



ผลของสภาวะการสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองต่อการต้านอนุมูลอิสระ การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสและการตั้งตำรับเครื่องสำอาง

Effect of Extraction Conditions of Nam Dok Mai Thong Mango on Antioxidant, Tyrosinase Inhibition and Cosmetic Formulations

เบญจมาศ ไชยลาภ และ ธเนศวร นวลไย*

สาขาวิชาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล
ประจวบคีรีขันธ์ 77110

Benjamat Chailap and Thanesuan Nuanyai*

Department of General Education, Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology
Rattanakosin Wang Klai Kangwon Campus, Prachuap Khiri Khan 77110

*Corresponding author: thanesuan.nua@rmutr.ac.th

Received: 11 March 2023/ Revised: 29 April 2023/ Accepted: 2 May 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในปริมาณสูงสุดของสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองสุกสกัดด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างกันที่ 10, 30, 50, 70 และ 90% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และที่อุณหภูมิต่างกันคือ 25, 45 และ 65 องศาเซลเซียส สารสกัดถูกกรอง ระเหยจนแห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนและเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจนตัวอย่างแห้ง สารสกัดหยาบได้รับการทดสอบการยับยั้งการต้านอนุมูลอิสระและเอนไซม์ไทโรซิเนส จากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองสุกคือ เอทานอลร้อยละ 90 และอุณหภูมิการสกัดที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สารสกัดหยาบแสดงการต้านอนุมูลอิสระชนิด DPPH สูงสุดที่ 44.70% สารต้านอนุมูลอิสระชนิด ABTS ที่ 75.49% และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ 55.44% นำสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทดลองผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง 2 สูตร ได้แก่ โลชั่นบำรุงผิวและครีมทาผิว โดยผสมสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในสัดส่วนร้อยละ 0-5 โดยน้ำหนักในตำรับเครื่องสำอาง วิเคราะห์ความเข้ากันได้ของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง พบว่าสินค้าทุกผลิตภัณฑ์ไม่แยกชั้น นอกจากนี้การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์พบว่าเครื่องสำอางที่ผสมสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีความคงตัวดี

คำสำคัญ: การต้านอนุมูลอิสระ การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง เครื่องสำอาง

Abstract

This research aimed to develop a method for extracting the highest amount of antioxidant and tyrosinase inhibition of Nam Dok Mai Sri Thong mango extract and application in cosmetic products. Ripe Nam Dok Mai Sri Thong mango was extracted with ethanol at different concentrations of 10, 30, 50, 70, and

90% by weight per volume, and different temperatures were 25, 45, and 65 °C. The extracts were filtrated and evaporated by a rotary evaporator and freeze dryer until dry. The crude extract was tested for antioxidant and tyrosinase inhibition. The experiment found that the optimum condition for extracting ripe Nam Dok Mai Sri Thong mango was 90 wt% ethanol and extraction temperature at 45 °C for 24 hours. Crude extract showed the highest DPPH antioxidant at 44.70%, ABTS antioxidant at 75.49%, and tyrosinase inhibition at 55.44%. The Nam Dok Mai Sri Thong mango crude extract was mixed in two formulas of cosmetic products, body lotion, and hand cream. It was mixing 0-5 percent by weight of Nam Dok Mai Sri Thong mango crude extract into cosmetic recipes. The product compatibility of cosmetic products was analyzed. It was found that all products did not separate. Moreover, the product's stability showed that cosmetics containing the Nam Dok Mai Sri Thong mango extract had good stability.

Keyword: Antioxidant, Tyrosinase inhibition, Nam Dok Mai Sri Thong mango, cosmetic

บทนำ

มะม่วง (Mango) เป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีรสชาติอร่อย รับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก ให้พลังงานสูง เป็นแหล่งที่สำคัญของโพแทสเซียม เส้นใยอาหาร และวิตามิน อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นมะม่วงสายพันธุ์หนึ่งที่นิยมปลูกในเชิงพาณิชย์เนื่องจากผลมีขนาดใหญ่ มีรสชาติอร่อย เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีพื้นที่ปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นจำนวนมาก สามารถทำรายได้ให้เกษตรกรอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไปยังต่างประเทศ จากปัญหาวิกฤตเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ (Covid-19) ที่เกิดขึ้นในปี 2563 การส่งออกผลผลิตทางการเกษตรต้องหยุดชะงักลง มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่พึ่งพาการส่งออกเป็นหลักจึงได้รับผลกระทบ ทำให้เกิดภาวะล้นตลาดและราคาภายในประเทศตกต่ำ จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ และการต้านอนุมูลอิสระในระดับที่สูง มีศักยภาพในการสกัดเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง แต่ปัญหาที่พบบ่อยมักเกิดจากปริมาณแป้งและน้ำตาลในมะม่วงที่มีปริมาณสูงทำให้สารสกัดและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น

มะม่วง (*Mangifera indica* L) เป็นไม้ผลในวงศ์ Anacardiaceae อุดมไปด้วยสารกลุ่มโพลีฟีนอลหลากหลายชนิด ซึ่งพบได้ทุกส่วนของมะม่วง [1] จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการศึกษาลักษณะการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากมะม่วงจะเน้นศึกษาที่ส่วนของเมล็ดเนื่องจากเป็นของเสียจากกระบวนการอุตสาหกรรม โดยกลุ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเมล็ดมะม่วง ได้แก่ แทนนิน กรดแกลลิก คูมาริน กรดคาเฟอิก วานิลลิน แมงจิเฟอริน กรดเพอรูลิกซิด และกรดซินนามิก [2] ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ [3-5] และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [6] ดังนั้นเมล็ดมะม่วงจึงอาจเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเครื่องสำอางได้ [7] มีการศึกษาการใช้ประโยชน์ของสารสกัดมะม่วงทางด้านเครื่องสำอางโดยใช้สารสกัดจากส่วนต่างๆ ของมะม่วง เช่น เมล็ด [8-10] และใบ [11-12] มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นสายพันธุ์หนึ่งที่นิยมปลูกในเชิงพาณิชย์ เมล็ดเล็ก ปริมาณเนื้อสูง นิยมบริโภคผลสดทั้งในและต่างประเทศ การศึกษาการใช้ประโยชน์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อใช้เป็นสารสกัดในส่วนผสมของเครื่องสำอางเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดความเสี่ยงทางด้านราคาของมะม่วงน้ำดอกไม้ การเพิ่มมูลค่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ตกเกรด แต่การแปรรูปโดยขาดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ ไม่สามารถแข่งขันกับผู้ประกอบการรายอื่นได้ ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะนำสารสกัดจากมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีมูลค่าสูงขึ้นได้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อนำสารสกัดที่ได้ทดลองมาผสมในสูตรเครื่องสำอาง และทดสอบเสถียรภาพของเครื่องสำอาง



เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดให้แก่วิสาหกิจชุมชนในการพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้

วิธีดำเนินการวิจัย

สารเคมีและตัวทำละลาย

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt, Folin-Ciocalteu reagent, gallic acid, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid, ซื้อมาจากบริษัทซิกม่าอัลดริชประเทศสิงคโปร์ (Sigma Aldrich, Singapore) ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ซื้อมาจากบริษัท อาร์ซีโอ แล็บสแกน จำกัด สารเคมีและตัวทำละลายที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเกรดวิเคราะห์ (analytical reagent grade; AR)

ตัวอย่างมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

เก็บตัวอย่างในเดือน มีนาคม 2565 โดยเก็บตัวอย่างในอำเภอสามร้อยยอดจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ตัวอย่างมะม่วงอบแห้งถูกเก็บรักษาที่สาขาวิชาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตวังไกลกังวล ตำบลหนองแก อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

การสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

ปอกเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่มีความสุกระดับความแข็งอยู่ในช่วง 0.8 – 1.5 kg/cm² โดยใช้เครื่องวัดความแข็งของผลไม้ (GY-3 Fruit Penetrometer, China) โดยปอกเปลือกมะม่วงในบริเวณที่ต้องการวัด ใช้มีดขูดเครื่องวัดและกดลงไปประมาณ 0.5 เซนติเมตร อ่านค่าที่วัดได้ นำผลมะม่วงล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง นำชิ้นเนื้อมะม่วงหั่นเต๋า ซึ่งจำนวน 50 กรัม ผสมสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (10 – 90 % w/v) จำนวน 100 กรัม ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร บั่นมะม่วงให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นผสมด้วยความเร็วสูง (IKA, T25, Germany) นำขวดสารสกัดเข้าชนิดบ่มอุณหภูมิ (JSSI-100C, Korea) ที่ความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ (25, 45 และ 65 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำของผสมไปหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 6,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายใส่ประเหยแห้งด้วยเทคนิคการระเหยแบบลดความดัน (IKA, RV10, Germany) นำสารละลายที่เหลือผสมน้ำปราศจากอีออนให้มีปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร และนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปประเหิดจุดเยือกแข็ง (Virtis, benchtop, USA) จนกว่าสารสกัดจะมีน้ำหนัคงที่ บันทึกน้ำหนักสารสกัดเปรียบเทียบกับน้ำหนักผลมะม่วงสด

การต้านอนุมูลอิสระชนิดดีพีพีเอช (DPPH Assay) [13]

นำสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองละลายด้วยสารละลาย DMSO (50% w/v) ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 5 mg/mL หรือสารละลายมาตรฐาน Trolox ความเข้มข้นเท่ากับ 30 ug/mL จำนวน 50 uL ผสมกับสารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical) ที่ละลายในเมทานอล (1 mM, 150 uL) ผสมสารตัวอย่างที่จะทดสอบใน 96 well plate เขย่าให้เข้ากันและทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท (Biochrome, EZ2000, UK) ที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 517 นาโนเมตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่ลดลงตามสมการ

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



โดยที่

$$A_{\text{control}} = 150 \text{ uL DPPH} + 50 \text{ uL } 50\% \text{ Methanol}$$

$$A_{\text{test sample}} = 150 \text{ uL DPPH} + 50 \text{ uL Sample/standard}$$

$$A_{\text{Blank}} = 150 \text{ uL Methanol} + 50 \text{ uL Sample/standard}$$

การต้านอนุมูลอิสระชนิดเอบีทีเอส (ABTS Assay) [13]

นำสารละลาย ABTS (2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (7 mM, 5 mL) ผสมกับสารละลาย $K_2S_2O_8$ (2.45 mM, 88 uL) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาทำการเจือจางสารละลาย ABTS ให้มีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.70 ± 0.05 (734 nm) นำสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ละลายด้วยสารละลาย DMSO (50% w/v) ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 5.0 mg/mL นำสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองหรือสารละลายมาตรฐาน Trolox จำนวน 50 uL ผสมกับ 150 uL ของสารละลาย ABTS ใน 96 well plate เขย่าให้เข้ากัน ที่อุณหภูมิห้องบริเวณอับแสงเป็นเวลา 15 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท (Biochrome, EZ2000, UK) ที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 734 นาโนเมตร (Biochrome, EZ2000, UK) และวัดค่าการดูดกลืนแสงของ ABTS ที่ลดลง ตามสมการ

$$\text{Inhibition (\%)} = \{[A_{\text{control}} - (A_{\text{test sample}} - A_{\text{blank}})]/A_{\text{control}}\} \times 100\%$$

โดยที่

$$A_{\text{control}} = 150 \text{ uL ABTS} + 50 \text{ uL } 50\% \text{ DMSO}$$

$$A_{\text{test sample}} = 150 \text{ uL ABTS} + 50 \text{ uL Sample/standard}$$

$$A_{\text{Blank}} = 150 \text{ uL Water} + 50 \text{ uL Sample/standard}$$

การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส [13]

นำสารสกัดหยาบของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองละลายด้วยสารละลาย DMSO (50% w/v) ให้มีความเข้มข้นที่ 2 mg/mL ผสม 80 uL phosphate buffer (pH 6.8) สารละลาย 25 mM L-DOPA จำนวน 40 uL และสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจำนวน 40 uL ผสมให้เข้ากันใน 96-well microplate และเติม 150 U/mL ของเอนไซม์ไทโรซิเนสจำนวน 40 uL บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 nm ด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท (Biochrome, EZ2000, UK) โดยหาค่า %Inhibition ตามสูตร เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน kojic acid

$$\text{Inhibition (\%)} = \{[A_{\text{control}} - (A_{\text{test sample}} - A_{\text{blank}})]/A_{\text{control}}\} \times 100\%$$

โดยที่

$$A_{\text{control}} = 80 \text{ uL phosphate buffer} + 40 \text{ uL } 25 \text{ mM L-DOPA} + 40 \text{ uL Tyrosinase} + 40 \text{ uL } 50\% \text{ DMSO}$$

$$A_{\text{test sample}} = 80 \text{ uL phosphate buffer} + 40 \text{ uL } 25 \text{ mM L-DOPA} + 40 \text{ uL Tyrosinase} + 40 \text{ uL Sample}$$

$$A_{\text{Blank}} = 120 \text{ uL phosphate buffer} + 40 \text{ uL } 25 \text{ mM L-DOPA} + 40 \text{ uL Sample}$$

การทดลองผสมสูตรเครื่องสำอางโดยใช้สารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองและทดสอบเสถียรภาพของเครื่องสำอาง

นำสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองละลายในสารละลายกลีเซอรินที่มีส่วนผสมของน้ำกลั่นร้อยละ 20 ผสมลงในสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่แตกต่างกัน นำเครื่องสำอางที่ผสมแล้วทดสอบความคงตัวตาม มอก. 478-2555 หลังจากตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจะพิจารณาความเข้ากันได้ของสารสกัดและผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยการสังเกตการแยกชั้น

การผสมสูตรโลชั่นบำรุงผิวกาย (body lotion)

การผสมสูตรโลชั่นบำรุงผิวกาย (body lotion) ได้ทดลองผสมสูตรทั้งหมดจำนวน 4 สูตร โดยใช้อัตราส่วนของสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่แตกต่างกัน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 สูตรโลชั่นบำรุงผิวกาย (body lotion)

Ingredients	Function	Formulas (%)			
		bodylotion-1	bodylotion -2	bodylotion -3	bodylotion -4
Sodium Acrylates/ Beheneth-25 Methacrylate Crosspolymer	emulsifier	1.75	1.75	1.75	1.75
Cyclopentasiloxane	emollient	2.00	2.00	2.00	2.00
Dimethicone	emollient	2.00	2.00	2.00	2.00
Isopropyl Myristate	emollient	6.00	6.00	6.00	6.00
Tocopheryl Acetate	moisturizing	1.00	1.00	1.00	1.00
Deionized water	solvent	70.44	70.44	70.44	70.44
Aloe vera extract	humectant	5.00	5.00	5.00	5.00
Stingless Bee Honey	humectant	5.00	5.00	5.00	5.00
Mango extract (%w/v)	humectant	5.00 (0%)	5.00 (1%)	5.00 (3%)	5.00 (5%)
Niacinamide	whitening	1.00	1.00	1.00	1.00
Methyl Gluceth-20	moisturizing	0.50	0.50	0.50	0.50
DMDM Hydantoin	preservative	0.30	0.30	0.30	0.30
Perfume	perfume	0.01	0.01	0.01	0.01
Total		100.00	100.00	100.00	100.00

วิธีการผสม

1. ส่วน A: ละลาย Aloe vera extract, Stingless Bee Honey, Mango extract, Niacinamide และ Methyl Gluceth-20 ด้วย Deionized water คนให้เข้ากัน
2. ส่วน B: ผสม Dimethicone, Sodium Acrylates/ Beheneth-25 Methacrylate Crosspolymer, Isopropyl myristate และ Tocopheryl acetate เข้าด้วยกัน คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน
3. นำส่วน A เทผสมในส่วน B คนให้เข้ากันด้วยความเร็วรอบที่สูงที่สุด
4. เติม DMDM Hydantoin และ perfume ในผลิตภัณฑ์ ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

การผสมสูตรครีมบำรุงผิวมือ (hand cream)

การผสมสูตรครีมบำรุงผิวมือ (hand cream) ได้ทดลองผสมสูตรทั้งหมดจำนวน 4 สูตร โดยใช้อัตราส่วนของสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่แตกต่างกัน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2



ตารางที่ 2 สูตรครีมบำรุงผิวมือ (hand cream)

Ingredients	Function	Formulas (%)			
		Handcream-1	Handcream-2	Handcream-3	Handcream-4
Deionized Water	solvent	74.44	74.44	74.44	74.44
Acrylates/C10-30 Alkyl	rheology				
Acrylate Cross	modifier	0.50	0.50	0.50	0.50
polymer					
Aloe vera extract	humectant	10.00	10.00	10.00	10.00
Methyl Gluceth-20	moisturizing	1.00	1.00	1.00	1.00
Mango extract (%w/v)	humectant	5.00 (0%)	5.00 (1%)	5.00 (3%)	5.00 (5%)
Dimethicone	emollient	1.00	1.00	1.00	1.00
Cyclopentasiloxane	emollient	1.00	1.00	1.00	1.00
Tocopheryl Acetate	moisturizing	1.00	1.00	1.00	1.00
Isopropylmyristate	emollient	4.00	4.00	4.00	4.00
Acrylates/Acrylamide	emulsifier				
Copolymer		1.75	1.75	1.75	1.75
DMDM Hydantoin	preservative	0.30	0.30	0.30	0.30
Perfume	perfume	0.01	0.01	0.01	0.01
Total		100.00	100.00	100.00	100.00

วิธีการผสม

1. ส่วน A: ละลาย Aloe vera extract, Mango extract, Methyl Gluceth-20, และ Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Cross polymer ด้วย Deionized water คนให้เข้ากัน
2. ส่วน B: ผสม Dimethicone, Cyclopentasiloxane, Isopropylmyristate, Virgin coconut oil, Acrylates/Acrylamide Copolymer และ Tocopheryl acetate เข้าด้วยกัน คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน
3. นำส่วน A เทผสมในส่วน B คนให้เข้ากันด้วยความเร็วรอบที่สูงที่สุด
4. เติม DMDM Hydantoin และ perfume ในผลิตภัณฑ์ ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

การทดสอบเสถียรภาพของเครื่องสำอาง

ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทั้ง 2 ชนิด มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจึงใช้วิธีมาตรฐานโดยทดสอบตามวิธีของ เบญจมาศและ ธเนศวร [14] โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. นำผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 3 ชุดตัวอย่าง ไปเก็บไว้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ นาน 45 วัน โดย
 - ชุดตัวอย่างที่ 1 เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 ถึง 8 องศาเซลเซียส เป็นตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบ
 - ชุดตัวอย่างที่ 2 เก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ (45 ± 2) องศาเซลเซียส
 - ชุดตัวอย่างที่ 3 เก็บที่อุณหภูมิห้องในสภาพแวดล้อมทั่วไป
2. เมื่อครบ 10, 20 และ 30 วัน นำตัวอย่างออกจากตู้ปรับอุณหภูมิ ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนแน่ใจว่าตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง



3. ตรวจพิจารณาการแยกตัว เปรียบเทียบสีและกลิ่นกับตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบ
4. วัดความเป็นกรด-ด่าง แล้วเปรียบเทียบกับตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบ แต่ละครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ
5. วัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (IKA, ROTAVISC lo-vi, Germany) เปรียบเทียบกับตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบ โดยใช้หัววัด (spindle) ที่เหมาะสมกับความหนืดของตัวอย่างเครื่องสำอาง ใส่ตัวอย่างปริมาตร 500 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร นำมาประกอบกับเข็มวัดความหนืดและเข็มวัดอุณหภูมิ ปรับอุณหภูมิที่ 25 ± 1 องศาเซลเซียส เลือกหมายเลขหัววัดเพื่อใส่ความเร็วรอบของการหมุน โดยเลือกกดตัวเลขจากน้อยไปมาก และสังเกตค่าของ % Torque ให้อยู่ในช่วง 85-100% บันทึกผล แต่ละครั้งของการทดลองวิเคราะห์ 3 ซ้ำ
6. นำตัวอย่างกลับไปอยู่ในสภาวะเดิม และทำการทดลองซ้ำจนกว่าจะครบ 45 วัน

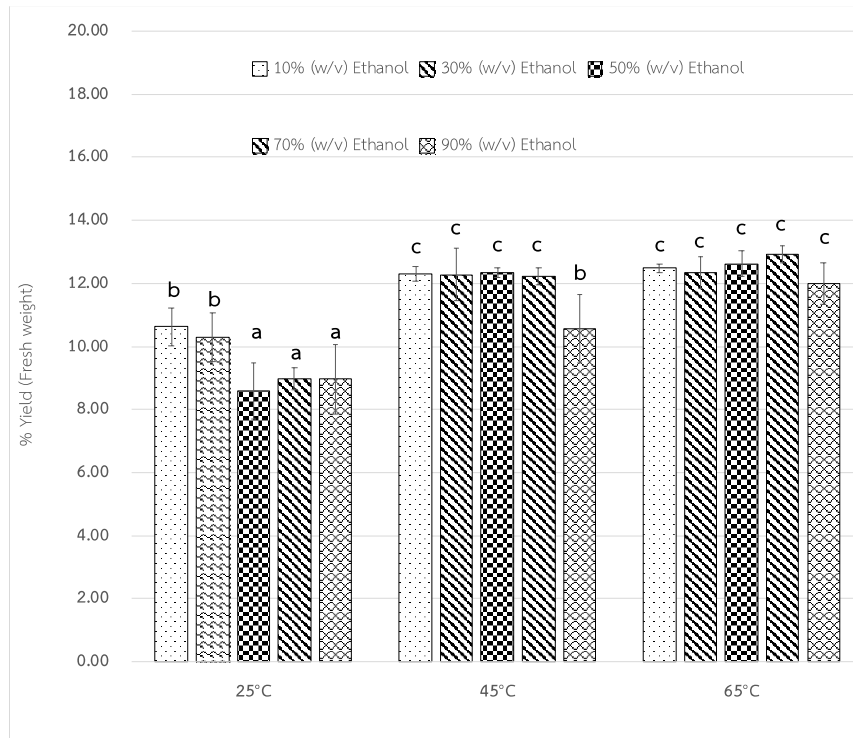
สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลของผลผลิตร้อยละของสารสกัดหยาบ การต้านอนุมูลอิสระ และการยับยั้งเอนไซม์เอนไซม์ไทโรซิเนสทั้งหมดดำเนินการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 28.0 (SPSS Inc.) ค่าทั้งหมดถูกแสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของการทำซ้ำสามครั้ง การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวสำหรับการวิเคราะห์ผลการทดสอบ (การทดสอบ LSD) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของต้นแค่นที่ระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

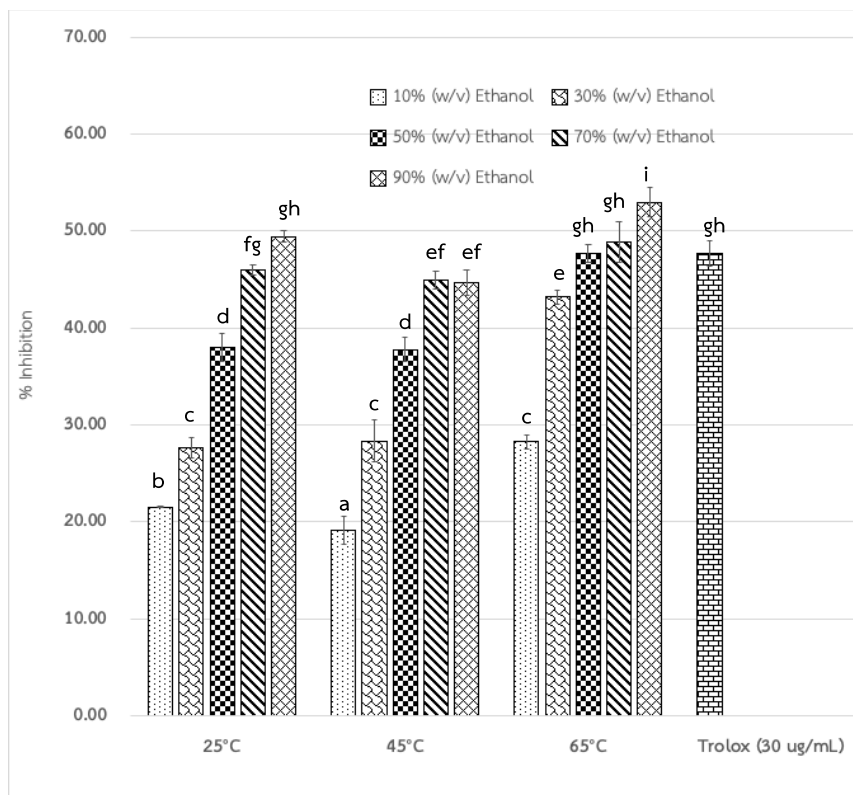
ผลการวิจัย

จากการใช้เอทานอลความเข้มข้นที่ต่างกันคือ ร้อยละ 10, 30, 50, 70 และ 90 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และอุณหภูมิในการสกัดคือ 25, 45 และ 65 องศาเซลเซียส การเพิ่มความเข้มข้นของเอทานอลไม่ส่งผลต่อปริมาณของผลผลิต ร้อยละของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 25, 45 และ 65 องศาเซลเซียส มีผลต่อปริมาณของสารสกัดโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 45 องศาเซลเซียส ปริมาณของสารสกัดจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 65 องศาเซลเซียส ปริมาณของสารสกัดจะไม่เปลี่ยนแปลง สภาวะที่มีปริมาณผลผลิตร้อยละของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองต่ำที่สุดคือ เอทานอลร้อยละ 50 และ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 8.59% และสภาวะที่มีปริมาณผลผลิตร้อยละของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองสูงที่สุดคือ เอทานอลร้อยละ 70 และ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 12.91% (ภาพที่ 1)

จากการนำสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทดสอบการต้านอนุมูลอิสระโดยเทคนิค DPPH แสดงในภาพที่ 2 สารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอทานอล สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดไม่ส่งผลอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเอทานอลที่ใช้เป็นตัวทำละลาย โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอทานอลจะทำให้การต้านอนุมูลอิสระแบบ DPPH เพิ่มขึ้น สภาวะที่มีประสิทธิภาพของการต้านอนุมูลอิสระโดยเทคนิค DPPH ของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองต่ำที่สุดคือ เอทานอลร้อยละ 10 และ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 19.12% และสภาวะที่มีประสิทธิภาพของการต้านอนุมูลอิสระโดยเทคนิค DPPH ของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองสูงที่สุดคือ เอทานอลร้อยละ 90 และ อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 52.96%



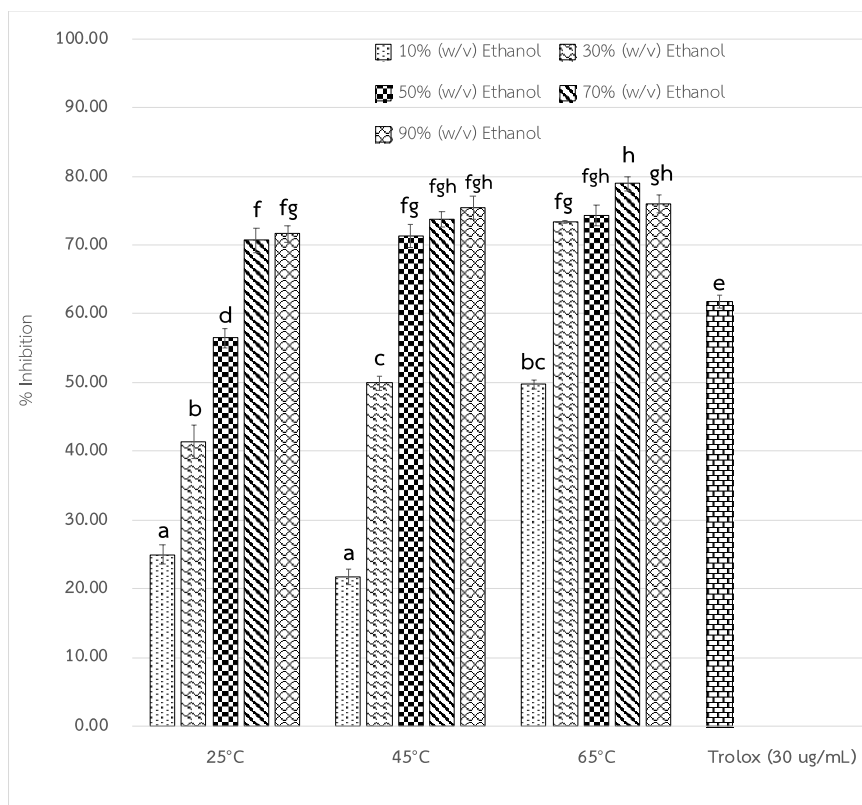
ภาพที่ 1 %Yield ของสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองด้วยสภาวะต่างๆ ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SD ($n = 3$) ตัวอักษรต่างๆ บ่งชี้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p \leq 0.05$ โดยการทดสอบของ Duncan



ภาพที่ 2 การต้านอนุมูลอิสระแบบ DPPH ของสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองด้วยสภาวะต่างๆ ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SD ($n = 3$) ตัวอักษรต่างๆ บ่งชี้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p \leq 0.05$ โดยการทดสอบของ Duncan



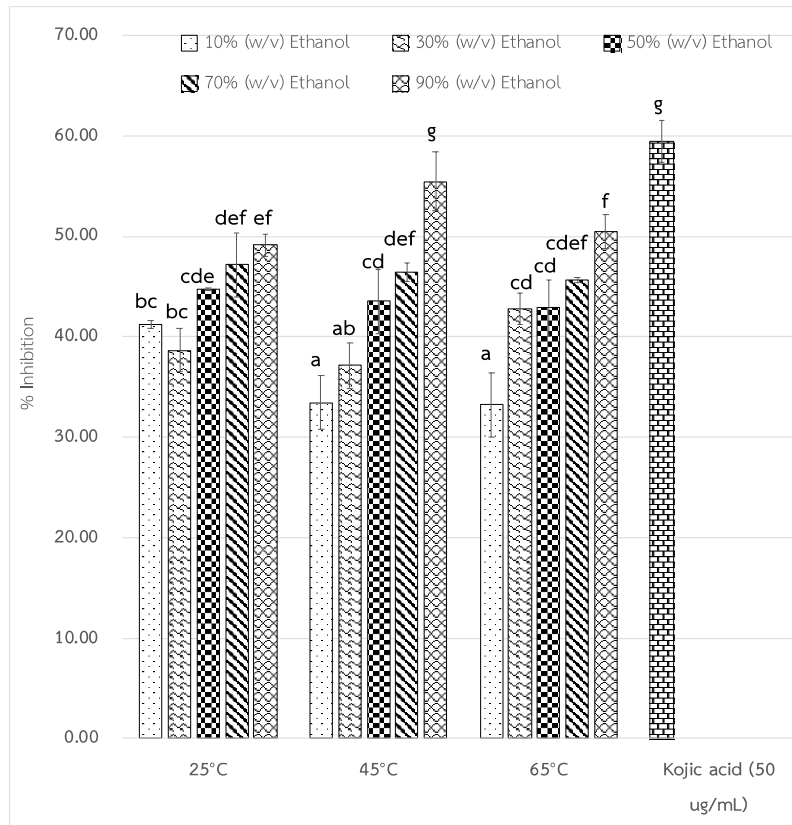
จากการนำสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมาทดสอบการต้านอนุมูลอิสระโดยเทคนิค ABTS แสดงในภาพที่ 3 สารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอทานอล สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดไม่ส่งผลอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเอทานอลที่ใช้เป็นตัวทำละลายโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกับการต้านอนุมูลอิสระแบบ DPPH สภาวะที่มีประสิทธิภาพของการต้านอนุมูลอิสระโดยเทคนิค ABTS ของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองต่ำที่สุดคือ เอทานอลร้อยละ 10 และ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 21.78% และสภาวะที่มีประสิทธิภาพของการต้านอนุมูลอิสระโดยเทคนิค ABTS ของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองสูงที่สุดคือ เอทานอลร้อยละ 70 และ อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 78.90%



ภาพที่ 3 การต้านอนุมูลอิสระแบบ ABTS ของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองด้วยสภาวะต่างๆ ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SD ($n = 3$) ตัวอักษรต่างๆ บ่งชี้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p \leq 0.05$ โดยการทดสอบของดันแคน

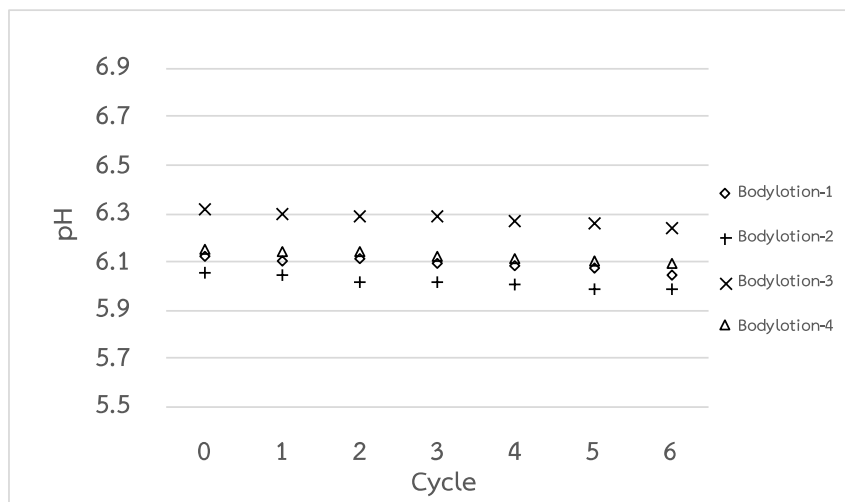
จากการทดสอบการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง แสดงในภาพที่ 4 สารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอทานอล สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดไม่ส่งผลอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเอทานอลที่ใช้เป็นตัวทำละลาย สภาวะที่มีประสิทธิภาพของการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองต่ำที่สุดคือ เอทานอลร้อยละ 10 และ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 33.42% และสภาวะที่มีประสิทธิภาพของการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองสูงที่สุดคือ เอทานอลร้อยละ 90 และ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 55.44%

ข้อมูลการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองคือ เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 90 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และใช้อุณหภูมิในการสกัดที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นสภาวะในการสกัดที่ให้สารสกัดหยาบแสดงการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงที่สุด สำหรับการต้านอนุมูลอิสระพบว่ามีความใกล้เคียงกับสารสกัดที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จึงเลือกใช้สารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองภายใต้สภาวะการสกัดดังกล่าว ทดสอบผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง



ภาพที่ 4 การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองด้วยสภาวะต่างๆ ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SD ($n = 3$) ตัวอักษรต่างๆ บ่งชี้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p \leq 0.05$ โดยการทดสอบของดuncan

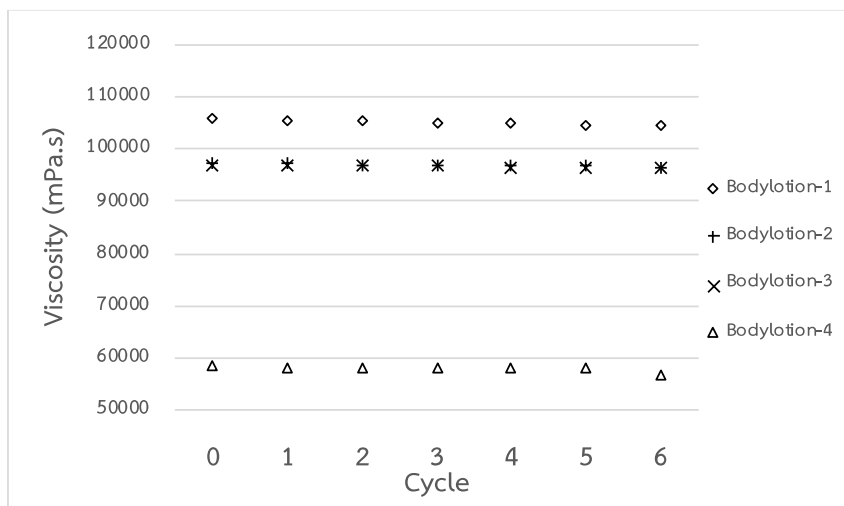
จากการทดสอบความเข้ากันได้ของผลิตภัณฑ์โลชั่นบำรุงผิวกาย (Body lotion) ซึ่งมีลักษณะเป็นครีมมีความหนืดสูง โดยสูตรของผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้ากันได้ดี จากการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์พบว่าค่า pH เริ่มต้นของสูตร เริ่มต้นระหว่าง 6.05 – 6.31 หลังจากทดสอบสภาพความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะอุณหภูมิ 4, 25 และ 45 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 45 วัน พบว่าค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงลดลงอยู่ในช่วง 5.98 – 6.24 (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของการทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ โลชั่นบำรุงผิวกาย (Body lotion) ที่สภาวะร้อน-เย็นสลับกัน (Heating-Cooling)



สำหรับค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตร เริ่มต้นระหว่าง 58,418 – 105,827 mPa.s หลังจากทดสอบสภาพความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะอุณหภูมิ 4, 25 และ 45 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 45 วัน พบว่าค่าความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงลดลงทั้ง 2 สูตร ที่ช่วงระดับ 57,048 – 104,522 (ภาพที่ 6) เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับก่อนทดสอบสภาพความคงตัวพบว่าผลิตภัณฑ์มีลักษณะทางกายภาพไม่แตกต่างจากก่อนทดสอบสภาพความคงตัว เนื้อผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการแยกชั้น (ภาพที่ 7)

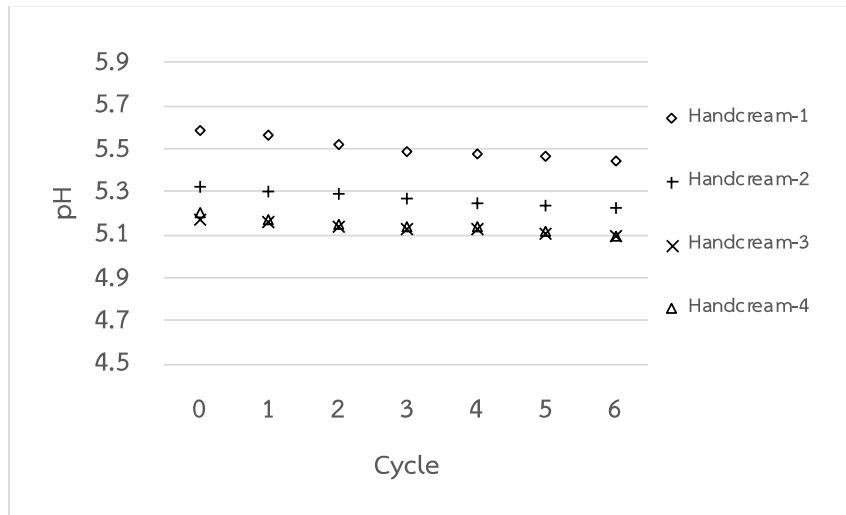


ภาพที่ 6 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงความหนืดของการทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ โลชั่นบำรุงผิวกาย (Body lotion) ที่สภาวะร้อน-เย็นสลับกัน (Heating-Cooling)

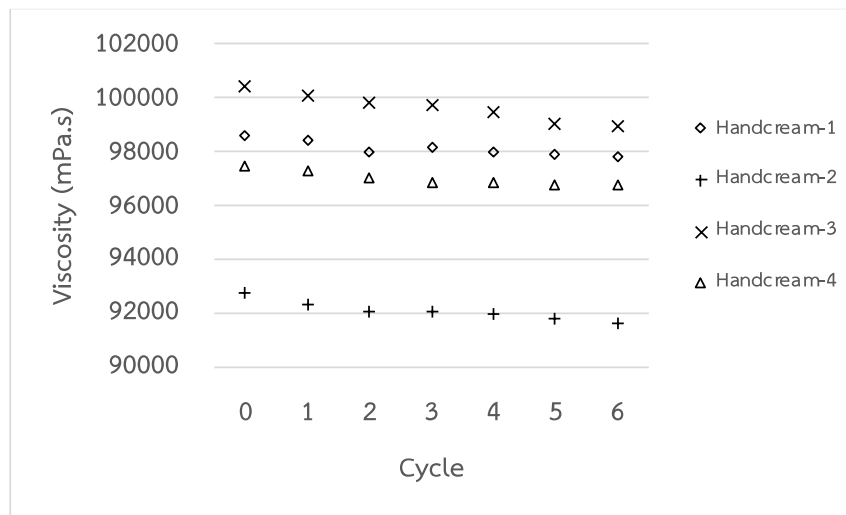


ภาพที่ 7 แสดงลักษณะทางกายภาพของโลชั่นบำรุงผิวกาย (Body lotion) ก่อนทดสอบเสถียรภาพ (ซ้าย) และหลังทดสอบเสถียรภาพ (ขวา)

จากการทดสอบความเข้ากันได้ของผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวมือ (hand cream) ซึ่งมีลักษณะเป็นครีมมีความหนืดสูง โดยสูตรของผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้ากันได้ดี จากการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์พบว่าค่า pH เริ่มต้นของสูตรเริ่มต้นระหว่าง 5.17 – 5.59 หลังจากทดสอบสภาพความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะอุณหภูมิ 4, 25 และ 45 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 45 วัน พบว่าค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงลดลงอยู่ในช่วง 5.10 – 5.45 (ภาพที่ 8) สำหรับค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตร เริ่มต้นระหว่าง 92,789 – 100,416 mPa.s หลังจากทดสอบสภาพความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะอุณหภูมิ 4, 25 และ 45 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 45 วัน พบว่าค่าความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงลดลงทั้ง 2 สูตร ที่ช่วงระดับ 91,620 – 98,974 (ภาพที่ 9) เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับก่อนทดสอบสภาพความคงตัวพบว่าผลิตภัณฑ์มีลักษณะทางกายภาพไม่แตกต่างจากเดิม เนื้อผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการแยกชั้น (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 8 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของการทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ ครีมบำรุงผิวมือ (hand cream) ที่สภาวะร้อน-เย็นสลับกัน (Heating-Cooling)



ภาพที่ 9 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงความหนืดของการทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวมือ (hand cream) ที่สภาวะร้อน-เย็นสลับกัน (Heating-Cooling)



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะทางกายภาพของครีมบำรุงผิวมือ (hand cream) ก่อนทดสอบเสถียรภาพ (ซ้าย) และหลังทดสอบเสถียรภาพ (ขวา)



อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

กระบวนการแรกได้ศึกษาวิธีการสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง เนื่องจากมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีปริมาณแป้งและน้ำตาลที่สูงทำให้เมื่อมีการผสมเนื้อมะม่วงลงในสูตรเครื่องสำอางจะทำให้เครื่องสำอางเน่าเสียได้ง่าย ในกระบวนการสกัดได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดที่จะทำให้สารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีปริมาณการยับยั้งอนุมูลอิสระและการต้านเอนไซม์ไทโรซิเนสที่สูงที่สุด จากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองสุกคือ เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 90 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และใช้อุณหภูมิในการสกัดที่ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นได้ทดลองผสมสารสกัดหยาบมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในรูปแบบสารละลายโดยใช้กลีเซอรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 80 เป็นตัวทำละลายและทดลองผสมในสูตรเครื่องสำอางทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ โลชั่นบำรุงผิวกาย และครีมทาผิว จากการผสมสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทั้ง 2 ชนิด ไม่พบปัญหาการเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพ ทั้งทางด้านกายภาพและทางเคมี เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้ประโยชน์ของมะม่วงทางด้านเครื่องสำอางจะนิยมใช้สารสกัดจากส่วนเมล็ดซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรม และสารสกัดมีปริมาณการต้านอนุมูลอิสระที่สูง [8-10] สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้สารสกัดจากเนื้อมะม่วงซึ่งถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการแปรรูปมะม่วงในช่วงราคาตกต่ำ สามารถเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้นได้ อีกทั้งสารสกัดจากเนื้อมะม่วงยังแสดงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ดี ซึ่งเหมาะสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง แต่การใช้สารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเมื่อใส่ปริมาณสารสกัดในปริมาณที่มากเกินไปอาจมีปัญหาทางด้านต้นทุนเนื่องจากกระบวนการสกัดมีการใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน อีกทั้งเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดพบว่ามีความหนืดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องอาศัยการทดลองสูตรเบื้องต้นเพื่อหาความเหมาะสมของอัตราส่วนสารสกัดมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จะใส่ลงในสูตรของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งสมุนไพรอื่นๆ ที่ผู้ผลิตนิยมใส่ผสมลงไปในสูตรเครื่องสำอางนั้นอาจทำให้เกิดปฏิกิริยาอันไม่พึงประสงค์ อาทิเช่น ความหนืดเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดการตกตะกอนเกิดขึ้น ดังนั้นจึงเป็นข้อควรระวังในการใช้สารสกัดสมุนไพรในส่วนผสมของเครื่องสำอางต่างๆ ด้วยคุณสมบัติของสารที่อยู่ในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทำให้มีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นสารสกัดในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง อีกทั้งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ยังมีการปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในปริมาณที่สูง ทำให้ง่ายในการหาวัตถุดิบสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในต้นทุนที่ต่ำ และสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อยอดสำหรับชุมชนในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรมประจำปีงบประมาณ 2565 (เลขที่สัญญา A31.1/2565)

เอกสารอ้างอิง

1. Masibo M, Qian H. Major mango polyphenols and their potential significance to human health. Compr Rev Food Sci. Food Saf 2008;7(4):309-19.
2. Abdalla AEM, Darwish SM, Ayad EHE, El-Hamahmy RM. Egyptian mango by-product 1. Compositional quality of mango seed kernel. Food Chem 2007;103(4):1134-40.
3. Maisuthisakul P. Antioxidant potential and phenolic constituents of mango seed kernel from various extraction methods. Kasetsart J (Nat Sci) 2009;43(5 SUPPL):290-7.



4. Pinsirodom P, Namngam C, Taprap R, Nalinnanon S, Thompson KG, Puechkamutr Y. Mango seed kernel extract as a natural antioxidant in minced fish during frozen storage. *Curr Appl Sci Technol* 2022;22(4): 1-14.
5. Abdel-Aty AM, Salama WH, Hamed MB, Fahmy AS, Mohamed SA. Phenolic-antioxidant capacity of mango seed kernels: therapeutic effect against viper venoms. *Rev bras farmacogn* 2018;28(5):594–601.
6. Nithitanakool S, Pithayanukul P, Bavovada R. Antioxidant and hepatoprotective activities of Thai mango seed kernel extract. *Planta Med* 2009;75(10):1118-23.
7. Kittiphoom S. Utilization of Mango seed. *Int Food Res J* 2012;19(4):1325-35.
8. Namngam C, Pinsirodom P. Antioxidant properties, selected enzyme inhibition capacities, and a cosmetic cream formulation of Thai mango seed kernel extracts. *Trop J Pharm Res* 2017;16(1):9-16.
9. Klinkajorn S, Sukhasem S. Production of mango seed butter for cosmetic use. *Acta Hort* 2021;1312: 599-605.
10. Maisuthisakul P, Harnsilawat T. Characterization and stabilization of the extract from mango seed kernel in a cosmetic emulsion. *Kasetsart J (Nat Sci)* 2011;45(3):521-9.
11. Fernández-Ponce MT, Casas L, Mantell C, De La Ossa EJM. Potential Use of mango leaves extracts obtained by high pressure technologies in cosmetic, pharmaceuticals and food industries. *Chem Eng Trans* 2013;32:1147-52.
12. Sapin AB, Alaon MKN, Tambalo FMZ, Perez RH, Gaylon A. Evaluation of the bioactivities of natural phenolics from mango (*Mangifera indica* linn) leaves for cosmetic industry applications. *Philipp J Sci* 2021;150(2):397-406.
13. Benjamat C, Thanesuan N. Effect of ethanol polarity and temperature on antioxidant activity, tyrosinase inhibition, and total phenol content of *Garcinia atroviridis* (Asam gelugor) fruits extract. *Huachiew Chalermprakiet Sci Technol J* 2022;8(1):70-80.
14. เบญจมาส ไชยลาภ, ธเนศวร นวลโย. การสกัดว่านหางจระเข้โดยใช้กลีเซอริน: การต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านการอักเสบในเครื่องสำอาง. *วารสารนเรศวรพะเยา วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 2565;15(2):74-85.