Published Online: 9 AUG 2024

การศึกษาความคงตัวของไฮบริดพิกเมนต์สารสกัดชาเลือดมังกร

Stability Study of Hybrid *Peristrophe Bivalvis* L. *Merr* Pigment

วลีพร สอนสง

อีเมล: 6451701286@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

รองศาสตราจารย์ ดร.นิสากร แซ่วัน

อีเมล: nisakorn@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อเตรียมสารสกัดใบชาเลือดมังกรให้มีความคงตัวมากขึ้นโดยการเตรียมให้อยู่ในรูปของไฮบริดพิกเมนต์กับเซบพิโอไลต์ โดยเริ่มจากการสกัดใบชาเลือดมังกรด้วยน้ำปราศจากไอออนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ได้สารสกัดเป็นสีม่วงอมแดง มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 และมีปริมาณแอนโธไซยานินรวมเท่ากับ 0.228±0.05 มิลลิกรัมต่อ 1 กรัมของพืชแห้ง จากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของสารสกัดในช่วง 2-12 พบว่า ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5 มีสีแดงอมม่วง จึงเลือกนำไปทำไฮบริดพิกเมนต์กับเซบพิโอไลต์ โดยใช้เซบพิโอไลต์และสารสกัดใบชาเลือดมังกรในอัตราส่วน 1:25, 1:50 และ 1:75 โดยมวลต่อปริมาตรพบว่า อัตราส่วน 1:75 ให้สีม่วงอมแดงเข้มที่สุด ซึ่งมีสีที่แตกต่างจากสีของสารสกัดใบชาเลือดมังกรที่ pH 5 ก่อนทำการไฮบริด จากการศึกษาความคงตัวต่ออุณหภูมิต่าง ๆ และแสงของสารสกัดใบชาเลือดมังกรและสารสกัดที่ถูกไฮบริดกับเซบพิโอไลต์ โดยการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ตั้งแต่สัปดาห์แรกสารสกัดใบชาเลือดมังกรเปลี่ยนจากสีม่วงอมแดงเป็นสีน้ำตาล และมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (ΔE) สูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 24.79 ในขณะที่สารสกัดใบชาเลือดมังกรที่ไฮบริดกับเซบพิโอไลต์มีการเปลี่ยนแปลงสีอ่อนลงเพียงเล็กน้อยในสภาวะที่มีแสง และที่เก็บอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่า ΔE สูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 12.46 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเตรียมสารสกัดใบชาเลือดมังกรให้อยู่ในรูปของไฮบริดพิกเมนต์ สามารถช่วยเพิ่มความคงตัวของสารสกัดได้

คำสำคัญ: แอนโธไซยานิน, ความคงตัวของสี, ไฮบริดพิกเมนต์, ต้นชาเลือดมังกร, เซบพิโอไลต์

Abstract

The purpose of this study was to enhance the stability of anthocyanin extract from Magenta Plant (*Peristrophe bivalvis* L. *Merr*) by preparing hybrid pigment consisting of anthocyanin incorporated on clay mineral named sepiolite. First, anthocyanin was extracted by hot deionized water (80 °C). The extract delivered a red-violet color at the pH value of 8, which provided 0.228±0.05 mg of anthocyanin/g of dried plant. Then, the pH value was adjusted to 2-12 and pH 5 resulting in red-violet color which pH 5 was selected to hybrid with sepiolite (Sep) as clay mineral. The ratios of Sep and the extract were 1:25, 1:50 and 1:75 (w/v). The result showed that the ratio 1:75 provided the highest intensity of red-violet color which delivered contrasting from the color of the free extract at pH 5 before the process. The stability of anthocyanin/sepiolite hybrid pigment (ACN/Sep) was investigated for 4 weeks in comparison to free extract. It was found that from the first week, the free extract changed from purple-red to brown, with the highest overall color change (ΔE) of 24.79 in the fourth week. Meanwhile, ACN/Sep showed a slight decrease in light exposure condition and stored at 45 °C, with the highest overall color change (ΔE) of 12.46 in the fourth week. The results indicated that the hybrid pigment was suitable for increasing stability of anthocyanin extract from magenta plant.

Keywords: Anthocyanin, Color Stability, Hybrid Pigment, Magenta Plant, Sepiolite

บทนำ/หลักการและเหตุผล (Introduction)

ปัจจุบันการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของการรับรู้ของผู้บริโภคและความนิยมในเครื่องสำอางจากธรรมชาติ (Natural cosmetic) เป็นแรงผลักดันให้ผู้ประกอบการต้องพัฒนาและคิดค้นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ โดยเฉพาะสีจากพืชเป็นกลุ่มที่ได้รับความสนใจในการนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น ตกแต่งสีในอาหารและอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเภสัชภัณฑ์ เนื่องจากมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้สีสังเคราะห์ได้จากการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งอาจมีการปนเปื้อนจากโลหะหนัก เช่น ตะกั่วและแคดเมียม เป็นต้น จึงอาจก่อให้เกิดอันตรายกับร่างกายได้ ถึงแม้ว่าจะมีการกำหนดให้ใส่ในปริมาณที่ไม่เกินมาตรฐาน แต่หากร่างกายได้รับและสัมผัสเป็นเวลานาน อาจเกิดการสะสม แล้วก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้

แอนโธไซยานิน (Anthocyanin) เป็นหนึ่งในสารให้สีจากธรรมชาติที่ได้รับความนิยมมากที่สุด โดยเป็นรงควัตถุที่สามารถละลายน้ำได้ จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) พบได้มากในผักและและผลไม้ เช่น ทับทิม สตรอเบอรี่ องุ่น กะหล่ำปลีม่วง ข้าวโพดสีม่วง มันเทศสีม่วง ข้าวแดง ข้าวเหนียวดำ และดอกอัญชัญ เป็นต้น สารกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่สูงมาก มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังมีสีที่หลากหลาย แต่สีของแอนโธไซยานินนั้นไม่คงตัว

ต้นชาเลือดมังกรหรือชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Peristrophe bivalvis* L. *Merr* ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Acanthaceae เป็นพืชที่มีแอนโธไซยานินสูง เมื่อนำใบชามาต้มกับน้ำร้อนจะให้สีแดงอมม่วงคล้ายกับเลือด สีที่ได้มาเกิดจากสารกลุ่มแอนโธไซยานิน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจาก alkaloids, saponins, triterpenoids, tannins, และ flavonoids (Adrianta et al., 2021) อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ (Antimicrobial) จากสารสกัด ethanolic จากใบและลำต้น (Tanavade et al., 2012) นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ยับยั้งพิษงูเห่าและงูเขียวหางไหม้อีกด้วย (Phaopongthai et al., 2015) ในปัจจุบันชาเลือดมังกรมักนิยมใช้ดื่มเป็นยาสมุนไพรเพื่อบำรุงร่างกาย ยังไม่มีการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง หากนำมาใช้โดยตรงในตำรับเครื่องสำอางมักจะมีปัญหาความไม่คงตัวโดยจะเปลี่ยนแปลงไปสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิและ pH ต่าง ๆ หากไม่ได้รับการปกป้องจากสภาพแวดล้อมภายนอก จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ทำให้สีค่อยๆสลายตัวไป จากการทบทวนวรรณกรรมการทำให้สารสกัดแอนโธไซยานินมีความคงตัวมากขึ้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเอนแคปซูเลชัน (Encapsulation) หรือการทำไฮบริดพิกเมนต์ (Hybrid pigment)

ไฮบริดพิกเมนต์เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความคงตัวของสีธรรมชาติ โดยการเปลี่ยนโครโมฟอร์ (Chromophore) ที่ละลายน้ำให้เป็นรงควัตถุที่ติดอยู่บนแร่ดินเหนียว (Clay mineral) โดยการใช้แร่ดินเหนียวที่มีรูพรุนมีประสิทธิภาพดีกว่าชนิดอื่น เช่น palygorskite, sepiolite, vermiculite และ hydroxyapatite เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีข้อดี คือ มีความคงตัวที่สภาวะต่าง ๆ สูง ราคาไม่แพง หาง่าย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเมื่อนำรงควัตถุมาทำไฮบริดพิกเมนต์กับแร่ดินเหนียว จะช่วยเพิ่มความคงตัวของสีที่สภาวะแวดล้อมต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิสูงและการได้รับแสงยูวีในระยะยาว (Szadkowski et al., 2022)

เซบพิโอไลต์เป็นหนึ่งในกลุ่มของแร่ phyllosilicate มีลักษณะโครงสร้างเป็นเส้นใย มีสูตรเคมีคือ $Mg_8Si_{12}O_{30}(OH)_4(OH_2)_4{\bullet}8H_2O$ โครงสร้างภายในเป็นรูพรุนขนาดเล็ก และมีช่องว่างขนาดนาโน มีรายงานว่าเซบพิโอไลต์ (Sepiolite) เป็น inorganic support กับรงควัตถุแอนโธไซยานิน พบว่าช่วยให้แอนโธไซยานินมีความเสถียรมากขึ้นที่อุณหภูมิและสารเคมีต่าง ๆ (Li et al., 2019) โดยโครงสร้างผลึกเชื่อมอย่างต่อเนื่องด้วย silica-oxygen tetrahedrons และไม่ต่อเนื่องด้วย magnesium-oxygen octahedrons ด้วยโครงสร้างนี้เองทำให้มี specific area ขนาดใหญ่

มี surface activity สูงและมี active silanol group จึงมีแรงดูดซับดีเยี่ยม เสริมความแข็งแรงและฟังก์ชันอื่นๆ จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เช่น เป็นสารดูดซับ (Absorption) ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalysis) โพลิเมอร์คอมโพสิต (Polymer composite) เป็นตัวเสริมความแข็งแรงในการผลิตเซรามิกและวัสดุซีเมนต์, ไฮบริดพิกเมนต์และสามารถใช้เป็นสารเติมแต่งในอาหารสัตว์เพื่อปรับปรุงความทนทาน คุณภาพ และการย่อยสารอาหารของอาหารสัตว์ได้ เป็นต้น (Tian et al., 2019)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจทำให้สารสกัดรงควัตถุแอนโธไซยานินจากใบชาเลือดมังกรคงตัวมากขึ้นด้วยการนำมาทำไฮบริดพิกเมนต์กับเซบพิโอไลต์ จากนั้นทดสอบความคงตัวของไฮบริดพิกเมนต์

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

1. นำใบชาเลือดมังกรสดมาอบแห้งด้วยตู้อบ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น จากนั้นทำการสกัดด้วยน้ำปราศจากไอออนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนใบชาเลือดมังกรต่อตัวทำละลายเท่ากับร้อยละ 2 โดยมวลต่อปริมาตร คนต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทำให้เย็นตัวลง แล้วนำมากรองเพื่อแยกกากออกจากสารสกัด วิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินรวมด้วยเครื่องวัดค่าดูดกลืนแสงและวิเคราะห์ค่า pH ของสารสกัดที่ได้ (ดัดแปลงจาก Thuy et al., 2022)

2. การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินรวม (Total anthocyanin content) ด้วยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล โดย Wrolstad et al. (2005). ตัวอย่างสารสกัดแอนโธไซยานินจากใบชาเลือดมังกรถูกเจือจางด้วย pH 1.0 และ 4.5 บัฟเฟอร์ ซึ่งเตรียมได้จาก potassium chloride (0.025 M) และ sodium acetate (0.4 M) ตามลำดับ โดยใช้อัตราส่วนการเจือจางตัวอย่างต่อสารละลายบัฟเฟอร์เป็น 1:25 จากนั้นทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 510 และ 700 nm จากนั้นคำนวณหาค่าความต่างของ Absorbance ระหว่าง pH 1.0 และ pH 4.5 เพื่อกำจัดการดูดกลืนแสงของสารอื่นที่ไม่ได้มาจากแอนโธไซยานิน ตามสมการที่ (1)

$$A = (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH\ 1.0} - (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH\ 4.5} \quad (1)$$

จากนั้นคำนวณหาปริมาณแอนโธไซยานินรวมจากสารสกัดแอนโธไซยานินจากใบชาเลือดมังกร ตามสมการที่ (2)

$$\text{ปริมาณแอนโธไซยานินรวม (mg/l)} = (A \times MW \times DF \times 1000)/(\boldsymbol{\varepsilon} \times l) \quad (2)$$

A = ค่าการดูดกลืนแสงที่คำนวณได้จากสมการที่ 3.1

MW = มวลโมเลกุล (449.2 g/mol สำหรับ cyanidin-3-glucoside)

DF = Dilution Factor

$\boldsymbol{\varepsilon}$ = สัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงจำเพาะ (molar coefficient) ของ cyanidin-3-glucoside เท่ากับ 26,900 L/M/cm

l = ความกว้างของคิวเวตต์ (1 cm)

3. นำสารสกัดใบชาเลือดมังกรมาปรับ pH ต่าง ๆ (2, 4, 5, 7, 8, 9, 10 และ 12) เพื่อเลือกสีที่เหมาะสมจะนำไปทำไฮบริดกับเซบพิโอไลต์ ด้วยสารละลาย 50% citric acid และ 0.1 M NaOH

4. เตรียมไฮบริดพิกเมนต์ โดยผสมสารสกัดใบชาเลือดมังกรกับเซบพิโอไลต์ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเซบพิโอไลต์และสารสกัดเป็น 1:25, 1:50 และ 1:75 โดยมวลต่อปริมาตร ตามลำดับ คนต่อเนื่องที่ความเร็ว 180 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ควบคุมค่าความเป็นกรดด่างของระบบให้เท่ากับ 5 จากนั้นนำมากรองด้วยการกรองสุญญากาศและล้างด้วยน้ำกลั่นไร้ประจุจนกระทั่งได้สารละลายไม่มีสีเพื่อกำจัดสารตั้งต้นที่ไม่เกิดไฮบริด นำผงสารสกัดในรูปไฮบริดพิกเมนต์อบแห้ง 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก Li et al., 2019)

5. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บ (Encapsulation efficiency, %EE) โดยหาจากปริมาณแอนโธไซยานินรวมด้วยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล โดย Wrolstad et al. (2005). ของสารสกัดก่อนและหลังทำไฮบริดพิกเมนต์ จากนั้นนำไปคำนวณประสิทธิภาพการกักเก็บตามสมการที่ 3

$$\%EE = \frac{ITAC - FTAC}{ITAC} \times 100 \quad (3)$$

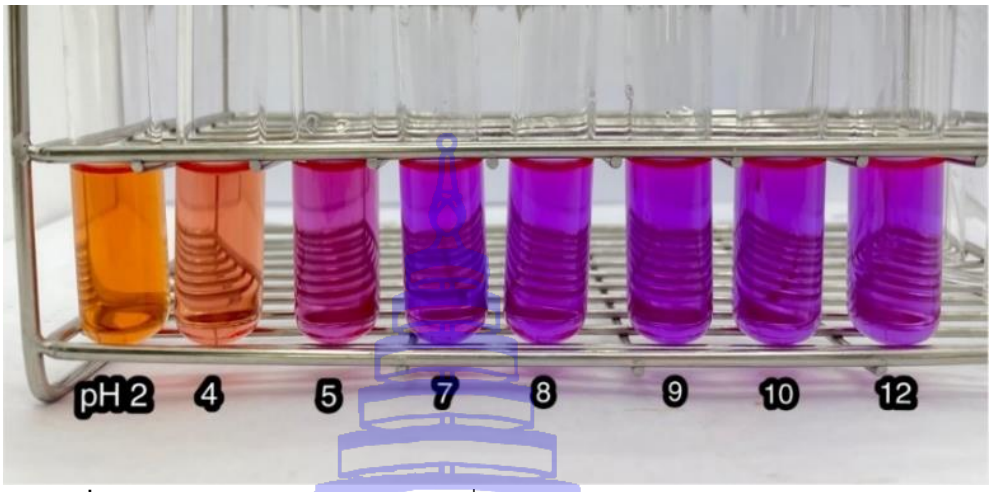
โดย ITAC คือปริมาณแอนโธไซยานินเริ่มต้นของสารสกัดที่ใช้ในการทำไฮบริดพิกเมนต์ (Initial total anthocyanin content) และ FTAC คือปริมาณแอนโธไซยานินที่เหลือในสารสกัดหลังจากทำไฮบริดพิกเมนต์ (Final total anthocyanin content)

6. การทดสอบความคงตัวต่ออุณหภูมิและแสงของไฮบริดพิกเมนต์ โดยนำตัวอย่างสารสกัดใบชาเลือดมังกรและไฮบริดพิกเมนต์ไว้ที่ อุณหภูมิห้องในที่มีแสง อุณหภูมิห้องในที่มืด 4 องศาเซลเซียสในที่มืดและ 45 องศาเซลเซียสในที่มืด เป็นเวลา 4 สัปดาห์ วัดปริมาณแอนโธไซยานินรวมของสารสกัดก่อนเก็บและระหว่างทดสอบความคงตัวทุกๆสัปดาห์ และวัดค่าสีของรูปถ่ายสารสกัดและไฮบริดพิกเมนต์ด้วยแอพพลิเคชั่น Aurora เป็นค่า RGB จากนั้นแปลงค่าเป็น L* a* และ b* ด้วยโปรแกรม Color Designer โดยวัดสีก่อนเก็บและหลังเก็บทุก ๆ สัปดาห์ รายงานผลด้วยค่า L* a* และ b*

ผลวิจัย (Results)

ผลการสกัดใบชาเลือดมังกรพบว่า ได้สารสกัดเป็นสีม่วงอมแดงที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 8 มีปริมาณแอนโธไซยานินรวมเท่ากับ 0.228±0.05 มิลลิกรัมต่อกรัมของพืชแห้งและเมื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงพบว่าสารสกัดมีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด 582 nm จากนั้นนำสารสกัดใบชาเลือดมังกรมาปรับ pH ต่าง ๆ (2, 4, 5, 7, 8, 9, 10 และ 12) ดังแสดงในภาพที่ 1 เพื่อเลือกสีที่เหมาะสมจะนำไปทำไฮบริดกับเซบพิโอไลต์ พบว่า ที่ pH 2 ให้สีส้ม, pH 4 ให้สีส้มอม

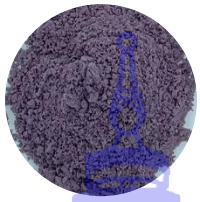
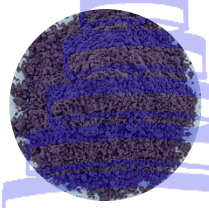
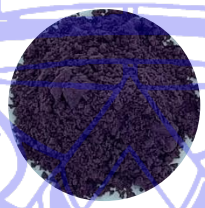
แดง pH 5 ให้สีแดงอมม่วง, และ pH 7, 8, 9, 10 และ 12 ให้เฉดสีที่ใกล้เคียงกันคือสีม่วงอมแดง โดยที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5 มีสีที่เหมาะสมจะนำไปทำไฮบริดกับเซบพิโอไลต์



ภาพที่ 1 สีของสารสกัดใบชาเลือดมังกรที่ pH 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10 และ 12 ตามลำดับ

จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้เซบพิโอไลต์มาทำไฮบริดกับสารสกัดใบชาเลือดมังกร โดยการวิเคราะห์จากสีของไฮบริดพิกเมนต์ โดยการเตรียมทั้งหมด 3 อัตราส่วน คือ 1:25, 1:50 และ 1:75 พบว่าอัตราส่วนของเซบพิโอไลต์ต่อสารสกัดชาเลือดมังกร 1:75 ให้สีม่วงเข้มที่สุด ดังแสดงตารางที่ 2 รองลงมา คือ 1:50 และ 1:25 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการกักเก็บ (%EE) พบว่า อัตราส่วนของเซบพิโอไลต์ต่อสารสกัดชาเลือดมังกร 1:25 มีค่ามากที่สุด คือ 77.39±1.13 รองลงมา คือ 1:50 และ 1:75 มีประสิทธิภาพการกักเก็บ (%EE) เท่ากับ 61.28±2.85 และ 52.69±4.29 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลประสิทธิภาพการห่อหุ้ม (%EE) และสีของไฮบริดพิกเมนต์ที่ได้ สรุปได้ว่า อัตราส่วนของเซบพิโอไลต์ต่อสารสกัดชาเลือดมังกรที่เหมาะสมคือ 1:75 ในการนำไปใช้ในสูตรเครื่องสำอาง เพื่อให้มีสีเข้มสวยงาม

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และประสิทธิภาพการกักเก็บ (%EE) ของไฮบริดพิกเมนต์

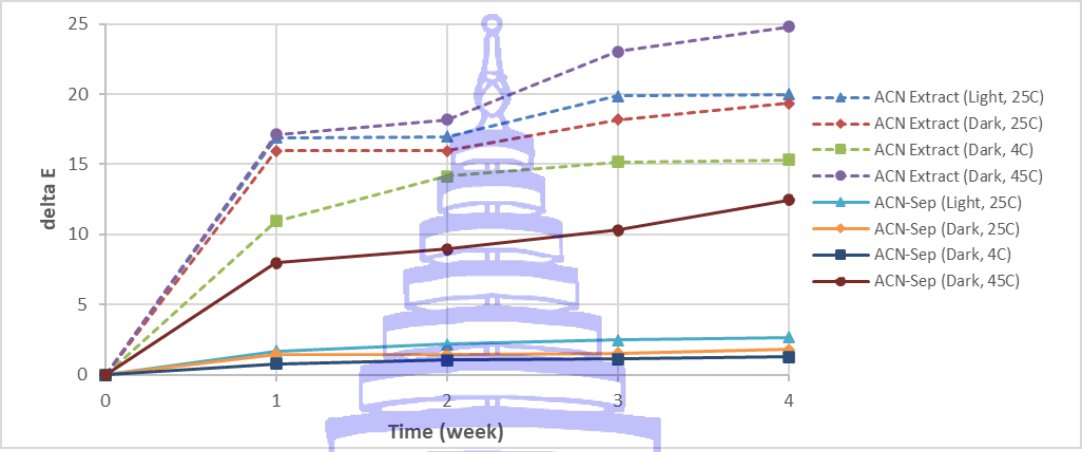
อัตราส่วนเซบพิโอไลต์ (g) : สารสกัดชาเลือดมังกร (ml)	ลักษณะทางกายภาพ	pH หลังไฮบริด	ประสิทธิภาพการกักเก็บ (%EE)
1:25		6.53±0.04	77.39±1.13[a]
1:50		5.89±0.11	61.28±2.85[b]
1:75		6.66±0.39	52.69±4.29[c]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการทดสอบความคงตัวต่อแสงที่อุณหภูมิห้องของไฮบริดพิกเมนต์เปรียบเทียบกับสารสกัดใบชาเลือดมังกร พบว่า ตั้งแต่สัปดาห์แรก สารสกัดใบชาเลือดมังกรเปลี่ยนจากสีม่วงอมแดงเป็นสีน้ำตาล รวมไปถึงปริมาณแอนโธไซยานินที่ลดลง และเมื่อพิจารณามีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (ΔE) ของสารสกัดใบชาเลือดมังกรในที่มืดและที่สว่าง มีค่ามากถึง 15.95-19.36 และ 16.91-19.98 ตามลำดับ ในขณะที่ ไฮบริดพิกเมนต์ทั้งในที่มืดและที่สว่างมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (ΔE) แตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น คือ 1.48-1.79 และ 1.71-2.66 ตามลำดับ ดังนั้นแสงมีผลต่อความคงตัวของสารสกัดใบชาเลือดมังกรมากกว่าไฮบริดพิกเมนต์

ผลการทดสอบความคงตัวต่ออุณหภูมิของไฮบริดพิกเมนต์เปรียบเทียบกับสารสกัดใบชาเลือดมังกร พบว่า ตั้งแต่สัปดาห์แรก สารสกัดใบชาเลือดมังกรเปลี่ยนจากสีม่วงอมแดงเป็นสีน้ำตาล รวมไปถึงปริมาณแอนโธไซยานินที่ลดลง และเมื่อพิจารณาค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (ΔE) ของสารสกัดใบชาเลือดมังกรพบว่า ΔE ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในที่มืด มีค่ามากถึง 15.95-19.36 ในขณะที่ไฮบริดพิกเมนต์มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (ΔE) แตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น คือ 0.80-1.27 และเมื่อพิจารณาที่ 45 องศาเซลเซียสของไฮบริดพิกเมนต์และสารสกัดใบชาเลือดมังกร พบว่า มีค่าการ

เปลี่ยนแปลงสีโดยรวมมากกว่าในสภาวะอื่น ๆ โดยไฮบริดพิกเมนต์มีค่า ΔE เท่ากับ 7.98-12.46 ในขณะที่สารสกัดใบชาเลือดมังกรมีค่ามากถึง 17.13-24.79 จึงสามารถสรุปได้ว่า การเตรียมสารสกัดใบชาเลือดมังกรในรูปของไฮบริดพิกเมนต์มีความคงตัวต่ออุณหภูมิและแสงมากกว่าในรูปของสารสกัดใบชาเลือดมังกร



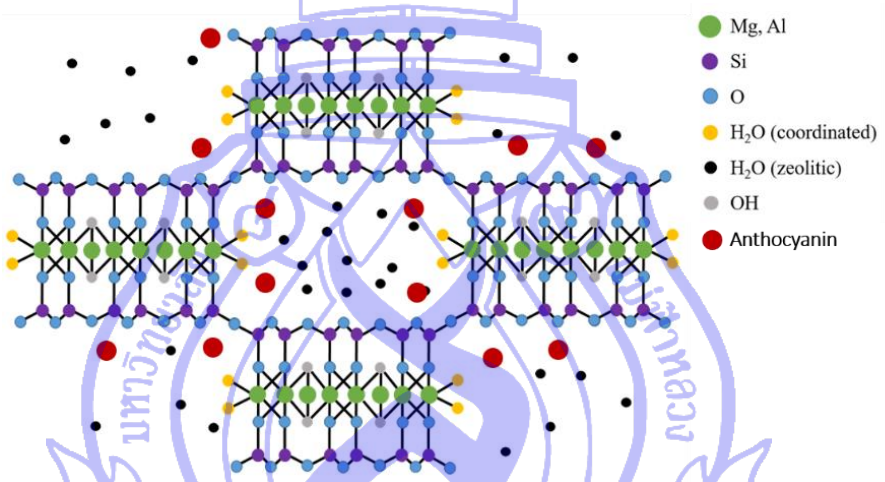
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า ΔE ของสารสกัดใบชาเลือดมังกรและและไฮบริดพิกเมนต์ระหว่างการทดสอบความคงตัว

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ (Discussion and Suggestion)

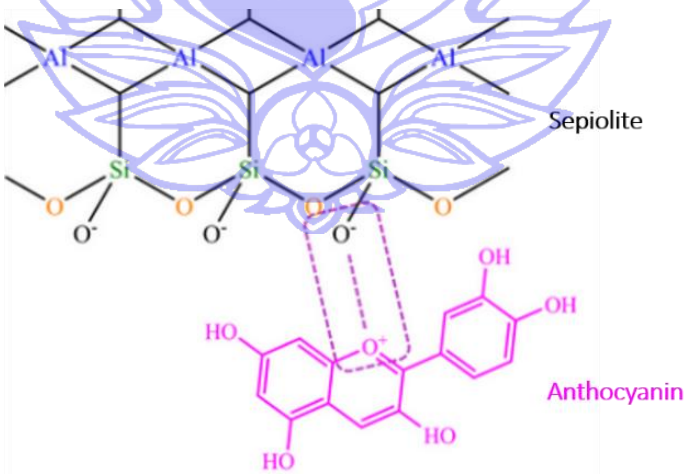
การสกัดแอนโธไซยานินจากใบชาเลือดมังกรด้วยตัวน้ำกลั่นปราศจากไอออน อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พบว่า ได้สารสกัดเป็นสีม่วงอมแดง มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 และมีปริมาณแอนโธไซยานินรวม คือ 0.228±0.05 มิลลิกรัมต่อ 1 กรัมของพืชแห้ง มีค่าการดูดกลืนแสงความยาวคลื่นสูงสุด 582 nm สอดคล้องกับงานวิจัยของ Oguzie et al. (2024) ที่ได้รายงานค่าความยาวคลื่นสูงสุดของสารสกัดใบชาเลือดมังกรที่ 580 nm โดยเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสีที่ pH ต่าง ๆ นอกจากแอนโธไซยานินแล้วในใบชาเลือดมังกรยังมีรงควัตถุอื่นด้วย ซึ่งมีผลต่อสีของสารสกัดใบชาเลือดมังกร อย่างไรก็ตาม การศึกษาในอนาคตควรมีการศึกษาถึงรงควัตถุชนิดอื่นที่อาจมีในใบชาเลือดมังกรและผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของสารสกัด

จากนั้นนำมาทำไฮบริดกับเซบพิโอไลต์พบว่า อัตราส่วนของเซบพิโอไลต์ต่อสารสกัดใบชาเลือดมังกร 1:75 (w/v) ให้สีเข้มที่สุดในการนำมาใช้ลงในสูตรเครื่องสำอาง โดยมีประสิทธิภาพการกักเก็บ (%EE) เท่ากับ 52.69±4.29 โดยสอดคล้องกับกลไลการเกิดไฮบริดพิกเมนต์ระหว่างแอนโธไซยานินและเซบพิโอไลต์ จากงานวิจัยของ Li et al. (2019) กล่าวว่า แอนโธไซยานินที่มีขนาดโมเลกุลพอดีกับช่องว่างขนาดนาโนของเซบพิโอไลต์และบริเวณพื้นผิวด้านนอก สามารถไฮบริดได้ด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้า (Electrostatic) บริเวณประจุลบของเซบพิโอไลต์และประจุบวกของแอนโธไซยานิน

ที่อยู่ในรูปของ flavylium cation และสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมออกซิเจนของหมู่ Si-O ของเซบพิโอไลต์และประจุบวกของแอนโธไซยานินที่อยู่ในรูปของ flavylium cation ได้อีกด้วย ดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4 และเมื่อพิจารณาสีของไฮบริดพิกเมนต์ที่ได้ จะเห็นได้ว่ามีสีที่แตกต่างจากสีของสารสกัดใบชาเลือดมังกรที่ pH 5 ก่อนทำการไฮบริดและค่า pH ของสารสกัดใบชาเลือดมังกรหลังจากทำไฮบริดมีค่าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเซบพิโอไลต์เป็น clay mineral ชนิดที่มีประจุรวมเป็นประจุลบ ทำให้อยู่ในสภาวะที่เป็นด่าง (Kara et al., 2003) เมื่อนำไปทำไฮบริดกับสารสกัดใบชาเลือดมังกรที่ pH 5 ในสภาวะเป็นกรดอ่อน ทำให้โครงสร้างของแอนโธไซยานินที่อยู่ในรูปของ flavylium cation ที่ให้สีแดง-ส้มลดลงและเปลี่ยนอยู่ในรูปของ blue quinoidal ทำให้สีของไฮบริดพิกเมนต์สุดท้ายที่ได้เป็นสีม่วงเข้ม ดังนั้นอาจต้องมีการควบคุม pH ของระบบให้มีสภาวะเป็นกรดทั้งสารสกัดและเซบพิโอไลต์ เพื่อให้ได้สีแดงอมม่วงสวยงาม



ภาพที่ 3 โครงสร้างของไฮบริดพิกเมนต์ระหว่างแอนโธไซยานินและเซบพิโอไลต์



ภาพที่ 4 การเกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าบริเวณประจุลบของเซบพิโอไลต์และประจุบวกของแอนโธไซยานิน

จากนั้นทำการศึกษาความคงตัวต่ออุณหภูมิต่างๆและแสงของสารสกัดใบชาเลือดมังกรและสารสกัดที่ถูกไฮบริดกับเซบพิโอไลต์ โดยการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีทุก ๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ตั้งแต่สัปดาห์แรก สารสกัดใบชาเลือดมังกรเปลี่ยนจากสีม่วงอมแดงเป็นสีน้ำตาล รวมไปถึงปริมาณแอนโธไซยานินที่ลดลง มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม(ΔE) สูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 24.79 ในขณะที่สารสกัดใบชาเลือดมังกรที่ไฮบริดกับเซบพิโอไลต์มีการเปลี่ยนแปลงสีอ่อนลงเพียงเล็กน้อยในสภาวะที่มีแสง และที่เก็บอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (ΔE) สูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 12.46 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ทั้งอุณหภูมิและแสงมีผลต่อความคงตัวของสารสกัดใบชาเลือดมังกร เนื่องจากสารสกัดใบชาเลือดมังกรมีสารแอนโธไซยานินซึ่งมีความคงตัวต่ำ ในอุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Tsai and Huang (2004) กล่าวไว้ว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้อนุพันธ์ของแอนโธไซยานินเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจึงทำให้เกิดการจางลงของสี ซึ่งเกิดจาก Thermodegradation ของแอนโธไซยานินและ Brown polymeric color formation โดยเปลี่ยนจากม่วงอมแดงเป็นสีน้ำตาลที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นการเตรียมสารสกัดใบชาเลือดมังกรให้อยู่ในรูปของไฮบริดพิกเมนต์สามารถช่วยเพิ่มความคงตัวของสารสกัดได้

รายการอ้างอิง

Adrianta, K. A., Satriyasa, B. K., Wihandani, D. M., & Jawi, I.M. (2021). The Antioxidant Capacity of *Peristrophe Bivalvis* (L.) *Merr.* as Natural-Based Nephroprotection. *Traditional Medicine Journal, 26*(1), 35-41.

Kara, M., Yuzer, H., Sabah, E., & Celik, M. S. (2003). Adsorption of cobalt from aqueous solutions onto sepiolite. *Water Research*, *37*, 224-232.

Li, S., Mu, B., Wang, S., Kang, Y., & Wang, A. (2019). A Comparative Study on Color Stability of Anthocyanin Hybrid Pigments Derived from 1D and 2D Clay Minerals. *Minerals*, *12,* 3287.

Oguzie, C. K., Obidiegwu, M. U., Obasi, H. C., Nnorom, O. O., & Onuegbu, G. C. (2024). Adsorption of Dye-extract from Peristophe roxburghiana onto Cotton: Mechanism, and Kinetic Evaluations. *International Journal of Advanced Science and Engineering*, *10*, 3556-3565.

Phaopongthai, J., Noiphrom, J., Phaopongthai, S., Pakmanee, N., & Sichaem, J. (2016). Biological activities of *Peristrophe bivalvis* extracts: promising potential for anti-snake venoms against *Naja kaouthia* and *Trimeresurus albolabris* venoms. *Natural Product Research*, *30*, 697-699.

Szadkowski, B., Maniukiewicz, W., Rybiński, P., Beyou, E., & Marzec, A. (2022). Bio-friendly stable organic-inorganic hybrid pigments based on carminic acid and porous minerals: Acid/base allochroic behavior and UV-stabilizing effects on ethylene-norbornene copolymer matrix. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *10,* 108268.

Tanavade, S. S., Naikwade, N. S., & Chougule, D. D. (2012). Antimicrobial activity of ethanolic extracts of leaves and stems of *Peristrophe bivalvis merrill*. *International Journal of Biomedical Research*, *3*(2), 106-108.

Thuy, N. M., Han, D. H. N., Minh, V. Q., & Tai, N. V. (2022). Effect of extraction methods and temperature preservation on total anthocyanins compounds of *Peristrophe bivalvis* L. *Merr* leaf. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, *10*(02), 146-153.

Tian, G., Han, G., Wang, F., & Liang, J. (2019). 3 - Sepiolite nanomaterials: Structure, properties and functional applications. *Nanomaterials from Clay Minerals*, 135-201.

Tsai, P., & Huang, H. (2004). Effect of polymerization on the antioxidant capacity of anthocyanins in Roselle. *Food Research International*, *37*, 313-318.

Wrolstad, R. E., Durst, R. W., & Lee, J. (2005). Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science & Technology, 16*(9), 423-428.