

การสกัดสีจากแก้วมังกรสีแดงเพื่อใช้เป็นสารแต่งสีในการทำบลัชออน

Extraction of Red Dragon Fruit Pigment for Make Blush

เจริญรัตน์ แถบเกิด ปนัดดา นกพรหม และ วิริณรัชญ์ สือออก*

Jarernrat Thabkerd, Panadda Nokprom, and Wirinratch Sue-aok*

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Chemistry Program, Faculty of Science at Buriram Rajabhat University

E-Mail: Wirinratch.su@bru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการสกัดรงควัตถุจากผลแก้วมังกรสีแดงเพื่อประยุกต์ใช้ในการทำเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิต บลัชออนแบบผง ได้ทำการสกัดสารสีโดยการแช่ในน้ำกลั่นในอัตราส่วนผลแก้วมังกรอบแห้งต่อน้ำกลั่น 1:10 และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH Radical Scavenging ของสารสกัดที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 14.93 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบทางเคมีพบว่า สารสกัดมีองค์ประกอบของสารกลุ่มเบตาไซยานิน สีของสารสกัดค่อนข้างมีความคงทนเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องภายใต้สภาวะค่า pH 5 – 9 ในระยะเวลา 9 วัน สีที่สกัดได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมของการผลิตบลัชออน ซึ่งให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเฉดสีชมพูถึงสีแดงตามปริมาณของสารสกัด

คำสำคัญ : แก้วมังกรสีแดง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เบตาไซยานิน

ABSTRACT

In this research, pigments were extracted from red dragon fruits to be applied as raw materials for powder blush. Pigments were extracted by soaking in distilled water at a ratio of dried dragon fruit to distilled water was 1:10 and study the antioxidant activity of DPPH Radical Scavenging of the extract at a concentration of 500 $\mu\text{g/mL}$ was 14.93 percent. The extract found betacyanin compound. The color of the extract was relatively stable when stored at room temperature under conditions of pH 5 – 9 for 9 days. The extracted color was used as an ingredient in blush. The shades of blush showed pink to red according to the amount of extract.

Keywords : Red Dragon Fruit, Antioxidant, Betacyanin

บทนำ

ในปัจจุบันเครื่องสำอางในกลุ่มเพื่อการตกแต่ง เช่น ลิปสติก บลัชออนอายแชโดว์ หรือเครื่องสำอางอื่นๆ เช่น สบู่ โลชั่น เป็นต้น ล้วนต้องมีการแต่งเติมสี เพื่อให้มีความสวยงาม น่าใช้งาน ซึ่งพบว่าสีในเครื่องสำอางส่วนใหญ่ล้วนเป็นสีสังเคราะห์ ซึ่งทำมาจากสารเคมี และพบรายงานถึงความไม่ปลอดภัย และก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ในปัจจุบันจึงมีการนำสีจากธรรมชาติมาใช้แทนสีสังเคราะห์เพื่อลดความเป็นพิษ หรือความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอันตราย เช่น สีสังเคราะห์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์สำหรับผม เป็น สารก่อกลายพันธุ์ มิวทาเจน (Mutagen) และ สารก่อมะเร็ง คาร์ซิโนเจน (Carcinogen) และเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งทรวงอก (Zheng et al., 2002) แต่สีธรรมชาติส่วนใหญ่มีความคงตัว การติดทนที่น้อยกว่าสีสังเคราะห์ และมีคุณภาพแตกต่างกันตามแหล่งของวัตถุดิบจากธรรมชาติ และวิธีการผลิต ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการสกัดสีจากวัสดุธรรมชาติเพื่อใช้เป็นสารแต่งสีในเครื่องสำอางมากขึ้น เพื่อลดอันตรายจากสารเคมีที่อาจเกิดต่อผู้บริโภค การศึกษาการสกัดสีจากดอกกระเจี๊ยบ และทำการศึกษาความคงทนของสีที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าที่อุณหภูมิสูง ๆ เมื่อเพิ่มเวลามากขึ้นจะทำให้สีของสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบจางลงเป็นสีเหลือง แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงไปของแอนโทไซยานิน หลังจากการเก็บรักษาผ่านไป 15 วัน โดยจะมีการลดลงค่อนข้างคงที่ (จันทิรา และคณะ, 2545, พนิดา และคณะ, 2562, ณัฐยา และคณะ, 2555) นอกจากดอกกระเจี๊ยบ ยังมีผลไม้ที่มี

สีแดงที่คณะวิจัยสนใจศึกษาคือ แก้วมังกรสีแดง ซึ่งในเนื้อแก้วมังกรสีแดงมีสารเบตาเลน (Betalain) ที่ให้รงควัตถุสีแดง ซึ่งเบตาเลน คือ รงควัตถุให้สีที่พบตามธรรมชาติในพืชบางชนิด (ชุดิมา และคณะ, 2560) ประกอบไปด้วยสารให้สี 2 กลุ่มย่อย คือ เบตาไซยานิน (Betacyanin) ที่ให้สีในช่วงสีแดงถึงสีม่วง และเบตาแซนทินที่ให้สีเหลืองส้ม เบตาไซยานินเป็นสารให้สีแดง-ม่วงสามารถดูดกลืนคลื่นแสงได้ในช่วงความยาวคลื่น 535-550 นาโนเมตร อีกทั้งยังเป็นสารที่พบมากที่สุดถึงประมาณร้อยละ 90 ของสารในกลุ่ม เบตาเลนทั้งหมด สารในกลุ่มเบตาไซยานินที่สำคัญ ได้แก่ เบตานิน (Betanin) ซึ่งพบได้มากถึงร้อยละ 75-95 เบตาเลนเป็นรงควัตถุที่พบตามธรรมชาติในพืชบางชนิด เบตาเลนสามารถสกัดได้ด้วยตัวทำละลายหลายชนิด เช่น น้ำอะซิโตน สารละลายเมทานอล (20-80%) และอาจใช้ร่วมกับกรดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด (หัตตาว, 2557,) นอกจากนี้ เบตาไซยานิน จากผลแก้วมังกรสีแดง ยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ และด้านการอักเสบ จึงสามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบสารแต่งสีธรรมชาติทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ในอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องสำอางได้ เนื่องจาก ไม่มีรสขชาติ กลิ่นละลายน้ำได้ง่าย ให้สีชมพูอมม่วง ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจทำการสกัดสารสีจากเนื้อแก้วมังกรสีแดง โดยใช้ตัวทำละลายคือ น้ำ และทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และทำการทดสอบความคงทนของสีที่สกัดได้ หลังจากนั้นจะนำสารสีที่สกัดได้มาใช้เป็นสีที่ผสมในเครื่องสำอาง โดยจะทำการผสมกับแป้งข้าวโพดเพื่อทำเป็นบลัชออนแบบผง ทำให้ได้เครื่องสำอางที่สามารถลดการใช้สารเคมีในองค์ประกอบของเครื่องสำอาง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างพืช

ตัวอย่างพืชจากตลาดในอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยเลือกผลแก้วมังกรสีแดงที่สมบูรณ์ที่สุดนำไปล้างให้สะอาดแล้ว หั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก จากนั้นนำตัวอย่างไปอบให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างเนื้อแก้วมังกรสีแดงอบแห้ง 5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ทำการสกัดแบบแช่เขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องเขย่า 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง กรองสารสกัดโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ด้วยการกรองแบบสุญญากาศ นำกากแก้วมังกรจากการกรองไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมสารละลายที่ได้จากการสกัดทั้ง 3 รอบ แล้วนำสารละลายที่ได้ไป

ระเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งสุญญากาศแบบหมุนจนได้สารสกัดสีที่เข้มข้นนำสารละลายที่ได้ไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณผลผลิตร้อยละของสารสกัดตั้งสมการ (1)

$$\text{ผลผลิตร้อยละ} = (\text{ผลผลิตที่แท้จริง} / \text{ผลผลิตตามทฤษฎี}) \times 100 \quad (1)$$

ทดสอบ Betacyanin

เตรียมหลอดทดลอง 4 หลอด ทุกหลอดเติมสารสกัด 3 มิลลิลิตร เอทานอล 3 หยด โลหะแมกนีเซียม ขนาดเท่าหัวไม้ขีดไฟ จากนั้นนำหลอดทดลองหลอดที่ 2 3 และ 4 ไปเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 หยด (หลอดที่ 1 ไม่เติม) สังเกต และบันทึกสีของสารละลายที่เปลี่ยนแปลง เทียบกับหลอดที่ 1 (การแปลผล หากสารละลายเกิดสีชมพูใส แสดงว่ามีสารในกลุ่มเบตาไซยานิน)

ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH radical scavenging

เตรียมสารละลายอนุมูลอิสระ(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl : DPPH) ที่ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ที่ความเข้มข้น 1.0 2.0 3.0 4.0 และ 5.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงที่ความเข้มข้น 500 1000 1500 และ 2000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดย ผสมสารตัวอย่างกับสารอนุมูลอิสระอย่างละ 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายผสมไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ทำ การทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้น คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ตั้งสมการ (2)

$$\% \text{ Inhibition} = [(A \text{ control} - A \text{ sample}) / A \text{ control}] \times 100 \quad (2)$$

(เมื่อ A control คือค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH และ A sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่เติมสารละลาย DPPH)

การศึกษาความคงทนของสีจากสารสกัดแก้วมังกรสีแดงภายใต้สภาวะต่างๆ

เตรียมสารละลายสีจากสารสกัดที่ ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใน Sorenson's Phosphate Buffer Solutions ที่ pH 5 7 และ 9 ในแต่ละระดับความเข้มข้นที่ pH ต่าง ๆ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส นำสารละลายสีไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (บันทึกค่าการดูดกลืนแสง ในช่วง

400-800 นาโนเมตร) และวัดการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสง โดยวัดค่าเหล่านี้ ที่เริ่มต้น และเวลาต่าง ๆ จนสิ้นสุดระยะเวลาในการทดสอบความคงตัวเป็นเวลา 9 วัน/สภาวะ

การทำผลิตภัณฑ์บลัชออนแบบผง

เตรียมแป้งข้าวโพด 10 กรัม ผสมกับสารสกัดจาก แก้วมังกรในอัตราส่วนที่แตกต่างกันคือ 10:1 และ 10:2 นำไปบดในโกร่งบดจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และร่อนในตะแกรงขนาด 325 mesh จากนั้นบรรจุลงใน บรรจุภัณฑ์

ผลการวิจัย

การคำนวณหาผลผลิตร้อยละ

การสกัดพืชตัวอย่างโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายเพื่อสกัดสารจากพืชตัวอย่าง ให้ได้สารที่เข้มข้น ทำการสกัดแบบแช่เย็น ด้วยเครื่องแช่เย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อให้ได้สารสกัดที่เข้มข้นจะนำไปผ่านการระเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งสุญญากาศแบบหมุนที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งมีอัตราส่วนดังนี้ น้ำกลั่น : เนื้อแก้วมังกรสีแดง ในอัตราส่วน (10:1) เพื่อหาผลผลิตร้อยละของสารสกัดที่ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงค่าผลผลิตร้อยละของพืชตัวอย่าง

พืชตัวอย่าง	น้ำหนักพืชตัวอย่าง (กรัม)	ผลผลิตร้อยละที่ได้ (%)
แก้วมังกรสีแดง	5.1928	94.81

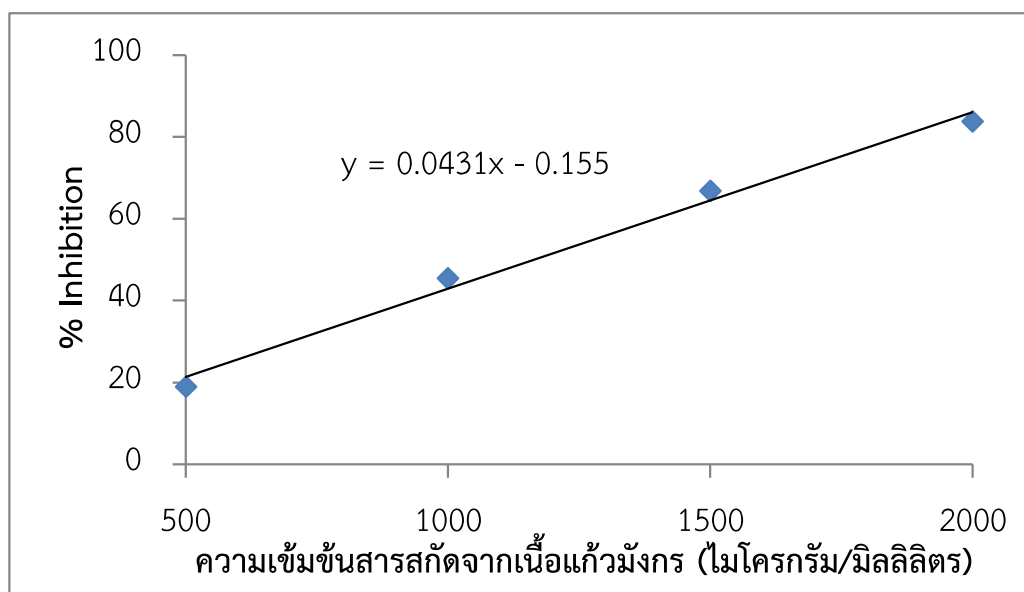
การศึกษาลักษณะทางกายภาพของ Betacyanin test

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของ Betacyanin โดยการนำสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงมาตรวจสอบหาสาร Betacyanin ด้วยปฏิกิริยาการเกิดสี ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า ในสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดง สารละลายที่ทดสอบมีสีชมพูอมม่วง แสดงว่าในสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงโดยใช้ตัวทำละลายคือน้ำกลั่น ตรวจพบสาร Betacyanin

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดง ด้วยวิธี DPPH พบว่าที่ความเข้มข้น 500 1000 1500 และ 2000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าร้อยละการกำจัดอนุมูล DPPH เป็น 18.98 45.45 66.78 และ 83.72 ตามลำดับ (ภาพประกอบ 1) และได้ค่าความเข้มข้นของ

สารสกัดที่สามารถกำจัดอนุมูล DPPH ได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) เป็น 1163.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่สารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก มีค่า IC_{50} เป็น 3.49 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

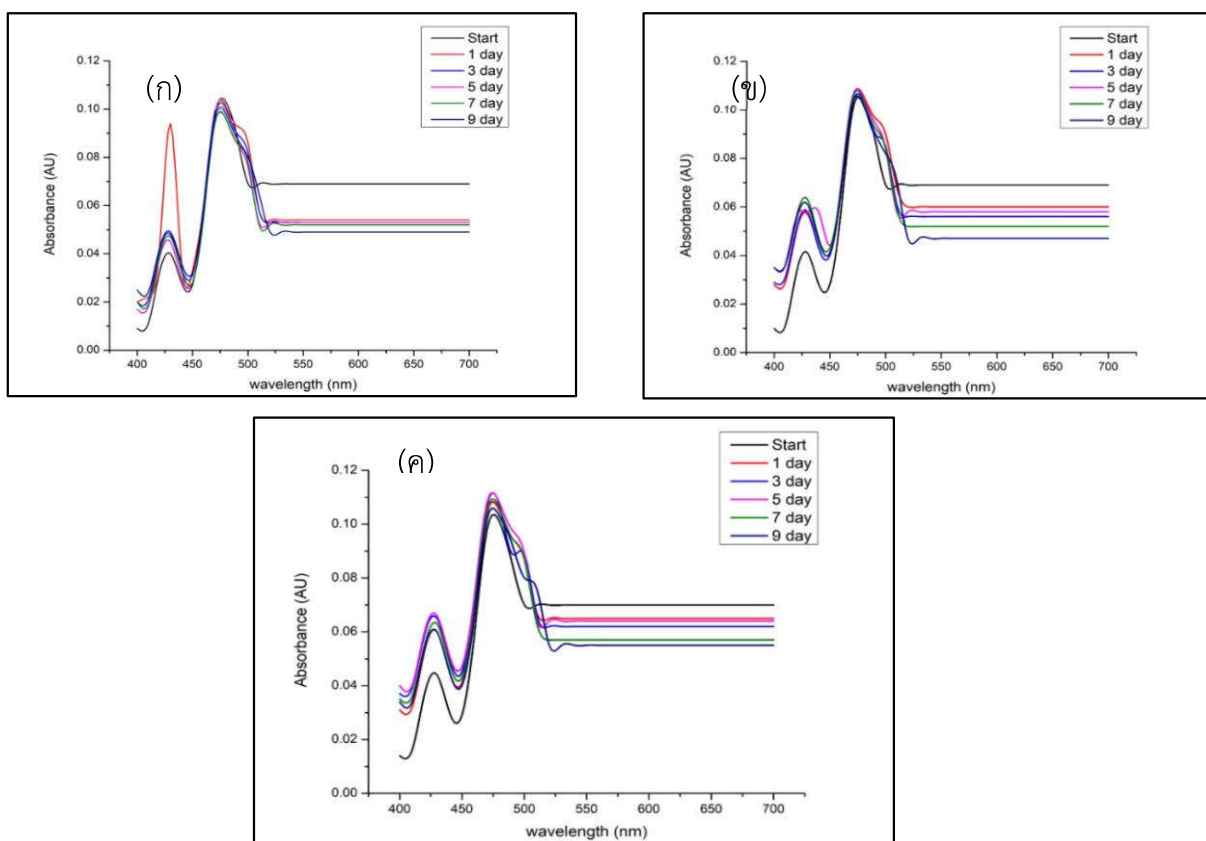


ภาพประกอบ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงกับ %Inhibition

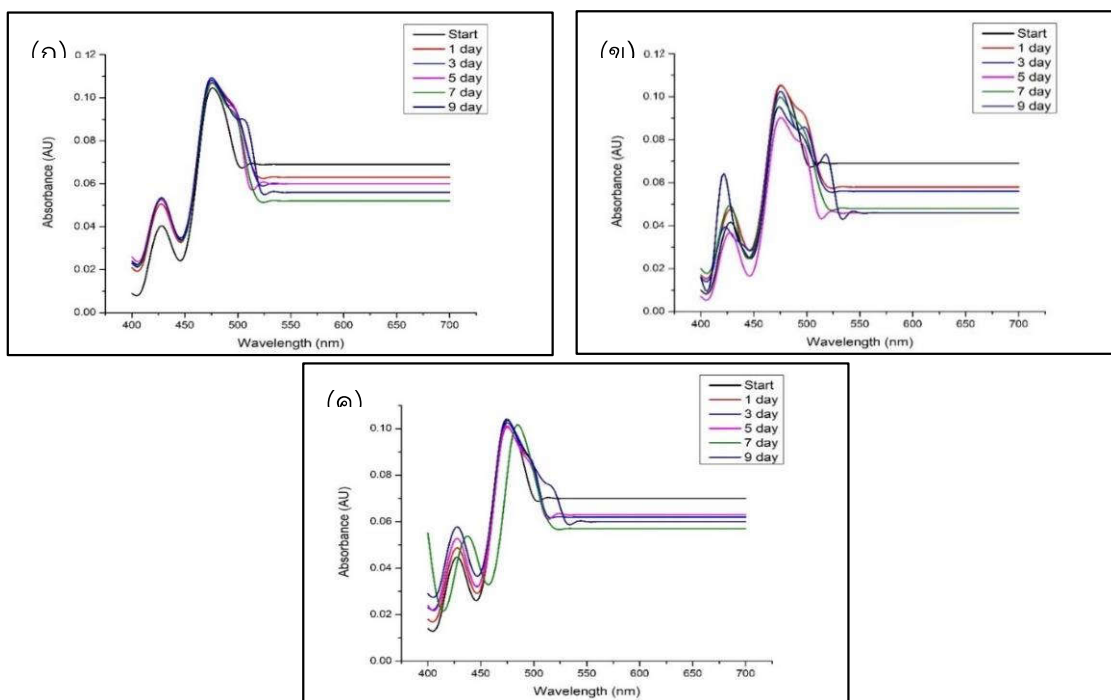
การศึกษาความคงตัวของสารสกัดสีจากแก้วมังกรสีแดงภายใต้ สภาวะต่าง ๆ

นำสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงมาเจือจางกับสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เพื่อให้ได้ความเข้มข้น 0.5 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด กลาง และเบส คือ ที่ pH 5 7 และ 9 ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำ (2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 9 วัน ทำการติดตามความคงตัวของสารสกัดสี โดยทดสอบจากความสามารถในการดูดกลืนแสงที่ λ_{max} ที่วัดได้ในระยะเวลาที่ทำการทดสอบ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการทดสอบสารสกัดสีจากพืชเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (Hurtado et al., 2009) เริ่มวัดตั้งแต่เริ่มต้น (Start) และวัดค่าการดูดกลืนแสงวันที่ 1 3 5 7 และ 9 เพื่อศึกษาความคงตัวของสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดง โดยสร้างกราฟสเปกตรัมเพื่อศึกษาความคงทนของสีในสารละลายจากพืชตัวอย่างทั้ง ที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ

เมื่อศึกษาสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารสกัดจากแก้วมังกรสีแดงกับสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด (pH= 5) ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำ โดยทำการศึกษาความยาวคลื่นช่วง 400 – 800 นาโนเมตร จากภาพประกอบ 2 และ 3 พบว่าความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงสูงสุด คือ 480 นาโนเมตร และเมื่อเวลาผ่านไป สีของสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรไม่มีการเปลี่ยนแปลงโดยที่อุณหภูมิต่ำ จะมีความคงทนของสีมากกว่าที่อุณหภูมิห้อง



ภาพประกอบ 2 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้จากการตรวจวัดความคงทนของสีของสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง ภายใต้สภาวะ (ก) pH = 5 (ข) pH = 7 และ (ค) pH = 9



ภาพประกอบ 3 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้จากการตรวจวัดความคงทนของสีของสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะ (ก) pH = 5 (ข) pH = 7 และ (ค) pH = 9

การผลิตบลัชออนด้วยสีที่สกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดง

เมื่อนำสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงมาผสมกับแป้งข้าวโพด บดให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 325 mesh ในอัตราส่วนที่ต่างกัน พบว่า สีที่สกัดได้มีความสม่ำเสมอและเป็นเนื้อเดียวกันกับแป้งข้าวโพด ให้สีที่ชัดเจนโดยเมื่อเพิ่มปริมาณสารสกัดก็จะได้สีที่เข้มข้น ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ผงบลัชออนจากแก้วมังกรสีแดงหลังจากร่อนแล้วและบรรจุในบรรจุภัณฑ์

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการทำบลัชออนแบบผง ทำการสกัดสีจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงโดยการใช้ น้ำกลั่น เป็นตัวทำละลายเพื่อลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการ ทำบลัชออนแบบผง ที่อัตราส่วนระหว่าง น้ำกลั่นกับ พืชตัวอย่าง (10:1) ซึ่งสารสกัดที่ได้จากเนื้อแก้วมังกรสีแดงสามารถให้สีที่สดใส และชัดเจน และให้ผล ผลิตภัณฑ์ของสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดงมากถึง 94.81 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาลักษณะทาง กายภาพ พบว่าสารสกัดของเนื้อแก้วมังกรสีแดงที่ได้มี สารประกอบกลุ่ม เบตาไซยานิน

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH radical scavenging ความเข้มข้นของสาร สกัดในช่วง 500 – 2000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ 1163.689 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร ในขณะที่สารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่า (IC_{50} เท่ากับ 3.49 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

จากการศึกษาความคงทนของสีจากสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรสีแดง ภายใต้สภาวะต่าง ๆ พบว่า ความคงทนของสีจากสารสกัดแก้วมังกรสีแดงมีความคงทนในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำ ในสภาวะที่เป็นกรด กลาง และเบส เนื่องจากค่าความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงสูงสุดไม่เปลี่ยนแปลง

จากการศึกษาพบว่าผลของอัตราส่วนต่าง ๆ ของบลัชออน ระหว่าง แป้งข้าวโพดต่อสารสกัดพืช ตัวอย่าง ความเข้มของสีจะแปรไปตามปริมาณสารสกัดสีที่เพิ่มขึ้น โดยเนื้อแก้วมังกรสีแดงสามารถเพิ่ม คุณประโยชน์และเพิ่มมูลค่าได้โดยการนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในเครื่องสำอางได้

เอกสารอ้างอิง

- จันทิรา วงศ์วิเชียร, เจ๊ะละหวัง และ ฉัตรชัย สังข์ผุด. (2545). *ความคงตัวของสารสีที่สกัดจาก กระเจี๊ยบ Color Stability of Hibiscus sabdriffa Linn. Extact.* สืบค้น 12 มีนาคม 2563, จาก <http://dspace.nstru.ac.th:8080/dspace/handle/123456789/898>.
- ชุตินาถ ฤทธิ, ธิพรพงษ์ เจริญยิ่ง และ จักรพันธ์ นาน่วม (2560). *เบตาเลน : สารสกัดจากเปลือก แก้วมังกรเพื่อการพัฒนา สีผิวของสัตว์น้ำ.* สืบค้น 12 มีนาคม 2563, จาก <https://science.srru.ac.th/kochasarnfiles/files/1AQYqloRCbm6JFnW5HEX4V74fGN5078f3sjF1Z3SXemAbVHaEyCnMeZ4cRyc.pdf>.
- ณัฐกิตติ ภูรีน, กนกพร ช่างเสวก, ภัทธิน วิจิตรตระการ, จำรูญ เล้าสินวัฒนา และ มณฑินี ธีรารักษ์. (2557). *การประเมินฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยจากใบฝรั่ง.* แก่นเกษตร, 42(ฉบับพิเศษ 3), 317-321.

- ณัฐยา เหล่าฤทธิ์ และมยุรี กัลป์ยาวัฒนกุล. (2555). *ฤทธิ์ทางชีวภาพ และความคงตัวของสีจากเศษเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมผลิตน้ำกระเจี๊ยบ*. สืบค้น 12 มีนาคม 2563, จาก [https://archives.mfu.ac.th > database > files > original](https://archives.mfu.ac.th/database/files/original).
- ทัตดาว ภาษีผล. (2557). *ปีตาเลน: การสกัดและการวิเคราะห์*. สืบค้น 12 มีนาคม 2563, จาก [https://scijournal.kku.ac.th > files > Vol42No4P718-729](https://scijournal.kku.ac.th/files/Vol42No4P718-729).
- พนิดา แสนประกอบ และเกศศิริรินทร์ แสงมณี. (2562). *การประยุกต์ใช้สารสกัดกระเจี๊ยบแดงในบลัชครีม*. สืบค้น 12 มีนาคม 2563, จาก [https://wjst.wu.ac.th/index.php/wjstresearch > article > view](https://wjst.wu.ac.th/index.php/wjstresearch/article/view).
- Hurtado, N.H., Morales, A.L., González-Miret, M.L., Escudero-Gilete, M.L. and Heredia, F.J. (2009). Color, pH stability and antioxidant activity of anthocyanin rutinosides isolated from tamarillo fruits (*Solanum beraceum* Cav). *Food Chem*, 117: 88-93.
- Zheng, T., Holford, T.R., Nayne, S.T., Owens, P.H., Boyle, P., Zhang, B., Zhang, Y.W. and Zahm, S.H. (2002). Use of hair colouring products and breast cancer risk: a case-control study in Connecticut. *Eur. J. Cancer*, 38,1647-1652.