

การหาปริมาณแอนโทไซยานิน และผลของไอออนอะลูมิเนียมต่อเสถียรภาพของน้ำเมา Determination of Anthocyanin and Effect of Aluminium Ion on Stability of Mao Juice

สินีนาง ภูมิศรี (Sineenat Poomesri)^{1*}ดร.ศักดิ์สิทธิ์ จันทน์ไทย (Dr.Saksit Chanthai)**

บทคัดย่อ

ในการหาปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำเมาโดยวิธีพีเอชดิฟเฟอเรนเชียลร่วมกับอัลตราไวโอเลตวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมทรีภายใต้สภาวะที่เหมาะสม พบว่า pH มีผลต่อแอนโทไซยานินในน้ำเมาที่ช่วง pH ต่ำๆ ให้สีแดง เมื่อค่า pH สูงขึ้นให้น้ำเงินและทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดเปลี่ยนไปทางด้านที่มีความยาวคลื่นมากขึ้น ปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำเมาที่เจือจาง 1:5 เท่า โดยปริมาตรในส่วนผสมของสารละลายกรดกับเมทานอล เมื่อคำนวณอ้างอิงกับเพลาร์โกนิน (pelargonidin) จะมีค่าอยู่ในช่วง 3.28 ± 0.12 ถึง 25.96 ± 0.39 มิลลิกรัมต่อลิตรเมื่ออ้างอิงกับไซยานิดิน (cyanidin) จะมีค่าอยู่ในช่วง 5.55 ± 0.20 ถึง 43.96 ± 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตรนอกจากนี้ ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของ pH และ Al^{3+} ต่อความเสถียรของแอนโทไซยานินในน้ำเมา พบว่า 0.1 โมลาร์ Al^{3+} ที่ pH 3 จะเพิ่มความเสถียรของแอนโทไซยานินเนื่องจากการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเกิดสารเชิงซ้อนของ Al^{3+} กับหมู่ฟังก์ชันของแอนโทไซยานิน แสดงว่าการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนในธรรมชาติของน้ำผลไม้สามารถเพิ่มความเสถียรทางโครงสร้างทางเคมีได้อีกทางหนึ่ง

ABSTRACT

The determination of anthocyanins in mao juice by pH-differential method associated with an ultraviolet-visible spectrophotometry under optimum conditions was carried out. It was found that the effect of pH on anthocyanin was inevitably found at lower pH values with a deep red color, when pH of the solution increased the blue one appeared with the red shift of its maximum wavelength. The contents of anthocyanins in the ratio of 1:5 (v/v) diluted juices in the presence of acidic methanol could be accomplished with respect to both pelargonidin and cyanidin standards. Based on pelargonidin, the total anthocyanin contents were ranged of 3.28 ± 0.12 to 25.96 ± 0.39 mg/L. In this case, the contents based on cyanidin were ranged of 5.55 ± 0.20 to 43.96 ± 0.66 mg/L. In addition, the optimization conditions for stability study of the anthocyanins in the juice solution were also achieved with 0.1 M Al^{3+} and pH 3. It was

¹ Correspondent author: sineenatr_039@hotmail.com

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีสำหรับครู คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

found that Al^{3+} had a potential mean to stabilize anthocyanin structure by an increasing in its maximum absorbance, probably due to a complex formation between the metal ion and some functional groups of anthocyanins. It is, therefore, implied that the natural complex formation of the phenolics in fruit juices would be an alternative choice of their structural stability.

คำสำคัญ: เม่า แอนโทไซยานิน เพลาร์โกนิน ไชยานิน วิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล

Keywords: Mao, Anthocyanins, Pelargonidin, Cyanidin, pH-Differential method

บทนำ

เม่าเป็นผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ เมื่อสุกจัดมีสีแดง รสหวาน นิยมนำมารับประทานในรูปผลสด และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันมีผู้สนใจสุขภาพให้มีความสนใจบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผลเม่าเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรหันมาปลูกต้นเม่าและรวมกลุ่มกันผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเม่ามากขึ้น จนสามารถรวมกลุ่มเป็นชมรมหมากเม่าสกลนครที่มีเกษตรกรเป็นผู้ประกอบการเป็นสมาชิกไม่น้อยกว่า 40 ราย สมาชิกสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีคุณภาพได้เฉลี่ย 120 ตันต่อปีและนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของตลาดผู้บริโภคในเม่าร้อยละ 20 น้ำเม่าและน้ำเม่าผสมพร้อมดื่มร้อยละ 60 ผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น แยมเม่าร้อยละ 20 ในปี 2548 สามารถผลิตเม่าออกสู่ตลาด 120,000 ขวด และผลิตเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยปี 2551 ผลิตได้ถึง 300,000 ขวด และสามารถเก็บเกี่ยวผลเม่าได้ประมาณ 300-400 ตัน [1] เม่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูงอุดมไปด้วยวิตามินบี 1 บี 2 ซี และ อี และกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายถึง 18 ชนิด [2] นอกจากนี้ ยังมีสารให้สีแดงกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanin) 17.6 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และสารประกอบกลุ่มฟีนอลิก (phenolic compounds) 311 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร [3] ซึ่งเป็นกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระและกำลังได้รับสนใจเป็นอย่างมากในกลุ่มผู้รักสุขภาพทั่วโลก

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่พบในพืชทั้งในดอกและในผลให้สีแดงน้ำเงินม่วงละลายน้ำได้ดีปัจจุบันนี้ แอนโทไซยานินจัดเป็นรงควัตถุที่ได้รับ

ความสนใจจากนักวิจัยเป็นอันมากเนื่องจากเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) จากการที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทำให้แอนโทไซยานิน มีบทบาทต่อการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular disease) โรค มะเร็งโรคเบาหวาน เป็นต้น Ghiselliet al. [4] รายงานถึงประสิทธิภาพของแอนโทไซยานินในไวน์แดง ว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดพวกออกซิเจนอิสระที่ก่อให้เกิดออกซิเดชันของพอลิไลโปโปรตีน (lipoproteins) และการตกตะกอนของเกล็ดเลือด แอนโทไซยานิน มีค่าการดูดกลืนแสงในช่วงคลื่น 510-540 นาโนเมตร ในเซลล์ของพืชหรือในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืชนั้นจะไม่ค่อยเสถียรเมื่อโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้สีเปลี่ยนไปด้วย การเปลี่ยนแปลงของแอนโทไซยานินขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่นแสงออกซิเจนความร้อน สภาพความเป็นกรดเบสเอนไซม์เพอรอกไซด์วิตามินซี ฟีโนลิกไดออกไซด์ ไอออนของโลหะโมเลกุลของน้ำตาลฟีนอลและสารสีอื่น ๆ เป็นต้น [5] และผลจากประจุบวกของไอออนโลหะบางชนิดโดยเฉพาะ divalent และ trivalent จะทำให้ค่าความยาวคลื่นสูงสุดของการดูดกลืนแสงเลื่อนไปทางด้านความยาวคลื่นสูงขึ้นเนื่องมาจากการเกิดการเปลี่ยนเฉดของสี [6]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินจากน้ำเม่า โดยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-differential method) ร่วมกับเทคนิคสเปกโทร

โพโทเมทรี

2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของ pH และไอออนอะลูมิเนียมที่มีต่อเสถียรภาพของแอนโทไซยานินในน้ำเม่า

เครื่องมือและวิธีการ

การเตรียมตัวอย่าง

น้ำเม่าของกลุ่มสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่ง

ผลิตภัณฑ์จากจังหวัดสกลนคร และชัยภูมิ จำนวน 5 ยี่ห้อ ได้แก่ ชัยภูมิ ภูพานหลวง ช้างพลังสอง ไทรทอง และโคกสีสุพรรณ

การหาปริมาณแอนโทไซยานินจากน้ำเม่า โดยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-differential method)

ปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียลดังสมการ

$$\text{Anthocyanin (mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l}$$

โดย $A = (A_{520} - A_{700})_{\text{pH } 1.0} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH } 4.5}$

MW = 499.2 g mol⁻¹ (cyanidin-3-glucoside), 306.7 g mol⁻¹ (pelargonidin-3-glucoside)

DF = dilution factor

ϵ = molar extinction coefficient; 26,900 l.mol⁻¹.cm⁻¹, cyanidin-3-glucoside, 31,100 l.mol⁻¹.cm⁻¹, pelargonidin-3-glucoside

l = ความกว้างของคิวเวต (cm)

pH ต่อความเสถียรของแอนโทไซยานินในน้ำเม่า

วัดค่าพีเอชด้วยเครื่อง pH meter

เตรียมตัวอย่างน้ำเม่า โดยเจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ pH 1-11 ในอัตราส่วนน้ำเม่าต่อสารละลายบัฟเฟอร์เป็น 1:50, 1:100 และ 1:200 โดยปริมาตร

การศึกษาผลของ pH และ Al³⁺ ต่อความเสถียรของแอนโทไซยานินในน้ำเม่า

เตรียมตัวอย่างน้ำเม่าต่อ 0.1 M HCl ในเมทานอลในอัตราส่วน 1:10 เท่า ปริมาตรสุดท้าย 10 มิลลิลิตร นำตัวอย่างที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 4000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง นำส่วนผสมนั้นมา 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสุดท้าย 5 มิลลิลิตร ด้วยอะซิเตตบัฟเฟอร์ pH 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไป

วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

เตรียม AlCl₃.6H₂O ความเข้มข้น 1.0x10⁻³, 1.0x10⁻² และ 1.0x10⁻¹ โมลาร์ ในอะซิเตตบัฟเฟอร์ pH 3.8 ปริมาตรสุดท้าย 10 มิลลิลิตร ปิดตัวอย่างน้ำเม่า และ AlCl₃.6H₂O ที่เตรียมไว้มาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสุดท้าย 5 มิลลิลิตร ด้วยอะซิเตตบัฟเฟอร์ pH 3 ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

นำสารละลาย pH และความเข้มข้นของ AlCl₃.6H₂O ที่เหมาะสมมาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสุดท้าย 5 มิลลิลิตร ด้วยอะซิเตตบัฟเฟอร์ pH 3 ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที และ 60 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลของ pH ที่มีต่อการเปลี่ยนสีของแอนโทไซยานินในน้ำเฒ่า

จากการศึกษาผลของ pH ของสารละลายน้ำเฒ่า พบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดเกิดขึ้น 2 ตำแหน่งคือ pH 1 มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดที่ 287 nm และ 520 nm (ตารางที่ 1) ซึ่งแอนโทไซยานินโดยรวมจะปรากฏสีแดงซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลเดิม [7] เมื่อค่า pH เพิ่มขึ้นแอนโทไซยานินก็จะปรากฏสีน้ำเงิน (ภาพที่ 1) ทั้งนี้เนื่องจากแอนโทไซยานินอยู่ในสภาพสมดุลในสารละลายที่เป็นกรดมาก ($\text{pH} < 0.5$) จะอยู่ในรูปของ flavylium cation (red) อยู่เพียงชนิดเดียว ซึ่งทำให้สารละลายมีสีแดง เมื่อ pH สูงขึ้นเป็นกรดน้อยลงหรือเป็นกลาง ปริมาณของ flavylium cation จะเริ่มลดลง เนื่องจากการเกิดไฮเดรชันไปเป็น cabinal base ซึ่งไม่มีสี ส่วนสมดุลระหว่างแอนโทไซยานินที่อยู่ในรูปของ flavylium cation และ quinoidal base (anhydro base) จะเกิดสมดุลที่ $\text{pK} 4.25$ ดังนั้นเมื่อแอนโทไซยานินอยู่ในสารละลายที่มี pH สูงกว่า 4.5 ขึ้นไปหรืออยู่ในสภาวะที่เป็นเบส จึงมีเฉพาะโครงสร้างของ cabinal base และ chalcone ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ไม่มีสีและโครงสร้างของ quinoidal base ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีสีน้ำเงิน ทำให้สารละลายที่ได้มีสีน้ำเงิน [8] ส่วนที่ pH 11 นั้นจะไม่มีการดูดกลืนแสง ซึ่งช่วง pH ดังกล่าวเป็นช่วงที่แอนโทไซยานินสลายตัว และเมื่อ pH เพิ่มขึ้นค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดจะเลื่อนมากขึ้นด้วยสอดคล้องกับ Counsell [9] ที่ว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดจะเลื่อนไปทางด้านที่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ pH สูงขึ้น

ปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำเฒ่าโดยวิธีพีเอช-ดีฟเฟอเรนเชียลเทียบกับเพลาร์โกนิดินและไซยานิดิน

ในการหาปริมาณแอนโทไซยานิน (mg/L) จากตัวอย่างน้ำเฒ่าในอัตราส่วน 1:5 เเท้โดยปริมาตร

โดยวิธีพีเอช-ดีฟเฟอเรนเชียลเทียบกับเพลาร์โกนิดินและไซยานิดินพบว่า เมื่อคำนวณเทียบกับเพลาร์โกนิดินจะมีค่าอยู่ในช่วง 3.28 ± 0.12 ถึง 25.96 ± 0.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบแอนโทไซยานินในปริมาณน้อยที่สุดในตัวอย่าง S_5 คือ 3.28 ± 0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบมากที่สุด ในตัวอย่าง S_4 คือ 25.96 ± 0.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ครั้นเมื่อคำนวณเทียบกับไซยานิดินจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.55 ± 0.20 ถึง 43.96 ± 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบแอนโทไซยานินในปริมาณน้อยที่สุดในตัวอย่างเดิม S_5 เท่ากับ 5.55 ± 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตรและมากที่สุดในตัวอย่าง S_4 เท่ากับ 43.96 ± 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตรเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอนโทไซยานินที่คำนวณเทียบกับเพลาร์โกนิดินและไซยานิดิน การใช้ข้อมูลของไซยานิดินจะให้แสดงแอนโทไซยานินโดยรวมในปริมาณที่สูงกว่า ด้วยเหตุนี้จึงต้องทราบข้อมูลเบื้องต้นด้วยว่าในตัวอย่างน้ำเฒ่าเหล่านี้ควรมีแอนโทไซยานินประเภทใดมากที่สุดแล้วจึงเลือกใช้ข้อมูลของสารมาตรฐานได้เหมาะสมที่สุดส่วนน้ำเฒ่าตัวอย่างที่เจือจางในอัตราส่วน 1:10 เเท้โดยปริมาตรนั้นให้ค่าการดูดกลืนแสงค่อนข้างต่ำมาก จึงไม่ใช้วิเคราะห์หาค่าปริมาณแอนโทไซยานิน

ผลของ pH และ Al^{3+} ต่อความเสถียรของแอนโทไซยานินในน้ำเฒ่า

จากผลการทดลอง พบว่า pH 3 มีค่าการดูดกลืนแสงมากที่สุด รองลงมาคือ pH 2, pH 4 และ pH 5 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cabrita และคณะ [10] ที่ศึกษาความคงตัวของสีแอนโทไซยานินทั้ง 6 ชนิดในสารละลายที่มี pH 1-12 นาน 60 วัน ซึ่งพบว่าแอนโทไซยานินที่ศึกษาเหล่านั้นเป็นแอนโทไซยานิดินหลักที่พบมากได้แก่ pelargonidin, peonidin, malvidin, cyaniding, delphinidin และ pentunidin จะมีความคงตัวในช่วง pH (1-5) ที่เป็นกรดสูง แต่เมื่อใกล้สภาวะที่เป็นกลาง ความคงตัวจะลดลงจนกระทั่งเกิดการสลายตัวหมด แต่มีแอนโทไซยานิดินบางชนิด เช่น pelargonidin, peonidin, malvidin และ cyanidine มีความคงตัวเพิ่มขึ้นใน

สภาวะที่เป็นเบส (pH 7-10) ด้วยแต่ก็ไม่สูงเท่ากับในสภาวะที่เป็นกรด แสดงว่าค่า pH ที่แตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อความคงตัวของแอนโทไซยานินดินแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน โดยปกติ pH ต่ำซึ่งเป็นสภาวะที่เป็นกรดนั้น ความคงตัวจะมากกว่าในสภาวะที่มีค่า pH สูงขึ้นซึ่งเป็นเบส ดังนั้นสารละลายบัฟเฟอร์ที่ pH 3 จึงให้ความเสถียรของแอนโทไซยานินในเทอมของค่าการดูดกลืนแสงได้สูงกว่าดังแสดงในภาพที่ 3

ส่วนการศึกษาอิทธิพลของ Al^{3+} ที่มีต่อความเสถียรของแอนโทไซยานินในตัวอย่างน้ำเม่านั้น พบว่าเมื่อใช้ 0.1 โมลาร์ Al^{3+} จะให้ปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด รองลงมาคือ 0.01 โมลาร์และ 0.001 โมลาร์ตามลำดับ (ภาพที่ 4) สารละลายควบคุมที่ไม่เติม Al^{3+} เทียบกับตัวอย่างน้ำเม่าที่เติม Al^{3+} ในอัตราส่วน 1:0.5 เมื่อทิ้งไว้ 30 นาที ตัวอย่าง S_1 , S_2 , S_3 , S_4 และ S_5 มีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 23.87, 45.61, 63.23, 49.52 และ 22.08 ไมโครโมลาร์ตามลำดับ โดยที่ตัวอย่าง S_3 มีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดคือ 63.23 ไมโครโมลาร์และตัวอย่าง S_5 มีปริมาณแอนโทไซยานินน้อยที่สุดคือ 22.08 ไมโครโมลาร์ (ตารางที่ 3) เมื่อเทียบกับส่วนผสมในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 พบว่า ที่อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าการดูดกลืนแสงและมีค่าร้อยละการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอนโทไซยานินของน้ำเม่าต่อไอออนอะลูมิเนียมมากที่สุด (ภาพที่ 5) เมื่อทิ้งไว้ 60 นาทีตัวอย่าง S_1 , S_2 , S_3 , S_4 และ S_5 มีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 23.90, 45.2, 62.79, 49.70 และ 22.12 ไมโครโมลาร์ตามลำดับ โดยที่ตัวอย่าง S_3 มีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดเท่ากับ 62.79 ไมโครโมลาร์และตัวอย่าง S_5 มีปริมาณแอนโทไซยานินน้อยที่สุดคือ 22.12 ไมโครโมลาร์ (ตารางที่ 3) และเมื่อเทียบกับส่วนผสมในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 พบว่าที่อัตราส่วน 1:1 ให้ค่าการดูดกลืนแสงและมีค่าร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำเม่าต่อไอออนอะลูมิเนียมมากที่สุด (ภาพที่ 6) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีและ 60 นาทีผลปรากฏว่า

ให้ค่าการดูดกลืนแสงไม่ต่างกันแสดงว่าไอออนอะลูมิเนียมเข้าทำปฏิกิริยากับหมู่ฟังก์ชันของแอนโทไซยานินได้รวดเร็วภายใต้สภาวะที่เหมาะสม

ดังนั้น การเติม Al^{3+} ส่งผลกระทบต่อความเสถียรต่อสารละลายน้ำเม่า ทำให้น้ำเม่ามีความเสถียรมากขึ้นซึ่งพิจารณาจากค่าการดูดกลืนแสงที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณแอนโทไซยานินโดยรวมยังคงเดิม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของพงษ์เทพ [6] ที่ว่าผลจากประจุบวกบางชนิดโดยเฉพาะ divalent และ trivalent metal ions จะทำให้ค่าความยาวคลื่นสูงสุดของการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเกิด bluing ของสีทำให้โมเลกุลของสีตกตะกอนและสอดคล้องกับผลงานของ Elhabiri และคณะ [11] ที่สกัดแอนโทไซยานินจาก Matthiolumcana โดยเติมอะลูมิเนียมและแคลเซียมลงไปทำให้ส่งผลกระทบต่อปริมาณแอนโทไซยานิน

สรุปผลการวิจัย

pH มีผลต่อสีที่ปรากฏของแอนโทไซยานินโดยรวมในตัวอย่างน้ำเม่าในช่วง pH ต่ำ (1-4) เป็นสีแดง เมื่อ pH เพิ่มขึ้นจะปรากฏสีน้ำเงินและให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดเปลี่ยนไปทางด้านที่มีค่าความยาวคลื่นมากขึ้นการหาปริมาณแอนโทไซยานินจากน้ำเม่าโดยวิธีพีเอช-ดีฟเฟอเรนเชียลร่วมกับเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมตริกนั้นเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก รวดเร็ว เมื่อคำนวณเทียบกับสารมาตรฐานเพลาร์โกนินดินและไซยานิดิน อย่างไรก็ตามเมื่อใช้ไซยานิดินเป็นสารอ้างอิงจะได้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าค่อนข้างชัดเจนเมื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของ pH และ Al^{3+} ต่อความเสถียรของแอนโทไซยานินในน้ำเม่าดังกล่าว พบว่าที่ pH 3 และความเข้มข้นของ Al^{3+} 0.1 โมลาร์แสดงให้เห็นผลกระทบของ pH และ Al^{3+} ต่อความเสถียรของแอนโทไซยานินในน้ำเม่า กล่าวคือ Al^{3+} ทำให้แอนโทไซยานินเสถียรมากขึ้นเนื่องจากปริมาณแอนโทไซยานินหน่วยไมโครโมลาร์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยพิจารณา

จากร้อยละการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอนโทไซยานิน
ของน้ำเม่าต่ออะลูมิเนียมเมื่อตั้งทิ้งไว้ประมาณ
30 นาที

เอกสารอ้างอิง

1. Wannawong K. MAO club Sakholnakorn province. Sakholnakorn. 2008; 2 P.
2. Division of Biological Sciences. *Antidesma thwaitesianum*. MAO (online). 2004; <http://www.winemao.com>.
3. Wongsiri S. Effects of processing and storage on anthocyanins stability in the juice of Mao *Antidesma* sp. Thesis Master of Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University.
4. Ghiselli A. et al. Antioxidant activity of different phenolic fractions separated from an Italian red wine. *J. Agric. Food Chem.*, 1998; 46: 361-367.
5. Siriphanit J. Postharvest physiology and technology of fruits and vegetables. Department of Horticulture Faculty of Agriculture, Kasetsart University Kamphaeng Sean Campus, 1995; 396 P.
6. Koednet P. Teaching technology of fruits and vegetables. Department of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya. 1999.
7. Markham KR. Techniques of Flavonoid Identification. Academic Press, London, 1982.
8. Brouillard R. Delaporte B. Mechanism of the Structural Transformations of Anthocyanins in Acidic Media. *Am. Chem. Soc.*, 1977; p. 99, 1359, 8461.
9. Counsell JN. Natural Colours for Food and Other Uses. Applied Science Publishers Ltd., London, 1981.
10. Cabrita L, Fossen T, Andersen OM. Colour and stability of the six common anthocyanin 3-glucosides in aqueous solutions. *Food Chem.* 68: 2000; 101-107.
11. Elhabiri M, Figueiredo P, Toki K, Saito N, Brouillard R. Anthocyanin-aluminium and gallium complexes in aqueous solution. *J. Chem. Soc.*, 1997; 355-362.

ตารางที่ 1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดและสีที่ปรากฏให้เห็นของแอนโทไซยานินที่ pH1-11 ของตัวอย่าง น้ำเม่าที่เจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ในอัตราส่วน 1:50

pH	$\lambda_{\max}$ (nm)		สี
	Band I	Band II	
1	287	520	แดง
2	287	522	แดง
3	287	524	แดง
4	287	525	แดง
5	287	528	แดงอมน้ำเงิน
6	287	529	แดงอมน้ำเงิน
7	288	576	น้ำเงิน
8	288	580	น้ำเงิน
9	288	590	น้ำเงิน
10	288	658	น้ำเงิน
11	288	–	น้ำเงิน*

หมายเหตุ : *สีจางลงอย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 2 ปริมาณแอนโทไซยานินในตัวอย่างน้ำเม่าที่เจือจาง 1:5 เท้าโดยปริมาตรเมื่อคำนวณเทียบกับเพลาร์โกนินดิน และไซยานิดิน

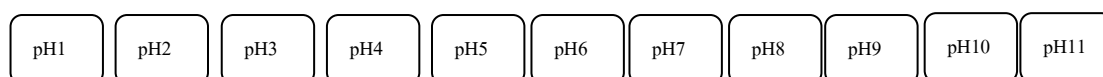
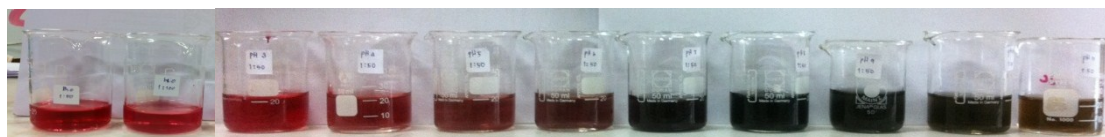
ตัวอย่าง	เพลาร์โกนินดิน (mg/L)	ไซยานิดิน (mg/L)
S ₁	4.37±0.11	7.41±0.18
S ₂	18.36±0.21	31.09±0.36
S ₃	17.78±0.49	30.10±0.82
S ₄	25.96±0.39	43.96±0.66
S ₅	3.28±0.12	5.55±0.20

ตารางที่ 3 ปริมาณแวนโทไซยานิน (μM) ของตัวอย่างน้ำเมากับไอออนอะลูมิเนียมที่ผสมกันในอัตราส่วน 1: 0.5, 1: 1 และ 1: 2 โดยปริมาตรและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

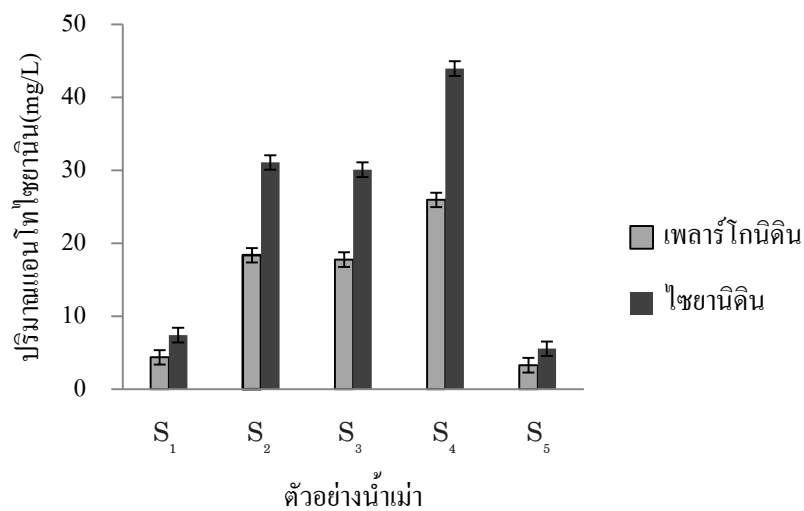
น้ำเม่า	สารควบคุม ไม่เติม Al^{3+}	ปริมาณแวนโทไซยานิน (μM)		
		1: 0.5	1: 1	1: 2
S_1	22.19	23.87	25.24	24.20
S_2	40.71	45.61	46.10	46.13
S_3	59.22	63.23	67.70	65.09
S_4	45.46	49.52	51.12	49.14
S_5	19.44	22.08	22.38	21.60

ตารางที่ 4 ปริมาณแวนโทไซยานิน (μM) ของตัวอย่างน้ำเมากับไอออนอะลูมิเนียมที่ผสมกันในอัตราส่วน 1: 0.5, 1: 1 และ 1: 2 โดยปริมาตรและตั้งทิ้งไว้ 60 นาที

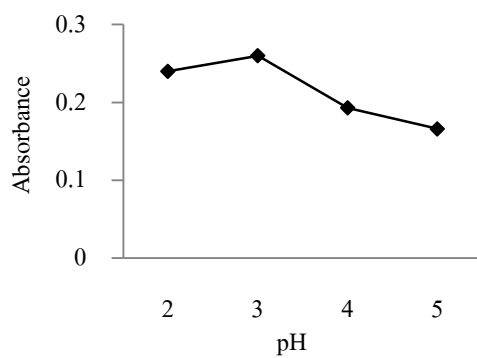
น้ำเม่า	สารควบคุม Al^{3+}	ปริมาณแวนโทไซยานิน (μM)		
		1: 0.5	1: 1	1: 2
S_1	22.45	23.90	25.28	24.09
S_2	40.33	45.20	46.21	46.43
S_3	59.78	62.79	67.70	62.34
S_4	47.14	49.70	51.08	49.63
S_5	19.78	22.12	22.34	21.41



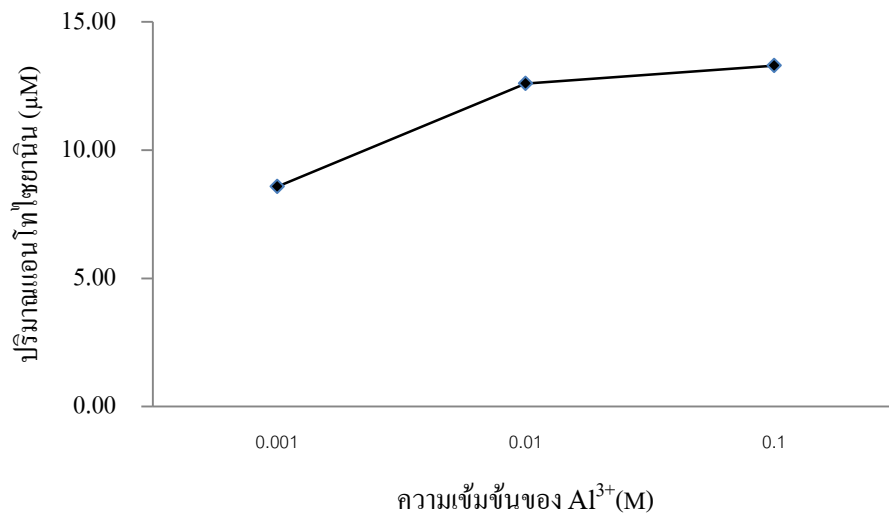
ภาพที่ 1 สีที่ปรากฏให้เห็นของแวนโทไซยานินที่ pH1-11 ของตัวอย่างน้ำเม่าที่เจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ ในอัตราส่วน 1:50



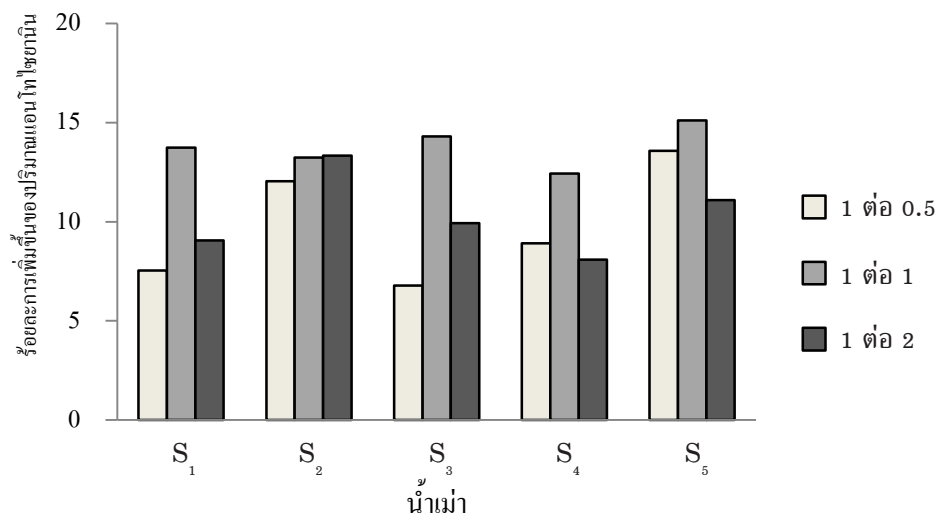
ภาพที่ 2 ปริมาณแอนโทไซยานินโดยรวมของตัวอย่างน้ำเมา 5 ยี่ห้อเมื่อคำนวณเทียบกับเพลาร์โกนินและไนยานิน



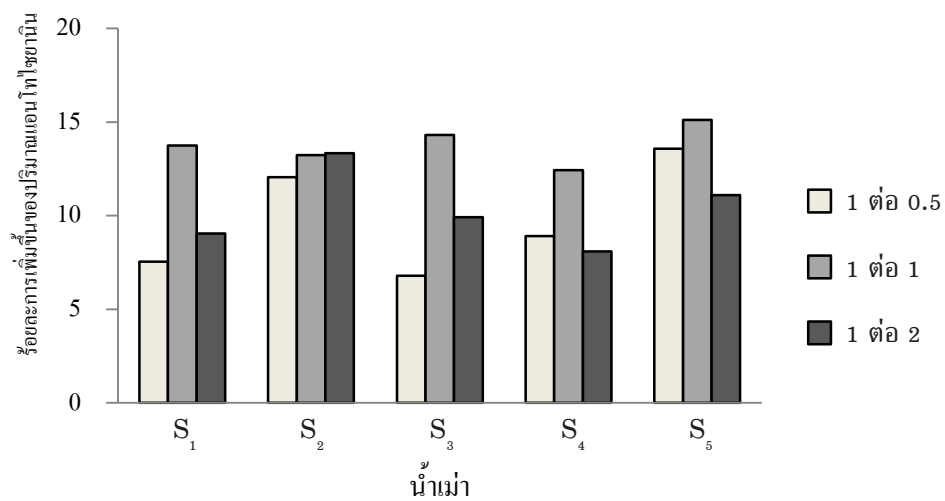
ภาพที่ 3 ผลของ pH ที่มีต่อการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำเมา



ภาพที่ 4 ผลของ Al^{3+} ที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำเฒ่า



ภาพที่ 5 ร้อยละการเพิ่มขึ้นของปริมาณแวนโทไซยานินของตัวอย่างน้ำเฒ่าในส่วนผสมของไอออนอะลูมิเนียมในอัตราส่วน 1:0.5, 1:1 และ 1:2 โดยปริมาตรและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที



ภาพที่ 6 ร้อยละการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอนโทไซยานินของตัวอย่างน้ำเฝ้าในส่วนผสมของไอออนอะลูมิเนียม ในอัตราส่วน 1:0.5, 1:1 และ 1:2 โดยปริมาตรและตั้งทิ้งไว้นาน 60 นาที