



การเพิ่มประสิทธิภาพค่าการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์กันแดดเนื้ออิมัลชัน
โดยใช้น้ำมันเมล็ดปองกาเมียกลาบรา
EFFECT OF *PONGAMIA GLABRA* SEED OIL IN SUN PROTECTION
FACTOR ENHANCEMENT OF SUNSCREEN EMULSION

สุเมษา สมศรี

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2568

©ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

การเพิ่มประสิทธิภาพค่าการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์กันแดดเนื้ออิมัลชัน

โดยใช้น้ำมันเมล็ดปองกาเมียกลาบรา

EFFECT OF *PONGAMIA GLABRA* SEED OIL IN SUN PROTECTION

FACTOR ENHANCEMENT OF SUNSCREEN EMULSION

สุเมษา สมศรี

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2568

©ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง



หน้าอนุมัติการค้นคว้าอิสระ

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

การค้นคว้าอิสระเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์กันแดดเนื้ออิมัลชัน
โดยใช้น้ำมันเมล็ดปองกาเมียกลาบรา

Effect of *Pongamia glabra* Seed Oil in Sun Protection Factor
Enhancement of Sunscreen Emulsion

ผู้ประพันธ์ สุเมษา สมศรี

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพงษ์ ใจวุฒิ

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.อำภา จิมไธสง

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ฐปนีย์ สารศรี

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

Anupa Jimtaisong

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.อำภา จิมไธสง)

คณบดี

วันดี รังสิวิจิตรประภา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันดี รังสิวิจิตรประภา)

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อำภา จิมนไสย อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ทั้งโอกาส ให้คำแนะนำในข้อเสนอแนะความคิดเห็นต่าง ๆ อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานวิจัย รวมถึงช่วยตรวจทานแก้ไขการค้นคว้าอิสระเล่มนี้อีกด้วย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่าง สูงในความเมตตาของคณาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อำภา จิมนไสย ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณท่านคณะกรรมการในการสอบการศึกษาอิสระในครั้งนี้ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการทำวิจัย จนผู้วิจัยสามารถนำเอาแนวทางและหลักการมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาอิสระครั้งนี้ รวมถึงเจ้าหน้าที่สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีมาตลอด จนทำให้การค้นคว้าวิจัยลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ บริษัท สกิน อินทิเมท จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้แก่ผู้วิจัยจนการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ผ่านลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จนี้ตลอดมาทางผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาด หรือมีข้อบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขอน้อมรับ และขอขมา ณ โอกาสนี้

สุเมษา สมศรี

ชื่อเรื่องการค้นคว้าอิสระ	การเพิ่มประสิทธิภาพค่าการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์กันแดดเนื้ออิมัลชันโดยใช้น้ำมันเมล็ดปองกาเมียกลาบรา
ผู้ประพันธ์	สุเมษา สมศรี
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรเครื่องสำอาง)
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.อำภา จิมไธสง

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพค่า SPF ของผลิตภัณฑ์กันแดดในรูปแบบอิมัลชันในรูปแบบครีมกันแดดแบบผสม (Hybrid Sunscreen Agents) และสารกันแดดธรรมชาติ (Natural Sunscreen Agents) และสารเพิ่มประสิทธิภาพค่า SPF จากธรรมชาติ คือ ปองกาเมีย กลาบรา ซีต ออยล์ ในอัตราส่วนความเข้มข้นที่ 5% เพื่อทำการเช็คสูตรและคัดเลือกสูตรที่มีความคงตัวดีที่สุดเพื่อนำไปศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดในระดับห้องปฏิบัติการ (In Vitro Study) พบว่า สูตรกันแดดตำรับพื้นซึ่งมีส่วนผสมของ Octyl Salicylate 4%, EHT 2.5%, DHHB 5%, BEMT 2%, Titanium Dioxide 1% มีค่า SPF เท่ากับ 47.80 ± 5.09 81 มีค่า UVA-PF 27.59 ± 3.16 เมื่อเพิ่มปองกาเมีย กลาบรา ซีต ออยล์ ในอัตราส่วนความเข้มข้นที่ 5% พบว่า วัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดคือ SPF 59.98 ± 3.81 มีค่า UVA-PF 32.49 ± 4.09 ค่า SPF สูงขึ้นจากสูตรกันแดดตำรับพื้นถึง 28.49% ผลการทดสอบความคงตัวที่สภาวะ 4°C , 25°C , และ 45°C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ามีค่าพีเอช คือ 6.50 ± 0.02 , 6.50 ± 0.01 , 6.48 ± 0.01 มีค่าความหนืดอยู่ที่ $28,690 \pm 182.48$, $27,810 \pm 17.32$, $15,923 \pm 68.07$ เนื้ครีมยังคงเดิมไม่พบการเปลี่ยนแปลง โดยสรุปการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ปองกาเมีย กลาบรา ซีต ออยล์สามารถถูกพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันแดดที่มีประสิทธิภาพได้

คำสำคัญ: ปองกาเมีย กลาบรา ซีต ออยล์, ผลิตภัณฑ์กันแดดเนื้ออิมัลชัน

Independent Study Title Effect of *Pongamia glabra* Seed Oil in Sun Protection
Factor Enhancement of Sunscreen Product

Author Sumesa Somsri

Degree Master of Science (Cosmetic Science)

Advisor Associate Professor Ampa Jimtaisong, Ph. D.

ABSTRACT

This research aims to increase the efficiency of SPF values of sunscreen products in the form of hybrid emulsion sunscreen and natural emulsion sunscreen. The research focuses on *Pongamia glabra* seed oil as a natural SPF booster at a ratio of 5%. In order to check the formula and select the formula with the most suitable stability to study the efficiency of sun protection in the laboratory (In Vitro Study), it was found that the base formula containing Octyl Salicylate 4%, EHT 2.5%, DHHB 5%, BEMT 2%, Titanium Dioxide 1% had SPF value of 47.80 ± 5.09 PA++++. When adding *Pongamia glabra* Seed Oil at the ratio of 5%. The Sun Protection Factor (SPF) of the formulation is 59.98 ± 3.81 , and the UVA Protection Factor (UVA-PF) is 32.49 ± 4.09 . Compared to the base formulation, the SPF increased by 28.49%. Stability testing was conducted under conditions of 4°C, 25°C, and 45°C over a period of four weeks. The pH values are 6.50 ± 0.02 , 6.50 ± 0.01 , and 6.48 ± 0.01 , respectively. Viscosity measurements are $28,690 \pm 182.48$, $27,810 \pm 17.32$, and $15,923 \pm 68.07$ cP, respectively. No noticeable changes in the cream's appearance or texture were observed during the stability testing period. In conclusion, the findings indicate that *Pongamia glabra* seed oil can be effectively developed into a high-performance sunscreen product.

Keywords: *Pongamia glabra* Seed Oil, Sunscreen Emulsion

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
1.1 ที่มาปัญหาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 การทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 ผลกระทบปกป้องผิวจากแสงแดด	4
2.2 รังสีอัลตราไวโอเล็ต	5
2.3 สารกันแดด	7
2.4 ปองกาเมีย กลาบรา ซีด ออยล์ (Pongamia Glabra Seed Oil)	9
2.5 การทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด	13
3 การดำเนินงานวิจัย	18
3.1 สารเคมีและวัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย	18
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	19
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	20
4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	25
4.1 การเตรียมตำรับครีมกันแดด	25
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด (SPF และ UVA-PF) ด้วยวิธี In Vitro Study	32
5 สรุปผลการวิจัย	38
5.1 ผลการวิจัย	38
5.2 ข้อเสนอแนะ	39
รายการอ้างอิง	40
ภาคผนวก	43
ประวัติผู้ประพันธ์	49

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงปริมาณของสารกันแดด	8
2.2 แสดงองค์ประกอบของกรดไขมันของ ปองกาเมีย กลาบรา ซีด ออยล์	10
2.3 แสดงค่า $EE \times I$ ที่ความยาวคลื่นตั้งแต่ 290–320 นาโนเมตร	13
2.4 ตารางการกำหนดค่า SPF ของสหภาพยุโรป	15
2.5 การกำหนดค่า SPF ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข	15
2.6 แสดงระดับของประสิทธิภาพ หรือค่า PA ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข	16
3.1 สารที่ใช้ในการวิจัย	18
3.2 ส่วนประกอบของครีมกันแดดทั้งหมด	21
4.1 การเปรียบเทียบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด (SPF)	27
4.2 ค่าพีเอชและค่าความหนืดด้วยอุณหภูมิเย็นสลับร้อน (Cooling-heating)	28
4.3 แสดงค่าพีเอชและค่าความหนืดสูตร S2 ที่สภาวะแตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	30
4.4 แสดงค่าพีเอชและค่าความหนืดสูตร F4 ที่สภาวะแตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	31
4.5 แสดงค่าพีเอชและค่าความหนืดสูตร F7 ที่สภาวะแตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	31
4.6 แสดงค่าประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด UVA-PF	33
4.7 แสดงค่าประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดรังสี UVA	34
4.8 แสดงค่าประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดของสูตรครีมกันแดดทั้งหมดหลังการทดสอบความคงตัวเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์	35

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 ประเภทของอิมัลชัน	5
2.2 รังสีจากดวงอาทิตย์	6
2.3 แสดงชนิดของสารป้องกันแสงแดด	8
2.4 ภาพแสดงลักษณะลำต้น (A) ลักษณะดอก (B) และลักษณะเมล็ด (C)	9
2.5 ภาพโครงสร้างของ Pongamol Pongamol	10
2.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวี UVB ของปองกาเมีย กลabra ซีดออยล์ ที่มีปองกามอลเป็นส่วนประกอบ โดย Cosmecoil KD	11
2.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวี UVA ของปองกามอล 1 กราฟสี่เหลี่ยมเทียบกับ Avobenzone กราฟสี่เหลี่ยม	12
2.8 แสดงประสิทธิภาพ Boots Star Rating ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข	17
4.1 ลักษณะทางกายภาพครีมกันแดดตำรับพื้นหลังจากการทดสอบด้วยเครื่อง Centrifuge	26
4.2 ลักษณะทางกายภาพครีม Pongamia Glabra Seed Oil ในแต่ละความเข้มข้น	26
4.3 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดทั้ง 3 ตำรับ	27
4.4 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดหลังจากการทดสอบด้วยเครื่อง Centrifuge	28
4.5 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดสูตร S2	29
4.6 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดสูตร F4	29
4.7 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดสูตร F7	29

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาปัญหาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดถือว่ามีความสำคัญเพื่อช่วยลดความเสียหายของผิวหนังที่ถูกทำลายด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยผู้บริโภคได้มีการหันมาให้ความสนใจในเรื่องของประสิทธิภาพการปกป้องผิวจากทั้งรังสี UVA และ UVB และความปลอดภัยในการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีความอ่อนโยนต่อผิวมากยิ่งขึ้น (Gasparro et al., 1998) เพราะแสงแดดที่ส่องลงมาบนพื้นโลกประกอบด้วยคลื่นแสงหลากหลายชนิด โดยคลื่นแสงที่มีผลกระทบกับผิวมนุษย์มากที่สุดคือ รังสี อัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet Ray, UV) ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 10 ในแสงแดด แบ่งเป็นรังสีอัลตราไวโอเล็ตชนิด A (UVA) ร้อยละ 9.5 และรังสีอัลตราไวโอเล็ตชนิด B (UVB) ร้อยละ 0.5 ในแสงแดด รังสีทั้ง 2 ชนิดนี้มีทั้งประโยชน์และโทษ แก่ผิวหนัง โดย UVB จะทำให้เกิดอาการผิวหนังร้อนแดง (Erythema) หรือเกิดอาการที่เรียกว่าถูกแดดเผา (Sunburn) ทำให้ปวดแสบปวดร้อน ส่วน UVA มีความสามารถทะลุทะลวง และทำลายผิวหนัง ทำให้ผิวหยาบกร้าน และมีสีคล้ำขึ้น (Tanning) เนื่องจากเกิดการกระตุ้นเซลล์เม็ดสี ให้สร้างเม็ดสี (Melanin Pigment) เพิ่มมากขึ้น (สุดธิดา หมีทอง และคณะ, 2558)

นอกจากนี้ยังพบว่า การทาครีมกันแดดเป็นประจำอย่างต่อเนื่องนอกจากจะช่วยในการปกป้องผิวจากแสงแดดแล้วยังส่งผลเสียต่อผิว คือ ทำให้ระคายเคืองผิวหนังอาจก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้คือส่วนของสารป้องกันแสงแดดที่เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ เนื่องจากสารกลุ่มนี้จะทำหน้าที่ดูดซับรังสียูวีไว้ที่ผิวและเกิดการสะสมซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า คือ สารในกลุ่ม Octyl Methoxycinnamate (OMC), Benzophenone-3, 4-Methylbenzylidene Camphor, 3-Benzylidene Camphor และ Octocrylene จึงมีการลดการใช้สารป้องกันแสงแดดที่เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ลงและเพิ่มในส่วนของสารป้องกันแสงแดดในกลุ่มอนินทรีย์ 2 รายการที่มีความปลอดภัยกว่าและช่วยในการกระจายและสะท้อนรังสียูวีเข้ามาเป็นส่วนผสม คือ Titanium Dioxide และ Zinc Oxide พบว่า มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น (Ruszkiewicz et al., 2017) และในปัจจุบันยังพบว่าผู้บริโภคเองก็ได้หันมาให้ความสนใจในเรื่องของการบำรุงผิวและความปลอดภัยกับผิวมากขึ้น โดยการหันมาใช้สารที่มาจากธรรมชาติ ซึ่งน้ำมันจากพืชมักนิยมนำมาใช้ในเครื่องสำอางหลากหลายชนิดเนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระและกำลังเป็นที่ยอมรับมากขึ้นในการบำรุงผิวพร้อมกับช่วย

ปกป้องผิวจากแสงแดด อาทิ น้ำมันเมล็ดทับทิม น้ำมันละหุ่ง โกโก้บัตเตอร์ น้ำมันโจโจบา น้ำมันโรสฮิป น้ำมันจากเมล็ดองุ่น น้ำมันเมล็ดปอแก้ว และน้ำมันเมล็ดฟักทอง เป็นต้น (Chu et al., 2021) นอกจากนี้ น้ำมันเมล็ดพืชกลุ่มที่กล่าวมาแล้วยังมีการศึกษาเพิ่มเติมของตัวน้ำมันเมล็ดพืชที่ให้ประสิทธิภาพในการป้องกันรังสี UVB คือ ปองกาเมีย กลabra ซีด ออยล์ (Pongamia Glabra Seed Oil) พบว่าเมื่อใช้ร่วมกับ ทามานู ออยล์ (Tamanu Oil) สามารถป้องกันรังสี UVB ได้ในช่วงความยาวคลื่น 290-320 นาโนเมตร มีผลการวิจัยที่ตีพิมพ์ในเรื่องการหาค่าฤทธิ์ของสารกันแดดของสาร ปองกาโมล (Pongamol) ที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดปองกาเมียในหลอดทดลองพบว่า ที่ความเข้มข้น 5 ppm มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 350 นาโนเมตร และมีความอ่อนโยนต่อผิว (Buddepu et al., 2011)

ดังนั้นในการศึกษาอิสระนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพค่า SPF ของผลิตภัณฑ์กันแดดในรูปแบบอิมัลชัน และผู้วิจัยสนใจเลือก Pongamia Glabra Seed Oil ที่มีปริมาณสารปองกาโมล (Pongamol) เป็นองค์ประกอบ 0.4-0.7% เพื่อทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพของค่า SPF โดยจะทำการทดสอบเปรียบเทียบกับครีมเบสกันแดดสูตรมาตรฐาน และทำการวัดค่า SPF การทดสอบค่าการป้องกันแสงอัลตราไวโอเลต (Photoprotection Test) โดยการใช้เครื่อง Ultraviolet Transmittance Analyzer ประเมินจากแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ 290-450 นาโนเมตร ซึ่งครอบคลุมได้ทั้งรังสี UVA และ UVB ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยคาดว่าจะมีประโยชน์ทางวิชาการเพื่อพัฒนาครีมกันแดดเพื่อให้ได้ตำรับที่ดีกว่า และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นช่องทางในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาตำรับครีมกันแดดที่มีส่วนผสมของ Pongamia Glabra Seed Oil
- 1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของค่า SPF โดยการใช้ Pongamia Glabra Seed Oil

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 พัฒนารับครีมกันแดดเนื้ออิมัลชันชนิด O/W ที่มีสารกลุ่มกันแดดแบบผสม (Hybrid Sunscreen) โดยมีค่า SPF 25 ขึ้นไป

1.3.2 ผสม Pongamia Glabra Seed Oil ในครีมกันแดดเนื้ออิมัลชันเพื่อดูประสิทธิภาพในการเพิ่มค่า SPF ของสูตรตำรับและประเมินประสิทธิภาพการปกป้องแสงแดดทดสอบค่าการป้องกันแสง

อัลตราไวโอเลต (Photoprotection Test) โดยใช้เครื่อง Ultraviolet Transmittance Analyzer ประเมินจากแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ 290-400 นาโนเมตร

1.3.3 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของตำรับครีมกันแดดเนื้ออิมัลชันและทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะเร่งเย็นสลับร้อนที่อุณหภูมิอุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สลับกับอุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำสลับกันเป็นเวลา 8 วัน และที่อุณหภูมิ 4 °C , 25 °C , 45 - 50 °C เป็นระยะเวลา 30 วัน และทำการวัดค่าพีเอช ความหนืด ลักษณะทางกายภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของการเพิ่มค่า SPF ในผลิตภัณฑ์ครีมกันแดดของสารป้องกันเมือกกลabra ซีด ออยล์ ซึ่งอาจนำมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมีในผลิตภัณฑ์กันแดด และได้ผลิตภัณฑ์กันแดดที่มีส่วนผสมจากธรรมชาติ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณสมบัติที่ดีต่อผิวและช่วยลดการระคายเคืองจากการใช้สารเคมีนอกจากผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด และเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคได้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ครีมป้องกันแสงแดด

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 ผลิตภัณฑ์ปกป้องผิวจากแสงแดด

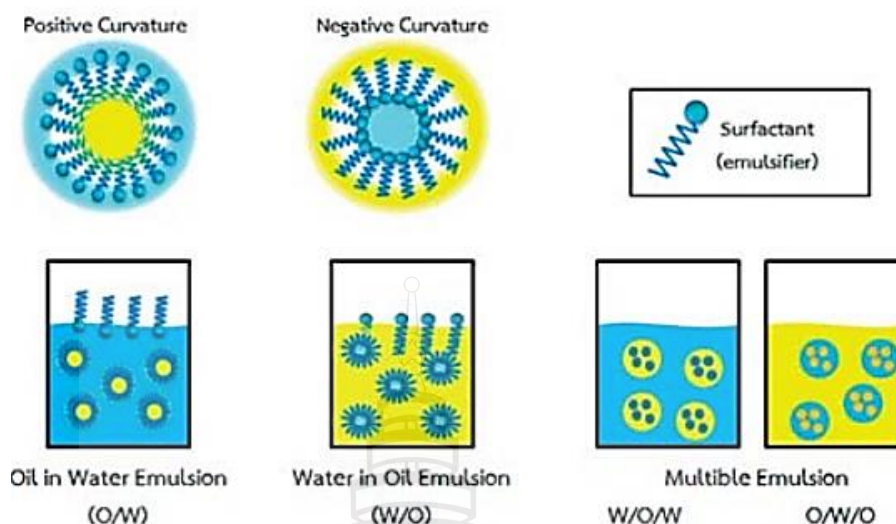
ครีมกันแดดถือเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลผิวประเภทหนึ่งที่มีส่วนผสมของสารป้องกันแสงแดด โดยมีคุณสมบัติในการช่วยปกป้องผิวหนังและผิวจากรังสีอัลตราไวโอเลตหรือรังสียูวี และมีคุณสมบัติในการดูดซับ และสะท้อนหรือกระจายแสง ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ โดยสามารถแยกและแบ่งตามประเภทของเนื้อผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

2.1.1 เนื้ออิมัลชัน (Emulsion) เป็นรูปแบบที่มีความนิยมนมากที่สุด โดยอาจอยู่ในรูปแบบของเนื้อโลชั่น หรือ เนื้อครีม ขึ้นอยู่กับความหนืด มีส่วนผสมของสารที่สามารถละลายได้ในน้ำและสารที่สามารถละลายได้ในน้ำมัน อิมัลชัน มีหลายรูปแบบ คือ เป็นระบบที่มีความเสถียรสูง มีความอ่อนโยน และปลอดภัยต่อผิวและอาจมีราคาถูกเนื่องจากมีส่วนผสมของน้ำในปริมาณที่สูง (Ngoc et al., 2019) การแบ่งประเภทของอิมัลชันตามภาพที่ 2.1 (วราภรณ์ ประเสริฐ, 2560) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ

2.1.1.1 อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil In Water Emulsion : O/W) มีน้ำมันเป็นวัฏภาคภายในและน้ำเป็นวัฏภาคภายนอก มีความเหนอะหนะค่อนข้างน้อย ล้างออกง่าย ทาแล้วกระจายตัวได้ดีจึงเป็นที่นิยมค่อนข้างมากที่สุดในกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

2.1.1.2 อิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (Water In Oil Emulsion : W/O) มีน้ำเป็นวัฏภาคภายในและน้ำมันเป็นวัฏภาคภายนอก ข้อดี คือ มีความสามารถในการกันน้ำ (Water Resistance) แต่มีข้อเสีย คือ ค่อนข้างเหนียวและเหนอะ และล้างออกยาก

นอกจากนี้ปัจจุบันยังมี อิมัลชันเชิงซ้อน (Multiple Emulsion) โดยอาจจะเป็นได้ทั้งชนิด O/W/O และ W/O/W



ที่มา วราภรณ์ ประเสริฐ และคณะ (2560)

ภาพที่ 2.1 ประเภทของอิมัลชัน

2.1.2 เนื้อเจล (Gel) แบ่งรูปแบบออกได้เป็น 4 ประเภท คือ Namely Aqueous, Hydroalcoholic, Microemulsion และ Oil Anhydrous โดยกลุ่มนี้จะให้ค่า SPF ต่ำ

2.1.3 สเปรย์ (Aerosol) ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปแบบของน้ำมัน สามารถกระจายลงบนผิวได้ง่าย และกระจายสารกันแดดเพื่อสร้างฟิล์มบาง ๆ บนผิว แต่มีข้อเสีย คือ สารกันแดดอาจจะกระจายได้ไม่สม่ำเสมอในพื้นที่บริเวณผิวที่ต้องการทำให้ประสิทธิภาพของการป้องกันแสงแดดลดลง

2.1.4 แท่ง (Stick) เป็นรูปแบบที่ใช้งานได้สะดวกและพกพาง่าย เนื่องจากมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา มีน้ำมันและแว็กซ์เป็นส่วนประกอบหลักทำให้เวลาใช้งานมีความเหนอะหนะบนผิว (Ngoc et al., 2019)

2.2 รังสีอัลตราไวโอเลต

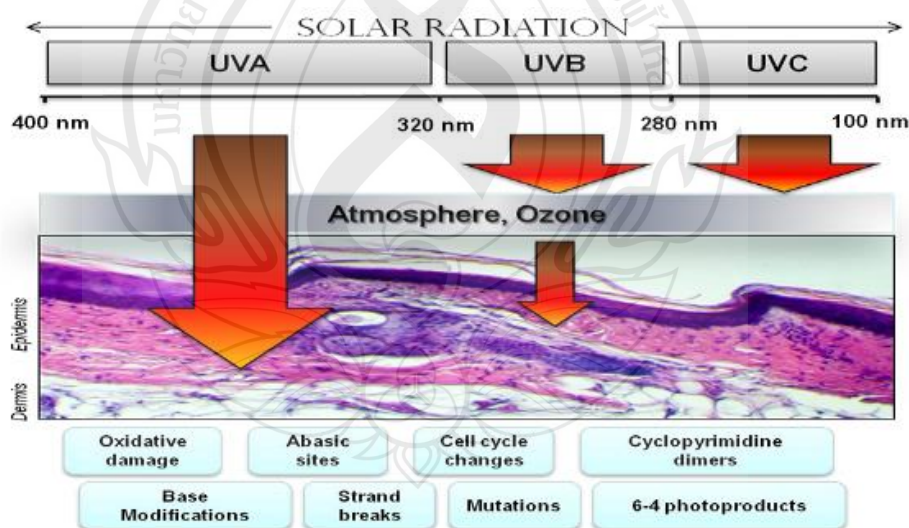
รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Radiation (UV)) มีส่วนส่งผลทำให้เกิดโรคทางผิวหนังได้หลายชนิด เช่น การอักเสบของผิวหนัง การแก่ก่อนวัย และมะเร็งผิวหนัง โดยส่วนใหญ่ผิวของเราจะได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตเมื่อต้องทำงานหรือสัมผัสกับแสงแดด และการทำกิจกรรมกลางแจ้งที่ต้องสัมผัสกับแสงแดด (D'Orazio et al., 2013)

ประเภทของรังสีอัลตราไวโอเล็ต แบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามความยาวคลื่นและพลังงาน ความยาวคลื่นที่แตกต่างกันและพลังงานที่เกี่ยวข้องกับรังสีอัลตราไวโอเล็ตสอดคล้องกับผลกระทบที่ แตกต่างกับเซลล์ผิวหนังอย่าง ชัดเจน ได้แก่

1. รังสีอัลตราไวโอเล็ตซี (UVC) มีความยาวคลื่น 100-280 นาโนเมตร เป็นช่วงความยาว คลื่นที่สั้นที่สุด และมีพลังงานมากที่สุดแต่จะถูกกรองด้วยชั้นโอโซนของชั้นบรรยากาศและไม่ถือว่าเป็น ปัจจัยในการรับแสงอาทิตย์ของ มนุษย์ (Korać & Khambholja, 2011)

2. รังสีอัลตราไวโอเล็ตบี (UVB) มีความยาวคลื่น 290-320 นาโนเมตร อัตราส่วนของ รังสีอัลตราไวโอเล็ตบี (UVB) จะมีอัตราส่วนน้อยกว่ารังสีอัลตราไวโอเล็ตเอ (UVA) โดยคิดเป็น 5-10% ของรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่พบ รังสีชนิดนี้มักจะถูกดูดซับบริเวณผิวชั้นนอกไม่สามารถทะลุเข้าถึงผิว ชั้นในได้โดยส่งผลกระทบกับผิวทำให้เกิดอาการแดดเผา (sunburn) ได้และก่อให้เกิดเป็นมะเร็ง ผิวหนังได้ (D’Orazio et al., 2013)

3. รังสีอัลตราไวโอเล็ตเอ (UVA) มีความยาวคลื่น 320-400 นาโนเมตร โดยคิดเป็น 90- 95% ของรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่พบ รังสีอัลตราไวโอเล็ตเอมีความสามารถเจาะลึก ผ่านชั้นผิวหนังได้มี ส่วนสำคัญในการสร้างอนุมูลอิสระที่สามารถทำลายดีเอ็นเอได้ ส่งผลให้เกิดอาการ ข้างเคียง ได้แก่ ทำให้ผิวแก่ก่อนวัย การลดภูมิคุ้มกันสร้างความเสียหายให้กับตาและทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง (D’Orazio et al., 2013)



ที่มา D’Orazio et al. (2013)

ภาพที่ 2.2 รังสีจากดวงอาทิตย์

2.3 สารกันแดด

ปัจจุบันสารกันแดดแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ สารกันแดดกลุ่ม Physical sunscreen และ Chemical sunscreen นอกจากนี้ 2 กลุ่มนี้แล้วยังมีคุณสมบัติเพิ่มเติมเข้ามา คือ กลุ่มที่เป็น Hybrid UV Filters (Organic/Inorganic Agents)

2.3.1 สารกลุ่ม Physical sunscreen (Inorganic UV Filters) มีคุณสมบัติในการสะท้อนหรือกระจายรังสียูวี ได้แก่ Zinc Oxide (ZnO) และ Titanium Dioxide (TiO₂) สารกลุ่มนี้มีความปลอดภัยต่อผิวและมีความเสถียรต่อแสงแดด มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีความละเอียด สามารถดูดซับรังสียูวีได้ในช่วงกว้าง (Broad Spectrum Sunscreen) สามารถป้องกันได้ทั้งรังสี UVA/UVB เมื่อทาลงบนผิวทำให้เกิดความขาว และเป็นคราบขาวตกค้างบนผิวหน้าและเสื้อผ้าได้ แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน ZnO และ TiO₂ ได้มีการพัฒนาและสังเคราะห์ขึ้นเพื่อให้ได้ขนาดอนุภาคที่เล็กลงในขนาดนาโนเมตร (10-50 นาโนเมตร) ทำให้สามารถลดการสะท้อนของแสงและเกิดความโปร่งแสงมากขึ้น ทำให้เวลาทาหลังผิวแล้วไม่ทิ้งคราบและความขาว

2.3.2 สารกลุ่ม Chemical Sunscreen (Organic UV Filters) มีคุณสมบัติในการดูดซับรังสียูวีให้มีความเข้มข้นลงเมื่อผ่านไปสูผิวหน้าสามารถดูดซับได้ทั้งรังสี UVA และ UVB โดยกลุ่มที่ป้องกัน UVA เช่น Dibenzoylmethanes และ benzophenones กลุ่มที่ป้องกัน UVB เช่น Salicylates, Cinnamates, Para-Aminobenzoic Acid (PABA) Derivatives ข้อดีของสารในกลุ่มนี้ คือ ไม่ทำให้เกิดคราบขาว แต่ก็มีข้อเสียค่อนข้างเยอะ อาทิ ทำให้เกิดการระคายเคืองผิว เกิดการอักเสบ และเพิ่มความเสี่ยงทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง ปัจจุบันจึงมีการลดและหลีกเลี่ยงการใช้สารกันแดดในกลุ่มนี้ และนอกจากนั้น สารกันแดดที่มีความนิยมในกลุ่มนี้ คือ Octinoxate (Ethylhexyl Methoxycinnamate) และ Oxybenzone ยังเป็นสารกันแดดที่ถูกห้ามใช้ในหมู่เกาะฮาวายเนื่องจากมีผลเสียต่อแนวปะการังทำให้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล เป็นต้น

2.3.3 สารกลุ่ม Hybrid UV Filters (Organic/Inorganic Agents) สารกลุ่มนี้ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ เป็นสารกันแดดที่ทำหน้าที่ทั้งสะท้อนและดูดซับรังสียูวีได้ทั้งสองอย่าง ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดจุดด้อยของสารในกลุ่ม Physical และ Chemical sunscreen และนำจุดเด่นมาทำให้มีประสิทธิภาพสูงและให้ค่า SPF สูงในการป้องกันได้ในช่วงกว้างครอบคลุมทั้งรังสี UVA/UVB สารในกลุ่มนี้ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (ดูดกลืนแสงช่วง 280–400 นาโนเมตร) และ Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine (BEMT) (ดูดกลืนแสงช่วง 290–370 นาโนเมตร)

ดังนั้นแล้วในการเลือกใช้ครีมกันแดดผู้บริโภคควรศึกษาข้อมูลและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์กันแดดว่ามีความสามารถในการป้องกันแสงแดดได้ที่ช่วงใดบ้าง (Ngoc et al., 2019) ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของสารกันแดดและของการปกป้องผิวจากรังสีตามภาพที่ 2.3 (United States Environmental Protection Agency [EPA], 2006) รวมถึงข้อมูลเรื่องการกำหนดชนิดของสารป้องกันแสงแดดที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดตาม FDA ภาพที่ 2.3 (Gasparro et al., 2000)

FDA Monograph Sunscreen Ingredients	Amount of Ray Protection		Chemical (C) or Physical (P)
	UVA	UVB	
Aminobenzoic acid (PABA)	○	●	C
Avobenzene	●	○	C
Cinoxate	○	●	C
Dioxybenzone	●	●	C
Ecamsule	●	○	C
Homosalate	○	●	C
Menthyl anthranilate	●	●	C
Octocrylene	○	●	C
Octyl methoxycinnamate	○	●	C
Octyl salicylate	○	●	C
Oxybenzone	●	●	C
Padimate O	○	●	C
Phenylbenzimidazole	○	●	C
Sulisobenzene	●	●	C
Titanium dioxide	●	●	P
Trolamine salicylate	○	●	C
Zinc Oxide	●	●	P

Protection Level: ● = extensive ○ = considerable ○ = limited ○ = minimal

ที่มา EPA (2006)

ภาพที่ 2.3 แสดงชนิดของสารป้องกันแสงแดด

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณของสารกันแดด

Ingredient	Maximum concentration (%)
Aminobenzoic Acid	15
Avobenzene	3
Cinoxate	3
Dioxybenzone	3
Homosalate	15
Menthyl Anthranilate	5
Octocrylene	10

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

Ingredient	Maximum concentration (%)
Octyl Methoxycinnamate	7.5
Octyl Salicylate	5
Oxybenzone	6
Padimate-O	8
Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid	4
Sulisobenzene	10
Titanium Dioxide	25
Trolamine Salicylate	12
Zinc Oxide	25

ที่มา Gasparro et al. (2000)

2.4 ปองกาเมีย กลาบรา ซีด ออยล์ (Pongamia Glabra Seed Oil)

ปองกาเมีย กลาบรา ซีด ออยล์ หรือ คารันจา ออยล์ (Karanja oil) ปัจจุบันพบได้ทั่วไปในประเทศอินเดีย ออสเตรเลีย ฟลอริดา ฮาวาย มาเลเซีย โอเชียเนีย และฟิลิปปินส์ (Jahan et al., 2021) ในประเทศไทยเรียกว่า หยีนน้ำ หรือหยีทะเล (Pongamia Pinnata) เป็นพืชท้องถิ่นของเอเชียใต้และตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งไทยพบมากตามป่าชายเลนทั้งภาคใต้และภาคตะวันออกเป็นต้นไม้ผลัดใบลำต้นมีความสูงถึงมีความสูงถึง 25 เมตร (ภาพที่ 2.4A) ช่อดอกมีความยาว 6-27 เซนติเมตร ดอกจะมีสีขาวหรือสีชมพู (ภาพที่ 2.4B) ฝักมีสีน้ำตาลเข้มเมล็ดมีลักษณะเป็นรูปไข่เหมือนเมล็ดถั่ว (ภาพที่ 2.4C) (Degani et al., 2022)



(A)



(B)

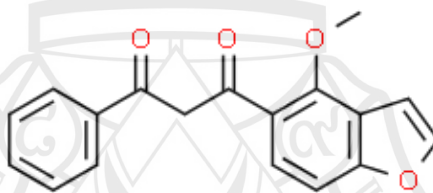


(C)

ที่มา Degani et al. (2022)

ภาพที่ 2.4 ภาพแสดงลักษณะลำต้น (A) ลักษณะดอก (B) และลักษณะเมล็ด (C)

ปองกาเมีย กลาบรา ซีด ออยล์ มีสารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ คือ สารกลุ่ม Fatty acid อาทิเช่น Oleic, Linoleic, Myristic, Palmitic, Stearic, Linolic, Lignoceric, Dihydroxysteraric, Eicosenoic, Erachidic, Behenic Acids เป็นต้น และปองกามอล (Pongamol) เป็นองค์ประกอบ 0.3 - 0.9% (Degani et al., 2022) มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 2.5 เป็นกลุ่ม Furanoflavones ซึ่งมีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Anti-Oxidant) และเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลากหลาย (GlobinMed, 2022) นอกจากนั้นยังมีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านมะเร็งต่อต้านการอักเสบ (Anti- Inflammatory) ด้านเชื้อจุลชีพ (Anti-Microbial) (Jahan et al., 2021) นอกจากนั้นยังพบว่า สารปองกามอล (Pongamol) ที่เป็นองค์ประกอบของปองกาเมีย กลาบรา ซีด ออยล์ มีคุณสมบัติสำคัญที่มีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับรังสียูวี มีการนำมาใช้ในครีมกันแดดเพื่อป้องกันผิวแก่ก่อนวัย และการเกิดมะเร็งผิวหนังได้ (Patil et al., 2015) นอกจากนั้นยังมีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านมะเร็งต่อต้านการอักเสบ (Anti- Inflammatory) ด้านเชื้อจุลชีพ (Anti-Microbial) (Jahan et al., 2021)



ที่มา ChemSpider (n.d.)

ภาพที่ 2.5 ภาพโครงสร้างของ Pongamol Pongamol

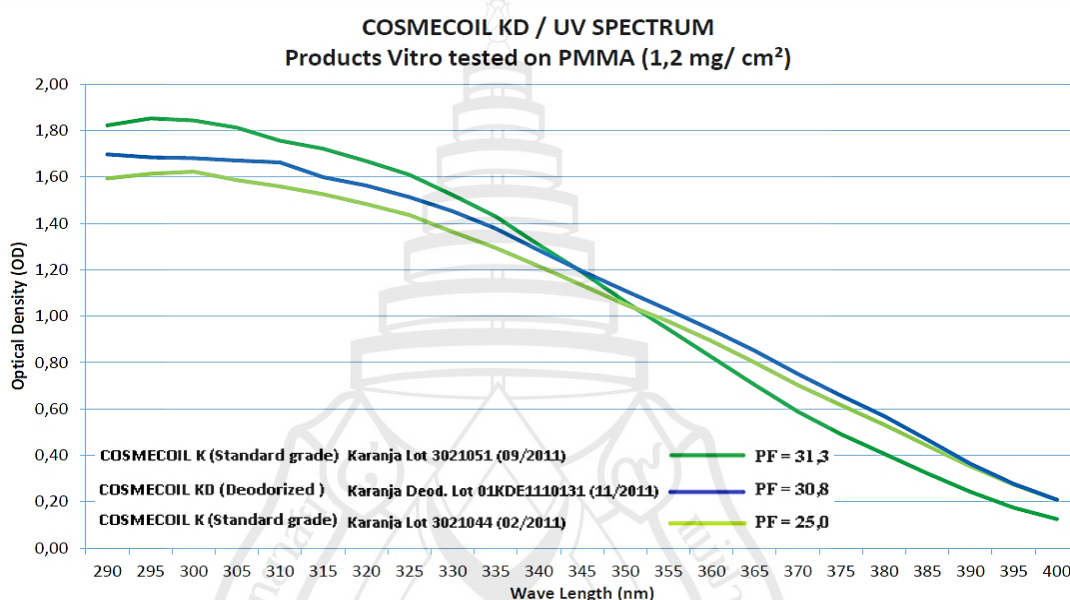
ตารางที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบของกรดไขมันของ ปองกาเมีย กลาบรา ซีด ออยล์

Fatty acid	Molecular	% content
Palmitic	C16:0	12 - 14
Stearic	C18:0	11 - 13
Oleic	C18:1 (n-9)	45 - 47
Linoleic	C18:2 (n-6)	16 - 18
Linolenic	C18:3 (n-3)	1.5 - 3.5
Behenic	C22:0	3 - 5
Arachidic	C20:0	0 - 2
Gondoic Acid	C20:1(n-9)	0.5 - 1.5
Lignoceric	C24:0	0 - 2

ที่มา Cosmact (2012)

การทดสอบการดูดซับรังสีของปองกาเมีย กลาברה ซีต ออยล์

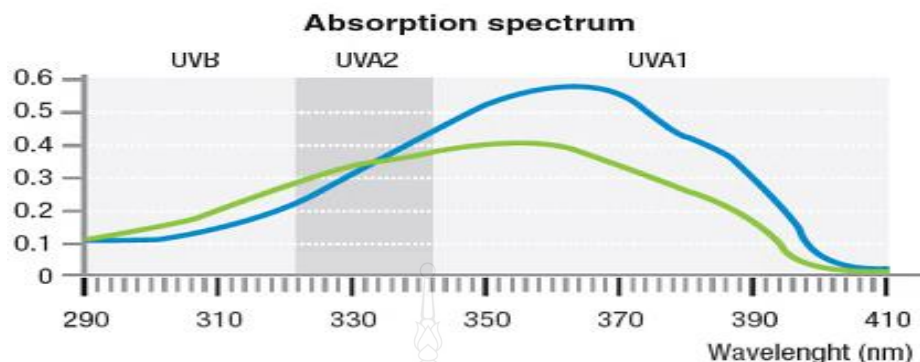
1. การทดสอบการดูดซับรังสี UVB ของบริษัท COSMACT S.A.S พบว่า ปองกาเมีย กลาברה ซีต ออยล์ ที่มีส่วนประกอบของสารปองกามอล 0.4–0.7% มีฤทธิ์ในการช่วยในการป้องกัน และช่วยดูดซับรังสียูวี UVB ในปริมาณความเข้มข้น 5% โดยการทดสอบในหลอดทดลอง (Invitro Test) ดังภาพที่ 2.6 นอกจากนั้นยังมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผิวเมื่อสัมผัสกับแสงแดด (Non Photo-Allergic And Non-Photo Toxic) (Cosmact, 2012)



หมายเหตุ กราฟสีน้ำเงิน คือ ออยล์ที่ผ่านกระบวนการบดและกลั่นด้วยกระบวนการ Deodorization ทำให้กลิ่นเจือจางอ่อนลงและใสขึ้น ส่วน Cosmecoil K กราฟสีเขียวเข้มและสีเขียวอ่อน คือ ออยล์ที่ผ่านกระบวนการบดและกลั่นแบบธรรมดา

ภาพที่ 2.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวี UVB ของปองกาเมีย กลาברה ซีตออยล์ ที่มีปองกามอลเป็นส่วนประกอบ โดย Cosmecoil KD

2. การทดสอบการดูดซับรังสี UVA และการเพิ่มประสิทธิภาพค่า SPF ของบริษัท Givaudan France SAS โดยใช้ปองกามอลที่เป็นองค์ประกอบของปองกาเมีย กลาברה ซีต ออยล์ ในปริมาณความเข้มข้น 1% ทดสอบเทียบกับสารกันแดดมาตรฐาน คือ Avobenzone (Parsol®1789) พบมีประสิทธิภาพในการดูดซับรังสี UVA ได้โดยการทดสอบในหลอดทดลอง (invitro test) ดังภาพที่ 2.7 (Givaudan, 2003)



ภาพที่ 2.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวี UVA ของปองกามอล 1% กราฟสีเขียว เทียบกับ Avobenzone กราฟสีฟ้า

3. การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดของปองกามอล (Pongamol) ที่เป็นองค์ประกอบของปองกาเมีย กลabra ซีด ออยล์ โดยการเปรียบเทียบกับสารกันแดดมาตรฐาน คือ P-Amino Benzoic Acid (PABA) และ Avobenzone มีการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-visible Spectrophotometer และอ่านค่าการดูดซับแสงโดยใช้ความเข้มข้นของสารต่างกัน คือ 1, 2, 3, 4 และ 5ppm ที่ความยาวคลื่นช่วง 200–400 นาโนเมตร พบว่า สารปองกามอลจากเมล็ด ปองกาเมีย มีประสิทธิภาพในการในการป้องกันรังสี UVA (350 nm) และมีค่าการป้องกันรังสี UVB (300–320 nm) ในขณะที่ PABA มีประสิทธิภาพในการในการป้องกันรังสี UVB (288 nm) และ Avobenzone มีประสิทธิภาพในการในการป้องกันรังสี UVA (357 nm) ดังนั้นแล้วจึงสามารถนำมาใส่ลงในผลิตภัณฑ์กันแดดเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการช่วยป้องกันรังสียูวี เพื่อลดหรือหลีกเลี่ยงการใช้สารกันแดดกลุ่ม Chemical ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยในการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด (Buddepu et al., 2011)

4. จากการศึกษาของ Preethima และคณะ พบว่า น้ำมันที่ได้จากสารสกัดเมล็ดปองกาเมีย มีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับรังสี UVA และ UVB มีฤทธิ์ใช้ช่วงกว้าง จึงสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในครีมกันแดดได้ (Preethima et al., 2019)

2.5 การทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด

การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์ปกป้องผิวจากแสงแดดโดยทั่วไปไปจะแสดงโดยค่าปัจจัยการปกป้องแสงแดด Sunburn Protection Factor (SPF) โดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณ รังสีที่น้อยที่สุดที่ทำให้ผิวหนังเกิดอาการร้อนแดง (Minimal Erythema Dose (MED)) โดยทำการทดสอบบนผิวหนังของมนุษย์เปรียบเทียบกับผิวที่ทาผลิตภัณฑ์กันแดด และผิวที่ไม่ได้ทาผลิตภัณฑ์กันแดดดังสมการต่อไปนี้ (Farmacia et al., 2004)

$$SPF = MED \text{ in sunscreen protected skin} / MED \text{ in nonsunscreen protected skin}$$

การทดสอบในบนผิวหนังของมนุษย์นี้ค่อนข้างมีความแม่นยำ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการทดสอบนี้ข้อเสีย คือ เป็นกระบวนการใช้ระยะเวลาเวลานาน มีความซับซ้อน และที่สำคัญคือ มีค่าใช้จ่ายในการทดสอบค่อนข้างสูง ปัจจุบันจึงได้มีการทดสอบโดยการวัดในหลอดทดลอง (In Vitro) โดยการใช้โดยการใช้เครื่อง Ultraviolet Transmittance Analyzer โดยเครื่องมือนี้สามารถวัดค่าการดูดกลืนอัลตราไวโอเล็ตในช่วงความยาวคลื่น 250–450 nm ดังสมการต่อไปนี้ (Farmacia et al., 2004)

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

โดยที่ ค่า EE (l) = erythema effect spectrum

ค่า I (l) = solar intensity spectrum

ค่า Abs (l) = absorbance of sunscreen product

ค่า CF = correction factor (= 10)

ค่าของ EE x I เป็นค่าคงที่ที่กำหนดโดย Sayre et al. (1979) และแสดงไว้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่า EE x I ที่ความยาวคลื่นตั้งแต่ 290–320 นาโนเมตร

Wavelength (λ nm)	EE x I (normalized)
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3278
310	0.1864
315	0.0839

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

Wavelength (λ nm)	EE x I (normalized)
320	0.0180
Total	1

หมายเหตุ EE = Erythmal Effect Spectrum ; I = Solar Intensity Spectrum

ที่มา Farmacia et al. (2004)

อย่างไรก็ตามในการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์ปกป้องผิวจากแสงแดดโดยทั่วไปนอกจากจะต้องคำนึงถึงค่า Sunburn Protection Factor (SPF) แล้วยังต้องมีการทดสอบค่าประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในการป้องกัน UVA (UVA Protection Factor, UVAPF) โดยใช้วิธีทดสอบที่เรียกว่า Persistent Pigment Darkening (PPD) อีกด้วย

2.5.1 ค่า Sunburn Protection Factor (SPF)

ค่า SPF (Sun Protection Factor) เป็นค่าระบุระดับการปกป้องผิวจากรังสียูวีบี UVB (ทำให้ผิวไหม้แดง/B=Burn) หมายถึง จำนวนเท่าของเวลาที่ผิวสามารถทนต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้หลังจากทาครีมกันแดด Diffey ได้เสนอวิธีการประเมินค่า SPF ในระดับหลอดทดลอง (SPF in vitro) เป็นครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1989 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดหรือคัดเลือกสูตรตำรับ (Screening) โดยอาศัยการวัดค่า การดูดซับ (Absorption) หรือการแพร่ผ่าน (Transmission) ของแสงยูวีในช่วง 290-400 นาโนเมตร ผ่านผลิตภัณฑ์ป้องกัน แสงแดดที่ทาบบนแผ่นทดสอบ (Suitable Substrates) เช่น ผิวหนังหนู (Mouse Epidermis) หรือผิวหนังมนุษย์ (Human Epidermis) หรือแผ่นพอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ (Polymer-Based Substrates) แล้วคำนวณหา ค่า SPF ซึ่งในปัจจุบัน มีการนำ เทคนิคข้างต้นมาพัฒนาจนเป็นเครื่องตรวจวัด SPF Sunscreen Salyzer ดังภาพที่ 2.8 ค่า SPF คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้ (รมย์ฉัตร ชูโตประพัฒน์ และคณะ, 2563)

$$SPF = \sum_{290}^{400} E(\lambda)\epsilon(\lambda) / \sum_{290}^{400} E(\lambda)\epsilon(\lambda) T(\lambda)$$

หมายเหตุ $E(\lambda)$ คือ the spectral irradiance at wavelength λ of the light spectrum used

$\epsilon(\lambda)$ คือ the action spectrum of delayed erythema in human skin

$T(\lambda)$ คือ the spectral transmission at wavelength λ of the tested product

ในปัจจุบันทั้ง ประเทศไทย สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย และญี่ปุ่น ได้มีการกำหนดหนดค่า SPF ที่มีการอนุญาตให้เขียนลงบนฉลากของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดไว้ที่ 50-55.9 (SPF50) กรณีผลิตภัณฑ์ มีค่า SPF สูงกว่า 60 ให้ใช้ข้อความ SPF50+ ตามปรากฏในแนบท้ายประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง เรื่อง การแสดงค่าความสามารถในการป้องกันแสงแดดของเครื่องสำอาง ที่มีสารป้องกันแสงแดด พ.ศ. 2560

ตารางที่ 2.4 ตารางการกำหนดค่า SPF ของสหภาพยุโรป

Labelled category	Labelled SPF	Measured SPF
'Low protection'	6	6-9.9
	10	10-14.9
'Medium protection'	15	15-19.9
	20	20-24.9
	25	25-29.9
	30	30-49.9
'High protection'	50	50-59.9
	50+	60≤

ที่มา Miksa et al. (2016)

ตารางที่ 2.5 การกำหนดค่า SPF ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ระดับของประสิทธิภาพ	ค่า SPF	การแสดงค่า SPF
ต่ำ	ตั้งแต่ 6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 15 ($6 < 15$)	แสดงเป็นระดับของประสิทธิภาพ หรือ เป็น SPF ตามจริง
กลาง	ตั้งแต่ 15 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 30 ($15 < 30$)	แสดงเป็นระดับของประสิทธิภาพ หรือ เป็น SPF ตามจริง
สูง	ตั้งแต่ 30 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 50 ($30 < 50$)	แสดงเป็นระดับของประสิทธิภาพ หรือ เป็น SPF ตามจริง
สูงมาก	ตั้งแต่ 50 ขึ้นไป (≥ 50)	แสดงเป็นระดับของประสิทธิภาพ หรือ เป็น SPF 50 +

ที่มา ประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง เรื่อง การแสดงค่าความสามารถในการป้องกันแสงแดดของเครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดด พ.ศ. 2560

2.5.2 ค่า UVA (UVA Protection Factor, UVAPF)

ปัจจุบันในประเทศไทยให้ใช้วิธีการประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในการป้องกันรังสี UV-A ตามมาตรฐาน International Organization of Standardization (ISO) หรือวิธีตามมาตรฐานสากลอื่น ได้แก่ มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น The Japan Cosmetic Industry Association: JCIA, 2012 (PA) มาตรฐานของสหภาพยุโรป (UV-A seal; UVA-PF/SPF > 1/3) และ มาตรฐาน Boots Star Rating (Boots Star Rating 2004) ตามประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง เรื่อง การแสดงค่าความสามารถในการป้องกันแสงแดด ของเครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดด พ.ศ. 2560

ประเทศญี่ปุ่นกำหนดให้ใช้ PPD (Prevent Persistent Darkening) ในการประเมินประสิทธิภาพการป้องกันรังสี UV-A วิธีการทดสอบ คือ วัดปริมาณรังสี UV-A ที่น้อยที่สุดที่ทำให้ผิวมีสีคล้ำขึ้น (Pigmentation) โดยทดสอบกับผิวหนังที่ทา ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดเทียบกับผิวที่ไม่ทา ผลิตภัณฑ์ใดเลย (The Japan Cosmetic Industry Association: JCIA, 2012) แสดงเป็นค่า Protection Grade of UV-A (PA) ที่มีเครื่องหมายบอก คือ PPD มีค่าอยู่ระหว่าง (2-<4) จะแสดงเป็น PA+ , PPD ที่มีค่าอยู่ระหว่าง (4-<8) จะแสดงเป็น PA++ , PPD ที่มีค่าอยู่ระหว่าง (8-<16) จะแสดงเป็น PA+++ และ PPD ที่มีค่าอยู่ระหว่าง (>16) จะแสดงเป็น PA++++ ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงระดับของประสิทธิภาพ หรือค่า PA ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ระดับของ ประสิทธิภาพ	ค่า UVAPF	การแสดงค่า PA
ต่ำ	ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 4 (2 - < 4)	PA+
กลาง	ตั้งแต่ 4 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8 (4 - < 8)	PA++
สูง	ตั้งแต่ 8 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 16 (8 - < 16)	PA+++
สูงมาก	ตั้งแต่ 16 ขึ้นไป (≥ 16)	PA++++

ที่มา ประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง เรื่อง การแสดงค่าความสามารถในการป้องกันแสงแดด ของเครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดด พ.ศ. 2560

ในสหรัฐอเมริกา USFDA ได้กำหนดให้ใช้ Critical Wavelength (CW) เป็นค่าชี้วัดประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีเอ (UV-A Protection) และประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีช่วงกว้างครอบคลุมทั้งยูวีเอ และยูวีบี (Broad Spectrum) ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด (FDA 2011) วัดค่าการดูดซับรังสียูวีในช่วง 290-400 nm โดยค่า Critical Wavelength (CW) คือ ความยาวคลื่นที่มีพื้นที่ใต้กราฟ การดูดซับแสงเป็น 90% ของพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมด ซึ่ง US FDA กำหนดไว้

ว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า CW มากกว่าหรือเท่ากับ 370 nm ขึ้นไปจึงจะสามารถแสดงข้อความ Broad Spectrum ลงบนฉลากของผลิตภัณฑ์ได้

สหภาพยุโรปกำหนดให้ใช้ค่า UV-A Protection Factor (UV-A PF) เป็นค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพในการ ป้องกันรังสี UV-A ในสหราชอาณาจักรใช้ Boots Star Rating ในการประเมินประสิทธิภาพการป้องกันรังสี UV-A ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าการดูดซับรังสี UV-A ต่อค่าการดูดซับรังสี UV-B ของ ผลิตภัณฑ์นั้น (UV-A/UV-B ratio) โดยให้หาผลิตภัณฑ์ในปริมาณ 1 mg/cm² ลงบน Polymethylmethacrylate (PMMA) Plates แล้ววัดค่าช่วงการการดูดซับแสง ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) เพื่อหาค่า Initial Pre-Irradiation UV-A/UV-B Ratio จากนั้นให้ ฉายรังสียูวีที่ความเข้มข้น 17.5 J/cm² ลงบน Plate แล้ววัดค่าการดูดซับแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์อีกครั้งเพื่อหา ค่า Post-irradiation UV-A/UV-B Ratio ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า UV-A/UV-B ratio ต่ำที่สุดและสูงที่สุดจะได้เครื่องหมาย 3 ดาว และ 5 ดาวตามลำดับ (Boots Star Rating 2011) ดังภาพที่ 2.8

POST EXPOSURE mean UVA:UVB RATIO		INITIAL mean UVA:UVB RATIO			
		0.0 to 0.59	0.6 to 0.79	0.8 to 0.89	0.9 and over
	0.0 to 0.56	No Rating	No Rating	No Rating	No Rating
	0.57 to 0.75	No Rating			
	0.76 to 0.85	No Rating			
	0.86 and >	No Rating			

ที่มา ประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง เรื่อง การแสดงค่าความสามารถในการป้องกันแสงแดดของเครื่องสำอางที่มีสารป้องกันแสงแดด พ.ศ. 2560

ภาพที่ 2.8 แสดงประสิทธิภาพ Boots Star Rating ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมีและวัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย

สารเคมีและวัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้มีส่วนประกอบตามรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สารที่ใช้ในการวิจัย

Trade Name	Inci Name	Manufacturer
DI WATER	AQUA	-
EDTA/2Na	Disodium EDTA	Nouryun/ Netherlands
Pemulen™ TR-2 Polymer	Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer	Lubrizol/USA
Aristoflex AVC	Ammonium Acryloyldimethyltaurate/VP Copolymer	Clariant/ Switzerland
Butylene Glycol	Butylene Glycol	Kyowa Hakko Chemical/Japan
FMC XG 80	Xanthan Gum	Dupont Nutrition/France
Cetiol B	Dibutyl Adipate	BASF/Germany
Cetiol CC	Dicaprylyl Carbonate	BASF/Germany
Uvinul T150	Ethylhexyl Triazone	BASF/Germany
Uvinol A Plus Granular	Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate (DHBB)	BASF/Germany
Tinosorb S	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	BASF/Germany
Parsol EHS	Ethylhexyl Salicylate	DSM/ Switzerland

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

Trade Name	Inci Name	Manufacturer
TIO2 CR50-CS2005	Titanium Dioxide (and) Aluminium Hydroxide (and) Dimethicone	East Hill/Korea
Emulgade PL 68/50	Cetearyl Glucoside (and) Cetearyl Alcohol	BASF/Germany
Amphisol K	Potassium Cetyl Phosphate	DSM/ Switzerland
Pongamia Glabra Seed Oil	Pongamia Glabra Seed Oil	-
DL-Alpha-Tocopherol Care	Tocopheryl Acetate	BASF/Germany
Triethanolamine	Triethanolamine	DOW/USA
SI-PLUS 160	Silica	Nanogen/Korea
Diasphere KS-500	Polymethylsilsesquioxane	KOBO/Japan
Cafil UV35	Polyurethane-35	DSM/ Switzerland
BNB-G170	Phenoxyethanol, Chlorphenesin and Glycerine	B&B/Korea

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 Ultraviolet Transmittance Analyzer (UV-2000S, LABSPHERE, USA)

3.1.2 Homogenizer (Charn Intertech, THAI)

3.1.3 Stirrer (IKA RW20, GERMANY)

3.1.4 Centrifuge (HERMLE Z206A, HERMLE LABORTECHNIK, GERMANY)

3.1.5 pH Meter (STARTER 3100, OHAUS, SINGAPOR)

3.1.6 Viscometer (HALIPATH STAND D, BROOKFIELD, USA)

3.1.7 ตู้อบ (Hot Air Oven) (BINDER, GERMANY)

3.1.8 ตู้เย็น (MODEL RT50K6235, SAMSUNG, THAILAND)

3.1.9 เครื่องชั่งแบบดิจิตอล 2 ตำแหน่ง (PA4102, OHAUS, USA)

3.1.10 Water Bath (MAMMERT, GERMANY)

3.1.11 Beaker Glass ขนาด 100, 150, 250, 600 ml. (Pyrex)

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.3.1 เตรียมกันแดดสูตรตำรับ

3.1.1.1 การคัดเลือกการเตรียมสูตรกันแดดตำรับพื้น

พัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมกันแดดเนื้ออิมัลชันชนิด O/W ที่โดยที่เนื้อผลิตภัณฑ์มีความคงตัวนุ่มลื่น บางเบา เคลี่ยง่าย กันน้ำ มีค่า SPF 25 ขึ้นไป โดยทำการทดลองทั้งหมด 2 ตำรับ เพื่อคัดเลือกสูตรที่มีความคงตัวที่เหมาะสม โดยมี มีส่วนผสมของสารกันแดด 5 รายการ คือ Octyl Salicylate 4%, Ethylhexyl Triazone 2.5%, Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate 5%, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine 2%, Titanium Dioxide 1% ที่เหมือนกันโดยทำการปรับเปลี่ยนปริมาณของ สารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) คือ Potassium Cetyl Phosphate ในสัดส่วนที่แตกต่างกันตั้งแต่ 2 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ คือ สูตร S1 และ สูตร S2 เพื่อคัดเลือกหาสูตรที่มีความคงตัวที่เหมาะสมจากนั้นจึงนำสูตรที่ได้รับการคัดเลือกไปทำการศึกษาค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดในห้องปฏิบัติการ (In Vitro Study) ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยต่อไปดังปรากฏในตารางที่ 3.2

3.1.1.2 การคัดเลือกหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเพิ่มค่า SPF ของสาร Pongamia Glabra Seed Oil

พัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเบส เพื่อคัดเลือกหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของออยล์จากธรรมชาติ คือ Pongamia Glabra Seed Oil ในการใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพค่า SPF ของสูตรกันแดด โดยกำหนดความเข้มข้นที่ 1%, 3%, 5%, 7% และ 10% w/w ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยต่อไปดังปรากฏในตารางที่ 3.2

3.1.1.3 ทดสอบประสิทธิภาพเพิ่มค่า SPF ของสาร Pongamia Glabra Seed Oil

พัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมกันแดดเนื้ออิมัลชันชนิด O/W ที่โดยนำสูตรที่มีความคงตัวดีและมีค่า SPF 25 ขึ้นไป และเป็นสูตรตำรับพื้นกันแดดที่มีความคงตัวดีในข้อที่ 3.1.1.1 มาทำการเพิ่ม Pongamia Glabra Seed Oil ที่มีค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองข้อที่ 3.1.1.2 เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์การเพิ่มประสิทธิภาพของค่า SPF ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยต่อไปดังปรากฏในตารางที่ 3.2

สำหรับสารกันแดดจากธรรมชาติ (Natural Sunscreen Agent) หากใช้ตามเปอร์เซ็นต์ที่หวังผลให้ได้ค่ากันแดดสูง จะต้องใช้ในปริมาณมาก และอาจจะทำให้มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ทางผู้วิจัยจึงทำการเลือกใช้และหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในอัตราส่วนที่น้อยที่สุด จากข้อมูลของผู้ผลิต BASF Sunscreen Simulator การใช้สารกันแดดรวมทั้ง 5 รายการในตำรับที่ความเข้มข้น 14.5% w/w จะได้ค่า SPF 26.4 ซึ่งเป็นปริมาณที่คาดการณ์เบื้องต้นว่าจะได้ค่า SPF อย่างน้อย 25 ขึ้น จะมีการใส่ Film former เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพค่า SPF และ Silica เพื่อ ช่วยเรื่องเนื้อสัมผัสด้วยดังปรากฏในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบของครีมกันแดดทั้งหมด

Part	ส่วนประกอบชื่อสาร Inci Name	S1/S2 (%W/W)	F1 (%W/W)	F2-F6 (%W/W)	F7 (%W/W)
A	Aqua	q.s.to100	q.s.to100	q.s.to100	q.s.to100
	Disodium EDTA	0.10	0.10	0.10	0.10
	Acrylates/C10-30 Alkyl	0.18	0.18	0.18	0.18
	Acrylate Crosspolymer				
	Ammonium	0.50	0.50	0.50	0.50
	Acryloyldimethyltaurate/VP				
	Copolymer				
B	Butylene Glycol	3.00	3.00	3.00	3.00
	Xanthan Gum	0.30	0.30	0.30	0.30
C	Dibutyl Adipate	5.00	5.00	5.00	5.00
	Dicaprylyl Carbonate	8.00	8.00	8.00	8.00
	Ethylhexyl Triazone	2.50	-	-	2.50
	Diethylamino hydroxybenzoyl	5.00	-	-	5.00
	hexyl benzoate				
	Bis-Ethylhexyloxyphenol	2.00	-	-	2.00
	Methoxyphenyl Triazine				
	Octyl Salicylate	4.00	-	-	4.00
	Titanium Dioxide (and)	1.00	-	-	1.00
	Aluminium Hydroxide (and)				
	Dimethicone				

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

Part	ส่วนประกอบชื่อสาร Inci Name	S1/S2 (%W/W)	F1 (%W/W)	F2-F6 (%W/W)	F7 (%W/W)
	Cetearyl Glucoside (and) Cetearyl Alcohol	0.50	0.50	0.50	0.50
	Potassium Cetyl Phosphate	2.00-3.00	3.00	3.00	3.00
	Tocopheryl Acetate	0.10	0.10	0.10	0.10
	Pongamia Glabra Seed Oil	-	-	1,3,5,7,10	5.00
D	Triethanolamine	0.18	0.18	0.18	0.18
	Aqua	0.18	0.18	0.18	0.18
E	Silica	3.00	3.00	3.00	3.00
	Polymethylsilsesquioxane	1.00	1.00	1.00	1.00
F	Polyurethane-35	2.00	2.00	2.00	2.00
G	Phenoxyethanol, Chlorphenesin and Glycerine	0.50	0.50	0.50	0.50
Total		100.00	100.00	100.00	100.00

3.3.2 วิธีการเตรียมครีมกันแดด

เริ่มจากการชั่งวัตถุดิบ A, B, C, D, E, F และ G คนส่วนผสมพาร์ต B โดยการปั่นกระจายตัวโดยใช้ Stirrer ที่ความเร็วประมาณ 200-300 rpm ผสมพาร์ต A ให้เข้าป็นโดยใช้ Stirrer ที่ความเร็วประมาณ 700 - 800 rpm จนได้เนื้อเจลใส จากนั้นเติมวัตถุดิบพาร์ต B ลงใน A พร้อมปั่นให้เข้ากันจนเนียนโดยใช้ Stirrer ที่ความเร็วประมาณ 700-800 rpm จากนั้นนำพาร์ต AB และ C ไปทำความร้อนจนได้อุณหภูมิที่ 75-80 องศาเซลเซียส เมื่อได้อุณหภูมิแล้วนำพาร์ต C ลงพาร์ต AB ผสมให้เข้ากันโดยใช้ Homogenizer ที่ความเร็วประมาณ 3000 rpm เป็นเวลา 5 นาที ในระหว่างนั้นค่อย ๆ เทพาร์ต D และ E ที่ละลำดับลงใน ABC โดยยังคง Homo อย่างต่อเนื่องโดยใช้ Homogenizer ที่ความเร็วประมาณ 1500 rpm เป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาแล้วทำการย้ายไปปั่นด้วย Stirrer ที่ความเร็วประมาณ 600-700 rpm พร้อมกับ cool down ด้วยการล่อน้ำ เป็นเวลา 10-15 นาที จนอุณหภูมิกลับมาที่อุณหภูมิห้อง และผสม F และ G ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ให้ครีมเซตตัว

3.3.3 การทดสอบความคงตัวของสารสกัดเลือกสูตรกันแดดสำหรับพื้น

3.3.3.1 นำผลิตภัณฑ์ครีมกันแดดทั้ง 2 ตำรับที่มีการเปรียบเทียบใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ที่แตกต่างกัน (2-3%) มาทดสอบการคงตัวของเนื้อครีมเพื่อดูการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ครีมกันแดดด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอนความเร็วสูง (Centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที (6000rpm/min) เป็นเวลา 10 นาที

3.3.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ ผลิตภัณฑ์กันแดดในด้านของ เนื้อ สี กลิ่น ความชื้นเหลว ค่าพีเอช

3.3.3.2 การทดสอบความคงตัวลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดด ด้วยอุณหภูมิเย็นสลับร้อน (Cooling-heating) อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สลับกับอุณหภูมิ 45 - 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำสลับกันเป็นเวลา 8 วัน

3.3.4 ทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดด้วยวิธี In Vitro Study

3.3.4.1 ทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด (SPF-UVB)

1. ทำการคัดเลือกค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดของสารกันแดดรังสี UVB ของสารกันแดดธรรมชาติ Pongamia Glabra Seed Oil แต่ละความเข้มข้น คือ 1%, 3%, 5%, 7% และ 10% w/w

2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดค่า SPF ระหว่างสูตรที่มีและไม่มีการใช้สาร Pongamia Glabra Seed Oil

3.3.4.2 ทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด UVA

เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด UVA ตามหลักเกณฑ์ของ ประเทศต่าง ๆ ที่กรมอาหารและยาของประเทศไทยยอมรับในการรับจดแจ้ง โดยการนำสูตรที่เหมาะสมที่สุดคัดเลือกสูตรกันแดดที่ดีที่สุดในการเปรียบเทียบค่า ป้องกันแสงแดดรังสี UVA และ UVB เพื่อเปรียบเทียบค่า SPF, UVA-PF

1. ประเทศญี่ปุ่น ค่า UVAPF แสดงเป็นค่า PA

2. ประเทศอังกฤษ ค่า UVA/UVB RATIO

3. ประเทศอเมริกา ค่า Critical Wavelength

3.3.4.3 นำสูตรที่เหมาะสมที่สุดในเชิงของประสิทธิภาพค่าป้องกันแสงแดดรังสี UVA และ UVB เพื่อเปรียบเทียบค่า SPF, UVA-PF, CRITICAL WAVELENGT, PA

3.3.5 ทดสอบความคงตัว (Accelerated Stability Test)

การทดสอบความคงตัวลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดดก่อนวัดและหลังวัด SPF ด้วยอุณหภูมิ 4 °C, 25 °C และ 45 - 50 °C ทำการวัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ ผลิตภัณฑ์กันแดด ในด้านของ เนื้อ สี กลิ่น ความชื้นเหลว ค่าพีเอช และการแยกชั้นและค่า SPF



บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

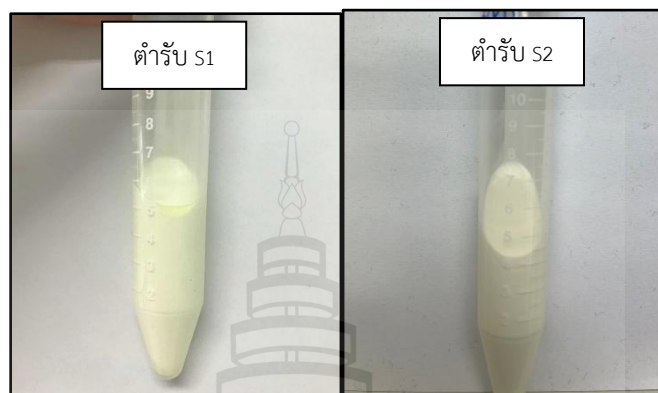
4.1 การเตรียมตำรับครีมกันแดด

ในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ได้มีการใช้น้ำมันจากธรรมชาติเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของค่า SPF คือ Pongamia Glabra Seed Oil ในปริมาณความเข้มข้นที่ 5% ซึ่งสาร Pongamia Glabra Seed Oil เป็นน้ำมันที่มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองใสและมีสารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญคือ Pongamol เป็นสารกลุ่ม Furanoflavones ซึ่งมีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Anti-Oxidant) และเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) (Rao et al., 2009) โดยพบว่า สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) มีความสามารถในการดูดซับแสงอัลตราไวโอเล็ต (UV) ด้วยค่าการดูดกลืนแสงถึง 2 ช่วงคือ ที่ 240-280 นาโนเมตร และ 300-500 นาโนเมตร ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติในการดูดซับทั้งรังสี UVA และ รังสี UVB (Mansuri et al., 2021) โดยกำหนดให้สูตรครีมกันแดดแบบผสม (Hybrid Sunscreen) เป็นตำรับพื้นฐานสำหรับการเป็นตัวควบคุมการทดลองโดยในทุกสูตรที่มีการพัฒนาตำรับจะมีปริมาณของสารกันแดดในปริมาณที่เท่ากัน 5 รายการ คือ Octyl Salicylate 4%, Ethylhexyl Triazone 2.5%, Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate 5%, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine 2%, Titanium Dioxide 1% ซึ่งถือว่าเป็นความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในเรื่องของการเพิ่มประสิทธิภาพของค่า SPF ในการเลือกใช้สารกันแดดทั้ง 5 รายการเป็นส่วนผสมเนื่องจากเป็นสารกันแดดที่มีประสิทธิภาพสูงเหมาะเพื่อนำไปใช้พัฒนาสูตรกันแดดปกป้องจากรังสี UV ในช่วงกว้าง (รังสี UVA และ UVB) และให้ค่า SPF ที่สูง (de Araújo et al., 2004) โดย % ความเข้มข้นของสารกันแดดที่ใช้อ้างอิงข้อมูลจากทางผู้ผลิตจะได้ค่า SPF จากการคำนวณใน BASF sunscreen simulator จะได้ค่า SPF 26.4 โดยมีรายละเอียดของการทดลองของแต่ละการทดลองดังนี้

4.1.1 การคัดเลือกการเตรียมสูตรกันแดดตำรับพื้น

จากผลการทดลองการปรับเปลี่ยนปริมาณของสารอีมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน คือสูตรตำรับ S1 สารอีมัลซิไฟเออร์ (Potassium Cetyl Phosphate) 2% สูตรตำรับ S2 สารอีมัลซิไฟเออร์ (Potassium Cetyl Phosphate) 3% พบว่า สูตรเบสครีมกันแดดที่มีความเหมาะสมที่สุดที่มีความคงตัวดีและไม่เกิดการแยกชั้นดังภาพที่ 4.1 เหมาะสมกับการนำมาเป็นสูตรครีมเบสตำรับ คือ % สูตรตำรับ S2 สารอีมัลซิไฟเออร์ (Potassium Cetyl Phosphate) 3% จึง

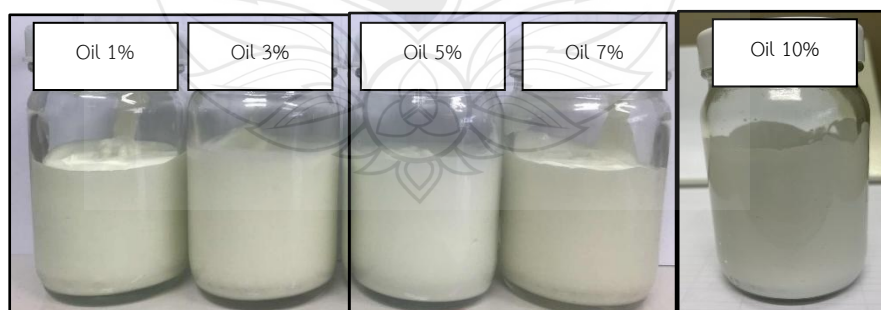
นำมาทำการทดสอบเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ Pongamia Glabra Seed Oil ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพค่า SPF ต่อไปโดยมีรายละเอียดของสูตรครีมกันแดดแต่ละสูตรได้ แสดงไว้ในตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพครีมกันแดดตัวรับพื้นหลังจากการทดสอบด้วยเครื่อง Centrifuge

4.1.2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเพิ่มค่า SPF ของสาร Pongamia Glabra Seed Oil

จากผลการทดสอบการหาความเข้มข้นที่เหมาะสมโดยทำการทดสอบความเข้มข้นของสาร Pongamia Glabra Seed Oil ที่ความเข้มข้นทั้งหมด 5 ความเข้มข้น คือ 1%, 3%, 5%, 7% และ 10% w/w ในครีมเบสที่ไม่มีสารกันแดดพบว่า ในแต่ละความเข้มข้นให้ค่า SPF คือ 1.77 ± 0.20 , 2.90 ± 0.15 , 4.10 ± 0.92 , 4.77 ± 0.20 , 4.90 ± 0.15 ตามลำดับ โดยพบว่าทั้ง 5 ความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชและค่าความหนืดของสูตรดังภาพที่ 4.2 เพียงแต่เมื่อความเข้มข้นของ Pongamia Glabra Seed Oil ที่มากขึ้นจะทำให้รู้สึกมันเวลาทาลงที่ผิวเมื่อเทียบกับความเข้มข้นของ Pongamia Glabra Seed Oil ที่น้อยกว่า โดยทางผู้วิจัยเลือกความเข้มข้นที่น้อยที่สุดมีค่า SPF ที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในงานวิจัยนี้ต่อไป คือ 5% w/w



ภาพที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพครีม Pongamia Glabra Seed Oil ในแต่ละความเข้มข้น

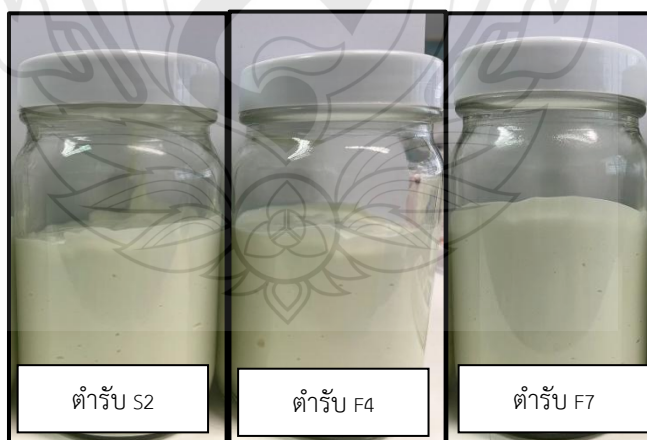
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด (SPF)

สูตร ตำรับ	Ethylhexyl Triazone	DHHB	BEMT	Octyl Salicylate	Titanium Dioxide	Pongamia Glabra Seed Oil	SPF $\pm$ SD
S2	2.50	5.00	2.00	4.00	1.00	-	47.80 $\pm$ 5.09
F1	-	-	-	-	-	-	0.89 $\pm$ 0.02
F2	-	-	-	-	-	1.00	1.77 $\pm$ 0.20
F3	-	-	-	-	-	3.00	2.90 $\pm$ 0.15
F4	-	-	-	-	-	5.00	4.10 $\pm$ 0.92
F5	-	-	-	-	-	7.00	4.77 $\pm$ 0.20
F6	-	-	-	-	-	10.00	4.90 $\pm$ 0.15
F7	2.50	5.00	2.00	4.00	1.00	5.00	59.98 $\pm$ 3.81

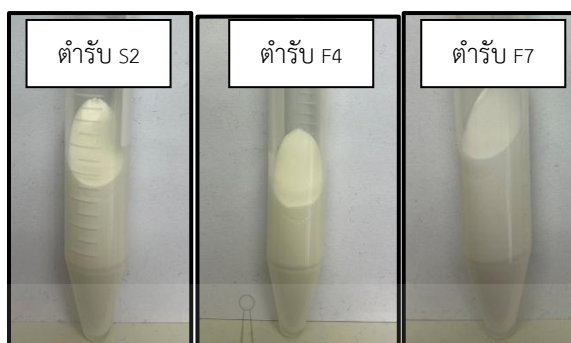
4.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพความคงตัวของสูตรตำรับกันแดด

4.1.1.1 ทดสอบความคงตัวสภาวะเร่งด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)

การศึกษานี้คือการประเมินประสิทธิภาพความคงตัวของเนื้อตำหรับกันแดดเบื้องต้นก่อน โดยการปั่นเหวี่ยง หรือ ตกตะกอนด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที พบว่า ทั้งก่อนและหลังทำการปั่นเหวี่ยงเนื้อครีมกันแดดทั้ง 3 ตำรับ คือ สูตร S2, F4 และสูตร F7 มีความเนียนเป็นเนื้อเดียวกันดังภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4 จึงได้มีการนำตัวอย่างครีมกันแดดทั้ง 3 ตำรับไปทดสอบความคง ตัวด้วยการ Heating Cooling ต่อไป



ภาพที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดทั้ง 3 ตำรับ



ภาพที่ 4.4 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดหลังจากการทดสอบด้วยเครื่อง Centrifuge

4.1.1.2 ทดสอบความคงตัวสภาวะเร่งด้วยการสลับอุณหภูมิเย็นสลับร้อน (Cooling - heating)

การทดสอบความคงตัวลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดด ด้วยอุณหภูมิเย็นสลับร้อน (Cooling-heating) อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สลับกับอุณหภูมิ 45-50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำสลับกันเป็นเวลา 8 วัน วัดผลโดยการดูค่าความเป็นกรดต่าง (ค่าพีเอช) และค่าความหนืดของทั้ง 3 ตัวรับดังตารางที่ 4.2

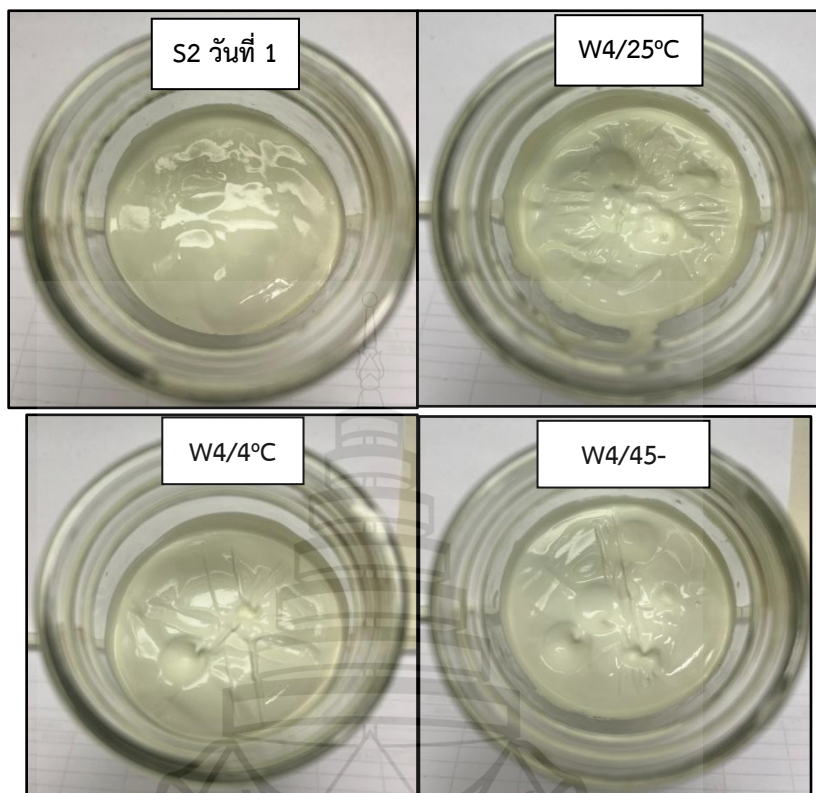
ตารางที่ 4.2 ค่าพีเอชและค่าความหนืดด้วยอุณหภูมิเย็นสลับร้อน (Cooling-heating)

สูตรตัวรับ	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) $\pm$ SD		ค่าความหนืด (CPs) $\pm$ SD	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
S2	6.55 $\pm$ 0.01	6.54 $\pm$ 0.01	26,213 $\pm$ 191.40	27,200 $\pm$ 200.00
F4	6.49 $\pm$ 0.01	6.43 $\pm$ 0.01	23,767 $\pm$ 152.75	24,657 $\pm$ 140.12
F7	6.51 $\pm$ 0.01	6.50 $\pm$ 0.01	22,200 $\pm$ 175.78	22,800 $\pm$ 200.00

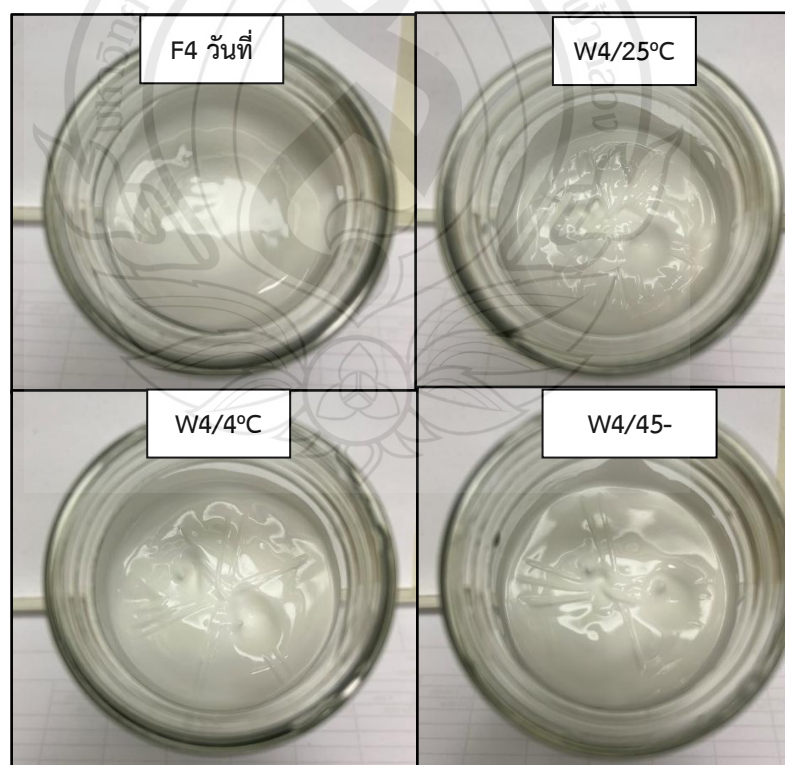
ลักษณะเนื้อของตัวรับครีมกันแดดอุณหภูมิเย็นสลับร้อน (Cooling-heating) ของทั้ง 3 ตัวรับไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของ เนื้อ สี กลิ่น และไม่พบการแยกชั้นถือว่าสูตรมีประสิทธิภาพความคงตัวที่ดี

4.1.1.3 ทดสอบความคงตัวของครีมกันแดด

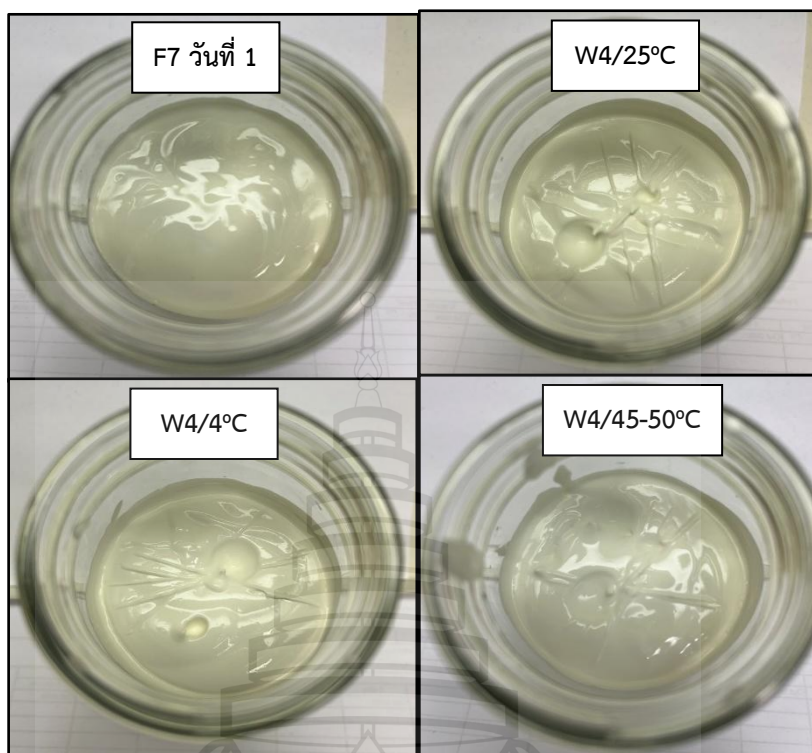
การทดสอบความคงตัวลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กันแดดก่อนวัดและหลังวัด SPF ด้วยอุณหภูมิ 4 °C, 25 °C และ 45-50 °C ทำการวัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ ผลิตภัณฑ์กันแดด ในด้านของ เนื้อ สี กลิ่น ความข้นเหลว ค่าพีเอช และการแยกชั้นและค่า SPF หลังจากผ่านไป 4 สัปดาห์



ภาพที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดสูตร S2



ภาพที่ 4.6 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดสูตร F4



ภาพที่ 4.7 ลักษณะทางกายภาพของครีมกันแดดสูตร F7

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าพีเอชและค่าความหนืดสูตร S2 ที่สภาวะแตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

สภาวะ	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) $\pm$ SD		ค่าความหนืด (CPs) $\pm$ SD	
	W0	W4	W0	W4
25°C	6.55 $\pm$ 0.01	6.53 $\pm$ 0.01	22,090 $\pm$ 155.88	27,767 $\pm$ 251.66
4°C	6.53 $\pm$ 0.03	6.50 $\pm$ 0.01	22,177 $\pm$ 80.83	29,622 $\pm$ 134.89
45-50°C	6.56 $\pm$ 0.01	6.48 $\pm$ 0.01	22,410 $\pm$ 192.87	21,623 $\pm$ 235.87

จากตารางที่ 4.3 แสดงค่าพีเอชและค่าความหนืดของตำรับครีมกันแดดสูตร S2 พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ ค่าพีเอชลดลงเพียงเล็กน้อยจากสัปดาห์ที่ศูนย์และค่าความหนืดของสูตรมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่อุณหภูมิ 4 °C และ 25°C มีความหนืดเพิ่มขึ้นมากที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 45-50°C มีค่าความหนืดลดลง แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของเนื้อครีมยังคงเดิมไม่พบการเปลี่ยนแปลงดังภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าพีเอชและค่าความหนืดสูตร F4 ที่สภาวะแตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

สภาวะ	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) $\pm$ SD		ค่าความหนืด (CPs) $\pm$ SD	
	W0	W4	W0	W4
25°C	6.49 $\pm$ 0.01	6.48 $\pm$ 0.01	23,7500 $\pm$ 132.29	27,120 $\pm$ 182.48
4°C	6.48 $\pm$ 0.01	6.49 $\pm$ 0.01	23,767 $\pm$ 230.94	30,974 $\pm$ 239.53
45-50°C	6.49 $\pm$ 0.01	6.40 $\pm$ 0.01	23,800 $\pm$ 173.21	22,210 $\pm$ 182.48

จากตารางที่ 4.4 แสดงค่าพีเอชและค่าความหนืดของตำรับครีมกันแดดสูตร S2 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ ค่าพีเอชลดลงเพียงเล็กน้อยจากสัปดาห์ที่ศูนย์และค่าความหนืดของสูตรมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่อุณหภูมิ 4 °C และ 25°C มีความหนืดเพิ่มขึ้นมากที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 45-50°C มีค่าความหนืดลดลง แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของเนื้อครีมยังคงเดิมไม่พบการเปลี่ยนแปลง ดังภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าพีเอชและค่าความหนืดสูตร F7 ที่สภาวะแตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

สภาวะ	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) $\pm$ SD		ค่าความหนืด (CPs) $\pm$ SD	
	W0	W4	W0	W4
25°C	6.51 $\pm$ 0.01	6.50 $\pm$ 0.01	21,790 $\pm$ 85.44	27,810 $\pm$ 17.32
4°C	6.51 $\pm$ 0.01	6.50 $\pm$ 0.02	18,978 $\pm$ 51.32	28,690 $\pm$ 182.48
45-50°C	6.51 $\pm$ 0.00	6.48 $\pm$ 0.01	19,010 $\pm$ 17.32	15,923 $\pm$ 68.07

จากตารางที่ 4.5 แสดงค่าพีเอชและค่าความหนืดของตำรับครีมกันแดดสูตร S2 พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ ค่าพีเอชลดลงเพียงเล็กน้อยจากสัปดาห์ที่ศูนย์และค่าความหนืดของสูตรมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่อุณหภูมิ 4 °C และ 25°C มีความหนืดเพิ่มขึ้นมากที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 45-50°C มีค่าความหนืดลดลง แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของเนื้อครีมยังคงเดิมไม่พบการเปลี่ยนแปลง ดังภาพที่ 4.7

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด (SPF และ UVA-PF) ด้วยวิธี In Vitro Study

งานวิจัยนี้ได้มีการทำการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดการทดสอบค่าการป้องกันแสงอัลตราไวโอเลต (photoprotection test) โดยการใช้เครื่อง Labsphere Transmittance Analyzer ประเมินจากแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ 290-400 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-2000S Ultraviolet Transmittance Analyzer โดยให้นำสูตรครีมกันแดดที่ทำการคัดเลือกไปทำการทดสอบทั้งหมด 3 สูตร คือ สูตรตั้งต้นตำรับกันแดดสูตร F4 คือ สูตรครีมที่มีสารป้องกันรังสี UVB กลายรา ซีด ออยล์ ความเข้มข้น 5% สูตร S2 และสูตร F7 ที่มีส่วนผสมของสารกันแดด 5 รายการ คือ Octyl Salicylate 4%, Ethylhexyl Triazone 2.5%, Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate 5%, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine 2%, Titanium Dioxide 1% เป็นตำรับพื้นเหมือนกันต่างกัน คือ สูตร F7 จะมีการเติมสารป้องกันรังสี UVA กลายรา ซีด ออยล์ ความเข้มข้น 5% ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในเรื่องของการเพิ่มประสิทธิภาพของค่า SPF ในการเลือกใช้สารกันแดดทั้ง 5 รายการเป็นส่วนผสมเนื่องจากเป็นสารกันแดดที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะ Ethylhexyl Triazone, Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine คือ สารที่มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันรังสียูวีในช่วงกว้างจึงเหมาะเพื่อนำไปใช้พัฒนาสูตรกันแดดปกป้องจากรังสี UV ในช่วงกว้าง (รังสี UVA และ UVB) และให้ค่า SPF ที่สูง (de Araújo et al., 2004) โดย % ความเข้มข้นของสารกันแดดที่ใช้อ้างอิงข้อมูลจากทางผู้ผลิตจะได้ค่า SPF จากการคำนวณใน BASF sunscreen simulator จะได้ค่า SPF 26.4 และนอกจากนั้นการใช้ % ความเข้มข้นของสารกันแดดดังกล่าวยังเป็นไปตามข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดสารป้องกันแสงแดดที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2562

4.2.1 ทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดรังสียูวีบี (SPF)

ค่า SPF สูตรตำรับที่เป็นตำรับพื้นฐานสูตร S2 ซึ่งประกอบด้วยสารป้องกันแสงแดดเป็นส่วนผสม คือ Octyl Salicylate 4%, Ethylhexyl Triazone 2.5%, Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate 5%, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine 2%, Titanium Dioxide 1% มีค่า SPF ที่วัดได้ คือ 47.80 ± 5.09 และเมื่อทำการเติมสารป้องกันรังสี UVB กลายรา ซีด ออยล์ ความเข้มข้นที่เหมาะสมคือที่ 5% ในเบื้องต้นพบว่าค่า SPF คือ 59.98 ± 3.87 โดยสูตรนี้มีค่า SPF สูงขึ้นจากสูตร S2 ถึง 25.48% จึงถือมีประสิทธิภาพในการช่วยเพิ่มค่า SPF (Buddepu et al., 2011) ในขณะที่สูตร F4 สูตรครีมที่มีสารป้องกันรังสี UVB กลายรา ซีด ออยล์ ความเข้มข้น 5% มีค่า SPF 4.10 ± 0.92

ดังตารางที่ 4.1 ผู้วิจัยจึงนำสูตรที่คาดว่าจะได้ประสิทธิภาพดีที่สุดนั่น คือ สูตร S2 และทำการวัดสูตร F4 และ F7 เพื่อทำการเปรียบเทียบและนำมาทำการทดสอบการหาค่าความคงตัวและค่า SPF ของครีม กันแดดหลังทำการทดสอบสภาวะการคงตัวของเนื้อกันแดดและหลังจากการทดสอบที่สภาวะอุณหภูมิ 25°C, 4°C, 45-50°C เป็นเวลา 4 สัปดาห์

4.2.2 ทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดรังสี UVA

4.2.2.1 ค่าประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดรังสี UVA (UVA-PF)

ค่า UVA Protection Factor (UVA-PF) คือ ค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพการกรองแสง UVA ของผลิตภัณฑ์กันแดดยิ่งค่า UVA-PF สูง แสดงว่าผลิตภัณฑ์กันแดดมีประสิทธิภาพในการกรองแสง UVA ได้ดี ค่า UVA-PF มีการกำหนดให้แสดงบนฉลากของผลิตภัณฑ์กันแดดในหลายประเทศ เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์กันแดดที่ค่า UVA ที่มีประสิทธิภาพสูงได้ โดย ค่า UVA-PF ที่เหมาะสมตามงานวิจัยมีวิธีการทดสอบหลายวิธี เช่น วิธี PPD (Persistent Pigment Darkening) และ วิธี IPD (Immediate Pigment Darkening) วิธีการวัดตามแนวทางของ COLIPA เป็นเทคนิคที่ใช้วัดอัตราส่วนระหว่าง UVA-PF/SPF และความยาวคลื่น Critical Wavelength มีการยอมรับว่า UVA-PF มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบในแบบ In-Vivo โดยใช้วิธี PPD (Persistent Pigment Darkening) และมีความน่าเชื่อถือจากวงการความงามและผลิตภัณฑ์ดูแลผิวของยุโรปอย่างสูงด้วย (Donglikar & Deore, 2016)

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด UVA-PF

สูตร ตำรับ	Ethylhexyl Triazone	DHMB	BEMT	Octyl Salicylate	Titanium Dioxide	Pongamia Glabra Seed Oil	UVA-PF ±SD
S2	2.50	5.00	2.00	4.00	1.00	-	27.59±3.16
F4	-	-	-	-	-	5.00	6.10±1.35
F7	2.50	5.00	2.00	4.00	1.00	5.00	32.49±4.09

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ครีมกันแดดตำรับพื้นฐานสูตร S2 มีค่า UVA-PF อยู่ที่ 27.59±3.16 สูตรตำรับที่ไม่มีกันแดดและมีส่วนผสมของ Pongamia Glabra Seed Oil อยู่ที่ 6.10±1.35 และ สูตรครีมกันแดดที่มีการเติมสาร Pongamia Glabra Seed Oil ที่ความเข้มข้น 5% มีค่า UVA-PF เพิ่มขึ้นจากครีมกันแดดสูตร S2 เป็น 32.49±4.09 คิดเป็น 17.76% ทำให้เห็นได้ว่าการเพิ่ม Pongamia Glabra Seed Oil ที่ความเข้มข้น 5% ในสูตรกันแดดตำรับพื้นฐาน นอกจากจะช่วยเพิ่มค่า SPF แล้ว ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันรังสี UVA ที่สูงขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดรังสี UVA

Formulation	Critical Wavelength (CW)	PA	UVA/UVB RATIO	BOOTS
	±SD		±SD	STAR
S2	374.50±0.53	++	0.496±0.01	★ ★
F4	380.00±3.47	++++	0.620±0.24	★ ★ ★
F7	380.67±0.42	++++	0.671±0.00	★ ★ ★

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าการแสดงค่าการป้องกันแสงแดดรังสี UVA มีหลากหลาย ขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ เช่น PA, Boot Star, USFDA, COLIPA เป็นต้น ในประเทศไทย อนุโลมให้ใช้อ้างอิงได้กับทุกหลักเกณฑ์ ซึ่งหลักเกณฑ์การแสดงค่าที่สามารถแสดงใน ประเทศไทยได้ มี ดังนี้

1. การกำหนดค่า PA ตามแนวทางของประเทศญี่ปุ่น

ในประเทศญี่ปุ่น ค่า UVAPF แสดงเป็นค่า PA ซึ่งทาง อย.ของประเทศไทยจะมีการแสดงค่า PA โดยมีการกำหนดให้มีการคำนวณโดยวิธี แล้วนำ ค่า UVA-PF (ดังระบุในตารางที่ 4.6) มาแปลงผล โดยคริมกันแดดตำรับพื้นฐานสูตร S2 และสูตร F7 ได้ค่า UVA-PF อยู่ในระดับ 16 ขึ้นไป ซึ่งมีค่า UVA-PF อยู่ที่ 27.59 ± 3.16 และ 32.49 ± 4.09 จะมีค่า PA++++ ส่วนสูตร F4 อยู่ในระดับ 4 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8 ($4 < 8$) ซึ่งมีค่า UVA-PF อยู่ที่ 6.10 ± 1.35 จะมีค่า PA++

2. การกำหนดค่า Boot Star ตามแนวทางของประเทศอังกฤษ

ในการประเมิน ประสิทธิภาพการป้องกันรังสี UV-A ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าการดูดซับรังสี UV-A ต่อค่าการดูดซับรังสี UV-B ของ ผลิตภัณฑ์กันแดด เกณฑ์การประเมินของ Boots Star Rating System มีดังนี้

1) ผลิตภัณฑ์กันแดดที่มีค่า UVA/UVB Ratio ตั้งแต่ 0.4 ขึ้นไป จะได้เครื่องหมาย 2 ดาว

2) ผลิตภัณฑ์กันแดดที่มีค่า UVA/UVB Ratio ตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป จะได้เครื่องหมาย 3 ดาว

3) ผลิตภัณฑ์กันแดดที่มีค่า UVA/UVB Ratio ตั้งแต่ 0.9 ขึ้นไป จะได้เครื่องหมาย 4-5 ดาว

ดังผลการทดลองตารางที่ 4.7 พบว่า ค่า UVA/UVB Ratio ของสูตร F4 อยู่ที่ 0.620 ± 0.24 และสูตร S2 อยู่ที่ 0.496 ± 0.01 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับ 2 ดาว เมื่อมีการเติมสาร Pongamia Glabra Seed Oil ที่ความเข้มข้น 5% ในสูตร F7 ทำให้ค่า SPF และ UVA-PF ดีขึ้น ค่า

UVA/UVB Ratio จึงสูงขึ้นตามดับพบว่า มีค่า UVA/UVB อยู่ที่ 0.671 ± 0.00 โดยจากการแปลผลถือว่าค่าที่ได้ต่ำกว่าค่าที่แนะนำ คือ ช่วง 0.7-1.2 แต่อย่างไรก็ตามค่า UVA/UVB Ratio ที่ได้ถือว่ามีความใกล้เคียงกับ 0.7 ค่อนข้างมาก และมีค่า UVA-PF ที่ถือว่าสูง คือ 32.49 ± 4.09 แสดงให้เห็นว่าสูตรมีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสี UVA ในระดับที่สูง และค่าของทั้ง 3 ตัวรับยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (0.3-1.0) (Wang & Lim, 2011)

4.2.2.2 ค่าความครอบคลุมการป้องกันรังสี UVA (Critical Wavelength)

ตามแนวทางของประเทศอเมริกา มีการแสดงประสิทธิภาพการป้องกันรังสี UVA เป็น ค่าความครอบคลุมการป้องกันรังสี UVA โดยใช้การวัด Critical Wavelength (CW) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการป้องกันรังสี UVA-PF ของผลิตภัณฑ์กันแดด ในช่วงความยาวคลื่น 290-400 nm โดยค่า Critical Wavelength (CW) คือ ความยาวคลื่นที่มีพื้นที่ใต้กราฟการดูดซับ แสงเป็น 90% ของพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมด ซึ่ง US FDA กำหนดไว้ว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า Critical Wavelength (CW) มากกว่าหรือเท่ากับ 370 nm ขึ้นไปจึงจะสามารถแสดงข้อความ Broad Spectrum ลงบนฉลากของผลิตภัณฑ์ได้

จากตารางที่ 4.7 พบว่าสูตร F7 เมื่อมีการเติมสาร Pongamia Glabra Seed Oil ที่ความเข้มข้น 5% มีค่า Critical Wavelength (CW) อยู่ที่ 380.67 ± 0.42 เพิ่มสูงขึ้นจากสูตร S2 ซึ่งเป็นสูตรตำรับกันแดดพื้นฐานที่ยังไม่มีการเติมสาร Pongamia Glabra Seed Oil ที่ความเข้มข้น 5% ถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่จะสามารถระบุข้อความ Broad Spectrum ลงบนฉลากผลิตภัณฑ์กันแดดได้ตามข้อกำหนดของ COLIPA และ US FDA ถือว่า สามารถแสดงข้อความ Broad Spectrum ลงบนฉลากของผลิตภัณฑ์ได้

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดของสูตรครีมกันแดดทั้งหมดหลังการทดสอบความคงตัวเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์

สูตร ตำรับ	ประสิทธิภาพ การป้องกัน แสงแดด	SPF $\pm$ SD	UVA-PF $\pm$ SD	UVA/UVB RATIO $\pm$ SD	Critical Wavelength (CW) $\pm$ SD	PA
S2	ก่อน	47.80 ± 5.09	27.59 ± 3.16	0.496 ± 0.01	374.50 ± 0.53	++++
	หลัง 25°C	47.50 ± 4.60	27.68 ± 4.01	0.509 ± 0.01	374.40 ± 0.52	++++
	หลัง 4°C	47.50 ± 4.60	27.68 ± 4.01	0.496 ± 0.01	374.50 ± 0.53	++++
	หลัง 45-50°C	43.42 ± 0.05	26.22 ± 2.33	0.496 ± 0.01	374.50 ± 0.53	++++
F4	ก่อน	4.10 ± 0.92	6.10 ± 1.35	0.620 ± 0.24	380.00 ± 3.47	++
	หลัง 25°C	4.05 ± 0.55	6.02 ± 1.00	0.671 ± 0.00	380.00 ± 3.47	++

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

สูตร ตำรับ	ประสิทธิภาพ การป้องกัน แสงแดด	SPF $\pm$ SD	UVA-PF $\pm$ SD	UVA/UVB RATIO $\pm$ SD	Critical Wavelength (CW) $\pm$ SD	PA
F7	หลัง 4°C	4.00 $\pm$ 1.00	5.50 $\pm$ 1.80	0.620 $\pm$ 0.24	380.00 $\pm$ 3.47	++
	หลัง 45-50°C	4.00 $\pm$ 1.02	6.10 $\pm$ 0.55	0.621 $\pm$ 0.24	384.52 $\pm$ 3.47	++
	ก่อน	59.98 $\pm$ 3.81	32.49 $\pm$ 4.09	0.671 $\pm$ 0.00	380.67 $\pm$ 0.42	++++
	หลัง 25°C	57.80 $\pm$ 4.09	28.68 $\pm$ 3.16	0.671 $\pm$ 0.00	380.67 $\pm$ 0.42	++++
	หลัง 4°C	57.50 $\pm$ 4.60	28.68 $\pm$ 2.33	0.660 $\pm$ 0.00	380.50 $\pm$ 0.53	++++
	หลัง 45-50°C	58.00 $\pm$ 1.50	31.00 $\pm$ 4.00	0.660 $\pm$ 0.00	380.40 $\pm$ 0.52	++++

พบว่า สูตรกันแดดตำรับ F4 เริ่มแรกก่อนทำการทดสอบสภาวะความคงตัวของส่วนผสมที่แตกต่างกันวัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด SPF 4.10 $\pm$ 0.92 และมีค่า UVA-PF 6.10 $\pm$ 1.35 มีค่าการดูดกลืนแสง 380 $\pm$ 3.47 นาโนเมตร หลังจากระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์พบว่า ที่อุณหภูมิ 25°C, 4°C, 45-50°C วัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด คือ SPF 4.10 $\pm$ 0.92, 4.05 $\pm$ 0.55, 4.00 $\pm$ 1.00, 4.00 $\pm$ 1.02 และมีค่า UVA-PF 6.02 $\pm$ 1.35, 5.50 $\pm$ 1.80, 6.10 $\pm$ 0.55 ตามลำดับ ส่วนสูตรกันแดดตำรับ S2 เริ่มแรกก่อนทำการทดสอบสภาวะความคงตัวของส่วนผสมที่แตกต่างกันวัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด SPF 47.80 $\pm$ 5.09 และมีค่า UVA-PF 27.59 $\pm$ 3.16 มีค่าการดูดกลืนแสง 374.50 $\pm$ 0.53 นาโนเมตร หลังจากระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์พบว่า ที่อุณหภูมิ 25°C, 4°C, 45-50°C วัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด คือ SPF 47.50 $\pm$ 4.60, 47.50 $\pm$ 4.60, 43.42 $\pm$ 0.05 และมีค่า UVA-PF 27.68 $\pm$ 4.01, 27.68 $\pm$ 4.01, 26.22 $\pm$ 2.33 ตามลำดับ สูตรกันแดดตำรับ F7 เริ่มแรกก่อนทำการทดสอบสภาวะความคงตัวของส่วนผสมที่แตกต่างกันวัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด SPF 59.98 $\pm$ 3.81 และมีค่า UVA-PF 32.49 $\pm$ 4.09 มีค่าการดูดกลืนแสง 380.67 $\pm$ 0.42 นาโนเมตร หลังจากการทดสอบความคงตัวที่ 4 สัปดาห์พบว่า มีความคงตัวทางกายภาพที่ดีทั้งในเงื่อนไขที่เตรียมเสร็จและ หลัง Long term stability และมีค่า SPF ที่ค่อนข้างดี มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดต่าง (พีเอช) และมีการเปลี่ยนแปลงของความหนืดของสูตรเล็กน้อย สีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ยังคงเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง เนื้อครีมมีความคงตัวดีไม่เกิดการแยกชั้น และประสิทธิภาพค่า SPF และ UVA-PF ที่ยังอยู่ในการป้องกันที่มีประสิทธิภาพสูง คือ มีค่า SPF 58.00 $\pm$ 1.50 มีค่า UVA-PF 31.00 $\pm$ 4.00 ได้ค่า SPF50+ PA++++ ตรงตามสมมุติฐานของงานวิจัยนี้มากที่สุด แสดงให้เห็นว่า มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่า SPF ในสูตร (Buddepu et al., 2011) จาก

ผลการทดลองจะเห็นได้ว่า Pongamia Glabra Seed Oil มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่า SPF ของสูตรได้ เนื่องจากว่า Pongamia Glabra Seed Oil มีสารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ คือ Pongamol เป็นกลุ่ม Furanoflavones ซึ่งมีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Anti-Oxidant) และเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) (Rao et al., 2009) โดยพบว่า สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ดูดซับแสงอัลตราไวโอเลต (UV) ด้วยค่าการดูดกลืนแสงถึง 2 ช่วง คือ ที่ 240-280 นาโนเมตร และ 300-500 นาโนเมตร ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติในการดูดซับทั้งรังสี UVA และ รังสี UVB (Mansuri et al., 2021) นอกจากนั้นยังมีสารกลุ่ม Fatty Acid ที่มีคุณสมบัติให้ Film ทำให้สารกันแดด ภายภาพ Physical sunscreen ในสูตรกระจายตัวได้ดี มีผลให้ค่า SPF สูงขึ้น ดังนั้นจึงสามารถนำสูตร F7 ไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของค่า SPF ของสูตรกันแดดที่มาจากธรรมชาติ และที่สำคัญคือลดการใช้สารเคมี และทำผลิตภัณฑ์ครีมกันแดดสูตรใหม่นำออกสู่ตลาดเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคได้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ครีมป้องกันแสงแดด



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถทราบถึงประสิทธิภาพของการเพิ่มค่า SPF ในผลิตภัณฑ์ครีมกันแดดของสารสกัดจากธรรมชาติ คือ สารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ออยล์ ซึ่งอาจมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมีในผลิตภัณฑ์กันแดด และได้ผลิตภัณฑ์กันแดดที่มีส่วนผสมจากธรรมชาติโดยพบว่าสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ออยล์ ที่ความเข้มข้น 5% ขึ้นไปมีประสิทธิภาพและสามารถเพิ่ม SPF ในสูตรตำรับได้

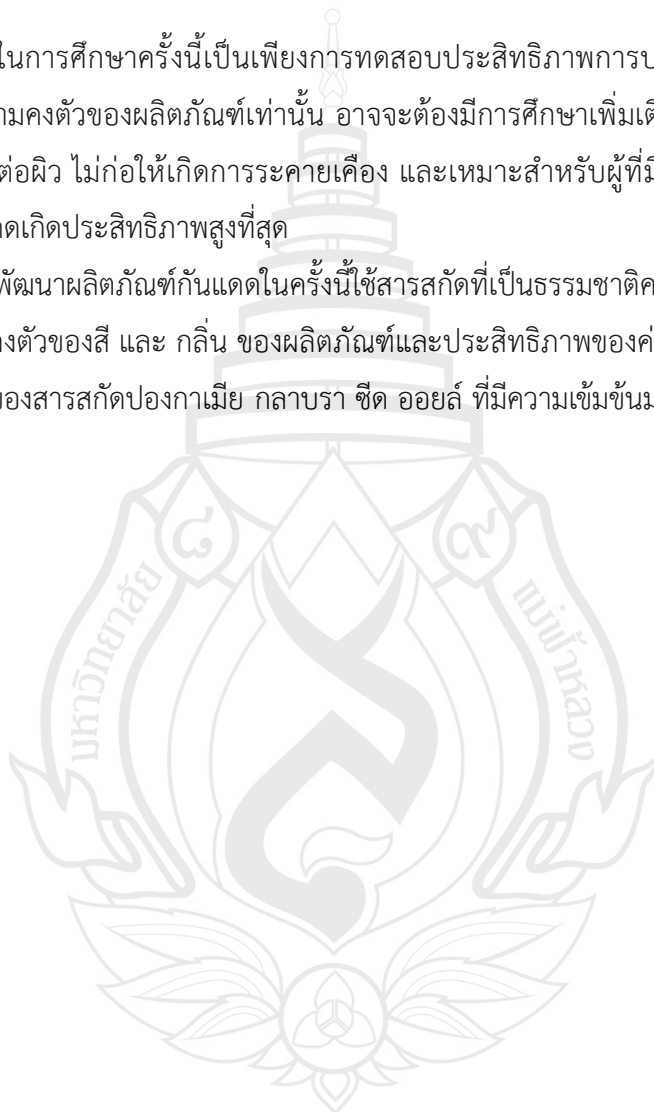
เมื่อพิจารณาสูตรตำรับทั้ง 3 ตำรับโดยที่ สูตรตำรับ F4 สูตรตำรับพื้นซึ่งมีส่วนผสมของครีมเบส และสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ออยล์ ความเข้มข้น 5% สูตรตำรับ S2 สูตรตำรับพื้นซึ่งมีส่วนผสมของสารกันแดด 5 รายการ คือ Octyl Salicylate 4%, Ethylhexyl Triazone 2.5%, Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate 5%, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine 2%, Titanium Dioxide 1% สูตรตำรับ F7 สูตรตำรับพื้นซึ่งมีส่วนผสมของสารกันแดด 5 รายการ คือ Octyl Salicylate 4%, Ethylhexyl Triazone 2.5%, Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate 5%, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine 2%, Titanium Dioxide 1% และมีการเติมสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ออยล์ ความเข้มข้น 5% พบว่า สูตรตำรับ F7 ค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด SPF 59.98 ± 3.81 และ มีค่า UVA-PF 32.49 ± 4.09 มีค่าการดูดกลืนแสง 380.67 ± 0.42 นาโนเมตร โดยพบสูตรกันแดดตำรับ F7 เมื่อมีการเพิ่มสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ออยล์ ความเข้มข้น 5% มีค่า SPF สูงขึ้นจากสูตร S2 คิดเป็น 25.48% และ มีค่า UVA-PF สูงขึ้นจากสูตร S2 คิดเป็น 17.76% และหลังจากระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์พบว่า ที่อุณหภูมิ 25°C, 4°C, 45-50°C วัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด คือ SPF 57.80 ± 4.09 , 57.50 ± 4.60 , 58.0 ± 1.50 มีค่า SPF สูงขึ้นจากสูตร S2 คิดเป็น 20.92%, 20.29%, 21.33% ตามลำดับ และ มีค่า UVA-PF 28.68 ± 3.16 , 28.68 ± 2.33 , 31.00 ± 4.00 มีค่า UVA-PF สูงขึ้นจากสูตร S2 คิดเป็น 3.95%, 3.95%, 12.35% ตามลำดับ และจากการทดลองนี้พบว่า สารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ออยล์ ที่ความเข้มข้น 5% ขึ้นไปมีประสิทธิภาพและสามารถเพิ่มค่าเอสพีเอฟในสูตรตำรับได้ และจากการทดลองนี้มีประโยชน์เพื่อใช้เป็นแนวทางเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณสมบัติที่ดีต่อผิวนอกจากผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด และ

เป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคได้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ครีมป้องกันแสงแดดและสามารถลดการใช้สารป้องกันแสงแดดที่มาจากสารเคมีที่อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองผิวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการทดสอบประสิทธิภาพการปกป้องผิวจากแสงแดดค่า SPF และค่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์เท่านั้น อาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดที่อ่อนโยนต่อผิว ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง และเหมาะสำหรับผู้ที่มีปัญหาผิวแพ้ง่าย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์กันแดดเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

5.2.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดในครั้งนี้ใช้สารสกัดที่เป็นธรรมชาติควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของความคงตัวของสี และ กลิ่น ของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพของค่าการป้องกันแสงแดดเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารสกัดปอองกาเมีย กลาบรา ซีด ออยล์ ที่มีความเข้มข้นมากขึ้น



ภาคผนวก

ค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	47.80	27.59	1.733	0.496	374.50	33.90
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Sunscreen Cream 1

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	47.80	27.59	1.733	0.496	374.50	33.90
STD:	5.09	3.16	0.17	0.01	0.53	3.36
COV:	10.65%	11.45%	9.81%	3.00%	0.14%	9.91%

ภาพที่ 1 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ S2

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	47.50	27.68	1.716	0.509	374.40	33.90
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Sunscreen Cream 2

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	47.50	27.68	1.716	0.509	374.40	33.90
STD:	4.60	4.01	0.17	0.01	0.52	3.36
COV:	9.68%	14.49%	9.91%	2.51%	0.14%	9.91%

ภาพที่ 2 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ S2 ที่อุณหภูมิ 25 °C

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	47.50	27.68	1.716	0.496	374.50	33.90
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Sunscreen Cream 3

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	47.50	27.68	1.716	0.496	374.50	33.90
STD:	4.60	4.01	0.17	0.01	0.53	0.27
COV:	9.68%	14.49%	9.91%	3.00%	0.14%	9.91%

ภาพที่ 3 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ S2 ที่อุณหภูมิ 4 °C

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	43.42	26.22	1.656	0.496	374.50	33.90
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Sunscreen Cream 4

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	43.42	26.22	1.656	0.496	374.50	33.90
STD:	0.05	2.33	0.17	0.01	0.53	3.32
COV:	0.12%	8.89%	10.27%	3.00%	0.14%	9.46%

ภาพที่ 4 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ S2 ที่อุณหภูมิ 45-50 °C

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	4.10	6.10	0.672	0.620	380.00	1.75
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

5%PO Cream 1

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	4.10	6.10	0.672	0.620	380.00	1.75
STD:	0.92	1.35	0.17	0.24	3.47	0.27
COV:	22.44%	22.13%	25.29%	38.71%	0.91%	15.43%

ภาพที่ 5 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ F4

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	4.05	6.02	1.743	0.671	380.00	1.06
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

5% PO Cream 2

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	4.05	6.02	1.743	0.671	380.00	1.06
STD:	0.55	1.00	0.15	0.00	3.47	0.01
COV:	13.58%	16.60%	8.60%	0.46%	0.91%	0.45%

ภาพที่ 6 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ F4 ที่อุณหภูมิ 25 °C

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	4.00	5.50	0.727	0.620	380.00	1.75
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

5% PO Cream 3

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	4.00	5.50	0.727	0.620	380.00	1.75
STD:	1.00	1.80	0.13	0.24	3.47	0.27
COV:	25.00%	32.73%	17.88%	38.71%	0.91%	15.43%

ภาพที่ 7 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ F4 ที่อุณหภูมิ 4 °C

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	4.00	6.10	0.656	0.621	384.52	1.75
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

5%PO Cream 4

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	4.00	6.10	0.656	0.621	384.52	1.75
STD:	1.02	0.55	0.15	0.24	3.47	0.27
COV:	25.50%	9.02%	22.88%	38.65%	0.90%	15.30%

ภาพที่ 8 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ F4 ที่อุณหภูมิ 45-50 °C

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	59.98	32.49	1.846	0.671	380.67	33.10
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

5%PO Sunscreen Cream 1

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	59.98	32.49	1.846	0.671	380.67	33.10
STD:	3.81	4.09	0.15	0.00	0.42	3.79
COV:	6.35%	12.59%	8.13%	0.46%	0.11%	11.45%

ภาพที่ 9 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ F7

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	57.80	28.68	1.834	0.671	380.67	33.10
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

5%PO Sunscreen Cream 2

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	57.80	28.68	1.834	0.671	380.67	33.10
STD:	4.09	3.16	0.15	0.00	0.42	3.79
COV:	7.08%	11.02%	8.18%	0.46%	0.11%	11.45%

ภาพที่ 10 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ F7 ที่อุณหภูมิ 25 °C

Solar Irradiance Profile: Albuquerque, NM

UVA/UVB ratio calculation used: Labsphere Method

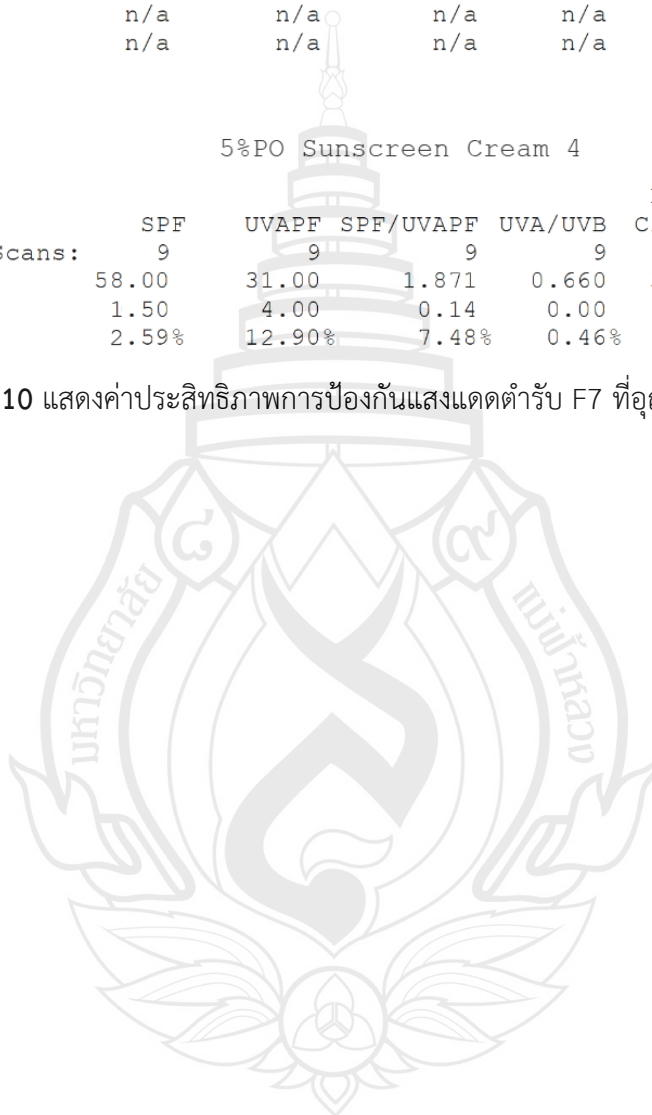
Study Statistics

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Sets:	1	1	1	1	1	1
Mean:	58.00	31.00	1.871	0.660	380.40	36.80
STD:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
COV:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

5%PO Sunscreen Cream 4

	SPF	UVAPF	SPF/UVAPF	UVA/UVB	Lambda Irradiation	
					Critical	Dose
Number of Scans:	9	9	9	9	9	9
Mean:	58.00	31.00	1.871	0.660	380.40	36.80
STD:	1.50	4.00	0.14	0.00	0.52	3.53
COV:	2.59%	12.90%	7.48%	0.46%	0.14%	9.59%

ภาพที่ 10 แสดงค่าประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดสำหรับ F7 ที่อุณหภูมิ 45-50 °C



รายการอ้างอิง

- รมย์ฉัตร ชูโตประพัฒน์. (2563). สารป้องกันแสงแดดและวิธีการประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด. คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรารณ ประเสริฐ. (2560). นาโนอิมัลชัน และการผลิตนาโนอิมัลชันโดยกระบวนการพลังงานต่ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุดิศา หมีทอง, นวพร อนันตสินกุล และชมพูกานต์ เขียววานนท์. (2558). ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด. สำนักเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย.
- Buddepu, M., Sabithadevi, K., Ashok, V., & Ramprasad, M. V. (2011). Determination of In-Vitro Sunscreen Activity of Pongamia Pinnata (L.) Essential Oil. *Drug Invention Today*, 3(8).
- ChemSpider. (n.d.). *Pongamol*. Retrieved December 16, 2022, from <https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.600431.html>
- Chu, C. C., & Nyam, K. L. (2021). Application of seed oils and its bioactive compounds in sunscreen formulations. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 98(7), 713-726.
- Cosmact. (2012). *Organic Pongamia Glabra seed oil Deodorized*. Marketing Data Sheet.
- Cosmact. (2016). *Pongamia Glabra Seed Oil*. Specification Data Sheet.
- D'Orazio, J., Jarrett, S., Amaro-Ortiz, A., & Scott, T. (2013). UV radiation and the skin. *International journal of molecular sciences*, 14(6), 12222-12248.
- Degani, E., Prasad, M. V. R., Paradkar, A., Pena, R., Soltangheisi, A., Ullah, I., Warr, B., & Tibbett, M. (2022). A critical review of Pongamia pinnata multiple applications: From land remediation and carbon sequestration to socioeconomic benefits. *Journal of Environmental Management*, 324, 116297. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116297>
- Donglikar, M. M., & Deore, S. L. (2016). Sunscreens: A review. *Pharmacognosy Journals*, 8(3).

- Dutra, E. A., Oliveira, D. A. G. D. C., Kedor-Hackmann, E. R. M., & Santoro, M. I. R. M. (2004). Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 40, 381-385.
- Estanqueiro, M., Conceição, J., Amaral, M. H., Santos, D., Silva, J. B., & Lobo, J. M. S. (2014). Characterization and stability studies of emulsion systems containing pumice. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 50, 361-369
- Gasparro F. P. (2000). Sunscreens, skin photobiology, and skin cancer: the need for UVA protection and evaluation of efficacy. *Environmental health perspectives*, 108(Suppl 1), 71–78. <https://doi.org/10.1289/ehp.00108s171>
- Gasparro, F. P., Mitchnick, M., & Nash, J. F. (1998). A review of sunscreen safety and efficacy. *Photochemistry and photobiology*, 68(3), 243-256.
- Givaudan. (2003). *Active Beauty Pongamia Extract Natural UVA absorber and SPF booster*. Technical information Pongamia extract.
- GlobinMed. (2022). *Pongamia*. Retrieved December 16, 2022, from https://globinmed.com/medicinal_herbs.com/medicinal_herbs/pongamia-pinnata-l-pierre-106284/
- Jahan, S., Mahmud, M. H., Khan, Z., Alam, A., Khalil, A. A., Rauf, A., . . . Mubarak, M. S. (2021). Health promoting benefits of pongamol: An overview. *Biomedecine & pharmacotherapie*, 142, 112109. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112109>
- Korać, R. R., & Khambholja, K. M. (2011). Potential of herbs in skin protection from ultraviolet radiation. *Pharmacognosy reviews*, 5(10), 164.
- Mansuri, R., Diwan, A., Kumar, H., Dangwal, K., & Yadav, D. (2021). Potential of natural compounds as sunscreen agents. *Pharmacogn. Rev*, 15(29), 47.
- de Araújo, M. M., Schneid, A. C., Oliveira, M. S., Mussi, S. V., de Freitas, M. N., Carvalho, F. C., . . . Azevedo, H. (2024). NLC-based sunscreen formulations with optimized proportion of encapsulated and free filters exhibit enhanced UVA and UVB photoprotection. *Pharmaceutics*, 16(3), 427.
- Miksa, S., Lutz, L., Guy, C., & Delamour, E. (2016). Sunscreen sun protection factor claimbased on in vivointerlaboratory variability. *International Journal of Cosmetic Science*, 38, 541–549

- Navarro-Pérez, Y. M., Cedeño-Linares, E., Norman-Montenegro, O., Ruz-Sanjuan, V., Mondeja-Rivera, Y., Hernández-Monzón, A. M., & González-Bedia, M. M. (2021). Prediction of the physical stability and quality of O/W cosmetic emulsions using full factorial design. *J. Pharm. Pharmacogn. Res*, 9, 98-112.
- Ngoc, L. T. N., Tran, V. V., Moon, J.-Y., Chae, M., Park, D., & Lee, Y.-C. (2019). Recent Trends of Sunscreen Cosmetic: An Update Review. *Cosmetics*, 6(4), 64. <https://doi.org/10.3390/cosmetics6040064>
- Patil, S., Fegade, B., Zamindar, U., & Bhaskar, V. H. (2015). Determination of active phytocompounds from formulated sunscreen cream containing Pongamia pinnata leaves and Punica granatum peel extract by high performance thin layer chromatography. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4(7), 802-812.
- Preethima, G., Ananda, V., Visagaperumal, D., Vineeth, C., & Prashanthi, P. (2019). The review: phytochemical and bioactive screening of Karanja belonging to family Leguminosae. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 59(1), 22-29.
- Ruszkiewicz, J. A., Pinkas, A., Ferrer, B., Peres, T. V., Tsatsakis, A., & Aschner, M. (2017). Neurotoxic effect of active ingredients in sunscreen products, a contemporary review. *Toxicology reports*, 4, 245–259. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2017.05.006>
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2006, September). *The Burning Facts*. United States Environmental Protection Agency.
- Wang, S. Q., & Lim, H. W. (2011). Current status of the sunscreen regulation in the United States: 2011 Food and Drug Administration's final rule on labeling and effectiveness testing. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 65(4), 863-869.

ประวัติผู้ประพันธ์

ชื่อ

สุเมษา สมศรี

ประวัติการศึกษา

2556

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยพะเยา

ประวัติการทำงาน

2558-ปัจจุบัน

เจ้าหน้าที่วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์

บริษัทสกิน อินทิเมท จังหวัด นนทบุรี

