

การประเมินค่าสี รงควัตถุ และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ  
จากดอกไม้รับประทานได้กลุ่มสีแดงชมพูของไทย  
และการประยุกต์ใช้ในซอร์เบทน้ำมะพร้าว

Assessment of Color, Pigment and Antioxidant Activity of  
Red-Pink Thai Edible Flowers and Its Application  
in Coconut Juice Sorbet

ศุภธิดา พิมพ์สินธุ์, ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์\* และทัสนีย์ ลิ้มสุวรรณ

สาขาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Supathida Pimpison, Parisut Chalermchaiwat\* and Tasanee Limsuwun

Food and Nutrition Program, Department of Home Economics, Faculty of Agriculture

Kasetsart University, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) รงควัตถุ (บีต้าไซยานินและแอนโทไซยานิน) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระจากดอกไม้รับประทานได้กลุ่มสีแดงชมพูของไทยในรูปแบบสด อบแห้ง และผงสี จำนวน 10 ชนิด คือ ดอกไม้กลุ่มสีแดง ได้แก่ ดอกเข็ม ดอกกุหลาบมอญ ดอกหงอนไก่ และดอกชิ่ง และดอกไม้กลุ่มสีชมพู ได้แก่ ดอกเฟื่องฟ้า ดอกบัวหลวง ดอกบัวสาย ดอกกุหลาบ ดอกกระเจียว และดอกบานไม่รู้โรย พบว่าผลการอบแห้งทำให้ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ปริมาณบีต้าไซยานิน แอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้อบแห้งและผงดอกไม้สีมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับดอกไม้สด ผงสีจากดอกเฟื่องฟ้ามีค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ปริมาณบีต้าไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด ดอกไม้ในกลุ่มสีชมพูมีกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP และ DPPH สูงกว่ากลุ่มสีแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ผงสีดอกเฟื่องฟ้าถูกคัดเลือกมาประยุกต์ใช้ในซอร์เบทน้ำมะพร้าวเนื่องจากมีสีที่ใกล้เคียงดอกสด และมีกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระสูง ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ของคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะของซอร์เบทที่มีการเติมสีจากผงสีดอกเฟื่องฟ้าเปรียบเทียบกับสีสังเคราะห์ และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง

คำสำคัญ : ดอกไม้รับประทานได้; ผงสีธรรมชาติ; รงควัตถุ; กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ; ซอร์เบท

## Abstract

The objectives of this research were to evaluate color value ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ), pigment (betacyanins and anthocyanins), total phenolic content and antioxidant activity of 10 red-pink Thai edible flowers, i.e. red flowers *Ixora Lobbii*, *Rosa damascena* Mill., *Celosia argentea* and *Alpinia purpurata* and pink flowers *Bougainvillea glabra*, *Nymphaea lotus*, *Nelumbo nucifera*, *Rosa damascena* Mill., *Curcuma sessilis* and *Gomphrena globosa*, as in fresh, dried and powdered forms. Drying process caused decrease in redness value ( $a^*$ ), betacyanins content, anthocyanins content, total phenolic content and antioxidant activity of both dried and powdered forms compared to fresh flowers. The Bougainvillea powder had significant redness value ( $a^*$ ), betacyanins and total phenolic content. Antioxidant activities determined by FRAP and DPPH assay showed that the pink flowers had significantly higher antioxidant activities than those of the red flowers ( $p \leq 0.05$ ). The bougainvillea powder was selected to apply in coconut juice sorbet because of the color that is close to fresh flower with high antioxidant activity. No significant difference in liking score of all sensory attributes was noticed between coconut juice sorbet formulated with Bougainvillea powder and synthetic colorant ( $p > 0.05$ ). The means overall liking score of coconut juice sorbet added with natural and synthetic colorant were moderately like.

**Keywords:** Thai edible flower; natural colorant; pigment; antioxidant activity; sorbet

## 1. บทนำ

ประเทศไทยมีดอกไม้รับประทานได้หลายชนิด ซึ่งได้นำมาบริโภคเป็นอาหารตั้งแต่สมัยโบราณ เช่นเดียวกับผัก หรือนำมาใช้เพื่อตกแต่งจานอาหาร รวมทั้งใช้เป็นสีผสมลงในอาหารเพื่อให้อาหารมีสีสันที่สวยงามดูน่ารับประทาน ได้แก่ สีแดงจากดอกกระเจียว สีน้ำเงินจากดอกอัญชัญ สีเหลืองจากขมิ้น และสีเขียวจากใบเตย เป็นต้น ดอกไม้บางชนิดยังมีสรรพคุณทางยาที่ใช้ในการป้องกันและรักษาโรคได้ โดยดอกไม้มีสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระต่างกันไปขึ้นอยู่กับสีพันธุ์ และสภาพแวดล้อม เช่น รายงานของ อรสุรินทร์ และคณะ [1] พบว่าดอกเข็ม กุหลาบ ขบา ขจร แคน และปลั่ง เป็นดอกไม้ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งเป็น

ผลมาจากสารสีหรือรงควัตถุ (pigment) เช่น แคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ แอนโทไซยานิน และบีตาเลนที่มีในดอกไม้ และยังมีรายงานว่ารงควัตถุที่พบในดอกไม้รับประทานได้มีสมบัติเป็นสารต้านฤทธิ์การกลาย (mutation) ช่วยลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็ง สามารถต่อยอดและพัฒนาเป็นสีผสมอาหารและยา [2] ผลการสำรวจของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พบว่าสีสังเคราะห์ในกลุ่มสีแดง ได้แก่ คาร์โมอิซิน ปองโซร์ และเออร์โรทรซิน เป็นสีที่นิยมใช้มากที่สุดในการผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเครื่องดื่ม ลูกกวาด และไอศกรีม เพื่อเพิ่มสีสันให้อาหารน่ารับประทานและดึงดูดใจผู้บริโภค แต่ทั้งนี้สีสังเคราะห์ที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการและอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพหากได้รับในปริมาณมากเกินไป โดยอันตรายที่ได้รับทั้งจากตัวสี

สังเคราะห์เองหรืออันตรายจากโลหะหนักที่อาจมีการปนเปื้อน ได้แก่ สารหนู ตะกั่ว และแคดเมียม เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความพยายามในการหาสีจากธรรมชาติมาใช้เพื่อทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ เพื่อตอบรับกระแสปัจจุบันที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญและใส่ใจในการดูแลสุขภาพ โดยเลือกรับประทานอาหารที่มาจากธรรมชาติมากขึ้น ดอกไม้รับประทานได้สีแดงชมพูของไทยจัดเป็นแหล่งของสารสีที่มีศักยภาพสามารถนำมาผลิตผงสีผสมอาหารจากธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้สีแดงสังเคราะห์ ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคในด้านการได้รับสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และได้รับสารปนเปื้อนจากสีสังเคราะห์ลดลง มีการประยุกต์ใช้สีของดอกไม้ในอาหารเพื่อเพิ่มคุณประโยชน์ด้านโภชนาการที่มีคุณค่าต่อสุขภาพ ดังปรากฏในงานวิจัย ได้แก่ การใช้ดอกกระเจี๊ยบแดงในไอศกรีม [3] แยมและเยลลี่ [4] ข้าวเหนียวมูน [5] การใช้ดอกกุหลาบ ดอกดาหลา และดอกอัญชันในเครื่องดื่มชนิดเข้มข้น [6] เป็นต้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาค่าสีรงควัตถุ (ปีต้าไซยานินและแอนโทไซยานิน) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้รับประทานในกลุ่มสีแดงชมพูของไทย จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ สีแดง (ดอกเข็ม ดอกกุหลาบมอญ ดอกหงอนไก่ และดอกชิง) และสีชมพู (ดอกเฟื่องฟ้า ดอกบัวสาย ดอกบัวหลวง ดอกกุหลาบ ดอกกระเจียว และดอกบานไม่รู้โรย) โดยวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างดอกไม้ทั้งในรูปแบบดอกสดอบแห้ง และเป็นผงสี เพื่อเป็นแนวทางในการเก็บรักษาดอกไม้ในรูปแบบอบแห้งให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้นอกฤดูกาล และเพื่อสะดวกต่อการนำมาใช้งานในรูปแบบของผงสี รวมทั้งทดลองนำผงสีมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ซอร์เบตน้ำมะพร้าวเพื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภค ซึ่งเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้กับดอกไม้

รับประทานได้ของไทย อีกทั้งยังเป็นการผลิตสีธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ต่อไปในอนาคต

## 2. อุปกรณ์และวิธีวิจัย

### 2.1 การเตรียมตัวอย่าง

#### 2.1.1 ตัวอย่างดอกไม้สด

เตรียมตัวอย่างดอกไม้กินได้ในกลุ่มสีแดงชมพูจากตลาดไท จังหวัดปทุมธานี จำนวน 10 ชนิด คือ สีแดง ได้แก่ ดอกเข็ม (*Ixora Lobbii*: F1), ดอกกุหลาบมอญ (*Rosa damascena* Mill.: F2), ดอกหงอนไก่ (*Celosia argentea*: F3) และดอกชิงเฟื่องฟ้า (*Bougainvillea glabra*: F5), ดอกบัวสาย (*Nymphaea lotus*: F6), ดอกบัวหลวง (*Nelumbo nucifera*: F7), ดอกกุหลาบ (*Rosa damascena* Mill.: F8) ดอกกระเจียว (*Curcuma sessilis*: F9) และดอกบานไม่รู้โรย (*Gomphrena globosa*: F10) นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้เฉพาะส่วนกลีบดอกของดอกไม้ทุกชนิด ยกเว้นในดอกเข็มที่ใช้ทั้งก้านและกลีบดอก จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีภายใน 2 ชั่วโมง

#### 2.1.2 ตัวอย่างดอกไม้อบแห้ง

เตรียมโดยนำตัวอย่างดอกไม้กินได้ในกลุ่มสีแดงชมพูที่เตรียมในข้อ 2.1.1 ไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ความชื้นของตัวอย่างดอกไม้อบแห้งที่ได้ไม่เกินร้อยละ 12 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรอบแห้ง [7] นำตัวอย่างดอกไม้อบแห้งบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

### 2.1.3 ตัวอย่างผงสี

เตรียมโดยนำตัวอย่างดอกไม้อบแห้งใน

ข้อ 2.1.2 บดเป็นผงด้วยเครื่องบดยาสมุนไพร จนได้ผงสีที่มีความละเอียดขนาด 150 ไมครอน เก็บบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี และคำนวณค่าร้อยละผลผลิต (% yield) ของผงสีที่ได้ โดยมีสูตรการคำนวณ คือ  $\% \text{ yield} = (a \div b) \times 100$  เมื่อ a คือ ปริมาณผงสีที่ผลิตได้ และ b คือ ปริมาณวัตถุดิบเริ่มต้น

## 2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

นำตัวอย่างดอกไม้สด อบแห้ง และผงสีจากข้อ 2.1 ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ดังนี้

2.2.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter (Hunter lab รุ่น UltraScan PRO) ตามมาตรฐานระบบ CIE ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) จำนวน 5 ซ้ำ

### 2.2.2 คุณภาพทางเคมี

(1) ความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2016) จำนวน 3 ซ้ำ

(2) การวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุปีตาไซยานิน โดยใช้วิธีวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 538 นาโนเมตร ตัดแปลงจากวิธีของ Paseephol [8] และวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (cyanidin-3-glucoside) ด้วยวิธี pH differential ตามวิธีของ AOAC [9] จำนวน 3 ซ้ำ

(3) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method ตัดแปลงจากวิธีของ Somono และคณะ [10] วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง microplate reader (ยี่ห้อ Tecan รุ่น M1000 PRO) ที่ความ

ยาวคลื่น 750 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน gallic acid จำนวน 3 ซ้ำ

(4) วิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ 2 วิธี ได้แก่ ferric-reducing antioxidant power (FRAP) ตัดแปลงจากวิธีของ Braca และคณะ [11] และวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging assay (DPPH assay) ตัดแปลงจากวิธีของ Butsat และคณะ [12] วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง microplate reader (ยี่ห้อ Tecan รุ่น M1000 PRO) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 และ 517 นาโนเมตร ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Trolox จำนวน 3 ซ้ำ

## 2.3 การประยุกต์ใช้ผงสีธรรมชาติในผลิตภัณฑ์ซอร์เบทน้ำมะพร้าว

เมื่อทราบผงสีที่มีศักยภาพจากข้อ 2.2 นำมาประยุกต์ใช้ในซอร์เบทน้ำมะพร้าวสูตรตัดแปลงที่ประกอบด้วยน้ำมะพร้าวร้อยละ 50 น้ำเปล่าร้อยละ 22.85 น้ำตาลทรายร้อยละ 21.50 กลูโคสชนิดผงร้อยละ 5.50 และผงสีร้อยละ 0.15 [13] นำส่วนผสมต้มให้เดือดนาน 3 นาที แล้วจึงเติมสีโดยแบ่งเป็นสูตรที่เติมผงสีธรรมชาติและสังเคราะห์ และนำตัวอย่างซอร์เบททั้ง 2 สูตร บรรจุในภาชนะปิดสนิทแช่ในช่องแช่แข็ง (-10 องศาเซลเซียส) แล้วนำส่วนผสมออกมาคนให้เข้ากันทุก 1 ชั่วโมง และแช่แข็งต่ออีก 5 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 คะแนน (9-point hedonic scale) ต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รส รสชาติตกค้างในปาก และความชอบโดยรวมกับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน

### 2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized design) ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างดอกไม้รับประทานได้

กลุ่มสีแดงชมพูของไทย ในรูปแบบสด อบแห้ง และผง สี นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) และนำข้อมูลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอร์เบทน้ำมะพร้าวที่มีการเติมผงสีจากธรรมชาติและผงสีสังเคราะห์ 2 กลุ่มตัวอย่าง มาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี paired sample t-test

### 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

#### 3.1 ผลของการเตรียมตัวอย่าง

3.1.1 ผลการเตรียมตัวอย่างดอกไม้รับประทานได้กลุ่มสีแดงชมพูของไทย

เมื่อนำดอกไม้สดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่าดอกไม้อบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับดอกไม้สด เนื่องจากความร้อนจากการอบแห้งมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะผิวหน้าของตัวอย่างดอกไม้ การอบแห้งด้วยลมร้อนจะเกิดการถ่ายเทความร้อนไปยังผิวของอาหารและทำให้น้ำในอาหารระเหยออกมา ซึ่งการระเหยของน้ำออกจากอาหารจะทำให้เกิดการหดตัวและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพอย่างซับซ้อน โดยเฉพาะที่ผิวชั้นนอกของอาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพคือ จะมีผิวแห้งและแข็งขึ้น [14] ตารางที่ 1 พบว่ามีดอกไม้สดสีแดงชมพูจำนวน 6 ชนิด ที่ผ่านการอบแห้งและบดเป็นผงสีแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างชัดเจน ได้แก่ ดอกกุหลาบสีแดง ดอกหงอนไก่ ดอกบัวสาย ดอกบัวหลวง ดอกกุหลาบสีชมพู และดอกกระเจียว การเปลี่ยนแปลงสีของดอกไม้เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ (enzymatic browning

reaction) ที่เกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของเนื้อเยื่อพืชถูกทำลายทางกล ทำให้ monophenol ที่อยู่ในเซลล์พืชสัมผัสกับออกซิเจน โดยมี polyphenol oxidase (PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้เป็น o-diphenol ซึ่งจะถูกออกซิไดส์ต่อเป็น o-quinone และ quinone ที่เกิดขึ้นจะรวมตัวกันเกิดปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลิกอื่น ๆ หรือกับกรดอะมิโนได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำตาล อีกทั้งการอบแห้งทำให้ดอกไม้สัมผัสกับความชื้นเป็นเวลานาน และในสภาพที่มีออกซิเจน จึงก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดการสลายตัวของรงควัตถุหรือสารสี ทำให้สีของดอกไม้อบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นสีน้ำตาล [15] โดยงานวิจัยของ Roshanak และคณะ [16] ที่ศึกษาการทำแห้งใบชาพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นสาเหตุหลักในการทำให้เกิดการสลายตัวของสีในระหว่างการทำแห้ง

3.1.2 ผลการคำนวณค่าร้อยละผลผลิต (% yield) ของผงสี

ผลการคำนวณค่าร้อยละผลผลิต พบว่าดอกไม้ทั้ง 10 ชนิด เมื่อผลิตเป็นผงสีมีร้อยละผลผลิตอยู่ในช่วง 1.00-6.60 โดยดอกไม้ที่มีค่าร้อยละผลผลิตสูงสุด 6.60 รองลงมา คือ ดอกกุหลาบสีแดง ดอกบัวสาย และดอกกุหลาบสีชมพู เนื่องจากลักษณะของกลีบดอกที่บางและนิ่ม ขณะที่ดอกบานไม่รู้รุ่ยมีค่าร้อยละผลผลิตต่ำสุด 1.00 เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของดอกบานไม่รู้รุ่ยประกอบด้วยกลีบดอกแข็งสันจำนวนมากและอัดแน่นรวมกันเป็นกระจุกทรงกลม เมื่อผ่านการอบแห้งจะทำให้กลีบดอกมีความแข็งมากขึ้น ทำให้บดเป็นผงละเอียดได้ยาก รวมทั้งมีปริมาณเส้นใยเป็นจำนวนมาก จึงทำให้ได้ผงสีในปริมาณที่น้อยกว่าดอกไม้ชนิดอื่น ดังแสดงในตารางที่ 2

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

**Table 1** Morphology of red-pink Thai edible flowers


















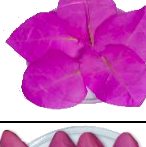






















Flowers		Morphology		
		Fresh	Dried	Powdered
<i>Ixora Lobbii</i> (F1)				
<i>Rosa damascena</i> Mill. (F2), red				
<i>Celosia argentea</i> (F3)				
<i>Alpinia purpurata</i> (F4)				
<i>Bougainvillea glabra</i> (F5)				
<i>Nymphaea lotus</i> (F6)				
<i>Nelumbo nucifera</i> (F7)				
<i>Rosa damascena</i> Mill. (F8), pink				
<i>Curcuma sessilis</i> (F9)				
<i>Gomphrena globosa</i> (F10)				

Table 2 Yield (%) of powdered flowers

Codes	Flowers	Yield (%)
F1	<i>Ixora Lobbii</i>	5.20±0.00 <sup>f</sup>
F2	<i>Rosa damascena</i> Mill.(red)	6.40±0.00 <sup>b</sup>
F3	<i>Celosia argentea</i>	2.35±0.01 <sup>i</sup>
F4	<i>Alpinia purpurata</i>	3.15±0.00 <sup>s</sup>
F5	<i>Bougainvillea glabra</i>	6.60±0.00 <sup>a</sup>
F6	<i>Nymphaea lotus</i>	6.05±0.00 <sup>c</sup>
F7	<i>Nelumbo nucifera</i>	5.65±0.01 <sup>e</sup>
F8	<i>Rosa damascena</i> Mill. (pink)	6.00±0.01 <sup>d</sup>
F9	<i>Curcuma sessilis</i>	2.90±0.00 <sup>h</sup>
F10	<i>Gomphrena globosa</i>	1.00±0.00 <sup>j</sup>

<sup>a-j</sup>Means ± SD within the same column are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

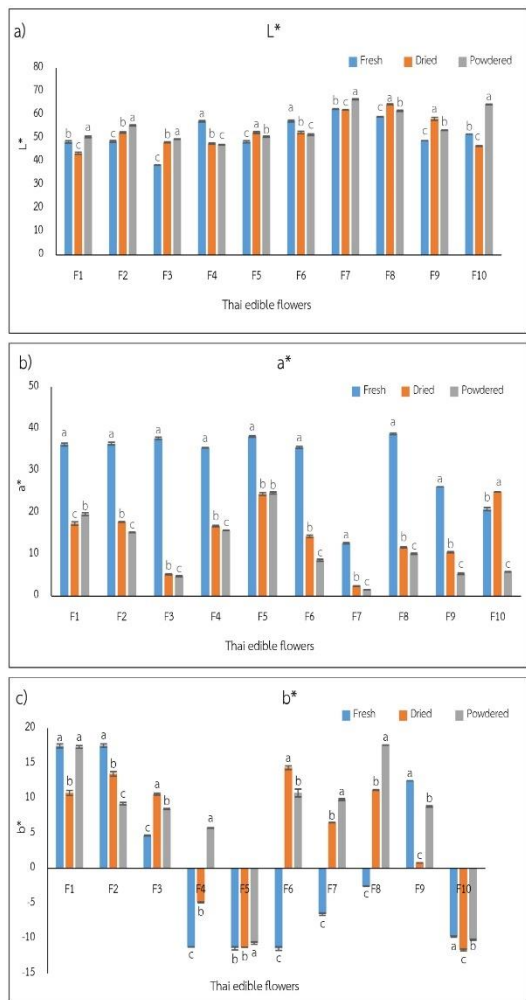
### 3.2.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) ของดอกไม้สด อบแห้ง และผงสี ดังรูปที่ 1a พบว่าค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของดอกไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) กล่าวคือ ดอกกุหลาบสีแดง ดอกเฟื่องฟ้า และดอกกุหลาบสีชมพูที่อยู่ในรูปอบแห้งและผงสีจะมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดอกสด ขณะที่ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) (รูปที่ 1b) ของดอกไม้อบแห้งและผงสีทั้ง 10 ชนิด มีค่าลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับดอกสด แสดงว่าความร้อนจากการอบแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) และรูปที่ 1c พบว่าค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) ของดอกไม้กลุ่มสีแดงและกลุ่มสีชมพูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยพบว่าดอกไม้กลุ่มสีแดง (F1 ถึง F4) แสดงค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$  มีค่าเป็นบวก) ขณะที่ดอกไม้กลุ่มสีชมพู (F5 ถึง F10) แสดงค่าความเป็นสีน้ำเงิน ( $b^*$  มีค่าเป็นลบ) การวิเคราะห์ค่าสีของดอกไม้อบแห้งพบว่าของค่าความสว่าง ( $L^*$ ) มีค่าเพิ่มขึ้น

ขณะที่ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) และค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) มีค่าลดลง เนื่องจากอุณหภูมิในการการอบมีผลต่อการสลายตัวของรงควัตถุหรือสารสีในดอกไม้ [15] เมื่อพิจารณาจากผงสีที่ได้จากการอบแห้งดอกไม้ทั้ง 10 ชนิด พบว่าผงสีจากดอกเฟื่องฟ้ายังคงมีสีส้มสวยงามใกล้เคียงกับสีของดอกสดมากที่สุดและมีค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$  มีค่าเป็นบวก) สูงสุด

### 3.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

(1) การวิเคราะห์ค่าความชื้น พบว่าดอกไม้อบแห้งและผงสีมีค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 2.80-9.67 ซึ่งค่าความชื้นที่ได้ไม่เกินร้อยละ 12 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรอบแห้ง [3] ทำให้สามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เกิดการเสื่อมเสียจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ งานวิจัยของ วรรรณีภา [17] พบว่าดอกโสนอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 42 วัน โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนดอกคำฝอยผงสำเร็จรูป [18]



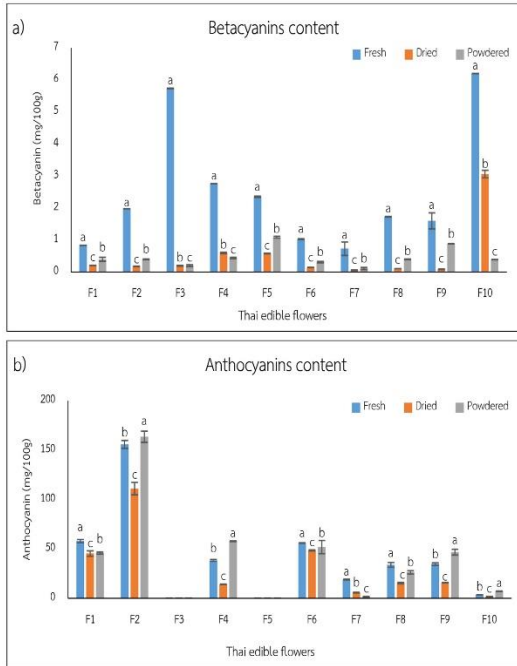
**Figure 1** Color value (L\*, a\* and b\*) of red-pink Thai edible flowers from fresh, dried and powdered [a] Lightness (L\*), b) redness (a\*) and c) yellowness (b\*); <sup>a-c</sup>Means with different superscript letters in each flower group are significantly different (p < 0.05)]

(2) ผลการวิเคราะห์รังควัตถุ การวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุแสดงให้เห็นว่าดอกไม้อบแห้งและผงสีทั้ง 10 ชนิด มีปริมาณบีต้าไซยานินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับ

ดอกสด ปริมาณบีต้าไซยานินสูงสุดพบในดอกบานไม่รู้โรยสด 6.20 mg/100g แต่เมื่ออยู่ในรูปอบแห้งและผงสีมีปริมาณบีต้าไซยานิน 3.06 และ 0.38 mg/100g ซึ่งมีค่าลดลงถึงร้อยละ 49.17 และ 93.52 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความร้อนในการอบแห้งมีผลต่อความคงตัวของบีต้าไซยานิน [15] สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุษา และคณะ [19] ที่รายงานว่าทำให้ความร้อนมีผลต่อความคงตัวของบีต้าไซยานินในเปลือกแก้วมังกรเช่นเดียวกัน และรูปที่ 2a แสดงให้เห็นว่าผงสีดอกเฟื่องฟ้า มีปริมาณบีต้าไซยานินสูงสุด 1.09 mg/100g ซึ่งมีค่าสูงกว่าผงสีจากเปลือกแก้วมังกรที่มีปริมาณบีต้าไซยานิน 0.88 mg/100g [20] และผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินพบว่าในดอกไม้ที่ผ่านการอบแห้งและผลิตเป็นผงสีทั้ง 10 ชนิด มีปริมาณแอนโทไซยานินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับดอกสด แสดงให้เห็นว่าความร้อนมีผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Laleh [21] ที่รายงานว่าความร้อนส่งผลให้เกิดการสลายตัวของสารแอนโทไซยานินในเบอร์รี่ แอนโทไซยานินเป็นสารสีที่ถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะที่มีออกซิเจนอยู่ด้วย ทำให้การสลายตัวของแอนโทไซยานินมากขึ้น ความร้อนจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานินไปเป็นชาลโคเน (chalcone) หรือแตกไปเป็นโมเลกุลที่เล็กลง ทำให้สีซีดลง และบางกรณีจะพบมีสีน้ำตาลเนื่องจากเกิดสารพอลิเมอร์ ซึ่งระดับการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับชนิดของแอนโทไซยานิน และระดับอุณหภูมิออกซิเจนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของพันธะคู่ที่มีโมเลกุล ทำให้เกิดสีน้ำตาล [22] รูปที่ 2b จะเห็นว่าไม่พบแอนโทไซยานินในดอกหงอนไก่และดอกเฟื่องฟ้า แต่ดอกไม้ทั้ง 2 ชนิด กลับมีปริมาณบีต้าไซยานินสูงสุด เนื่องจากดอกไม้ทั้ง 2 ชนิด จัดเป็นพืชที่อยู่ในอันดับ Caryophyllales ซึ่งจะมีรงควัตถุ คือ



ปีตาเลนที่ให้สีแดงและสีเหลืองคล้ายแอนโทไซยานิน โดยปีตาเลนที่อยู่ในรูปปีตาไซยานินกับแอนโทไซยานิน จะไม่เกิดขึ้นด้วยกันตามธรรมชาติ [15]

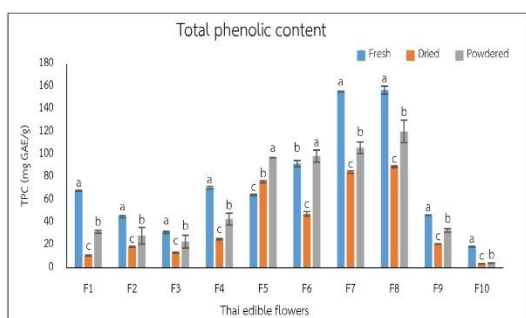


**Figure 2** Pigment analysis of red-pink Thai edible flowers from fresh, dried and powdered [a) betacyanins content and b) athocyanins content; <sup>a-c</sup>Means with different superscript letters in each flower group are significantly different ( $p \leq 0.05$ )]

(3) ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในดอกไม้สดทั้ง 10 ชนิด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงดังรูปที่ 3 โดยดอกกุหลาบสีชมพู มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด 156.94 mg GAE/g สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภฤชชญา และคณะ [6] ที่พบว่าดอก

กุหลาบ (สีเหลือง) เป็นดอกไม้ที่มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับดอกดาหลาและดอกอัญชัญ เช่นเดียวกับกับงานวิจัยของ สุรพงศ์ และบันลือ [23] ที่ทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกในดอกไม้ 5 ชนิด ได้แก่ ดอกดาหลา พิกุล แก้ว บัวหลวง และกุหลาบ ซึ่งพบว่าดอกกุหลาบมีปริมาณฟีนอลิกสูงสุด นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่าดอกไม้อบแห้งและผงสีทั้ง 9 ชนิด มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับดอกสด สอดคล้องกับ พงศธร และคณะ [24] ที่รายงานว่าการใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปมีส่วนทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง ขณะที่ดอกเฟื่องฟ้าที่อยู่ในรูปอบแห้งและผงสี (รูปที่ 3) กลับมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.98 และ 47.22 ตามลำดับ สอดคล้องกับ Hajimehdipoor และคณะ [25] ที่รายงานว่าการทำแห้งเปปเปอร์มินต์ สเปียร์มินต์ และโทมัสด้วยการตากแดดทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนอาจมีผลทำให้เกิดการรวมตัวของสารประกอบชนิดอื่น ๆ ทำให้ได้สารใหม่ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ วิชมนิ และคณะ [26] ที่รายงานว่าเห็ดเข็มทองผงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ความร้อนในการอบแห้งสูงขึ้น อาจเกิดจากความร้อนในการอบส่งผลให้เกิดปฏิกิริยา Maillard reaction ผลที่ได้จากปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้เกิดสารประกอบตัวใหม่ขึ้นมาเรียกว่า Melanodins หรือ Maillard reaction products (MRPs) [27] โครงสร้างของ Maillard reaction products ขึ้นอยู่กับสารประกอบฟีนอลิก โพลีแซคคาไรด์ และกรดอะมิโน ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกบางชนิดสามารถจับกับแกนกลางโครงสร้างของ Maillard reaction products ด้วยพันธะโควาเลนต์ จึงทำให้สารดังกล่าวมี

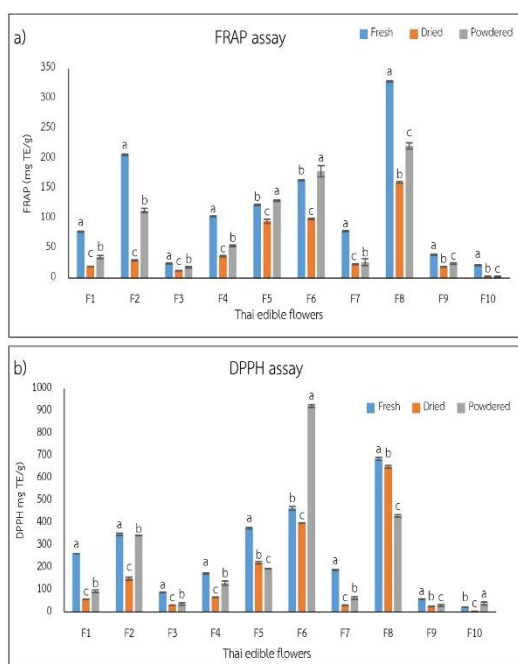
สมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ [28] ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในดอกไม้อบแห้งและผงสีมีปริมาณลดลง แต่พบว่าในดอกไม้สดสีชมพูกลับมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดอกสด แสดงให้เห็นว่าความร้อนมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในดอกไม้แต่ละชนิดแตกต่างกัน เนื่องจากดอกไม้ที่นำมาทดสอบมีความหลากหลายของพันธุ์และมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันออกไป ส่งผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าแตกต่างกัน



**Figure 3** Total phenolic content of red - pink Thai edible flowers from fresh, dried and powdered (GAE = Gallic acid equivalent). [<sup>a-c</sup>Means with different superscript letters in each flower group are significantly different (p ≤ 0.05)]

(4) การวิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ ผลการวิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ซึ่งเป็นการวัดความสามารถในการให้อิเลคตรอนที่เป็นกลไกสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระและวิธี DPPH เป็นการศึกษาความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยการให้ไฮโดรเจนอะตอม พบว่าดอกกุหลาบสีชมพูที่อยู่ในรูปดอกสด อบแห้ง และผงสีมีค่า

FRAP และ DPPH สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05) สอดคล้องกับการมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด รูปที่ 4 พบว่าดอกไม้ในกลุ่มสีชมพูมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงกว่าดอกไม้กลุ่มสีแดง เมื่อผ่านการให้ความร้อนดอกไม้อบแห้งและผงสีดอกไม้ทั้ง 10 ชนิด มีกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 23.72-85.32 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สารต้านอนุมูลอิสระถูกทำลายไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิจิตรา [29] ที่พบว่าเมื่อใช้



**Figure 4** Antioxidant activities of red-pink Thai edible flowers from fresh, dried and powdered (a) FRAP assay and b) DPPH assay (GAE = gallic acid equivalent, TE = Trolox equivalent); <sup>a-c</sup>Means with different superscript letters in each flower group are significantly different (p ≤ 0.05)]

อุณหภูมิในการอบแห้งดอกแคขาวและดอกแคแดง สูงขึ้นจาก 40 เป็น 60 องศาเซลเซียส ทำให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีค่าลดลง

ผลการคัดเลือกตัวแทนผงสีจากผงสีของดอกไม้รับประทานได้ของไทยกลุ่มสีแดงชมพูทั้ง 10 ชนิด พบว่าผงสีดอกเฟื่องฟ้าเป็นผงสีที่มีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ซอร์เบทน้ำมะพร้าวมากที่สุด เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา คือ เป็นดอกไม้ที่สามารถนำมารับประทานได้อย่างปลอดภัย หาได้ง่าย ราคาถูก มีปริมาณร้อยละผลผลิตสูง (ตารางที่ 2) และผงสีที่ผลิตโดยผ่านการอบแห้งยังคงให้สีที่สดใสใกล้เคียงกับสีของดอกสด ไม่มีกลิ่น และรสชาติตกค้างในปาก รวมทั้งยังมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สูง แม้จะผ่านกระบวนการอบแห้งด้วยความร้อนและการบดเพื่อผลิตเป็นผงสี

### 3.3 ผลการประยุกต์ใช้ผงสีในผลิตภัณฑ์ซอร์เบทน้ำมะพร้าว

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยนำผงสีดอกเฟื่องฟ้าเติมลงในซอร์เบทน้ำมะพร้าวเปรียบเทียบกับสีแดงผสมอาหาร พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี กลิ่นรส รสชาติตกค้างในปาก และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผงสีดอกเฟื่องฟ้าเทียบเท่ากับผงสีสังเคราะห์ โดยทั้ง 2 สูตร มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (ตารางที่ 3)

## 4. สรุป

ผลการประเมินค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) รงควัตถุ (บีต้าไซยานินและแอนโทไซยานิน) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP และ DPPH จากดอกไม้รับประทานได้กลุ่มสีแดงชมพูของไทยในรูปแบบสด อบแห้ง และผงสีดอกไม้จำนวน 10 ชนิด พบว่าผงสีดอกเฟื่องฟ้ามีความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) มีปริมาณบีต้าไซยานินสูงสุด โดยผงสียังคงมีสีชมพูที่ใกล้เคียงกับดอกสดมากที่สุด การวิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระของผงสีดอกเฟื่องฟ้าพบว่า FRAP สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดอกสด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น ขณะที่การวิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของผงสีมีค่าลดลง เมื่อนำผงสีดอกเฟื่องฟ้ามาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ซอร์เบทน้ำมะพร้าวเปรียบเทียบกับการใช้ผงสีสังเคราะห์ พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซอร์เบทน้ำมะพร้าวที่เติมผงสีดอกเฟื่องฟ้าไม่แตกต่างกันกับผงสีสังเคราะห์ แสดงให้

Table 3 Sensory evaluation of coconut juice sorbet added natural and synthetic colorant

Sensory attributes	Liking scores	
	Bougainvillea powder	Synthetic color
Color <sup>ns</sup>	7.32±1.17	7.42±1.27
Flavor <sup>ns</sup>	7.40±1.14	7.38±1.03
Aftertaste <sup>ns</sup>	7.36±1.34	7.54±1.10
Overall liking <sup>ns</sup>	7.58±1.16	7.68±1.18

ns = non-significant differences ( $p > 0.05$ ) in the same row.

เห็นว่าดอกเฟื่องฟ้ามีรงควัตถุของสารสีชมพูที่มีศักยภาพสามารถนำมาผลิตเป็นผงสีผสมอาหาร ซึ่งนอกจากจะให้สีสันที่สวยงามแล้วยังมีสมบัติที่ดีในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางการคัดเลือกดอกไม้รับประทานได้ของไทยกลุ่มสีแดงชมพูเพื่อนำไปผลิตเป็นผงสีธรรมชาติทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ต่อไปในอนาคต เป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบทางการเกษตรของไทย และส่งเสริมสุขภาพได้อีกทางหนึ่ง

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร และสถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัย

## 6. References

- [1] Huabbangyang, O., Buanong, M., Wongs-Aree, C., Techavutthiporn, C. and Srilaong, V., 2010, Study of nutritional and free radical scavenging activity in edible flowers, Agric. Sci. J. 41(3/1)(Suppl.): 381-384. (in Thai)
- [2] Saithichai, N., Antimutagenic Agent of 8 Thai Edible Flowers, Available Source: [http://www.op.mahidol.ac.th/orra/research\\_excellence/2554/5407.pdf](http://www.op.mahidol.ac.th/orra/research_excellence/2554/5407.pdf), April 1, 2018. (in Thai)
- [3] Aukkanit N., 2011, Development of Herbal Ice- Cream, Research Report, Saun Sunundha Rajabhat University, Bangkok. (in Thai)
- [4] Reap A, 2010, Roselle (*Hibiscus sabdariffa*), Reap East Africa Organization, Available from: <http://reap-eastafrika.org/blogs.info/reap/pdf/Roselle.pdf>, March 10, 2011.
- [5] Jindamung, Y. and Thipbharos, P., 2014, Stability of anthocyanin from red roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) residue in the sweet sticky rice, Suddhiparitad 26(80): 129-146. (in Thai)
- [6] Hemathulin, S. , Sopajon, S. and Seepanrom, I. , 2015, Healthy drink of fancy edible flowers squash product, Khon Kaen Agric. J. 43(1): 305-310. (in Thai)
- [7] Thai Community Product Standard, 2004, Drying Thai Herb Standard, Thai Industrial Standard Institute, Bangkok. (in Thai)
- [8] Paseephol, T., 2557, Betalain: Extraction and analysis, KKU Sci. J. 42: 718-729. (in Thai)
- [9] AOAC, 2005, Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorant and Wines pH Differential Method, Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
- [10] Sommano, S., Caffin, N. and Kerven G., 2013, Screening for antioxidant activity, phenolic content, and flavonoids from australian native food plants, Int. J. Food Prop. 16: 1394-1406.
- [11] Braca, A., Tommasi, N.D., Bari, L.D., Pizza, C. , Politi, M. and Morelli, M. , 2001, Antioxidant principles from *Bauhinia Terapotensis*, J. Nat. Prod. 64: 892-895.

- [12] Butsat, S. and Siriamornpun, S., 2010, Antioxidant capacities and phenolic compounds of the husk, bran and endosperm of Thai rice, *Food Chem.* 119: 606-613.
- [13] Anonymous, 2004, Fruit Ice Cream, Sangdad Publishing, Bangkok. (in Thai)
- [14] Rungsardthong, V., 2002, Food Processing Technology, 2th Ed., Text and Journal Publication, Bangkok. (in Thai)
- [15] Rattanapanone, N., 2012, Food Chemistry, 4th Ed., Odeon Store Publishing, Bangkok. (in Thai)
- [16] Roshanak, M., Rahimmalek, M. and Goli, S.A.H., 2016, Evaluation of seven different drying treatments in respect to total flavonoid, phenolic, vitamin C content, chlorophyll, antioxidant activity and color of green tea (*Camellia sinensis* or *C. assamica*), *J. Food Sci. Tech. Mys.* 53: 721-729.
- [17] Panichakornkul, W., 2016, Effects of drying temperatures on quality of dried Sesbania flowers (*Sesbania Javacica* Miq) and it's application in bread, *VRU Res. Develop. J. Sci. Technol.* 11: 47-55. (in Thai)
- [18] Thai Community Product Standard, 2011, Instant Safflower, Thai Industrial Standard Institute, Bangkok. (in Thai)
- [19] Chaovanalikit, C., Techacheewapong, P. and Tungcharenkit, P., 2010, Stability of betacyanin form pitaya peel, *Agric. Sci. J.* 41(3/1)(Suppl.): 409-412. (in Thai)
- [20] Masomrong, K. and Suntornsuk, W., 2014, Antioxidant and antibacterial activities of natural extract from dragon fruit peel, *Agric. Sci. J.* 45(2)(Suppl.): 269-272. (in Thai)
- [21] Laleh, G.H., Frydoonfar, H., Heidary, R., Jameei, R. and Zare, S., 2006, The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigments in four berberis species, *Pak. J. Nutr.* 5: 90-92.
- [22] Stintzing, C.F., Stintzing, A.S., Carle, R., Frei, B. and Wrolstad R.E., 2002, Colour and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments, *J. Agri. Food Chem.* 50: 6172-6181.
- [23] Rattana, S. and Sungthong, B., 2017, Antioxidant activities and total phenolic contents of methanolic extract from five fragrant flowers, pp. 360-365, The 12th Mahasarakham University Research Conference, Mahasarakham. (in Thai)
- [24] Lorsuwan, P., Rechanapun, C. and Chantanawarangoon, S., 2008, Total phenolics, radical scavenging capacity and antimicrobial property of fruit peels, The 46th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry, Bangkok. (in Thai)
- [25] Hajimehdipoor, H., Adib, N., Khanavi, M., Mobli, M., Amin, G.R. and Hamzeloo, M., 2012, Comparative study on the effect of different methods of drying on phenolic content and antioxidant activity of some

- edible plant, IJPSR. 3: 3712-3716.
- [26] Yuenyongputtakal, W. , Imroongreungrat, K., Chaipan, P. and Srimuang, T. , 2017, Effect of hot air drying temperature and time on qualities of Enoki mushroom (*Flammulina velutipes*) powder produced from uncommonly consumed part, Thai Sci. Technol. J. 25(6): 1001-1014. (in Thai)
- [27] Siritrakulsak, P., Chutichudet, P., Chutichudet, B., Plainsirichai, M. and Boontiang, K., 2015, Antioxidant activity of fifteen edible flowers in Maha Sarakham province, Khon Kaen Agric. J. 41: 607-611. (in Thai)
- [28] Langner, E. and Rzeski, W., 2014, Biological properties of melanoidins: A review, Int. J. Food Prop. 17: 344-353.
- [29] Liaotrakoon, W., 2016, Study of Bioactive Components and Antioxidative Properties of *Sesbania grandiflora* as well as Potential for Utilization as Health Foods, Research Report, Rajamangala University of Technology Suvanabhumi, Bangkok, 82 p. (in Thai)