

การศึกษาความคงตัวของอิมัลชันที่มีสารสกัดมะเเฒ่าและกรดเฟอร์ูลิก
Study of Stability of Emulsion Containing Mamao Extract and Ferulic Acid

พุดชา ศิลา

อีเมล: 6451701278@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ดร. ถ้วนันท์ ศรีพิสุทธิ

อีเมล: tawanun.sri@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

สารสกัดจากพืชพรรณธรรมชาติกำลังได้รับความนิยมในหมู่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ เนื่องจากมีองค์ประกอบที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและเป็นประโยชน์ต่อผิวหนัง งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการเพิ่มมูลค่าของ *Antidesma bunius* หรือ “มะเเฒ่า” ซึ่งเป็นผลไม้พื้นเมืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และความคงตัวของสูตรอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) ที่มีสารสกัดจากผลมะเเฒ่าและกรดเฟอร์ูลิกเป็นองค์ประกอบ ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดจากผลมะเเฒ่ามีร้อยละผลผลิตเท่ากับ 7.60 ± 0.82 มีค่าแอนโทไซยานินเท่ากับ 81.21 ± 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร โดยสารสกัดสามารถละลายได้ดีในน้ำ, 95% เอทานอล และโพรพิลีนไกลคอล ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ประเมินโดยใช้วิธี DPPH assay มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.23 ± 0.01 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สารสกัดผลมะเเฒ่าที่ผ่านกระบวนการโคพิกเมนต์ร่วมกับกรดเฟอร์ูลิกยังมีความคงตัวสูงสุดภายใต้สภาวะ ต่อมาได้มีการพัฒนาสูตรอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) ที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากผลมะเเฒ่าที่โคพิกเมนต์ด้วยกรดเฟอร์ูลิก นำไปประเมินความคงตัวทางกายภาพ และเคมี พบว่าสูตรอิมัลชันมีความคงตัวดีในหลายด้าน เช่น ไม่เกิดการแยกชั้นของสูตรในขณะทำการทดลอง มีความเปลี่ยนแปลงของค่า pH การเปลี่ยนแปลงของสีและความหนืดในระดับที่ต่ำ เนื้อสัมผัสและกลิ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลง ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของสารสกัดจากมะเเฒ่าในการพัฒนาเป็นส่วนผสมสำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากธรรมชาติที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและมีความคงตัวสูง

คำสำคัญ: มะเเฒ่า, แอนโทไซยานิน, การต้านอนุมูลอิสระ, ความคงตัว, อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ

Abstract

Natural plant extracts are gaining popularity among health-conscious consumers due to their antioxidant properties and benefits for the skin. This study focuses on enhancing the value of *Antidesma bunius*, commonly known as “MaMao” a native fruit of northeastern Thailand, by investigating the anthocyanin content, antioxidant activity, and stability of an oil-in-water (O/W) emulsion containing MaMao fruit extract and ferulic acid. The results showed that the extract yield was $7.60 \pm 0.82\%$, with an anthocyanin content of 81.21 ± 0.01 mg/L. The extract exhibited good solubility in water, 95% ethanol, and propylene glycol. Antioxidant activity assessed using the DPPH assay revealed an IC_{50} value of 0.23 ± 0.01 mg/mL. The MaMao fruit extract, when co-pigmented with ferulic acid, demonstrated high stability under specific conditions. Subsequently, an oil-in-water (O/W) emulsion formulation containing the co-pigmented MaMao fruit extract was developed and evaluated for its physical and chemical stability. The emulsion was found to be stable, with no phase separation during the testing period and minimal changes in pH, color, and viscosity. The texture and fragrance remained unchanged. These findings indicate the potential of MaMao extract as a key ingredient in natural cosmetic products with antioxidant properties and high stability.

Keywords: Mamao (*Antidesma bunius*), Anthocyanins, Antioxidant Activity, Stability, O/W Emulsion

บทนำ/หลักการเหตุและผล (Introduction)

ในอุตสาหกรรมเกษตรยุคปัจจุบัน เกษตรกรต้องเผชิญจากการแข่งขันในตลาด ราคาผลผลิตที่ผันผวนตามอุปสงค์ อุปทาน และปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้อย่างสภาพดินฟ้าอากาศล้วนส่งผลกระทบต่อรายได้และความมั่นคง การสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Addition) ให้แก่สินค้าเกษตร สร้างรายได้ที่ยั่งยืน โดยการนำผลผลิตทางการเกษตรมาปรับเปลี่ยน เพิ่มลักษณะพิเศษ หรือสร้างจุดเด่นบางอย่างให้ต่างไปจากเดิม เพื่อให้ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น จึงจะสามารถจำหน่ายได้ในราคาที่สูงกว่าผลผลิตสดที่ยังไม่ได้แปรรูป (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2567)

มะเเฒ่า (*Antidesma bunius*) เป็นผลไม้พื้นเมืองของไทยที่จัดอยู่ในตระกูลเบอร์รี่ ที่มีลักษณะเด่นคือผลสุกมีสีม่วงเข้มจนเกือบดำ ซึ่งเป็นลักษณะของการมีแอนโทไซยานินในปริมาณที่สูงมีการรายงานว่แอนโทไซยานินในผลมะเเฒ่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับผลไม้ในกลุ่มเบอร์รี่จากต่างประเทศ เช่น แบล็กเคอร์แรนต์ (วิไลศรี ลิ้มปยอม และคณะ, ม.ป.ป.) มะเเฒ่ายังมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี เช่น วิตามินบี1 กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งแอนโทไซยานินนั้นมีความไม่เสถียรต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น แสง ความร้อน ค่า pH ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีและประสิทธิภาพทางชีวภาพ วิธีหนึ่งในการเพิ่มความคงตัวของแอนโทไซยานินโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ คือการสร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับสารโคพิกเมนต์ (Copigment) โดยเฉพาะในกลุ่มฟีนอลิก ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มความคงตัวและความเข้มของสีได้ (เหมือนขวัญ กงนอก, 2556) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการสกัดแอนโทไซยานินจากผลมะเเฒ่าเพื่อนำมาพัฒนาเป็นครีมอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W : Oil-in-Water) ซึ่งมีลักษณะเป็นเนื้อสัมผัสซึมซาบเร็ว ไม่เหนียวเหนอะหนะเหมาะสมกับผิวธรรมดาถึงผิวมัน พร้อมทั้งศึกษาการใช้กรดเฟอร์ูลิก (Ferulic acid) เป็นสารเสริมความคงตัวของแอนโทไซยานินในอัตราส่วนสารสกัดมะเเฒ่าต่อกรดเฟอร์ูลิก 1:5 เพื่อประเมินความคงตัวและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากธรรมชาติที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ ตลอดจนช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรไทย โดยเฉพาะกลุ่มผู้ปลูกมะเเฒ่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีความพร้อมในการผลิตวัตถุดิบชนิดนี้ในระดับชุมชน

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

1. การเตรียมตัวอย่างผลมะเเฒ่า

เก็บผลมะเเฒ่าจากจังหวัดสกลนคร นำมาล้างทำความสะอาด เลือกเฉพาะผลที่สุก (ลักษณะของผลจะมีสีแดง ม่วงอมแดงและเกือบดำ) นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิติดลบ 20 องศาเซลเซียส

2. เตรียมแอนโทไซยานินจากสารสกัดผลมะเเฒ่า

นำผลมะเเฒ่าออกมาจากการแช่ที่อุณหภูมิติดลบ 20 องศาเซลเซียส ออกมาแช่น้ำให้อยู่ในสภาวะอุณหภูมิห้อง ทำการคัดเฉพาะผลสีแดง, ม่วงอมแดงและเกือบดำ ตากจนกว่าจะแห้ง นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นจนมะเเฒ่ามีความละเอียดเข้ากัน นำไปหมักด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล (สุขมาภรณ์ ศรีเผด็จ และอรุณพล ศรีโสภา, 2564) ในอัตราส่วน 20:1 (ตัวทำละลายต่อพืชโดยปริมาณต่อน้ำหนัก) (ชนานันท์ สุวรรณปิฎกกุล, 2558) โดยน้ำหนักของมะเเฒ่า คือ 12.5 กรัม หมักด้วย 95%

เอทานอลปริมาณ 250 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชานำไปวางไว้ในที่มืดเป็นเวลา 120 นาที เมื่อครบเวลานำไปกรองด้วยอุปกรณ์การกรองแล้วจึงนำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุน (Rotary Evaporator) เพื่อให้ได้สารสกัดจากผลมะเมี๊ว ซึ่งน้ำหนักเพื่อคำนวณปริมาณร้อยละของผลผลิต (yield) ของแอนโทไซยานินจากผลมะเมี๊ว นำสารสกัดที่ได้ไปเก็บในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เตรียมนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

3. การศึกษาวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินจากสารสกัดผลมะเมี๊ว

ทดสอบโดยใช้วิธี pH Differential โดยทำการดัดแปลงวิธีของ Wrolsted (1976) โดยการนำสารละลายสารสกัดมะเมี๊ว จำนวน 11 มิลลิกรัม ละลายในน้ำปริมาตร 1.1 มิลลิลิตร (นำไปเจือจาง 10 เท่า) ผสมให้สารเข้ากันด้วยเครื่อง Vortex ผสมจนมีความเข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตรและ 700 นาโนเมตร การแสดงผลเป็นค่ามิลลิกรัมของแอนโทไซยานินรวมต่อลิตรของสารละลาย (ชานันท์ สุวรรณปฏิกรณ์, 2558) คำนวณหาค่าเฉลี่ยของปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดดังสมการ

$$\text{Total Anthocyanin } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{A \times M \times \text{DF} \times 1000}{\epsilon \times l}$$

กำหนดให้ค่าต่างๆในสมการดังต่อไปนี้

A = (Absorbance ที่ pH 1.00) - (Absorbance ที่ pH 4.50)

หรือ $(A_{520} - A_{700})_{\text{pH}1.00} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH}4.50}$

MW = น้ำหนักโมลโมเลกุลของแอนโทไซยานิน

DF = Dillution Factor (ค่าการเจือจาง)

ϵ = ค่าการดูดกลืนแสงจำเพาะของ Cyanidin-3-Glucoside (26,900 L/mol*cm)

l = ความยาวของ cuvette (โดยทั่วไปเท่ากับ 1 cm)

4. การศึกษาคุณสมบัติการละลายของสารสกัดจากผลมะเมี๊ว

การศึกษาคุณสมบัติการละลายของสารสกัดจากผลมะเมี๊ว จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ จะละลายได้ดีใน น้ำ เอทานอล และอะซิโตน (Hock et al., 2017) โดยมีวิธีการทดลอง คือ นำสารสกัดจากผลมะเมี๊วในปริมาณเท่ากันไปละลายในตัวทำละลายในปริมาณที่เท่ากัน เปรียบเทียบคุณสมบัติการละลาย ตัวทำละลายที่ได้ทำการศึกษา คือ น้ำ, 95% เอทานอล และ โพรพิลีนไกลคอล

5. การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลมะเเฒ่า

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ดัดแปลงจากวิธีการของ (Williams et al., 1995) คือ วิธีการทดสอบ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay) คือ อนุมูลอิสระดีฟิฟิเอซ (DPPH) เป็นสารสังเคราะห์ที่อยู่ในรูปอนุมูลอิสระที่คงตัวและมีสีม่วงเมื่อทำปฏิกิริยากับสารต้านออกซิเดชันที่ละลายด้วยเอทานอล จะทำให้สีม่วงจางลงกลายเป็นสีเหลือง ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV-Vis Spectrophotometer ทำการเตรียมสารละลายดีฟิฟิเอซ ชั่งดีฟิฟิเอซน้ำหนัก 0.0079 กรัมเติมสารละลาย 95% เอทานอล ปริมาณ 80 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรให้มีปริมาณ 100 มิลลิลิตร และทำการเตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) โดยชั่งกรดแอสคอร์บิกจำนวน 2 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันนำไปปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรให้มีปริมาณ 10 มิลลิลิตร และเตรียมสารสกัดจากผลมะเเฒ่าให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.10-0.40 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เตรียมสารสกัดจากมะเเฒ่า น้ำหนัก 20 มิลลิกรัม ละลายด้วย 95% เอทานอล ปรับปริมาตรจนได้ 10 มิลลิลิตร สารสกัดจากผลมะเเฒ่าที่เตรียมมีความเข้มข้นเท่ากับ 2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร นำไปไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้วิตามินซีเป็นสารมาตรฐาน จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งดังสมการ

$$\% \text{ Inhibition} = ((A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}) \times 100$$

กำหนดให้ A_{control} คือ การดูดกลืนแสงในกลุ่มควบคุม และ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงในกลุ่มตัวอย่างของสารสกัดที่นำมาศึกษา สร้างกราฟเปอร์เซ็นต์การยับยั้งและความเข้มข้นของสารอนุมูลอิสระ เพื่อหาค่า 50% Inhibition หรือค่า IC_{50}

6. การศึกษาผลของพีเอชที่มีต่อความคงตัวของสารสกัดจากผลมะเเฒ่า

เนื่องจากในสารสกัดจากผลมะเเฒ่ามีแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบซึ่งมีคุณสมบัติการเปลี่ยนสีตามค่าพีเอช (Bianca et al., 2021) การศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินส่งผลต่อความคงตัวของสารสกัดจากผลมะเเฒ่า ด้วยวิธีการ Scan UV-Visible Spectrophotometer หรือ Scan UV ที่ช่วงความยาวคลื่น 200 ถึง 700 นาโนเมตร หรือเรียกว่า full scan เป็นวิธีที่นิยมที่ใช้ดูการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานินภายใต้สภาวะกรด-เบส โดยตัวทำละลายที่ใช้ในการศึกษาคือน้ำ โดยการเตรียม

6.1 ตัวอย่างที่ 1 คือ สารสกัดผลมะเเฒ่าปริมาณ 20 มิลลิกรัมละลายในน้ำปรับปริมาตรด้วย

ขวดปรับปริมาตรจนได้ 10 มิลลิลิตร

6.2 ตัวอย่างที่ 2 คือ สารสกัดจากผลมะเมาะปริมาณ 20 มิลลิกรัมละลายในน้ำปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรจนได้ 10 มิลลิลิตร นำมาปรับค่า pH ด้วย Triethanolamine (TEA 99%) จนได้พีเอชเท่ากับ 6.50

6.3 ตัวอย่างที่ 3 สารสกัดจากผลมะเมาะปริมาณ 20 มิลลิกรัมละลายในน้ำ ทำการโคพิกเมนต์ด้วยกรดเพอรูลิกในอัตราส่วน 1:5 (สารสกัดจากผลมะเมาะ : กรดเพอรูลิก) ปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรจนได้ 10 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ด้วย Triethanolamine (TEA 99%) ให้ได้เท่ากับ 6.50

นำทั้ง 3 ตัวอย่างไปตั้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที เปรียบเทียบความคงตัวของสารสกัดจากผลมะเมาะ เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสีในวันที่ 1 และวันที่ 15 โดยทำการเก็บรักษาไว้ในที่มืด ทำการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter

7. การศึกษาค่าความคงตัวของสารสกัดจากผลมะเมาะในสูตรอิมัลชันที่มีกรดเพอรูลิกเป็นองค์ประกอบ

ทดสอบด้วยสูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำทั้ง 3 แบบ (ตารางที่ 1) สูตรที่ 1 คือ สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำ, สูตรที่ 2 คือ สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำกับสารสกัดจากผลมะเมาะคำนวณมาจากการศึกษาที่ 5 การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ, สูตรที่ 3 คือ สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำกับสารสกัดจากผลมะเมาะที่คำนวณมาจากการศึกษาที่ 5 การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและกรดเพอรูลิก (ปริมาณคำนวณการทฤษฎีการโคพิกเมนต์สารสกัดจากผลมะเมาะกับกรดเพอรูลิก) เตรียมโดยนำส่วนประกอบ Part A ให้ความร้อนที่ 70–75 °C จากนั้นผสมสารใน Part B และให้ความร้อนที่อุณหภูมิเดียวกัน ก่อนนำทั้งสองส่วนมารวมกันและกวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน พร้อมปล่อยให้เย็นลงต่ำกว่า 50 °C หลังจากนั้นเติมสารใน Part C, Part E และ Part D ตามลำดับพร้อมกวนให้เข้ากัน และทำการปรับค่าพีเอชของอิมัลชันให้อยู่ที่ 6.50 จากนั้นนำไปทดสอบค่าความคงตัวของสารที่เพื่อเร่งประเมินอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิร้อน-เย็น สลับกันเป็นจำนวน 6 ครั้ง จากนั้นประเมินความคงตัวของผลิตภัณฑ์ เช่น วิเคราะห์ค่าคงตัวของสี ความหนืด และลักษณะทางกาย เป็นต้น

ตารางที่ 1 สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำในการทดสอบความคงตัวของสารสกัดจากผลมะเเ

Part	Ingredients	%W/W		
		FB	FM	F-MF
A	Water	q.s to 100	q.s to 100	q.s to 100
	Aristoflex AVC	0.50	0.50	0.50
	Glycerin	8.00	8.00	8.00
B	Isopropyl Myristate	10.00	10.00	10.00
	Shea butter	5.00	5.00	5.00
	Glyceryl Stearate (and) PEG-100 Stearate	5.00	5.00	5.00
	Cetearyl Alcohol	3.00	3.00	3.00
C	Water	-	10.00	10.00
	Mamao extract	-	0.0230	0.0230
	Ferulic Acid	-	-	0.0040
D	Vitamin E	0.10	0.10	0.10
E	Liquid germall plus	1.00	1.00	1.00
	(INCI : Propylene Glycol (and) Diazolidinyl Urea (and) Iodopropynyl Butyrcarbomate			

หมายเหตุ FB คือสูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำ, FM สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำกับส่วนประกอบของสารสกัดจากผลมะเเ และ F-MF สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำกับส่วนประกอบของสารสกัดจากผลมะเเและกรดเฟอรูลิก

8. การทดสอบการยืนยันผลอิมัลชันสูตรอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W emulsion)

นำอิมัลชันที่ได้จากข้อ 7 ปริมาณ 2 กรัม ละลายด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันในปริมาตร 5 มิลลิลิตร ทดสอบการละลายของอิมัลชันว่าละลายในตัวทำละลายใด โดยตัวทำละลายที่ใช้ คือ น้ำ และมีเนอรัลลออยล์ (Vishal et al., 2018)

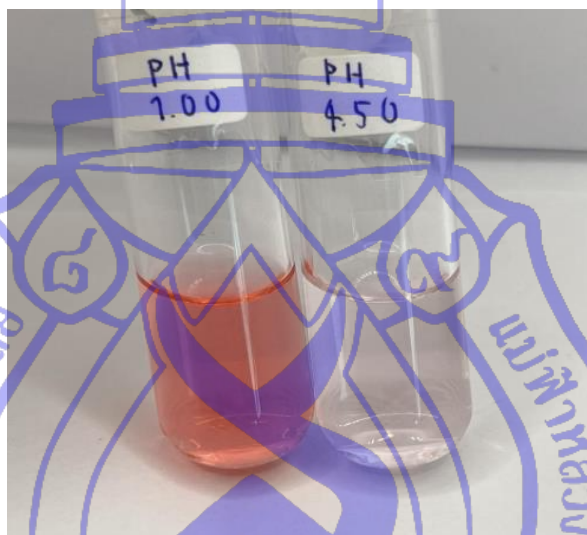
ผลการวิจัย (Results)



ภาพที่ 1 ลักษณะของผลมะเมาะ

คัดเลือกผลมะเมาะที่สุกและมีสีแดงเข้มไปถึงสีม่วง (ภาพที่ 1) เพื่อทำการสกัดได้สารสกัดร้อยละผลผลิต เท่ากับ 7.60 ± 0.82 เมื่อเปรียบเทียบการสกัดจากวิธีที่อ้างอิง (ชนานันท์ สุวรรณปิฎกกุล, 2558) พบว่า การสกัดด้วย 95% เอทานอล เหมาะสำหรับการสกัดแอนโทไซยานินที่มีความเข้มข้นสูง (Enriched anthocyanin) เมื่อเปรียบเทียบการสกัดด้วยตัวทำละลายที่เท่ากันพบว่าร้อยละผลผลิตที่ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 7.67 ± 0.50 จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ได้มีการสกัดแอนโทไซยานินด้วยเอทานอลที่มีความเข้มข้นต่างกัน พบว่าหากต้องการสกัดแอนโทไซยานินให้มีร้อยละของแอนโทไซยานินที่มากขึ้น ความเข้มข้นของตัวทำละลายควรอยู่ที่ 60-75 % (กมลวรรณ จงจิตต์ และคณะ, 2560) การสกัดด้วยเอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงจะให้สารสกัดจากผลมะเมาะที่เข้มข้นสูงปริมาณร้อยละผลผลิตที่ได้กลับมาน้อยกว่าแต่ละลดความเสี่ยงในการเจริญของจุลินทรีย์ (สุชุมาภรณ์ ศรีเผด็จ และอรรรพพล ศรีโสภา, 2564)

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH Differential ปริมาณแอนโทไซยานินของผลมะเขีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.21 ± 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงสีของสารสกัดจากผลมะเขีในสภาวะแวดล้อมที่พีเอชบัฟเฟอร์ 1.00 และ 4.50 (ภาพที่ 2) วัดที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ถึง 700 นาโน แนวทางในการทำวิจัยก่อนหน้านี้ (จิรายุ มุสิก และอัมพร แซ่เอียว, 2556) ศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินจำนวน 4 สายพันธุ์ ปริมาณแอนโทไซยานินอยู่ในช่วง 13.70 ± 0.12 ถึง 74.53 ± 0.45 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเมื่อเทียบกับงานวิจัยที่ได้กล่าวมาในการสกัดมะเขีด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล พบว่าในปริมาณแอนโทไซยานินจากสารสกัดที่ได้เตรียมมามีค่าที่ต่ำกว่างานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น



ภาพที่ 2 แสดงสีของสารสกัดจากผลมะเขีในสภาวะแวดล้อมที่พีเอชบัฟเฟอร์ 1.00 และ 4.50 ก่อนนำไปวัดหาปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH Differential ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ถึง 700 นาโนเมตร

คุณสมบัติการละลายของสารสกัดจากผลมะเขีสามารถละลายได้ดีในน้ำและ 95% เอทานอล การศึกษาของ (Hock et al., 2017) แอนโทไซยานินมีคุณสมบัติเป็นเม็ดสีที่ละลายในน้ำ จัดเป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) และหมู่ที่เป็นน้ำตาลในโครงสร้าง จึงทำให้มีขั้วที่สูงมาก สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้วสูง ความสามารถในการละลายของสารสกัดจากผลมะเขีในตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ, เอทานอล 95% และโพรพิลีนไกลคอล พบว่าสาร

สกัดจากผลมะเมาะสามารถละลายได้ในทุกตัวทำละลาย โดยน้ำและเอทานอลให้การละลายได้รวดเร็วกว่าตัวทำละลายอื่น

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าจากผลการศึกษาจากสารสกัดจากผลมะเมาะมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ $52.55 \pm 1.54\%$ จากค่าที่ได้เมื่อเทียบกับจากงานวิจัยก่อนหน้า (จรรววรรณ ตรีเถื่อน และคณะ, 2561) เทียบที่ความเข้มข้นของตัวทำละลายเท่ากันการศึกษาผลมะเมาะจำนวน 5 สายพันธุ์ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 13.15 ± 0.56 - $53.18 \pm 1.04\%$ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่า IC_{50} มีค่าเท่ากับ 0.23 ± 0.01 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (ภาพที่ 3) เปรียบเทียบกับการศึกษาก่อนหน้านี้ ที่การสกัดมะเมาะด้วย 95% เอทานอล พบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ 36.71 ± 0.93 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จากอัตราส่วนในการสกัดและวิธีการในการทดลองแตกต่างกัน แต่พบว่ามะเมาะที่ทดสอบมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่างานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น

ความคงตัวของสารสกัดจากผลมะเมาะเปรียบเทียบกับก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบ เก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 15 วัน วัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างด้วยเครื่อง pH meter วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter วัดความคงตัวของสารสกัดผลมะเมาะด้วยวิธีการ UV-Visible Spectrophotometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 200-700 นาโนเมตร (ปิ่นวดี ตรีตรง, 2562) ลักษณะของสีที่ปรากฏมีการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ภาพที่ 3) พบค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 517 นาโนเมตร ลักษณะผลที่เกิดขึ้นของสารสกัดจากผลมะเมาะทั้ง 3 แบบ เปรียบเทียบระหว่างสารสกัดจากผลมะเมาะที่ไม่ผ่านการปรับ pH กับสารสกัดจากผลมะเมาะที่ผ่านการปรับ pH สารสกัดจากผลมะเมาะในสถานะที่เป็นกรดจะมีความเสถียรที่มากกว่าที่สถานะที่เป็นกลาง ซึ่ง pH ที่แตกต่างกันของสารสกัดจากผลมะเมาะส่งผลกับสีที่แสดงออกมา ในส่วนของสารสกัดจากผลมะเมาะที่ผ่านการปรับ pH กับสารสกัดจากผลมะเมาะที่ผ่านการโคพิกเมนต์ด้วยกรดเพอรูลิกและผ่านการปรับ pH ช่วงความยาวคลื่น 200-300 นาโนเมตรจะเกิดพีคของกรดเพอรูลิก ซึ่งแสดงว่าในการเติมกรดเพอรูลิกเข้าไปมีการเกิดปฏิกิริยาร่วมกันกับสารสกัดจากผลมะเมาะ ค่าของการดูดกลืนแสงและค่าพีเอชของสารสกัดที่ผ่านการโคพิกเมนต์มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่าสารสกัดจากผลมะเมาะที่ไม่ได้ผ่านการโคพิกเมนต์



ก่อนการทดสอบ



หลังการทดสอบ

ภาพที่ 3 แสดงค่าพีเอชที่แตกต่างกันในสภาวะกรด-เบสส่งผลต่อสีที่แสดงออกของสารสกัดจากผลมะเฒ่าก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบ

สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำทั้ง 3 สูตร (ตารางที่ 2) สูตร ที่ 1 คือ FB สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำ, สูตร ที่ 2 คือ FM สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำกับสารสกัดจากผลมะเฒ่าที่คำนวณมาจากการศึกษาที่ 5 การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ, สูตร ที่ 3 คือ F-MF สูตรอิมัลชันน้ำมันในน้ำกับสารสกัดจากผลมะเฒ่าที่คำนวณมาจากการศึกษาที่ 5 การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและกรดเพอรูลิก (ปริมาณคำนวณการทฤษฎีการโคพิกเมนต์สารสกัดจากผลมะเฒ่ากับกรดเพอรูลิก) ปรับให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 6.50 นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifugation test) ที่ 3000 rpm เป็นเวลา 30 นาทีเพื่อดูความเสถียรเบื้องต้นของอิมัลชันว่าจะไม่เกิดการแยกชั้น วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter ในทั้ง 3 แบบ วัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดความหนืด Viscometer ทดสอบทางกายภาพในด้านต่าง ๆ เก็บตัวอย่างไว้ในสภาวะร้อนสลับเย็นจำนวน 6 รอบเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงเบื้องต้น

ตารางที่ 2 การศึกษาความคงตัวและลักษณะทางกายภาพของอิมัลชัน O/W ก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวที่สภาวะร้อน-เย็น

ลักษณะทางกายภาพ		FB		FM		F-MF	
		ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
สี	L*	75.99±1.54	76.52±0.23	81.63±2.89	82.68±1.25	83.86±1.34	82.18±0.04
	a*	-0.23±0.04	-0.21±0.02	-0.41±0.05	-0.37±0.06	-0.21±0.02	-0.51±0.03
	b*	-1.75±0.04	-1.10±0.38	-1.77±0.41	-0.65±0.15	-1.55±0.38	-1.19±0.79
	pH	6.50±0.00	5.07±0.04	6.50±0.00	4.99±0.02	6.50±0.00	6.02±0.02
	ΔpH	1.43 ±0.02		1.51±0.01		0.48±0.01	
ความหนืด (cP)		6421±10.86	6372±17.79	6452±13.10	6362±8.21	6422±10.10	6408±5.23
ลักษณะสี		สีขาว					
กลิ่น		กลิ่นธรรมชาติ					
การแยกชั้น		ไม่พบการแยกชั้น					

ในการทดสอบไม่พบการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์อิมัลชันน้ำมันในน้ำทั้งสามสูตรหลังจากการเร่งสภาวะของผลิตภัณฑ์ด้วยอุณหภูมิร้อน-เย็น จากค่าในตารางที่ 2 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชหลังทำการทดสอบ ในสูตรอิมัลชันที่มีกรดเฟอรูลิกเป็นองค์ประกอบสามารถช่วยเพิ่มความเสถียรในกับสารสกัดจากผลมะเมี๊วได้ และเพื่อยืนยันชนิดของครีมอิมัลชันน้ำมันในน้ำ นำตัวอย่างไปทดสอบด้วยตัวทำละลายที่ต่างชนิดกัน อิมัลชันสามารถละลายได้ดีในน้ำ จึงสามารถยืนยันได้ว่าอิมัลชันที่ได้เป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ (Discussion and Suggestion)

สารสกัดจากผลมะเมี๊ยะถูกเตรียมโดยการหมักผลมะเมี๊ยะสดกับตัวทำละลายเอทานอล 95% ในอัตราส่วน 20:1 (v/w) เป็นเวลา 120 นาทีในที่มืด ระเหยตัวทำละลายออกจนหมด ได้สารสกัดในปริมาณร้อยละผลผลิตเท่ากับ $7.60 \pm 0.82\%$ วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH Differential พบว่า มีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 81.21 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถในการละลายของสารสกัดจากผลมะเมี๊ยะในตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ, เอทานอล 95% และ โพรพิลีนไกลคอล โดยน้ำและเอทานอลให้การละลายได้รวดเร็วกว่าตัวทำละลายอื่น การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยวิธี DPPH พบค่า IC_{50} เท่ากับ 0.23 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งชี้บ่งถึงศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระในระดับดี การศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินสภาวะค่า pH ต่าง ๆ พบว่าแอนโทไซยานินมีความเสถียรสูงในสภาวะกรด และมีแนวโน้มลดลงเมื่อค่า pH สูงขึ้น การโคพิกเมนต์ร่วมกับกรดเฟอรูลิกในอัตราส่วน 1:5 ช่วยเพิ่มความเสถียรของแอนโทไซยานินในสภาวะพีเอชที่ 6.5

ในส่วนของการพัฒนาครีมอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) ที่มีส่วนสารสกัดจากผลมะเมี๊ยะเป็นองค์ประกอบ พบว่าสูตรที่มีการโคพิกเมนต์ด้วยกรดเฟอรูลิกมีค่าพีเอชที่เสถียรที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงของสีต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมอื่น ๆ นอกจากนี้ การทดสอบความคงตัวของกายภาพเบื้องต้นของการปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 30 นาที ไม่พบการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ แสดงถึงความเสถียรภาพของระบบอิมัลชันที่พัฒนาขึ้นอย่างเหมาะสมและมีศักยภาพสำหรับการพัฒนาต่อในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากธรรมชาติ

รายการอ้างอิง

กมลวรรณ จงจิตต์, จารุวรรณ ดรเถื่อน, จตุพร ประทุมเทศ, ปาริฉัตร แก้วคำจันทร์, และ

ประกายรัตน์ กาลสุข. (2560). การวิเคราะห์หาสารต้านอนุมูลอิสระสารประกอบ

ฟีนอลิกทั้งหมดและการตั้งตำรับครีมบำรุงผิวหน้าจากสารสกัดหมากเมี๊ยะ. *วารสาร*

เภสัชศาสตร์อีสาน, 23(ฉบับพิเศษ), 209-218.

จารุวรรณ ดรเถื่อน, อัมพร ภูศรีฐาน และพิเชษฐ เทบ่ารุ่ง. (2561). การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้าน

อนุมูลอิสระและปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในผลมะเมี๊ยะ (*Antidesma* sp.). *แก่นเกษตร*, 46

(ฉบับพิเศษ 1), 363-368.

- จิรายุ มุสิกกา และอัมพร แซ่เอียว. (2556). ผลของสีและสายพันธุ์ของผลหมากเม่าต่อสมบัติทางกายภาพ เคมี และสารเชิงสุขภาพ (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 392-400.
- ชนานันท์ สุวรรณปิฎกกุล. (2558). การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะม่วงหาวมะนาวโห่. (การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- ปิ่นวดี ตรีตรึง. (2562). การพัฒนาแฮร์คิวksen ที่มีส่วนผสมของสารสกัดมะขามป้อม (การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- วิไลศรี ลิ้มปวยอม, อัญชลี ชาวนา และพรทิพย์ เฟื่องจันทร์. (ม.ป.ป.). การพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปมะเฒ่าเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ให้เป็นสินค้าเฉพาะถิ่น. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, กรมวิชาการเกษตร. สืบค้นจาก <https://www.doa.go.th> เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2568
- สุขุมารณ์ ศรีเผด็จ และอรรณพ ศรีโสภา. (2564). ประสิทธิภาพสารสกัดหมากเม่า (*Antidesma* spp.) ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในสัตว์ปีก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(วท.), 29(5), 828-837. <https://doi.org/10.14456/tstj.2021.70>
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2567). การปลดล็อกศักยภาพสินค้าเกษตรไทยสู่ตลาดโลก. สืบค้นจาก <https://www.arda.or.th/detail/6191>
- เหมือนขวัญ กงนอก. (2556) การใช้วิธีโคฟิเมนต์เทชั่นเพื่อเพิ่มความคงตัวของรงควัตถุจากกระเจี๊ยบแดงและอัญชัน (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Aulton, G. (1997). Functions of emulsifiers in formulations. *International Journal of Cosmetic Science*, 19(4), 287–303.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Enaru, B., Dretcanu, G., Pop, T. D., Stanila, A., & Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation. *Antioxidants*, 10(10), 1967. <https://doi.org/10.3390/antiox10121967>

Lad, V., Suryawanshi, C., Jadhav, N., Wagh, V., Sinnhal, A., Bhoi, G., . . . Shastri, V.

(2018). Formulation and evaluation of vanishing herbal cream of crude drugs.

Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences, 5(5), 4121–4128.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.1253707>

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 & Nutrition Research*, 61(1), 1361779.

