การเตรียมสีเลคจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลิปสติก
Lake Preparation and Lipstick Development from Red-Purple Bracts of Paper Flower

ณรงค์ฤทธิ์ หล้าพันธ์[1*], ณัฐณิชา ผลศิริ[2]
Narongrit Lahpun[1*], Nattanicha Phonsiri[2]

Received: 21 May 2019 ; Revised: 2 October 2019 ; Accepted: 16 October 2019

บทคัดย่อ
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีจากใบประดับเฟื่องฟ้าและพัฒนาสีเลคจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ในการทดลองเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงถูกนำมาสกัดสีย้อมเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม (ความเข้มข้นของสารละลาย, อัตราส่วนของตัวอย่างแห้งต่อสารละลาย และระยะเวลาในการสกัด) โดยเปรียบเทียบปริมาณเบต้าไซยานินที่วิเคราะห์โดยวิธีสเปกโทรสโคปี และนำสีย้อมไปเตรียมเป็นสีเลคโดยเกลือ 7 ชนิด และทำการวัดสีและวิเคราะห์ด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์ม อินฟราเรด สเปคโทรมิเตอร์ จากนั้นนำสีเลคที่ได้ไปพัฒนาเป็นลิปสติกแท่งและประเมินผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยผลการทดลองพบว่า ในการสกัดสีจากใบประดับเฟื่องฟ้าที่อัตราส่วนใบประดับแห้งต่อสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตร ในอัตราส่วนตัวอย่างแห้งต่อสารละลายเท่ากับ 1:30 (g/mL) และระยะเวลาในการสกัด 30 นาที ให้ปริมาณเบต้าไซยานินสูงที่สุดในแต่ละการทดลอง และเกลือที่สังเคราะห์สีเลคจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงได้ คือ อะลูมิเนียมคลอไรด์ โดยจากการวัดสีเลคที่ได้มีค่าความสว่าง ค่าความแดง และค่าความเหลือง เท่ากับ 37.51 (±1.62), 10.23 (±0.12) และ 12.65 (±0.22) ตามลำดับ และจากผลการวิเคราะห์โดยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปคโทรมิเตอร์ พบพีคที่เลขคลื่น 1624.38 cm^{-1} ที่บ่งชี้ว่ามีหมู่คาร์บอนิล (C=O แบบยืด) เชื่อมโยงกับพันธะเอไมด์ และจากการศึกษาสูตรพบว่า สูตรที่เติมสีเลคไม่ทำให้เกิดเหงื่อ และสูตรที่มีสีความใกล้เคียงกับสูตรต้นแบบมากที่สุด คือ สูตรที่มีสีเลคร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก (ΔE=1.24) ซึ่งมีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 65.3 (±0.3) องศาเซลเซียส โดยสรุป งานวิจัยนี้เป็นการค้นพบวัตถุดิบที่ใช้ในเครื่องสำอางที่ลดการเกิดเหงื่อในลิปสติก

คำสำคัญ: สีเลค เฟื่องฟ้า ใบประดับสีม่วงแดง ลิปสติก

Abstract
This research aimed to study the optimal condition of natural color extraction from the bracts of *Bougainvillea glabra* and to develop a cosmetic product containing color lake from the red-purple bracts. The dye extraction was optimized for three conditions (solvent concentration, solid-liquid ratio, and extraction time) and analyzed by spectroscopy. The obtained dye was synthesized into lake pigments in 7 different salts. Then, the red-purple lake was investigated by colorimeter and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). Lipstick containing the pigment was developed. The optimal condition for dye extraction from the bracts was with 50% ethanol, a solid-liquid ratio of 1:30 g/mL, and an extraction time of 30 minutes. Interestingly, the paper flower lake pigment was only prepared from aluminum chloride. The whiteness (L), redness (a), and yellowness (b) of the aluminum lake were 37.51 (±1.62), 10.23 (±0.12), and 12.65 (±0.22), respectively. The infrared spectrum of the aluminum lake sample appeared at a wavenumber of 1624.38 cm^{-1} that indicated carbonyl group (C=O stretching) connected with amide bonds. All of the lipstick formulations containing aluminum lake in this experiment were not sweaty. The lipstick consisting of 1% red-purple lake had the closest color with the master formula (ΔE=1.24), aand its melting point was 65.3 (±0.3) °C. In conclusion, this research found a novel cosmetic ingredient to overcome the lipstick sweating problem.

Keywords: Color Lake, *Bougainvillea glabra*, Red-Purple Bract, Lipstick

---

[1] อาจารย์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร บางเขน กรุงเทพฯ 10220
[2] นักศึกษาปริญญาตรี, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร บางเขน กรุงเทพฯ 10220
[1] Lecturer, Cosmetic Science, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkhen, Bangkok 10220, Thailand.
[2] Undergraduate student, Cosmetic Science, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkhen, Bangkok 10220, Thailand.
* Corresponding author: Narongrit Lahpun, Cosmetic Science, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkhen, Bangkok 10220, Thailand.

บทนำ

ลิปสติก (lipstick) เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ถูกใช้เพื่อเสริมความมั่นใจแก่ผู้บริโภค และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางยังเป็นธุรกิจที่มีความเติบโตมากในประเทศไทย ซึ่งกระทรวงอุตสาหกรรมประเทศไทยมีความคาดหวังว่าอุตสาหกรรมเครื่องสำอางจะเติบโตได้ถึงร้อยละ 10 โดยต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนา รวมถึงนวัตกรรม ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อแข่งขันในตลาด ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องสำอางในประเทศไทยมีมูลค่าประมาณ 210 ล้านบาท แบ่งเป็นตลาดท้องถิ่น (local market) 120 ล้านบาท และการนำเข้า 90 ล้านบาท[1]

มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 234-2559) แบ่งประเภทของลิปสติกออกเป็นสองประเภท ได้แก่ ลิปสติกสีและลิปสติกมัน[2] โดยลิปสติกสีมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดึงดูดผู้บริโภค อย่างไรก็ตามสารให้สีในเครื่องสำอางโดยทั่วไปเป็นสารสังเคราะห์ซึ่งอาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ในตำรับประเภทใด ซึ่งในผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบมักใช้สีอินทรีย์ที่ละลายในตัวทำละลายได้หรือสีย้อม (dye) และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางอื่นๆ โดยเฉพาะกลุ่มที่ใช้ตกแต่งใบหน้า (makeup) มักใช้เป็นสีที่ไม่ละลายในตัวทำละลายหรือเม็ดสี (pigment) ได้แก่ สีในกลุ่มเลค (lake) และสีในกลุ่มอนินทรีย์ (inorganic pigment)[3] และยิ่งไปกว่านั้นสารให้สีในทางเครื่องสำอางยังไม่สามารถผลิตใช้ได้เองภายในประเทศไทยยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศจนถึงปัจจุบัน ซึ่งการสกัดสารสีจากธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้สารสังเคราะห์เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ช่วยลดการนำเข้าสารให้สีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

เฟื่องฟ้า (*Bougainvillea*) เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง หากนำไปทำการตลาดก็จะเข้าถึงผู้บริโภคได้ง่าย ซึ่งเฟื่องฟ้าถูกค้นพบโดยนักพฤกษศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ Philibert Commerson จากการเดินเรือไปรอบโลกระหว่างปี พ.ศ. 2309 ถึง พ.ศ. 2312 และได้พบเฟื่องฟ้าที่ประเทศบราซิล และนำเข้าไปเผยแพร่ยังทวีปยุโรปและทวีปเอเชีย สำหรับประเทศไทยเฟื่องฟ้าต้นแรกได้ถูกนำมาปลูกในปี พ.ศ. 2423 ซึ่งเป็นพันธุ์ดอกสีม่วง และได้รับการตั้งชื่อว่า “ตรุษจีน” เพราะเป็นพันธุ์ที่ออกดอกในช่วงเทศกาลตรุษจีน[4] นอกจากนี้ยังพบว่าดอกเฟื่องฟ้าถูกนำมาใช้ในการแต่งสีสำหรับการประกอบอาหาร ในทางเครื่องสำอางใบของเฟื่องฟ้าถูกนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและนำมาเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ซึ่งมีการจดสิทธิบัตร (Patent No. WO 2015162051 A1) ที่มีการเผยแพร่ในวันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2558 โดย Jacques Leclere และ Rachid Ennamany[5]

โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากใบประดับเฟื่องฟ้าโดยในการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมตัดสินจากปริมาณของเบต้าไซยานินซึ่งเป็นสารสีที่อยู่ในใบประดับเฟื่องฟ้า และเมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจึงนำไปเตรียมสีเลคจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง และสีเลคที่ได้จากการทดลองถูกใช้เป็นส่วนผสมในลิปสติก

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง

ใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงถูกเก็บบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ช่วงฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน) ปี พ.ศ. 2562 และคัดแยกใบประดับไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อใบประดับแห้งเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้น (desiccator) ที่ความชื้นสัมพันธ์ไม่เกินร้อยละ 75 จนกว่าจะนำไปทำการทดลองขั้นตอนต่อไป

ในการวางแผนการทดลอง ใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงจะถูกนำมาทดลองเพื่อทดสอบหาความเข้มข้นของเอทานอลที่เหมาะสมในการสกัดสีเป็นลำดับแรก โดยควบคุมระยะเวลาในการสกัด และอัตราส่วนของพืชตัวอย่างต่อปริมาณของตัวทำละลาย สำหรับตัวบ่งชี้ความเหมาะสมในการการสกัดสีในใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง คือ ปริมาณเบต้าไซยานิน โดยกำหนดให้สภาวะที่มีปริมาณสูงสุดในการทดลอง คือ สภาวะที่เหมาะสมในการทดลองครั้งนี้ นอกจากนี้ยังมีการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (one-way ANOVA) โดยกำหนดให้ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95

เมื่อทราบผลการทดลองของความเข้มข้นสารละลายที่มีผลต่อปริมาณเบต้าไซยานินในพืชตัวอย่างแล้ว จึงนำความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการทดลองก่อนหน้านี้มาใช้ในการทดลองอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดสี โดยควบคุมความเข้มข้นของเอทานอลและระยะเวลาในการสกัด

การทดลองสุดท้ายในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง คือ ระยะเวลาในการสกัด ซึ่งในการทดลองจะนำผลการทดลองหาความเข้มข้นและอัตราส่วนที่เหมาะสมมาออกแบบการทดลอง โดยนำสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละการทดลองมาควบคุมให้การทดลองอยู่ในสภาวะเดียวกัน แต่กำหนดให้มีระยะเวลาในการสกัดสีที่แตกต่างกัน

1.1 การศึกษาความเข้มข้นของเอทานอลที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมในใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง

ใบประดับเฟื่องฟ้าแห้งถูกแช่ในสารละลายเอ-ทานอลความเข้มข้นต่างๆ ในอัตราส่วน 1:10 (g/mL) โดยความเข้ม

ข้นของเอทานอล ได้แก่ ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (% mass by volume) 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 และน้ำกลั่น แช่ตัวอย่างทั้ง 11 ตัวอย่าง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำสารละลายสีไปกรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman no.1) เมื่อกรองกากใบประดับเฟื่องฟ้าแล้ว นำตัวอย่างสารละลายสีทั้งหมดไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และคำนวณปริมาณเบต้าไซยานิน (BC)[6] ตามสมการ

$$BC=(A \times DF \times MW) / (\varepsilon \times L)$$

เมื่อ

BC คือ เบต้าไซยานิน (mg/g)

A คือ ค่าการดูดกลืนแสง

DF คือ เฟคเตอร์ที่ทำให้เจือจาง

MW คือ มวลโมเลกุลของเบต้าไซต้าไซยานิน (550 g/mol)

ε คือ ค่าคงที่ของการดูดกลืนแสง (60,000 L/mol* cm)

L คือ ความกว้างของ cuvette (1 cm)

1.2 การศึกษาอัตราส่วนน้ำหนักใบประดับเฟื่องฟ้า สีม่วงแดงต่อปริมาตรสารละลายเอทานอลที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อม

เพื่อศึกษาอัตราส่วนของน้ำหนักแห้งใบประดับ ต่อปริมาตรสารละลายเอทานอลที่เหมาะสมในการสกัด สีย้อม ทำการทดลองโดยเตรียมใบประดับเฟื่องฟ้าแห้งต่อตัวทำละลายความเข้มข้นที่มีปริมาณเบต้าไซยานินสูงที่สุดจากผลการทดลองก่อนหน้า และกำหนด อัตราส่วนต่างๆ ของตัวอย่างในการทดลอง คือ 1:30, 1:40, 1:50, 1:60, 1:70, 1:80, 1:90 และ 1:100 (g/mL) จากนั้นแช่ตัวอย่างทั้ง 8 ตัวอย่าง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำสารละลายสีไปกรองผ่านกระดาษกรอง

เมื่อกรองกากใบประดับเฟื่องฟ้าแล้ว จึงนำตัวอย่างสารละลายสีทั้งหมดไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาว คลื่น 540 nm ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และคำนวณปริมาณ เบต้าไซยานิน ตามสมการข้างต้น

1.3 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมในใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง

สำหรับการสกัดสีย้อมจากใบประดับเฟื่องฟ้าสี ม่วงแดงเพื่อหาระยะเวลาสกัดที่เหมาะสมในการเตรียม สีย้อม ทำการทดลองโดยนำสภาวะจากผลการทดลอง ที่ได้ปริมาณเบต้าไซยานินมากที่สุด คือ ความเข้มข้น ของสารละลาย และอัตราส่วนของใบประดับเฟื่องฟ้า แห้งต่อปริมาตรตัวทำละลายเอทานอล ที่เหมาะสมใน การสกัดสีย้อม คัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมจากทั้งสอง การทดลองแล้ว ทำการทดลองระยะเวลาในการแช่ เฟื่องฟ้าแห้งที่ระยะเวลาต่างๆ ได้แก่ 10 นาที, 20 นาที 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง, 4 ชั่วโมง, 6 ชั่วโมง, 8 ชั่วโมง, 10 ชั่วโมง, 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง เมื่อแช่พืชตัวอย่างครบตามเวลาแล้วนำไป กรองด้วยกระดาษกรอง นำสารละลายสีไปวัดค่า ดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 540 nm ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และคำนวณปริมาณเบต้าไซยานิน ตามสมการข้างต้น

2. การเตรียมสีเลคจากสีย้อมของใบประดับ เฟื่องฟ้า

ในการทดลองเตรียมสีเลคจากใบประดับ เฟื่องฟ้า เริ่มจากการเตรียมสารละลายเกลือทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมอะซีเตท (calcium acetate) แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) แคลเซียมซัลเฟต (calcium sulphate) โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต (aluminium potassium sulphate) อะลูมิเนียมคลอไรด์ (aluminiumchloride) แมกนีเซียมคลอไรด์ (magnesium chloride) และแบเรียมซัลเฟต (barium sulfate) นำเกลือผสมกับสี ย้อมใบประดับเฟื่องฟ้าในอัตราส่วน 1:1 (w/w) จากนั้น นำสารละลายเกลือแต่ละชนิดที่ผสมสีย้อมแล้วไปผสม กับสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) และทิ้งตัวอย่างไว้ 24 ชั่วโมง และนำตัวอย่างมากรองและนำส่วนตะกอน ที่ได้ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกว่าตัวอย่างละแห้ง เมื่อตัวอย่างแห้งสนิท นำ ตัวอย่างที่ให้สีม่วงแดงไปวัดสีด้วยเครื่องวัดสี โดยบันทึกค่าความสว่าง (L) ค่าความแดง-เขียว (a) ค่า ความเหลือง-น้ำเงิน (b) และทำการวิเคราะห์หมู่ ฟังก์ชันด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปค โทรมิเตอร์ (Tensor II Bruker, USA)

3. การพัฒนาลิปสติกผสมสีเลคใบประดับเฟื่องฟ้า

เตรียมเบสลิปสติก (Lipstick base) โดยชั่ง ส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ shea butter, petrolatum, candelilla wax, beeswax, Performathox 450 (C20- 40 Pareth-10), synthetic wax, isopropyl myristate, triethylhexanoin, butylated hydroxytoluene และ proplyparaben นำไปให้ความร้อนที่ 75-80 องศาเซลเซียส คนเบาๆ ให้ทั่วแล้วเทลงในแม่พิมพ์ที่อุ่น เตรียมไว้ เมื่อแท่งลิปสติกแห้งจึงนำออกจากแม่พิมพ์ ในการศึกษาตำรับลิปสติกที่มีส่วนผสมสีเลคจากใบ ประดับเฟื่องฟ้า ทำการเปรียบเทียบทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ สูตรเบสลิปสติก สูตรที่ผสมสีเลคร้อยละ 1, 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ดังที่แสดงใน Table 1 เมื่อชั่ง ส่วนผสมได้ตามสูตรแล้ว นำแต่ละสูตรไปบดโดยเครื่อง บดสามลูกกลิ้ง เพื่อให้สีกระจายตัว แล้วหลอมลิปสติก เทลงแม่พิมพ์ที่อุ่นเพื่อขึ้นรูปเป็นแท่งและอีกส่วนหนึ่ง เทลงบนจานเพาะเลี้ยงเพื่อทำการประเมินสีของ ผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสี ซึ่งผลการวัดสีแสดงค่าความ สว่าง (L) ค่าความแดง-เขียว (a) ค่าความเหลือง-น้ำเงิน (b) และค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ซึ่งคำนวณ ได้จากสมการ[7] ต่อไปนี้

$$\Delta E=[(L_2 -L_1)^2 +(a_2 -a_1)^2 +(b_2-b_2)^2]^{1/2}$$

เมื่อ

ΔE คือ ค่าความแตกต่างของสี

L_1, L_2 คือค่าความสว่าง-ความมืดครั้งที่ 1 และ 2

a_1, a_2 คือ ค่าความแดง-ความเขียว ครั้งที่ 1 และ 2

b_1, b_2 คือ ค่าความเหลือง-ความน้ำเงิน ครั้งที่ 1 และ 2

นอกจากนี้ยังมีการวัดจุดหลอมเหลวของ ลิปสติก สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 เพื่อเปรียบเทียบจุด หลอมเหลวของแต่ละสูตร โดยทดสอบด้วยวิธีที่ดัดแปลงจากเอกสารมาตรฐานอุตสาหกรรม ลิปสติก (มอก. 234-2559)[2]

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลจากการทดลองที่ถูกประเมินตัวอย่างละ 3 ครั้งต่อกลุ่ม ถูกวิเคราะห์โดยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 20 ซึ่งค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงถูกนำเสนอโดยแสดง ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยของแต่ละการทดลองถูก ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วย Post Hoc test (one-way ANOVA) และกำหนดให้ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยค่าเฉลี่ยกลุ่มที่มี ความแตกต่างจากทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญจะมีสัญลักษณ์ดอกจัน (*) ต่อจากข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนข้อมูลที่ไม่มีสัญลักษณ์ต่อท้าย คือ ข้อมูลที่ไม่แตกต่างทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ

Table 1 Lake Colour Lipstick recipe, mixed with color from bougainvillea retrieved from the lab

Ingredient	receip 1 %w/w	receip 2 %w/w	receip 3 %w/w	receip 4 %w/w
Lipstick base	86	86	86	86
D&C Red No.7 Lake	14	13	12	11
Red-Purple Lake	-	1	2	3

ผลการทดลอง

1. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงโดยนำสีย้อมที่ได้มาวัดปริมาณเบต้าไซยานิน การทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลที่เหมาะสม ซึ่งผลการทดลองแสดงดัง Table 2 ความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 50 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับการทดลองด้วยการสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นอื่นๆ ในการทดลองนี้

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงแห้งต่อปริมาตรสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เมื่อสกัดนาน 1 ชั่วโมง แสดงดัง Table 3 พบว่าอัตราส่วน 1:30 สกัดได้ปริมาณเบต้าไซยานินมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกอัตราส่วนในการทดลองนี้อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

Table 2 The result of the study of the suitable concentration of ethanol solution for the extraction of dyes from magenta bougainvillea. Dried plants were extracted with solution in the ratio of 1:10 (g / mL), extraction time 1 hour

Solution concentration	Beta Cyanin (µg/g)
100%	5.87 ± 0.11*
90%	13.02 ± 0.11*
80%	48.40 ± 1.01*
70%	44.00 ± 0.59*
60%	57.02 ± 0.00*
50%	121.00 ± 0.37*
40%	74.43 ± 1.01*
30%	107.62 ± 1.38
20%	104.13 ± 0.59*
10%	106.33 ± 0.76
0%	92.40 ± 2.11*

* significant difference from the average among all groups. ($p<0.05$)

Table 3 The results showed that the optimum ratio for the extraction of dyes from magenta bougainvillea when ethanol was 50%, extraction time 1 hour

Ratio of dry samples: Ethanol	Beta Cyanin (µg/g)
1:30	85.25 ± 1.46*
1:40	64.78 ± 2.61*
1:50	44.73 ± 2.40*
1:60	37.46 ± 0.76*
1:70	31.11 ± 0.46*
1:80	24.38 ± 0.66*
1:90	20.41 ± 1.38
1:100	19.74 ± 0.76

* significant difference from the average among all groups. ($p<0.05$)

ผลการทดลองหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากเฟื่องฟ้า แสดงดัง Table 4 ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สกัดเบต้าไซยานินได้ปริมาณมากที่สุดในการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) คือ 30 นาที ในขณะที่การสกัดด้วยระยะเวลา 20 นาที ทำให้ปริมาณเบต้าไซยานินน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการสกัดในระยะเวลาอื่นๆ ในการทดลองครั้งนี้อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

Table 4 The results of the study of the optimum time for dye extraction from magenta bougainvillea when ethanol was 50% , The ratio of dry plant to solution is 1:30 (g / mL).

Extraction time	Beta Cyanin (µg/g)
10 minutes	58.75 ± 0.38
20 minutes	49.50 ± 1.43*
30 minutes	60.87 ± 0.18*
1 hours	57.57 ± 1.02
2 hours	56.04 ± 0.53
4 hours	55.86 ± 0.46
6 hours	55.73 ± 0.55
8 hours	56.83 ± 1.68
10 hours	56.77 ± 1.39
12 hours	57.63 ± 1.01
24 hours	54.39 ±1.64

* significant difference from the average among all groups. (p<0.05)

2. การเตรียมสีเลคจากสีย้อมของใบประดับเฟื่องฟ้า

ในการเตรียมสีเลคจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงได้นำสภาวะที่เหมะสมที่สุด คือ สภาวะที่สามารถสกัดสีย้อมที่มีปริมาณเบต้าไซยานินมากที่สุด (อัตราส่วน 1:30 g/mL ของพืชแห้งต่อสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 และสกัดด้วยเวลา 30 นาที) มาทำการสังเคราะห์สีเลคโดยทำปฏิกิริยาสารละลายสีกับเกลือทั้ง 7 ชนิด โดยผลการทดลองพบว่า เกลือที่สามารถเตรียมสีเลคจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงมีเพียงชนิดเดียว คือ อะลูมิเนียมคลอไรด์ ส่วนการเตรียมด้วยเกลืออื่นๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือยังคงเป็นเกลือสีขาว โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายสีที่ใช้ในการเตรียมสีเลคด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ มีค่า 3.55 หลังการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 5 และผลการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี ทั้งสามค่า คือ ค่าความสว่าง (L) ค่าความแดง-เขียว (a) และ ค่าความเหลือง-น้ำเงิน (b) มีค่าเท่ากับ 37.51 (±1.62), 10.23 (±0.12) และ 12.65 (±0.22) ตามลำดับ นอกจากนี้ สีเลคจากการสังเคราะห์ยังถูกนำไปวิเคราะห์โดยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปคโทรมิเตอร์ โดยผลการทดลองแสดงดัง Figure 1 แสดงองค์ประกอบของ O-H stretching ที่เลขคลื่น (wavenumber) 3319.13 cm^{-1} ซึ่งพีคที่เกิดขึ้นมีลักษณะกว้าง นอกจากนี้เลขคลื่น 1624.38 cm^{-1} ยังเป็นการยืนยันว่าในสีเลคใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงมีหมู่คาร์บอนิล (C=O stretching) ที่สัมพันธ์กับพันธะเอไมด์ (amide bond)[8]

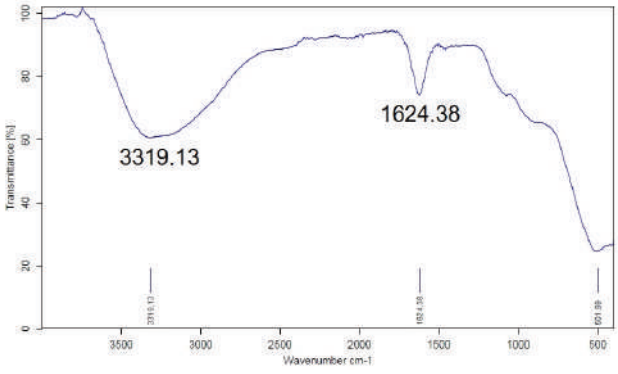

Figure 1 The infrared spectrum of lake color from magenta bougainvillea

3. การพัฒนาลิปสติกผสมสีเลคใบประดับเฟื่องฟ้า

จากการออกแบบการพัฒนาลิปสติกชนิดแท่ง ทั้งสี่สูตร ซึ่งมีความแตกต่างของสูตร คือ ปริมาณของสีเลคจากใบประดับเฟื่องฟ้าที่แตกต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 (สูตร 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง จากผลการทดลอง ลิปสติกทั้งสี่สูตรไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้ด้วยตาเปล่าจึงมีการประเมินโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการวัดสี เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์โดยผลการวัดสี ค่าความสว่าง (L) ค่าความแดง-เขียว (a) และ ค่าความเหลือง-น้ำเงิน (b) ของแต่ละสูตรแสดงได้ดัง Table 5 ซึ่งสูตรที่มีสีใกล้เคียงสูตรต้นแบบ (สูตร 1) มากที่สุด คือ สูตร 2 (สูตรที่มีสีเลคร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก) ซึ่งมีค่าความแตกต่างของสี (ΔE) จากสูตร 1 เพียง 1.24 ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่า ลิปสติกแท่งสูตรที่ไม่มีการเติมสีเลค เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 1 เดือน จะมีการปรากฏของเหงื่อ (sweating) ซึ่งเป็นความไม่คงตัวทางกายภาพประเภทหนึ่งของลิปสติกที่เป็นรูปแบบแท่ง ดังแสดงใน Figure 2 และจุดหลอมเหลวลิปสติกสูตร 1, 2, 3 และ 4 แสดงดัง Table 6

Table 5 Measuring the color of lipstick mixed with lake colors, various solutions

receipt	L	a	b	ΔE*
1	45.81	19.40	1.95	-
2	45.92	19.76	2.05	1.24
3	46.50	18.97	1.25	1.75
4	45.93	18.03	2.32	2.40

* ค่าความต่างของสีเทียบกับสูตร 1

Table 6 Melting point test of lipstick mixed with lake colors, various solutions

receipt	Melting point (Degrees celsius)
1	66.2 ± 3.8
2	65.3 ± 0.3
3	66.9 ± 0.1
4	67.6 ± 0.1

สรุปผลการทดลอง

จากทดลองสกัดสีย้อมจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีให้ได้ปริมาณเบต้าไซยานินมากที่สุด คือ การสกัดที่อัตราส่วนใบประดับเฟื่องฟ้าแห้งต่อสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตร เท่ากับ 1:30 (g/mL) และระยะเวลาในการสกัดสี 30 นาที พบเบต้าไซยานินมากที่สุด สภาวะในการสกัดสีจากใบประดับเฟื่องฟ้าดังกล่าวจึงถูกนำมาเตรียมสีเลค โดยผลการเตรียมด้วยเกลือต่างๆ พบว่าเกลือที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองนี้ คือ อะลูมิเนียมคลอไรด์ ซึ่งให้สีม่วงแดงเข้ม จึงทำสีเลคที่เตรียมด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ มาศึกษาต่อเพียงตัวอย่างเดียว โดยนำสีเลคที่ได้ไปวัดด้วยเครื่องวัดสี ซึ่งผลการทดลองเป็นไปดังนี้ ค่าความสว่าง-ความมืดเฉลี่ย ค่าความแดง-เขียวเฉลี่ย และ ค่าความเหลือง-ความน้ำเงินเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 37.51 (±1.62), 10.23 (±0.12) และ 12.65 (±0.22) ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อนำสารสีเลคที่ได้ไปวิเคราะห์โดยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์ม อินฟราเรดสเปคโทรมิเตอร์ ยังพบว่ามีหมู่คาร์บอนิลในโครงสร้างเพราะการปรากฏของพีคที่เลขคลื่น 1624.38 cm^{-1} และจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีสีเลคจากใบประดับเฟื่องฟ้า พบว่าค่าความแดงยิ่งลดลงเมื่อมีการเติมสีเลคมากขึ้น โดยสูตรที่มีความแตกต่างของสีน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรต้นแบบ (สูตรที่ 1) คือ สูตรที่ 2 (ΔE=1.24) และจากผลการทดสอบจุดหลอมเหลวที่เปรียบเทียบระหว่างสูตรที่มีสีเลค พบว่ายิ่งความเข้มข้นของสีเลคใบประดับเฟื่องฟ้ามาก ยิ่งมีจุดหลอมเหลวสูง

Figure 2 Lipstick
(1) Lipstick receipt 1 (without lake colour)
(2) Lipstick receipt 2 (with 1% lake colour)
(3) Lipstick receipt 3 (with 2% lake colour)
(4) Lipstick receipt 4 (with 3% lake colour)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองสกัดสีย้อมจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกจากปริมาณเบต้าไซยานิน ผลการทดลองพบว่าการสกัดที่อัตราส่วนใบประดับเฟื่องฟ้าแห้งต่อสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตร เท่ากับ 1:30 (g/mL) และสกัดในระยะเวลา 30 นาที ได้ปริมาณเบต้าไซยานินมากที่สุด ซึ่งระยะเวลาในการสกัดเบต้าไซยานินที่เหมาะสม มีความใกล้เคียงกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ Maran, Priya และ Nivetha (2015)[6] ที่ใช้ระยะเวลาในการสกัด 37 นาที และความเข้มข้นของเอทานอลที่เหมาะสมในการสกัดเบต้าไซยานิน คือ ร้อยละ 50 เนื่องจากเบต้นไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุประเภทหนึ่งของเบตาเลนซึ่งเป็นโครงสร้างมีประจุ และเอทานอลเป็นสารที่ช่วยให้คาร์โบไฮเดรตและโปรตีนตกตะกอน อีกทั้งยังช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ได้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสีหรือปริมาณเบต้าไซยานิน[9] อย่างไรก็ตามใบประดับดอกเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงในการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้มีปริมาณเบต้าไซยานินที่แตกต่างกันในแต่ละการทดลอง ถึงแม้ว่าจะมีการใช้สภาวะในการทดลองเดียวกัน เนื่องจากเป็นการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมทีละปัจจัย และเป็นการเก็บใบประดับในวันที่แตกต่างกัน ซึ่งใบประดับของเฟื่องฟ้ามีสีที่ไม่สม่ำเสมอ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละการทดลองได้ แต่สามารถเป็นข้อมูลเพื่อทำงานวิจัยในอนาคตโดยใช้สภาวะที่เหมาะสมในแต่ละการทดลองเพื่อการออกแบบการทดลอง (design of experiment) ในการสกัดสีย้อมจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดง

ชนิดเกลือที่เหมาะสมในการสังเคราะห์เลคครั้งนี้ คือ อะลูมิเนียมคลอไรด์ซึ่งเคยมีงานวิจัยศึกษาการสังเคราะห์

เม็ดสี สีม่วงจากใบประดับเฟื่องฟ้า โดยใช้ gamma-alumina (Al_2O_3) ที่สามารถทำให้โครโมฟอร์ (chromophore) สีม่วงของใบประดับเฟื่องฟ้าเสถียร[10] อย่างไรก็ตาม ปริมาณเบต้าไซยานินในใบประดับเฟื่องฟ้ามีความแปรปรวนสูง เนื่องจากสีของใบประดับและการออกดอกขึ้นอยู่ฤดูกาล ซึ่งฤดูที่เฟื่องฟ้าออกดอกรวมถึงใบประดับมาก คือ ช่วงฤดูร้อน [4]

จากการศึกษาสูตรของลิปสติกที่มีส่วนผสมของสีเลคจากใบประดับเฟื่องฟ้าสีม่วงแดงกับสูตรที่ไม่มีการเติมสีเลคลงไปในสูตร พบว่าสูตรที่เติมสีเลคทำให้ลิปสติกไม่เกิดเหงื่อ ซึ่งชนิดของสีที่ใช้มีผลต่อ matrix ของไขแข็ง (wax) โดยยืนยันจากผลการทดลองของ Seo และคณะ (1999) ที่ทำการศึกษาการเกิดเหงื่อของลิปสติกในสภาวะต่างๆ โดยเปรียบเทียบผลการทดลองจากภาพถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) โดยมีการสรุปผลการทดลองว่า สิ่งที่มีผลต่อการเกิดเหงื่อของลิปสติกชนิดแท่ง ได้แก่ การเฟรมมิ่ง (flaming) อุณหภูมิของแม่พิมพ์ในขณะเทเนื้อลิปสติก ความเข้ากันของไขแข็งและน้ำมันในสูตร และ ชนิดของสี Seo และคณะยังได้สรุปไว้ว่า ยิ่ง matrix ของไขแข็ง มีขนาดใหญ่ จะช่วยให้การเกิดเหงื่อในลิปสติกแท่งลดลงและเกิดช้าลง[11] ซึ่งวิธีการลดการเกิดเหงื่อในลิปสติกอาจแก้ปัญหาโดยการใช้ microcrystalline waxes ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำมันไว้ได้ดี ยกเว้น น้ำมันละหุ่ง (castor oil) ที่มักถูกใช้ในลิปสติกที่ต้องการให้ความมันวาว[12] และจุดหลอมตัวของลิปสติกทุกสูตรในการทดลองนี้มีค่ามากกว่า 60 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นคุณลักษณะตามที่มาตรฐานอุตสากรรมกำหนดไว้ (มอก. 234-2559) โดยจุดหลอมตัวของลิปสติกที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 55-75 องศาเซลเซียส[13] ซึ่งจุดหลอมเหลวที่ต่ำเกินไปจะทำให้ลิปสติกเหลวเมื่อสัมผัสกับความร้อนที่มากกว่าจุดหลอมตัว แต่หากจุดหลอมตัวมากเกินไปจะทำให้ลิปสติกแข็งกระด้าง ทาติดยาก จึงควรพัฒนาผลิตภัณฑ์ลิปสติกให้เหมาะสมกับสภาพอากาศ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจวิเคราะห์สารด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์ม อินฟราเรดสเปคโทรมิเตอร์

เอกสารอ้างอิง

1. Spencer N. *Thailand to focus on increasing cosmetic growth by up to 10%*. Cosmetics Jan 28]. Available from: http://www.cosmeticsdesign-asia.com/Business-Financial/ Thailand-to-focus-on-increasing-cosmetic-growth-by-up-to-10.
2. กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลิปสติก. *ประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2560 ;* มอก. 234-2559: 1-11.
3. Lahpun N, Saenprakob P. Colours in Cosmetic Formulations. *Journal of Science & Technology Phranakhon Rajabhat University 2017* ; 7: 1-10.
4. ณรงค์ โฉมเฉลา. *เฟื่องฟ้า*. กรุงเทพฯ: สมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย *;* 2533.
5. Leclere J, Ennamany R. *inventor; Cosmetic compositions for topical application comprising bougainvillea plant cells*. France Patent WO 2015162051 A1, 2015 Oct 29.
6. Prakash Marana J, Priya B, Vigna Nivetha C. Optimization of ultrasound-assisted extraction of natural pigments from *Bougainvillea glabra* flowers. *Industrial Crops and Products 2015* ; 63: 182-9.
7. Boonsong P, Laohakunjit N, Kerdchoechuen O. Natural pigments from six species of Thai plants extracted by water for hair dyeing product application. *Journal of Cleaner Production 2012*: 37 ; 93-106.
8. Kumar SNA, Ritesh SK, Sharmila G, Muthukumaran C. Extraction optimization and characterization of water soluble red purple pigment from floral bracts of *Bougainvillea glabra*. Arabian Journal of Chemistry 2013 ; 1-6.
9. นิธิยา รัตนาปนนท์. *หลักการวิเคราะห์อาหาร*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์ *;* 2554.
10. Perez-Ramírez E, Lima E, Guzman A. Natural betalains supported on gamma-alumina: A wide family of stable pigments. *Dyes and Pigments 2015* ; 120: 161-8.
11. Seo SY, Lee IS, Shin HY, Choi KY, Kang SH, Ahn HJ. Observation of the sweating in lipstick by scanning electron microscopy. *International Journal of Cosmetic Science 1999* ; 21(3): 207-16.
12. Pearce SE, Knowlton JL. *Handbook of Cosmetic Science & Technology*. UK: Elsevier Science Publishers Ltd. *;* 1993.
13. Reider MM. Color Cosmetics. In: *Harry's Cosmetology Volume 2*. 8th ed. Gloucester: Chemical Publishing Co.,Inc. *;* 2009. p. 523-72.