b. 1146463

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์เจลประอรผิวจากสารสกัดจากสาหร่ายเกลียวทอง สาหร่ายไก และเทาน้ำ

Gel Moisturizing product Development from *Spirulina* spp., *Cladophora glomerata* and *Spirogyra* sp. Extracts

โดย

มยุรมาศ แสงเงิน

จารุภัค แสนสมชัย

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ประจำปี พ.ศ.2553

เลขที่สัญญา 24/2553
เลขที่ทุนสนับสนุน 53108050019

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์เจลประอรผิวจากสารสกัดจากสาหร่ายเกลียวทอง สาหร่ายไก และเทาน้ำ

Gel Moisturizing product Development from *Spirulina* spp., *Cladophora glomerata* and *Spirogyra* sp. Extracts

โดย
มยุรมาศ แสงเงิน
จารุภัค แสนสมชัย
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ประจำปี พ.ศ.2553

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุลวงไปได้ด้วยดี เนื่องจากการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิภา กฤษฎาพงษ์ คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เป็นผู้ให้คำปรึกษา ข้อแนะนำและแนวคิดต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยยง รุจนเวท ที่กรุณาให้คำแนะนำ การแก้ปัญหา ตลอดจนแนวคิดต่างๆในขณะทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าเพื่อพิจารณาและให้ข้อคิดคำแนะนำ ในการรายงานผลการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะในการวางแผนการทำวิจัยครั้งต่อไป

ขอขอบพระคุณผู้ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยในครั้งนี้ อันได้แก่ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงที่ได้ให้ทุนสนับสนุนวิจัย ศูนย์เครื่องมือ และ เจ้าหน้าที่ด้านวิทยาศาสตร์เครื่องสำอางทุกท่านในการอำนวยความสะดวกด้านการใช้เครื่องมือต่างๆในการวิจัย ขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่สละเวลาและมีส่วนร่วมในการวิจัย ทำให้สำเร็จลุล่วงด้วยดีตลอดมา

มยุรมาศ แสงเงิน

จารุภัค แสนสมชัย

บทสรุปผู้บริหาร

สไปรูไลน่า (*Spirulina* spp.) เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายชนิดนี้นิยมนำมาใช้เป็นอาหารตั้งแต่สมัยโบราณ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ในปัจจุบันนอกเหนือจากการนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารแล้ว ยังได้มีการศึกษาถึงคุณสมบัติของสาหร่ายชนิดนี้เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆอย่างกว้างขวาง ส่วนสาหร่ายไก (*Cladophora glomerata*) และเทาน้ำ (*Spirogyra* spp.) เป็นสาหร่ายน้ำจืด พบมากในแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณแม่น้ำน่าน และแม่น้ำโขง ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย คนท้องถิ่นทางภาคเหนือของประเทศไทยนำมาประกอบเป็นอาหารแบบพื้นเมืองมาเป็นเวลานาน แต่เพิ่งเป็นที่รู้จักและได้รับสนใจสูงขึ้นในกลุ่มของนักท่องเที่ยวเมื่อไม่นาน สาหร่ายทั้งสองชนิดนี้อุดมไปด้วย โปรตีน เส้นใยอาหาร รวมถึงวิตามินต่างๆมากมายซึ่งอุดมไปด้วยคุณประโยชน์ต่อสุขภาพเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำสาหร่ายที่มีคุณประโยชน์อย่างสูงทั้งสองชนิดนี้ แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในวงกว้าง มาใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เจลเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนัง โดยงานวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาต่อเนื่องจากงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาสารสกัดจากสาหร่ายเกลียวทอง สาหร่ายไก และเทาน้ำ เพื่อใช้เป็นสารเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว” โดยนำสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์ที่ได้จากการวิจัยครั้งก่อน มาใช้เป็นสารสำคัญในสูตรตำรับเจลเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ทรัพยากรธรรมชาติที่มีในท้องถิ่นของประเทศไทย ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เริ่มจากการพัฒนาสูตรตำรับเจลเพิ่มความชุ่มชื้นผิวโดยมีสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ เป็นสารสำคัญในสูตร โดยมีการศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจลที่เหมาะสมจึงนำไปทดสอบความคงตัวทางกายภาพ โดยวิธีการปั่นเหวี่ยง (centrifugation), การใช้อุณหภูมิต่ำสลับสูง (freeze-thaw cycle) พบว่า สูตรตำรับที่ใช้ Carbopol 940 ที่ความเข้าข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ มีความคงตัวดีไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ จากนั้นได้นำไปทดสอบประสิทธิภาพการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวในกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดี อายุระหว่าง 18-45 ปี จำนวน 19 ราย โดยวัดสภาพผิวด้วย เครื่อง Corneometer®MPA 825 และวิเคราะห์ผล เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ติดต่อกัน และวิเคราะห์ผลที่ได้ด้วย paired sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$ พบว่าผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า (ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตร) และสาหร่ายไก (ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตร) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวโดยเปรียบเทียบกับเจลพื้นที่ไม่มีสารสกัด

คำสำคัญ: สไปรูลิน่า, สาหร่ายไก, เทาน้ำ, ความชุ่มชื้น

ABSTRACT

This research was starting from formulating moisturizing gel base containing crude polysaccharide from *Spirulina* spp., *Cladophora gomerata*, *Spirogyra* spp. extracts. After the suitable formulas were formulated, the physical stability testing was done by centrifugation and freeze-thaw cycles. It was found that the products had good stability. Product efficacy testing was performed in 19 healthy volunteers, age between 18-45 years old for three consecutive weeks. The test sites were evaluated by measuring skin condition with Corneometer® MPA 825. Results showed that there were significant difference in terms of increasing moisture content on the skin between gel containing crude polysaccharide extract form *Spirulina* spp. (0.5%w/w in the formula) and *Cladophora gomerata* (0.3%w/w in the formula) when compared with gel base.

Key words: *Spirulina* spp., *Cladophora glomerata*, *Spirogyra* spp., Moisturizer

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	i
บทสรุปผู้บริหาร	ii
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	iii
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	iv
สารบัญ	v
สารบัญตาราง	vii
สารบัญรูปภาพ	viii
บทที่	
1. **บทนำ**	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดหวังว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
1.5 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	2
1.6 ระยะเวลาทำงานวิจัย	3
1.7 คำสำคัญ	4
1.8 ผู้วิจัยและที่ปรึกษางานวิจัย	4
2. ทบทวนวรรณกรรม	5
2.1 สาเหตุที่ทำให้ผิวแห้ง	6
2.2 การตั้งตำรับผลิตภัณฑ์ประอรผิว	6
2.3 กลไกในการทำให้ผิวชุ่มน้ำของมอยส์เจอไรเซอร์	7
2.4 คุณสมบัติทางเครื่องสำอาง	8
2.5 ผลของสารที่สามารถดูดซับน้ำเพื่อเพิ่มความชุมชื้นแก่ผิวหนัง	9
2.6 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	11
2.7 การทดสอบความคงตัวแบบเร่ง (accelerated storage test)	12
2.8 การประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	13

สารบัญ (ต่อ)

2.9 ความชุ่มชื้นในผิวหนังชั้น Stratum corneum 14

2.10 เครื่องวัดความชุ่มชื้นของผิว 15

3 วิธีการทดลอง 16

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ 16

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 16

3.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 16

3.4 วิธีการทดลอง 17

1. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจล 17

2. การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้น 18

3. การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้นผสมสารสกัด 20

4. การทดสอบประสิทธิภาพทางคลินิก 21

3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ 23

4 ผลการศึกษาวิจัย 24

4.1 การศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจล 24

4.2 การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้น 25

4.3 การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้นผสมสารสกัด 26

4.4 ประเมินผลการทดสอบประสิทธิภาพการเพิ่มความชุ่มชื้นผิว 32

5 สรุปและข้อเสนอแนะ 36

5.1 สรุปผลการทดลอง 36

1. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจล 36

2. การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้น 36

3. การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้นผสมสารสกัด 36

4. ประเมินผลการทดสอบประสิทธิภาพการเพิ่มความชุ่มชื้นผิว 36

5.2 ข้อเสนอแนะ 37

เอกสารอ้างอิง 38

ภาคผนวก 41

ประวัตินักวิจัยและคณะ 45

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	แสดงคุณสมบัติการการจับความชื้นของสารดูดซับน้ำ(humectants)ชนิดต่างๆ	10
ตารางที่ 3.1	สูตรตำรับในการศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจล (gelling agent) ที่เหมาะสมในการเตรียมเจลพื้น (Gel base)	18
ตารางที่ 4.1	คุณสมบัติทางกายภาพของสูตรตำรับเจลพื้น (Gel base) ที่มีชนิดและปริมาณสารก่อเจล (Gelling agent) แตกต่างกัน	24
ตารางที่ 4.2	ผลการทดสอบความคงตัวของเจลพื้นโดยการหมุนเหวี่ยง	25
ตารางที่ 4.3	การทดสอบความคงตัวของสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* spp.) ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง	29
ตารางที่ 4.4	การทดสอบความคงตัวของสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายไก (*Cladophpora glomerata*) ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง	30
ตารางที่ 4.5	การทดสอบความคงตัวของสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากเทาน้ำ (*Spirogyra* spp.) ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง	31
ตารางที่ 4.6	ผลการทดสอบความคงตัวของเจลพื้นผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำโดยการหมุนเหวี่ยง	32
ตารางที่ 4.7	ค่าเฉลี่ยความชุ่มชื้นของผิวหนังของอาสาสมัครหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปลูรินา่ สาหร่ายไก และ เทาน้ำ เปรียบเทียบกันเจลพื้น วิเคราะห์โดยเครื่องคอร์นิโอมิเตอร์รุ่นเอ็มพีเอ 580	34
ตารางที่ 4.8	ค่าความเปลี่นแปลงความชุ่มชื้นของผิวหนังจากการใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ เปรียบกับเจลพื้น	35

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1.	แสดงการเกิดอาการผื่นแดงบนผิวหนัง จากการสัมผัส สิ่งที่มีความระคายต่อผิวต่ำ ซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้งหรือ สัมผัสเป็นเวลานาน และไม่ได้รับการฟื้นฟู	9
รูปที่ 2.2	แสดงเครื่องคอร์นิโอมิเตอร์สำหรับวัดปริมาณความชุ่มชื้นที่ผิวหนัง	15
รูปที่ 3.1	กำหนดตำแหน่งบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบ	23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ การวิจัยและพัฒนาทางด้านเวชสำอางได้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยการนำสารสกัดจากแหล่งต่างๆ ทั้งสารสกัดจากพืช สัตว์ รวมถึงสารสังเคราะห์ทางเคมี นำมาค้นคว้าและทดสอบคุณสมบัติเพื่อใช้เป็นสารสำคัญทางเวชสำอาง ปฏิกิริยาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างสารสำคัญในผลิตภัณฑ์เวชสำอางและผิวหนังนั้นมีความซับซ้อนเป็นอย่างมาก โดยขึ้นอยู่กับความจำเพาะเจาะจงของสารสำคัญในผลิตภัณฑ์เวชสำอาง สภาพของผิวหนังและสุขภาพของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ รวมถึงสภาวะแวดล้อมของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ ในการนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางเวชสำอางจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบเบื้องต้นในทางทางแพทย์หรือผลการทดสอบทางคลินิกในทางทางแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและประสิทธิผลของผลิตภัณฑ์เวชสำอางนั้นๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (Gao *et.al.*,2008)

เนื่องจากกลไกทางการตลาดที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนสินค้าอย่างรวดเร็วตามความนิยมของตลาดในขณะนั้น ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ทางเครื่องสำอางจึงจำเป็นต้องมีการเร่งเวลาในการทดสอบโดยการใช้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นปัจจัยหลักในการเร่งเวลาในการทดสอบความคงตัวทางกายภาพ และ ความคงตัวทางเคมีของผลิตภัณฑ์(Guaratini *et.al.*,2006)

จากการศึกษาวิจัยครั้งก่อน สารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์ที่ได้จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพในการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวเมื่อเวลาผ่านไปเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงได้นำสารสกัดดังกล่าวข้างต้นมาพัฒนาและทดสอบความคงตัวเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์จลเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์

1) พัฒนาสูตรตำรับและทดสอบความคงตัวของเจลผสมสารสกัดสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ
2) เพื่อประเมินความสามารถในการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวของเจลผสมสารสกัดสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) รวบรวมข้อมูลการวิจัยจากวารสารงานวิจัย และ หนังสือ
2) ขอทำการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
3) พัฒนาสูตรตำรับและทดสอบความคงตัวของเจลผสมสารสกัดสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ
4) ทดสอบประสิทธิภาพการประอรผิว (การเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว) ในอาสาสมัคร ด้วยเครื่องคอร์นิโอมิเตอร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดหวังว่าจะได้รับจากงานวิจัย

ผู้วิจัยคาดหวังว่า สูตรตำรับเจลที่ผสมสารสกัดหยาบโพลี่แซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และ เทาน้ำ สามารถพัฒนาเพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์ประอรผิว (เพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว) ได้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้มองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ทรัพยากรธรรมชาติที่มีในท้องถิ่นของประเทศไทย ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.5 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องจากในปัจจุบันเครื่องสำอางประเภทบำรุงผิวโดยทั่วไปแล้วถูกนำเข้าจากต่างประเทศหรือในแถบยุโรป ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่นำเข้ามานั้นส่วนผสมและประสิทธิภาพด้านการบำรุงเพื่อให้เหมาะกับชนิดและสภาพของผิว สภาพอากาศของคนในประเทศผู้ผลิต การนำเข้าผลิตภัณฑ์ประเภทบำรุงผิวมาในประเทศไทยหรือในแถบเอเชียมีการนำผลิตภัณฑ์มาบำรุงผิวกับสภาพผิวของคนไทยหรือในแถบ

เอเชีย ซึ่งพบว่าชนิดและสภาพของผิว สภาพอากาศมีลักษณะที่แตกต่างกัน เครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมักจะมีคุณสมบัติบางประการที่ไม่เหมาะสมกับลักษณะของสภาพผิวและสภาพแวดล้อมในประเทศไทย หรือในแถบเอเชีย จากสภาพดังกล่าวส่งผลให้ประสิทธิภาพด้านการบำรุงไม่ดีเท่าที่ควรหรือส่งผลน้อย จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทำให้จุดประกายความคิดที่ว่า ทำอย่างไรให้เครื่องสำอางประเภทบำรุงผิวมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับชนิดและสภาพผิวของคนในประเทศไทยหรือในแถบเอเชีย โดยมีการผลิตและใช้วัตถุดิบในประเทศเพื่อลดการนำเข้าสินค้าและผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ อีกทั้งยังส่งเสริมและสนับสนุนสินค้าและผลิตภัณฑ์ในประเทศด้วยกันเอง

จากการศึกษาความสามารถในการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวจากสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายเกลียวทอง สาหร่ายไก และเทาน้ำ พบว่า สารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์ จากสาหร่ายทั้ง 3 ชนิด ที่ค่าความเข้มข้น 0.3 และ 0.5 % สามารถเพิ่มความชุ่มชื้นผิวได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการสานต่อทางการวิจัยและพัฒนา ผนวกกับผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น ทำให้มีความคิดในการนำสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์ จากสาหร่ายทั้ง 3 ชนิดมาใช้เป็นสาระสำคัญในการพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์บำรุงผิวประเภทประอรผิว (ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว) ต่อไป

1.6 ระยะเวลาทำงานวิจัย

Procedure	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. การพัฒนาสูตรตำรับและการทดสอบความคงตัวของเจล	←	—	→									
2. การทดสอบประสิทธิภาพการประอรผิว (การเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว)				←	—	—	—	—	→			
3. สรุปผลการวิจัย และ รายงานผลการวิจัย										←	—	→

1.7 คำสำคัญ: *Spirulina* spp., *Cladophora glomerata*, *Spirogyra* spp.,
การประอรผิว (การเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว)

1.8 ผู้วิจัย และ ที่ปรึกษางานวิจัย

ที่ปรึกษางานวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร. พรรณวิภา กฤษฎาพงษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไชยยง รุจนเวท

ผู้วิจัย

1) ผู้วิจัยหลัก (90%)

นางสาวมยุรมาศ แสงเงิน

2) ผู้วิจัยร่วม (10%)

นายจารุภัก แสนสมชัย

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

สไปรูไลน่า เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีการนำสาหร่ายชนิดนี้มาใช้เป็นอาหารตั้งแต่สมัยโบราณกาล เนื่องจากสาหร่ายชนิดนี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะมีโปรตีนในปริมาณที่สูง ในปัจจุบันได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางถึงคุณสมบัติต่างๆของสาหร่ายชนิดนี้เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆมากมายนอกเหนือจากการนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร อาทิเช่น คุณสมบัติทางยา ได้มีการศึกษาพบว่าสารสกัดสาหร่ายสไปรูไลน่าสามารถป้องกัน หรือยับยั้งการเกิดมะเร็งในมนุษย์หรือสัตว์โดยอาศัยคุณสมบัติการเป็น immuno-promoting effects สาหร่ายสไปรูไลน่ายังมีคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติหลากกลายชนิด ได้แก่ carotene, xanthophyll phytopigments และ phycocyanin นอกจากนี้ สาหร่ายสไปรูไลน่ายังอุดมไปด้วยสาระสำคัญต่างๆอีกมากมาย เช่น β-carotene, inositol, niacin และ polyunsaturated fatty acids(α- linolenic acid และ eicosapentaenoic acid), etc. หรืออาจเรียกสาหร่ายชนิดนี้ว่าเป็น "สารประกอบเพื่อการบำบัดโรค : therapeutically compounds"(Kapoor*et.al.*,1993; Mahajan *et.al.*,1995; Dillon *et.al.*,1995; Bhat *et.al.*,2000; Mendiola *et.al.*,2001; Hirahashi *et.al.*,2002; Mendiola *et.al.*,2007)

Cladophora glomerata และ *Microspora floccose* เป็นสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่อยู่ใน Division Chlorophyta สาหร่ายทั้ง 2 ชนิดนี้เติบโตอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ พบมากบริเวณแม่น้ำน่าน และ แม่น้ำโขง ซึ่งอยู่บริเวณทางตอนเหนือของประเทศไทย สาหร่ายชนิดนี้เป็นที่รู้จักในชื่อ "ไก" ซึ่งคนพื้นเมืองทางภาคเหนือของประเทศไทยนำมาประกอบเป็นอาหารแบบพื้นเมืองมาเป็นเวลานาน แต่เพิ่งเป็นที่รู้จักและได้รับสนใจสูงขึ้นในกลุ่มของนักท่องเที่ยวเมื่อไม่นาน *C. glomerata* และ *M. floccose* อุดมไปด้วยโปรตีน เส้นใยอาหาร รวมถึงวิตามินต่างๆมากมายซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพอีกด้วย (Vasconcelos *et.al.*,1999; Ouellette *et.al.*,2003; Yavichai *et.al.*,2003; Oberholster *et.al.*,2004; Prannapus *et.al.*,2006)

Spirogyra spp. เป็นสาหร่ายสีเขียวใน genus filamentous green alga (Zygnematales) หรือเป็นที่รู้จักกันในชื่อทางพื้นเมืองว่า "เทาน้ำ" ผนังเซลล์ของสาหร่ายชนิดนี้มี 2 ชั้น ผนังชั้นนอกประกอบด้วย cellulose ในขณะที่ผนังชั้นในเป็น pectin โดยจะมี cytoplasm แทรกอยู่ตรงกลางระหว่างชั้นของผนังทั้งสอง และยังมี vacuole ขนาดใหญ่รอบๆอีกด้วย สารสกัด *Spirogyra* spp. มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลิ

สระ (antioxidant activity) โดยมีค่า IC_{50} อยู่ที่ 0.05, 0.24, 0.88, 1.58, 1.97 และ 7.61 mg/ml ตามลำดับ (ฐิติกานต์ ปัญโญใหญ่ และคณะ,2550;ยุวดี พีรพรพิศาล,2008)

กลไกธรรมชาติในการป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากผิวหนังโดยกลไกของผิวหนัง คือ มี Rein's barrier และมี ไขมันจากผิวหนังทั้งที่เป็น skin fat และ sebum ทำหน้าที่หล่อลื่นและยึดเซลล์ให้ติดกันอยู่และปกคลุมผิวไว้ และมีสาร MNF ในการรักษาความชุ่มชื้นแก่ผิว แต่กลไกเหล่านี้ไม่เพียงพอในการป้องกันผิวจากการแห้งหรือแตกระแหงจากอิทธิพลของสภาวะแวดล้อมได้

2.1 สาเหตุที่ทำให้ผิวแห้งมี 3 ประการ ดังนี้ (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ,2532;Lode,2003)

1. การสูญเสียน้ำจากผิวหนัง เป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้ผิวแห้ง เมื่อสภาพอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

2. การสูญเสียไขมันหรือน้ำมันที่หล่อเลี้ยงผิวหนัง ส่วนใหญ่เกิดจาการชำระล้างด้วยสบู่หรือสารชำระล้างและผงซักฟอกบ่อยๆ

3. ต่อมน้ำมันใต้ผิวหนังขับน้ำมันน้อยลง เป็นสาเหตุของธรรมชาติของผิวโดยตรง เนื่องจากอิทธิพลของวัย

2.2 การตั้งตำรับผลิตภัณฑ์ประอรผิว

ครีมประอรผิวจำเป็นจะต้องมีส่วนประกอบหลักเป็นสารมอยส์เจอไรเซอร์ และ อิมอลเลียนท์ ซึ่งทั้ง 2 คำนี้มีความหมายต่างกันเล็กน้อยในหน้าที่ต่อผิวหนัง ดังนี้

มอยส์เจอไรเซอร์ คือสารที่ให้ความชุ่มน้ำแก่ผิวหนัง ทำให้ผิวอ่อนนุ่มและมีความยืดหยุ่นดี

อิมอลเลียนท์ คือสารที่ทำหน้าที่เป็นมอยส์เจอไรเซอร์โดยวิธี Occlusion และยังทำหน้าที่หล่อลื่นผิว ลดความเสียดทาน ทำให้ผิวนุ่มเนียน ลื่นมือ

2.3 กลไกในการทำให้ผิวชุ่มน้ำของมอยส์เจอไรเซอร์ มี 3 วิธี

1. **Occlusion** คือ การกันน้ำระเหยออกจากผิวหนังโดยการเกิดเป็นฟิล์มบางๆที่ต่อเนื่องจึงทำให้ผิวหนังชั้น horny layer ดึงน้ำจากผิวชั้นล่างขึ้นมาโดยไม่ถูกระเหยออกไป สารที่ทำหน้าที่นี้ ได้แก่ อิมอลเลียนท์

2. **Humectancy** คือ การดูดน้ำจากอากาศเข้าสู่ผิวหนังทำให้ horny layer ชุ่มน้ำ สารพวกนี้ได้แก่ glycerin, urea, propylene glycol, PCA เป็นต้น

3. **Restoration of deficient materials** คือ การทดแทนผิวหนังด้วยสารที่ขาดหายไป เช่นการใช้คอลลาเจทดแทนแก่ผิวหนังทำให้ผิวหนังอุ้มน้ำได้ดี เป็นต้น

จากกลไกดังกล่าวข้างต้น Humectants เป็นสารที่นิยมนำมาใช้เป็นสารหลักในสูตรครีมสำหรับผิวหนังที่สามารถดูดเก็บความชื้นจากบรรยากาศรอบๆข้างตัวมาเก็บไว้ในตัวได้ดี ทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำจากเนื้อครีมทำให้ครีมไม่แห้งง่ายเมื่อเก็บไว้นานๆ เป็นการช่วยรักษาความคงตัวให้กับผลิตภัณฑ์และช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว

ในอดีตกาลมนุษย์มีการบำรุงผิวด้วยการชะโลมน้ำมันชนิดต่างๆลงบนผิวหนัง ต่อมา(ยุคลาติน) จึงเกิดคำว่า "emollient" ซึ่งหมายถึง สิ่งที่ทำให้ผิวหนังมีความนุ่มนวล เรียบเนียนขณะมองและสัมผัส ส่วนคำว่า "moisturizer" (สารประอรผิว, สารให้ความชุ่มชื้นผิว) มักมีการนำมาใช้ใกล้เคียงกับคำว่า "emollient" แตกต่างกันตรงที่ คำว่า "moisturizer" (สารประอรผิว) นั้น ยังได้หมายความรวมถึง สารเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหนังด้วยน้ำ หรือเป็นสารที่สามารถดูดซับน้ำเพื่อเพิ่มความชุมชื้นแก่ผิวหนัง (สารกลุ่มนี้เรียกว่า สารกลุ่ม humectants) ในชั้น Stratum corneum ได้อีกด้วย ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะ สารกลุ่มที่เพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวโดยการดูดซับน้ำ (humectants) เท่านั้น

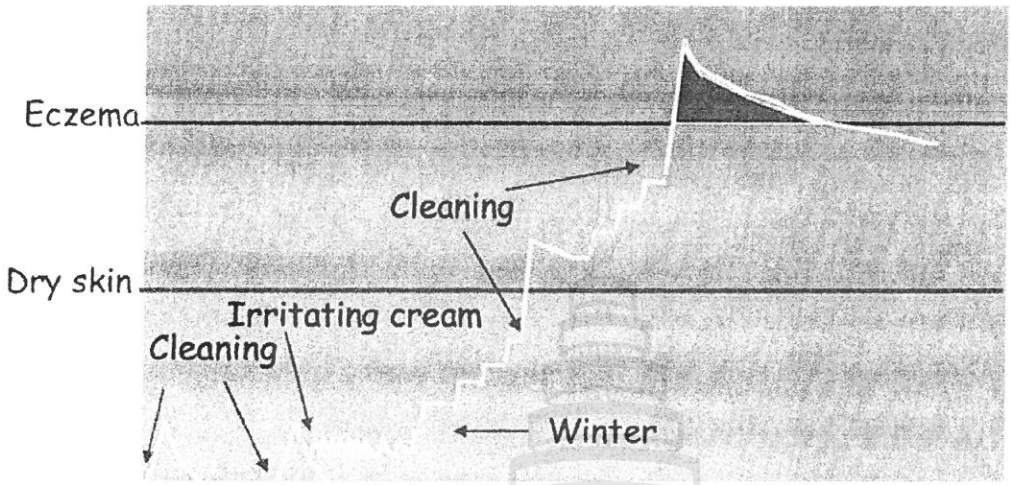
สารประอรผิว (สารให้ความชุ่มชื้นผิว) นั้นมีคุณสมบัติหลายประการ เช่น ในทางการแพทย์ใช้เป็นสารลดอาการแห้งที่เกิดขึ้นของผิวหนัง เช่น การตกสะเก็ด หรือความไม่เรียบของผิวหนัง รวมไปถึงอาการไม่พึงประสงค์จากผิวหนังที่ตึงและมีอาการคัน เป็นต้น หรืออาจกล่าวอีกนัยว่า สารประอรผิว (สารให้ความชุ่มชื้นผิว) เป็นสารสำคัญที่ทำหน้าที่ในการปกป้องผิวหนังจากสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

2.4 คุณสมบัติทางเครื่องสำอาง

ผลิตภัณฑ์ประธรผิว (ผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิว) นั้น เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อปรับสภาพผิวหนังให้มีความชุ่มชื้น น้ำมันและน้ำจัดเป็นองค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ชนิดของน้ำมันที่นำมาใช้ รวมทั้งสัดส่วนระหว่างน้ำมันกับน้ำในสูตรตำรับจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการประเมินประสิทธิภาพและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้นๆ นอกจากนี้ สารกลุ่ม emulsifiers, humectant รวมถึงสารกันเสีย ก็ยังมีผลต่อการประเมินประสิทธิภาพของสูตรตำรับ เช่น คุณสมบัติการกระจายตัวบนผิวหนัง คุณสมบัติการดูดซึมเข้าสู่ผิวหนัง รวมถึงความรู้สึกของผู้บริโภคหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์ สารต่างๆที่นำมาใช้ จะต้องสามารถชดเชยความชุ่มชื้นจากการหลุดลอกของเซลล์ผิว รวมถึงการแห้งของผิวหนัง และต้องไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกเหนอะหนะแก่ผู้บริโภคขณะใช้ในขณะใช้ผลิตภัณฑ์

นอกจากนี้ความคงตัวของสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ประธรผิว (ผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิว) เป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในทางเวชสำอาง ซึ่งหากผลิตภัณฑ์ประธรผิว (ผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิว) ไม่มีความคงตัวในทางกายภาพ อาจมีความสูญเสีย อันเนื่องจาก การติดไปกับพื้นผิวสัมผัสวัสดุอื่นๆ การระเหย การถูกดูดซึม หรือแม้กระทั้งกระบวนการเมตตาบอริซึมของร่างกายเองก็ตาม ปัจจัยของความสูญเสียต่างๆ เหล่านี้ จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง สำหรับความไม่คงตัวในทางเคมีของสูตรตำรับ อาจจะก่อให้เกิดการสลายตัวของสารสำคัญ ซึ่งจะทำให้ลดประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ลง อาจจะก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ หรือ ผลที่ไม่พึงประสงค์อื่นๆ เกิดขึ้น เช่น ในกรณีที่มีการใช้ ยูเรีย ในผลิตภัณฑ์ประธรผิว (ผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิว) หาก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) สูง จะส่งผลมีกลิ่นแอมโมเนีย อันเป็นกลิ่นไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นได้

คุณสมบัติพื้นฐานในทางผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น ความเหนี่ยวและความหนืดของสูตรตำรับ ก็จัดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่ควรจะต้องพิจารณา หากมีความเหนียวเหนอะ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ก็จะไม่นิยมเท่ากับครีมที่ใช้ง่ายทาแล้วดูดซึมเข้าสู่ผิวหนังได้เร็ว ไม่รู้สึกว่าผิวเหนอะ ภาพที่ 2.1 เป็นแสดงการเกิดอาการผื่นแดงบนผิวหนัง จากการสัมผัส สิ่งที่มีความระคายต่อผิวต่ำ ซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้งหรือสัมผัสเป็นเวลานาน โดยไม่ได้รับการฟื้นฟูสภาพผิวหนัง แต่หากมีการใช้โปรแกรมบำรุงผิว โดยการใช้สารประธรผิว (สารให้ความชุ่มชื้นผิว) ก็จะสามารถฟื้นฟูสภาพผิวหนังที่เกิดขึ้นดังกล่าวได้



รูปที่ 2.1 แสดงการเกิดอาการผื่นแดงบนผิวหนัง จากการสัมผัส สิ่งที่มีความระคายต่อผิวต่ำ ซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้งหรือ สัมผัสเป็นเวลานาน และไม่ได้รับการฟื้นฟูสภาพผิวหนัง

2.5 ผลของสารที่สามารถดูดซับน้ำเพื่อเพิ่มความชุมชื้นแก่ผิวหนัง (Humectant effects)

การเพิ่มความชุ่มชื้นผิวหนัง ในชั้น Stratum Corenum มีวิธีการหลัก สองวิธีการ อันได้แก่ การใช้ผลิตภัณฑ์เคลือบผิวเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำระเหยออกจากผิวหนัง และดูดซับน้ำเข้าสู่ผิวโดยสารดูดซับน้ำ (Humectants) การใช้ผลิตภัณฑ์เคลือบผิวเป็นการลดการระเหยของน้ำออกจากผิวหนังด้านนอก ส่วนนอกโดยการนำสารกลุ่มที่ไม่ชอบน้ำ เช่น น้ำมันประเภทต่างๆ มาใช้ในผลิตภัณฑ์ประอรผิว (ผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิว) เพื่อเคลือบบนผิวหนังซึ่งจะลดการระเหยของน้ำออกจากผิวหนัง แต่ผลที่ได้จากกลไกการเคลือบผิวนี้ อาจลดลงเนื่องจาก การผสมหรือการรวมตัวของน้ำมันกับสาระสำคัญ อื่น ๆ สูตรตำรับ น้ำที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ จะช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้ผิวหนังได้ชั่วคราว หลังจากนั้นน้ำเกือบทั้งหมดจะระเหยออกจากผิวหนังไปในที่สุด การระเหยของน้ำจากผิวหนังดังกล่าวก็จะมีผลให้อุณหภูมของผิวลดลงมีส่วนช่วยให้อาการคันบนผิวหนังลดลงด้วย

เชื่อว่าสารดูดซับน้ำ (Humectants) ใน ผลิตภัณฑ์ประอรผิว (ผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิว) สามารถเพิ่มการดูดซับน้ำได้ถึง 65.66 สารดูดซับน้ำ (Humectants)ที่มีการใช้งานทางเวชสำอาง อย่าง

แพร่หลายได้แก่ ยูเรีย ไพโรลิโดนคาร์บอกซิลิคแอซิด (PCA) กรดแลคติค กลีเซอรีน แพนทานอล และซอบิทอล (ตารางที่ 2.1) สารต่าง ๆเหล่านี้จะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่สำคัญ ทั้งความสามารถในการอุ้มน้ำ การดูดซึมน้ำเข้าเข้าสู้ผิวหนัง จากงานวิจัยคลินิกในทางการแพทย์ จำนวนมาก ทำให้เป็นที่ประจักว่าสารดูดซับน้ำ (Humectants) มีประโยชน์อย่างมาก ต่อผิวหนังที่แห้ง ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งที่ได้รับจากสารดูดซับน้ำ (Humectants) คือสารดูดซับน้ำ (Humectants) จะมีส่วนทำให้การจัดเรียงไขมันในชั้น bilayer lipids ซึ่งในผิวหนังที่แห้งกร้าน จะมีสัดส่วนของน้ำมันไลปิด (Lipids) ที่เป็นของแข็งเพิ่มขึ้น สารดูดซับน้ำ (Humectants) จะช่วยให้น้ำมันไลปิด (Lipids) ในผิวหนังชั้นดังกล่าวคงสภาพความเป็นของเหลวได้ในสภาพอากาศที่มีความชื้นต่ำ เช่น จากแบบจำลองการใช้ในกลีเซอรีนสภาพความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ พบว่ากลีเซอรีน สามารถรักษาสถานะภาพของน้ำมันไลปิด (Lipids) ให้อยู่ในสถานะของเหลวได้ นอกจากนี้ กลีเซอรีนยังช่วยรักษาอาการ ผิวที่แห้งเป็นขุยได้ด้วย สำหรับสารกลุ่ม α-hydroxy acids เช่นกรดแลคติค ที่ใช้ใน ผลิตภัณฑ์ประอรผิว (ผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิว) จะช่วยให้ผิวหนังในชั้น SCมีความยืดหยุ่นขึ้น

ตารางที่ 2.1. แสดงคุณสมบัติการการจับความชื้นของสารดูดซับน้ำ (humectants) ชนิดต่างๆ (Lode,2003)

Humectant	**Humidity 58–60%**
Sodium-lactate	66
Sodium-PCA	61–63
Glycerin	35–38
Propylene glycol	1 32
Sorbitol	10
PCA	1

2.6 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

การทดสอบความคงตัวของเครื่องสำอางที่ทดลองผลิตขึ้น(อรัญญา มโนสร้อย,2540; พิมพร ลีลาพรพิสิฐ,2540; COLIPA,2004) การทดสอบนี้จะต้องทดสอบความเหมาะสมของชนิดผลิตภัณฑ์ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงหรืออำม่เมื่อเก็ยไว้หลายๆเดือน เช่น ครีม จะเก็บไว้ดูเพื่อว่า

1. แยกตัวออกเป็น 2 ชั้น (phase) หรือไม่
2. มีราเกิดขึ้นหรือไม่
3. ความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงหรือไม่

หรือถ้าเป็นโลชั่นจะดูว่า

1. ขุ่นหรือไม่เมื่อเก็บไว้ เมื่ออากาศเย็น
2. ขุ่นหรือไม่เมื่อเก็บไว้ เมื่ออากาศร้อน

ในการทดสอบความคงทนหรือคงตัวนี้ จะรู้ได้แน่นอนขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่เก็บไว้บนชั้น (Shelf Life) โดยทั้วไปจะเก็บไว้ 1-2 ปี แต่ถ้าในกรณีที่ต้องการผลิตเพื่อจำหน่ายโดยรวดเร็วจะใช้เวลาไม่น้อยกว่า เดือน

บางครั้งผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการทดสอบ อาจจะคาดคะเนความเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงได้หลังจากเก็ยไว้ดูเพียง 2-3 เดือน แต่ก็ไม่แน่นอนเสมอไปในช่วงเวลาของการเก็บผลิตภัณฑ์บนชั้น (Shelf Life) อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอสงต่างๆได้ ดังนี้

1. การเกิดตะกอนของโลชั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเภทที่มีตัวทำละลายน้อยและมีตัวถูกละลายมากและชนิดที่ใกล้จะอิ่มตัว เมื่อเก็บไว้ในที่เย็นหรือในบางกรณีที่ตัวทำละลายระเหยไปบ้างอาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขุ่นหรือตกตะกอนเนื่องจากอำนาจการละลายลดลงไป

2. เกิดการเปลียนแปลงของสีที่อาจจะซีดจางลงหรือเข้มขึ้น ทั้งนี้แล้วแต่ประเภทของสารที่ไวต่อแสงซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรซ์เซชั่น (Polymerization) ของตัวสารเองโดยมีแสงเป็นตัวเร่งผฏิกิริยา

3. เกิดการแยกตัวของครีมหรืออิมัลชั่น (Emulsion) ซึ่งพบบ่อยที่สุด

4. เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหอม เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีหรือปฏิกิริยาอื่นๆ

5. เกิดการสลายตัวทางเคมี ของตัวยาที่ออกฤทธิ์ เช่น ตัวยาป้องกันเชื้อโรค ทำให้ตัวยาเหล่านี้เสื่อมคุณภาพ

6. เกิดการเสื่อมของภาชนะบรรจุ เช่น ฝาพลาสติกแตกร้าวจากปฏิกิริยาช้าๆ ของแชมพูหรือน้ำมันต่างๆ ต่อพลาสติก หรือการเป็นสนิมของกระป๋องจากน้ำยาแอโรซอล (Aerosol) เป็นต้น

7. เกิดการแห้งหรือข้นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการใช้ภาชนะบรรจุที่ไม่ดีพอสำหรับผลิตภัณฑ์

8. เกิดการบูดหรือเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากเชื้อราซึ่งถือว่าเป็นการเสื่อมเสียอย่างแท้จริง

เมื่อได้ทดสอบความคงตัว แล้วพบสิ่งที่เปลี่ยนแปลงก็แก้ไขสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงนั้น เช่น ถ้าเป็นความเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความบกพร่องของภาชนะบรรจุ ก็อาจแก้ไขภาชนะโดยการเปลี่ยนใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม หรือการทำอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อแก้ไขความบกพร่องนั้นๆ เช่นการใช้สารเคลือบเสริมภาชนะให้ทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ผสม หรือการเติมการผนึกแน่นของฝาเพื่อป้องกันการระเหยแห้งของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น เนื่องจากการทดสอบความคงตัวโดยทั่วไปจะต้องใช้เวลานานมากจึงได้มีการดัดแปลงเพื่อย่นระยะเวลาของการทดสอบให้ลดน้อยลง เพียงเพื่อเป็นแนวทางให้ทราบผลการทดสอบเท่านั้น ซึ่งเรียกว่าการทดสอบแบบเร่ง (accelerated storage test) ซึ่งสามารถคาดคะเนความคงตัวของอิมัลชั่นได้

2.7 การทดสอบความคงตัวแบบเร่ง (accelerated storage test)

การเร่งโดยอุณหภูมิ อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งในการเร่งการสลายตัวของสารเคมี อิมัลชั่นที่คงทนต่อความร้อนได้ดีมักจะคงทนต่ออุณหภูมิห้องได้ดีด้วย การเร่งโดยอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียสที่นิยมใช้คือระหว่าง 37-45 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 1-3 เดือน จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาประเมินผลโดยตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ดูการแยกชั้น การเปลี่ยนสี กลิ่น การตกตะกอน คุณสมบัติทางเคมี

การใช้อุณหภูมิต่ำ อิมัลชั่นที่เก็บไว้ในที่เย็นอาจแยกชั้นเนื่องจากตัวทำอิมัลชั่นหรือแวกซ์ตกตะกอนที่อุณหภูมิต่ำ ถ้าเย็นมากน้ำนะกลายเป็นน้ำแข็งเกิดเป็นเกล็ดโตขึ้นแยกออกจากน้ำมันได้ จึง

เป็นการเร่งการสลายตัวของอิมัลชั่น การทดสอบอาจเก็บผลิตภัณฑ์ในตู้เย็น (2-8 องศาเซลเซียส) นาน 1-3 เดือน แล้วนำมาประเมินผลเช่นกัน

การใช้อุณหภูมิต่ำสลับสูง อาจทำได้ 2 ลักษณะ

1. Heating cooling cycle โดยการเก็บอิมัลชั่นในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) นาน 48 ชั่วโมง จากนั่นนำเข้าตู้อบที่ 45 องศาเซลเซียส อีก 48 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบรวมทั้งสิ้น 6-8 รอบ แล้วนำมาประเมินผลเช่นกัน

2. Freeze-Thaw cycle โดยการเก็บอิมัลชั่นในช่องแข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั่นนำเข้าตู้อบที่ 25 องศาเซลเซียส อีก 48 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบรวมทั้งสิ้น 6-8 รอบ แล้วนำมาประเมินผล อิมัลชั่นที่เก็บในลักษณะสูงสลับต่ำเช่นนี้ อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืด เกิดการแยกชั้นหรือทาแล้วไม่กระจายตัว

1. การเร่งโดยแสง พลังงานแสงอาจเร่งให้เกิดการซีดจาง การเปลี่ยนสี กลิ่น หรือปฏิกิริยาเคมีบางชนิด สารแต่งสี กลิ่น ตัวทำอิมัลชั่น น้ำมันบางชนิด ในสูตรตำรับอาจสลายตัวโดยแสงทำให้อิมัลชั่นเปลี่ยนไปจากเดิม จึงควรทดสอบความคงสภาพต่อแสง โดยนำผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปใส่ภาชนะใสที่กันฝนและน้ำค้างได้ กลุ่มแรกนำไปตากแดดนาน 1 สัปดาห์ อีกกลุ่มตั้งไว้ริมหน้าต่างนาน 3 เดือน อีกกลุ่มเก็บไว้สภาพอุณหภูมิห้องและพ้นแสงใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) จากนั้นนำมาประเมินผลกันว่ามีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมหรือไม่

2.8 การประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง จะมีประสิทธิประโยชน์ สูงสุดก็ต่อเมื่อ นำมาใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางประเภทนั้นๆ เช่น ครีมประอรผิว (ครีมให้ความชุ่มชื้นผิว) เมื่อทาลงบนผิวจะทำให้ ผิวหนังในชั้น superficial cutaneous มีความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้น แชมพูป้องกันกำจัดรังแค จะต้องมีผลต่อการลดลงของรังแค ได้อย่างมีนัยสำคัญ

การประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจะขึ้นอยู่กับ สิ่งที่โฆษณา และที่ปรากฏบนฉลากสินค้า โดยการประเมินประสิทธิภาพดังกล่าวจะถูกกำหนดวิธีการและทำการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ให้ได้ตามคุณสมบัติตามที่ประกาศหรือโฆษณาไว้ รวมทั้งที่

ปรากฏบนฉลากสินค้า โดยจำเป็นต้องปฏิบัติตามกฎหมายควบคุมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และการร้องเรียนจากผู้บริโภค (Council, Directive 3/35/CEE).

2.9 ความชุ่มชื้นในผิวหนังชั้น Stratum corneum (Salvador and Chisvert,2007)

ในระยะการเปลี่ยนแปลง (differentiation phase) ของ keratinocytes และ dermis ในชั้นผิวหนังชั้น corneous นั้นจะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น ทำให้มีน้ำ (intercellular spaces, transpiration) เกิดขึ้นที่บริเวณผิวหนังและมีผลให้เกิดสื่อกระแสไฟฟ้าที่ผิวหนังซึ่งสามารถตรวจวิเคราะห์ได้โดยการใช้ probe ในการวัด ค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการการวัดนี้มีความสัมพันธ์กับค่าความชุ่มชื้นที่บริเวณผิวหนังของมนุษย์นั่นเอง

การประมาณค่าความชุ่มชื้นของผิวหนังชั้น stratum corneum นั้นสามารถทำได้โดยการตรวจสอบซ้ำในอาสาสมัคร เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องและแม่ยำของค่าที่วิเคราะห์ได้ สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์ซ้ำด้วยเครื่องมือประเภทเดียวกันแตกต่างกันที่รุ่น หรือบริษัทที่ผลิต โดยในการวิเคราะห์นั้นจะต้องทำในห้องทดสอบเดียวกัน หรืออาจทำการวิเคราห์ด้วยเครื่องมือเครื่องมือประเภทเดียวกัน รุ่นเดียวกัน แตกต่างกันตรงที่ทำการทดสอบในห้องทดลองที่ต่างสถานที่กัน แล้วนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาหาค่า linearity

อุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องที่ใช้ในหารทดสอบนั้น เป็นปัจจัยสำคัญต่อการทดสอบ ดังนั้น จึงต้องมีการกำหนดอุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องที่ใช้ทดสอบ ดังนี้

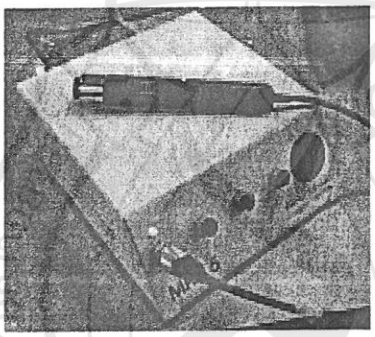
1. อุณหภูมิของห้องทดสอบที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 18–20 °C
2. ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องทดสอบที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 40–60%

นอกจากนี้ ปัจจัยหลักที่จะต้องมีการควบคุมในการวิเคราะห์ ได้แก่ การกำหนดกลุ่มของอาสาสมัครที่ใช้ในการทดสอบ (phenotype, phototype) ตำแหน่งบนร่างกายที่ใช้ในการทดสอบ (forearm, forehead, etc.) เป็นต้น การวิเคราะห์ค่าทางสถิตินั้นจะต้องเป็นข้อมูลที่มาจากการทดสอบอาสาสมัครในกลุ่มเดียวกัน ส่วนปัจจับด้านอื่นๆ เช่น อายุ เพศ สุขภาพของอาสาสมัครนั้น เป็นปัจจัยรองที่ต้องมีการควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูล

2.10 เครื่องวัดความชุ่มชื้นของผิว (Corneometer®MPA 825)

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 Corncometer®MPA 825 (ดังแสดงใน**รูปภาพที่ 2**) ได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์ปริมาณความชุ่มชื้นของผิวหนัง ในทางการแพทย์และทางความสวยความงาม

ในการพื้นฐานในวิเคราะห์นั้นขึ้นอยู่กับการวัดค่าการนำไฟฟ้าที่ผิวของอาสาสมัคร ความชุ่มชื้นที่เปลี่ยนไปบริเวณผิวหนังมีผลโดยตรงต่อความแม่ยำของค่าการวัดประจุที่วัดได้ ข้อดีของการใช้เครื่องมือชนิดนี้เปรียบเทียบกับเครื่องมือวิเคราะห์ชนิดอื่น คือ ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทาบนผิวของอาสาสมัครนั้นใช้น้อย จึงไม่มีผลกระทบต่อค่าที่ได้จากการวัด ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดเพียง 1 วินาที และบริเวณหัวของตัววัด (probe) ก็มีพื้นที่สัมผัสในการวัดอยู่ที่ 49 ตารางมิลลิเมตร และทำการวัดบริเวณผิวหนังชั้น Stratum corneum ลึกลงไปเพียง 10-20 ไมโครเมตร เท่านั้น



รูปที่ 2.2 แสดงเครื่องคอร์นิโอมิเตอร์สำหรับวัดปริมาณความชุ่มชื้นที่ผิวหนัง
(http:// www.dutechscientific.com/download/CM825.pdf)

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบที่ใช้

สารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และ เทาน้ำ ที่ใช้ในการทดลองนั้น นำมาจากการทดลองก่อนหน้านี้ โดยในการทดลองครั้งนี้ได้นำสารสกัดดังกล่าวมาทำการทดสอบการให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 และ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับเจล

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- Centrifuge: Hettich/ Universal 32
- Corneometer® MPA 825
- Desiccators: C-3W Sanplatec
- Drying oven: Contherm/ Thermotech 2000 oven
- Freeze dry: Helo/ Drywinner8, FD8-55
- Homogenizer: IRA® T25 digital
- Hot plate: LMS HTS-1003-SP
- Refrigerator: SJ-W40J
- pH meter: Eutech instruments pH 510
- Two digit electronic balance : Mettler-Toledo JB 3002-L-G

3.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- Carbopol® Ultrez™21 Polymer
- Carbopol®940 Polymer
- Deionize water (DI water)

- Denature ethanol (alcohol denate)
- Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)
- Methyl paraben
- Polyethylene Glycol 400 (PEG-400)
- Propylene Glycol (PPG)
- Propyl paraben
- Xanthan gum
- 99% Triethanoamine (TEA)

3.4 วิธีการทดลอง

ศึกษาความคงตัวและลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสม สวยงามน่าใช้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจล (gelling agent) ที่เหมาะสม

เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสารก่อเจลที่เหมาะสมในสูตรตำรับเจลพื้น เพื่อไม่ให้ผู้ใช้รู้สึกเหนอะหนะ ล้างออกได้ง่าย เหมาะกับสภาพภูมิอากาศและผิวของคนไทย โดยชนิดและปริมาณสารก่อเจลที่ใช้ในการทดสอบชนิดต่างๆ 4 ชนิดและปรับเปลี่ยนปริมาณเป็นสูตรตำรับต่างๆ 8 สูตรดังแสดงใน **ตารางที่ 3.1** โดยมีวิธีเตรียมดังนี้

ชั่งสารแต่ละชนิดตามสูตรตำรับให้ถูกต้องแม่นยำ ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล

1.1 สูตรที่ใช้ Carbopol® 940 เป็นสารก่อเจล

- ส่วน เอ (Part A) โปรยสารก่อเจลลงในน้ำเดือด 1/3 ของปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด แล้วเติมน้ำเย็นส่วนที่เหลือ คนให้เข้ากัน
- ส่วน บี (Part B) ผสมสารในส่วนบี ประกอบด้วย PEG 400 (emulsifier), Propulene Glycol (PPG, Humectant), Ethanol, Methyl paraben (สารกันเสีย), และ Propyl paraben (สารกันเสีย) คนให้เข้ากัน
- นำส่วน บี ผสมลงในส่วน บี แล้วทำการ neutralization ด้วย ส่วน ซี (Part C)

1.2 สูตรที่ใช้ Xanthan gum เป็นสารก่อเจล

- ส่วน เอ (Part A) โปรยสารก่อเจลลงในน้ำ คนให้เข้ากัน
- ส่วน บี (Part B) ผสมสารในส่วนบี ประกอบด้วย PEG 400 (emulsifier), Propulene Glycol (PPG, Humectant), Ethanol, Methyl paraben (สารกันเสีย), และ Propyl paraben (สารกันเสีย) คนให้เข้ากัน

- นำส่วน บี ผสมลงในส่วน บี แล้วทำการ คนให้เข้ากัน

1.3 สูตรที่ใช้ HPMC เป็นสารก่อเจล

- ส่วน เอ (Part A) โปรยสารก่อเจลลงในน้ำ คนให้เข้ากัน
- ส่วน บี (Part B) ผสมสารในส่วนบี ประกอบด้วย PEG 400 (emulsifier), Propulene Glycol (PPG, Humectant), Ethanol, Methyl paraben (สารกันเสีย), และ Propyl paraben (สารกันเสีย) คนให้เข้ากัน

- นำส่วน บี ผสมลงในส่วน บี แล้วทำการ คนให้เข้ากัน

1.4 สูตรที่ใช้ Carbopol®Ultrez™21 เป็นสารก่อเจล

- ส่วน เอ (Part A) โปรยสารก่อเจลลงในน้ำเดือด 1/3 ของปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด แล้วเติมน้ำเย็นส่วนที่เหลือ คนให้เข้ากัน
- ส่วน บี (Part B) ผสมสารในส่วนบี ประกอบด้วย PEG 400 (emulsifier), Propulene Glycol (PPG, Humectant), Ethanol, Methyl paraben (สารกันเสีย), และ Propyl paraben (สารกันเสีย) คนให้เข้ากัน

- นำส่วน บี ผสมลงในส่วน บี แล้วทำการ neutralization ด้วย ส่วน ซี (Part C)

ตารางที่ 3.1 สูตรตำรับในการศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจล (gelling agent) ที่เหมาะสมในการเตรียมเจลพื้น (Gel base)

Part	Chemicals	% w/w in the formula							
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
A	DI water (q.s to)	100	100	100	100	100	100	100	100
	Carbopol®940	1	2	-	-	-	-	-	-
	xanthan gum	-	-	1	2	-	-	-	-
	HPMC	-	-	-	-	1	2	-	-
	Ultrez®21	-	-	-	-	-	-	1	2
B	PEG 400	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	PPG	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	Alcohol denate	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
	Methyl paraben	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Propyl paraben	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
C	Triethanolamine	q.s.	q.s.	-	-	-	-	q.s.	q.s.

2. การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้น (Gel base) (Roland *et.al*,2003:85)(Anchisi *et.al*,2001:427)

2.1 การทดสอบด้วยการหมุนเหวี่ยง (Centrifugation assay)

การทดสอบนี้ได้ทำการทดลองตามวิธีของ *C. Anchisi et al.* โดยมีการปรับเปลี่ยนในบางส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของงานวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 นำตัวอย่างจำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดหมุนเหวี่ยง (Graduated Centrifuge tube) แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000 rpm เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (21□C ± 2) และทำการสังเกตุและบันทึกผลการทดลอง โดยตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ดูการแยกชั้น เปลี่ยนสี กลิ่น การตกตะกอน ตำรับที่ไม่แยกชั้นจึงจะถือว่ามีความคงตัวทางกายภาพดี ในการทดสอบด้วยการหมุนเหวี่ยงนี้จะทำที่เวลา 24 ชั่วโมง, 1 เดือน, 2 เดือน และ 3 เดือน ตามลำดับ

2.1.2 อัตราการเกิดการแยกชั้น (Phase separation rates) จะถูกบันทึกในรูปของร้อยละโดยอ้างอิงจากมาตราส่วนบนหลอดหมุนเหวี่ยง (Graduated Centrifuge tube) ดังนี้ 100 = stable; 0 = total instability ตำรับที่ไม่แยกชั้นจึงจะถือว่ามีความคงตัวทางกายภาพดี

2.1.2 นำตำรับเจลพื้นทั้ง 8 สูตร ที่ผ่านการทดสอบความคงตัวด้วยการหมุนเหวี่ยงมาทำการคัดเลือกสูตรตำรับที่ให้เจลใสเป็นเนื้อเดียวกัน ทาแล้วกระจายติดผิวดี มีความหนืดเหมาะสม เพียง 1 สูตร เพื่อนำมาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3. **การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้นผสมสารสกัดตัวอย่าง**(Roland *et.al*,2003:85) (Anchisi *et.al*,2001:427)

จากการวิจัยในข้อ 2 ทำการคัดเลือกสูตรตำรับที่เหมาะสมมาทำการผสมสารสกัดตัวอย่างที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.3 และ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตร แล้วทำการทดสอบความคงตัวของสารสกัดในสูตรตำรับเจลพื้น ดังนี้

2.1 การทดสอบด้วยการหมุนเหวี่ยง (Centrifugation assay)

การทดสอบนี้ได้ทำการทดลองตามวิธีของ *C. Anchisi et al.* โดยมีการปรับเปลี่ยนในบางส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของงานวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 นำตัวอย่างจำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดหมุนเหวี่ยง (Graduated Centrifuge tube) แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000 rpm เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (21□C ± 2) และทำการสังเกตุและบันทึกผลการทดลอง โดยตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ดูการแยกชั้น เปลี่ยนสี กลิ่น การตกตะกอน ตำรับที่ไม่แยกชั้นจึงจะถือว่ามีความคงตัวทางกายภาพดี ในการทดสอบด้วยการหมุนเหวี่ยงนี้จะทำที่เวลา 24 ชั่วโมง, 1 เดือน, 2 เดือน และ 3 เดือน ตามลำดับ

2.1.2 อัตราการเกิดการแยกชั้น (Phase separation rates) จะถูกบันทึกในรูปของร้อยละโดยอ้างอิงจากมาตราส่วนบนหลอดหมุนเหวี่ยง (Graduated Centrifuge tube) ดังนี้ 100 = stable; 0 = total instability ตำรับที่ไม่แยกชั้นจึงจะถือว่ามีความคงตัวทางกายภาพดี

2.2 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Measurements) มีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 นำตัวอย่างปริมาณ 2 กรัม ไปทำละลายด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์ปริมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง แล้วทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

(Eutech instruments) ที่อุณหภูมิห้อง (21□C ± 2) และทำการสังเกตุและบันทึกผลการทดลอง ตำรับที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจึงจะถือว่ามีความคงตัวทางเคมีดี ซึ่ง pH ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ต้องอยู่ในช่วง 5.5-6.5 จึงจะเป็นค่าที่เหมาะสมกับผิวหนังมนุษย์

2.3 การทดสอบความคงสภาพแบบเร่งโดยการใช้อุณหภูมิต่ำสลับสูง (Freeze/thaw cycles) มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 โดยการเก็บเจลพื้นในช่องแข็งที่อุณหภูมิ -21 □C ± 2 นาน 16 ชั่วโมง จากนั่นนำเข้าตู้อบที่ (21□C ± 2) อีก 8 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบรวมทั้งสิ้น 4 รอบ แล้วนำมาประเมินผลโดยตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ดูการแยกชั้น เปลี่ยนสี กลิ่น การตกตะกอน ตำรับที่ไม่แยกชั้นจึงจะถือว่ามีความคงตัวทางกายภาพดี

2.4 นำตำรับเจลที่ผ่านการทดสอบความคงตัวแล้วมีความคงตัวจากเจลพื้นทั้ง 8 สูตร มาทำการคัดเลือกสูตรตำรับที่ให้เจลใสเป็นเนื้อเดียวกัน ทาแล้วกระจายติดผิวดี มีความหนืดเหมาะสม เพียง 1 สูตร เพื่อนำมาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

4. การทดสอบประสิทธิภาพทางคลินิก

การทดสอบความสามารถในการเพิ่มความชุ่มชื้นผิวในอาสาสมัคร โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 การขอพิจารณาจากคณะกรรมการสิทธิมนุษยชนเกี่ยวกับการทดลองในมนุษย์โดยอาสาสมัครรับทราบข้อมูลและแหล่งที่มาของสารสกัดที่นำมาใช้ในการทดสอบพร้อมเซ็นเอกสารยินยอมร่วมมือในโครงการวิจัย

4.2 การคัดเลือกอาสาสมัครจำนวน 18 คน

- อาสาสมัครสุขภาพดีเป็นผู้มีสุขภาพแข็งแรงดี ไม่มีโรคแทรกซ้อนใดๆ หรือโรคผิวหนังอื่นๆ
- เชื้อชาติไทย
- เพศ ชาย และหญิง
- อายุ 18-45 ปี

4.3 เกณฑ์การแยกอาสาสมัครออกจากโครงการวิจัย (Exclusion Criteria)

- อาสาสมัครที่เป็นโรคผิวหนัง
- อาสาสมัครที่มีบาดแผลตามผิวหนัง

- อาสาสมัครผู้ที่มีประวัติ เป็นโรคผิวหนัง
- อาสาสมัครผู้ที่มีประวัติการแพ้ผลิตภัณฑ์

4.4 เกณฑ์การให้อาสาสมัครเลิกจากการศึกษาวิจัย (Discontinuation Criteria)

ในระหว่างการทดสอบ หากอาสาสมัครเกิดการแพ้ โดยพบรอยแดง และผื่นแดงบริเวณผิวที่ถูกทำการทดสอบ หรือเกิดการอักเสบตามผิวหนัง ให้ออกจากการทดสอบทันที และในกรณีที่อาสาสมัครไม่สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดในการวิจัย ต้องออกจากการวิจัยทันที

4.5 วิธีวิจัย

- อาสาสมัครทำความสะอาดบริเวณแขน และทำการกำหนดจุดบริเวณที่ใช้ในการทดสอบ จากนั้นให้อาสาสมัครพักในที่ควบคุม อุณหภูมิและความชื้น (อุณหภูมิ 22 - 26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 - 60 %) นาน 20 - 30 นาที

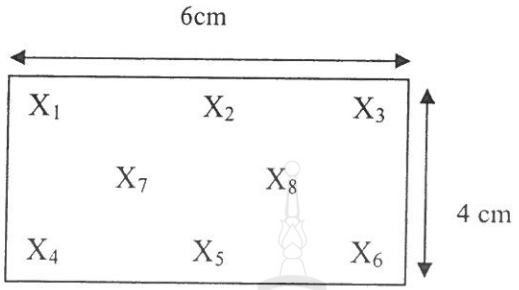
- หลังจากอาสาสมัครพักในห้องที่ควบคุม อุณหภูมิและความชื้น (อุณหภูมิ 22 - 26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 - 60 %) นาน 20 - 30 นาทีจากนั้นจะทำการทดสอบโดยการวัดความชุ่มชื้นของผิว ณ บริเวณที่กำหนดนี้ด้วยเครื่องมือวัดความชุ่มชื้นของผิว ด้วยเครื่องคอร์นีโอมิเตอร์ (Corneometer) ที่บริเวณแขน (Forearm) โดยกำหนดเวลาในการวัดดังนี้

ครั้งที่ 1 : Day 0 (D_0) เป็นการวัดค่าความชุ่มชื้นผิวของอาสาสมัครเริ่มต้น เพื่อทำการหาอาสาสมัครที่เป็นตัวแทนของกลุ่มคนผิวแห้ง โดยมีค่าความชุ่มชื้นผิวไม่เกิน 45

ครั้งที่ 2 : Day7 (D_7) เป็นการวัดค่าความชุ่มชื้นผิวของอาสาสมัคร หลังจากที่ทำการใช้ผลิตภัณฑ์ไป 7 วัน โดยวัดในวันที่ 8 และอาสาสมัครจะต้องไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ใดๆรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบมาในวันที่ 8 นี้ด้วย

ครั้งที่ 3 : Day 14 (D_{14}) เป็นการวัดค่าความชุ่มชื้นผิวของอาสาสมัคร หลังจากที่ทำการหยุดใช้ผลิตภัณฑ์ไป 14 วัน โดยวัดในวันที่ 15 และอาสาสมัครจะต้องไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ใดๆรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบมาในวันที่ 15 นี้ด้วย

ครั้งที่ 4 : Day 21 (D_{21}) เป็นการวัดค่าความชุ่มชื้นผิวของอาสาสมัคร หลังจากที่ทำการหยุดใช้ผลิตภัณฑ์ไป 21 วัน โดยวัดในวันที่ 22 และอาสาสมัครจะต้องไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ใดๆรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบมาในวันที่ 22 นี้ด้วย



รูปที่ 3.1 กำหนดตำแหน่งบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบ

X_1: เจลพื้นผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จาก *Spirulina* spp. ร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนัก

X_2: เจลพื้นผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จาก *Cladophora glomerata* ร้อยละ 0.3โดยน้ำหนัก

X_3: เจลพื้นผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จาก *Spirogyra* spp.ร้อยละ 0.3โดยน้ำหนัก

X_4: เจลพื้นผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จาก *Spirulina* spp. ร้อยละ 0.5โดยน้ำหนัก

X_5: เจลพื้นผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จาก *Cladophora glomerata* ร้อยละ 0.5โดยน้ำหนัก

X_6: เจลพื้นผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จาก *Spirogyra* spp. ร้อยละ 0.5โดยน้ำหนัก

X_7: เจลพื้น (Gel base)

X_8: ตำแหน่งสำหรับวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวหนัง (skin pH)

หมายเหตุ :

1) อาสาสมัครนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ในบริเวณที่กำหนดดังแสดงในภาพที่ 3.1 เป็นประจำในตอนเช้า ตามระยะเวลาและข้อตกลงที่กำหนด ในระหว่างที่อยู่ในการวิจัยนี้อาสาสมัครต้องหลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวอื่นๆ เฉพาะในบริเวณที่กำหนด

2) อาสาสมัครจะได้รับสมุดบันทึก 1 ชุด เพื่อบันทึกการใช้ประจำวัน รวมทั้งอาการแพ้ หรืออาการไม่พึงประสงค์ต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างหรือหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ หากเกิดอาการแพ้ที่รุนแรงใดๆให้อาสาสมัครแจ้งกับผู้วิจัยและหยุดการใช้ผลิตภัณฑ์ได้ทันที

3.5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ (Salkind,2006)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติทำโดยวิธี Pair T-test เพื่อดูความแตกต่างระหว่างเจลพื้น และ เจลพื้นที่มีส่วนผสมของสารสกัดสาหร่าย (สไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ) แต่ละชนิดที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.3 และ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ การวิเคราะห์ความแตกต่างกระทำโดยวิธี Pair T-test เพื่อใช้ดูผลของความแตกต่างโดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ ร้อยละ 95 หมายถึง ค่า p-value ที่น้อยกว่า 0.05 ($p < 0.05$) จึงจัดว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

4.1 การศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจล (gelling agent)

การศึกษาชนิดและปริมาณของ gelling agent ที่เหมาะสม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า สารก่อเจล (gelling agent) ที่เหมาะสมที่สุดได้แก่ Carbopol 940 (F2) ร้อยละ 2 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เนื่องจากได้เจลใส มีความหนืดพอเหมาะ กระจายและติดผิวดี และ Carbopol® Ultrez™21 (F7) ร้อยละ 1 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ จะให้เนื้อเจล ละเอียดมาก ซึมผ่านง่าย ทาแล้วรู้สึกเหนียวเล็กน้อย ส่วน gelling agent ชนิดและปริมาณอื่นๆ จะให้เจลข้น หรือแม้จะได้เจลใสแต่ก็มีเนื้อเหลวมากเกินไป จึงไม่เหมาะที่จะใช้เป็นสารก่อเจล (gelling agent) ของเจลพื้น (Gel base)

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของสูตรตำรับเจลพื้น (Gel base) ที่มีชนิดและปริมาณสารก่อเจล (Gelling agent) แตกต่างกัน (สัญลักษณ์ + น้อยมาก ++ เล็กน้อย +++ ปานกลาง ++++ มาก)

Sample	คุณสมบัติทางกายภาพของสูตรตำรับเจลพื้น					
	Appearance	pH	Transparency	Viscosity	Spread ability	Sensory test
F1	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	5	++	+	ดี	เจลใส มีความหนืดเล็กน้อย กระจายและติดผิวดี
F2	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	5.5	+++	++	ดี	เจลใส มีความหนืดพอเหมาะ กระจายและติดผิวดี
F3	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	5	+	+++	ดี	เนื้อเจลมีสีเหลืออ่อนๆ ทาแล้วรู้สึกเหนียวเล็กน้อย
F4	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	5	+	++++	ดี	เนื้อเจลมีสีเหลืออ่อนๆ ทาแล้วรู้สึกเหนียวเพิ่มขึ้น
F5	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	5	+++	++	เหลว	เจลข้น เนื้อเหลวมาก ไม่มีความหนืดเลย
F6	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	5.5	+++	+++	เหลว	เจลข้นเพิ่มขึ้น เนื้อเหลวมาก มีความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
F7	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	5.5	++++	++++	ปานกลาง	เนื้อเจล ละเอียดมาก ซึมผ่านง่าย ทาแล้วรู้สึกเหนียวเล็กน้อย
F8	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	5.5	++++	+++++	หนืดเล็กน้อย	เนื้อเจล ละเอียดมาก ซึมผ่านง่าย ทาแล้วรู้สึกเหนียว

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความคงตัวของเจลพื้นโดยการหมุนเหวี่ยง

Functionalized gels	Hours	Months		
	24	1	2	3
F1	100	100	100	100
F2	100	100	100	100
F3	100	100	100	100
F4	100	100	100	100
F5	100	100	100	100
F6	100	100	100	100
F7	100	100	100	100
F8	100	100	100	100

100 = stable; 0 = total instability

4.2 การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้น (Gel base)

เนื่องจากเจลเป็นผลิตภัณฑ์ที่ละลายน้ำ (water soluble) จึงทำให้สามารถทาติดผิวได้ดีและสามารถล้างน้ำออกได้ง่าย มี pH ใกล้เคียงผิวหนังจึงไม่ก่ออันตรายต่อผิวหนัง มีลักษณะใส สวยงาม น่าใช้ จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการนำมาทดลองเพื่อการพัฒนาตำรับเจล ในการศึกษาวิจัยนี้ได้เตรียม

เจลพื้นในรูปแบบ hydro alcoholic gel ซึ่งมีส่วนประกอบของตำรับได้แก่ สารสำคัญ (active ingredient) ที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ สารสกัดหยาบโพลีแซกคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ, สารก่อเจล (gelling agent), เอธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol), สารลดแรงตึงผิว (surfactant), สารที่ดูดซับน้ำ (humectant), สารกันเสีย (preservative), และ น้ำบริสุทธิ์ (purified water) การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้นได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 โดยพบว่า ค่า pH ของเจลพื้นที่เตรียมได้นั้นมีค่าใกล้เคียง pH ของผิวหนังที่เป็นกรดอ่อนๆ (pH 4-6) ดังนั้นจึงช่วยให้เกิดความนุ่มชุ่มชื้นแก่ผิว ไม่ทำให้ผิวระคายเคือง และยังพบว่าไม่ปรากฏการแยกชั้นของสูตรตำรับใดเลยหลักจากทำการทดสอบด้วยการหมุนเหวี่ยง จึงถือว่าเจลพื้นที่เตรียมมีความคงตัวทางกายภาพดี ผลที่ได้จากการทดลองในส่วนนี้ได้ทำการคัดเลือกเจลพื้นที่มี Carbopol 940 (F2) เป็นสารก่อเจล (gelling agent) ร้อยละ

2 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เนื่องจากได้เจลใส มีความหนืดพอเหมาะ กระจายและติดผิวดี เพื่อใช้เป็นเจลเบสในการทดลองขั้นต่อไป

4.3 การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้นผสมสารสกัดตัวอย่าง

จากการทดสอบความคงตัวของเจลพื้น ได้ทำการคัดเลือกสูตรตำรับ F2 เพื่อใช้เป็นเจลพื้นในการทดลองขั้นต่อไปนั้น เนื่องจากได้เจลที่มีลักษณะใส มีความหนืดพอเหมาะ กระจายและติดผิวดี จึงได้นำสูตรเจลพื้นมาทำการผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 และ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับตามลำดับ ได้สูตรตำรับทั้งหมด 6 สูตร และทำการทดสอบความคงตัวของสารสกัดในสูตรตำรับเจลพื้น ดังแสดงในตารางที่ 4.3 – 4.5

ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง

เจลพื้นผสมสารสกัดสาหร่ายสไปรูลิน่ามีลักษณะเป็นเจลขุ่นสีฟ้าอมม่วง ลักษณะเจลเข้ากันเป็นเนื้อเดียว มีความหนืดปานกลาง กระจายตัวบนผิวหนังได้ดี และภายหลังการทดสอบภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ยังคงสภาพเดิม ไม่ปรากฏการแยกชั้นในผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น สีของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ มีความเข้มกว่า สีของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ ความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ มีความหนืดสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ การทดสอบความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ (pH 6.2) มีความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ (pH 6.4) แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดมีผลต่อ สี ความหนืด และค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความหนืดที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นไม่ก่อให้เกิดความเหนอะจนเกินไป และค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้เป็นค่าที่ยังอยู่ในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวหนังมนุษย์ปกติ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความคงตัวทางกายภาพ และ ทางเคมีดี

เจลพื้นผสมสารสกัดสาหร่ายไกมีลักษณะเป็นเจลขุ่นสีเขียวอมเทา ลักษณะเจลเข้ากันเป็นเนื้อเดียว มีความหนืดปานกลาง กระจายตัวบนผิวหนังได้ดี และภายหลังการทดสอบภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ยังคงสภาพเดิม ไม่ปรากฏการแยกชั้นในผลิตภัณฑ์

เกิดขึ้น สีของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ มีความเข้มกว่า สีของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ ความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ มีความหนืดสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ การทดสอบความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ (pH 5.9) มีความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ (pH 6.0) แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดมีผลต่อ สี ความหนืด และค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความหนืดที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นไม่ก่อให้เกิดความเหนอะจนเกินไป และค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้เป็นค่าที่ยังอยู่ในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวหนังมนุษย์ปกติ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความคงตัวทางกายภาพ และ ทางเคมีดี

เจลพื้นผสมสารสกัดสาหร่ายเทาน้ำมีลักษณะเป็นเจลขุ่นสีเขียวอมเทา ลักษณะเจลเข้ากันเป็นเนื้อเดียว มีความหนืดปานกลาง กระจายตัวบนผิวหนังได้ดี และภายหลังการทดสอบภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ยังคงสภาพเดิม ไม่ปรากฏการแยกชั้นในผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น สีของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ มีความเข้มกว่า สีของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ ความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ มีความหนืดสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ การทดสอบความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ (pH 6.1) มีความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ (pH 6.2) แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดมีผลต่อ สี ความหนืด และค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความหนืดที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นไม่ก่อให้เกิดความเหนอะจนเกินไป และค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้เป็นค่าที่ยังอยู่ในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวหนังมนุษย์ปกติ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความคงตัวทางกายภาพ และ ทางเคมีดี

ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะหมุนเหวี่ยง

จากการนำผลิตภัณฑ์เจลผสมสารกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และ เทาน้ำ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 และ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับตามลำดับ ไปทดสอบความคงตัวด้วยการหมุนเหวี่ยง หลังจากวางไว้ที่อุณหภูมิห้องนานเป็นเวลา 24 ชั่วโมง 1, 2 และ 3 เดือน ตามลำดับ ไม่ปรากฏการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์แต่อย่างใด จึงสรุปได้ว่า ความมีคงตัวทางกายภาพดี

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และ เทาน้ำ ในรูปแบบเจล มีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิวต่อไป เนื่องจากมีค่าความคงตัวที่ดีทั้งทางกายภาพและเคมี

กฎของ Stokes' Law กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชั่นประกอบด้วย ชนิดและสัดส่วนของสารอิมัลซิไฟเออร์ อัตราส่วนระหว่างส่วนที่เป็นน้ำมันและส่วนที่เป็นน้ำในสูตรตำรับ ความหนืดของผลิตภัณฑ์ อัตราส่วนระหว่างวัฏภาคภายนอกต่อวัฏภาคภายในของสูตรตำรับ จากการวิจัยได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์รูปแบบเจลซึ่งมีผลต่อความหนืดต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวที่ดี

Table 4.3 การทดสอบความคงตัวของสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* spp.) ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง

(+++++ is highest and decrease in order)

Sample	%w/w	Physical/Chemical Measuring	Zero cycle	1st cycle	2nd cycle	3rd cycle	4th cycle
Spirulina spp.	0.3	Appearance	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
		pH	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
		Color	สีฟ้าอมม่วง (+)	สีฟ้าอมม่วง (+)	สีฟ้าอมม่วง (+)	สีฟ้าอมม่วง (+)	สีฟ้าอมม่วง (+)
		Transparency	เจลมีลักษณะขุ่น สีฟ้าอมม่วง	เจลมีลักษณะขุ่น สีฟ้าอมม่วง	เจลมีลักษณะขุ่น สีฟ้าอมม่วง	เจลมีลักษณะขุ่น สีฟ้าอมม่วง	เจลมีลักษณะขุ่น สีฟ้าอมม่วง
		Viscosity	+++	+++	+++	+++	+++
		Spread ability	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี
		Separation	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น
	0.5	Appearance	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
		pH	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
		Color	สีฟ้าอมม่วง (++)	สีฟ้าอมม่วง (++)	สีฟ้าอมม่วง (++)	สีฟ้าอมม่วง (++)	สีฟ้าอมม่วง (++)
		Transparency	เจลมีลักษณะขุ่น สีฟ้าอมม่วง	เจลมีลักษณะขุ่นสี ฟ้าอมม่วง	เจลมีลักษณะขุ่นสี ฟ้าอมม่วง	เจลมีลักษณะขุ่นสี ฟ้าอมม่วง	เจลมีลักษณะขุ่นสี ฟ้าอมม่วง
		Viscosity	++++	++++	++++	++++	++++
		Spread ability	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี
		Separation	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น

Table 4.4 การทดสอบความคงตัวของสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายไก (*Cladophpora glomerata*) ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง

(+++++ is highest and decrease in order)

Sample	%w/w	Physical/Chemical Measuring	Zero cycle	1st cycle	2nd cycle	3rd cycle	4th cycle
Cladophpora glomerata	0.3	Appearance	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
		pH	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
		Color	สีเขียวอมเทา (+)	สีเขียวอมเทา (+)	สีเขียวอมเทา (+)	สีเขียวอมเทา (+)	สีเขียวอมเทา (+)
		Transparency	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา
		Viscosity	++++	++++	++++	++++	++++
		Spread ability	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี
		Separation	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น
	0.5	Appearance	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
		pH	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
		Color	สีเขียวอมเทา (++)	สีเขียวอมเทา (++)	สีเขียวอมเทา (++)	สีเขียวอมเทา (++)	สีเขียวอมเทา (++)
		Transparency	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา
		Viscosity	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
		Spread ability	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี
		Separation	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น

Table 4.5 การทดสอบความคงตัวของสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากเทาน้ำ (*Spirogyra* spp.) ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูง

(+++++ is highest and decrease in order)

Sample	%w/w	Physical/Chemical Measuring	Zero cycle	1st cycle	2nd cycle	3rd cycle	4th cycle
Spirogyra spp.	0.3	Appearance	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
		pH	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
		Color	สีเขียวอมเทา (+)	สีเขียวอมเทา (+)	สีเขียวอมเทา (+)	สีเขียวอมเทา (+)	สีเขียวอมเทา (+)
		Transparency	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา
		Viscosity	++	++	++	++	++
		Spread ability	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
		Separation	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น
	0.5	Appearance	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว	เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
		pH	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
		Color	สีเขียวอมเทา (++)	สีเขียวอมเทา (++)	สีเขียวอมเทา (++)	สีเขียวอมเทา (++)	สีเขียวอมเทา (++)
		Transparency	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา	เจลมีลักษณะขุ่นสีเขียวอมเทา
		Viscosity	+++	+++	+++	+++	+++
		Spread ability	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
		Separation	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น

Tabie 4.6 ผลการทดสอบความคงตัวของเจลพื้นผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำโดยการหมุนเหวี่ยง

Samples	%w/w	Hours	Months		
		24	1	2	3
***Spirulina* spp.**	0.3	100	100	100	100
	0.5	100	100	100	100
Cladophora	0.3	100	100	100	100
glomerata	0.5	100	100	100	100
***Spirogyra* spp.**	0.3	100	100	100	100
	0.5	100	100	100	100

100 = stable; 0 = total instability

4.4 ประเมินผลการทดสอบประสิทธิภาพการเพิ่มความชุ่มชื้นผิว

ผลการวัดความชุ่มชื้นในผิวอาสาสมัครจำนวน 19 คนด้วยเครื่องคอร์นิโอมิเตอร์ แสดงในตารางที่ 4.7-4.7

จากตารางที่ 4.1 เป็นค่าเฉลี่ยความชุ่มชื้นของผิวหนังของอาสาสมัครที่เกิดขึ้นหลังจากที่ให้อาสาสมัครใช้ผลิตภัณฑ์ตามคำแนะนำ ปรากฏว่าแนวโน้มของความชุ่มชื้นในผิวหนังของอาสาสมัครมีแนวโน้มสูงขึ้นหลังจากการใช้ผลิตภัฯฑ์เป็นเวลา 7 วัน (D_0) และยังคงรักษาค่าความชุ่มชื้นผิวได้อย่างต่อเนื่องถึงแม้ว่าจะทำการหยุดใช้ผลิภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน (D_{14}) แต่ค่าเฉลี่ยความชุ่มชื้นของผิวหนังของอาสาสมัครกลับมาสู่สภาพปกติเมื่ออาสาสมัครหยุดใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 14 วัน (D_{21}) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเจลพื้นผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำนั้นมีแนวโน้มในการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังในอาสาสมัครได้

ตารางที่ 4.8 เป็นการนำค่าเฉลี่ยความชุ่มชื้นของผิวหนังของอาสาสมัครที่เกิดขึ้นหลังจากที่ให้อาสาสมัครใช้ผลิตภัณฑ์ตามคำแนะนำ ไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างเจลที่ผสมสารสกัดกับเจลพื้นที่ไม่ผสมสารสกัด ผลปรากฏว่าเมื่ออาสาสมัครใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสาหร่ายสไปรูลิน่าที่ค่าความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เป็นเวลา 7 วัน สามารถเพิ่มความชุ่มชื้นผิวให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความเปลี่ยนแปลงร้อยละ 22.38 มีความแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.031) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น และเมื่ออาสาสมัครหยุดใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสาหร่ายสไปรูลิน่าที่ค่าความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เป็นเวลา 7 วัน จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดยังคงรักษาความชุ่มชื้นให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความเปลี่ยนแปลงร้อยละ 7.10 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.019) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น

เมื่ออาสาสมัครใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสาหร่ายไกที่ค่าความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เป็นเวลา 7 วัน สามารถเพิ่มความชุ่มชื้นผิวให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความเปลี่ยนแปลงร้อยละ 26.19 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.088) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น และเมื่ออาสาสมัครหยุดใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสาหร่ายไกที่ค่าความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เป็นเวลา 7 วัน จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสามารถรักษาความชุ่มชื้นให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความเปลี่ยนแปลงร้อยละ 21.43 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.023) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น และที่ค่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสาหร่ายไกที่ค่าความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เป็นเวลา 7 วัน สามารถเพิ่มความชุ่มชื้นผิวให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความเปลี่ยนแปลงร้อยละ 28.16 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.019) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น และเมื่ออาสาสมัครหยุดใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสาหร่ายไกที่ค่าความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เป็นเวลา 7 วัน จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสามารถรักษาความชุ่มชื้นให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความเปลี่ยนแปลงร้อยละ 21.78 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.049) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น

จากผลค่าเฉลี่ยการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังจากสารสกัดจากเทาน้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 และ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ มีแนวโน้มให้เห็นว่ามีความสามารถในการเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหนัง แต่จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่าผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดไม่สามารถเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ อาจจะไม่เหมาะสม

Table 4.7 ค่าเฉลี่ยความชุ่มชื้นของผิวหนังของอาสาสมัครหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปลูริน่า สาหร่ายไก และ เทาน้ำ เปรียบเทียบกันเจลพื้น วิเคราะห์โดยเครื่องคอร์นิโอมิเตอร์รุ่นเอ็มพีเอ 825

Samples	% w/w in the formula	D_0 (Mean)	D_7 (Mean)	D_{14} (Mean)	D_{21} (Mean)
Spirulina spp.	0.3	47.34	61.01	55.48	48.44
Cladophora glomerata		42.34	58.05	55.28	44.66
Spyrogyra spp.		43.74	57.41	57.56	46.11
Spirulina spp.	0.5	47.09	58.41	54.21	45.34
Cladophora glomerata		40.54	53.02	55.79	43.06
Spyrogyra spp.		41.25	55.67	55.10	44.68
Gel base		40.54	53.02	48.53	41.97

ครั้งที่ 1 : Day 0 (D_0) เป็นการวัดค่าความชุ่มชื้นผิวของอาสาสมัครเริ่มต้น

ครั้งที่ 2 : Day7 (D_7) เป็นการวัดค่าความชุ่มชื้นผิวของอาสาสมัคร หลังจากที่ทำการใช้ผลิตภัณฑ์ไป 7 วัน โดยวัดในวันที่ 8 และอาสาสมัครจะต้องไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ใดๆ รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบมาในวันที่ 8 นี้ด้วย

ครั้งที่ 3 : Day 14 (D_{14}) เป็นการวัดค่าความชุ่มชื้นผิวของอาสาสมัคร หลังจากที่ทำการหยุดใช้ผลิตภัณฑ์ไป 14 วัน โดยวัดในวันที่ 15 และอาสาสมัครจะต้องไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ใดๆรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบมาในวันที่ 15 นี้ด้วย

ครั้งที่ 4 : Day 21 (D_{21}) เป็นการวัดค่าความชุ่มชื้นผิวของอาสาสมัคร หลังจากที่ทำการหยุดใช้ผลิตภัณฑ์ไป 21 วัน โดยวัดในวันที่ 29 และอาสาสมัครจะต้องไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ใดๆรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบมาในวันที่ 22 นี้ด้วย

ตารางที่ 4.8 ค่าความเปลี่ยนแปลงความชุ่มชื้นของผิวหนังจากการใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และเทาน้ำ เปรียบกับเจลพื้น

Samples	%w/w in the formula	Time	Product (Mean ±SEM)	% Variation of product	Gel base (Mean ±SEM)	% Variation of Gel base	*p-value*
Spirulina spp.	0.3	D_7-D_0	11.25±0.64	18.10	12.49±0.75	21.83	0.152
Cladophora glomerata			14.17±0.84	26.19	12.49±0.71	21.83	0.088
Spyrogyra spp.			12.60±0.72	22.41	12.49±0.71	21.83	0.439
Spirulina spp.	0.3	D_{14}-D_0	5.11±-0.60	7.42	8.00±0.73	14.21	0.057
Cladophora glomerata			11.91±0.86	21.43	8.00±0.91	14.21	0.023
Spyrogyra spp.			17.23±-2.94	14.49	11.86±-2.10	14.21	0.475
Spirulina spp.	0.3	D_{21}-D_0	.-1.22±-0.60	.-5.74	1.44±0.73	3.11	0.054
Cladophora glomerata			3.042±-0.42	6.04	1.44±0.26	3.11	0.248
Spyrogyra spp.			1.91±-0.34	3.59	1.44±0.26	3.11	0.445
Spirulina spp.	0.5	D_7-D_0	12.16±0.70	22.38	12.49±0.71	21.83	0.031
Cladophora glomerata			15.64±0.89	28.16	17.44±2.69	21.83	0.019
Spyrogyra spp.			9.13±0.52	16.24	12.49±0.75	21.83	0.404
Spirulina spp.	0.5	D_{14}-D_0	4.74±0.67	7.10	8.00±0.73	14.21	0.019
Cladophora glomerata			11.83±0.91	21.78	11.86±-2.10	14.21	0.049
Spyrogyra spp.			23.54±4.00	15.93	11.86±-2.10	14.21	0.309
Spirulina spp.	0.5	D_{21}-D_0	.-1.08±-0.67	.-5.59	1.44±0.73	3.11	0.081
Cladophora glomerata			2.73±-0.32	6.47	1.44±0.26	3.11	0.135
Spyrogyra spp.			2.64±-0.62	3.61	1.44±0.26	3.11	0.462

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อเจล (gelling agent)

สารก่อเจล (gelling agent) ที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองครั้งนี้ได้แก่ Carbopol 940 (F2) ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 2 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เนื่องจากได้เจลใส มีความหนืดพอเหมาะ กระจายและติดผิวดี และ Carbopol® Ultrez™21 (F7) ร้อยละ 1 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ จะให้เนื้อเจล ละเอียดมาก ซึมผ่านง่าย ทาแล้วรู้สึกเหนียวเล็กน้อย

2. การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้น (Gel base)

ผลิตภัณฑ์เจลพื้นที่มี Carbopol 940 (F2) เป็นสารก่อเจล (gelling agent) ร้อยละ 2 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ มีความคงตัวทางเคมีและกายภาพที่ดี ลักษณะเจลที่ได้ ใส มีความหนืดพอเหมาะ กระจายและติดผิวดี

3. **การทดสอบความคงตัวทางกายภาพของเจลพื้นผสมสารสกัดตัวอย่าง**

ผลิตภัณฑ์ผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และ เทาน้ำ ในรูปแบบเจล มีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิวต่อไป เนื่องจากมีค่าความคงตัวที่ดีทั้งทางกายภาพและเคมี

4. ประเมินผลการทดสอบประสิทธิภาพการเพิ่มความชุ่มชื้นผิว

1) ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดหยาบโพลีแซคคาไรด์จากสาหร่ายสไปรูลิน่า ที่ค่าความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ สามารถเพิ่มความชุ่มชื้นผิวให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.031$) หลังจากใช้ผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น และหลังจากหยุดใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน บริเวณผิวที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์ยังคงมีความชุ่มชื้นผิวด้วยค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.019$) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น

2) หลังจากการใช้ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสาหร่ายไกที่ค่าความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักในสูตร อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 7 วัน และหยุดใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน แล้วทำการทดสอบ

พบว่าบริเวณผิวหนังที่ทดสอบด้วยสารสกัดจาสาหร่ายไกยังคงรักษาความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหนังของอาสาสมัครไว้ได้ด้วยค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.023$) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น

3) ที่ค่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสาหร่ายไกที่ค่าความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักในสูตรตำรับ เป็นเวลา 7 วัน สามารถเพิ่มความชุ่มชื้นผิวให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.019$) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น และเมื่ออาสาสมัครหยุดใช้ผลิตภัณฑ์ เป็นเวลา 7 วัน ผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดสามารถรักษาความชุ่มชื้นให้แก่ผิวของอาสาสมัครด้วยค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.049$) เมื่อเปรียบเทียบกับเจลพื้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพด้านอื่นๆเพิ่มเติม เช่น ประสิทธิภาพในการลด transepidermal water loss (TEWL) เป็นต้น

5.2.2 ควรมีการประเมินความพึงพอใจจากการใช้ผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลความพึงพอใจในการใช้ผลิตภัณฑ์จากตัวแทนผู้บริโภคอย่างแท้จริง

5.2.3 ควรมีการทดสอบความสามารถในการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังของผลิตภัณฑ์เจลผสมสารสกัดเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิวที่มีในท้องตลาด เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในขั้นการพัฒนาต่อยอดในเชิงธุรกิจต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ฐิติกานต์ ปัญโญใหญ่, ยุวดี พีรพรพิศาล, ชยากร ภูมาศ และปานมุก วัชระปิยะโสภณ. การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ *Spirogyra spp.*(Study on Antioxidant from Freshwater Macroalgae *Spirogyra spp.*). การประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 3 วันที่ 21-23 มีนาคม 2550 ณ อาคารมหามกุฎ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. (2532). ครีมสำหรับผิวหนัง. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. (2540). อิมัลชั่นทางเครื่องสำอาง. 1 เชียงใหม่: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล. ศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่, ครั้งที่ 2, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2551).

อรัญญา มโนสร้อย. เครื่องสำอาง เล่มที่ 1 เชียงใหม่: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; (2540).

Anchisi C, Maccioni AM, Sinico C, Valenti D. (2001). Stability studies of new cosmetic formulations with vegetable extracts as functional agents. Il Farmaco. 56:427–431.

Bhat V.B., Madyastha K.M. (2000). C-Phycocyanin: a potent peroxyl radical scavenger in vivo and in vitro. *Biochemical and Biophysical Research Communication*. 275:20–25.

Corneometer® CM 825 – The World's most popular Skin Hydration Measurement Instrument [Web Page] [cited on 30 March 2011; available from: http:// www.dutechscientific.com/download/CM825.pdf

Dillon J.C., Phuc A.P., Dubacq J.P. (1995). Nutritional value of the alga *Spirulina*. *World Review of Nutrition and Dietetics*. 77:32–46.

Gao X, Zhang L, Wei H, Chen H. (2008). Efficacy and safety of innovative cosmeceuticals. Clin Dermatol. 26:367–374.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Guaratini T, Gianeti MD., Campos P.M.B.G.M. (2006). Stability of cosmetic formulations containing esters of Vitamins E and A: Chemical and physical aspects. Int. J. Pharm. 327:12–16.

Hirahashi T., Matsumoto M., Hazeki K., Saeki Y., Ui M., Seya T. (2002). Activation of the human innate immune system by Spirulina: augmentation of interferon production and NK cytotoxicity by oral administration of hot water extract of *Spirulina platensis. International Immunopharmacology*. 2:423–434.

Kapoor R., Mehta U. (1993). Utilization of Beta-Carotene from Spirulina Platensis by Rats. *Plant Foods For Human Nutrition*. Dordrecht. Netherlands. 43:1-7.

Lode NM. (2003). The Skin Barrier and Use of Moisturizers in Atopic Dermatitis. Clinics in Dermatology. 21:145–157.

Mahajan G., Kamat M. (1995). α-Linolenic acid production from spirulina platensis, Appl. *Microbiol Biotechnol*. 43:466–469.

Mendiola J.A., Jaime L., Santoyo S., Reglero G., Cifuentes A., Iban˜ez E., et al. (2007). Screening of functional compounds in supercritical fluid extracts from *Spirulina platensis. Food Chemistry*. 102:1357–1367.

Oberholster PJ, Botha AM, Grobbelaar JU. (2004). Microcystis aeruginosa: source of toxic microcystins in drinking water. *Afr J Biotechnol*. 3:159-68.

Ouellette J.A., Wilhelm S.W. (2003). Toxic cyanobacteria: the evolving molecular toolbox. Front Ecol Environ. 1:359-66.

Prannapus F., Kanokporn S., Yuwadee P., Salika A. (2006). Toxicological evaluation of *Cladophora glomerata* Kützing and *Microspora flocosa* Thuret in albino rats. SOUTHEAST ASIAN J TROP MED PUBLIC HEALTH. 37(3):206-209.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Roland I, Piel G, Delattre L, Evrard B. (2003). Systematic characterization of oil-in-water emulsions for formulation design. Int. J.Pharm. 263:85–94.

Salkind NJ. (2006). Statistic for people who (think they) hate statistic.

Salvador A, Chisvert A. Analysis of Cosmetic Products.1st edition. Amsterdam: Elsevier; (2007).

The European Cosmetic Toiletry AND Perfumery Association COLIPA. GUIDELINES ON STABILITY TESTING OF COSMETIC PRODUCTS. March (2004).

Vasconcelos V.M. (1999). Cyanobacterial toxins in Portugal: effects on aquatic animal and risk for human health. *Braz J Med Biol Res*. 32:249-54.

Yavichai K. Water quality and diversity of macroalgae and food people from knowledge in local knowledge in the Wang Pha district, Nan Province. Chiang Mai: Chiangmai University,. MS Thesis. (2003).

ภาคผนวก

สูตรที่ใช้ในการคำนวน มีดังนี้

Standard deviation (SD) by

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X-\overline{X})^2}{n-1}}$$

Where: S is standard deviation,
$\sum$ is sigma, which told you to find the sum of what follows.
X is each individual score,
$\overline{X}$ is the mean of all the score,
n is the sample size

Standard error of mean (SEM) by

$$SE_{\overline{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Where: $SE_{\overline{x}}$ is standard error of mean,
S is the sample standard deviation,
n is the size (number of observations) of the sample.

$$\% \text{ variation} = \left(\frac{(Tn - T_0)}{Tn}\right) * 100$$

Where: Tn is the mean of time measurement (n= 0, 1, 3 and 6),
T_0 is the mean of initial time

ตารางที่ 1 แสดงค่าค่าวชุ่มชื้นผิวจากการทาผลิตภัณฑ์เจลล์ผสมสารสกัดจากสาหร่ายสไปรูลิน่า หลังจากทาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน, และ หลังจากการหยุดใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน และต่อเนื่องจนถึงวันที่ 14 ของการวัด เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เจลพื้น และทำการวัดด้วยเครื่องคอร์นิโอมิเตอร์รุ่น เอ็มพีเอ 825

Volunteers	Concentration of *Spirulina spp.* (%w/w)											
	D_0			D_7			D_{14}			D_{21}		
	0.3	0.5	Control	0.3	0.5	Control	0.3	0.5	Control	0.3	0.5	Control
1	49.85	50.80	39.25	86.00	81.75	76.65	60.70	61.25	51.55	47.70	44.40	44.70
2	40.65	39.95	39.90	57.00	45.10	45.65	64.55	55.70	63.80	44.50	37.55	42.15
3	54.35	51.95	49.90	73.60	70.00	57.15	54.83	53.90	53.50	48.00	40.25	41.90
4	55.20	50.65	48.80	55.25	52.80	50.55	57.10	57.20	51.15	65.90	64.80	46.70
5	45.90	47.60	43.80	46.75	47.40	44.25	47.15	41.60	35.80	53.15	50.40	49.50
6	39.00	37.30	42.30	56.05	54.60	54.80	42.75	47.40	44.45	39.30	39.10	37.20
7	46.45	51.35	37.30	52.45	57.20	50.70	61.25	62.40	57.70	40.55	40.90	36.80
8	43.05	45.70	41.75	53.70	53.00	48.20	46.35	40.55	40.95	42.95	48.25	41.00
9	49.00	43.90	40.25	54.40	48.15	47.50	38.75	35.35	38.90	45.65	44.60	42.45
10	43.00	47.10	41.70	48.90	47.80	41.60	40.80	39.95	41.35	39.20	40.20	42.35
11	48.10	36.70	37.50	61.50	46.50	42.70	70.75	66.50	51.25	73.50	67.70	38.14
12	40.05	37.00	38.30	54.35	50.15	49.90	44.25	42.55	60.75	39.95	42.45	40.55
13	48.05	31.15	30.90	59.95	47.40	55.85	60.85	52.45	53.30	38.00	35.95	40.35
14	51.15	53.20	37.70	64.30	57.35	55.50	51.80	45.70	40.85	39.05	40.15	38.75
15	49.30	57.50	52.45	66.20	60.75	64.45	49.40	49.15	44.55	34.35	36.50	58.35
16	43.00	47.70	35.30	47.85	55.00	65.65	48.80	49.50	47.10	40.80	39.15	40.45
17	40.10	33.70	30.75	52.15	47.25	51.25	49.50	47.40	45.10	39.70	37.85	36.90
18	47.85	41.90	41.80	46.10	47.35	52.05	36.45	41.90	51.55	39.90	35.50	37.25
Mean	47.34	47.09	40.54	61.01	58.41	53.02	55.48	54.21	48.53	48.44	45.34	41.97
Minimum	39.00	37.30	30.75	46.75	45.10	41.60	42.75	41.60	35.80	39.30	37.55	36.80
Maximum	55.20	51.95	52.45	86.00	81.75	76.65	64.55	62.40	63.80	65.90	64.80	58.35
SEM	6.25	5.99	5.78	13.74	13.07	8.85	7.93	7.45	7.73	9.03	9.58	5.34

ตารางที่ 2 แสดงค่าค่าวชุ่มชื้นผิวจากการทาผลิตภัณฑ์เจลล์ผสมสารสกัดจ เกสาหร่ายไก หลังจากทาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน, และ หลังจากการหยุดใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน และ ต่อเนื่องจนถึงวันที่ 14 ของการวัด เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เจลพื้น และทำการวัดด้วยเครื่องคอร์นิโอมิเตอร์รุ่น เอ็มพีเอ 825

Volunteers	Concentration of *Cladophpra glomerata*(%w/w)											
	D_0			D_7			D_{14}			D_{21}		
	0.3	0.5	Control	0.3	0.5	Control	0.3	0.5	Control	0.3	0.5	Control
1	53.40	49.70	39.25	80.30	79.75	76.65	68.30	67.10	51.55	42.50	43.60	44.70
2	29.60	30.35	39.90	55.05	49.00	45.65	60.65	66.65	63.80	44.15	34.00	42.15
3	49.90	46.85	49.90	59.15	62.45	57.15	57.10	53.25	53.50	35.75	38.30	41.90
4	47.20	53.70	48.80	55.20	57.50	50.55	49.05	52.80	51.15	56.90	54.80	46.70
5	44.40	42.60	43.80	44.45	43.20	44.25	45.70	43.40	35.80	50.40	49.70	49.50
6	39.80	36.05	42.30	54.35	56.90	54.80	45.95	49.35	44.45	40.30	36.10	37.20
7	37.05	37.15	37.30	55.75	57.55	50.70	60.20	57.95	57.70	42.60	44.90	36.80
8	37.75	39.65	41.75	55.05	52.60	48.20	44.75	46.35	40.95	43.45	46.25	41.00
9	38.10	33.80	40.25	48.15	46.40	47.50	38.35	37.60	38.90	43.40	40.55	42.45
10	38.15	38.75	41.70	45.80	46.90	41.60	41.35	40.35	41.35	39.75	38.80	42.35
11	40.90	32.50	37.50	49.80	42.25	42.70	71.30	47.10	51.25	47.90	41.52	38.14
12	34.90	36.85	38.30	48.30	43.80	49.90	42.45	37.60	60.75	41.70	38.50	40.55
13	33.80	25.60	30.90	49.25	47.60	55.85	55.80	58.65	53.30	31.65	29.05	40.35
14	40.70	33.10	37.70	69.20	69.55	55.50	47.40	40.70	40.85	43.70	34.00	38.75
15	37.35	35.15	52.45	59.65	58.70	64.45	53.20	55.55	44.55	42.40	46.30	58.35
16	35.70	35.90	35.30	50.60	51.05	65.65	47.80	48.10	47.10	45.10	36.35	40.45
17	35.90	31.35	30.75	51.40	49.40	51.25	46.70	48.50	45.10	36.30	34.30	36.90
18	38.30	39.85	41.80	46.15	45.80	52.05	51.30	40.90	51.55	39.70	41.03	37.25
Mean	43.05	42.34	40.54	57.75	58.05	53.02	55.28	55.79	48.53	44.66	43.06	41.97
Minimum	29.60	30.35	30.75	44.45	43.20	41.60	45.70	43.40	35.80	35.75	34.00	36.80
Maximum	53.40	53.70	52.45	80.30	79.75	76.65	68.30	67.10	63.80	56.90	54.80	58.35
SEM	8.17	8.31	5.78	10.93	11.51	8.85	8.60	8.76	7.73	6.96	7.51	5.34

ตารางที่ 3 แสดงค่าค่าวชุ่มชื้นผิวจากการทาผลิตภัณฑ์เจลล์ผสมสารสกัดจากเะาน้ำ หลังจากทาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน, และ หลังจากการหยุดใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน และ ต่อเนื่องจนถึงวันที่ 14 ของการวัด เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เจลพื้น และทำการวัดด้วยเครื่องคอร์นิโอมิเตอร์รุ่น เอ็มพีเอ 825

Volunteers	Concentration of *Spyrogyra* (%w/w)											
	D_0			D_7			D_{14}			D_{21}		
	0.3	0.5	Control	0.3	0.5	Control	0.3	0.5	Control	0.3	0.5	Control
1	51.40	44.20	39.25	80.10	81.20	76.65	69.85	71.50	51.55	46.00	39.30	44.70
2	41.70	42.00	39.90	56.80	49.25	45.65	61.35	61.15	63.80	42.05	38.40	42.15
3	45.30	49.45	49.90	60.90	52.45	57.15	56.55	55.45	53.50	43.70	39.35	41.90
4	44.45	44.40	48.80	51.95	55.00	50.55	52.20	48.60	51.15	59.10	64.80	46.70
5	40.65	36.10	43.80	47.35	44.55	44.25	42.95	37.55	35.80	53.05	49.40	49.50
6	33.70	35.70	42.30	51.90	53.45	54.80	59.75	59.55	44.45	35.05	45.85	37.20
7	49.00	36.90	37.30	52.85	53.80	50.70	60.25	51.90	57.70	43.85	35.65	36.80
8	42.95	42.40	41.75	49.70	48.85	48.20	42.35	40.65	40.95	43.65	40.80	41.00
9	40.10	40.80	40.25	51.05	44.85	47.50	39.60	37.90	38.90	47.95	43.35	42.45
10	42.25	42.90	41.70	53.30	46.80	41.60	39.50	44.50	41.35	40.45	40.85	42.35
11	36.75	35.80	37.50	53.30	42.45	42.70	61.70	49.30	51.25	39.40	40.15	38.14
12	35.75	34.15	38.30	44.90	47.30	49.90	43.40	42.45	60.75	37.20	38.30	40.55
13	31.40	30.65	30.90	54.45	50.10	55.85	43.30	56.15	53.30	39.00	36.15	40.35
14	42.25	34.30	37.70	60.70	54.85	55.50	49.00	41.70	40.85	35.15	34.60	38.75
15	50.00	57.30	52.45	62.00	66.65	64.45	46.60	47.20	44.55	48.50	40.35	58.35
16	57.10	38.90	35.30	58.60	53.15	65.65	48.80	49.50	47.10	57.20	35.10	40.45
17	35.80	31.75	30.75	49.70	45.90	51.25	49.50	47.40	45.10	41.85	59.55	36.90
18	45.30	43.70	41.80	53.05	49.65	52.05	48.65	39.80	51.55	47.15	46.95	37.25
Mean	43.74	41.25	40.54	57.41	55.67	53.02	57.56	55.10	48.53	46.11	44.68	41.97
Minimum	33.70	35.70	30.75	47.35	44.55	41.60	42.95	37.55	35.80	35.05	35.65	36.80
Maximum	51.40	49.45	52.45	80.10	81.20	76.65	69.85	71.50	63.80	59.10	64.80	58.35
SEM	5.83	5.21	5.78	10.87	11.80	8.85	8.37	10.69	7.73	7.82	10.06	5.34

เอกสารเลขที่ 35/2552

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ขอรับรองว่า

โครงการวิจัย : การพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์เจลประอรผิวจากสารสกัดจากสาหร่ายเกลียวทอง สาหร่ายไก และเทาน้ำ (Gel Moisturizing product Development from Spirulina, *Cladophora glomerata* and *Spirogyra sp.* Extracts)

โครงการเลขที่ : REH-52035

ชื่อหัวหน้าโครงการ : อาจารย์มยุรมาศ แสงเงิน

สังกัด : สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

เป็นโครงการวิจัยที่ไม่ขัดต่อหลักจริยธรรมสากลตามคำปฏิญญาเฮลซิงกิ (The Declaration of Helsinki) และแนวทางจริยธรรมการวิจัยในคนแห่งชาติ พ.ศ. 2545

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการที่เสนอต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงได้ ณ วันที่ 9 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2552

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ กัลณกา สาธิตธาดา)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ประวัตินักวิจัยและคณะ

NAME	Phunrawie Promnart
SEX	Female
BIRTHDATE	December 28, 1976
BIRTH PLACE	Phang-nga, Thailand
1995-1998	Bachelor of Science (Chemistry)
	Rajabhat Institute Suratthani (3.15 GPA.)
2001-2004	Master of Science (Pharmaceutical Chemistry)
	Mahidol University (3.65 GPA.)

NAME	Pahol Saansoomchai
SEX	Male
BIRTHDATE	January 04, 1979
BIRTH PLACE	Lumpoon, Thailand
EDUCATION	
1998 - 2001	Bachelor of Science (Biotechnology and Biochemistry)
	Chiang Mai University
2002 -2005	Master of Science (Biochemistry)
	Chiang Mai University