

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวจากสารสกัดสมุนไพรใบมะรุมออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Development of Skin Care Product from Leaves of *Moringa oleifera* Herbal Extracts with Antioxidant Activities

เขมิกา เคียงณฟ้า มานอก^{*1}, ชารินันท์ แจงกลาง², ปาริชาติ จิวรักษ์³ และศศิธร ไก่แก้ว⁴

Khemika Kieng Na Fah Manok^{*1}, Charinan Jangklang², Parichat Chiworarak³ and Sasithorn Kaikaeo⁴

¹สาขาวิชาเภสัชกรรมไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

²สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

³คลินิกการแพทย์แผนไทยหม่อมราชวงศ์ สะอาด ทินกร

⁴บริษัท มาตัง คอสเมติก จำกัด

¹ Thai Traditional Pharmacy Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

² Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

³ M.R. Saard Traditional Medicine Clinic

⁴ Matang Cosmetic Co, Ltd.

*Corresponding author; E-mail: suchada.ma@bsru.ac.th

Received: 16 June 2024 /Revised: 05 October 2024 /Accepted: 05 October 2024

บทคัดย่อ

สารสกัดสมุนไพรถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาสุขภาพผิวที่เสื่อมลงจากมลภาวะและแสงแดดที่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระทำลายชั้นผิว จากการศึกษาพบว่าสมุนไพรหลายชนิดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ จึงมีการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เวชสำอางมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลจากสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ ใบมะรุม, ใบหม่อน, ใบบัวบก, ดอกอัญชัน และแครอท 2) พัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมจากสารสกัดสมุนไพรที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ 3) ศึกษาความคงตัวทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ วิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 การเตรียมสารสกัดสมุนไพรโดยวิธีการแช่หมัก ขั้นที่ 2 ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP ขั้นที่ 3 พัฒนารับครีมและทดสอบความคงตัวทางกายภาพและทางเคมีในสภาวะเร่งด้วยอุณหภูมิ ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดใบมะรุมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดในวิธี DPPH ($304.254 \pm 26.665 \mu\text{g/ml}$) และวิธี FRAP ($2.031 \pm 0.255 \text{ mM Fe}^{2+} / \text{mg}$) ในขณะที่สารสกัดแครอทสามารถต้านอนุมูลอิสระในวิธี ABTS ได้สูงที่สุด มีค่า VEAC เท่ากับ $0.172 \pm 0.040 \text{ mM/mg}$ ดังนั้นนำสารสกัดใบมะรุมมาพัฒนารับครีมสำหรับผิวเทียบกับครีมควบคุมที่ผ่านสภาวะเร่งด้วยอุณหภูมิ และจากผลการศึกษาความคงตัวพบว่าตำรับครีมจากสารสกัดใบมะรุมมีค่าการต้านอนุมูล DPPH ที่คงตัว (78.619 - 95.853%)

ลักษณะเนื้อครีมไม่แยกชั้น สีและกลิ่นเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในขณะที่ค่าความเป็นกรดต่าง (pH เท่ากับ 6.12 ถึง 6.30) ค่าความหนืด (10,900.00 ถึง 14,626.66 cP) เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร

คำสำคัญ: สารต้านอนุมูลอิสระ ผลิตภัณฑ์ดูแลผิว ใบมะรุม

Abstract

Herbal extracts are widely used to cure unhealthy and damaged skin by pollution and free radicals caused by sunlight exposure. Studies have revealed many herbs that possess antioxidant properties. Therefore, natural extracts are increasingly being used as active ingredients in cosmeceutical products. The research aimed to 1) investigate the antioxidant activities of ethanol extracts from 5 herbal plants which consist of leaves of *Moringa oleifera*, *Morus alba*, *Centella asiatica*, flower of *Clitoria ternate*, and root of *Daucus carota* 2) develop a cream product from herbal extracts that have an antioxidant effect and 3) study physical and chemical stability of product. The research approach is broken down into the following 3 steps: The first step is preparation of herbal extracts by maceration method. In the second step, antioxidant activities were studied using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) and Ferric reducing ability power (FRAP) assay. The third step involves developing a cream product and testing for physical and chemical stability under accelerated temperature conditions. The results showed that leaves of *Moringa oleifera* extract possessed the highest antioxidant activity in DPPH ($304.254 \pm 26.665 \mu\text{g/ml}$) and FRAP ($2.031 \pm 0.255 \text{ mM Fe}^{2+} / \text{mg}$) methods. While ABTS method showed the highest antioxidant effect of root of *Daucus carota* extract with a VEAC value of $0.172 \pm 0.040 \text{ mM/mg}$. Therefore, leaves of *Moringa oleifera* extract were chosen to be developed as a cream for skin care compared with control cream under accelerated temperature conditions. From the results of the stability study, we have found that the cream formula from leaves of *Moringa oleifera* extract had a stable DPPH antioxidant value (78.619 - 95.853%). The texture of the cream was not separated into layers, but its color and scent were changed slightly. While the pH (6.12 to 6.30) and viscosity values (10,900.00 to 14,626.66 cP) were found to comply with the standards for herbal skin care products.

Keywords: Antioxidant activity, Skin care product, leaves of *Moringa oleifera*



บทนำ

ปัจจุบันปัญหาเรื่องผิวที่มีสาเหตุจากอนุมูลอิสระอันเนื่องมาจากการเผชิญมลภาวะทางอากาศและรังสียูวี (Ultraviolet-ray) การได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตบี (UV-B) ซ้ำ ๆ ทำให้เกิดความเสียหายต่อ DNA และการทำงานของโครงสร้างผิวหนึ่งส่งผลให้เกิดกระบวนการชราของผิวที่เรียกว่า Photoaging ในขณะเดียวกันรังสีอัลตราไวโอเลตเอ (UV-A) ที่มีความยาวคลื่นยาวกว่าสามารถแทรกซึมเข้าสู่ชั้นหนังแท้ของผิวหนังได้ลึกกว่า แต่ไม่ทำลายโครงสร้างของ DNA สำหรับกระบวนการเกิด Photoaging จะมีลักษณะเป็นริ้วรอยเนื่องจากความเสียหายของชั้นคอลลาเจนที่เกิดจากการก่อตัวและโดนทำลายของอนุมูลอิสระ ROS ซึ่งการได้รับแสงยูวีเป็นเวลานานจะทำให้ Matrix Metalloprotein 1 (MMP-1) ที่เป็นเอนไซม์หลักในการเพิ่มการย่อยสลายคอลลาเจนสูงขึ้นได้¹⁻² อีกทั้งอนุมูลอิสระยังเป็นตัวการไปกระตุ้นให้คอลลาเจนใต้ผิวหนังสลายเร็วขึ้น ทำให้การรักษาความชุ่มชื้นและความยืดหยุ่นภายใต้ชั้นผิวหนังลดลง จึงเกิดการเหี่ยวบนและริ้วรอย ผิวแห้งแตกลาย หมองคล้ำตามมา สารต้านอนุมูลอิสระจึงถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการลดและปกป้องผิวจากอันตรายของรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่ได้จากพืชสมุนไพรและผลไม้มีผลข้างเคียงน้อยกว่าสารสังเคราะห์ที่ผลิตขึ้น³⁻⁴ อีกทั้งพืชสมุนไพรหรือผลไม้ยังอุดมไปด้วยกลุ่มของสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ที่สามารถทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระทางชีวภาพได้⁵ เช่น สารกลุ่มฟ

ลาโวนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถให้อะตอมไฮโดรเจนเพื่อป้องกันการเกิดอนุมูลตัวใหม่ ที่ส่งผลต่อความเสียหายของเซลล์ได้⁶ ในขณะที่สารประกอบฟีนอลสามารถทำลายการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain reaction) และทำให้ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระสิ้นสุดลง⁷ ทั้งนี้ทางคณะผู้วิจัยได้ศึกษาสมุนไพร 5 ชนิด คือ ใบมะรุม (*Morinda oleifera* Lam.), ดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.), ใบหม่อน (*Morus alba* Linn.), ใบบัวบก (*Centella asiatica* L.Urb.) และแครอท (*Daucus carota* Linn.) เนื่องจากเป็นพืชผักสมุนไพรที่หาได้ง่ายตามท้องตลาดและในบางชุมชนยังมีปลูกใช้ตามครัวเรือนอยู่แล้ว โดยนำมาสกัดและทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพื่อคัดเลือกสารสกัดที่เหมาะสมมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอางจากสมุนไพรสำหรับการบำรุงผิวด้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากกระบวนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ และก่อให้เกิดการต่อยอดมูลค่าทางเศรษฐกิจในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต ซึ่งจากการศึกษาตัวอย่างงานวิจัยยังพบว่า มีการนำสารสกัดใบมะรุมมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เจลบำรุงผิวด้านอนุมูลอิสระ⁸ ในรายงานของ Kehinde และ Abass⁹ ยังพบว่าส่วนของใบมีปริมาณฟีนอลิก วิตามินซี และความสามารถในการรีดิวซ์ได้สูง ในขณะที่ส่วนของรากจะมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าเปลือกต้น เมล็ด และใบ ตามลำดับ การศึกษาของสารสกัดใบหม่อนสามารถใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ¹⁰⁻¹¹ ลดความอ้วน¹²⁻¹³ ลดน้ำตาลในเลือดได้¹⁴ อีกทั้งสารสกัดใบบัวบกมี



ระดับสารต้านอนุมูลที่เทียบเคียงกับสารสกัดโรสแมรี่ (Rosemary) และเสจ (Sage) ได้¹⁵ รวมถึงมีการใช้สารสกัดดอกอัญชันในครีม 5% ยับยั้ง MMP-1 และลดปริมาณการสลายคอลลาเจนในชั้นหนังแท้ของหนูวิสตาที่ได้รับรังสียูวี¹ ในขณะที่สารสกัดแคโรทีนช่วยปกป้องชั้นผิวหนัง (Fibroblasts) และป้องกันการตายของเซลล์ได้¹⁶ ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด จากกลไกการทำงานที่แตกต่างกันด้วยวิธี DPPH ซึ่งอาศัยหลักการขจัดอนุมูลอิสระด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจน ในขณะที่วิธี ABTS เกิดจากการที่สารต้านอนุมูลอิสระให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลเปอร์ออกซี ส่วนวิธี FRAP จะอาศัยหลักการของปฏิกิริยารีดักชันในการรับอิเล็กตรอนของ Ferric tripyridyltriazine (Fe^{3+} - TPTZ) จากสารต้านอนุมูลอิสระ ทั้ง 3 วิธีเหมาะสำหรับการทดสอบในระบบสารละลายที่ค่อนข้างมีชีวปฏิกิริยาถึงสูง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัด

ตัวอย่างสมุนไพรสด 5 ชนิด ได้แก่ ใบมะรุม และใบหม่อน ได้รับจากอำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ดอกอัญชัน, ใบบัวบก และแคโรทีน จากเขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง อบที่อุณหภูมิ 50°C และบดเป็นผง ซึ่งตัวอย่างผงสมุนไพรแต่ละชนิดจำนวน 100 g นำไปแช่ (Maceration) ใน 95% เอทานอล เก็บในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน นำมากรองแยกกากและระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องระเหยแห้งระบบสุญญากาศแบบหมุน

(Rotary evaporator) เก็บสารสกัดที่ได้ในตู้เย็นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ลำดับต่อไป

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี

DPPH assay¹⁷

เตรียมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH radical) ในเมทานอล ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ และสารตัวอย่าง (Stock solution) ที่ความเข้มข้น 50,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยชั่งสารสกัดสมุนไพร 0.25 กรัม ละลายในเอทานอล 5 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางสารละลายให้มีความเข้มข้นในช่วง 2,000 – 10,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นำไปศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยแบ่งชุดการทดสอบเป็น 4 ชุด คือ A, B และ C ดังนี้ ชุด A (Sample) เติมตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร และ DPPH 100 ไมโครลิตร ชุด B (Blank of sample) เติมตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร และเมทานอล 100 ไมโครลิตร ชุด C (Control) เติมเมทานอล 100 ไมโครลิตร และ DPPH 100 ไมโครลิตร ชุด D (Blank of control) เติมเมทานอล 200 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลต (Microplate reader) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) โดยคำนวณ % radical scavenging จากสมการและหาค่า IC_{50} (ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ยับยั้งอนุมูล 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) ที่ร้อยละ 50 ในหน่วยความ

เข้มข้นไมโครกรัม/มิลลิลิตร ($\mu\text{g/ml}$) จากผลการทดลองที่ได้

$$\% \text{ radical scavenging} = \frac{[(A_{\text{control}} - A_{\text{blank control}}) - (A_{\text{sample}} - A_{\text{blank sample}})]}{(A_{\text{control}} - A_{\text{blank control}})} \times 100$$

3. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS assay¹⁸⁻¹⁹

เตรียมสารละลาย 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์ และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (Potassium persulfate) ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์ นำสารละลายทั้งสองมาผสมกันในอัตราส่วน 1 : 0.5 ตามลำดับ ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 12 - 16 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้งาน เจือจางสารละลาย ABTS⁺⁺ ด้วยเอทานอลให้มีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.70 ± 0.02 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร จากนั้นนำสารตัวอย่าง (Stock solution) ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มาเจือจางสารละลายให้มีความเข้มข้นในช่วง 1,000 – 3,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นำไปศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS⁺⁺ โดยแบ่งชุดการทดสอบเป็น 4 ชุด คือ A, B, C และ D ดังนี้ ชุด A (Sample) เติมตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร และ ABTS⁺⁺ 100 ไมโครลิตร ชุด B (Blank of sample) เติมตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร และเอทานอล 100 ไมโครลิตร ชุด C (Control) เติมเอทานอล 100 ไมโครลิตร และ ABTS⁺⁺ 100 ไมโครลิตร ชุด D (blank of control) เติมเอทานอล 200 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 6 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลต (Microplate reader)

$$(A_{\text{control}} - A_{\text{blank control}})$$

ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยเปรียบเทียบกับกราฟของสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) รายงานค่า Ascorbic acid equivalent antioxidant capacity (VEAC) ในหน่วยมิลลิโมลาร์/มิลลิกรัมของสารสกัด (ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 2,2'-azino-bis(3 -ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) เมื่อเทียบเท่ากับสารกรดแอสคอร์บิกในหน่วยมิลลิโมลาร์/มิลลิกรัมของสารสกัด (mM/mg))

4. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP assay²⁰⁻²¹

เตรียมสารละลาย FRAP reagent จากสารละลายอะซิเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 300 มิลลิโมลาร์ pH 3.6, สารละลาย 10 มิลลิโมลาร์ TPTZ ในกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์ และสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ โดยนำสารละลายทั้ง 3 มาผสมกันในอัตราส่วน 10 : 1 : 1 ตามลำดับ จากนั้นนำสารตัวอย่าง (Stock solution) ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มาเจือจางสารละลายให้มีความเข้มข้นในช่วง 1,000 – 3,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นำไปศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในการรีดิวซ์ปฏิกิริยาของ FRAP โดยแบ่งชุดการทดสอบเป็น 3 ชุด คือ A, B และ C ดังนี้ ชุด A (Sample) เติมตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร และ FRAP 200 ไมโครลิตร ชุด B (Blank of sample)



เติมตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร และสารละลาย อะซิเตตบัฟเฟอร์ pH 3.6 200 ไมโครลิตร ชุด C (Control) เติมเอทานอล 100 ไมโครลิตร และ FRAP 200 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 4 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลต (Microplate reader) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย จากนั้นหาค่าการดูดกลืนแสงจากสมการ

$$\text{Absorbance} = A - B - C$$

นำค่า Absorbance ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟของสารมาตรฐานเฟอรัสซัลเฟต

(Ferrous sulfate, FeSO_4) แล้วคำนวณค่า Ferric reducing ability power (FRAP value): ความสามารถในการรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อน Fe^{3+} -TPTZ ไปเป็น Fe^{2+} -TPTZ เมื่อเทียบกับสารเฟอรัสซัลเฟตในหน่วยมิลลิโมลาร์ของเฟอรัส (II) ไอออน/มิลลิกรัมของสารสกัด ($\text{mM Fe}^{2+} / \text{mg dried extract}$)

5. การพัฒนาตำรับครีมจากสารสกัดสมุนไพร

คัดเลือกสารสกัดสมุนไพรที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดจำนวน 1 ชนิด นำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ครีม ในรูปแบบน้ำมันในน้ำ (oil in water, O/W) จากสูตรดัง Table 1

Table 1. Ingredients of cream formula

No.	Component	Herbal formula (% w/w)	Control formula (% w/w)
Oil phase			
1	Cetomacrogol 1000 (Cremophore A25)	2.5	2.5
2	Cetomacrogol 4000 (Cremophore A6)	2.5	2.5
3	Light liquid paraffin (White oil)	2	2
4	Stearyl alcohol	2	2
5	Cetyl alcohol	5	5
6	Dimethicone	1.5	1.5
7	Glycerine	1.5	1.5
8	Hard Paraffin Wax	1	1
9	DC 200/100 (TSF451/100)	0.5	0.5
10	Glycerylmonostearate	2	2
11	Coconut oil	0.5	0.5
Water phase			
12	Propylene glycol (Mono propylene)	2	2
13	Butylene Glycol	1	1
14	Sodium PCA	1	1
15	Tween 20	0.4	0.4



Table 1. Ingredients of cream formula (continue.)

No.	Component	Herbal formula (% w/w)	Control formula (% w/w)
Water phase			
16	Disodium EDTA	0.02	0.02
17	DI Water	74.08	74.18
Others			
18	Phenoxyethanol	0.4	0.4
19	<i>Moringa oleifera</i> extract	0.1	-
20	Perfume (Fantasia)	qs	qs

Remark: The amount of herbal extract added to the formula was equal to 5 times the IC50 value. Antioxidant values were obtained by using the DPPH method. The amount does not exceed Thai Industrial Standards Institute (TISI), 15-2562.

วิธีเตรียม

ซึ่งสารทุกตัวตามสูตร นำสารที่เป็นวัฏภาคน้ำมัน (ลำดับที่ 1-11) มาหลอมรวมกันในปีกเกอร์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส คนด้วยแท่งแก้วให้เข้ากัน นำสารในส่วนวัฏภาคน้ำ (ลำดับที่ 12-17) หลอมรวมกันในปีกเกอร์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนหลอมเหลวหมด จากนั้นเทวัฏภาคน้ำมันลงในวัฏภาคน้ำผสมให้เข้ากัน เมื่ออุณหภูมิลดลงที่ 45 องศาเซลเซียส จึงใส่สารสกัดสมุนไพร สารกันเสีย และสารแต่งกลิ่น (ลำดับที่ 18-20) ผสมให้เข้ากันจนเป็นเนื้อครีม

6. การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์

สำหรับการศึกษาความคงตัวทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์นั้นจะทำการทดสอบในสภาวะการเร่งด้วยอุณหภูมิ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดอายุของผลิตภัณฑ์ ดังนี้คือ

1. การเร่งด้วยอุณหภูมิ (Heating cooling cycle) โดยการเก็บผลิตภัณฑ์ที่เตรียมเสร็จ แบ่งใส่ขวดแก้วหรือหลอดที่ปิดฝาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นับเป็น

1 รอบ ทดสอบ 6 - 8 รอบ แล้วบันทึกผลความคงตัวทางกายภาพและทางเคมี ดังนี้

1.1 ความคงตัวทางกายภาพ: ทำการวัดค่า pH ของตำรับที่สุ่มมาด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) และวัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (Viscometer) รวมถึงตรวจสอบลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ ที่สังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า (organoleptic) เช่น สี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส ฯ เป็นต้น

1.2 ความคงตัวทางเคมี : ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเชิงปริมาณของผลิตภัณฑ์ นำมาทดสอบด้วยวิธี DPPH assay โดยชั่งครีมมา 10 กรัม ละลายด้วยเมทานอล 10 มิลลิลิตร แบ่งชุดการทดสอบเป็น 3 ชุด คือ A, B, C และ D ดังนี้ ชุด A (Sample) สารละลายครีม 2 มิลลิลิตร เติม DPPH 4 มิลลิลิตร ชุด B (Blank of sample) สารละลายครีม 2 มิลลิลิตร เติม MeOH 4 มิลลิลิตร ชุด C (Control) เมทานอล 2 มิลลิลิตร เติม DPPH 4 มิลลิลิตร ชุด D (Blank of control) เมทานอล 6 มิลลิลิตร ชุดการทดสอบทั้งหมด ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยง 3 นาที ที่ 5,000 รอบต่อนาที ปิเปตส่วนใส 200 ไมโครลิตร



ลงใน 96-well plate นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านไมโคร

เพลต (Microplate reader) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย คำนวณ % radical scavenging ดังสมการ

$$\% \text{ radical scavenging} = \frac{[(A_{\text{control}} - A_{\text{blank control}}) - (A_{\text{sample}} - A_{\text{blank sample}})]}{(A_{\text{control}} - A_{\text{blank control}})} \times 100$$

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย ในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH, ABTS และ FRAP ใช้สถิติ One-way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลด้วยวิธี Duncan และใช้สถิติ Repeated measures ANOVA ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการศึกษาความคงตัวของเคมี (ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ) ของตำรับ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี Duncan กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการสกัดและการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการเตรียมสารสกัดสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ใบมะรุม, ใบบัวบก, ดอกอัญชัน, ใบหม่อน, และแครอท โดยวิธีแช่หมักด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล พบว่าสารสกัดดอกอัญชันให้ร้อยละผลผลิตสูงที่สุดเท่ากับ 12.36 รองลงมาคือสารสกัดใบมะรุม ใบบัวบก แครอท ให้ร้อยละผลผลิตเท่ากับ 9.48, 9.39 และ 8.00 ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดใบหม่อนให้ร้อยละผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 7.70 เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด เมื่อทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดใบมะรุมสามารถ

ต้านอนุมูลอิสระได้สูงที่สุดโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 304.254 ± 26.665 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ในขณะที่สารสกัดแครอทสามารถต้านอนุมูลอิสระได้น้อยที่สุด ($IC_{50} = 1,253.593 \pm 53.701$ ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) จากผลค่าการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า สารสกัดใบมะรุมและใบบัวบกสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ไม่แตกต่างกันในวิธี DPPH และเมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน พบว่า สารสกัดทั้งหมดสามารถต้านอนุมูลอิสระได้น้อยกว่ากรดแอสคอร์บิก ($IC_{50} = 30.557 \pm 2.188$ ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) ส่วนการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS พบว่า สารสกัดแครอทสามารถต้านอนุมูลอิสระได้สูงที่สุดมีค่า VEAC เท่ากับ 0.172 ± 0.040 มิลลิโมลาร์/มิลลิกรัม และดอกอัญชันสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ต่ำที่สุด มีค่า VEAC เท่ากับ 0.004 ± 0.000 มิลลิโมลาร์/มิลลิกรัม โดยที่สารสกัด 4 ชนิด คือ ใบมะรุม, ใบบัวบก, ดอกอัญชัน และใบหม่อนสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ไม่แตกต่างกันในวิธี ABTS ในขณะที่การทดสอบด้วยวิธี FRAP พบว่าสารสกัดใบมะรุมสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดมีค่า FRAP เท่ากับ 2.031 ± 0.255 มิลลิโมลาร์ของเฟอร์รัส (II) ไอออน/มิลลิกรัม และสารสกัดแครอทสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ต่ำที่สุดมีค่า FRAP เท่ากับ 0.507 ± 0.031 มิลลิโมลาร์ของเฟอร์รัส (II) ไอออน/มิลลิกรัม แสดงดัง Table 2

**Table 2.** Comparison of antioxidant activities of 5 herbal extracts in DPPH, ABTS and FRAP assay

Sample	% yield	Result of antioxidant activities		
		DPPH assay	ABTS assay	FRAP assay
		IC ₅₀ ± SEM (µg/ml)	VEAC ± SEM (mM/mg)	FRAP ± SEM (mM Fe ²⁺ /mg)
ใบมะขาม	9.48	304.254 ± 26.665 ^b	0.011 ± 0.003 ^b	2.031 ± 0.255 ^a
ใบขมิ้น	9.39	343.482 ± 1.812 ^b	0.006 ± 0.002 ^b	1.200 ± 0.069 ^{b,c}
ดอกขมิ้น	12.36	639.705 ± 27.698 ^c	0.004 ± 0.000 ^b	0.837 ± 0.056 ^{c,d}
ใบหม่อน	7.70	645.272 ± 30.729 ^c	0.005 ± 0.001 ^b	1.305 ± 0.075 ^b
แครอท	8.00	1,253.593 ± 53.701 ^d	0.172 ± 0.040 ^a	0.507 ± 0.031 ^d
กรดแอสคอร์บิก	-	30.557 ± 2.188 ^a	-	-

Remark: Different letters in the same column are significantly different ($p < 0.05$). Standard error of mean; SEM (n=3)

2. ผลการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ครีมสำหรับผิว

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด ได้คัดเลือกตัวอย่างสารสกัด 1 ชนิดจากสารสกัดทั้งหมดเพื่อนำมาพัฒนาเป็นส่วนผสมในตำรับครีมอิมัลชันฐานน้ำมันในน้ำ โดยการเปรียบเทียบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระพบว่า ใบมะขามมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดในวิธี DPPH และ FRAP จึงนำสารสกัดใบมะขามมาพัฒนาเป็นส่วนผสมในตำรับเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมที่ไม่ผสมสารสกัดนำไปทดสอบความคงตัวทางเคมีและกายภาพที่สภาวะสลับร้อนสลับเย็น (Heating cooling cycle ; HT)

เป็นจำนวน 6 รอบ พบว่าตำรับครีมจากสารสกัดใบมะขามสามารถต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าตำรับควบคุม โดยมีค่า % radical scavenging อยู่ในช่วง 78.619 ± 0.464 ถึง $95.853 \pm 2.093\%$ แสดงดัง Table 3 โดยมีค่า pH และความหนืดอยู่ในช่วง 6.12 ± 0.14 ถึง 6.30 ± 0.08 และ $10,900.00 \pm 274.95$ ถึง $14,626.66 \pm 846.71$ cP ตามลำดับ แสดงดัง Figure 1 และ 2 ในขณะที่ครีมตำรับควบคุมมีค่า % radical scavenging, ค่า pH และความหนืดอยู่ในช่วง 26.782 ± 5.570 ถึง $44.758 \pm 2.677\%$, 6.07 ± 0.10 ถึง 6.44 ± 0.18 และ $10,486.66 \pm 1,505.36$ ถึง $14,606.66 \pm 1,582.06$ cP ตามลำดับ



Table 3. Chemical stability test of antioxidant activities in *Moringa oleifera* extract cream compared with control cream at the heating-cooling cycle condition

Chemical stability at the heating-cooling cycle condition		
Cycle	% radical scavenging of cream products by using DPPH assay	
	<i>Moringa oleifera</i> extract cream (%)	<i>Moringa oleifera</i> extract cream (%)
0	$84.310 \pm 6.864^{b,c}$	33.999 ± 3.203^{ab}
1	78.679 ± 4.227^c	40.036 ± 5.321^a
2	78.619 ± 0.464^c	26.782 ± 5.570^b
3	93.681 ± 0.764^a	28.776 ± 3.891^b
4	86.538 ± 2.081^b	44.758 ± 2.677^a
5	95.853 ± 2.093^a	42.609 ± 12.348^a
6	94.922 ± 2.754^a	43.720 ± 1.787^a

Remark: Different letters in the same column are significantly different ($p < 0.05$) when comparing percentage (%) radical inhibition. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) of extracted and control samples in each cycle.

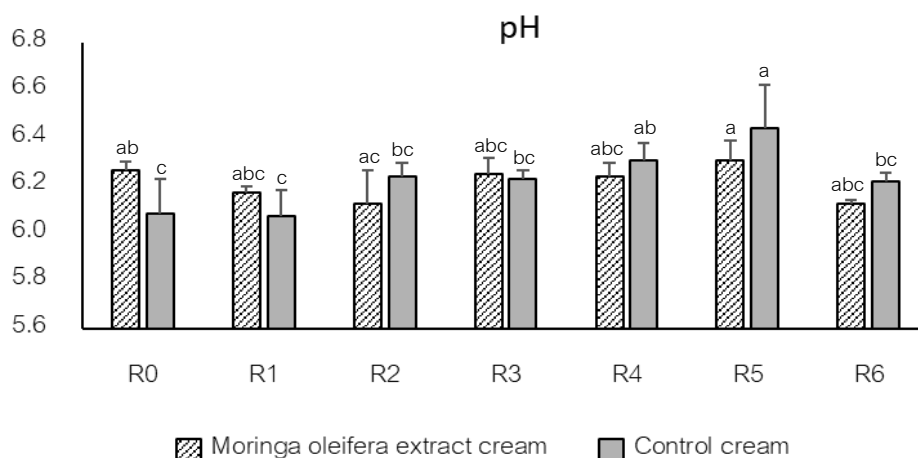


Figure 1. The pH value of control and *Moringa oleifera* extract cream in each round at heating-cooling condition. The different symbols in the same formulation mean significantly different ($p < 0.05$).

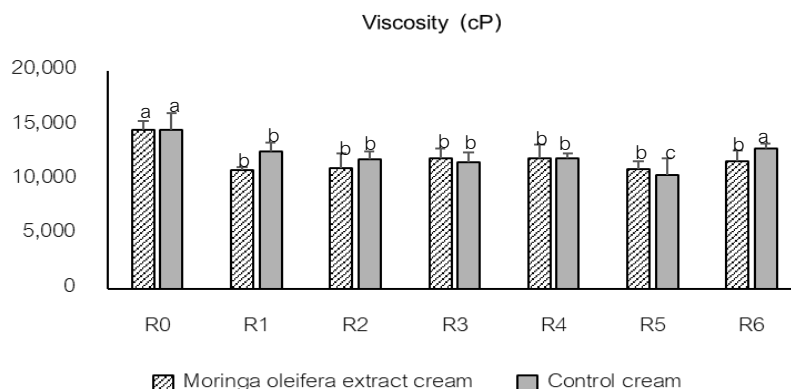


Figure 2. The viscosity value of control and *Moringa oleifera* extract cream. Values in the round with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

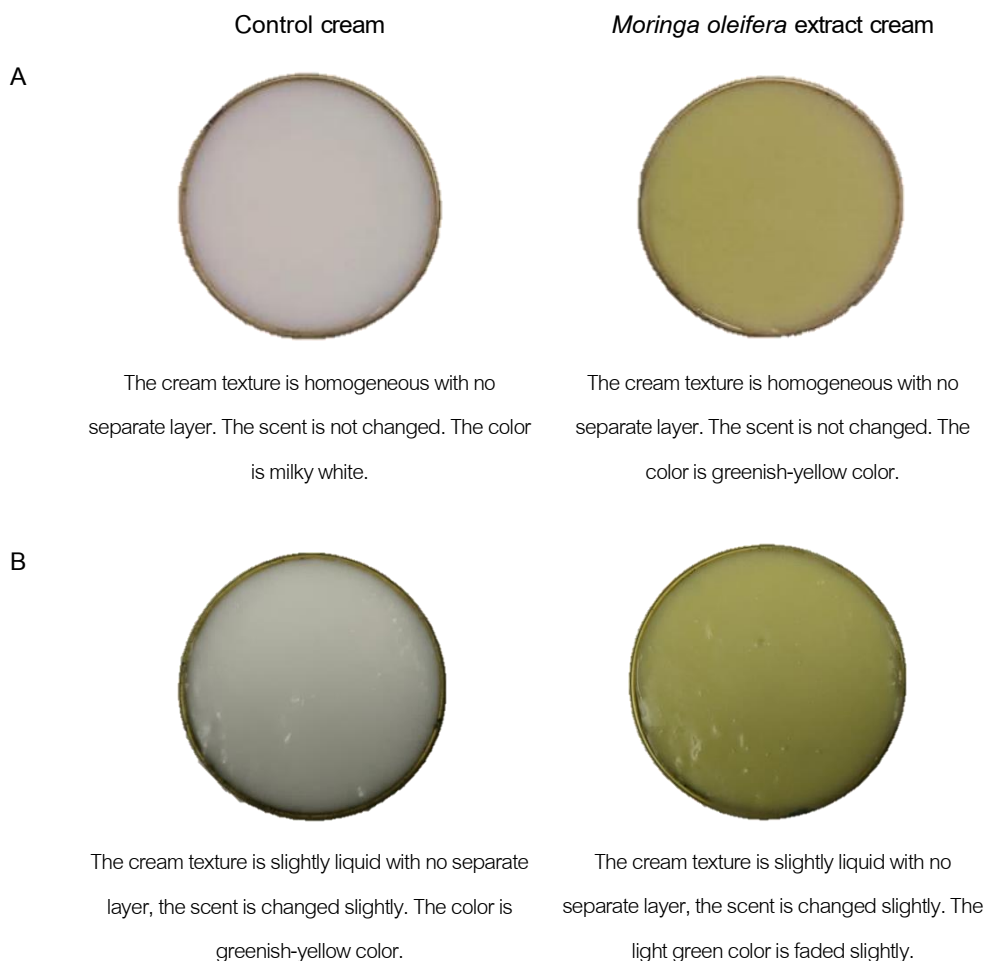


Figure 3 . Comparison of cream texture, color and odor in heating-cooling cycle condition, when (A) before storing in heating-cooling cycle condition and (B) after storing in heating-cooling 6 cycle condition

จากการทดสอบความคงตัวทางกายภาพ ด้านประสาทสัมผัส โดยการสังเกตลักษณะ สี กลิ่น ของตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดใบมะรุม และตำรับควบคุม เมื่อผ่านสภาวะเร่งด้วยอุณหภูมิ ดังแสดงใน Figure 3 พบว่าลักษณะทางกายภาพ ของเนื้อครีมยังคงมีสภาพไม่แยกชั้น แต่สีเริ่มจางลง เล็กน้อย และกลิ่นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยทั้ง 2 ตำรับ

อภิปรายผล

จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้ง 3 วิธี คือ DPPH, ABTS และ FRAP พบว่า สารสกัด ใบมะรุมมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ โดยให้ไฮโดรเจนอะตอมและอิเล็กตรอนจากอนุมูลอิสระได้สูงที่สุดในวิธี DPPH (IC_{50} เท่ากับ $304.254 \pm 26.665 \mu\text{g/ml}$) และ FRAP ($2.031 \pm 0.255 \text{ mM Fe}^{2+}/\text{mg}$) สอดคล้องกับงานวิจัยของบัลกีสมามะ และคณะ⁸ ที่ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP ของสารสกัดใบเตย, ใบมะรุม, ใบยอ และดอกอัญชัน พบว่าสารสกัดใบมะรุม สามารถต้านอนุมูลอิสระได้สูงที่สุดทั้ง 3 วิธี โดยมีค่า IC_{50} , VEAC และ FRAP value เท่ากับ $99.28 \pm 3.47 \mu\text{g/ml}$, $2.40 \pm 0.01 \text{ mM Ascorbic acid/g}$ และ $14.80 \pm 0.59 \text{ mM Fe}^{2+}/\text{g}$ ตามลำดับ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kehinde และ Abass⁹ ที่ศึกษาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของมะรุมในส่วนของใบ, เปลือกต้น, ราก และเมล็ด โดยพบว่าใบไม่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด, สมบัติในการรีดิวซ์, ปริมาณวิตามินซี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าในส่วนอื่นๆ ในขณะที่

สารสกัดแครอทสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระชนิด เปอร์ออกซีได้สูงที่สุดในวิธี ABTS ($0.172 \pm 0.040 \text{ mM/mg}$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chatatikun และ Chiabchalard²² ซึ่งพบว่าสารสกัด 95% เอทานอลของแครอทสามารถต้านอนุมูล ABTS ได้สูงกว่าอนุมูล DPPH โดยมีค่าเท่ากับ $34.5 \pm 2.80 \text{ mg VCEAC/g}$ ดังนั้นสารสกัดเอทานอลจากใบมะรุมมีประสิทธิภาพ ในการกำจัดอนุมูล DPPH ได้สูงกว่าอนุมูล ABTS ทั้งนี้เกี่ยวข้องกับความแตกต่างของกลไกการทำปฏิกิริยา ในวิธี DPPH จะขึ้นอยู่กับความสามารถ ในการให้ไฮโดรเจนอะตอม ในขณะที่การกำจัดอนุมูล โปรตอนของ ABTS เกิดจากการให้อิเล็กตรอน²³ ในขณะเดียวกันจะเห็นได้ว่าสารสกัดเอทานอลจากใบมะรุมยังมีประสิทธิภาพในการให้อิเล็กตรอนอิสระ (Reducing agent) ได้สูง ในวิธี FRAP ซึ่งอาศัยคุณสมบัติในการเป็นตัวรีดิวซ์ในปฏิกิริยา Reduction ของ Ferric tripyridyltriazine (Fe^{3+} - TPTZ) ทำให้เกิดเป็น Fe^{2+} - TPTZ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเลือกสารสกัดใบมะรุมมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ครีมสำหรับผิว และทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่ง (Heating cooling cycle) พบว่า ครีมบำรุงผิวที่ผสมสารสกัดใบมะรุมสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้สูงกว่าตำรับควบคุม ซึ่งมีร้อยละการต้านอนุมูล DPPH ได้อยู่ในช่วง 78.619 ± 0.464 ถึง $95.853 \pm 2.093 \%$ ในขณะที่ตำรับควบคุมให้ร้อยละการต้านอนุมูล DPPH ได้เท่ากับ 26.782 ± 5.570 ถึง $44.758 \pm 2.677 \%$ ซึ่งสารสกัดมีความคงตัวในด้านของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเมื่อผ่านสภาวะเร่งจนครบ 6 รอบ โดยค่าการต้านอนุมูลอิสระของตำรับที่ผสมสารสกัดใบมะรุมเมื่อเปรียบเทียบกับ

รอบที่ 0 กับรอบที่ 6 ค่าการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น จากเดิมเล็กน้อยจาก 84.310% เพิ่มขึ้นเป็น 94.922% อาจเป็นเพราะการผ่านอนุมูลอิสระกลับร้อนกลับเย็น หลาย ๆ รอบ ส่งผลให้น้ำที่อยู่ในตัวรับเกิดการระเหย ทำให้ความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้การออกฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH สูงขึ้นตามมา ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวรับอยู่ในช่วง 6.12 ถึง 6.30 เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส 15-2562 (มอก. เอส 15-2562)²⁴ เรื่องผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร ซึ่งกำหนดให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างต้องอยู่ระหว่าง 3.5 - 7.5 ในขณะเดียวกันตัวรับครีมบำรุงผิวที่ผสมสารสกัดใบมะรุมให้ค่าความหนืดค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง 10,900.00 ถึง 14,626.66 cP โดยเมื่อผ่านสภาวะแรงครบ 6 รอบ มีค่าความหนืดลดลงเล็กน้อย แตกต่างจากก่อนเก็บในสภาวะแรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 ($p < 0.05$) ในขณะที่การทดสอบทางกายภาพอื่น ๆ ที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า พบว่ากลิ่น, สี และเนื้อสัมผัสมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยสีจางลงลงเป็นสีเขียวย่อน และเนื้อสัมผัสมีความเหลวลงแต่ยังคงไม่แยกชั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ali และคณะ²⁵ ที่พบว่าครีมผสมสารสกัดใบมะรุม 3% มีผลลดค่าความมันบนใบหน้าของอาสาสมัครได้ใน สัปดาห์ที่ 4-8 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับครีมทาครีมเบส และไม่พบรายงานอาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ อีกทั้งครีมบำรุงผิวหน้าที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากใบมะรุม 3% มีประสิทธิภาพช่วยทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นขึ้น²⁶⁻²⁷ แสดงให้เห็นว่านอกจากใบมะรุมจะสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้อีกด้วย ดังนั้นครีมบำรุงผิวที่ผสมสาร

สกัดใบมะรุมนี้จึงค่อนข้างมีความคงตัวในด้านของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่สูง

จากผลการทดลองทั้งหมดจะเห็นได้ว่าการนำสารสกัดใบมะรุมมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิวในรูปแบบผลิตภัณฑ์ครีมจะมีความคงตัวในลักษณะของทางกายภาพที่ค่อนข้างดีกว่าผลิตภัณฑ์เจลบำรุงผิวจากสารสกัดใบมะรุมในงานวิจัยของบัลกีส์ มามะ และคณะ⁹ ซึ่งผลิตภัณฑ์เจลเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะโปร่งแสงทำให้สีของสารสกัดจางลงได้ง่ายกว่าผลิตภัณฑ์แบบทึบแสง เช่น ครีมที่อยู่ในรูปแบบของวุ้น ภาคน้ำมันในน้ำ เมื่อเก็บเป็นระยะเวลานานสภาพสีของสมุนไพรจะจางลงเรื่อย ๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพหรือสารสำคัญทางเคมีอื่น ๆ ในตัวรับตามมา นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ครีมยังมีความหนืดที่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์แบบเจลซึ่งมีค่าความหนืดที่สูงกว่า 160,033 cP ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ครีมค่าความหนืดอยู่ที่ 10,900.00 ถึง 14,626.66 cP ขณะเดียวกันการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสมุนไพรที่นำมาสกัดมาจากคนละแหล่งที่มาจึงทำให้ค่าการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดเอทานอลจากใบมะรุมสามารถยับยั้งอนุมูล DPPH และมีความสามารถในการรีดิวซ์ ferric tripyridyltriazine (Fe^{3+} - TPTZ) ได้สูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} และ FRAP เท่ากับ 304.254 $\mu\text{g/ml}$ และ 2.031 mM Fe^{2+}/mg ตามลำดับ การพัฒนาตัวรับครีมบำรุงผิวผสมสารสกัดใบมะรุมมีความคงตัวของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงให้ค่าร้อยละการต้านอนุมูล DPPH เท่ากับ 78.619



- 95.853% ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงตามมาตรฐาน และค่าความหนืดเท่ากับ 10,900.00 ถึง 14,626.66 cP การทดสอบในสภาวะเร่งด้วยอุณหภูมิตำให้สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ทั้งนี้การพัฒนาทางด้านกายภาพให้มีความคงตัวในระยะยาวอาจจะต้องเพิ่มสารเสริมที่มีความคงตัวในด้านสี และกลิ่น ลงในตำรับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณภาควิชาการแพทย์แผนไทยที่ให้การสนับสนุนในด้านการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทำให้การทำงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Saritani ATB, Wlraguna AAGP, Maker LP. *Clitoria ternatea* L. extract cream 5% inhibits the increase of MMP-1 levels and decrease of collagen amount in Wistar rats (*Rattus norvegicus*) dermic skin exposed to ultraviolet B. NSMC 2021;4:109-13.
2. Kammeyer A, Luiten RM. Oxidation events and skin aging. *Ageing Res Rev* 2015;21:16-29.
3. Addor FAS. Antioxidants in dermatology. *An Bras Dermatol* 2017;92:356-62.
4. Bjørklund G, Chirumbolo S. Role of oxidative stress and antioxidants in daily nutrition and human health. *Nutrition* 2017;33:311-21.
5. Daré RG, Nakamura CV, Ximenes VF, Lautenschlager SOS. Tannic acid, a promising anti-photoaging agent: Evidences of its antioxidant and anti-wrinkle potentials, and its ability to prevent photodamage and MMP-1 expression in L929 fibroblasts exposed to UVB. *Free Radic Biol Med* 2020;160:342-55.
6. Karak P. Biological activities of flavonoids: An overview. *Int J Pharm Sci Res* 2019;10:1567-74.
7. Kaurinovic B, Vastag D. Flavonoids and phenolic acids as potential natural antioxidants [Internet]. 2019 [cited 2024 May 25]. Available from:file:///C:/Users/Windows10/Downloads/Flavonoids_and_Phenolic_Acids_as_Potential_Natural.pdf
8. บัลกิส มามะ, นูรีซัน นิสัน, ศุภรัตน์ ดวนใหญ่, สุชาดา มานอก. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากใบมะรุมที่พบในชุมชนศรีภูมิในพื้นที่ฝั่งธนบุรี. *ว. เกษตรศาสตร์อีสาน* 2560;13:80-9.
9. Kehinde I, Abass OO. Compositional investigation of phytochemical and antioxidant properties of various parts of *Moringa oleifera* plant. *EJBAS* 2015;2:2059-3058.
10. Kim I, Lee J. Comparison of different extraction solvents and sonication times for characterization of antioxidant activity

- and polyphenol composition in mulberry (*Morus alba* L.). *Appl Biol Chem* 2017;60:509-17.
11. Bae SH, Suh HJ. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT- Food Sci Technol* 2007;40:955-62.
 12. Kim HB. Comparison with various mulberry leaves' and fruit's extract in lipid accumulation inhibitory effect at adipocyte model. *Int J Ind Entomol* 2017;35:1-6.
 13. Chang YC, Yang MY, Chen SC, Wang CJ. Mulberry leaf polyphenol extract improves obesity by inducing adipocyte apoptosis and inhibiting preadipocyte differentiation and hepatic lipogenesis. *J Funct Foods* 2016;21:249-62.
 14. Sheng Y, Zheng S, Zhang C, Zhao C, He X, Xu W, et al. Mulberry leaf tea alleviates diabetic nephropathy by inhibiting PKC signaling and modulating intestinal flora. *J Funct Foods* 2018;46:118-27.
 15. Jaswir I, Hassan TH, Said MZM. Antioxidative behaviour of Malaysian plant extracts in model and food oil systems. *Asia Pac J Clin Nutr* 2004;13:72.
 16. Satriyasa BK, Widiyanti IGA, Manuaba IBGF. The potential of carrot extract as a sunscreen to prevent apoptosis in white mice (*Mus musculus*) fibroblast cell cultures exposed to UVB light. *Bali Med J* 2022;11:527-30.
 17. Kim CH, Hwang BS, Hwang Y, Oh YT, Jeong JW. Evaluation of antioxidant and antiinflammatory activity of ethanolic extracts of *Polygonum senticosum* in lipopolysaccharide-induced RAW 264.7 macrophages. *J Lab Med* 2022;46:51-9.
 18. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 1999;26:1231-37.
 19. Lee KJ, Oh YC, Cho WK, Ma JY. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity determination of one hundred kinds of pure chemical compounds using offline and online screening HPLC assay. *Evid-Based Compl Alt* 2015:1-13.
 20. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power" the FRAP assay. *Anal Biochem* 1996;239:70-6.
 21. Nemes A, Szóllósi E, Stündl L, Biró A, Homoki JR, Szarvas MM, et al. Determination of flavonoid and proanthocyanidin profile of hungarian sour cherry. *Molecules* 2018;23:1-20.

22. Chatatikun M, Chiabchalard A. Phytochemical screening and free radical scavenging activities of orange baby carrot and carrot (*Daucus carota* Linn.) root crude extracts. J Chem Pharm Res 2013;5:97-102.
23. Karadag A, Ozcelik B, Saner S. Review of methods to determine antioxidant capacities. Food Anal Method 2009;2:41-60.
24. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส 15-2562 (มอก. เอส 15-2562) เรื่อง ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 25 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.tisi.go.th/assets/website/pdf/tiss/15-2562.pdf>
25. Ali A, Akhtar N, Khan MS, Khan MT, Ullah A, Shah MI. Effect of *Moringa oleifera* on undesirable skin sebum secretions of sebaceous glands observed during winter season in human. Biomed Res-India 2013;24:127-30.
26. Ali A, Akhtar N, Chowdhary F. Enhancement of human skin facial revitalization by moringa leaf extract cream. Postep Derm Alergol 2014;31:71-6.
27. Ali A, Akhtar N, Khan MS, Rasool F, Iqbal FM, Khan MT, et al. Moisturizing effect of cream containing *Moringa oleifera* (Sohajana) leaf extract by biophysical techniques: In vivo evaluation. JMPR 2013;7:386-91.