ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินของสารสกัดมันเทศสีม่วง

Studying the Anthocyanin Stability of in Purple Sweet Potato Extracts

สาลูมา สมานหมาน[1*], โซเฟีย ดือราซิงมาโมง[1] และอิรฟัน มะแซสาอิ[1]

Saluma Samanman[1*], Sofia Duerasingmamong[1] and Irfan Masaesai[1]

(Received: 15 August,2023 ; Revised: 2 October,2023 ; Accepted: 20 November,2023)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ pH และความร้อนต่อความคงตัวของสีแอนโทไซยานินของสารสกัดมันเทศสีม่วงที่สกัดด้วยน้ำ เมื่อนำสารสกัดไปปรับ pH ในช่วง pH ระหว่าง 1.00-12.00 พบว่าสารสกัดมันเทศสีม่วงให้สารละลายสีแดง-ชมพู ที่ pH 1.00-6.00 สีม่วง-น้ำเงิน ที่ pH 7.00-9.00 สีเขียว-เหลือง ที่ pH 10.00-12.00 โดยแต่ละ pH มีค่าความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนสูงสุดต่างกัน จากนั้นนำสารสกัดที่ pH 1.00 และ pH 3.00 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100±10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที พบว่า ความร้อนมีผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานินของสารสกัดมันเทศสีม่วง โดยมีค่าคงที่อัตราการสลายตัวเท่ากับ 0.0105 และเท่ากับ 0.0246 ต่อนาที ที่ pH 1.00 และ pH 3.00 ตามลำดับ และมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 66.01 นาที ที่ pH 1.00 และ 28.17 นาทีที่ pH 3.00 นอกจากนี้ พบว่ามีค่าร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์และการวัดความหนาแน่นของสีทั้งหมดที่ pH 1.00 สูงกว่าที่ pH 3.00 และมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลที่ pH 1.00 ต่ำกว่าที่ pH 3.00 ซึ่งบ่งชี้ว่าแอนโทไซยานินของสารสกัดมันเทศสีม่วงที่ pH 1.00 มีความคงตัวสูงกว่า

คำสำคัญ: มันเทศสีม่วง แอนโทไซยานิน pH ความร้อน

Abstract

The objective of this research was to study the effects of pH and heat on the stability of the purple sweet potato extracts using water extraction. When the extract was

[1] **คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**

[1] **Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University**

***Corresponding Author, E-mail: saluma.s@pnu.ac.th**

adjusted to the pH range 1.00 - 12.00, it was found that the purple sweet potato extract was red to pink at pH 1.00-6.00, purple to blue at pH 7.00-9.00 and green to yellow at pH 10.00-12.00. After that, the extracts at pH 1.00 and pH 3.00 were heated at 100±10 ℃ for 50 minute. It was found that heat had an effect on the stability of anthocyanins of purple sweet potato extracts. The decomposition rate constant was 0.0105 min^{-1} and 0.0246 min^{-1} at pH 1.00 and pH 3.00, respectively. In addition, it was found that the percentage of polymer color and the total color density measurement at pH 1.00 were higher than pH 3.00, and the browning index values at pH 1.00 were lower than pH 3.00, indicating that the anthocyanins of purple sweet potato extract at pH 1.00 were more stable.

Keywords: Purple sweet potato, Anthocyanin, pH, Heat

บทนำ

สีเป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม โดยสีนั้นเป็นปัจจัยแรกที่มีผลต่อประสาทสัมผัสของผู้บริโภคและเป็นคุณลักษณะที่แสดงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค โดยทั่วไปสีผสมอาหารตามที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ คือ สีสังเคราะห์และสีธรรมชาติ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มนิยมใช้สีสังเคราะห์กันมากเพราะมีความคงตัวต่อแสง ออกซิเจน อุณหภูมิ พีเอช และปัจจัยอื่นๆ สูง แต่สีสังเคราะห์มีข้อจำกัดในปริมาณการใช้ หากมีมากเกินกว่าที่ร่างกายกำจัดออกได้ อาจก่อให้เกิดสารตกค้างและสะสมจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (Samec et al., 2021) มีรายงานว่า สีผสมอาหารประเภทสีสังเคราะห์และสารโซเดียมเบนโซเอต (วัตถุกันเสีย) อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคสมาธิสั้น มีพฤติกรรมไม่หยุดนิ่ง (ไฮเปอร์) ในเด็กอายุระหว่าง 3-9 ขวบ จึงทำให้ความต้องการใช้สีจากธรรมชาติเพิ่มมากขึ้นและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้ผลิตอาหารและผู้บริโภคให้ความสนใจมากขึ้น สีธรรมชาติมีหลายชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) เป็นต้น แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุธรรมชาติชนิดหนึ่งที่ให้สีในช่วงตั้งแต่สีแดงม่วงจนกระทั่งถึงสีน้ำเงิน เป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) พบมากในผัก ผลไม้ ดอกไม้ หลายชนิด (Williams & Grayer, 2004; Liu, Li, Hu, Qin & Liu, 2020)

มันเทศสีม่วง (Purple sweet potato หรือ *Ipomoea batatas*) เป็นแหล่งวัตถุดิบหนึ่งที่มีแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สารสีม่วง นิยมนำมาใช้เป็นสีผสมอาหาร (Steed & Truong, 2008; Oki et al., 2003; Yoshinaga, Yamakawa, & Nakatani, 2010) ตัวดูดจับในการวิเคราะห์โลหะซึ่งอาศัยการเปลี่ยนแปลงสีในการเกิดปฏิกิริยากับสารที่สนใจตรวจวัด (Khaodee, Wongkiti, & Madang, 2018; Wulandari, Sunarti, Fahma, & Noor, 2018; Samanman, Daengrot, Hilae, Ma, Sayoh, Masaesai, Sanitt, Binhayeeding, Noitubtim, Yakob, Duerasingmamong, 2023) ข้อมูลความคงตัวของสีที่ได้จากสารสกัดมีประโยชน์อย่างมาก เพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากสีในเชิงพาณิชย์ โดยปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสีจากแอนโทไซยานินมีหลายปัจจัย ได้แก่ โครงสร้างของแอนโทไซยานิดิน (วรางคณา, 2558) ความเป็นกรด-ด่าง (Khoo, Azlan, Tang, Lim, 2017) อุณหภูมิ (Brouillard, 1982; สุภาพร 2562) ออกซิเจน (Saint-Gaulejac, Glories & Vivas, 1999) กรดแอสคอร์บิกและน้ำตาล (เหมือนขวัญ, 2556) เป็นต้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน ได้แก่ ผลของ pH ความร้อน และศึกษาความหนาแน่นของสีทั้งหมด ดัชนีการเกิดสีน้ำตาลและการวัดสีของพอลิเมอร์ของสารสกัดมันเทศสีม่วง

ระเบียบวิธีวิจัย

ศึกษาผลของ pH ต่อความคงตัวของแอนโทไซยานินของสารสกัดมันเทศสีม่วง

เตรียม McIlvaine buffer เป็นบัฟเฟอร์ที่ควบคุมช่วง pH 2-8 โดยการผสมกันระหว่าง Disodium phosphate เข้มข้น 0.2 โมลาร์ กับ Citric acid เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปรับให้ได้ที่ต่างๆ pH (2.0-8.0) โดยชั่ง Disodium phosphate 28.38 กรัม ละลายน้ำ DI ปรับปริมาตร 1000 มิลลิลิตร และชั่ง Citric acid 19.21 กรัม ละลายน้ำ DI แล้วปรับปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ส่วน pH ที่ต่ำกว่า 1.0 และสูงกว่า 8.0 (pH 9.0-12.0) จะปรับด้วย HCl เข้มข้น 0.1 โมลาร์ และ NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์ และทุก pH จะเติม Sodium azide 0.02% โดยมวล จำนวน 2 หยด เพื่อรักษาสภาพ

ชั่งสารสกัดมันเทศสีม่วง 0.05 กรัม ละลายด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่ pH ต่างๆ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างสารสกัดและสารละลายบัฟเฟอร์ในแต่ละ pH เป็น 0.05 กรัม : 25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เกิดสภาวะสมดุลเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer เพื่อหาค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนสูงสุด (λ_{max})

ศึกษาผลของความร้อนต่อความคงตัวของสีของสารสกัดมันเทศสีม่วง

นำสารสกัดมันเทศสีม่วงละลายในบัฟเฟอร์ที่ pH 1.00 และ 3.00 (เนื่องจากในสภาวะที่เป็นกรด แอนโทไซยานินมีความคงตัวมากที่สุด) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100±10 องศาเซลเซียส (เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เป็นตัวแทนในกระบวนการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม) ในอ่างน้ำร้อน เป็นระยะเวลา 50 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดทุกๆ 10 นาที นำข้อมูลค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด จำนวน 5 จุด มาพลอตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln (C_0/C_t) = k \times t$ เมื่อ C_0 คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ λ_{max} ที่เวลา 0 นาที และ C_t คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ λ_{max} ที่เวลา t นาที จากสมการเส้นตรงจะได้ค่า k = slope ของสมการ แล้วนำมาคำนวณค่าครึ่งชีวิต ดังสมการ $t_{½} = -\ln (0.5)/k$

ศึกษาร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์ ความหนาแน่นของสีทั้งหมดและดัชนีการเกิดสีน้ำตาล

นำสารสกัดมันเทศสีม่วงละลายในบัฟเฟอร์ที่ pH 1.00 และ 3.00 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง เติม Potassium metabisulphite เข้มข้น 0.36 โมลาร์ ปริมาตร 800 ไมโครลิตร เขย่า ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 420, 700 และ λ_{max} (ให้ทำการทดลองควบคุมโดยใช้น้ำแทนสารสกัด) คำนวณความหนาแน่นของสีทั้งหมด (Total color density) ได้จากผลรวมของ $A_{420}+A_{vis\text{-}max}$ คำนวณค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (Browning index, BI) ได้จากผลต่างระหว่าง $A_{420}/A_{vis\text{-}max}$ และคำนวณการวัดสีของพอลิเมอร์ (Polymeric color) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี t-test และการวิเคราะห์การถดถอย โดยใช้โปรแกรม SPSS version 16.0

$$\text{การวัดสีของพอลิเมอร์ (\%)} = \frac{(A_{420nm} - A_{700nm})_{bleach} + (A_{vis\,max} - A_{700nm})_{bleach}}{(A_{420nm} - A_{700nm})_{control} + (A_{vis\,max} - A_{700nm})_{control}} \times 100\%$$

เมื่อ A_{420} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

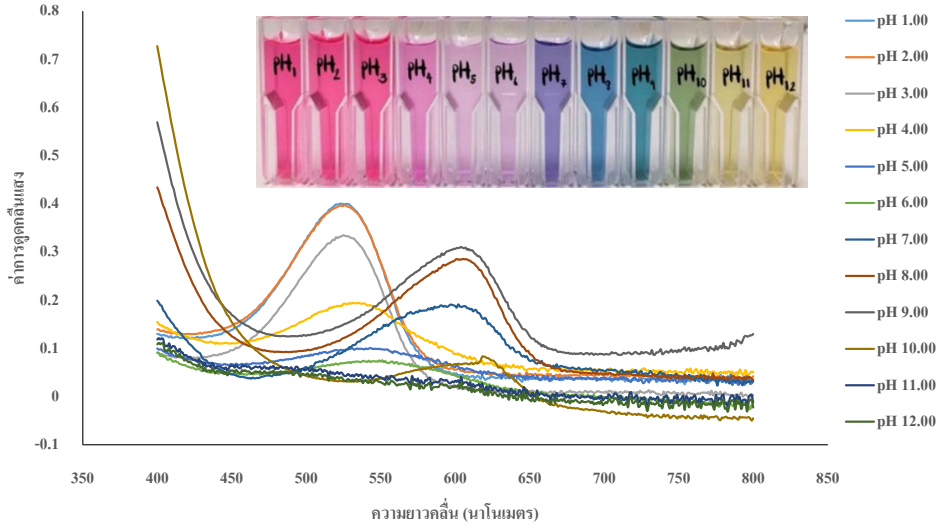
A_{700} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร

$A_{vis\text{-}max}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด

ผลการวิจัย

ศึกษาผลของ pH ต่อความคงตัวของสีและความยาวคลื่นสูงสุดของสารสกัดมันเทศสีม่วง

สารสกัดมันเทศสีม่วงที่ละลายในบัฟเฟอร์ pH ต่างๆ ระหว่าง pH 1.00-12.00 พบว่าสารละลายมันเทศสีม่วงจะให้สีหลายเฉดสีและมีค่าความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) ต่างกัน ดังนี้ ระหว่าง pH 1.00-3.00 สารละลายของสารสกัดมันเทศสีม่วงมีสีแดง ค่าความยาวคลื่นสูงสุดที่ 523, 524 และ 525 นาโนเมตร ตามลำดับ ที่ pH 4.00 มีสีชมพู ค่าความยาวคลื่นสูงสุดที่ 531 นาโนเมตร ระหว่าง pH 5.00-6.00 มีสีชมพูอ่อน ค่าความยาวคลื่นสูงสุดที่ 542 และ 402 นาโนเมตร ตามลำดับ ที่ pH 7.00 มีสีม่วง ค่าความยาวคลื่นที่สูงสุดที่ 738 นาโนเมตร ระหว่าง pH 8.00-9.00 มีสีน้ำเงิน ค่าความยาวคลื่นสูงสุดที่ 733 และ 728 นาโนเมตร ตามลำดับ ที่ pH 10.00 มีสีเขียว ค่าความยาวคลื่นที่สูงสุดที่ 619 นาโนเมตร และระหว่าง pH 11.00-12.00 มีสีเหลืองและไม่ปรากฏค่าความยาวคลื่นสูงสุดที่ 475 นาโนเมตร โดย pH 1.00 – 3.00 มีการดูดกลืนแสงสูงสุด ดังภาพที่ 1



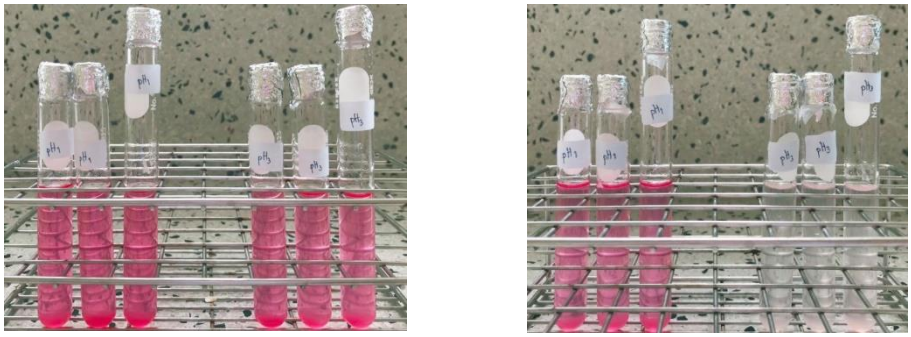
ภาพที่ 1 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงและการเปลี่ยนแปลงของสีของสารละลายสารสกัดมันเทศสีม่วงที่ pH 1.00-12.00

ศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อความคงตัวของสีของสารสกัดมันเทศสีม่วง

จากการทดลองได้เลือกสารละลายสารสกัดมันเทศสีม่วงที่ pH 1.00 และ 3.00 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความคงตัวของแอนโทไซยานินเนื่องจากมีค่าการดูดกลืนและมีความเสถียรสูง เมื่อนำสารละลายสารสกัดผงมันเทศสีม่วงให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100±10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 50 นาที แสดงภาพการเปลี่ยน

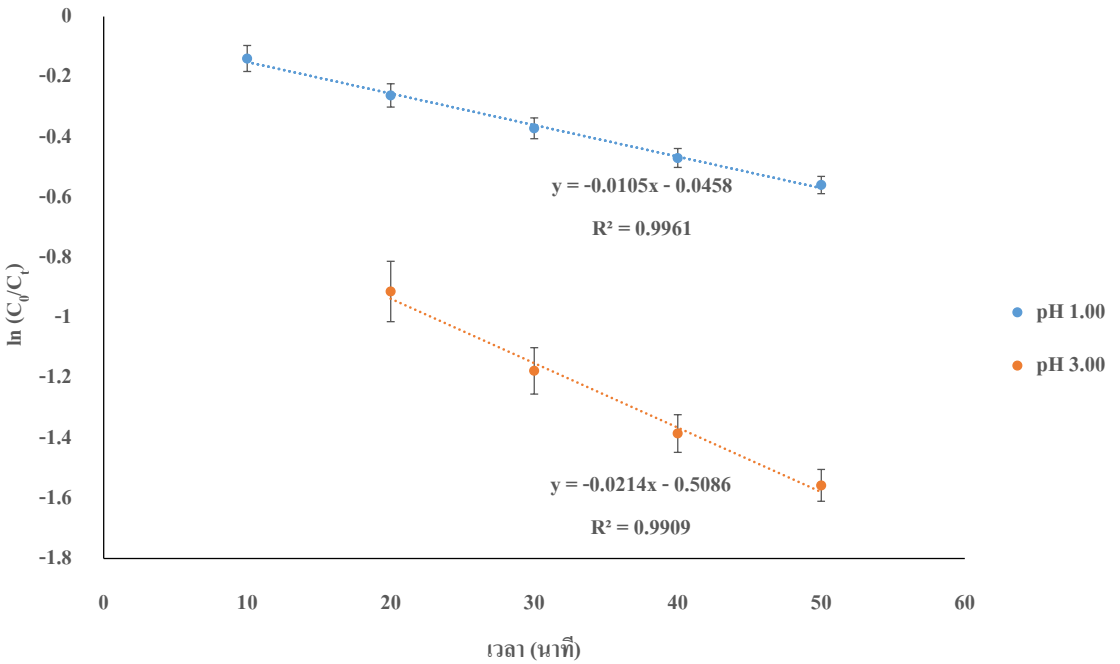
ความคงตัวของสีของแอนโทไซยานินในบัฟเฟอร์ pH 1.00 และ pH 3.00 ก่อนและหลังการให้ความร้อน (ดังภาพที่ 2 (ก) และ (ข))

(ก) (ข)



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนความคงตัวของสีของแอนโทไซยานินในบัฟเฟอร์ pH 1.00 และ pH 3.00 ก่อนและหลังการให้ความร้อน (ก) ก่อน (ข) หลังให้ความร้อน

จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงและพลอตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ln (C_0/C_t) กับเวลา ดังภาพที่ 3 พบว่า ความร้อนมีผลต่อการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานิน เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นค่า ln (C_0/C_t) มีค่าลดลง โดยที่ pH 1.00 มีสมการเส้นตรง y = -0.0105x - 0.0458 และที่ pH 3.00 มีสมการเส้นตรง y = -0.0214x - 0.5086 โดยความชันของกราฟแสดงค่าอัตราการสลายตัวของปฏิกิริยา ยิ่งมีความชันมากแสดงว่าอัตราการลดลงของปฏิกิริยามีค่ามาก ดังนั้นจะมีความสเถียรน้อย จากค่าอัตราการสลายตัวของปฏิกิริยาที่ pH 1.00 เท่ากับ 0.0105 และที่ pH 3.00 เท่ากับ 0.0246 แสดงว่าสีของแอนโทไซยานินมีความคงตัวที่ pH 1.00 มากกว่า pH 3.00



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง ln (C_0/C_t) กับเวลาที่ pH 1.00 และ 3.00

ศึกษาร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์ ความหนาแน่นของสีทั้งหมดและดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของสารสกัดมันเทศสีม่วง

นำข้อมูลค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากความยาวคลื่นที่ 420, 700 นาโนเมตร และที่ λ_{max} ไปคำนวณร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์ ความหนาแน่นของสีทั้งหมดและดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของสารสกัดมันเทศสีม่วง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์ ความหนาแน่นของสีทั้งหมดและดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของสารสกัดมันเทศสีม่วง

pH	ร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์	ความหนาแน่นของสีทั้งหมด	ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล
1	13.06 ± 0.76	0.21 ± 0.01	0.51 ± 0.09
3	5.76 ± 1.45	0.13 ± 0.01	0.88 ± 0.14

อภิปรายผล

ในสารละลายแอนโทไซยานิน มักพบอยู่ในรูปพื้นฐาน 4 รูป คือ ควินอยดอลเบส (quinoidal base) เฟลวิลเลียมแคตไอออน (flavylium cation) คาร์บินอล ซูโดเบส (carbinol-pseudobase) และชาลโคน (chalcone) และจะเปลี่ยนโครงสร้างของแอนโทไซยานินเมื่อ pH เปลี่ยน เมื่อแอนโทไซยานินอยู่ในสารละลายที่เป็นกรดแก่จะอยู่ในรูปของเฟลวิลเลียมแคตไอออน (สีแดง) อยู่เพียงชนิดเดียว เมื่อ pH สูงขึ้นจนอยู่ในสภาวะที่เป็นกรดอ่อนหรือเป็นกลาง ปริมาณเฟลวิลเลียมแคตไอออนจะลดลง เนื่องจากเกิดการดึงโปรตอนออกจากหมู่ -OH ที่ตำแหน่ง 5, 7 และ 4 ออกไปเป็นคาร์บินอล ซูโดเบส (ไม่มีสี) ส่วนสมดุลระหว่างแอนโทไซยานินอยู่ในรูปของเฟลวิลเลียมแคตไอออนและควินอยดอลเบส จะเกิดสมดุลที่ pK = 4.25 ดังนั้นเมื่อ pH สูงกว่า 4.5 ขึ้นไปหรืออยู่ในสภาวะเบส จึงมีเฉพาะโครงสร้างคาร์บินอล ซูโดเบส จะเห็นการเปลี่ยนแปลงสีของสีแดงอย่างเห็นได้ชัด (Enaru, 1967; Fossen, Cabrita & Anderson, 1998). จากภาพที่ 1 สีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนไปตาม pH ของสารละลายที่แอนโทไซยานินละลายอยู่ ซึ่งมีผลต่อโครงสร้างแอนโทไซยานินในมันเทศสีม่วงทำให้สามารถดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นเปลี่ยนแปลงไป เมื่อ pH เพิ่มขึ้นค่าความยาวคลื่นสูงสุดจึงเปลี่ยนแปลงด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างพื้นฐานของแอนโทไซยานินใน pH นั้นๆ โดยมันเทศสีม่วง ส่วนใหญ่มีสารประกอบแอนโทไซยานินที่เป็น acylated anthocyanin จะให้เฉดสีที่หลากหลายและมีค่าความยาวคลื่นสูงสุดต่างกัน ดังนั้น pH จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกับโครงสร้างทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีและส่งผลต่อการดูดกลืนแสง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยอื่นที่ผ่านมาที่นำสารสกัดไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสงพบว่า เมื่อ pH เพิ่มขึ้น ความยาวคลื่นสูงสุดและการดูดกลืนแสงของสารสกัดมันเทศสีม่วงเปลี่ยนไป และมีความสัมพันธ์กับสีของแอนโทไซยานิน (Khaodee et al., 2018; Cabrita, Fossen & Andersen. (2000).

จากภาพที่ 3 พบว่าการสลายตัวของสีแอนโทไซยานินเป็นไปตามความสัมพันธ์ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (First order reaction) โดยค่าอัตราการสลายตัวของปฏิกิริยาหรือความชันในสมการเส้นตรง (k) ยิ่งมีค่ามากแสดงว่าค่าครึ่งชีวิตก็จะมีค่าลดลง ความคงตัวของสีจากแอนโทไซยานินมีค่าลดลง ที่ pH 1.00 มีค่าอัตราการสลายตัวของปฏิกิริยามากกว่าที่ pH 3.00 แสดงว่าสีของแอนโทไซยานินมีความคงตัวที่ pH 1.00 มากกว่า pH 3.00 และเมื่อพิจารณาค่าครึ่งชีวิต ($t_{½}$) ของแอนโทไซยานิน ยิ่งมีค่าครึ่งชีวิตมากแสดงว่ามีความคงตัวสูง จากการคำนวณ พบว่าที่ pH 1.00 มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 66.01 นาที และที่ pH 3.00 มีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 28.17 นาที แสดงว่าที่ pH 1.00 จะต้องใช้เวลามากกว่าในการสลายตัวที่ pH 3.00 ดังนั้นสีของแอนโทไซ

ยานินจึงมีความคงตัวมากกว่าและต้องใช้เวลานานกว่า ซึ่งสอดคล้องกับตามทฤษฎีในสภาวะที่อุณหภูมิเดียวกันเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าการดูดกลืนแสงหรือความคงตัวของแอนโทไซยานินจะลดลงเนื่องจากการสลายตัวของแอนโทไซยานินที่เวลาผ่านไป (Fossen et al., 1998)

จากตารางที่ 1 ร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์ ความหนาแน่นของสีทั้งหมดและดัชนีการเกิดสีน้ำตาล เป็นปัจจัยที่บ่งชี้ความคงตัวของสีของสารสกัด ถ้าร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์ ความหนาแน่นของสีทั้งหมดและดัชนีการเกิดสีน้ำตาลมีค่าสูง แสดงว่าสีของแอนโทไซยานินที่สภาวะนั้นมีความคงตัวสูง จากการศึกษา พบว่าค่าร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์ ความหนาแน่นของสีทั้งหมดที่ pH 1.00 มีค่ามากกว่าแสดงว่าสีของแอนโทไซยานินมีความคงตัวสูงกว่าที่ pH 3.00 ในขณะที่ดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเป็นตัวบ่งชี้การสลายตัวของสีเริ่มต้นจนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งหากค่านี้มีค่าสูงแสดงว่ามีความคงตัวของสีต่ำ ดังนั้นจากผลการศึกษา พบว่า ที่ pH 3.00 มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลสูงกว่าที่ pH 1.00 แสดงว่ามีความคงตัวต่ำกว่า เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างของการวัดสีของพอลิเมอร์ การวัดความหนาแน่นของสีทั้งหมดและการวัดค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลที่ pH 1.00 และ pH 3.00 จะพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อความคงตัวของสี ได้แก่ ผลของการเก็บรักษา ออกซิเจน เป็นต้น
2. เปรียบเทียบความคงตัวของสีเทียบกับแอนโทไซยานินจากแหล่งอื่น เช่น ข้าวโพดสีม่วง กะหล่ำปลีสีม่วง

สรุป

สภาพความเป็นกรด-เบสมีผลต่อความคงตัวของสารสกัดมันเทศสีม่วง การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงทำให้ความความคงตัวของแอนโทไซยานินในมันเทศสีม่วงลดลง โดยแอนโทไซยานินจะมีความคงตัวสูงสุดที่ pH 1.00 โดยมีค่าครึ่งชีวิต เท่ากับ 66.01 นาที เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100±10 องศาเซลเซียส ค่าร้อยละการวัดสีของพอลิเมอร์ ความหนาแน่นของสีทั้งหมดสูงกว่าและค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายที่ pH 3.00

อ้างอิง

วรางคณา เขาดี. (2558). การเพิ่มประสิทธิภาพตรวจวัดไอออนโลหะหนักโดยใช้วัสดุดัดแปรด้วยรีเอเจนต์จากธรรมชาติ (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

สุภาพร พาเจริญ. (2562). เสถียรภาพของสารสกัดแอนโทไซยานินจากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการห่อหุ้มด้วยโปรตีนรำข้าวเข้มข้นภายใต้สภาวะค่าความเป็นกรด-ด่างและความร้อนที่แตกต่างกัน. วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 7(2), 205-215.

Brouillard, R. (1982). Chemical structure of anthocyanins. Chap. 1. In “Anthocyanins as food colours.” P.Markakis (Ed.). Academic Press (1). New York.

Cabrita, L., Fossen, T., & Oyvind M. Andersen. (2000). Colour and stability of the six commom anthocyanidin 3-glucoside in aqueous solutions. Food Chem, 68, 101-107.

Enaru, B., Dretcanu, G., Pop, T.D., Stanila, A., & Diaconeasa, Z. (1967). Anthocyanins: factors affecting their stability and degradation. Antioxidants, 10, 1967.

Fossen, T., Cabrita, L., & Anderson, M. (1998). Colour and stability of pure anthocyanins influenced by pH including the alkaline region. Food Chem, 63, 435-440.

Khaodee, W., Wongkiti, R., & Madang, S. (2018). The application of using natural reagent extracted from purple sweet potato for naked-eye detection of copper in water samples. Naresuan University Journal: Science and Technology, 26(3), 181–188.

Liu, P., Li, W., Hu, Z., Qin, X., & Liu, G. (2020). Isolation, purification, identification, and stability of anthocyanins from Lycium ruthenicum Murr. LWT-Food Science and Technology, 126, 109334.

Oki, T., Osame, M., Masuda, M., Furuta, S., Nishiba, Y., Terahara, N., & Suda, I. (2003). Simple and rapid spectrophotometric method for selecting purple-fleshed sweet potato cultivars with a high radical-scavenging activity. Food and Chemical Toxicology, 53, 101–107.

Saint-Gaulejac, N.C., Glories, Y., & Vivas, N. (1999). Free radical scavenging effect of anthocyanins in red wines. Food Research International, 32, 327-333.

Samanman, S., Daengrot, C., Hilae, A., Ma, S., Sayoh, I., Masaesai, I., Sanitt, P., Binhayeeding, N., Noitubtim, M., Yakob, H., & Duerasingmamong, S. (2023). A smart naked-eye detection for Fe(III) using ethanol extract of purple sweet potato. Naresuan University Journal: Science and Technology, 31(2), 1-12.

Šamec, D., Karalija, E., Šola, I., Vujˇci´c Bok, V., & Salopek-Sondi, B. (2021). The Role of Polyphenols in Abiotic Stress Response: The influence of molecular structure. Plants, 10, 118.

Steed, L. E., & Troung, V. D. (2008). Anthocyanin content, Antioxidant activity and selected physical properties of flowerable purple-fleshed sweet potato. Journal of Food Science, 5, 215-221.

Yoshinaga, M., Yamakawa, O., & Nakatani, M. (2010). Genotypic diversity of anthocyanin content and composition in purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) *Lam*). Breeding Science, 49, 43–47.

Williams, C.A., & Grayer, R.J. (2004). Anthocyanins and other flavonoids. Natural Product Report, 21, 539–573.

Wulandari, A., Sunarti, T. C., Fahma, F., & Noor, E. (2018). Potency of purple sweet potato's anthocyanin as biosensor for detection of chemicals in food products. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 147, 012007.

Khoo, H.E., Azlan, A., Tang, S.T., & Lim, S.M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. Food and Nutrition Research, 61, 1361779.