



โครงการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

การศึกษาสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น
เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

KAEW KHAMIN MANGO SEED KERNEL EXTRACT
FOR USE IN COSMETIC PRODUCTS

โดย

นายศิวะกร เลาสวัสดิ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ. 2567



ใบรับรองโครงงานทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

.....
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)

ปริญญา

.....
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาขา

.....
วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง
Kaew Khamin Mango seed kernel extract for use in cosmetic products

นามผู้วิจัย.....นายศิวักร เลาสวัสดิ์.....

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ.....

(.....อาจารย์ พุทธพร ส่องศรี, D.Eng.....)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(.....รองศาสตราจารย์แดงอ่อน พรหมมี, ปร.ด.....)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2567

การศึกษาสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น

เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

ศิวะกร เลหาสวัสดิ์ และ พุทธพร ส่องศรี

บทคัดย่อ

เมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้นถูกทิ้งเป็นของเสีย แต่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีคุณค่าพร้อมด้วยสมบัติต้านอนุมูลอิสระ งานวิจัยนี้ศึกษาเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้นเพื่อตรวจสอบคุณลักษณะขององค์ประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพและศักยภาพในการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu พบว่าสารประกอบฟีนอลในเมล็ดมีความเข้มข้นสูง การตรวจ DPPH ยืนยันฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีนัยสำคัญ การตรวจสอบเพิ่มเติมด้วยวิธีอะลูมินียมคลอไรด์พบว่า มีฟลาโวนอยด์ ที่สำคัญสารสกัดจากเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้นมีศักยภาพในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้นเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ งานวิจัยนี้เน้นย้ำถึงคุณค่าในการลดของเสียทางการเกษตรและการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เครื่องสำอางหรืออาหารเสริม

คำสำคัญ: มะม่วงแก้วขมิ้น, เนื้อในเมล็ด, สารต้านอนุมูลอิสระ, ฟีนอลิก, ฟลาโวนอยด์, ไทโรซิเนส

Kaew Khamin Mango seed kernel extract for use in cosmetic products

Siwakorn Laohasawat and Puttaporn Songsri

ABSTRACT

Mango seeds, often discarded as waste products, contain valuable bioactive compounds with antioxidant properties. This study investigates the kernels of Kaew Khamin mango seeds to characterize their bioactive composition and potential applications. Phenolic content analysis using the Folin-Ciocalteu method revealed a high concentration of phenolic compounds in the kernels. DPPH assays confirmed significant antioxidant activity. Further examination with the aluminum chloride method indicated the presence of flavonoids. Importantly, extracts from Kaew Khamin mango seed kernels demonstrated potent inhibition of the tyrosinase enzyme. Our findings suggest that Kaew Khamin mango seed kernels are a rich source of bioactive compounds with antioxidant properties. This research highlights their potential value in reducing agricultural waste and their possible applications in various industries, such as cosmetics or food supplements.

Keywords: Kaew Khamin mango, seed kernel, antioxidants, phenolics, flavonoid, tyrosinase

บทนำ

ในปัจจุบันมีผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิดที่ถือว่าเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ที่ส่งผลเสียต่อทรัพยากรทางดิน อากาศ และน้ำ ภัยพิบัติต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร ผลผลิตเหล่านั้นไม่สามารถส่งออกหรือค้าขายได้ ทำให้มีผลผลิตทางการเกษตรทั้งผักและผลไม้ที่เสียหายจำนวนมาก รวมถึงมะม่วง ส่วนที่เหลือจะเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งได้แก่ เปลือกและเมล็ด และมะม่วงเป็นผลไม้ที่มีการบริโภคเป็นอย่างมาก ประเทศไทยนั้นมีการผลิตมะม่วงอยู่ทั่วประเทศ เพราะมะม่วงเป็นพืชเมืองร้อนปรับตัวได้ดีในทุกภูมิภาคทั่วไทย มะม่วงที่นิยมปลูกในประเทศไทยได้แก่ มะม่วงอกร่อง มะม่วงเขียวเสวย มะม่วงอกร่อง มะม่วงแก้วขมิ้น

มะม่วงแก้วขมิ้น(*Mangifera indica* L.)มีองค์ประกอบของสารออกฤทธิ์มากมาย ไขมันจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงมีกรดไขมันที่จำเป็นหลายชนิด มีสารแคโรทีนอยด์ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระอยู่สูงและมีสารต้านอนุมูลอิสระประเภทสารประกอบฟีนอลิก เช่น gallic acid, ellagic acid และgallates(Puravankara et al., 2000) นอกจากนี้ไขมันจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงยังมีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเช่น มีคุณสมบัติที่ทำให้ผิวชุ่มชื้นและฟื้นฟูสุขภาพผิว ช่วงอุณหภูมิหลอมละลายของไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วงเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นบาล์มทาผิว และยังซึมได้ง่ายบนผิวหนังชั้นนอก อีกทั้งยังสามารถเป็นส่วนผสมที่ทำให้มีกลิ่นของ เครื่องสำอางเสถียร นอกจากนี้ สารประกอบฟีนอลิกที่มีอยู่ในเนื้อในเมล็ดมะม่วงยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีผลให้ผิวขาวขึ้น ป้องกันแสงแดดและลดริ้วรอยที่เกิดขึ้น (González, 2008) ทั้งนี้ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะทำให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ การรับประทานเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นอาหารเสริมจะช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และป้องกันร่างกายจากพยาธิสภาพต่างๆ ที่เกิดจากอนุมูลอิสระ เช่น โรคความจำเสื่อม โรคหัวใจ และ มะเร็งได้

จากดังกล่าวข้างต้น ผลของมะม่วงเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร แม้ผู้บริโภคจะซื้อ มะม่วงไปรับประทานก็ยังคงเหลือเปลือกและเมล็ดไว้ ซึ่งได้นำเนื้อในเมล็ดของมะม่วงมาใช้ประโยชน์ เช่น สารสกัดที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ การนำไปทำปุ๋ย ทำสบู่ ทำเครื่องสำอาง ฯลฯ ส่วนของมะม่วงแก้วขมิ้นที่จัดเป็นของเหลือมากที่สุด คือ เมล็ด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพใน เนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น โดยการหาปริมาณสารต่างๆ และกิจกรรมทางชีวภาพของการสกัดเพื่อมาพัฒนาไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์

อุปกรณ์และวิธีการ

1 การเตรียมตัวอย่างเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น

มะม่วงแก้วขมิ้น (*Mangifera indica* L.) จากสวนที่บ้าน ในอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม นำส่วนของเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น น้ำหนักสด 37.87 กรัม เพื่อใช้ในการศึกษา ทำให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส(เป็นอุณหภูมิสูงที่สุดที่ยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหลืออยู่มาก แต่ป้องกันการเกิดเชื้อราได้) เป็นเวลา 1 วัน หรือ 24 ชั่วโมง น้ำหนักแห้ง 12.35 กรัม (ความชื้นหายไป 67.39%)

การคำนวณความชื้นที่หายไปเป็น%ในการอบลมร้อน
$$\frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง})}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

2 การเตรียมสารสกัด

นำตัวอย่างเนื้อในเมล็ดมะม่วง มาสกัดแยกด้วยตัวทำละลายสกัด ได้แก่ 95% เอทานอล นำไปเก็บไว้ในที่มืด ใช้เวลาสกัดสารเป็นเวลา 13 วัน จากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรอง แล้วเก็บไว้ในขวดตัวอย่าง(สีชา) เก็บไว้ในที่มืด 1 คืน

3 การเจือจางสารตัวอย่าง

ดูดสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วง 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองจากนั้นเติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร (เจือจาง 1:10) ดูดสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่เจือจางแล้ว 1:10 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองและเติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร (เจือจาง 1:100) ดูดสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่เจือจาง 1:100 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองและเติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร (เจือจาง 1:1000)

4 การหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

การหาปริมาณฟีนอลิกสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น โดยวิธี Folin-Ciocalteu ดัดแปลงวิธีบางส่วนจาก Singleton et al. (1996) เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ในน้ำกลั่นความเข้มข้นต่างๆ (0,20,40,60,80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร) จากนั้นใช้ปิเปตดูดสารละลายที่เจือจางแล้วใส่หลอดทดลองปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร เตรียมสารสกัดตัวอย่างเจือจาง 95% เอทานอล 1:10, 1:100 และ 1:1000 มาปริมาตรละ 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารทำปฏิกิริยา 10% Folin-Ciocalteu Reagent หลอดละ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 7.5% Sodium Carbonate (Na_2CO_3) หลอดละ 4 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง เขย่าให้สารละลายผสมกัน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer คำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยเปรียบเทียบกับสารละลายกรดแกลลิกเป็นมาตรฐาน

5 การทดสอบการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH scavenging assay โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Andrica et al. (2016) เตรียมสารมาตรฐาน Butylated hydroxytoluene (BHT) ใน methanol ความเข้มข้นต่างๆ (0, 20, 40, 60, 80 และ 100 µg/mL) จากนั้นใช้ปิเปตดูดสารละลายที่เจือจางแล้วใส่หลอดทดลองปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร และเตรียมสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารสกัดตัวอย่างเจือจางด้วยเมทานอล 1:10 และ 1:100 มาปริมาตรละ 1 มิลลิลิตร เติมนเมทานอล 3 มิลลิลิตรทุกหลอด จากนั้นเติมสารละลาย DPPH ใน methanol เข้มข้น 1 m mol/L ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรทุกหลอด เขย่าให้ผสมกัน เก็บไว้ในที่มืด 20 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer จากนั้นเปรียบเทียบกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับสารละลายมาตรฐาน Butylated hydroxytoluene (BHT) โดยใช้ %Radical scavenging

กิจกรรมการกำจัด DPPH เปอร์เซนต์ (%) คำนวณโดยใช้สูตร:

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

A_{control} คือค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

A_{sample} คือค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

6 การทดสอบปริมาณฟลาโวนอยด์

การทดสอบปริมาณฟลาโวนอยด์ โดยใช้วิธี Aluminium chloride ดัดแปลงวิธีบางส่วนจาก ภานุมาศ (2563) เตรียมสารมาตรฐานเคอซีทิน ความเข้มข้นต่างๆ (0, 40, 80 และ 120 µg/mL) จากนั้นใช้ปิเปตดูดสารละลายที่เจือจางแล้วใส่หลอดทดลองปริมาตรหลอดละ 1.5 มิลลิลิตร เตรียมสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร และสารสกัดตัวอย่างเจือจาง 95% เอทานอล 1:10 ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เติมนสารละลาย potassium acetate ปริมาตร 100 ไมโครลิตรทุกหลอด เติมน Aluminium chloride ปริมาตร 100 ไมโครลิตรทุกหลอด จากนั้นเติมน้ำกลั่น 13 มิลลิลิตรลงในหลอดสารมาตรฐานเคอซีทิน ความเข้มข้นต่างๆ และเติมน 95% เอทานอล 13 มิลลิลิตรลงในหลอดสารสกัดตัวอย่าง และสารสกัดตัวอย่างเจือจาง 1:10 เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นสารสกัดตัวอย่าง และสารสกัดตัวอย่างเจือจาง 1:10 เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer คำนวณหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์

7 การทดสอบการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

การวิเคราะห์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยดัดแปลงวิธีการของ (Neagu et al., 2016) โดยเติมสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนส 12 ยูนิตต่อ 100 μ l ปริมาตร 500 μ l จากนั้นเติมสารสกัดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ปริมาตร 100 μ l ตามด้วยเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1 M พีเอช 6.8 ปริมาตร 4 ml ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเติมสารละลาย L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA) ความเข้มข้น 2.5mM ปริมาตร 200 μ l วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 475 nm โดยทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงตามเวลาที่ 0, 8, 14 และ 21 นาที หลังเกิดปฏิกิริยาซึ่งทำสามซ้ำ โดยใช้ kojic acid เป็นสารมาตรฐาน

8 การทดลองผสมเซรั่มสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น

เตรียมผลิตภัณฑ์ ไชริส เซรั่ม เอ (Sciwis Serum A) ที่มีส่วนผสมของ Aqua, Propylene glycol, Butylene Glycol, Glycerin, Phenolxy Ethanol, DMDM Hydantoin, Hydroxyethylcellulose จากนั้นใส่สารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วง

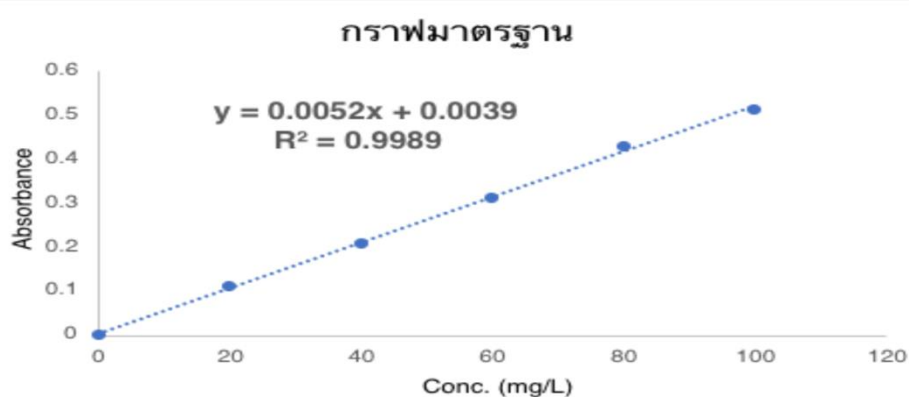
9 การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองทั้งหมดดำเนินการใน 3 ซ้ำและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบ ANOVA ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าเฉลี่ยถูกแยกโดยใช้การทดสอบหลายช่วง และพิจารณาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p \leq 0.05$

ผลการศึกษา

1 การทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วมื่น ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu พบว่า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟสารมาตรฐานของกรดแกลลิก แสดงให้เห็นว่า เนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วมื่น มีสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ และมีปริมาณฟีนอลิกโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 0.533 mg GAE/gDW และมีฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ย 0.530 ± 0.003 mg GAE/gDW



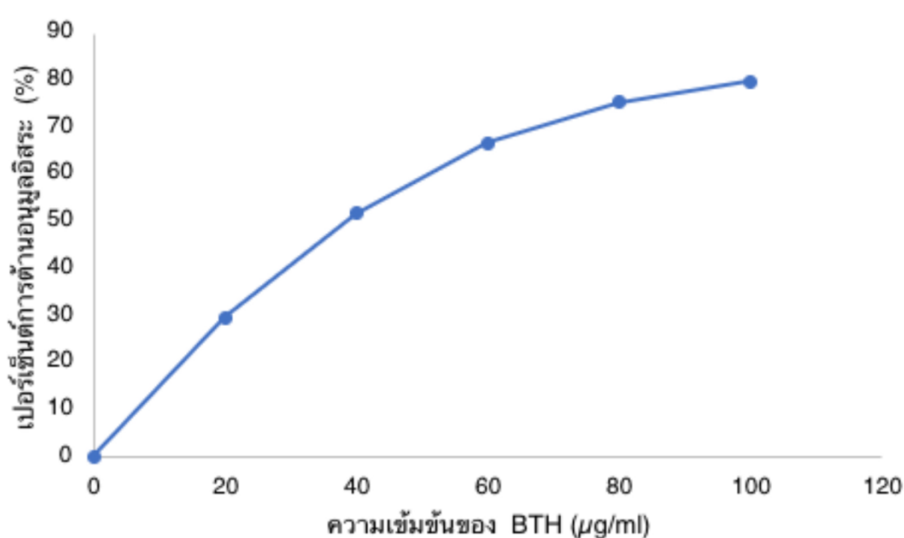
ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

ตารางที่ 1 ผลการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วมื่น

ตัวอย่าง	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด			ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ย (mg GAE/gDW) $\pm$ SD
	1	2	3	
เจือจาง 1:1000	0.533	0.530	0.528	0.530 ± 0.003

2 การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น โดยใช้ % DPPH scavenging activity พบว่า สารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น 1:10 , 1:100 , 1:1000 และ 1:10000 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 78.35% , 85.97% , 85.37% และ 62.08% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น 1:100 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่สูงที่สุดถึงแม้จะถูกเจือจาง มีเปอร์เซ็นต์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยเท่ากับ 85.36 ± 0.44



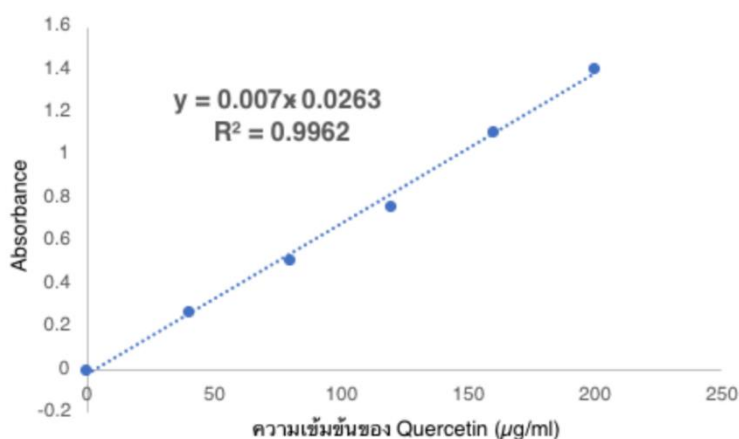
ภาพที่ 2 กราฟมาตรฐานของ Butylated hydroxytoluene (BHT)

ตารางที่ 2 ผลการหา % ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น เทียบเท่ากราฟมาตรฐาน BHT ที่ความเข้มข้น 0,20,40,60,80,100,120 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ตัวอย่าง	% Radical scavenging			ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ย $\pm$ SD
	1	2	3	
เจือจาง 1:10	78.35	75.67	77.12	77.05 ± 1.34
เจือจาง 1:100	85.97	85.41	85.70	85.36 ± 0.44
เจือจาง 1:1000	85.37	83.72	84.96	84.68 ± 0.86
เจือจาง 1:10000	62.08	60.48	59.89	60.79 ± 1.17

3 การทดสอบปริมาณฟลาโวนอยด์

ผลการทดสอบปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น พบว่าเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น มีฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบ มีปริมาณฟลาโวนอยด์โดยรวม สูงสุดเท่ากับ 0.185 mg QE/gDW และมีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเฉลี่ย 0.175 ± 0.011 mgQE/gDW



ภาพที่ 3 กราฟมาตรฐานของ Quercetin

ตารางที่ 3

ตัวอย่าง	ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด			ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเฉลี่ย (mg QE/gDW) $\pm$ SD
	1	2	3	
เจือจาง 1:100	0.164	0.185	0.176	0.175 ± 0.011

4 การวิเคราะห์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ผลการวิเคราะห์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นพบว่า ค่าการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงที่ 475 นาโนเมตร เวลา 0 ถึง 21 นาที สารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นที่ความเข้มข้น 1:100 ที่มีค่าการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส 28.12 % และความเข้มข้น 1:1000 ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Kojic acid ที่มีค่าการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส 50.0 % พบว่าสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นมีการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้น้อยกว่า

วิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น พบว่าเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นมีสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ และมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 0.530 ± 0.003 mg GAE/gDW ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ (Puravankara *et al.*, 2000) รายงานว่าเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิเป็นองค์ประกอบ

การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น ด้วยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นที่ความเข้มข้น 1:100 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 85.36 ± 0.44 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศุภมาศ กลิ่นขจร (2565) รายงานว่าเนื้อในเมล็ดมะม่วงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

การศึกษาปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น พบว่า สารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นมีปริมาณฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเฉลี่ย 0.175 ± 0.011 mg QE/gDW ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีสารประกอบฟลาโวนอยด์ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ Irondi, Oboh, Akindahunsi, Boligon, & Athayde. (2014) พบว่า สารสกัดจากเมล็ดในมะม่วงเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยฟลาโวนอยด์

การศึกษาการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นที่ความเข้มข้น 1:100 ที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสง 0.023 ซึ่งมากกว่าความเข้มข้น 1:1000 ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสง 0 สรุปได้ว่าสารสกัดเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นที่ความเข้มข้น 1:100 ยับยั้งไทโรซิเนสได้ดีกว่า 1:1000 อันเนื่องมาจากค่าการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสง ความเข้มข้นที่เหมาะสมจะสามารถยับยั้งไทโรซิเนสได้ดี จึงสรุปได้ว่า สารสกัดเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นมีการยับยั้งไทโรซิเนส สามารถนำไปศึกษาต่อและใช้ประโยชน์ด้านยาและผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น มีคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ มีปริมาณฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ และพบปริมาณฟลาโวนอยด์ในสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น และสารสกัดจากเมล็ดมะม่วงยังสามารถสกัดสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ ดังนั้น เนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้นมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระที่สามารถใช้ประโยชน์ช่วยเพิ่มมูลค่าให้เมล็ดมะม่วง และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงอุตสาหกรรมอาหาร คุณสมบัติทางยา ผลิตภัณฑ์สำอางจากธรรมชาติ และอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าในเชิงพาณิชย์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ และ ฝ่ายกิจการนิสิต คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความสนับสนุนทุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ณพัชร บัวฉุน. (2558). สารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากพลิงกาสา. การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3. นครศรีธรรมราช (45-50).

บุหรัน พันธุ์สุวรรณ. 2556. อนุมูลอิสระสารต้านอนุมูลอิสระและการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 21(3): 275 – 286.

พิชญอร ไหมสุทธิสกุล และ เทพกัญญา หาญศีลวัต. การประเมินความคงตัวของอิมัลชันเครื่องสำอางที่ผสมสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงเพื่อเป็นสารออกฤทธิ์. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48; 3-5 ก.พ. 2553; กรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย; 2553. หน้า 82-90

ภาณุมาศ จินดาวงศ์. 2563. การศึกษาเปรียบเทียบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเมล็ดของพวงชมพูและการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์แยมพวงชมพู. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รณสิงห์ พี., แก๊ส เปรมากุมาร, ซีดี วิชัยรัตนา และ ดับบลิวดี รัตนชูริยา. 2558.ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ *Caryota urens* L. (Kithul) Sap. **ทอปป. เกษตร. ความละเอียด** 24 (2): 117–125.

ศุภมาส กลิ่นขจร. อภินิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์. สุปรียา สุขเกษม. 2022. คุณสมบัติทางเครื่องสำอางของไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น และการประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง.

วารสารวิชาการเกษตร 40(2)

สิรินมาส คัชมาตย์. 2553. การใช้สมุนไพรในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง. **ข่าวสารด้านยาและผลิตภัณฑ์สุขภาพ**.13(4) : 111-112

สิวลี รัตนปัญญา. 2564. การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งจากมะม่วง (เมล็ดในและเปลือกมะม่วง) เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพในการลด ระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตำบล บ้านโอง จังหวัดลำพูน. **สกว.** 62-63.

อับเดล-ราซิก MM, ไอเอส อาซุซ และเอ็นเอ็มเอ็น ยัสซิน 2555. ลักษณะของเนยเมล็ดมะม่วง และผลต่อคุณภาพมัพฟิน. **อเล็กซ์. เจ. วิทย์อาหาร. เทคโนโลยี** 9(2): 1–9.

Andrica, F.M., G.A. Draghici, C. Soica, I. Pinzaru, D. Coricovac, C. Citu and C. Dehelean. 2016. Antioxidant Activity Assessment of Ethanolic Spirulina Extracts. **Revista de Chimie Bucharest** 67: 289-290.

Emmanuel Anyachukwu Ironi, Ganiyu Oboh, Afolabi Akintunde Akindahunsi, Aline Augusti Boligon. 2014. Phenolic composition and inhibitory activity of *Mangifera indica* and *Mucuna urens* seeds extracts against key enzymes linked to the pathology and complications of Type 2. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine** 4 (11):903-910

González, S., Fernández-Lorente, M. and Gilaberte-Calzada, Y. 2008. The latest on skin photoprotection. **Clinics in Dermatology**.26(6): 614-626.

Panzella, L. และ A. Napolitano. 2019 สารประกอบฟีนอลจากธรรมชาติและได้รับแรงบันดาลใจทางชีวภาพเป็นสารยับยั้งไทโรซิเนสสำหรับการรักษารอยดำนผิวหนัง: ความก้าวหน้าล่าสุด เครื่องสำอาง. 6(4): 57.

Puravankara, D., Bohgra, V. and Sharma, R. S. 2000. Effect of antioxidant principles isolated from mango (*Mangifera indica* L.) seeds kernels on oxidative stability of buffalo ghee (Butter-fat). **J.Sci Food Agri.** 80(4):522-526.

Ramadan ElGamal ,Cheng Song , Ahmed M. Rayan , Chuanping Liu , Salim Al-Rejaie and Gamal ElMasry. 2023. Thermal Degradation of Bioactive Compounds during Drying Process of Horticultural and Agronomic Products:A Comprehensive Overview. **Agronomy.** 13(6):1580

Singleton, V.L., R. Orthofer, R.M. Lamuela-Raventós, and P. Lester. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology** 299: 152-178.

ภาคผนวก ก
สารเคมีและการเตรียมการ

สารเคมี

1. 95% Ethanol
2. 10% Folin-Ciocalteu
3. 7.5% Sodium Carbonate (Na_2CO_3)
4. Gallic acid
5. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)
6. Butylated hydroxytoluene (BHT)
7. Methanol
8. Potassium acetate ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{K}$)
9. Aluminium chloride (AlCl_3)
10. Quercetin
11. PO_4 Buffer 0.1 M pH 6.8
12. L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA)
13. Kojic acid
14. Tyrosinase

ตารางผนวกที่ ก1 การเตรียมสารมาตรฐาน Gillic acid ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/L)	Gillic acid (100 g/L)	น้ำกลั่น
0	0 ml	10 ml
20	2 ml	8 ml
40	4 ml	6 ml
60	6 ml	4 ml
80	8 ml	2 ml
100	10 ml	0 ml

ตารางผนวกที่ ก2 การเตรียมสารมาตรฐาน Butylated hydroxytoluene (BHT)
ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (µg/ml)	BHT (40 µg/ml)	Methanol
0	0 ml	10 ml
20	2 ml	8 ml
40	4 ml	6 ml
60	6 ml	4 ml
80	8 ml	2 ml
100	10 ml	0 ml

ตารางผนวกที่ ก3 การเตรียมสารมาตรฐาน Quercetin ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (µg/ml)	Quercetin (200 µg/ml)	Ethanol
0	0 ml	4 ml
40	1 ml	3 ml
80	2 ml	2 ml
120	3 ml	1 ml
160	4 ml	0 ml

ภาคผนวก ข
วิธีการทดลองและผลการทดลอง

1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

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

A_{control} คือค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

A_{sample} คือค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

2 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

คำนวณ $[(\Delta A_{\text{control}} - \Delta A_{\text{kojic}}) / \Delta A_{\text{control}}] \times 100\%$

ตารางผนวกที่ ข1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน Gillic acid

ความเข้มข้น Gillic acid (mg/L)	ค่าการดูดกลืนแสง (760 nm)
0	0.002
20	0.110
40	0.207
60	0.312
80	0.428
100	0.513

ตารางผนวกที่ ข2 ค่าการดูดกลืนแสงการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดเนื้อใน
เมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง 517 นาโนเมตร		
	1	2	3
1:10	0.771	0.753	0.768
1:100	0.676	0.659	0.664
1:1000	0.533	0.530	0.528

ตารางที่ ข3 ค่าการดูดกลืนแสงและ %Radical scavenging ของสารละลายมาตรฐาน
Butylated hydroxytoluene (BHT)

ค่าความเข้มข้น (µg/ml)	ค่าการดูดกลืนแสง (517nm)	%Radical scavenging
0	1.155	0
20	0.815	29.43
40	0.559	21.36
60	0.386	51.60
80	0.286	61.58
100	0.235	75.23

ตารางที่ ข4 ค่าการดูดกลืนแสงการหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วง
สายพันธุ์แก้วขมิ้น

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง 517 นาโนเมตร		
	1	2	3
1:10	0.250	0.246	0.248
1:100	0.162	0.157	0.153
1:1000	0.169	0.162	0.165
1:10000	0.438	0.433	0.434

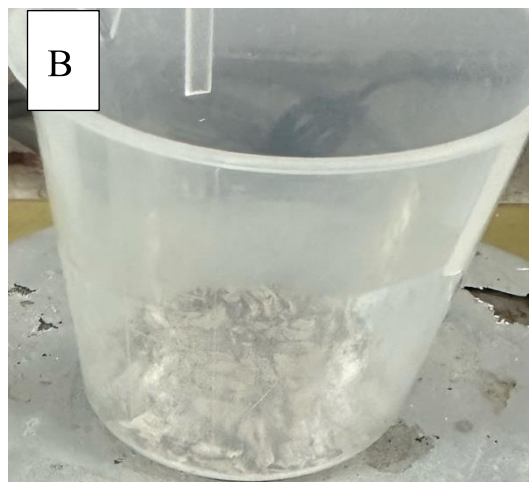
ตารางที่ ข5 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน Quercetin

ความเข้มข้น (µg/mL)	ค่าการดูดกลืนแสง 415 นาโนเมตร
0	-0.004
40	0.270
80	0.509
120	0.763
160	1.112
200	1.407

ตารางที่ ข6 ค่าการดูดกลืนแสงของการทดสอบปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงสายพันธุ์แก้วขมิ้น

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง 415 นาโนเมตร		
	1	2	3
1:100	0.164	0.185	0.176
1:1000	0.037	0.034	0.335
1:10000	0.020	0.018	0.016

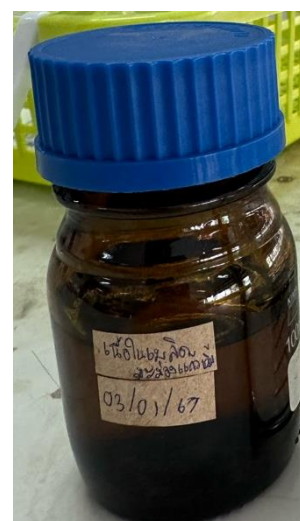
ภาคผนวก ค
ภาพการทดลอง



ภาพผนวกที่ ค1 การเตรียมตัวอย่าง ล้างทำความสะอาด , หั่นจนเจอเมล็ดแล้วเอาเนื้อในเมล็ดออกมา ,ล้างทำความสะอาดอีกรอบ ,(A)เนื้อในเมล็ด , หลังจากนั้นนำเนื้อในเมล็ดมะม่วงไปหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำใส่ถาดเหล็กที่มีฟอยล์หุ้มนำไปเข้าตู้อบลมร้อน , (B)เนื้อในเมล็ดมะม่วงหลังอบ

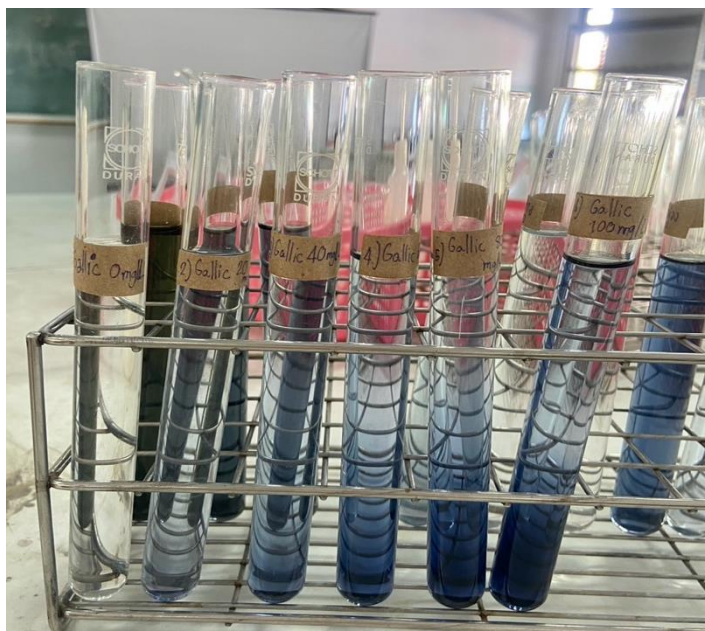


การกรองแยกกากทิ้ง



สารสกัดจากเมล็ดมะม่วง
สายพันธุ์แก้วมื่น

ภาคผนวก ค2 การเตรียมสารสกัดด้วย 95% เอทานอล



ภาคผนวกที่ ค3 สารละลายมาตรฐานแกลลิก



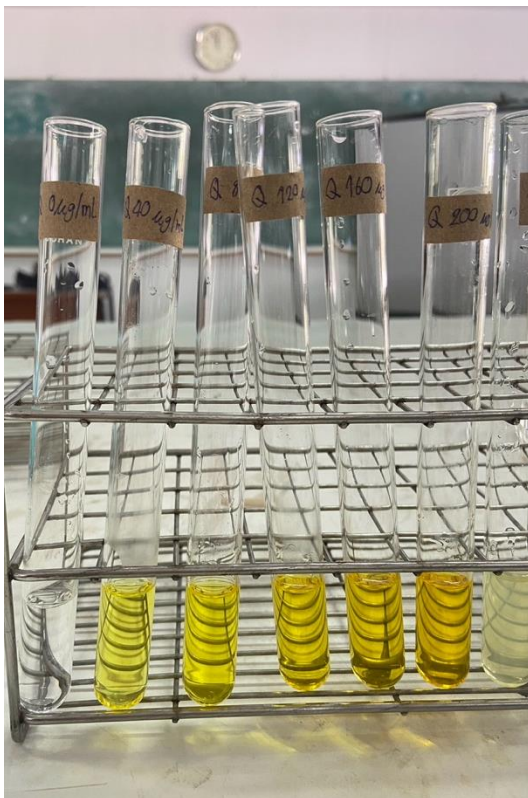
ภาคผนวกที่ ค4 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดตัวอย่างที่เจือจาง
ความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:10 , 1:100 , 1:1000 ตามลำดับ



ภาคผนวกที่ ค5 สารละลายมาตรฐาน Butylated hydroxytoluene (BHT)



ภาคผนวกที่ ค6 ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้น



ภาคผนวกที่ ค7 สารละลายมาตรฐาน Quercetin



ภาคผนวกที่ ค8 ผลการทดสอบปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงแก้วขม



ภาคผนวกที่ ค9 สารละลายมาตรฐาน Konica acid



ภาคผนวกที่ ค10 ผลการทดลองการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วง
แก้วขมิ้น