได้แก่ สี เนื้อครีม ความข้นหนืด ด้วยการสังเกตด้วยตา
2. ชนิดของครีมโดยวิธี dilution (Allen, 2008)
3. การกระจายตัวของครีม โดยการทาบนผิวในพื้นที่ 25 ตารางเซนติเมตร บันทึกผลเป็น 1 = กระจายตัวไม่ดี ถึง 5 = กระจายตัวดีที่สุด
4. การล้างน้ำออกโดยการใช้ stirring rod ป้ายครีมและคนใน beaker ขนาด 100 มิลลิลิตรซึ่งมีน้ำ 100 มิลลิลิตร บันทึกผลเป็น 1 = ล้างน้ำออกไม่ดี ครีมที่ติดอยู่บน stirring rod จะไม่กระจายตัวในน้ำ และเข้ากันไม่ได้กับน้ำ, 5 = ล้างน้ำออกดี ครีมที่ติดอยู่บน stirring rod จะกระจายตัวในน้ำได้ดีมาก และเข้ากันได้กับน้ำอย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของสูตรตำรับที่มี stiffening agent 10% โดยมี cetyl alcohol, stearyl alcohol, Beeswax, stearic acid ในปริมาณที่แตกต่างกัน

สูตรที่	ชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent
1	cetyl alcohol 5%, Beeswax 2.5%, stearic acid 2.5%
2	cetyl alcohol 2.5%, Beeswax 2.5%, stearic acid 5%
3	stearyl alcohol 5%, Beeswax 2.5%, stearic acid 2.5%
4	stearyl alcohol 2.5%, Beeswax 2.5%, stearic acid 5%
5	stearyl alcohol 4.0%, cetyl alcohol 2%, stearic acid 4%
6	stearyl alcohol 3.3%, cetyl alcohol 3.3%, stearic acid 3.3%

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของสูตรตำรับที่มี stiffening agent 15% โดยมี cetyl alcohol, stearyl alcohol, Beeswax, stearic acid ในปริมาณที่แตกต่างกัน

สูตรที่	ชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent
7	stearyl alcohol 6.0%, cetyl alcohol 3.0%, stearic acid 6.0%
8	stearyl alcohol 5%, cetyl alcohol 5%, stearic acid 5%
9	stearyl alcohol 3.75%, Beeswax 3.75%, stearic acid 7.5%
10	stearyl alcohol 7.50%, Beeswax 3.75%, stearic acid 3.75%
11	cetyl alcohol 3.75%, Beeswax 3.75%, stearic acid 7.50%
12	cetyl alcohol 7.50%, Beeswax 3.75%, stearic acid 3.75%

เลือกสูตรตำรับที่มีชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent 10 และ 15% ที่ให้ครีมที่มีคุณสมบัติ ดังนี้ เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

1. ลักษณะภายนอกของครีม สีขาว เนื้อครีมเรียบเนียนละเอียด ความแข็งมีค่าอยู่ในช่วง 3-4 เพียงพอที่จะคว่ำกระปุกแล้วไม่ไหล
2. ชนิดของครีมเป็น o/w
3. มีค่าการกระจายตัวดี มีคะแนนที่ประเมินอยู่ในช่วง 3-4
4. มีค่าการล้างน้ำออกดี มีคะแนนที่ประเมินอยู่ในช่วง 3-4

3) การศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าว และชนิดและความเข้มข้นของสารทำอิมัลชันต่อคุณสมบัติและความคงตัวทางกายภาพของครีม

3.1) สูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่ม Tween™ และ Span™ ร่วมกัน 10% คือ

1. Tween™ 85 และ Span™ 85
2. Tween™ 80 และ Span™ 80
3. Tween™ 60 และ Span™ 60

สูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วยชนิดและปริมาณ stiffening agent ตามที่เลือกในข้อ 2.) และสารทำอิมัลชัน Tween™ 80 และ Span™ 80 10% ซึ่งปริมาณของสารทำอิมัลชันแต่ละตัวจะคำนวณจากค่า required HLB ของสูตรตำรับ เพื่อศึกษาหาปริมาณน้ำมันมะพร้าวมากที่สุดที่จะให้สูตรตำรับที่มีลักษณะทางกายภาพดี โดยปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำมันมะพร้าวเป็น 50, 55, 60, 65 และ 70% และใช้ paraben concentrate ซึ่งประกอบด้วย methyl paraben 20% และ propyl paraben 2% ใน propylene glycol เป็น preservative ดังแสดงในสูตรตำรับข้างล่าง

Rx	%w/w
น้ำมันมะพร้าว	50, 55, 60, 65, 70
Stiffening agent	เลือกจากข้อ 2.)
Emulsifiers	10
Paraben concentrate	1
Purified water	qs to 100

เตรียมครีมโดยใช้ beaker method และประเมินคุณสมบัติต่างๆตามลำดับดังนี้

1. ลักษณะภายนอกของครีม ได้แก่ สี เนื้อครีม ความข้นหนืด ด้วยการสังเกตด้วยตา
2. ชนิดของครีมโดยวิธี dilution (Allen, 2008)
3. การกระจายตัวของครีม โดยการทาบนผิวในพื้นที่ 25 ตารางเซนติเมตร บันทึกผลเป็น 1 = กระจายตัวไม่ดี ถึง 5 = กระจายตัวดีที่สุด
4. ความคงตัวทางกายภาพโดยเก็บครีมไว้ที่อุณหภูมิห้อง 14 วัน

เลือกสูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงที่สุดที่ทำให้เกิดครีมที่มีคุณสมบัติดังนี้ เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

1. ลักษณะภายนอกของครีม สีขาว เนื้อครีมเรียบเนียนละเอียด ความแข็งมีค่าอยู่ในช่วง 3-4 เพียงพอที่จะคว่ำกระปุกแล้วไม่ไหล
2. ชนิดของครีมเป็น o/w
3. มีค่าการกระจายตัวดี มีคะแนนที่ประเมินอยู่ในช่วง 3-4
4. มีความคงตัวที่อุณหภูมิห้องมากกว่า 14 วัน

3.2) สูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่ม Brij™ คือ Brij™ 72 และ Brij™ 721 10% สูตรตำรับมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับข้อ 3.1) แต่เปลี่ยนปริมาณน้ำมันมะพร้าวให้เพิ่มขึ้นจากที่เลือกจากข้อ 3.1) ทีละ 5% เตรียมครีมโดยใช้ beaker method ประเมินและเลือกสูตรตำรับเช่นเดียวกับข้อ 3.1)

3.3) สูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่มพอลิเมอร์ คือ Pemulen™ TR-1, Pemulen™ TR-2 และ Symbio™

จากข้อมูลสารของบริษัท Lubrizol พบว่า Pemulen™ ปริมาณ 0.4% มีความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันชนิด o/w ที่มีน้ำมันปริมาณสูงได้ และต้องใช้ triethanolamine ในการปรับ pH ของสูตรตำรับเพื่อให้เกิดเป็นอิมัลชันที่มีความหนืดพอเหมาะได้ (Lubrizol, 2012) ดังนั้นสูตรตำรับที่ใช้ Pemulen™ เป็นสารทำอิมัลชันจึงมีสูตรตำรับดังนี้

Rx	%w/w
น้ำมันมะพร้าว	65, 67.5, 70, 72.5, 75
Stiffening agent	เลือกจากข้อ 2.)
Emulsifier	0.4
Triethanolamine	0.5
Paraben concentrate	1
Purified water	qs to 100

จากข้อมูล Material data sheet ของ Symbio™ พบว่า Symbio™ มีข้อดีต่างจากสารทำอิมัลชันอื่นตรงที่ว่าจะให้สูตรตำรับที่คงตัว กับ vetgetable oil ทุกตัว โดยจากข้อมูลบริษัท Dr.straetmans GmbH แนะนำให้ใช้ Symbio™ ปริมาณ 6% (Dr.straetmans GmbH, 2012) ดังนั้นสูตรตำรับที่ใช้ Symbio™ ในการศึกษาจึงมีสูตรตำรับดังนี้

Rx	%w/w
น้ำมันมะพร้าว	55, 60, 65, 70
Stiffening agent	เลือกจากข้อ 2.)
Emulsifier	6
Paraben concentrate	1
Purified water	qs to 100

เตรียมครีมโดยใช้ beaker method ประเมินและเลือกสูตรตำรับเช่นเดียวกับข้อ 3.1) เพื่อนำไปศึกษาการล้างน้ำออกต่อไป

4) การศึกษาผลของส่วนประกอบของสูตรตำรับต่อการล้างน้ำออกจากเส้นผม

เตรียมครีมจากสูตรตำรับที่เลือกจากข้อ 3) และทดสอบการล้างน้ำออกของครีม โดยมีขั้นตอนที่ปรับเปลี่ยนจากวิธีการย้อมสีผมของบริษัท Lolane ดังนี้

4.1) การเตรียมผมเพื่อนำไปทดสอบ

1. หลอม Beeswax 30 กรัมในบีกเกอร์บน Water bath
2. เตรียมเส้นผมให้มีปริมาณใกล้เคียงกัน นำปลายด้านโคนผมจุ่มลงใน Beeswax 0.5 เซนติเมตร และนำไปจุ่มในน้ำตามลำดับ
3. ใช้นิ้วมือบีบกดเพื่อตกแต่งบริเวณโคนผมให้เรียบแบน มีผมสม่ำเสมอ
4. ทำซ้ำข้อ 2-3 จนกว่าจะได้เส้นผมที่เรียงตัวสม่ำเสมอ สวยงาม มีความใกล้เคียงกันทุกปอย
5. ตัดปลายผมด้วยกรรไกร โดยกำหนดให้ยาวจากโคนผม 10 เซนติเมตร
6. นำปอยผมไปล้างน้ำ และเป่าให้แห้ง

4.2) การทดสอบการล้างครีมออกจากเส้นผม

1. ชั่งครีมตัวอย่าง 1 กรัมลงในกระจกนาฬิกา
2. ใช้นิ้วชี้ทาครีมให้สม่ำเสมอทั่วปอยผมบนกระจกนาฬิกา
3. เปิดน้ำเบาๆให้ไหลผ่านเส้นผม พร้อมทั้งใช้นิ้วโป้งคู่กับนิ้วชี้รูดผ่านเส้นผมอย่างสม่ำเสมอ พร้อมบันทึกจำนวนรอบที่ครีมขาวหมด (จำนวนรอบที่มากขึ้นแสดงผลว่าสูตรตำรับนั้นล้างออกยาก)
4. ถ่ายรูปเส้นผมที่ผ่านการล้างในแต่ละรอบ
5. ประเมินความมันของเส้นผมหลังจากผ่านการล้างจนกระทั่งครีมขาวหมด บันทึกผลเป็น 1 = มันน้อย ถึง 5 = มันมากที่สุด รอให้เส้นผมแห้ง แล้วประเมินความมันเช่นเดียวกับข้อ 5.) อีกครั้ง
6. เปรียบเทียบความสามารถการล้างออกของครีม แต่ละสูตรตำรับ

เลือกสูตรตำรับที่มีการล้างน้ำออกดี ดังนี้

1. จำนวนรอบที่ใช้ในการล้างครีมขาวหมด 2-3 รอบ
2. ความมันตอนผมแห้ง มีค่า 2-3
3. ความมันตอนผมเปียก มีค่า 2-3

5) การศึกษาผลของสูตรตำรับต่อความคงตัวทางกายภาพของสูตรตำรับครีมในสภาวะเร่ง

เตรียมครีมจากสูตรที่เลือกจากข้อ 4 และเก็บไว้ในสภาวะเร่ง คือ heat-cool cycle โดยนำครีมใส่กระปุกจำนวน 6 กระปุกนำไปเก็บไว้ที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 45 °C 24 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนไปเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 °C 24 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ สุ่มตัวอย่างครีมมาประเมินคุณสมบัติทางกายภาพในแต่ละรอบ ทำจนครบ 6 รอบ คัดเลือกสูตรตำรับครีมที่มีความคงตัวดี คือ คุณสมบัติต่างๆต้องไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อผ่านสภาวะเร่ง ดังนี้

1. ลักษณะภายนอกของครีมสีขาว โดยการประเมินด้วยตาเช่นเดียวกับข้อ 1
2. ชนิดของครีมเป็น o/w โดยใช้วิธี dilution (Allen, 2008) เช่นเดียวกับข้อ 1
3. ความหนืดโดยการวัดด้วยเครื่อง cone and plate Rotovisco™ มีขั้นตอนดังนี้
    1. เปิดคอมพิวเตอร์ และเครื่องวัดความหนืด ใส่หัว cone เบอร์ R 35/1
    2. เปิดโปรแกรม rheo job manager
    3. ปรับศูนย์ระหว่างหัว cone และ plate
    4. ตักครีมปริมาณพอเหมาะที่จะท่วมหัว cone และ plate
    5. กดปุ่มเริ่มวัดความหนืดแล้วหัว cone และ plate จะเคลื่อนเข้าหากัน

6. เช็ดครีมที่ล้นออกมาจากตัวหัว cone
7. กดเริ่มวัดความหนืดอีกครั้ง
8. เมื่อเครื่องวัดความหนืดเสร็จสิ้น หัว cone และ plate จะเคลื่อนออกจากัน
9. บันทึกค่าความหนืดที่เครื่องคำนวณไว้และแสดงผลบนหน้าจอ
10. ทำความสะอาดหัว cone และ plate

4. เปรียบเทียบขนาดของหยดน้ำมันก่อนและหลังผ่านสภาวะเร่งแต่ละรอบโดยดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

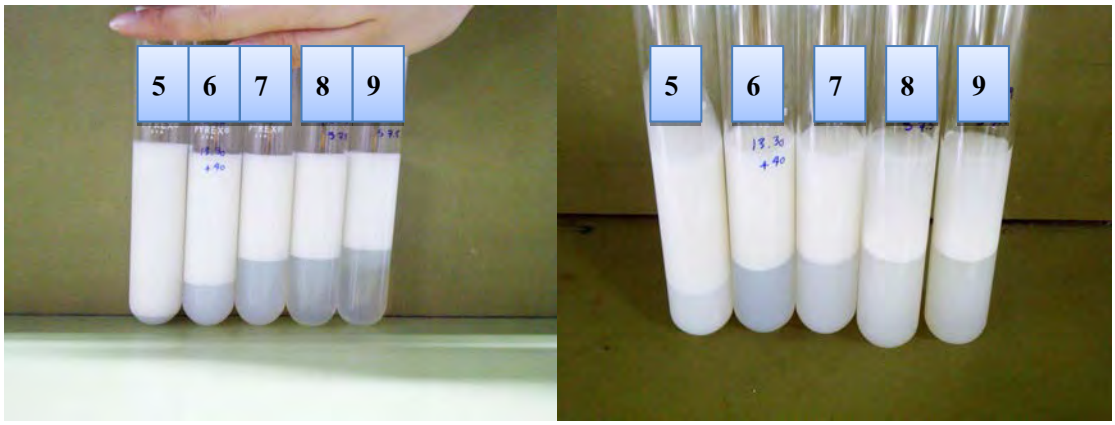
1. การหา ค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าว

การหาค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าว โดยการปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำมันเพื่อหาค่า HLB ที่ทำให้สูตรตำรับคงตัวที่สุด โดยการวัดค่า degree of creaming ซึ่งเป็นค่าแสดงถึงผลความคงตัวของตำรับ ตำรับอิมัลชันจะมีความคงตัวมากที่สุดเมื่อใช้สารทำอิมัลชันที่มีค่า HLB ผสมเท่ากับ HLB ของเฟสน้ำมัน (Mahato และ Narong, 2012)

จากการศึกษาพบว่าสูตรตำรับอิมัลชันมีค่า HLB เท่ากับ 5 มีค่า degree of creaming ต่ำที่สุดทั้งที่เวลา 2 และ 24 ชั่วโมงดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 4 แสดงว่าเป็นตำรับที่มีความคงตัวมากที่สุด ดังนั้นค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวจึงมีค่าเท่ากับ 5

ตารางที่ 5 ค่า degree of creaming ของอิมัลชันที่มีค่า HLB ต่างๆ

ค่า HLB ของสูตรตำรับ	degree of creaming	
	ระยะเวลา 2 ชั่วโมง	ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
5	1.27±2.19	16.58±10.24
6	9.87±5.43	36.12±8.23
7	19.79±5.64	43.65±3.65
8	27.91±17.54	45.10±6.93
9	33.92±13.67	47.35±8.03



รูปที่ 4 ผลการเกิด creaming ของตำรับอิมัลชันที่มีค่า HLB ต่างๆกัน (ซ้าย : ระยะเวลา 2 ชั่วโมง, ขวา : ระยะเวลา 24 ชั่วโมง)

เนื่องจากว่าสารทำอิมัลชันที่ใช้ในการทดลองหาค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวนั้นใช้ Tween™ 80 และ Span™ 80 ซึ่งมีค่า HLB เท่ากับ 4.3 และ 15 (Allen, 2008) ดังนั้นการปรับสัดส่วนของสารทำอิมัลชันจะไม่สามารถทำให้มีค่า HLB ต่ำกว่า 4.3 ได้ แต่ HLB ของน้ำมันมะพร้าวคาดว่ามีค่าเท่ากับ 5 เพราะว่า จากตารางที่ 5 แนวโน้มการเกิด degree of creaming มีแนวโน้มว่าจะลดต่ำลงเรื่อยๆ โดยเฉพาะสูตรตำรับที่มีค่า HLB เท่ากับ 5 มีค่า degree of creaming ต่ำมาก แต่ถ้าค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวอยู่ในช่วงระหว่าง 5 และ 6 ค่า degree of creaming ของสูตรตำรับอิมัลชันที่มีค่า HLB เท่ากับ 5 และ 6 ควรจะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้ค่า required HLB ของน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 5 เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

2. การศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของ stiffening agent ที่ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของครีม

การศึกษาผลของ stiffening agent 10% พบว่าทุกสูตรตำรับทำให้เกิดครีมชนิด o/w เนื่องจากมีค่า HLB ผสมของเฟสน้ำมันอยู่ในช่วง 6-8 ซึ่งเป็นช่วงที่ครีมสามารถเกิดเป็นครีมได้ทั้งชนิด o/w และ w/o แต่สาเหตุที่เกิดครีมชนิด o/w เพราะว่าในระหว่างขั้นตอนการเตรียมครีมนั้นเติมเฟสภายใน(น้ำมัน)ลงในเฟสภายนอก(น้ำ) และสูตรตำรับที่มีปริมาณ stiffening agent 10% ที่มีคุณสมบัติของครีมน้ำมันมะพร้าวตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ข้อที่ 2 คือ สูตรตำรับที่ใช้ stiffening agent : stearyl alcohol 3.3%, cetyl alcohol 3.3%, stearic acid 3.3% ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว ที่มีชนิดและปริมาณของ stiffening agent 10%

ชนิดและปริมาณของ stiffening agent (%w/w)	ผลที่ได้					
	ลักษณะภายนอก	ชนิดของครีม	ความแข็ง	การกระจายตัวของครีม	Required HLB	ความสามารถในการล้างออก
Rx 1 cetyl alcohol(5%)/Beeswax (2.5%)/stearic acid(2.5%)	สีเหลืองเล็กน้อย ลักษณะคล้ายโลชัน ค่อนข้างเหลว ไหลได้	o/w	1	4	6.56	3
Rx 2 cetyl alcohol(2.5%)/Beeswax (2.5%)/stearic acid(5%)	สีเหลืองเล็กน้อย ลักษณะคล้ายครีม แต่ไหลได้ช้าๆเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	1	4	6.57	3
Rx 3 stearyl alcohol(5%)/Beeswax (2.5%)/stearic acid(2.5%)	สีขาวเหลืองเล็กน้อย ลักษณะเป็นโลชัน เหลวไหลได้	o/w	2	4	6.56	3
Rx 4 stearyl alcohol(2.5%)/Beeswax (2.5%)/stearic acid(5%)	มีสีเหลืองเล็กน้อย ลักษณะคล้ายครีม หนืดเล็กน้อย แต่ยังคงไหลได้เมื่อคว่ำกระปุก	o/w	2	4	6.57	3
Rx 5 stearyl alcohol(4.0%)/cetyl alcohol(2%)/stearic acid(4%)	สีขาวทึบ หนืด ลักษณะเป็นครีม ค่อนข้างแข็ง เกาะติดนิ้วได้ดี ไม่ไหล เมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	2	6.72	2
Rx 6 stearyl alcohol(3.3%)/cetyl alcohol(3.3%)/stearic acid(3.3%)	สีขาวทึบ หนืด ลักษณะเป็นครีมกึ่งแข็ง เกาะติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	6.69	4

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติของสูตรตำรับที่มีปริมาณ stiffening agent 10% พบว่าสูตรตำรับ 1 จะได้สูตรตำรับที่มีความหนืดต่ำ มีลักษณะคล้ายโลชัน แต่การกระจายตัวดีและสามารถล้างน้ำออกได้ง่ายเนื่องจากใช้ stiffening agent ที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ ดังนั้นจึงสมควรที่จะเพิ่มปริมาณ stearic acid ให้สูงขึ้นตามสูตรตำรับที่ 2 ทำให้ได้สูตรตำรับที่แข็งขึ้น แต่ว่ายังคงไหลได้ช้าๆ จึงเปลี่ยน cetyl alcohol ซึ่งเป็น fatty alcohol ที่มีจุดหลอมเหลวอยู่ในช่วง 45-52 °C เป็น stearyl alcohol ซึ่งเป็น fatty alcohol ที่มีจุดหลอมเหลวสูงขึ้นอยู่ในช่วง 59.4-59.8 °C (Allen, 2008) ตามสูตรตำรับที่ 3 พบว่าสูตรตำรับแข็งขึ้นเล็กน้อย แต่ยังคงไหลได้ช้าๆเมื่อคว่ำกระปุก ดังนั้นจึงเพิ่มปริมาณ stearic acid ให้สูงขึ้นตามสูตรตำรับที่ 4 และเนื่องจากว่าสูตรตำรับครีมที่ได้จากการใช้ Beeswax มาตั้งแต่ต้นจะมีลักษณะค่อนข้างโปร่ง มีสีเหลืองเล็กน้อยจากสีของ Beeswax และสูตรตำรับยังคงไม่เป็นครีมที่แข็งไม่ไหล จึงเปลี่ยนการใช้ beeswax เป็นการใช้ fatty alcohol 2 ตัวร่วมกับ stearic acid ตามสูตรตำรับที่ 5 พบว่าได้ครีมค่อนข้างแข็ง กระจายตัวได้ไม่ดีและ ล้างน้ำออกยาก อาจเนื่องมาจากว่าสูตรตำรับมี stiffening agent ที่จุดหลอมเหลวสูงในปริมาณมาก คือ stearic acid มีจุดหลอมเหลวอยู่ในช่วง 69-70 °C และ stearyl alcohol จุดหลอมเหลวอยู่ในช่วง 59.4-59.8 °C (Allen, 2008) จึงลดปริมาณของ stearyl alcohol และ stearic acid ลง และแทนที่ปริมาณด้วย cetyl alcohol ซึ่งเป็น fatty alcohol ที่มีจุดหลอมเหลวต่ำอยู่ในช่วง 45-52 °C (Allen, 2008) จึงได้ส่วนประกอบตามสูตรตำรับที่ 6 ซึ่งจากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าสูตรตำรับที่ได้มีลักษณะเป็นครีม ที่มีความแข็งพอเหมาะ การกระจายตัวของครีมดี และที่สำคัญล้างน้ำออกได้ดีด้วย โดยครีมจะเข้ากันได้ดีกับน้ำไม่หลุดออกเป็นก้อนๆหรือขุยๆเหมือนตำรับอื่นๆที่ผ่านข้างต้น อาจเนื่องมาจากว่าสูตรตำรับนี้มีปริมาณของ fatty alcohol ที่สูงกว่าสูตรตำรับอื่นๆ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารทำอิมัลชันร่วมและมีค่า required HLB ของเฟสน้ำมันสูงกว่าตำรับอื่นๆจึงทำให้สูตรตำรับครีมที่ได้เข้ากันได้ดีกับน้ำมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นจึงเลือกสูตรตำรับที่ 6 และเพิ่มปริมาณ stiffening agent เป็น 15% พบว่าทุกสูตรตำรับทำให้เกิดครีมชนิด o/w ดังแสดงในตารางที่ 7 สูตรตำรับที่ 7 และ 8 มีค่า HLB รวมของเฟสน้ำมันสูงกว่าสูตรตำรับที่ใช้ stiffening agent ปริมาณ 10% แต่เนื่องจากสูตรตำรับมีความแข็งและความหนืดที่เพิ่มขึ้น ทำให้สูตรตำรับที่ได้มีการกระจายบนผิวและการล้างน้ำออกที่แย่ลง (ยังคงเข้ากับน้ำดีเป็นเนื้อเดียวกันแต่ว่าจับตัวเป็นก้อนทำให้ล้างออกได้ยากขึ้น) ดังนั้นจึงพัฒนาสูตรตำรับโดยปรับเปลี่ยนสัดส่วนของ stiffening agent ต่อไป ได้แก่ สูตรตำรับที่ 9 มีลักษณะภายนอกคล้าย

ครีมเมื่อคว่ำกระปุกแล้ว มีความแข็งมาก ไม่ไหล คุณสมบัติการกระจายตัวและการล้างออกดี ดังนั้นจึงปรับปริมาณของ stearic acid ซึ่งเป็น stiffening agent ที่มีจุดหลอมเหลวสูงอยู่ในช่วง 69-70 °C (Allen, 2008) ให้มีปริมาณลดลงเพื่อให้ความแข็งของสูตรตำรับลดลงได้เป็นสูตรตำรับที่ 10 ครีมที่ได้มีลักษณะทางกายภาพที่ดี เนื้อครีมสวย ไม่ไหล สีขาวอมเหลืองเล็กน้อย หนืดพอประมาณ เกาะติดนิ้วได้ดี คุณสมบัติการกระจายตัว และล้างน้ำดีขึ้น เพราะ สูตรตำรับที่ 10 มี stearyl alcohol ซึ่งเป็นสารทำอิมัลชันร่วมสูงกว่า (Mahato และ Narong, 2012) จึงทำให้สูตรตำรับครีมที่ได้เข้ากันได้ดีกับน้ำมากยิ่งขึ้น และจากตารางที่ 7 สูตรตำรับที่ 11 และ 12 มีลักษณะทางกายภาพที่เหลวคล้ายโลชัน แม้ว่าจะเพิ่มปริมาณ stiffening agent เพิ่มขึ้นแล้ว

ตารางที่ 7 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยมีชนิดและปริมาณของ stiffening agent 15%

ชนิดและปริมาณของ stiffening agent	**ผลที่ได้**					
	ลักษณะภายนอก	**ชนิดของครีม**	**ความแข็ง**	**การกระจายตัวของครีม**	**Required HLB**	**ความสามารถในการล้างออก**
Rx 7 stearyl alcohol 6.0%, cetyl alcohol 3.0%, stearic acid 6.0%	สีขาวทึบ หนืดมาก ลักษณะเป็นครีมแข็ง เกาะเป็นก้อนได้ดี เกาะติดนิ้ว ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	5	1	7.31	2
Rx 8 stearyl alcohol(5.0%)/cetyl alcohol(5.0%)/stearic acid(5.0%)	สีขาวทึบ หนืดมาก ลักษณะเป็นครีมแข็ง เกาะเป็นก้อนได้ดี เกาะติดนิ้ว ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	5	1	7.34	2
Rx 9 stearyl alcohol(3.75%)/Beeswax (3.75%)/stearic acid(7.5%)	สีขาวเหลืองเล็กน้อย ลักษณะเป็นครีม หนืดพอประมาณ เกาะติดนิ้วได้ดีเป็นก้อน ไม่ไหล	o/w	4	3	7.20	3

ตารางที่ 7 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยมีชนิดและปริมาณของ stiffening agent 15% (ต่อ)

ชนิดและปริมาณของ stiffening agent (%w/w)	ผลที่ได้					
	ลักษณะภายนอก	ชนิดของครีม	ความแข็ง	การกระจายตัวของครีม	Required HLB	ความสามารถในการล้างออก
Rx 10 stearyl alcohol(7.5%)/Beeswax (3.75%)/stearic acid(3.75%)	สีเหลืองเล็กน้อย ลักษณะเป็นครีม หนืดพอประมาณ ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	7.16	4
Rx 11 cetyl alcohol(3.75%)/Beeswax (3.75%)/stearic acid(7.5%)	สีเหลืองเล็กน้อย ลักษณะคล้ายโลชันค่อนข้างเหลว ไหลได้	o/w	2	4	7.20	3
Rx 12 cetyl alcohol(7.5%)/Beeswax (3.75%)/stearic acid(3.75%)	สีเหลืองเล็กน้อย ลักษณะเป็นครีม หนืดพอประมาณเกาะติดนิ้วได้ดีเป็นก้อน แต่ยังไหลได้ช้าๆ	o/w	2	4	7.16	3

จากผลการทดลองในตารางที่ 6 และ 7 สูตรตำรับที่มีปริมาณ stiffening agent 10% ที่ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุดคือ สูตรตำรับที่ประกอบด้วย stearyl alcohol 3.3%, cetyl alcohol 3.3%, stearic acid 3.3% ส่วนสูตรตำรับที่มีปริมาณ stiffening agent 15% ที่ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุดคือ สูตรตำรับที่ประกอบด้วย stearyl alcohol 7.5%, Beeswax 3.75%, stearic acid 3.75% ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าปริมาณ stiffening agent ที่ใช้เพื่อเพิ่มค่า required HLB ของสูตรตำรับไม่ทำให้ความคงตัวและคุณสมบัติในการล้างน้ำออกของสูตรตำรับแตกต่างกัน เพราะว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ stiffening agent จะทำให้สูตรตำรับมีความแข็งเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจึงเลือกใช้ ชนิดและปริมาณ stiffening agent 10% : stearyl alcohol 3.3%, cetyl alcohol 3.3%, stearic acid 3.3% เพื่อศึกษาถึงผลของสารทำอิมัลชันต่อครีมน้ำมันมะพร้าวต่อไป เพื่อที่จะไม่ทำให้ปริมาณน้ำในสูตรตำรับลดลงไปมากนัก เนื่องจากว่าในการศึกษาต่อไป จะศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าวซึ่งจะใช้ความเข้มข้น

น้ำมันมะพร้าวสูง ทำให้ปริมาณน้ำในสูตรตำรับลดลงซึ่งจะส่งผลต่อความคงตัวและลักษณะทางกายภาพของสูตรตำรับได้

3. การศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าว และชนิดและความเข้มข้นของสารทำอิมัลชันต่อคุณสมบัติและความคงตัวทางกายภาพของครีม

3.1 การศึกษาครีมน้ำมันมะพร้าวที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่ม Tween™ และ Span™ ร่วมกัน 10%

การศึกษาครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Tween™ 80 และ Span™ 80 10% พบว่าปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ทำให้สูตรตำรับมีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 ข้อ 3.1) คือสูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 55% ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Tween™ 80 และ Span™ 80 10% ที่ประกอบด้วยปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน

ปริมาณน้ำมันมะพร้าว (%w/w)	ผลที่ได้				
	ลักษณะภายนอก	ชนิดของครีม	ความแข็ง	การกระจายตัวของครีม	ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)
50	สีขาวทึบ ลักษณะเป็นครีม เกาะติดนิ้วได้ดี ไม่ไหล	o/w	3	3	>14
55	สีขาวทึบ ลักษณะเป็นครีม เกาะติดนิ้วได้ดี ไม่ไหล	o/w	3	3	>14
60	สีขาวทึบ ลักษณะเป็นครีม ความสามารถในการเกาะติดนิ้วลดลง	o/w	4	2	9 วัน พบว่ามี oil bleed
65	สีขาวทึบ ลักษณะเป็นครีม แข็งมากความสามารถในการเกาะติดนิ้วลดลง จับตัวเป็นก้อน	o/w	4	1	2 วัน พบว่ามี oil bleed
70	เกิด cracking	-	-	-	-

จากตารางที่ 8 พบว่าสูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำมันมะพร้าว 60 และ 65 จะเกิด oil bleed เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากชั้น film ที่หุ้มรอบเฟสน้ำมันจากการใช้สารทำอิมัลชัน Tween™ 80 และ Span™ 80 มีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นไม่เพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้น้ำมันมะพร้าวที่มีปริมาณสูงขึ้นแยกตัวออกมา และพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำมันมะพร้าวซึ่งเป็นเฟสภายในขึ้นถึง 60% จะทำให้ลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนไปเล็กน้อย คือ ครีมจะมีความแข็งมากขึ้นเนื่องจาก เฟสภายในมีการจัดเรียงตัวกันแน่นมากยิ่งขึ้นจะทำให้ลักษณะของครีมดูหนืดหรือแข็งมากยิ่งขึ้น และการกระจายตัวบนผิวยากมากขึ้นเพราะว่าเมื่อความแข็งของครีมมากขึ้นจะทำให้การเกลี่ยครีมบนผิวนั้นเป็นไปได้ยากขึ้นด้วย ดังนั้นปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงสุดของตำรับ Tween™ 80 และ Span™ 80 10% คือ 55% ซึ่งจะใช้ปริมาณน้ำมันมะพร้าว 55% เป็นปริมาณขั้นต่ำในการศึกษาสารทำอิมัลชันอื่นๆ ต่อไป

จากการศึกษาครีมน้ำมันมะพร้าวที่ใช้สารทำอิมัลชัน Tween™ 85, Span™ 85 และ Tween™ 60, Span™ 60 พบว่าที่ปริมาณความเข้มข้นน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 55% เกิดการ cracking ต่างจากสูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชัน Tween™ 80 และ Span™ 80 เพราะว่า Tween™ 60, Span™ 60 มีส่วนของความยาวของ sorbitan เป็น monostearate ซึ่งสั้นกว่า Tween™ 80 และ Span™ 80 ที่เป็น monooleate ทำให้ฟิล์มที่หุ้มรอบหยดน้ำมันของสารทำอิมัลชัน Tween™ 60 และ Span™ 60 มีความบางกว่าจึงทำให้ความแข็งแรงของฟิล์มที่เกิดจากสารทำอิมัลชันกลุ่ม Tween™ 60 และ Span™ 60 ไม่เพียงพอที่จะใช้กับสูตรตำรับที่มีน้ำมันปริมาณสูง ส่วน Tween™ 85 และ Span™ 85 ส่วนของความยาวของ sorbitan เป็น trioleate จึงมีความระเกะระกะ ทำให้การจัดเรียงตัวของสาย hydrocarbon เกิดขึ้นได้ยาก ฟิล์มที่หุ้มรอบหยดน้ำมันจึงไม่แข็งแรงไม่สามารถรองรับน้ำมันมะพร้าวปริมาณมากได้ (Allen, 2008)

3.2 การศึกษาครีมน้ำมันมะพร้าวที่ใช้สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721

จากการศึกษาในข้อ 3.1) พบว่าปริมาณครีมน้ำมันมะพร้าวสูงสุด คือ 55% ดังนั้นปริมาณน้ำมันมะพร้าวในการศึกษาข้อนี้ จึงเป็น 55, 60, 65 และ 70 %

จากตารางที่ 9 และรูปที่ 5 สูตรตำรับครีมที่ได้มีความแข็งมากเนื่องจาก Brij™ เป็นสารทำอิมัลชันที่มีลักษณะภายนอกคล้าย wax ดังนั้นจึงลดปริมาณ stiffening agent ลงเหลือ 5% และ 2.5% เพื่อปรับความแข็งของครีมให้เหมาะสมและพบว่าสูตรตำรับที่ใช้ stiffening agent 5% มีลักษณะที่

แข็งมากเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่สูตรตำรับที่มีปริมาณ stiffening agent 2.5% ทำให้เกิดตำรับที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับครีมที่ตั้งเป้าหมายไว้ในบทที่ 3 ข้อ 3.1) ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 9 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่ประกอบด้วยปริมาณ stiffening agent 10% ปริมาณสารทำอิมัลชัน 10% และปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน

ปริมาณน้ำมันมะพร้าว (%w/w)	ผลที่ได้				
	ลักษณะภายนอก	ชนิดของครีม	ความแข็ง	การกระจายตัวของครีม	ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)
55	ลักษณะเป็นครีมสีขาวทึบ ค่อนข้างหนืด ครีมเกาะเป็นก้อนได้ดี	o/w	4	-	-
60	ลักษณะเป็นครีมสีขาวทึบ ค่อนข้างหนืด ครีมเกาะเป็นก้อน เนื้อครีมไม่ค่อยเกาะติดนิ้ว ควักออกจากกระปุกยาก	o/w	4	-	-
65	ลักษณะเป็นครีมสีขาวทึบ หนืด ครีมเกาะเป็นก้อน เนื้อครีมไม่ค่อยเกาะติดนิ้ว ควักออกจากกระปุกยาก	o/w	5	-	-
70	เกิด cracking	-	-	-	-

รูปที่ 5 ครีม Brij™ 72 และ Brij™ 721 10% ที่มีน้ำมันมะพร้าว 65% (ซ้าย : stiffening agent 10%, กลาง : stiffening agent 5%, ขวา : stiffening agent 2.5%)

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 โดยมีปริมาณของน้ำมันมะพร้าว 65%, ปริมาณสารทำอิมัลชัน 10% และปริมาณ stiffening agent 5 และ 2.5%

ปริมาณ stiffening agent (%w/w)	ผลที่ได้				
	ลักษณะภายนอก	ชนิดของครีม	ความแข็ง	การกระจายตัวของครีม	ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)
5	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืด แข็ง เกาะเป็นก้อนได้ดี พอควักออกจากกระปุกได้	o/w	4	-	-
2.5	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืด แข็ง เกาะเป็นก้อนได้ดี พอควักออกจากกระปุกได้	o/w	3	3	>14

สูตรตำรับครีมที่มีปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงที่สุด คือ 65% ซึ่งเป็นครีมที่มีคุณสมบัติดี เนื่องจาก Brij™ 72 และ Brij™ 721 เป็นสารทำอิมัลชันที่ทำให้สูตรตำรับมีความคงตัวทางกายภาพที่ดีสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องไว้ได้มากกว่า 14 วัน ดังนั้นจึงลดปริมาณของสารทำอิมัลชันเป็น 7.5 และ 5% เพื่อศึกษาหาปริมาณสารทำอิมัลชันต่ำสุดที่สามารถทำให้สูตรตำรับคงตัว เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดอาการระคายเคืองที่เกิดจากสารทำอิมัลชันปริมาณมากด้วย

จากตารางที่ 11 พบว่าทั้ง 2 สูตรตำรับมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ ดังนั้นสูตรตำรับที่ใช้ Brij™ 72 และ Brij™ 721 เป็นสารทำอิมัลชันจึงประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าว 65%, stiffening agent 2.5% และสารทำอิมัลชัน 5%

เนื่องจากสารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 เป็นสารทำอิมัลชันที่สามารถปรับเปลี่ยนสัดส่วนของสารทำอิมัลชันได้โดยไม่ขึ้นกับ required HLB ของเฟสน้ำมัน และทางคณะวิจัยคาดว่าการที่ใช้สัดส่วนของ Brij™ 721 สูงขึ้นซึ่งมีคุณสมบัติที่ชอบน้ำ เนื่องจากมีค่า HLB เท่ากับ 15 (Allen, 2008) จะทำให้สูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติในการล้างออกได้ดีขึ้น

และเข้ากันได้ดีกับน้ำมากยิ่งขึ้น ดังนั้นคณะวิจัยจึงศึกษาผลของสัดส่วน Brij™ 72 และ Brij™ 721 ต่อครีมน้ำมันมะพร้าวเพิ่มเติม โดยปรับเปลี่ยนอัตราส่วนระหว่าง Brij™ 72 : 721 เป็น 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 และ 1:5

ตารางที่ 11 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 โดยมีปริมาณของน้ำมันมะพร้าว 65%, ปริมาณ stiffening agent 2.5% และปริมาณสารทำอิมัลชัน 7.5 และ 5%

ปริมาณสารทำอิมัลชัน (%w/w)	ผลที่ได้				
	ลักษณะภายนอก	ชนิดของครีม	ความแข็ง	การกระจายตัวของครีม	ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)
7.5	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืดเล็กน้อย เกาะเป็นก้อน ติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	2	>14
5	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืดเล็กน้อย เกาะเป็นก้อนติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14

จากการศึกษาผลของสัดส่วน Brij™ 72 และ Brij™ 721 ต่อครีมน้ำมันมะพร้าวโดยปรับเปลี่ยนอัตราส่วนระหว่าง Brij™ 72 : 721 เป็น 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 และ 1:5 พบว่าสัดส่วนของ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ไม่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพที่เห็นด้วยตาเปล่าดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 โดยมีสัดส่วนสารทำอิมัลชันแตกต่างกัน

สัดส่วนสารทำอิมัลชัน Brij™ 72 : Brij™ 721	**ผลที่ได้**				
	ลักษณะภายนอก	**ชนิดของครีม**	**ความแข็ง**	**การกระจายตัวของครีม**	**ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)**
1:1	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืดเล็กน้อย เกาะเป็นก้อนติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
1:2	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืดเล็กน้อย เกาะเป็นก้อนติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
1:3	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืดเล็กน้อย เกาะเป็นก้อนติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
1:4	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืดเล็กน้อย เกาะเป็นก้อนติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
1:5	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืดเล็กน้อย เกาะเป็นก้อนติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14

เนื่องจาก ทั้ง Brij™ 72 และ Brij™ 721 มีจุดหลอมเหลวที่ใกล้เคียงกัน (Allen, 2008) ทำให้ลักษณะครีมที่ได้เมื่อเปลี่ยนสัดส่วนแล้วยังคงมีลักษณะทางกายภาพเหมือนเดิม แต่คาดว่าการ

เปลี่ยนสัดส่วนของ Brij™ 72 และ Brij™ 721 จะทำให้คุณสมบัติการล้างน้ำ และความคงตัวเมื่อเข้าทดสอบสภาวะเร่ง heat-cool cylcle แตกต่างกันดังนั้นจึงเลือกทุกสัดส่วนของ Brij™ 72 และ Brij™ 721 เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ดังนั้นสูตรตำรับครีมที่ใช้ Brij™ 72 และ Brij™ 721 เป็นสารทำอิมัลชันที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดในข้อ 3.1) บทที่ 3 มีทั้งหมด 6 สูตร คือ สูตรตำรับที่มีปริมาณน้ำมันมะพร้าว 65%, stiffening agent 2.5% และสารทำอิมัลชัน 5% ตามค่า required HLB ของสูตรตำรับ และมีสารทำอิมัลชันในสัดส่วน 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 และ 1:5

3.3 การศึกษาครีมน้ำมันมะพร้าวที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่มพอลิเมอร์

Pemulen™ เป็นสารทำอิมัลชันกลุ่มพอลิเมอร์ที่จะต้องใช้ triethanolamine 0.5 กรัมปรับ pH เพื่อให้ความหนืดของสูตรตำรับเพิ่มขึ้นเหมือน Carbomer™ ดังนั้นจึงต้องลดปริมาณ stiffening agent ลงเหลือ 2.5% เพื่อปรับความแข็งให้เหมาะสม และจากการศึกษาการตั้งสูตรตำรับครีมที่ใช้สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 (ข้อ 3.2) พบว่าปริมาณครีมน้ำมันมะพร้าวสูงสุด คือ 65% ดังนั้นปริมาณน้ำมันมะพร้าวในการศึกษาครีมน้ำมันมะพร้าวโดยใช้สารทำอิมัลชันกลุ่ม Pemulen™ จึงเป็น 65, 67.5, 70, 72.5 และ 75 %

จากตารางที่ 13 และ 14 พบว่า Pemulen™ TR-1 สามารถทำให้เกิดครีมที่มีคุณสมบัติตามต้องการได้ที่ปริมาณน้ำมันสูงสุด 70% ส่วน Pemulen™ TR-2 สามารถเกิดครีมที่มีคุณสมบัติตามต้องการได้ที่ปริมาณน้ำมันสูงสุด 72.5% เนื่องจาก Pemulen™ TR-2 มีหมู่ที่ชอบน้ำมันมากกว่าในสูตรโครงสร้างทำให้สามารถที่จะช่วยกระจายหยดน้ำมันในน้ำได้มากขึ้น (Lubrizol, 2012)

Pemulen™ หรือ Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer เป็นสารทำอิมัลชันที่จะให้ลักษณะครีมที่พิเศษแตกต่างจากสารทำอิมัลชันชนิดอื่น คือ ครีมจะมีลักษณะค่อนข้างโปร่ง นิ่ม กระจายตัวบนผิวได้ง่าย และสามารถใช้ปริมาณน้ำมะพร้าวได้สูงเนื่องจาก Pemulen™ สามารถจัดเรียงตัวที่ผิวระหว่างเฟสน้ำมันและเฟสน้ำโดยมีสายพอลิเมอร์ ที่จะทำให้เกิด steric effect ป้องกันการรวมตัวของหยดน้ำมันได้ เมื่อทาบนผิวแล้วครีมน้ำมันมะพร้าวจะปลดปล่อยน้ำมันออกมาและเคลือบผิวได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจาก Pemulen™ เป็นสารทำอิมัลชันที่ไวต่อประจุบนผิวหนังหรือเส้นผมจึงทำให้หยดน้ำมันที่ถูกเคลือบด้วยสารทำอิมัลชันแตกออก และเกิดการรวมตัว

กันบนผิวเกิดเป็นฟิล์มของน้ำมันที่เคลือบบนผิวหนังหรือเส้นผมได้จึงคาดว่าน่าจะทำให้ครีมน้ำมันมะพร้าวมีประสิทธิภาพในการฆ่าเหาได้ดีขึ้น (Lubrizol, 2012)

ตารางที่ 13 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Pemulen™ TR-1 โดยมีปริมาณ stiffening agent 2.5% ปริมาณสารทำอิมัลชัน 0.4% และปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน

ปริมาณน้ำมันมะพร้าว (%w/w)	**ผลที่ได้**				
	ลักษณะภายนอก	**ชนิดของครีม**	**ความแข็ง**	**การกระจายตัวของครีม**	**ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)**
65	ลักษณะคล้ายเจลสีขาวขุ่น หนืดเล็กน้อย เกาะติดนิ้วได้ดี ควักเป็นก้อนได้ ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	2	4	>14
67.5	ลักษณะคล้ายเจลสีขาวขุ่น หนืดเล็กน้อย เกาะติดนิ้วได้ดี ควักเป็นก้อนได้ ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
70	ลักษณะคล้ายเจลสีขาวขุ่น หนืดเล็กน้อย เกาะติดนิ้วได้ดี ควักเป็นก้อนได้ ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
72.5	เกิด cracking	-	-	-	-

ตารางที่ 14 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Pemulen™ TR-2 โดยมีปริมาณ stiffening agent 2.5% ปริมาณสารทำอิมัลชัน 0.4% และปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน

ปริมาณน้ำมันมะพร้าว (%w/w)	ผลที่ได้				
	ลักษณะภายนอก	ชนิดของครีม	ความแข็ง	การกระจายตัวของครีม	ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)
65	ลักษณะคล้ายเจลสีขาว ขุ่น ไม่หนืด เกาะติดนิ้วได้ดี ควักเป็นก้อนได้ ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	2	4	>14
67.5	ลักษณะคล้ายเจลสีขาว ขุ่น ไม่หนืด เกาะติดนิ้วได้ดี ควักเป็นก้อนได้ ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	2	4	>14
70	ลักษณะคล้ายเจลสีขาว ขุ่น ไม่หนืด เกาะติดนิ้วได้ดี ควักเป็นก้อนได้ ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
72.5	ลักษณะคล้ายเจลสีขาว เนื้อเจลดูแน่นหนัก หนืดเล็กน้อย เกาะติดนิ้ว ควักเป็นก้อนได้ ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14

Symbio™ เป็นสารทำอิมัลชันที่ประกอบด้วยสาร 3 ชนิดผสมกัน ดังนี้ glyceryl stearate citrate, cetearyl alcohol และ glyceryl caprylate และมีลักษณะเป็น wax เหมือน Brij™ 72 และ Brij™ 721 ดังนั้นสูตรตำรับจึงประกอบด้วยสารทำอิมัลชัน 6%, stiffening agent 2.5% และปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน ดังนี้ 55, 60, 65 และ 70%

จากตารางที่ 15 พบว่าสารทำอิมัลชัน Symbio™ สามารถทำให้เกิดครีมน้ำมันมะพร้าวที่ตรงตามลักษณะข้อ 3.1) บทที่ 3 โดยใช้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงสุด 65% เพราะ Symbio™ เป็นสารที่ประกอบด้วยสารทำอิมัลชันร่วมกันถึง 3 ชนิดโดยมี glyceryl stearate citrate เป็นสารทำอิมัลชันหลัก cetearyl alcohol เป็นสารทำอิมัลชันร่วม และ glyceryl caprylate ซึ่งเป็นทั้งสารทำอิมัลชันร่วมและสารทำให้เปียก สารทำอิมัลชันทั้ง 3 ตัวเมื่อใช้ร่วมกันในความเข้มข้นที่เหมาะสมตามที่ผสมมาใน Symbio™ จะสามารถสร้างฟิล์มหุ้มรอบหยดน้ำมันได้อย่างแข็งแรงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ Tween™ 80 และ Span™ 80

ตารางที่ 15 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Symbio™ 6% โดยมีปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แตกต่างกัน

ปริมาณน้ำมันมะพร้าว (%w/w)	ผลที่ได้				
	ลักษณะภายนอก	ชนิดของครีม	ความแข็ง	การกระจายตัวของครีม	ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)
55	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ ครีมเกาะเป็นก้อนได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
60	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ ค่อนข้างหนืด ครีมเกาะเป็นก้อนได้ เนื้อไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
65	ลักษณะเป็นครีมสีขาว ทึบ หนืด ครีมเกาะเป็นก้อนได้ เนื้อไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	4	3	>14
70	เกิด cracking	-	-	-	-

Montanov™ 68 และ Montanov™ 202 เป็นสารทำอิมัลชันผสมกัน ดังนี้ Montanov™ 202 ประกอบด้วย arachidyl alcohol, behenyl alcohol และ arachidyl glucoside ส่วน Montanov™ 68

ประกอบด้วย cetearyl glucoside และ cetearyl alcohol ซึ่งไม่สามารถใช้เตรียมครีมที่ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าวที่สูงถึง 55% โดยใช้ stiffening agent 2.5% และสารทำอิมัลชัน 10% ได้ ทั้งสูตรตำรับที่ใช้ Montanov™ 68 และ Montanov™ 202 ในสัดส่วน 1:1 และสูตรตำรับที่ใช้ Montanov™ 68 เดี่ยว เนื่องจาก Montanov™ นั้นเป็นสารทำอิมัลชันร่วมที่ไม่มีประสิทธิภาพสูงเพียงพอที่จะเป็นสารทำอิมัลชันหลักในกรณีที่มีปริมาณน้ำมัน หรือเฟสภายในสูงมากนักได้

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะใช้ Montanov™ เป็นสารทำอิมัลชันร่วมกับสารทำอิมัลชันหลักตัวอื่นๆที่สนใจเพื่อศึกษาถึงความสามารถในการเพิ่มความคงตัว หรือความสามารถในการล้างออกของครีมว่ามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นหรือไม่ เมื่อพิจารณาจากความสามารถของสารทำอิมัลชันหลักทั้งหมด พบว่า Tween™ 80 และ Span™ 80 10% ทำให้เกิดครีมที่มีปริมาณน้ำมันมะพร้าวต่ำที่สุด จึงคิดว่าเป็นสารทำอิมัลชันที่คาดว่าน่าจะมีปัญหาเรื่องความคงตัวมากที่สุด เนื่องจาก Montanov™ 68 และ Montanov™ 202 มีลักษณะเป็น wax จึงลดปริมาณ stiffening agent ลง ดังนั้นสูตรตำรับที่ศึกษาจึงประกอบด้วย น้ำมันมะพร้าว 55%, stiffening agent 2.5%, Tween™ 80 และ Span™ 5% และ Montanov™ 68 และ Montanov™ 202 5% ในสัดส่วน 1:1

Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% สัดส่วน 1:1 และ 1:5 เป็นสารทำอิมัลชันอีกตัวหนึ่งที่คาดว่าจะมีปัญหาเรื่องการล้างเนื่องจากความแข็งของสูตรตำรับที่ค่อนข้างมากและมีคุณสมบัติในการเกาะติดผิวได้ดี โดยมีส่วนประกอบของสูตรเป็น ดังนี้ น้ำมันมะพร้าว 55%, stiffening agent 2.5%, Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% สัดส่วน 1:1 และ 1:5 และ Montanov™ 68 และ Montanov™ 202 5% ในสัดส่วน 1:1

จากตารางที่ 16 เมื่อใช้ Montanov™ เป็นสารทำอิมัลชันร่วมในสัดส่วน 1:1 กับ Tween™ 80 และ Span™ 80 พบว่าสูตรตำรับคงมีคุณสมบัติทางกายภาพตรงตามต้องการไม่เปลี่ยนไปจากสูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชันหลักเพียงอย่างเดียว เพราะ Montanov™ 202 มีจุดหลอมเหลว 70-80°C และ Montanov™ 68 มีจุดหลอมเหลว 61-65°C ซึ่งใกล้เคียงกับ stiffening agent ที่ลดลงไป 7.5% และความคงตัวเหมือนกับการใช้สารทำอิมัลชันหลักเดี่ยวๆ แต่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่อง การล้างน้ำออกของครีมน้ำมันมะพร้าว และความคงตัวในสภาวะเร่งว่าต่อไป

ตารางที่ 16 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมน้ำมันมะพร้าว โดยใช้สารทำอิมัลชัน Montanov™ 68 และ Montanov™ 202 เป็นสารทำอิมัลชันร่วมปริมาณครึ่งหนึ่งของสารทำอิมัลชันหลัก โดยมีสารทำอิมัลชันหลักแตกต่างกัน

ชนิดและปริมาณสารทำอิมัลชัน (%w/w)	ผลที่ได้				
	ลักษณะภายนอก	ชนิดของครีม	ความแข็ง	การกระจายตัวของครีม	ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)
Tween™ 80 และ Span™ 80 10	สีขาวทึบ ลักษณะเป็นครีมเกาะติดนิ้วได้ดี ไม่ไหล	o/w	3	3	>14
Brij™ 72 และ Brij™ 721 5 สัดส่วน 1:1	ลักษณะเป็นครีมสีขาวทึบ หนืดเล็กน้อย เกาะเป็นก้อนติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14
Brij™ 72 และ Brij 721 5 สัดส่วน 1:5	ลักษณะเป็นครีมสีขาวทึบ หนืดเล็กน้อย เกาะเป็นก้อนติดนิ้วได้ดี ไม่ไหลเมื่อคว่ำกระปุก	o/w	3	3	>14

4. การศึกษาการล้างน้ำออกของครีมน้ำมันมะพร้าว

ในการศึกษาข้อนี้ใช้สูตรตำรับที่เลือกจากข้อ 3) มีทั้งหมด 13 ตำรับ ดังแสดงในตารางที่ 17 โดยวัดผลจากจำนวนครั้งของน้ำที่ใช้ล้างจนกระทั่งไม่เหลือคราบขาวบนเส้นผม ค่าที่ได้ยิ่งสูงแสดงถึงการล้างน้ำออกยากมากยิ่งขึ้น, ความมันตกค้างหลังจากที่ล้างออกจนกระทั่งไม่เหลือคราบขาวทั้งขณะที่ผมเปียกและขณะที่ผมแห้ง โดยบันทึกผลเป็น 1 = มันน้อย ถึง 5 = มันมากที่สุดพบว่าสูตรที่มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีทั้งหมด 9 ตำรับ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

4. จำนวนรอบที่ใช้ในการล้างครีมขาวหมด 2-3 รอบ
5. ความมันตอนผมแห้ง มีค่า 2-3
6. ความมันตอนผมเปียก มีค่า 2-3

ตารางที่ 17 ผลการล้างน้ำออกของครีมน้ำมันมะพร้าว

สูตรตำรับ				ผลที่ได้		
ลำดับที่	ชนิดและปริมาณสารทำอิมัลชัน (%w/w)	ปริมาณน้ำมันมะพร้าว (%w/w)	ปริมาณ stiffening agent (%w/w)	การล้างน้ำออก	ความมัน (ผมแห้ง)	ความมัน (ผมเปียก)
1	Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% ตามสัดส่วน HLB	65	2.5	2	3	3
2	Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% สัดส่วน 1:1	65	2.5	2	2	3
3	Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% สัดส่วน 1:2	65	2.5	4	3	3
4	Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% สัดส่วน 1:3	65	2.5	4	3	3
5	Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% สัดส่วน 1:4	65	2.5	4	3	3
6	Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% สัดส่วน 1:5	65	2.5	4	3	3
7	Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% และ Montanov™ 5% สัดส่วน 1:1	65	2.5	2	3	2
8	Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% และ Montanov™ 5% สัดส่วน 1:5	65	2.5	2	3	2
9	Tween™ 80 และ Span™ 80 10%	55	10	1	2	2
10	Tween™ 80 และ Span™ 80 และ Montanov™ 10%	55	2.5	2	2	2
11	Symbio™ 6%	65	2.5	1	4	2
12	Pemulen™ TR-1 0.4%	70	2.5	2	5	5
13	Pemulen™ TR-2 0.4%	72.5	2.5	2	5	4

รูปที่ 6 ผมที่ชโลมครีมเพื่อศึกษาคุณสมบัติการล้างออก (ซ้านบน : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วนตามค่า HLB ของเฟสน้ำมัน, กลางบน : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:1, ขวาบน : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:2, ซ้ายล่าง : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:3, ล่างกลาง : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:4, ขวาล่าง : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:5)

จากตารางที่ 17 พบว่าสูตรตำรับที่มีปัญหาเกี่ยวกับการล้างน้ำออก คือ สูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 อาจเนื่องมาจากว่าความหนืดที่เป็นลักษณะเฉพาะของสารทำอิมัลชันทำให้ครีมน้ำมันมะพร้าวติดเคลือบอยู่บนเส้นผมทำให้ล้างน้ำออกได้ยากขึ้น โดยจากผลการทดลองพบว่า Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วน 1:1 นั้นจะล้างน้ำออกได้ดีกว่าสัดส่วน 1:5 และความมันตกค้างของสูตรตำรับยังน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด คณะวิจัยคาดว่าน่าจะเกิดจากจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนน้อยเกิดไปจึงทำให้เกิดความผิดพลาดได้ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วน 1:5 ควรจะล้างออกได้ดีกว่าหรือเท่ากันเพราะว่ามีค่า HLB ที่สูงกว่า ดังนั้นจึงจะขอสรุปผลของผลของสัดส่วน Brij™ 72 และ Brij™ 721 ไว้ว่าไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากจำนวนตัวอย่างไม่เพียงพอ แต่จะขอเลือกสูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วน 1:1 และ 1:5 เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่งเพื่อศึกษาผลของสัดส่วนสารทำอิมัลชันต่อการเพิ่มความคงตัวของสูตรตำรับเปรียบเทียบกับสูตรตำรับที่ใช้ Montanov™ ส่วนตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วน 1:2, 1:3, 1:4 และสัดส่วนตาม HLB จะขอตัดออกเพราะว่าข้อจำกัดทางเวลาของผู้วิจัย

รูปที่ 7 ผมที่ล้างครีมออกจนกระทั่งหมดคราบขาวเพื่อศึกษาคุณสมบัติการล้างออก (ซ้านบน : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วนตามค่า HLB ของเฟสน้ำมัน, กลางบน : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:1, ขวาบน : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:2, ซ้ายล่าง : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:3, ล่างกลาง : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:4, ขวาล่าง : สูตรตำรับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 ที่มีสัดส่วนที่มีสัดส่วน 1:5)

Montanov™ เมื่อนำมาใช้เป็นสารทำอิมัลชันร่วมกับ Brij™ 72 และ Brij™ 721 สัดส่วน 1:5 พบว่าสามารถเพิ่มความสามารถในการล้างน้ำออกได้แตกต่างจากไม่ใช้ Montanov™ อย่างเห็นได้ชัด เพราะ สารทำอิมัลชันที่ผสมอยู่ใน Montanov™ เป็นสารทำอิมัลชันที่หมู่ OH ในปริมาณค่อนข้างสูง ทำให้สามารถเข้ากันกับน้ำได้ดี (Seppic, 2012)

จากผลการทดลองพบว่า Pemulen™ มีปัญหาเรื่องความมันตกค้างที่เส้นผมซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้ เพราะว่า Pemulen™ เป็นสารทำอิมัลชันแบบพอลิเมอร์ ไม่มีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิวเหมือนสารตัวอื่นๆ และ Pemulen™ มีความไวต่อประจุบนผิวหนังหรือเส้นผมอีกด้วย ดังนั้นเมื่อครีมที่เตรียมได้จากสารทำอิมัลชัน Pemulen™ สัมผัสกับผิวหนังหรือเส้นผมจะปลดปล่อยน้ำมันที่สารทำอิมัลชันห่อหุ้มไว้ออกมาทำให้หยดน้ำมันรวมตัวกันและเคลือบเป็นฟิล์มบนผิวหนังหรือเส้นผมได้ เมื่อ Pemulen™ ปลดปล่อยน้ำมันออกมาแล้ว Pemulen™ จะไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับในการห่อหุ้มน้ำมันได้อีก (Lubrizol, 2012) ดังนั้นในการพัฒนาสูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวต่อไปอาจจะต้องเลือกใช้สารทำอิมัลชันผสมตัวอื่นที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารลดแรงตึงผิวร่วมด้วยในกรณีที่

ต้องการให้น้ำมันถูกปลดปล่อยออกมาอย่างรวดเร็วแต่สามารถล้างออกได้ง่าย ดังนั้นจึงเลือกสูตรตำรับ Pemulen™ ไว้เพื่อใช้ในการทดสอบความคงตัวที่สภาวะเร่งต่อไป

ส่วนสูตรตำรับอื่นๆพบว่าไม่มีปัญหาเรื่องความสามารถในการล้างออก ดังนั้นสุดท้ายสูตรตำรับที่จะต้องทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่งจะเหลือทั้งหมด 9 สูตรตำรับ

1. Rx 1 : Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:1
2. Rx 2 : Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:5
3. Rx 3 : Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% และ Montanov™ น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:1
4. Rx 4 : Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% และ Montanov™ น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:5
5. Rx 5 : Tween™ 80 และ Span™ 80 10% น้ำมันมะพร้าว 55%
6. Rx 6 : Tween™ 80 และ Span™ 80 และ Montanov™ 10% น้ำมันมะพร้าว 55%
7. Rx 7 : Symbio™ 6% น้ำมันมะพร้าว 65%
8. Rx 8 : Pemulen™ TR-1 น้ำมันมะพร้าว 70%
9. Rx 9 : Pemulen™ TR-2 น้ำมันมะพร้าว 72.5%

5. การศึกษาผลของสูตรตำรับต่อความคงตัวทางกายภาพของสูตรตำรับครีมในสภาวะเร่ง

ในการศึกษาที่ใช้สูตรตำรับที่เลือกจากข้อ 4) มีทั้งหมด 9 ตำรับและประเมินจากลักษณะภายนอก ความหนืด และการเปลี่ยนแปลงของหยดน้ำมันภายใต้กล้องจุลทรรศน์เมื่อเก็บครีมไว้ในสภาวะเร่ง heat-cool cycle ทั้งหมด 6 รอบ

จากตารางที่ 18 สูตรตำรับที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่มพอลิเมอร์ไม่มีความคงตัวในสภาวะเร่ง ซึ่งคณะวิจัยคิดว่าอาจเนื่องจากปริมาณของน้ำมันมะพร้าวในสูตรตำรับที่สูงมาก และปริมาณสารทำอิมัลชันในกลุ่มนี้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับสารทำอิมัลชันในกลุ่มอื่น จึงทำให้เกิดความไม่คงตัวของสูตรตำรับเมื่อผ่านสภาวะเร่งออกมาอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 18 ลักษณะภายนอกของสูตรตำรับครีมในสภาวะเร่ง

สูตรตำรับ	ผลที่ได้					
	รอบที่ 1	**รอบที่ 2**	**รอบที่ 3**	**รอบที่ 4**	**รอบที่ 5**	**รอบที่ 6**
Rx 1	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Rx 2	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Rx 3	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Rx 4	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Rx 5	เกิด cracking	-	-	-	-	-
Rx 6	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Rx 7	เกิด cracking	-	-	-	-	-
Rx 8	เกิด oil bleed	เกิด cracking	-	-	-	-
Rx 9	เกิด oil bleed	เกิด cracking	-	-	-	-

NC = ไม่เปลี่ยนแปลง

สูตรตำรับที่ใช้ Montanov™ เป็นสารทำอิมัลชันร่วมกับสารทำอิมัลชัน Tween™ 80 และ Span™ 80 สามารถเพิ่มความคงตัวของสูตรตำรับได้ เพราะ Montanov™ 68 และ Montanov™ 202 เป็นสารที่มีสารทำอิมัลชันร่วม จึงทำให้การจัดเรียงตัวของสารทำอิมัลชันเกิดเป็นฟิล์มหุ้มรอบหยดน้ำมันได้ดีขึ้น ส่วนสูตรตำรับที่ใช้ Brij™ 72 และ Brij™ 721 เป็นสารทำอิมัลชันมีความคงตัวทุกสูตรทั้งที่ใช้เป็นสารทำอิมัลชันเดี่ยวๆและสารทำอิมัลชันร่วมกับ Montanov™ เพราะว่า Brij™ 72 และ Brij™ 721 เป็นสารทำอิมัลชันที่ให้ครีมที่มีลักษณะที่ค่อนข้างหนืดและแข็ง ดังนั้นการรวมตัวของหยดน้ำมันจึงเกิดขึ้นได้อยาก ลักษณะทางกายภาพจึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบในสภาวะเร่ง

ดังนั้นสูตรตำรับทั้ง 9 สูตรเมื่อผ่านสภาวะเร่งทั้ง 6 รอบ สูตรตำรับมียังคงมีลักษณะทางกายภาพเหมือนตอนต้นมี 5 สูตร ดังนี้

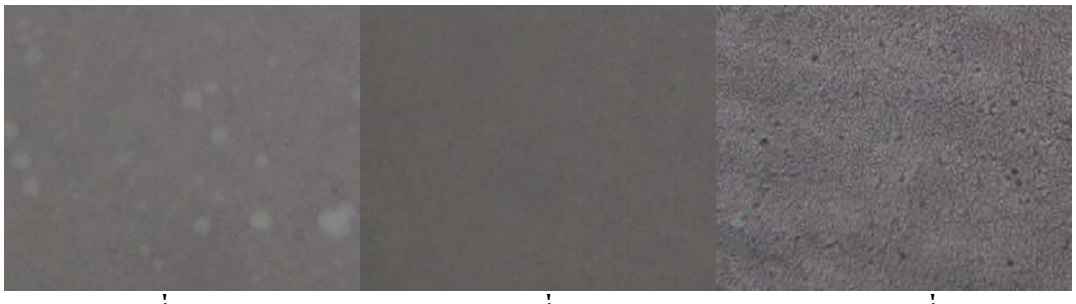
1. Rx 1 : Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:1
2. Rx 2 : Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:5
3. Rx 3 : Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% และ Montanov™ น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:1
4. Rx 4 : Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% และ Montanov™ น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:5
5. Rx 5 : Tween™ 80 และ Span™ 80 และ Montanov™ 10% น้ำมันมะพร้าว 55%

จากตารางที่ 19 พบว่ามีสูตรตำรับเพียงสูตรตำรับเดียว ที่ค่าตัวเลขความหนืดเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด คือ สูตรตำรับที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:5 ซึ่งจากการสังเกตด้วยตาเปล่าจะไม่พบว่าครีมน้ำมันมะพร้าวที่ได้มีความหนืดเปลี่ยนแปลงไป เพราะว่า สารทำอิมัลชัน Brij™ 72 และ Brij™ 721 สัดส่วน 1:5 เกิดการจัดเรียงตัวของสารทำอิมัลชันระหว่างเฟสของน้ำและน้ำมันไม่สมบูรณ์ เนื่องจากสัดส่วนของสารทำอิมัลชันที่มี HLB สูง (Brij™ 721) มากกว่า HLB ต่ำ (Brij™ 72) เมื่อทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่งหยดน้ำมันจึงกระจายตัวเป็นหยดเล็กๆ และจัดเรียงตัวใหม่โดยใช้สารทำอิมัลชันที่มีอยู่เพียงพอในสูตรตำรับ เมื่อหยดน้ำมันกระจายตัวเป็นหยดเล็กๆ จึงทำให้ความหนืดของสูตรตำรับเพิ่มขึ้นได้

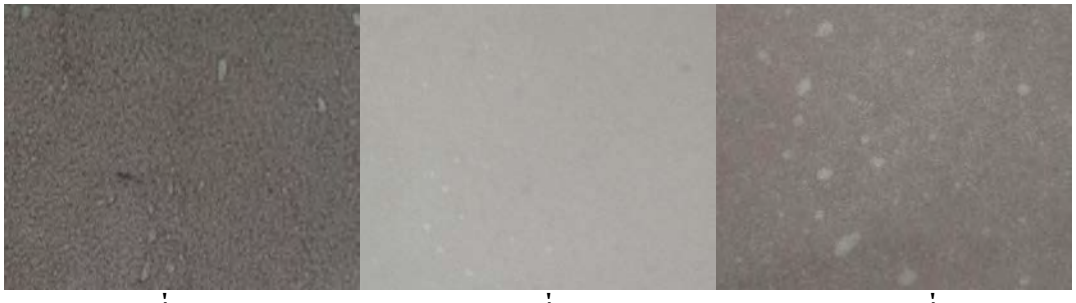
จากรูปที่ 8, 9, 10 และ 11 พบว่าทุกสูตรที่เหลือจากการทดสอบความหนืดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของขนาดหยดน้ำมัน เพราะว่า สารทำอิมัลชันที่ใช้ในสูตรตำรับมีความคงตัวเพียงพอที่จะทำให้เกิดฟิล์มที่แข็งแรงและยืดหยุ่น ป้องกันการรวมตัวของหยดน้ำมันได้

ตารางที่ 19 ความหนืดของสูตรตำรับครีมในสภาวะเร่ง

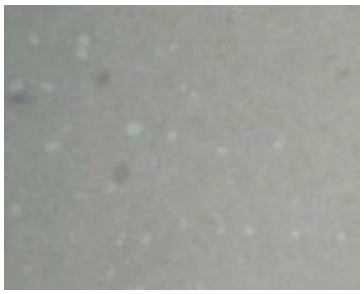
สูตรตำรับ	ความหนืด (Pa.s)					
	รอบที่ 1	**รอบที่ 2**	**รอบที่ 3**	**รอบที่ 4**	**รอบที่ 5**	**รอบที่ 6**
Rx 1	2281±41.7	2427±164.7	2313±84.87	2377±173.3	2230±28.0	2077±31.8
Rx 2	2164±74.8	2250±121.6	3410±169.6	3932±172.6	3791±230.5	3829±152.7
Rx 3	2475±67.0	2448±14.8	2427±321.1	2307±161.6	2310±75.7	2292±22.2
Rx 4	1866±53.7	1906±42.5	1809±133.8	1860±64.5	1782±59.0	1800±104.9
Rx 5	547±5.0	561±30.8	559±31.8	577±28.6	536±25.8	554±30.0



รอบที่ 0 **รอบที่ 1** **รอบที่ 2**

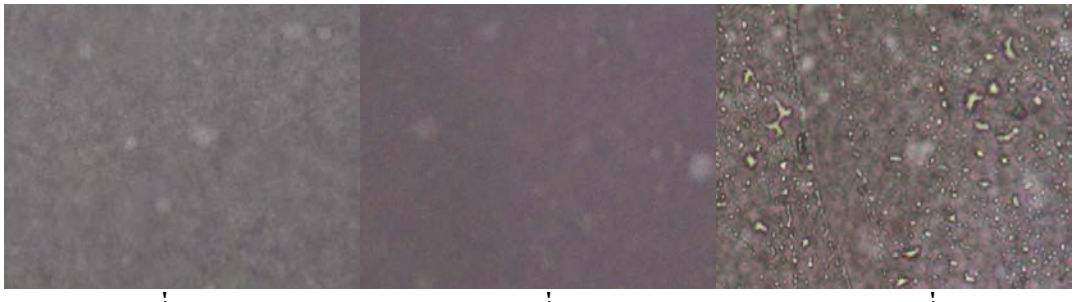


รอบที่ 3 **รอบที่ 4** **รอบที่ 5**

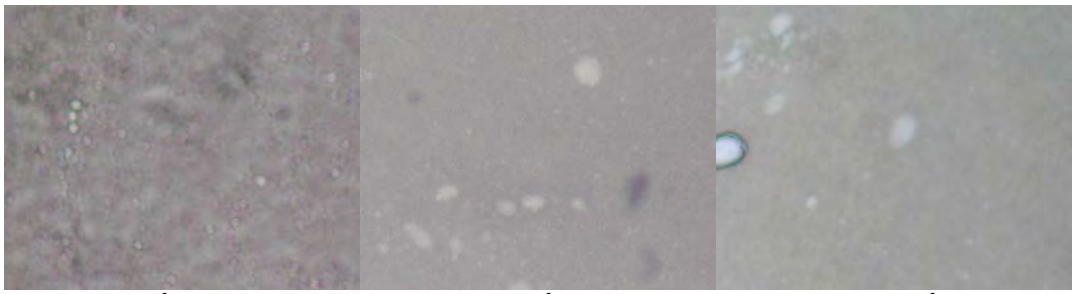


รอบที่ 6

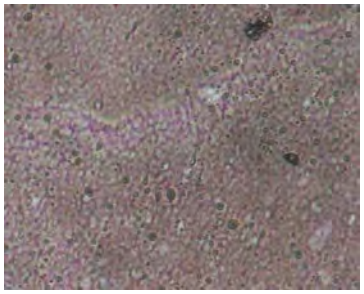
รูปที่ 8 อนุภาคของหยดน้ำมันในครีมสูตรที่ 1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์(กำลังขยาย 400 เท่า)



รอบที่ 0 **รอบที่ 1** **รอบที่ 2**

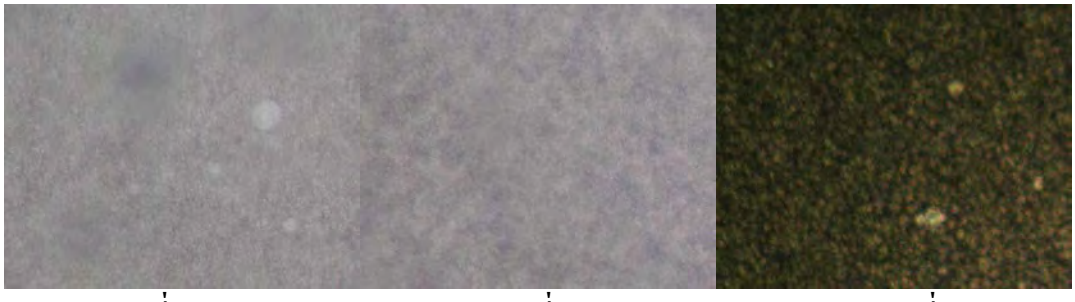


รอบที่ 3 **รอบที่ 4** **รอบที่ 5**

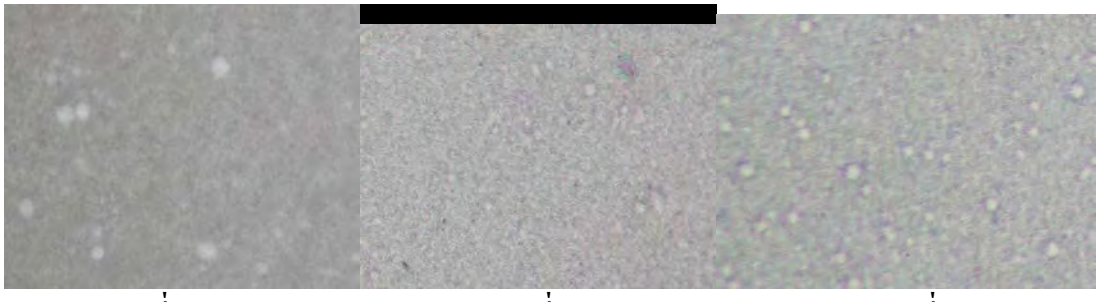


รอบที่ 6

รูปที่ 9 อนุภาคของหยดน้ำมันในครีมสูตรที่ 3 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์(กำลังขยาย 400 เท่า)



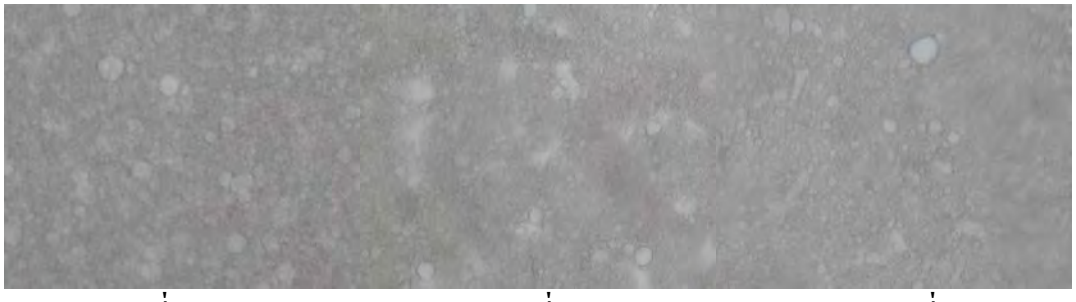
รอบที่ 0 **รอบที่ 1** **รอบที่ 2**



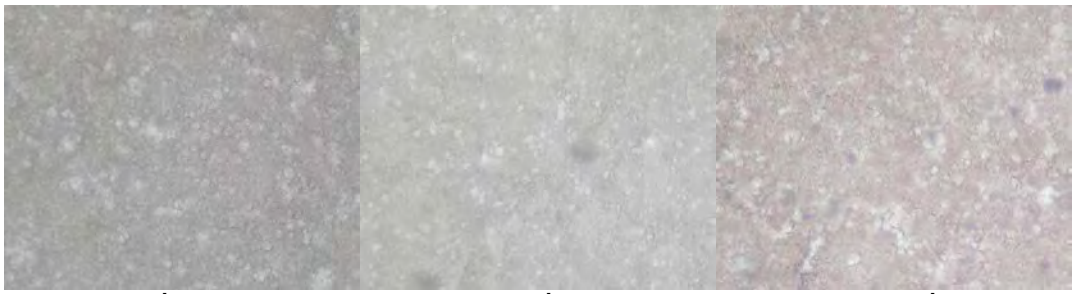
รอบที่ 3 **รอบที่ 4** **รอบที่ 5**

รอบที่ 6

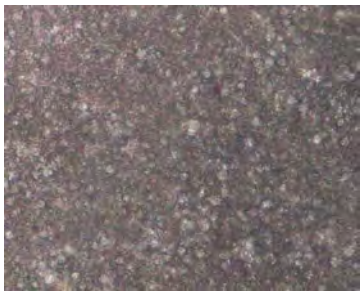
รูปที่ 10 อนุภาคของหยดน้ำมันในครีมสูตรที่ 4 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์(กำลังขยาย 400 เท่า)



รอบที่ 0 **รอบที่ 1** **รอบที่ 2**



รอบที่ 3 **รอบที่ 4** **รอบที่ 5**



รอบที่ 6

รูปที่ 11 อนุภาคของหยดน้ำมันในครีมสูตรที่ 5 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์(กำลังขยาย 400 เท่า)

ดังนั้นสูตรตำรับที่มีคุณสมบัติผ่านการศึกษาความคงตัวในสภาวะเร่งมีทั้งหมด 4 สูตรตำรับ ดังนี้

1. Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:1
2. Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% และ Montanov™ น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:1
3. Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% และ Montanov™ น้ำมันมะพร้าว 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:5
4. Tween™ 80 และ Span™ 80 และ Montanov™ 10% น้ำมันมะพร้าว 55%

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการตั้งสูตรตำรับครีมน้ำมันมะพร้าวชนิด o/w โดยมีปริมาณของน้ำมันสูง ตั้งแต่การศึกษาหาค่า HLB ของน้ำมันมะพร้าวพบว่าน้ำมันมะพร้าวมีค่า HLB เท่ากับ 5 สูตรตำรับที่ประกอบด้วย stiffening agent 10% ที่ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุดคือ stearyl alcohol 3.3%, cetyl alcohol 3.3%, stearic acid 3.3% สูตรตำรับที่มีปริมาณ stiffening agent 15% ที่ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุดคือ stearyl alcohol 7.5%, Beeswax 3.75%, stearic acid 3.75% และปริมาณ stiffening agent ที่ใช้มีผลต่อความคงตัวของตำรับและคุณสมบัติในการล้างน้ำออก ดังนั้นชนิดและปริมาณ stiffening agent ที่เลือกใช้ คือ stearyl alcohol 3.3%, cetyl alcohol 3.3% และ stearic acid 3.3%

ปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงสุด และความคงตัวของครีมขึ้นอยู่กับชนิดของสารทำอิมัลชันที่ใช้ยกเว้นกลุ่ม Brij™ ซึ่งขึ้นกับปริมาณของ Brij™ และ stiffening agent ดังแสดงในตารางที่ 20 เนื่องจากสารทำอิมัลชันแต่ละกลุ่มมีกลไกการทำให้เกิดและเพิ่มความคงตัวของครีมที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 20 ปริมาณน้ำมันมะพร้าวสูงสุด ของชนิดสารทำอิมัลชันต่างๆ

ชนิดสารทำอิมัลชัน	ปริมาณน้ำมันมะพร้าว (%w/w)	คุณสมบัติทางกายภาพ	ความคงตัวทางกายภาพ (วัน)
Tween™ 80 และ Span™ 80	55	ดี	>14
Brij™ 72 และ 721	65	ดี	>14
Pemulen™ TR-1	70	ดี	>14
Pemulen™ TR-2	72.5	ดี	>14
Symbio™	65	ดี	>14

ในการพัฒนาครีมที่ใช้สารทำอิมัลชันกลุ่ม Brij™, Symbio™ หรือ Pemulen™ พบว่าครีมที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีที่สุดประกอบด้วย stiffening agent ทั้งหมดในตำรับ 2.5% และปริมาณสารทำอิมัลชันที่เหมาะสม คือ Brij™ 5% นอกจากนี้เมื่อทดสอบการล้างครีมออกจากเส้นผมของครีมทุกสูตรตำรับที่เลือกพบว่าสามารถล้างออกได้ง่ายทุกสูตรตำรับ เมื่อใช้ Montanov™ เป็นสารช่วยทำอิมัลชันร่วมกับ Brij™ หรือ Tween™ 80 ร่วมกับ Span™ 80 พบว่าสามารถลดความเข้มข้น

ของสารทำอิมัลชันได้ และยังเพิ่มความคงตัวของครีมที่ใช้ Tween™ 80 ร่วมกับ Span™ 80 ในสภาวะเร่งได้

ดังนั้นหลังจากการศึกษาการล้างน้ำและความคงตัวในสภาวะเร่ง พบว่ามีสูตรตำรับที่ดี 4 สูตร ดังนี้

1. Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% oil 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:1
2. Brij™ 72 และ Brij™ 721 5% และ Montanov™ oil 65% stiffening agent 2.5% สัดส่วน 1:1 และ 1:5
3. Tween™ 80 และ Span™ 80 และ Montanov™ 10% oil 55%

ดังนั้นสูตรตำรับครีมฆ่าเหาที่มีน้ำมันมะพร้าวที่ควรเลือกเพื่อศึกษาต่อไป คือ สูตรตำรับที่ (1) และ (2) เพราะว่ามีปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่สูงกว่าสูตรตำรับที่ (3) และควรจะมีการศึกษาถึงครีมน้ำมันมะพร้าวต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเหาโดยทดลองกับเหาโดยตรงเพื่อแสดงผลของครีมน้ำมันมะพร้าวให้เด่นชัดมากยิ่งขึ้น

Reference

1. ประคอง พันธ์อุไร, อุษาวดี ถาวระ, ภูวนาท อินทรอุดม., 2526. การเป็นเหาในเด็กนักเรียนชนบท. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, pp.101-6.
2. ภญ.ดร.ดุษฎี ชาญวานิช., อิมัลชัน. คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, unpublished
3. สุภาภรณ์ วรรณภิญโญชีพ, พนิดา พลสีลา, นพมาศ อัครจันทรโชติ, ชูศักดิ์ นิธิเกตุกุล, 2547. อุบัติการณ์โรคเหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ในเขตอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ. *สงขลานครินทร์เวชสาร*, Available at: <http://thailand.digitaljournals.org/index.php/SOMJ/article/download/6263/5791> [Accessed 30 December 2012]
4. Allen VL., 2008, Emulsion, In:. Allen VL., Landis TN., ed. *The art, science and technology of pharmaceutical compounding*. American pharmacist association Ch.17
5. Arun K.P., Ronald C.H., 1979, Transcutaneous Gamma Benzene Hexachloride Absorption and Toxicity in Infants and Children. *Architecture Dermatoology*, *115*, pp.1224-1225
6. Bezard J. et al, 2005, Triglyceride composition of coconut oil, *Laboratoire de physiologie animale de la nutrition, faculte des science*, dijon 21, pp.134-138
7. Bryan K., Chen F.F., Sheila F.F., 2011, Scalp infections and infestations, In:, Andre O.B., Marc P., Howard I.M., ed. 2001. *Handbook of cosmetic science and technology*. Marcel dekker ch. 27
8. Brooks PA., Grace RF., 2002, Ivermectin is better than benzyl benzoate for childhood scabies in developing countries, *Child Health 38*, pp.401–404
9. Chosidow O., et al. 2000, Scabies and pediculosis. *Lancet* 355, pp.819-826.
10. Chunge RN., Scott FE., Underwood JE., Zavarella K., 1991, Review of the epidemiology treatment and control of head lice. *Canada-Japan Pubic Health 82*, pp.196-200.
11. Croda Europe Limited. Available at: < http://www.croda.com/msds/> [Accessed 30 December 2012]
12. Dauqan ME., Sani AH., Abdullah A., Kasim MZ., 2011, Fatty Acids Composition of Four Different Vegetable Oils (Red Palm Olein, Palm Olein, Corn Oil and Coconut Oil) by Gas

Chromatography. *International Conference on Chemistry and Chemical Engineering 2nd IPCBEE vol.14 IACSIT Press*, Singapore

13. Dr.straetmans GmbH. Symbio muls GC Available at: < http://www.innovadex.com/PersonalCare/Detail/2450/94619/SYMBIO-MULS-GC> [Accessed 30 December 2012]

14. Drug information online, Benzyl alcohol. Available at: < http://www.drugs.com/mmx/benzyl-benzoate.html> [Accessed 3 February 2013]

15. Judith L.K., 1993, Fungal strategies for detoxification of medium chain fatty acids, *International Biodeterioration & Biodegradation 32*, pp.213-224

16. Ken K., Irwin P., 2007, Shampoo Formulation, In:. Johansson I, Somasundaran P., ed. 2007. *Handbook for Cleaning/Decontamination of Surfaces*. Elsevier B.V. Ch.2

17. Lubrizol. Pemulin™ TR-1. [pdf] Available at: < http://online.lubrizol.com/msds/msdsselection.aspx?Product=PEM1005> [Accessed 30 December 2012]

18. Lubrizol. Pemulin™ TR-2. [pdf] Available at: < http://online.lubrizol.com/msds/msdsselection.aspx?Product=PEM1006> [Accessed 30 December 2012]

19. Mahato IR., Narong SA., 2012, Surfactants and micelles, In:. Mahato IR., ed. *Pharmaceutical dosage forms and drug delivery*. CRC Press Ch.9, 14

20. Nevin KG., Rajamohan T., 2006, Virgin coconut oil supplemented diet increases the antioxidant status in rats. *Food Chemistry Vol. 99*, Issue 2 ; pp. 260–266

21. Nolan K., Kamrath J., Levitt J., 2012. Lindane Toxicity: A Comprehensive Review of the Medical Literature. *Pediatric Dermatology Volume 29, Issue 2,* pp. 141–146

22. Orafidiya LO., Oladimeji FA., 2002, Determination of the required HLB values of some essential oils, *International Journal of Pharmaceutics 237*, pp. 241–249

23. Particle Sciences, 2011. Emulsion Stability and Testing. Technical Brief [pdf] Available at: < http://www.particlesciences.com/docs/technical_briefs/TB_2011_2.pdf> [Accessed 30 December 2012]

24. Meinking LT., Villar EM., Vicaria M., Eyerdam HD., Paquet D., Mertz K., et al., 2010, The Clinical Trials Supporting Benzyl Alcohol Lotion 5% (Ulesfia™): A Safe and Effective Topical Treatment for Head Lice (Pediculosis Humanus Capitis). *Pediatric Dermatology 27 Issue 1*, pp.19–24

25. Mensink PR., Zock LP., Kester DA., Katan BM., 2003, Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *American Society for Clinical Nutrition vol. 77 no. 5*, pp.1146-1155

26. Rust MK., Klotz HJ., Hinkle CN., Klotz S., 2001, Head lice management guidelines UC IPM. *University of California Agriculture and Natural Resources Publication 7466*

27. Seppic. Montanov™ [pdf] Available at: <http://www.ggpregnancy.com/sources/july29-2009/montanov-68.pdf> [Accessed 30 December 2012]

28. Sciencelab. Beeswax [pdf] Available at: <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9927322> [Accessed 16 February 2013]

29. Sciencelab. Cetyl alcohol [pdf] Available at: <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9923363> [Accessed 16 February 2013]

30. Sciencelab. Stearyl alcohol [pdf] Available at: <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9925092> [Accessed 16 February 2013]

31. Sciencelab. Stearic acid[pdf] Available at: <http://www.hmdb.ca/system/metabolites/msds/000/000/745/original/HMDB00827.pdf?1358895881> [Accessed 16 February 2013]

32. Unternehmen produkte Et Industrien. Tween™ 60. Available at: <http://www.lica.com.tw/chinese/licadata/kolb/> [Accessed 30 December 2012]

33. Winnipeg regional health authority, 2008, Head lice life cycle and characteristics. Available at: < http://www.sehealth.mb.ca/data//1/rec_docs/5223_HeadLice_LifeCycle.pdf> [Accessed 30 December 2012]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คุณสมบัติสารที่นำมาใช้ในการทดลอง

Virgin coconut oil

บริษัทผู้ผลิต : บริษัท ทรอปิคานา ออยล์ จำกัด

ส่วนประกอบ : lauric acid, myristic acid, palmitic acid, caprylic acid, oleic acid และ capric acid (Dauqan และคณะ, 2011)

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

- ลักษณะภายนอก : ของเหลวใส

Tween™ 80 (Croda, 2012)

ชื่อทางการค้า : TWEEN™ 80-LQ-(SG)

INCI : polysorbate 80

Chemical Name : polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate

CAS-No. : 9005-65-6

บริษัทผู้ผลิต : Croda Europe Limited

หมู่โครงสร้างทางเคมี (chemical group) : sorbitan esters และ ethoxylated sorbitan esters

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน สารช่วยละลาย หรือตัวทำละลาย

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

รูปแบบ : ของเหลว

สี : เหลือง

กลิ่น : มีกลิ่นเฉพาะตัวเล็กน้อย

จุดระเหย (flash point) : มากกว่า 100 $^{\circ}C$

การละลายน้ำ : ละลายน้ำได้อย่างสมบูรณ์ที่ 25 $^{\circ}C$

การละลายในตัวทำละลาย : ละลายใน alcohol อย่างสมบูรณ์ที่ 25 °C

HLB : 15

Span™ 80 (Croda, 2012)

ชื่อทางการค้า : SPAN™ 80-LQ-(SG)

INCI : sorbitan oleate

บริษัทผู้ผลิต : Croda Europe Limited

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน สารช่วยละลาย หรือตัวทำละลาย

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

รูปแบบ : ของเหลว

สี : เหลืองอำพัน

กลิ่น : มีกลิ่นเฉพาะตัวเล็กน้อย

จุดเดือด : มากกว่า 100 ˚C

จุดไหลเท (pour point) : ประมาณ -16.1°C

จุดระเหย (flash point) : มากกว่า 148.9 °C

การละลายน้ำ : ละลายน้ำได้อย่างสมบูรณ์ที่ 25 ˚C

การละลายในตัวทำละลาย : ละลายใน alcohol อย่างสมบูรณ์ที่ 25 °C

ละลายใน 2-ethoxyethanol, vegetable oil, mineral oil และ cottonseed oil

ละลายได้เล็กน้อยใน diethylether

ไม่ละลายใน acetone, ethylene glycol

ไม่ละลายใน propylene glycol

ความหนืด : ประมาณ 1,000 mPas. ที่ 25 °C

HLB : 4.3

Tween™ 60 (Unternehmen produkte Et Industrien, 2012)

ชื่อทางการค้า : Kotilen-S/1

INCI : polysorbate 60 (PEG-20 sorbitan monostearate)

CAS-No. 9005-67-8

บริษัทผู้ผลิต : Unternehmen produkte Et Industrien

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน สารช่วยละลาย หรือตัวทำละลาย

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : paste

ความหนาแน่น (50°C, g/cm^3) : ประมาณ 1.05

ความหนืด (50°C, mPas) : ประมาณ 700

จุดที่ทำให้แข็ง (solidification point) : ประมาณ 15°C

HLB : ประมาณ 14.9

Span™ 60 (Croda, 2012)

ชื่อทางการค้า : Span ™ 60-PA-(SG)

INCI : sorbitan stearate

บริษัทผู้ผลิต : Croda Europe Limited

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน สารช่วยละลาย หรือตัวทำละลาย

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : ของแข็ง

สี : เหลือง

จุดเดือด : มากกว่า 100 ˚C

จุดไหลเท (pour point) : ประมาณ -16.1°C

จุดระเหย (flash point) : มากกว่า 100 °C

การละลายน้ำ : ไม่ละลายน้ำที่ 25 °C

HLB : 4.7

Brij™ 721 (Croda, 2012)

ชื่อทางการค้า : BRIJ™ S721-PA-(SG)

INCI : steareth-21

ชื่อทางเคมี (Chemical Name) : polyoxyethylene Stearyl Ether

CAS-No. : 9005-00-9

บริษัทผู้ผลิต : Croda Europe Limited

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : ขี้ผึ้ง, pastilles

สี : ขาว

จุดระเหย (flash point) : มากกว่า 100 °C

การละลายน้ำ : สามารถกระจายในน้ำได้

การละลายในตัวทำละลาย : ไม่ละลายใน isopropanol

Arlacel™ 2121 (Croda, 2012)

ชื่อทางการค้า : ARLACEL™ 2121-FL-(MV)

INCI : sorbitan stearate (และ) sucrose cocoate

บริษัทผู้ผลิต : Croda Europe Limited

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน (emulsifying agent)

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : เป็นแผ่น (flakes)

สี : อำพัน

จุดระเหย (flash point) : มากกว่า 100 °C

จุดเดือด : 55 ˚C

สัดส่วนการละลาย (partition coefficient (n-octanol/water)) : log Pow 1.6

การละลายน้ำ : สามารถกระจายในน้ำได้

การละลายในตัวทำละลาย : ไม่ละลายใน vegetable oil และ ethanol

ละลายใน paraffin oil

กระจายตัวได้ใน propylene glycol ที่ 60°C

ปริมาณที่แนะนำให้ใช้ (ขึ้นอยู่กับปริมาตรของน้ำมัน): milks = 2-3%

ครีม = 4-5.5%

Brij™ 72 (Croda, 2012)

ชื่อทางการค้า : BRIJ™ S2-SO-(SG)

INCI : steareth-2

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : ของแข็ง, ขี้ผึ้ง

สี : ขาว

จุดระเหย (flash point) : มากกว่า 100 °C

จุดเดือด : 55 ˚C

สัดส่วนการละลาย (partition coefficient (n-octanol/water)) : log Pow 1.6

การละลายน้ำ : ไม่ละลายน้ำ

Pemulen™ TR-1 (Lubrizol, 2012)

ชื่อทางการค้า : PEMULEN(TM) TR-1 NF POLYMER

INCI : acrylates/C10-30 alkyl acrylate crosspolymer

บริษัทผู้ผลิต : Lubrizol. Noveon, Inc. 9911 Brecksville Road Cleveland, Ohio

บริษัทผู้นำเข้า : บริษัท วันรัต (หน่ำเซียน) จำกัด, บริษัท หน่ำเซียน เทรดดิ้ง จำกัด, บริษัท หน่ำเซียน อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

ชื่อทางเคมี (chemical Name) : modified acrylic polymer

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : ของแข็ง

สี : ขาว

กลิ่น : มีกลิ่นคล้ายกรดน้ำส้มเล็กน้อย

อุณหภูมิติดไฟอัตโนมัติ (autoignition point) : ประมาณ 968 °C (1774.4 °F)

pH : 2.5 ถึง 3 ที่ความเข้มข้น 1% ในน้ำ

ความถ่วงจำเพาะ: 1.4 ที่ 20 °C

bulk density :< 0.24 Kg/L, < 2 Lb/gal

การละลายน้ำ : สามารถบวมในน้ำได้

Pemulen™ TR-2 (Lubrizol, 2012)

ชื่อทางการค้า : PEMULEN™ TR-2 Polymeric emuls.

INCI : acrylates/C10-30 alkyl acrylate Crosspolymer

บริษัทผู้ผลิต : Lubrizol Noveon, Inc. 9911 Brecksville Road Cleveland, Ohio

บริษัทผู้นำเข้า : บริษัท วันรัต (หน่ำเซียน) จำกัด, บริษัท หน่ำเซียน เทรดดิ้ง จำกัด, บริษัท หน่ำเซียน อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

ชื่อทางเคมี (Chemical Name) : modified acrylic polymer

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : ของแข็ง

สี : ขาว

กลิ่น : มีกลิ่นคล้ายกรดน้ำส้มเล็กน้อย

อุณหภูมิติดไฟอัตโนมัติ (autoignition point) : ประมาณ 968 °C (1774.4 °F)

pH : 2.5 ถึง 3 ที่ความเข้มข้น 1% ในน้ำ

ความถ่วงจำเพาะ: 1.4 ที่ 20 °C

bulk density :< 0.24 Kg/L, < 2 Lb/gal

การละลายน้ำ : สามารถกระจายในน้ำได้

Symbio™ muls GC (Dr.straetmans GmbH, 2012)

INCI : stearate citrate, cetearyl alcohol และ glyceryl caprylate

บริษัทผู้นำเข้า : บริษัท อดินพ จำกัด

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : pellets สีขาวถึงน้ำตาลอ่อน

ปริมาณที่แนะนำให้ใช้: 3-6%

Montanov™ 202 (Seppic, 2012)

INCI : arachidyl alcohol, behenyl alcohol และ arachidyl glucoside

บริษัทผู้นำเข้า : บริษัท อดินพ จำกัด

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : pellets สีขาวถึงน้ำตาลอ่อน

จุดหลอมเหลว : 70-80°C

Montanov™ 68 (Seppic, 2012)

INCI : cetearyl glucoside และ cetearyl alcohol

บริษัทผู้นำเข้า : บริษัท อดินพ จำกัด

ข้อบ่งใช้ : สารทำอิมัลชัน

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

ลักษณะภายนอก : pellets สีขาวถึงน้ำตาลอ่อน

จุดหลอมเหลว : 61-65°C

pH 5% ที่ 60°C : 5.5-7.5

Cetyl alcohol (Sciencelab, 2013)

INCI : cetyl alcohol

สูตรโครงสร้างทางเคมี : $C_{16}H_{34}O$

CAS-No. : 36653-82-4

บริษัทผู้นำเข้า : เอกตรง เคมีภัณฑ์

ข้อบ่งใช้ : stiffening agent

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

รูปแบบ : ของแข็ง

กลิ่น : กลิ่นน้อย

สี : ขาว

รส : อ่อน

น้ำหนักโมเลกุล : 242.43 กรัม/โมล

จุดเดือด : 344°C (651.2°F)

จุดหลอมเหลว : 49.3°C (120.7°F)

ความถ่วงจำเพาะ : 0.8187 ที่ 50˚C

การละลายน้ำ : ไม่ละลายในน้ำเย็น

การละลายในตัวทำละลาย : ละลายได้ง่ายใน diethyl ether

ละลายใน acetone และ chloroform

ละลายได้บ้างใน alcohol

HLB : 15.5

Stearyl alcohol (Sciencelab, 2013)

INCI : stearyl alcohol

สูตรโครงสร้างทางเคมี : $C_{18}H_{37}OH$

CAS-No. : 112-92-5

บริษัทผู้นำเข้า : ศรีจันทร์ สหโอสถ

ข้อบ่งใช้ : stiffening agent

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

รูปแบบ : ของแข็ง

กลิ่น : กลิ่นน้อย

สี : ขาว

รส : อ่อน

น้ำหนักโมเลกุล : 270.48 กรัม/โมล

จุดเดือด : 210.5°C (410.9°F) ที่ความดันอากาศ 15 มิลลิเมตรปรอท

จุดหลอมเหลว : 59.5°C (139.1°F)

ความถ่วงจำเพาะ : 0.8124 ที่ 59°C

การละลายน้ำ : ไม่ละลายทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน

การละลายในตัวทำละลาย : ละลายใน diethyl ether, chloroform และ alcohol

ละลายได้บางส่วนใน acetone

HLB : 15.5

Stearic acid (Sciencelab, 2013)

INCI : stearic acid

สูตรโครงสร้างทางเคมี : $C_{18}H_{36}O_2$

CAS-No. : 57-11-4

บริษัทผู้นำเข้า : ศรีจันทร์ สหโอสถ

ข้อบ่งใช้ : stiffening agent

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

รูปแบบ : ของแข็ง

กลิ่น : กลิ่นน้อย

สี : ขาวถึงเหลือง

รส : อ่อน

น้ำหนักโมเลกุล : 284.48 กรัม/โมล

จุดเดือด : 350°C (662°F)

จุดหลอมเหลว : 69.4 (156.9°F)

ค่าคงที่การละลายในน้ำมันต่อน้ำ (log oil/water) : 8.2

การละลายน้ำ : ไม่ละลายทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน

การละลายในตัวทำละลาย : ละลายได้ง่ายใน diethyl ether

ละลายใน chloroform, carbon disulfide, carbon tetrachloride,

amyl acetate และ toluene

ละลายได้บ้างใน alcohol

HLB : 15

Beeswax (Sciencelab, 2013)

INCI : beeswax

CAS-No. : 8012-89-3

บริษัทผู้นำเข้า : เอกตรง เคมีภัณฑ์

ข้อบ่งใช้ : stiffening agent

คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ :

รูปแบบ : ของแข็ง

น้ำหนักโมเลกุล : 242.43 กรัม/โมล

ฆจุดหลอมเหลว : 63.5°C (146.3°F)

ความถ่วงจำเพาะ : 0.955

การละลายน้ำ : ไม่ละลายในน้ำเย็น

HLB : 12

ภาคผนวก ข
คุณสมบัติสารที่นำมาใช้ในการทดลอง

1. Rotovisco™

รูปที่ 12 Rotovisco™

เครื่องวัดความหนืดชนิด : โคนและเพลท

ช่วงความเร็ว : 0.15 – 1000 min^{-1}

2. เครื่องชั่ง Metler PC440

รูปที่ 13 เครื่องชั่ง Mettler PC440

ค่ามากสุดที่ชั่งได้ : 440 กรัม

ความสามารถในการอ่านค่า : 0.001

3. ตู้อบ MEMMERT

รูปที่ 14 ตู้อบ MEMMERT

4. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ OXYOS

รูปที่ 15 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ OXYOS

5. ตู้เย็น SHARP

รูปที่ 16 ตู้เย็น SHARP