

การพัฒนาสีจากบัวสายสีแดงและบัวฉลองขวัญสำหรับการวาดภาพ

The development of pigment produced from the explants of *Nymphaea rubra* Roxb. and *Nymphaea 'Chalongkwan'* for painting

เยาวมาลย์ น้อยไหม¹

รัตนฤทธิ์ จันทรงสี²

อิสราพงษ์ แคนทอง³

บทคัดย่อ

การศึกษการพัฒนาสีที่ได้จากบัวดอกบัวสายสีแดง ดอกและเหง้าบัวฉลองขวัญ พบว่าการสกัดโดยวิธีการต้มในน้ำเดือด และแช่ในตัวทำละลายที่มีสภาวะความเป็นกรด ต่างต่างกัน แล้วนำไปทำสารสกัดเข้มข้น ทำให้ได้สารสกัดที่มีสีต่าง ๆ การแปรรูปเป็นผงสีโดยใช้สารดูดซับ 3 ชนิด พบว่าดินสอพองสามารถดูดซับสีได้ดีที่สุด ร้อยละ 55.40 รองลงมาคือซิลิกาเจล และดินเบนทอไนท์ ร้อยละ 48.38 และ 38.11 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการดูดซับของสาร 3 ชนิดร่วมกับวิธีการสกัด 4 วิธี พบว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การวัดค่าสีสามารถคัดเลือกสีที่ใกล้เคียงกับสีมาตรฐานจากการคำนวณค่าความถูกต้อง ได้สีจำนวน 15 สี การทดสอบคุณลักษณะสีตามคุณลักษณะที่กำหนดจากผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 103 คน ประเมินความพึงพอใจด้านความโปร่งใสของสี ความกึ่งทึบแสงของสี ระดับค่าของสี และคุณภาพโดยรวมของสี ได้ผงสีที่มีคะแนนความพึงพอใจในภาพรวมของสีสูงสุดจำนวน 5 สี และนำไปใช้ในการประเมินคุณลักษณะของสีจากกิจกรรม Art workshop ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจต่อการวาดภาพด้วยสีจากบัวประดับ พบว่าคะแนนความพึงพอใจด้านความกึ่งทึบแสงของสี มีมากที่สุดร้อยละ 76.6 รองลงมาคือความทึบแสงของสีร้อยละ 75.33 และความโปร่งใสของสีร้อยละ 72.00 ตามลำดับ ส่วนระดับค่าของสี มีคะแนนความพึงพอใจร้อยละ 70.00 และคุณภาพโดยรวมของสี มีคะแนนความพึงพอใจร้อยละ 74.67

คำสำคัญ: พืชวงศ์บัวอุบลชาติ, รงควัตถุ, การวาดภาพ

¹ ส่วนงานพิพิธภัณฑ์บัว กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

³ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Abstract

This study was aimed to develop the pigment produced from the explants of *Nymphaea rubra* Roxb. and *Nymphaea* 'Chalongkwan'. Using the extraction by boiling in the water, soaking in the concentrated solvents that has different pH conditions, The crude extracts were evaporated. The pigment powders were absorbed the moisture through three absorbents, The results revealed that the best absorption percentage was marly lime stone (55.40%), compared to silica gel (48.38%) and bentonite (38.11%). When considering the absorption of 3 substances with 4 extraction methods. Found that the average absorption percentage within three absorbents was not significant level ($p > 0.05$), whereas the different extraction methods were significantly resulted. The color measurement of fifteen selected pigments were evaluated by correlation coefficient, comparing to the standard. Testing the quality of pigments were demonstrated by 103 respondents, who satisfied in each feature, for example the transparency, the semi opaque, the value scale and color quality of pigments. The maximum satisfaction rating of five pigments used for painting in the art workshop. The results showed that the highest satisfaction rating in semi opaque was 76.6%, followed by the opacity (75.33%) and the transparency (72.00%), respectively. While the satisfaction rating in value scale and color quality were 70% and 74.67%.

Keywords: Nymphaeaceae, adsorbent, pigment, painting

บทนำ

จากยุทธศาสตร์ด้านวิจัยและพัฒนาของกรมวิชาการเกษตร ปี 2554 - 2558 พบว่ามีการปรับเปลี่ยนนโยบายด้านการวิจัยและพัฒนาโดยมุ่งเน้นงานวิจัยด้านพืชและกลุ่มพืช (commodity) เป็นหลักโดยใช้องค์ความรู้แบบสหสาขาวิชามานำบูรณาการ ซึ่งหนึ่งในแผนกลยุทธ์ด้านการวิจัย คือ มิติด้านไม้ดอก-ไม้ประดับ ประกอบด้วยกล้วยไม้ และบัว เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายดังกล่าว การพัฒนาบัวประดับจึงเป็นการตอบโจทย์และขยายผลให้เกิดประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม (ภาณุพงศ์, 2556) บัวเป็นไม้น้ำประเภทพืชล้มลุก ที่มีลำต้นและหัวอยู่ในดินใต้น้ำ โดยจะชูก้านใบ และดอกขึ้นมาจากผิวน้ำ ดอกมีหลากหลายสี และหลากหลายสายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์จะมีลักษณะเฉพาะทางพฤกษศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป สกุลบัวสาย (*Nymphaea*) ถือว่าเป็นสกุลที่ใหญ่ที่สุดและมีจำนวนสมาชิกมากที่สุดเมื่อเทียบกับบัวสกุลอื่น ๆ คือประมาณ 50 ชนิด พบได้ทั้งเขตร้อนและเขตอบอุ่น ปัจจุบันประเทศไทยพบพืชสกุล *Nymphaea* อยู่หลายชนิดและหลากหลายสายพันธุ์ บัวสาย

สีแดง รูปทรงใบกลมหรือรี ขอบจัก หรือหยักแหลมเป็นระเบียบ เส้นหลังใบพุ่งขึ้นเห็นได้ชัด การเจริญเติบโตของเหง้า และหัวเป็นไปในแนวดิ่ง ดอกชูพื้่น้ำสูง บานกลางคืน ดอกจะบานได้อยู่นาน 3 วัน ตัวอย่างพันธุ์พื้นเมือง เช่น โกมุต หรือสัตตบรรณ (บัวสายสีแดง) กุมุท หรือเสตดอบล (บัวสายสีขาว) ลินจง (บัวสายสีชมพู) บัวฉลองขวัญ (Nymphaea 'Chalongkwan') หรือ 'King of Siam' มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย เป็นบัวลูกผสมระหว่างพันธุ์ลามาประเสริฐ กับโคโลราด้า ลักษณะพันธุ์เป็นอูบลชาติล้มลุกบานกลางวัน หรือบัวผัน กลีบดอกสีม่วงน้ำเงิน กลีบดอกซ้อนมากพิเศษ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-12 เซนติเมตร ดอกมีกลิ่นหอมอ่อนๆ (ภูรินทร์ และสมพร, 2550) เกสรเพศผู้เปลี่ยนไปเป็นกลีบดอกอย่างสมบูรณ์ ส่วนเกสรเพศเมีย แม้ว่าจะมีโครงสร้างเกือบปกติ แต่ก็ไม่สามารถใช้เป็นตัวแม่ได้เลย (ณรงค์ และ ณ.นพชัย, 2550) สีธรรมชาติ เป็นสีที่ได้จากแหล่งวัตถุดิบ สามารถหาได้จากต้นไม้ ใบไม้ ที่ให้สีสันทวยงาม ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้ใช้วัสดุจากธรรมชาติกันมากขึ้น เพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก พืชให้สี หรือพืชสี (dye plants) หมายถึง พืชที่มีสารสี หรือรงควัตถุ (pigment) ในเซลล์หรือในเนื้อเยื่อ และสามารถสกัดออกมาได้โดยกรรมวิธีต่าง ๆ เช่น หมัก ต้ม หรือแยกด้วยน้ำหรือสารเคมี ให้สีแดงต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสารเคมีในต้นพืชและกรรมวิธีในการสกัดสีจากพืชชนิดนั้น ๆ ซึ่งสารสีเหล่านี้สามารถใช้เป็นสีได้ สีธรรมชาติจากพืชมีความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค หาง่าย ใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นราคาถูก สีอ่อนนุ่มนวล สบายตา ลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ช่วยลดปริมาณการนำเข้าสีสังเคราะห์จากต่างประเทศ สร้างความตระหนักในการอนุรักษ์ต้นไม้และสิ่งแวดล้อม (ขวัญตา สุดเสน่ห์, 2557) การใช้ประโยชน์ด้านสีจากบัวมีการศึกษาน้อยมาก และยังไม่มียางานการศึกษานำสีจากบัวมาใช้ในงานด้านศิลปะ การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงได้เล็งเห็นศักยภาพของบัวไทยในการนำมาเป็นต้นแบบการผลิตสี ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวาดภาพ โดยมีสารตัวกลางในการดูดซับสี ได้แก่ ดินสอพอง ซิลิกาเจล และดินเบนทอนท์ แล้วนำมาแปรรูปเป็นผงเพื่อเป็นการรักษาสภาพของสีให้คงอยู่ เมื่อนำผงสีมาผสมกับกาวกระถินซึ่งการธรรมชาติ เพื่อให้เกิดการติดยึดกับกระดาษ และคงคุณสมบัติของสีให้สามารถเทียบเคียงกับสีที่ละลายด้วยน้ำที่มีขายในท้องตลาด ทำการทดสอบคุณลักษณะของสี และทำ workshop ประเมินความพึงพอใจ ด้านความโปร่งใสของสี ความกึ่งทึบแสงของสี ระดับค่าของสี และคุณภาพโดยรวมของสี จากนักศึกษา อาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญด้านทัศนศิลป์ เพื่อให้เกิดสุนทรีย์ด้านศิลปะ และพัฒนาศักยภาพสูงสุดของการใช้ประโยชน์จากบัวระดับกับงานตกแต่งผลิตภัณฑ์ หากได้รับการสนับสนุนในการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่องก็น่าจะเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่บัวประดับในเชิงพาณิชย์ต่อไปได้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาและพัฒนาความเป็นไปได้ในการใช้สีจากบัวมาทำสีวัตถุทางด้านงานศิลป์ โดยการแปรรูปจากส่วนให้สีของดอกบัวสายสีแดง ดอกและเหง้าบัวฉลองขวัญ ให้เป็นผงสีสำหรับวาดภาพบนกระดาษ

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างบัว เก็บตัวอย่างดอกบัวที่มีความสมบูรณ์ ไม่มีลักษณะอาการของโรค นำตัวอย่างมาล้างให้สะอาด ตัดเฉพาะกลีบดอก สำหรับเหง้าหั่นเป็นชิ้นเล็กบาง ตัวอย่างสดปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่นผลไม้ ตัวอย่างแห้งตากที่อุณหภูมิห้อง หรืออบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง (วิเคราะห์ปริมาณความชื้นตัวอย่างบัว)



ภาพที่ 1 ดอกบัวสายสีแดง ดอกบัวฉลองขวัญ และเหง้าบัวฉลองขวัญ

การสกัดรงควัตถุจากบัวประดับ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 100 กรัมสำหรับตัวอย่างสด และ 50 กรัมสำหรับตัวอย่างแห้ง ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำหรือตัวทำละลายประมาณ 200 มิลลิลิตร
2. สกัดด้วยวิธีร้อนและเย็น วิธีร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดนาน 30 นาที วิธีเย็นโดยการแช่สกัดด้วยตัวทำละลาย เอทานอล ความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ในเอทานอล ความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ในเอทานอล ความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ คนให้เข้ากันเป็นระยะ ๆ แช่ในตัวทำละลายแต่ละชนิด นาน 48 ชั่วโมง (ตัวอย่างสดปั่นละเอียด ส่วนตัวอย่างแห้งไม่ต้องปั่น)
3. กรองแยกกากออกจากสารสกัดแล้ววัดค่า pH ของสารสกัดที่ได้
4. นำสารสกัดที่ได้ไประเหยตัวทำละลายให้ได้สารสกัดเข้มข้น โดยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Rotary Evaporator) ที่สภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
5. แปรรูปผงสีจากบัวประดับ ด้วยสารดูดซับ 3 ชนิด คือ ดินสอพอง ซิลิกาเจล และดินเบนทอไนท์ โดยการอบสารสกัดและสารดูดซับที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นออกเป็นเวลา 4 - 6 ชั่วโมง นำผงสีที่ได้ไปบดให้ละเอียด และบรรจุในขวดที่มีฝาปิด

$$6. \text{ การคำนวณหาร้อยละของสีที่ได้จากการสกัด จากสูตรร้อยละของสีที่ได้จากการสกัด} \\ = \frac{(a-b) \times 100}{w} (1)$$

a = น้ำหนักของผงสี

b = น้ำหนักของสารดูดซับ

w = ปริมาตรของสารสกัด

การวัดความเข้มสี

1. นำผงสีที่ได้มาซึ่งน้ำหนักใส่ภาชนะ ละลายด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 และ 1:5 คนให้ละลายเข้ากัน แล้วระบายบนกระดาษ ขนาด 2 x 2 เซนติเมตร ทิ้งไว้ให้แห้ง
2. ถ่ายรูปในสภาวะแห้ง (ในกล่องถ่ายภาพ) นำรูปประเมินเทียบความเข้มสี โดยใช้โปรแกรม Photoshop Image J ในการอ่านค่า RGB ของสีที่ได้จากการถ่ายภาพ
3. เทียบกับสีมาตรฐาน 5 สี ได้แก่ Yellow Brown, Grey, Burnt Umber, Burnt Sienna และ Yellow Ochre และคัดเลือกลูกสีที่ใกล้เคียงกับสีมาตรฐานโดยการคำนวณค่าความถูกต้อง (Correlation)

การทดสอบคุณลักษณะสี และการนำสีไปใช้ในการวาดภาพบนกระดาษ

1. นำผงสีที่ได้มาผสมกับตัวประสาน คือ กาวกระถิน แล้วนำสีไประบายบนกระดาษ เพื่อทดสอบคุณลักษณะของสีและประเมินคุณสมบัติค่าความโปร่งแสงของสี กึ่งทึบแสงของสี ทึบแสงของสี การยืดยืดของสีบนกระดาษ โดยการประเมินคุณภาพตามคุณลักษณะที่กำหนด จากนักศึกษาคณาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญด้านทัศนศิลป์
2. การประเมินคุณลักษณะสีจากการวาดภาพด้วยสีจากบัวประดับ (Art Workshop) โดยนักศึกษาศิลปกรรม อาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญ และศิลปิน จำนวน 30 คน ประเมินความพึงพอใจต่อการวาดภาพด้วยสีจากบัวประดับ
3. ประเมินความแตกต่างทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ANOVA) และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์ความขึ้นตัวอย่างบัว

ผลการวิเคราะห์ความขึ้นตัวอย่างบัว โดยการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าเปอร์เซ็นต์ความขึ้นตัวอย่างบัวสดและบัวแห้ง คือ 4.45-4.74 และ 1.46-1.93 ตามลำดับ ทั้งนี้ความขึ้นเป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในพืช ถ้ามีความขึ้นหรือปริมาณน้ำสูงจะมีผลต่อ

คุณภาพของสารสกัด ปริมาณความเข้มข้นสามารถบอกเปอร์เซ็นต์ของน้ำต่อน้ำหนักของของแข็งได้ ซึ่งปริมาณความเข้มข้นตัวอย่างบัวอยู่ในเกณฑ์คุณภาพสมุนไพร คือไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ (ปิยพร, 2558) หากปริมาณความเข้มข้นสูงกว่า 20 เปอร์เซ็นต์จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการสกัดลดลง (ยุพาพร, 2547)

2. การสกัดรงวัตถุจากบัวประดับ

ผลการสกัดรงวัตถุจากตัวอย่างบัว ด้วยวิธีการสกัด 4 วิธี

วิธีการต้ม หรือการสกัดแบบร้อน การสกัดสีธรรมชาติจากพืช ส่วนใหญ่นิยมใช้การสกัดโดยวิธีการต้ม โดยการใช้ความร้อนในการสกัดสารให้สีในพืชออกมา ปริมาณความเข้มข้นของสี ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนและเวลาของการสกัด (นันทิพย์, 2552) ผลการสกัดโดยการต้มในน้ำเดือดนาน 30 นาที อัตราส่วนตัวอย่างสดและน้ำต่อน้ำ คือ 1 : 2 และ 1 : 4 ตามลำดับ สีของสารสกัดที่ได้ใกล้เคียงกับสีจริงของตัวอย่างบัว (ชนะพงษ์ และคณะ, มปป.) คือดอกบัวสายสีแดง ได้สารสกัดสีชมพูแดง ดอกบัวฉลองขวัญ ได้สารสกัดสีม่วง ส่วนเหง้าบัวฉลองขวัญ ได้สารสกัดสีเหลือง โดยตัวอย่างแห้งจะมีสีเข้มกว่าตัวอย่างสด ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างแห้งมีปริมาณความเข้มข้นน้อยกว่าตัวอย่างสด ทำให้สามารถสกัดรงวัตถุได้มากกว่า ทั้งนี้ในการเลือกวิธีการสกัดสีจากพืช ควรคำนึงถึงวิธีการที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิด และอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างตัวทำละลายต่อวัตถุดิบ ดังรายงานของเสรี สุขุมาลพันธ์ (2544) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารละลายจากดอกกระเจี๊ยบแดง คือการสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที ใช้อัตราส่วนของดอกกระเจี๊ยบแดงบดอบแห้งต่อน้ำเท่ากับ 1 : 10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) จากการสกัดโดยวิธีการต้มสารสกัดที่ได้จะมีตะกอน หรือยางของพืชออกมาด้วย โดยเฉพาะในตัวอย่างเหง้าบัวฉลองขวัญ ทำให้สารสกัดที่ได้มีสีไม่สดใส นอกจากนี้สารสกัดยังมีระยะเวลาในการใช้งานสั้น ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (4-6 °C) เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราหรือแบคทีเรีย

วิธีแช่ในตัวทำละลาย หรือการสกัดแบบเย็น โดยการหมักหรือแช่พืชที่ให้สีเพื่อให้สกัดสารให้สีละลายออกมา พิจารณาตัวทำละลายร่วมกับความเป็นกรด ต่าง (pH) ของสารสกัด พบว่าจากการแช่ในตัวทำละลายเอทานอลที่มีสภาวะความเป็นกรด (pH 1-4) และความเป็นด่าง (pH 8-11) ที่อุณหภูมิห้อง (27-35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สารสกัดที่ได้มีสีแตกต่างไปจากสีจริง (แสดงดังตารางที่ 4.2) เนื่องจากอิทธิพลของ pH ในตัวกลางนั้นๆ เมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นกรดต่างต่างกัน ดังในตัวอย่างกลีบดอกบัวฉลองขวัญสด เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุล (ในน้ำ) สารสกัดมีสีม่วง เมื่อละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เป็นกรด สารสกัดมีสีแดงอมชมพู และเมื่อละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เป็นด่าง สารสกัดมีสีน้ำตาลแดง ทั้งนี้เนื่องจากแอนโทไซยานินในดอกบัวฉลองขวัญ (สุดารัตน์, 2551) แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุ หรือสารสี (pigment) ที่ให้สีแดง ม่วง และน้ำเงิน สามารถพบแอนโทไซยานินได้ในแควคโวล และเซลล์เนื้อเยื่อชั้นนอกของดอก ผล และใบของพืชดอก (angiosperms) สีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด ต่าง โดยมีสีน้ำเงินเข้ม

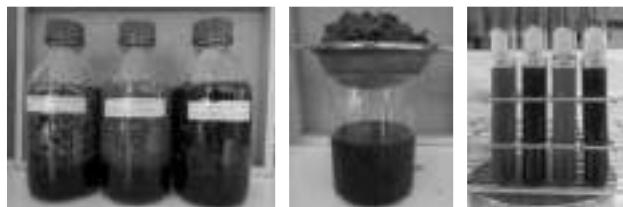
ในสภาวะที่เป็นด่าง (pH มากกว่า 7) มีสีม่วงเมื่อเป็นกลาง (pH 7) และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงส้มในสภาวะที่เป็นกรด (pH น้อยกว่า 7) ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของแอนโทไซยานินนอกจากความเป็นกรด-ด่าง ได้แก่ อุณหภูมิ แสง (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) การสกัดแอนโทไซยานินสามารถใช้ตัวทำละลายได้หลายตัว เช่น เมทานอล อะซิโตน เอทานอล และน้ำ การสกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ในสภาวะกรด เพื่อให้ได้แอนโทไซยานินใกล้เคียงกับธรรมชาติ (อรุษา เขาวนลิขิต และ วีรรัตน์ อธิธิโสภณกุล, 2554) เช่นเดียวกับรายงานวิจัยของ บุศรรัตน์ สายเชื้อ (2545) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง คือ น้ำและเอทานอล (1:1) ในสภาวะกรด (pH 2.5) และ ยุพาพร ผลาขจรศักดิ์ (2547) สกัดแอนโทไซยานินจากเปลือกมังคุดโดยใช้ 1% HCl ใน 95% ethanol รายงานของเกียรติศักดิ์ (2534) พบว่าสภาวะในการสกัดแอนโทไซยานินส้จากดอกอัญชันเพื่อให้ได้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด คือใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก pH 4.5 เช่นเดียวกับรายงานของสุภาพรรณ (2529) พบว่า 1 N HCl มีประสิทธิภาพในการสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสูงสุด โดยชนิดและ pH ของตัวทำละลายที่ใช้สกัดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพของสารสกัด (นันทิยา และคณะ, มปป.) เนื่องจากกรดแก่มีคุณสมบัติในการย่อยผนังเซลล์สูง และทำให้ pH ของตัวทำละลายต่ำ สารสกัดที่ได้จึงมีเสถียรภาพดีขึ้น ซึ่งแอนโทไซยานินมีความคงตัวดีในสารละลายที่เป็น กรด (จินตหรา เล็กประยูร และคณะ, 2553) และสีแอนโทไซยานินจะเข้มที่สุดในสภาพที่แตกตัวเป็นไอออนที่ pH 1.0-3.5 (ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง, 2559)

เมื่อพิจารณาการสกัดด้วยน้ำ และเอทานอล พบว่าสารสกัดที่ได้มีสีและความหนืดที่แตกต่างกัน อาจขึ้นอยู่กับชนิดของพืชด้วยการสกัดด้วยเอทานอล สามารถละลายสารสีออกมาได้มากกว่าการสกัดด้วยน้ำกลั่น เนื่องจากเอทานอล เป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพ ใช้ทำละลายสารละลายอินทรีย์ในพืช มีความไวในการละลายมากกว่าน้ำ และยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ทัศนีย์ นวลชัย และจิตรา ดวงแก้ว, 2559) สารสกัดที่ได้มีสีสดและใสกว่าการสกัดด้วยน้ำ ลักษณะไม่ขุ่นและไม่ตกตะกอน เก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิปกติ แต่ต้องปิดฝาให้มิดชิดเพื่อป้องกันการระเหยของแอลกอฮอล์

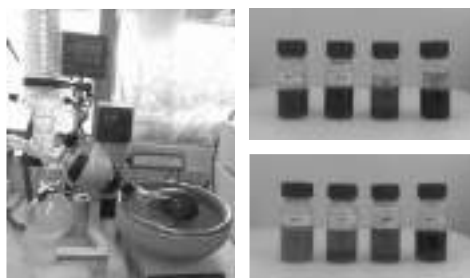
การทำเข้มข้นสารสกัดโดยการระเหยตัวทำละลายจากสารสกัดภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีผลทำให้สีของสารสกัดเข้มข้นขึ้น โดยอุณหภูมิและความดันที่ใช้ในการระเหยตัวทำละลายเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สารสกัดเปลี่ยนแปลง สอดคล้องกับรายงานของ บุศรรัตน์ สายเชื้อ (2545) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการทำเข้มข้นสารละลายสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง แบบสุญญากาศ คือที่สภาวะอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที



ภาพที่ 2 การสกัดดอกบัวสายสีแดงโดยวิธีการต้ม และการวัดค่า pH



ภาพที่ 3 การสกัดดอกบัวฉลองขวัญด้วยตัวทำละลาย
และสารสกัดที่ได้จากการต้มและสกัดด้วยตัวทำละลาย



ภาพที่ 4 การระเหยสารสกัดแบบสุญญากาศ และสารสกัดดอกบัวฉลองขวัญ
และเห้งบัวฉลองขวัญที่ได้จากการระเหยแบบสุญญากาศ

3. การแปรรูปผงสีจากบัวประดับ

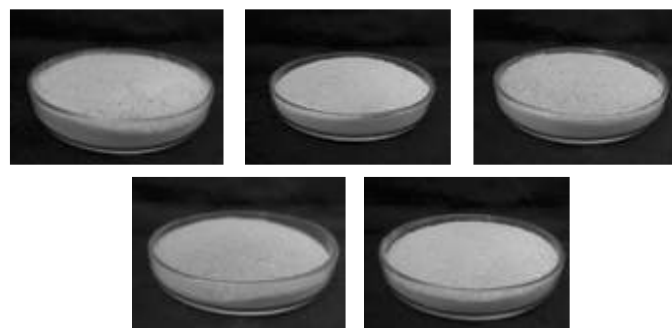
การแปรรูปผงสีจากบัวประดับโดยวิธีอบให้แห้งด้วยสารดูดซับที่อุณหภูมิ 80 °C ระยะเวลา 4-6 ชั่วโมง แล้วบดเป็นผงละเอียด เพื่อให้สามารถเก็บไว้ได้นานและนำไปใช้ได้สะดวก เนื่องจากสารสกัดที่ได้ถ้านำไปประเหยแห้ง ไม่สามารถทำให้แห้งสนิทได้ จึงต้องใช้ตัวกลางเป็นสารดูดซับสีจากสารสกัด ได้แก่ ดินสอพอง ซิลิกาเจล และดินเบนทอนไนท์ เนื่องจากคุณสมบัติที่มีพื้นที่ผิวมากจึงทำให้สามารถอุ้มสารให้สีไว้ได้มาก เมื่อนำไปทำให้แห้งจะได้สีที่เคลือบบนตัวดูดซับ และเมื่อบดให้เป็นผง จะได้ผงสีที่มีความสดใสตามชนิดของตัวดูดซับ จากผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยระหว่างสารดูดซับ 3 ชนิด ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยดินสอพองมีร้อยละการดูดซับสูงสุด แสดงดังตารางที่ 4.4 สอดคล้องกับรายงานของพรพิมล ม่วงไทย(2552) การใช้ดินสอพองเป็นสารดูดซับให้ปริมาณผงสีบริสุทธิ์สูงที่สุด เกิดการดูดซับเฉพาะสารสีได้ดี เนื่องจากดินสอพองมีสารประกอบหลักเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตมากถึง 75 % การที่มีโครงสร้างเป็นหินปูนจึงมีความเป็นเบสอ่อน ทำให้สามารถจับกับโครงสร้างสารแอนโทไซยานิน ซึ่งแอนโทไซยานินเป็นสารที่มีโครงสร้างเบส จึงทำให้เกิดการเกาะบนสารดูดซับประเภทดินสอพองได้ดียิ่งขึ้น การสกัดด้วยสารละลายกรดอะซิติกจะทำให้ได้สีที่ดีที่สุด ในเกือบทุกสารดูดซับ โดยเฉพาะการใช้ดินสอพอง เพราะสารแอนโทไซยานินและสารอนุพันธ์มีฤทธิ์เป็นเบสจึงถูกสกัดได้ดีด้วยสารละลายกรด และจะย้อมติดได้ดีบนวัสดุที่เป็นเบส ดินสอพองมีความเป็นเบสจึงสามารถดูดซับสารสีได้ค่อนข้างมาก (พรพิมล

ม่วงไทยและคณะ, 2553) พิจารณาร้อยละการดูดซับของสาร 3 ชนิด ร่วมกับวิธีการสกัด 4 วิธี (ตารางที่ 4.4) พบว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การสกัดด้วยเอทานอล เข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ (pH เท่ากับ 4) พบร้อยละการดูดซับสูงสุดในดินสอพอง และซิลิกาเจล เท่ากับ 55.40 และ 48.38 ตามลำดับ เนื่องจากค่า pH ของสารละลาย และความเข้มข้นของสารละลายเป็นปัจจัยสำคัญในการดูดซับสี ทั้งนี้เกี่ยวเนื่องกับกระบวนการดูดซับทางกายภาพด้วย ความสามารถในการดูดซับไม่ได้เกิดเฉพาะบนพื้นผิวของสารดูดซับ ขนาดช่องว่างรูพรุนของสารดูดซับที่มีความเหมาะสม มีผลให้สารที่ถูกดูดซับถูกกักไว้ในโครงสร้างรูพรุนได้ดี (ปณณมา ศิริพันธ์โนน, 2557)

พิจารณาลักษณะทางกายภาพและการละลายของผงสีที่ได้จากสารดูดซับ 3 ชนิด ดินสอพอง ลักษณะผงสีละเอียด มีน้ำหนัก มีสีเหลืองถึงสีน้ำตาลแดง การละลายด้วยน้ำสามารถละลายได้ดีในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ซึ่งสีมีการตกตะกอนหากตั้งทิ้งไว้นาน สำหรับซิลิกาเจล ลักษณะผงสีละเอียดมาก และมีน้ำหนักเบา จึงได้ปริมาณผงสีมากที่สุด มีสีเหลืองถึงสีน้ำตาล ละลายได้ดีด้วยน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 สีมีกลิ่นมีความโปร่งใส ส่วนดินเบนทอไนท์ ลักษณะผงสีไม่ค่อยละเอียด เป็นก้อนแข็ง และมีน้ำหนักมาก ได้ปริมาณผงสีน้อยเมื่อเทียบกับน้ำหนัก มีสีน้ำตาลถึงสีเทาดำ ละลายได้ดีด้วยน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 5 เนื้อสีมีความเหนียวและหนืด สีสติดพู่กัน ทำให้ระบายยาก การที่อนุภาคของเบนโทไนท์มีขนาดเล็ก ทำให้มีพื้นที่ผิวมาก ซึ่งเป็นคุณสมบัติด้านความเหนียวของดิน จึงทำให้มีค่าความหนืดสูง การเติมเบนโทไนท์ต่อระมัดระวังในการใช้ ไม่ควรเติมลงไปปริมาณที่มากเกินไป เพราะคุณสมบัติการดูดน้ำของเบนโทไนท์นั้นจะส่งผลต่อความหนืด (คชินท์, มปป.) และอุณหภูมิก็มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับของเบนโทไนท์ด้วย (Muttaree,Y., 2012)



ภาพที่ 5 ดินสอพอง ซิลิกาเจล และดินเบนทอไนท์



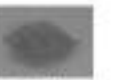
ภาพที่ 6 ลักษณะผงสีที่ได้จากบัวประดับ



4. การวัดความเข้มสี

ผลการประเมินเทียบความเข้มสี โดยใช้โปรแกรม Photoshop Image J ในการอ่านค่า RGB ของสีที่ได้จากการถ่ายภาพ คัดเลือกสีที่ใกล้เคียงกับสีมาตรฐานโดยการคำนวณค่าความถูกต้อง (Correlation) สีเทียบกับสีมาตรฐานกลุ่มเอิร์นโทน (สีธรรมชาติ) 5 สี ได้แก่ Yellow Brown, Grey, Burnt Umber, Burnt Sienna และ Yellow Ochre การหาค่าความเข้มสีเฉลี่ย (RGB) จากโปรแกรม Image J เป็นการวัดค่าระดับสารสีที่เกิดจากการผสมกันของแม่สี คือ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) สีน้ำเงิน (Blue) ซึ่งในโปรแกรม Image J จะวัดค่าของสารสี สีแดง (Red) สีเขียว (Green) สีน้ำเงิน (Blue) ออกมาเป็นค่า RGB (Red Green Blue) 3 ค่า ซึ่งสารสีทั้ง 3 สี เมื่อผสมสีแล้วจะได้เป็นสีดำ (Black) ดังนั้นค่าบันทึกได้ เป็นค่าที่เกิดจากการผสมกันของสารสีทั้ง 3 ซึ่งในโปรแกรมได้ระบุเงื่อนไขระดับของสารสีไว้ดังนี้ คือ สารสีดำ (Black) มีค่าระดับที่ต่ำสุดคือ (1, 1, 1) ส่วนสารสีขาว (White) มีค่าระดับที่สูงที่สุดที่ (255, 255, 255) ซึ่งหมายถึง ค่าของ (R, G, B) แล้วหาค่าเฉลี่ยออกมา 1 ค่า นำค่าที่ได้เทียบกับสีมาตรฐานทั้ง 5 สี ซึ่งพบว่าบางสีมีค่าเข้าใกล้สีมาตรฐานมากกว่า 1 สี ทั้งนี้เนื่องจากสีมาตรฐานที่นำมาใช้ทดสอบในการเทียบสีเป็นสีที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน คือสีโทนร้อน มีสีเหลือง สีน้ำตาลและสีเทาดำ จึงทำให้ค่า RGB ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งจากการประเมินเทียบความเข้มสี โดยใช้โปรแกรม Photoshop Image J ในการอ่านค่า RGB ของสี จากการคำนวณค่าความถูกต้อง (Correlation) ทำให้สามารถคัดเลือกสีที่ใกล้เคียงกับสีมาตรฐานกลุ่มเอิร์นโทน 5 สี สีละ 3 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะผงสีเมื่อเทียบกับสีมาตรฐาน

สีมาตรฐาน	ตัวอย่างผงสี		
Yellow Brown (A)			
	S5T1A3	S4T2A1	S1T3A2
Grey (B)			
	S6T1A3	S1T3A1	S3T2A2
Burnt Umber (C)			
	S1T1A3	S3T3A3	S2T1A3
Burnt Sienna (D)			
	S1T3A3	S3T2A1	S4T3A2
Yellow Ochre (E)			
	S2T3A1	S2T2A2	S3T3A2

S1 = กลีบดอกบัวสายสีแดง (สด)	T1 = ต้ม	A1 = ดินสอพอง
S2 = กลีบดอกบัวสายสีแดง (แห้ง)	T2 = 60%EtOH	A2 = ซิลิกาเจล
S3 = กลีบดอกบัวฉลองขวัญ (สด)	T3 = 1%HCl/60%EtOH	A3 = ดินเบนโทไนท์
S4 = กลีบดอกบัวฉลองขวัญ (แห้ง)	T4 = 1%/NaOH/60%EtOH	
S5 = เหง้าบัวฉลองขวัญ (สด)		
S6 = เหง้าบัวฉลองขวัญ (แห้ง)		

5. การทดสอบคุณลักษณะสี

ผลการทดสอบคุณลักษณะของสีจากบัวประดับ ตามคุณลักษณะที่กำหนด จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 103 คน เมื่อพิจารณาจากสารดูดซับ พบว่าดินสอพองได้คะแนนระดับค่าของสีดีที่สุด ร้อยละ 47.57 ในดอกบัวสายแดง (แห้ง) HCl/EtOH สำหรับดินเบนโทไนท์ ได้คะแนนด้านความกึ่งทึบแสงของสีดีที่สุด ร้อยละ 46.60 ในดอกบัวสายแดง (สด) ต้ม และดอกบัวสายแดง (สด) NaOH/EtOH ส่วนซิลิกาเจล มีคะแนนความโปร่งใสของสี และความทึบแสงของสีดีที่สุด ร้อยละ 43.69 และ 39.81 ตามลำดับ จากการประเมินคุณลักษณะของสี ได้ข้อคิดเห็นจากผู้ทดสอบ คือ คุณภาพของสีเหมาะกับการเขียนเทคนิคสีน้ำ สีที่มีสารดูดซับเป็นดินสอพอง เนื้อสีส่วนบนอ่อน แต่ความเข้มข้นไม่ต่างกัน สีมีความลื่น มีความโปร่งใส เป็นสีที่มีความละเอียด เรียบเนียนที่สุด มีความทึบแสงน้อย มีความโปร่งแสงคล้ายกับสีน้ำ สีติดพู่กันดี เนื้อสีระบายง่ายที่สุด ไม่เกิดการสะดุด และดูเรียบที่สุด สำหรับสีที่มีสารดูดซับเป็นซิลิกาเจล มีความทึบแสงของสีและคุณภาพโดยรวมดี คุณภาพของเนื้อสีดีเวลาที่พู่กันสัมผัสกับกระดาษแล้วนุ่มมือมาก ให้ความรู้สึกมีค่าความโปร่งใสของสีดีกว่าสีกลุ่มอื่น ๆ ส่วนสีที่มีสารดูดซับเป็นดินเบนโทไนท์ มีวัสดุหลงเหลือในเนื้อสีมาก และเนื้อสีมีความเหนียวและหนืด ทำให้ระบายยาก

6. การประเมินคุณลักษณะของสีจากการวาดภาพด้วยสีจากบัวประดับ (Art Workshop)

การประเมินการวาดภาพด้วยสีจากบัวประดับ ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการวาดภาพด้วยสีจากบัวประดับ พบว่าคะแนนความพึงพอใจด้านความกึ่งทึบแสงของสี มีมากที่สุดร้อยละ 76.6 รองลงมา คือความทึบแสงของสี และความโปร่งใสของสี มีคะแนนความพึงพอใจร้อยละ 75.33 และ 72.00 ตามลำดับ ส่วนระดับค่าของสี มีคะแนนความพึงพอใจน้อยที่สุดร้อยละ 70.00 คุณภาพโดยรวมของสี มีคะแนนความพึงพอใจร้อยละ 74.67 ซึ่งคุณลักษณะของสีจากการวาดภาพด้วยสีจากบัวประดับจากผู้ประเมิน พบว่าเป็นสีผสมน้ำที่วาดได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สำหรับผู้มีประสบการณ์วาดสีน้ำมาก่อน ตัวคุณภาพสีเหมาะสมกับงานที่เป็นเทคนิคเฉพาะตัว ด้วยมีความพิเศษบางอย่างโดยเฉพาะโทนของสี แต่สียังขาดน้ำหนักเข้มที่สุด เพิ่มสีที่ค่าน้ำหนักที่เข้มดำจัดอีกหนึ่งน้ำหนักจะดีมาก ควรปรับปรุงระดับค่าของสี ควรปรับความละเอียดของผงสี สีไม่คงสภาพของค่าของสี คือผงสีแดงแต่ค่าเป็นสีน้ำตาล สีใกล้เคียงกันมาก ควรแยกโทนอุ่น โทนร้อนให้ชัดเจน และ



ควรผลิตให้มีหลายเฉดสี ควรพัฒนาให้น้ำหนักสีคงที่ ตอนแห้งแล้วน้ำหนักสีเปลี่ยนแปลงมาก ยังขาดสีที่มีน้ำหนัก และระดับของสีที่แตกต่างกัน ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในเรื่องของสีแต่ละตัวเกี่ยวกับความอ่อนแ่้มของสี และหากมีสีที่สามารถสร้างความเข้มได้ในระดับมาก จะช่วยให้สามารถนำมาผสมเพื่อสร้างน้ำหนักได้ตามที่ต้องการ ด้านความโปร่งใสของสียังไม่มากนัก แต่มีความโปร่งใสระดับหนึ่ง หากมีการพัฒนาได้ระดับที่ดูแล้วโปร่งใสมากในบางสีจะน่าสนใจยิ่งขึ้น ต่อการนำมาสร้างสรรคผลงานด้านศิลปะในลักษณะต่าง ๆ เพื่อเป็นทางเลือกในการใช้สีแสดงออกในงาน โดยภาพรวมถือว่าอยู่ในระดับดีมากแต่ต้องขึ้นอยู่กับรูปแบบของการถ่ายทอดเนื้อหาเพื่อให้สอดคล้องกับสีที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นงานวิจัยที่สมควรได้รับการสนับสนุนให้พัฒนาต่อเนื่อง อาจมีการทดลองในกระดาศชนิดอื่น เช่น กระดาศสา เป็นต้น และควรนำมาพัฒนาต่อในเชิงพาณิชย์ พัฒนาเป็นดินสอสี หรือสีอื่นๆ ให้ผู้ที่สนใจได้ทดลองใช้ต่อไป

7. การประเมินผลงาน “การประเมินภาพวาดจากสีบัวประดับตามคุณลักษณะที่กำหนด”

การประเมินภาพวาดจากสีบัวประดับตามคุณลักษณะที่กำหนด ประเมินจากผลงานภาพวาดของผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 30 ผลงาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านทัศนศิลป์ พบว่าคุณสมบัติของสีโดยรวมและระดับค่าของสีอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ส่วนมิติของสีอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งการประเมินความแตกต่างของค่าน้ำหนักความลึก โกล้ไกล และน้ำหนักอ่อนแ่ก่ เข้มข้นของสีจะประกอบด้วยความสามารถ และลักษณะเฉพาะของผู้สร้างผลงาน ซึ่งมีผลให้ประเมินค่าคะแนนสูงต่ำได้



ภาพที่ 7 การทดสอบคุณลักษณะสี



ภาพที่ 8 กิจกรรม Art Workshop



ภาพที่ 9 ภาพวาดด้วยสีจากบัวประดับ

สรุปผล

การพัฒนาผงสีจากบัวประดับ โดยการสกัดสารสีจากดอกบัวสายสีแดง ดอกและเหง้าบัว
 จลองขวัญ แบบสดและแห้ง ศึกษาการสกัด 4 วิธีการ ได้แก่ ต้ม ตั้วทำละลายเอทานอล สารละลาย
 เอทานอลในสภาพกรด และสารละลายเอทานอลในสภาพด่าง แล้วจึงนำไปทำสารสกัดเข้มข้นด้วย
 การระเหยภายใต้สูญญากาศ จากนั้นนำมาทำผงสีด้วยการใช้สารดูดซับ 3 ชนิด คือ ดินสอพอง ซิลิ
 กาเจล และ ดินเบนโทไนท์ การอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง ทำให้ได้ผงสีที่
 มีลักษณะสีธรรมชาติ คือ มีสีเหลือง และสีน้ำตาล ซึ่งดินสอพองสามารถดูดซับสีได้สูงสุด รองลงมา
 คือซิลิกาเจล และดินเบนโทไนท์ ร้อยละ 55.40, 48.38 และ 38.11 ตามลำดับ แล้วจึงทำการวัด
 ความเข้มสี โดยใช้โปรแกรม Photoshop Image J ในการอ่านค่า RGB ของสีที่ได้จากการถ่ายภาพ
 คัดเลือกสีที่ใกล้เคียงกับสีมาตรฐานโดยการคำนวณค่าความถูกต้อง (สหสัมพันธ์) เทียบกับสี
 มาตรฐานกลุ่มสีธรรมชาติ 5 สี ๆ ละ 3 ตัวอย่าง ทำการประเมินคุณลักษณะของสีตามคุณลักษณะที่
 กำหนดจากแบบสอบถาม โดยนักศึกษาคณะศิลปกรรม อาจารย์สอนศิลปะ และผู้เชี่ยวชาญด้าน
 ทัศนศิลป์ จำนวน 103 คน คัดเลือกผงสีสำหรับวาดภาพด้วยสีจากบัวประดับจำนวน 5 สี สำหรับ
 ปฏิบัติการ Art workshop ประกอบด้วยศิลปิน ผู้เชี่ยวชาญด้านทัศนศิลป์ อาจารย์ และนักศึกษา
 จำนวน 30 คน ประเมินความพึงพอใจต่อการวาดภาพด้วยสีจากบัวประดับ และการประเมินภาพ
 วาดจากสีบัวประดับตามคุณลักษณะที่กำหนดระดับค่าของสีมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 คิดเป็น
 ร้อยละ 80.00 ส่วนมิติของสีมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 คิดเป็นร้อยละ 78.00 ซึ่งการพัฒนาสี
 สำหรับวาดภาพบนกระดาษ สีที่ได้มีลักษณะเด่นเฉพาะตัว ให้สีสวย เย็นตา ไม่ฉูดฉาด คุณค่าด้าน
 ความงามอันเกิดจากความงามของสีที่นุ่มนวล มีความกลมกลืนของสี มีเอกภาพในชิ้นงาน และมี
 คุณค่าด้านสังคมวัฒนธรรม นอกจากนั้นสีธรรมชาติ มีคุณค่าด้านประโยชน์ใช้สอย คุณค่าด้านอนุรักษ์
 สิ่งแวดล้อม และคุณค่าด้านการรักษาสุขภาพ



กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย “โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อพ.สธ.” ขอขอบคุณผู้ร่วมโครงการทดสอบสี และร่วมกิจกรรม Art workshop วาดภาพด้วยสีจากบัวประดับ และกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์วิโชค มุกดามณี ในการประเมินผลงานภาพวาดจากสีบัวประดับ และขอขอบคุณ อาจารย์มังกร กิตติพัฒน์มนตรี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญตา สุดเสนห์. (2557). ความสัมพันธ์ของสีพู่กันและอินทรีรูป. วิทยานิพนธ์การศึกษาลัทธิสุตร ปริญญาโท สาขาวิชาทัศนศิลป์ศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- คชินท์ สายอินทวงศ์. เบนโทไนท์ (Bentonite) แหล่งที่มา http://www.thaiceramicsociety.com/rm_paint_bentonite.php สืบค้นเมื่อ 11 พฤษภาคม 2559
- จินตหรา เล็กประยูร นวลจันทร์ มัจฉริยะกุล และศิริลักษณ์ เอี่ยมธรรม. (2553). สารสกัดแอนโทไซยานินจากพืชเพื่อใช้เป็นสีย้อมโครโมโซม: แหล่งที่มา ความเข้มข้นและโครงสร้างทางเคมี การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 ณ อาคารศูนย์เรียนรวม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม. 7-8 ธันวาคม 2553. 1615- 1623 น.
- ชนะพงษ์ คำทันเจริญ และ เอกชัย โยเหลียง. การจัดกลุ่มสีของบัวเพื่อนำไปใช้ในโปรแกรมออกแบบ. เทคโนโลยีการพิมพ์ คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน.
- ญาณี จินดามัง และปิยวิทย์ ทิพรส. (2555). ความคงตัวของสารสีแอนโทไซยานินจากกากกลีบดอก กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) วารสารสุทธิปริทัศน์ ปีที่ 26(80):129 146.
- ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง. (2559). การพัฒนาเครื่องตีสารสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง. วิทยานิพนธ์ คหกรรมศาสตร์. สาขา คหกรรมศาสตร์. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ทัศนีย์ นวลชัย และ จิตรา ดวงแก้ว. (2559). ผลของสารสกัดสมุนไพรไทยต่อการยับยั้งเจริญเติบโตของเชื้อ *Aromonas hydrophila*. แก่นเกษตร 44 ฉบับพิเศษ 1:124-129.
- นันทิพย์ หาสิน และฉัตรดาว ไชยหล่อ. (2552). การศึกษากระบวนการสกัดสีธรรมชาติจากพืชเพื่องานมัตย้อม. สาขาวิชาธุรกิจคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- นันทยา วงศ์แสงตา ศรีสมพร ปรีเปรม นาฏศิริ นวลแก้ว และ อรุณศรี ปรีเปรม. (มปป.). การสกัดแยกแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชันสีน้ำเงิน. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น

- บุศรรัตน์ สายเชื้อ. (2545). การสกัดแอนโธไซยานินส์จาก ดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.).
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีทางอาหาร) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
บัณฑิตวิทยาลัย. 92 น.
- _____. (2545). แอนโธไซยานินส์จากกระเจี๊ยบแดง *Hibiscus sabdariffa* L.
เพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ปิยพร พยัฆพรม. (2558). การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพร. องค์การเภสัชกรรม.ปีที่ 22
ฉบับที่ 4 ประจำเดือน ตุลาคม – ธันวาคม. 2-7.
- ปณณมา ศิริพันธ์โนน. (2557). การพัฒนาแร่ดินเหนียวเหล็กออกไซด์ฟิลเลอร์ที่มีรูพรุนขนาดนาโน
สำหรับการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนสีย้อม. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรพิมล ม่วงไทย. (2552). การเตรียมผงสีจากพืช (Preparation of Dye Powder from Plant)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (ระบบออนไลน์).
แหล่งที่มา http://cms2.swu.ac.th/Portals/155/ภาควิชาเคมี/เอกสารอ้างอิง/CHEM_55_สกอ.5.2_5_2.pdf. สืบค้นเมื่อ 11 พฤษภาคม 2559.
- พรพิมล ม่วงไทย สุจิตรา ศรีสังข์ นงนุช พรมงคล และชุติมาพร วรณวงษ์. (2553). การเตรียมผงสีย้อม
จากเปลือกผลมังคุดบนสารดูดซับ. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7.
- ภาณุพงษ์ หงษ์ภักดี. (2556). บัวหลวง: ศักยภาพไม้ดอกไทยสู่ตลาดอาเซียน. เก่งเกษตร.
41 (3):213-220.
- ยุพาพร ผลาจรศักดิ์. (2547). การสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานินส์ที่สกัดได้จากเปลือก
มังคุด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สมาคมวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2559). สารานุกรม “เบนทอไนต์ สำหรับงาน
วิศวกรรมและสิ่งแวดล้อม”. สมาคมวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- เสรี สุขุมลพันธ์. (2544). การพัฒนาผงสีธรรมชาติจากกระเจี๊ยบแดงเพื่อนำมาใช้เป็นสีย้อมกระดาษสา.
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร).
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย.
- สุดารัตน์ ชุนเมือง. (2551). การวิเคราะห์แอนโธไซยานินในดอกบัวบางพันธุ์ในกลุ่มอุบลชาติ.
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว) คณะทรัพยากรชีวภาพและ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อนงค์พรรณ หัตถมาศ และสุวภา ศรีเทพ. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากฝ้ายย้อมสีจาก
มะขามหวาน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.



อรุษา เชาวน์ลิขิต และ วีรรัตน์ อธิธิโสภณกุล. (2554). สีธรรมชาติจากเปลือกมังคุด.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Muttaree, Y., Tengjaroenkul, B., Pimpukdee, K., Sukon, P. and Tengjaroenkul. U. 2012.

Effect of Temperature on Efficacy of Bentonite to Adsorb Aflatoxin B1. KKU Vet J.

Vol. 22(2):234-241.

