บทความวิจัย

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และพัฒนาเซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดเมล็ดมะละกอ

Antioxidant Activity and Development of Skin Care Serum from Papaya Seed Extracts

วันทนา มงคลวิสุทธิ์[1]*, นภาภรณ์ หลำเล็ก[1], จุฑาทิพย์ ใบตานี[1] และ วิภา ทัพเชียงใหม่[2]

Wantana Mongkolvisut[1]*, Napaphorn Lamlek[1], Juthathip Baitani[1] and Wipa Tupchiangmai[2]

[1] สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 10120

[1] Division of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep, 10120

[2] หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต 10170

[2] Division of General Science Program, Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University, 10170

*Corresponding Author: wantana.m@mail.rmutk.ac.th

Received 14 มีนาคม 2569; Revised 22 เมษายน 2569; Accepted 23 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากเมล็ดมะละกอสุก (เมล็ดสดและเมล็ดแห้ง) โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ (W) กลีเซอรีน (G) และ โมโนโพรพิลีนไกลคอล (MP) ที่อัตราส่วนแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 1:10, 1:15, 1:20 (w/v) ด้วยเทคนิคอัลตราโซนิก (30 นาที) นำสารสกัดหยาบที่ได้ไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH และวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม จากนั้นเตรียมเซรั่มพื้นฐาน (PS1) และเซรั่มที่มีส่วนผสมของสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุดจำนวน 2 สูตร (PS2 และ PS3) ทดสอบความคงตัวของเซรั่ม และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง นำเซรั่มทั้ง 3 สูตร มาทดสอบการดูดซับเข้าสู่เม็ดมาสก์ที่ระยะเวลา 0, 1, 5, 10, 15 และ 20 นาที ผลการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดมะละกอสดที่สกัดด้วยกลีเซอรีน (FS-G-10) อัตราส่วน 1:10 (w/v) มีฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH ดีที่สุด (EC_{50} 0.685 กรัม/มิลลิลิตร) และมีปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุด (121.94 ±0.189 mg GAE/100 g FW) ผลการศึกษาความคงตัวของเซรั่มพบว่าเซรั่มสูตร PS2 มีความคงตัวดีที่สุด และเซรั่มทั้ง 3 สูตรมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6 ผลของระยะเวลาที่เม็ดมาสก์ดูดซับเซรั่ม (PS1, PS2 และ PS3) พบว่าระยะเวลาที่เม็ดมาสก์ดูดซับเซรั่มได้สูงสุดคือ 20 นาที จากผลการวิจัยนี้พบว่าสารสกัดเมล็ดมะละกอสดสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิว หรือนำเซรั่มไปประยุกต์ใช้คู่กับแผ่นมาสก์หน้าอัดเม็ด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงผิวให้ดียิ่งขึ้น

***คำหลัก**: สารสกัดเมล็ดมะละกอ; ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH; เซรั่มบำรุงผิว; เม็ดมาสก์หน้า; สูตรเครื่องสำอาง*

Abstract

The aim of this research was to study the DPPH antioxidant activity of crude extracts from ripe papaya seeds (fresh seed and dried seed) by using 3 types of solvents as water (W) glycerin (G) and monopropylene glycol (MP) at 3 different solvent ratios as 1:10, 1:15, 1:20 (w/v) by ultrasonic technique (30 minutes). The crude extracts were tested for DPPH antioxidant activity and analyzed the total phenolic content. Then a basic serum (PS1) and a serum with containing the best antioxidant activity of papaya seed crude extract 2 different formulations (PS2 and PS3) were prepared and tested the stability of the serum,

and pH value. The 3 serum formulations were tested for absorption into the mask granule at 0, 1, 5, 10, 15 and 20 minutes. The results showed that the crude extract from fresh papaya seeds extracted with glycerin 1:10 (w/v) (FS-G-10) had the best antioxidant activity DPPH (EC_{50} 0.685 g/mL) and the highest total phenolic content (121.94 ±0.189 mg GAE/100 g FW). The study, results of the serum stability showed that the PS2 serum had the best stability, and all 3 serums had a pH 6 value. Effect of how long to take time for the mask granule to absorb the serum (PS1, PS2 and PS3) was found that the maximum time for the mask granule to absorb the serum was 20 minutes. According to the results of this research, fresh papaya seed extract can be used as an ingredient in nourish skin serum or applied to the serum with compressed facial mask sheet to further enhance the effectiveness of skin care.

Keywords: *papaya seed extract; DPPH antioxidant activity; skin care serum; face mask granule; cosmetic formulation*

1. บทนำ

ในปัจจุบันมะละกอเป็นผลไม้ที่หาทานได้ง่ายและคนส่วนใหญ่นิยมทานกัน แต่มีคนส่วนน้อยที่ทราบว่าเมล็ดมะละกอนั้นมีประโยชน์สามารถนำไปใช้รักษาโรคต่าง ๆ ซึ่งมีรายงานผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนต่าง ๆ ของมะละกอระบุว่าพบสารออกฤทธิ์สำคัญหลายชนิด เช่น การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวมจากเมล็ดมะละกอแห้งที่สกัดแบบแบ่งส่วนด้วยตัวทำละลายที่มีสภาพขั้วแตกต่างกัน (เอทานอล ปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต เอ็น-บิวทานอล และน้ำ) พบว่าสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด ทำให้สารสกัดจากเมล็ดมะละกอสามารถนำมาใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติในผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น อาหาร และยา [1] สารสกัดอัลคาลอยด์จากเมล็ดมะละกอสามารถใช้เป็นสารรักษามะเร็งตับ [2]

การสกัดเมล็ดมะละกอแห้งด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์จะทำให้ได้น้ำมันซึ่งประกอบด้วยน้ำมันที่มีประโยชน์ที่รับประทานได้ รวมถึงสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ [3] สำหรับเนื้อมะละกอและเปลือกมะละกอ ที่สกัดด้วยน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันดอกทานตะวันด้วยเทคนิคอัลตราโซนิก (Ultrasonic technique) ในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกลุ่มสารแคโรทีนอยด์ พบว่าการสกัดด้วยน้ำมันถั่วเหลือง จะทำให้ได้ปริมาณสารแคโรทีนอยด์สูงกว่าน้ำมันเมล็ดทานตะวัน [4] การนำสารสกัดจากมะละกอมาใช้ในเครื่องสำอางบำรุงผิว เช่น การนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิว [5] ผลิตภัณฑ์เซรั่ม [6, 7] และมีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำจากเมล็ดมะละกอแห้งต่อการต้านความเครียดจากออกซิเดชันของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในไฟโบร-บลาสต์ผิวหนังมนุษย์ Detroit 550 พบว่าสารสกัดน้ำจากเมล็ดมะละกอแห้ง ไม่มีความเป็นพิษและทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงมีศักยภาพในการใช้ปกป้องไฟโบรบลาสต์ผิวหนังมนุษย์ Detroit 550 จากความเครียดออกซิเดชันได้ [8] จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าส่วนเนื้อของผลมะละกอที่นำมาใช้รับประทานได้แล้วยังสามารถนำส่วนเมล็ด และเปลือกของมะละกอ ซึ่งเป็นของเหลือทิ้งนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยเมื่อนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายที่มีสภาพขั้วต่างกันจะทำให้ได้สารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพต่างกัน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้

ผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวเตรียมได้โดยใช้สารไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (HEC) เป็นสารก่อเจลในสูตรเครื่องสำอาง โดยความหนืดของเซรั่มจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสาร HEC เพิ่มขึ้น [9] โดยเซรั่มบำรุงผิวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหนียวเหนอะหนะ มีความหนืดน้อยกว่าครีม 10 เท่า สามารถถูกเกลี่ยให้กระจายตัว และถูกดูดซึมเข้าสู่ชั้นเซลล์ผิวได้ลึก และเร็ว เนื่องจากเซรั่มบำรุงผิวประกอบด้วยสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก มีส่วนประกอบหลักคือ น้ำหรือน้ำมัน ไฮยาลูโรนิกแอซิด และกลีเซอรีน [10, 11]

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่า สารสกัดน้ำจากเมล็ดมะละกอแห้ง ไม่มีความเป็นพิษและทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงมีศักยภาพในการใช้ปกป้องไฟโบร-

บลาสต์ผิวหนังมนุษย์ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงสนใจนำเมล็ดมะละกอสด และเมล็ดมะละกอแห้งมาสกัดด้วยตัวทำละลาย เช่น น้ำ กลีเซอรีน และโมโนโพรพิลีนไกลคอล ซึ่งใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และนำสารสกัดที่ได้มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลิกรวม และเลือกสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุดมาใช้เป็นส่วนผสมในเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์เซรั่ม โดยใช้สารไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (HEC) เป็นสารก่อเนื้อเซรั่ม และนำเซรั่มที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับเม็ดมาสก์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงผิวให้ดียิ่งขึ้น และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการดูแลสุขภาพผิว

1.1 วิจารณ์วรรณกรรมหรือทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

มะละกอ เป็นไม้ผลเขตร้อนชนิดหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดจากทวีปอเมริกากลาง ประเทศเม็กซิโก มะละกอมีหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์แขกดำ พันธุ์ฮอล์แลนด์ ในปีพุทธศักราช 2557 มะละกอพันธุ์ฮอล์แลนด์ มีการจำหน่ายในท้องตลาดมากขึ้น และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค [12] ชื่อวิทยาศาสตร์: *Carica papaya* L. อยู่ในวงศ์ Caricaceae องค์ประกอบทางเคมีจากส่วนต่าง ๆ ของมะละกอ ระบุว่าพบสารออกฤทธิ์สำคัญหลายชนิด เช่น carposide เป็นสารกลุ่ม glycoside และสาร alkaloid ที่ชื่อ carpaine เป็นสารที่พบในส่วนใบ [13] ส่วนของเนื้อมะละกอพบสาร β-carotene, kryptoxanthin, violaxanthin, zeaxanthin, tartaric acid, lutene, citric acid, malic acid และ pectin [14] ในยางมะละกอพบเอนไซม์ thiol protease หลายชนิด เช่น papain พบมากในผลดิบอายุ 70 -100 วัน chymopapain A, B, glycyl endopeptidase และ caricain เป็นต้น [15] และในเมล็ดมะละกอยังพบสาร benzyl isothiocyanate, benzyl glucosinolate, carpaine, *p*- hydroxybenzoic acid, benzyl thiourea, hentriacontane, glucotropaeolin, kaemferol- 3- glucoside, hentriacontane, quercetin- 3- galactoside, caricin, β- sitosterol และเอนไซม์ myrosinase และ papain [16]

การสกัดสารจากส่วนต่าง ๆ ของมะละกอมีการใช้ชนิดของตัวทำละลายที่แตกต่างกันเพื่อให้ได้สารสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ดีที่สุด เช่น เมล็ดมะละกอแห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล อีเทอร์ เอทิลอะซิเตต เอ็น-บิวทานอล และน้ำ จากนั้นนำไปทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid ($ABTS^+$), Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC), Ferric reducing antioxidant power (FRAP) , Superoxide radical-scavenging activity (SOD), Hydrogen peroxide radical-scavenging activity ปริมาณฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Content, TPC) และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (Total Flavonoid Content, TFC) ผลการทดสอบพบว่าสารสกัดทุกชนิดมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าวิตามินซี และโซเดียมเบนโซเอต (สารมาตรฐาน) โดยสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต (EC_{50} 64.61 µg/mL) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด รองลงมาคือสารสกัดเอ็น-บิวทานอล (EC_{50} 109.30 µg/mL) นอกจากนี้ผลการทดสอบฟีนอลิกรวม และฟลาโวนอยด์รวม พบว่าสารสกัดเอทิลอะซิเตต ปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุด (1945.48 mg GAE/100 g DW) และฟลาโวนอยด์รวมสูงสุด (117.48 mg RE/g DW) ดังนั้นผลิตภัณฑ์จากเม็ลดมะละกอสามารถนำมาใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติในผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น อาหาร และยา [1]

ปัจจุบันนี้มีงานวิจัยจำนวนมากที่ทำการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากเนื้อผลมะละกอสดที่มีอายุหลังดอกบาน 12, 14, 16,18 และ 20 สัปดาห์ มาศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ (physicochemical) เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solids; TSS) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน เช่น ปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ (FRAP) การต้านอนุมูล DPPH และอนุมูล $ABTS^+$ พบว่าเนื้อมะละกอระยะผลสุก (20 สัปดาห์) มีฤทธิ์ทางชีวภาพดีที่สุด คือ มีค่า TPC ต่อน้ำหนักกรัมสด (FW) เท่ากับ 60.40±0.45 mg/100 g FW, TFC เท่ากับ 38.12± 0.98 mg/100 g FW, FRAP เท่ากับ 180.28±0.04 mg/100 g FW และฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH เท่ากับร้อยละ 72.19±0.10 [17] การใช้ตัวทำละลายที่มาจากน้ำมันพืช เช่นการสกัดสารแคโรทีนอยด์จากส่วนเนื้อและเปลือกของมะละกอสุกด้วยน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันดอกทานตะวันด้วยวิธีอัลตราโซนิก เมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ พบว่าน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม เท่ากับ 59 ส่วนน้ำมันเมล็ดทานตะวันพบปริมาณสารแคโรทีนอยด์รวม เท่ากับ 56 µg/g oil [5]

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาชนิดและอัตราส่วนของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และฟีนอลิกรวมจากเมล็ดมะละกอ

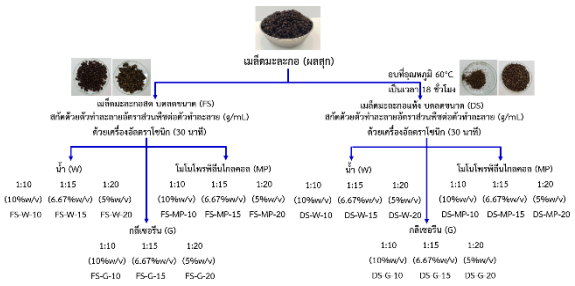
- เพื่อพัฒนาสูตรเซรั่มบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอ

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

มะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ (Holland variety) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya* วงศ์ Caricaceae ซื้อผลมะละกอสุกจากร้านผลไม้ตลาดนางลิ้นจี่ กรุงเทพมหานคร ช่วงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2567

2.1 การเตรียมตัวอย่างเมล็ดมะละกอ

การเตรียมเมล็ดมะละกอแบบแห้ง และแบบสด โดยนำผลมะละกอสุกมาล้างน้ำทำความสะอาด ทำการปลอกเปลือก หั่นแยกเนื้อและเมล็ด นำเมล็ดไปล้างน้ำและแยกรกออก แบ่งเมล็ดที่ได้ออกเป็น 2 ส่วนเพื่อเตรียมตัวอย่างเมล็ดมะละกอแบบสด (fresh seeds; FS) และเมล็ดมะละกอแบบแห้ง (dried seeds; DS) เตรียมโดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C จนได้น้ำหนักคงที่ [18] นำเมล็ดมะละกอสด และเมล็ดมะละกอแห้ง ทำการบดลดขนาดด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ (Philips 450W รุ่น HR2059) นำเมล็ดมะละกอที่บดลดขนาดแล้วไปสกัดสารด้วยตัวทำละลายต่อไป (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 การเตรียมสารสกัดหยาบจากเมล็ดมะละสด และเมล็ดมะละกอแห้ง

2.2 การเตรียมสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอ

นำเมล็ดมะละกอสด (FS) และเมล็ดมะละกอแห้ง (DS) มาทำการสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ (W) กลีเซอรีน (G) และโมโนโพรพิลีนไกลคอล (MP) โดยใช้อัตราส่วนพืชต่อปริมาตรตัวทำละลาย (w/v) ที่อัตราส่วน 1:10 (10% w/v), 1:15 (6.67% w/v) และ 1:20 (5% w/v) ตามลำดับ ใช้รหัสสารดังนี้ ชุดที่ 1 สารสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำของเมล็ดมะละกอสด FS-W-10, FS-W-15, FS-W-20 และเมล็ดมะละกอแห้ง DS-W-10, DS-W -15, DS-W-20 ชุดที่ 2 สารสกัดด้วยตัวทำละลายกลีเซอรีนของเมล็ดมะละกอสด FS-G-10, FS-G-15, FS-G-20 และเมล็ดมะละกอแห้ง DS-G-10, DS-G-15, DS-G-20 และชุดที่ 3 สารสกัดด้วยตัวทำละลายโมโนโพรพิลีนไกลคอลของเมล็ดมะละกอสด FS-MP-10, FS-MP-15, FS-MP-20 และเมล็ดมะละกอแห้ง DS-MP-10, DS-MPG-15, DS-MP-20 นำสารตัวอย่างทั้งหมดมาทำการสกัดด้วยเครื่อง ultrasonic bath (Derui รุ่น DR-LD60 กำลัง 3,000 วัตต์) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที (รูปที่ 1) ทำการกรองแยกกากด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารสกัดที่ได้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -18 °C เพื่อนำไปทดสอบต่อไป

2.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

นำสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอสด (FS) จำนวน 9 ตัวอย่าง และสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอแห้ง (DS) จำนวน 9 ตัวอย่าง และสารมาตรฐานวิตามินซี (ความเข้มข้น 10, 20, 40, 80 และ 100 µg/mL) มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH โดยใช้ปริมาตรสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ และสารมาตรฐานวิตามินซีต่อปริมาตรของสารละลาย 0.2 mM DPPH ในตัวทำละลายเอทานอล ที่อัตราส่วนปริมาตรของสารตัวอย่างต่อปริมาตรสารละลาย DPPH เท่ากับ 1:2 (สารตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นทำซ้ำ 3 ครั้ง) ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer (ยี่ห้อ Jasco รุ่น V-730) ที่ความยาวคลื่น 517 nm บันทึกผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH เริ่มต้น (A_0) และของสารตัวอย่างที่ทำปฏิกิริยากับ DPPH หลังตั้งทิ้งไว้ 30 นาที (A_t) มาคำนวณหาค่า Radical scavenging activity (RSC, %) ดังสมการที่ (1) [19]

$$RSC_t\ (\%) = [1- (A_t/A_0)]x100 \qquad (1)$$

เมื่อ A_t = ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างกับ DPPH

A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

ทำการเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดทั้งหมด นำสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดไปใช้เตรียมสูตรเซรั่ม

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมโดยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetry ดัดแปลงวิธีมาจาก Omar *et al*. [20] และ Robles-Apodaca *et al*. [21] ใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน (ความเข้มข้น 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50, 100 และ 200 µg/mL) นำสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกและสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอ (ที่อัตราส่วน 1:10 ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าร้อยละ 50) แต่ละตัวอย่างปริมาตร 300 µL ใส่ลงในหลอดทดลองเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu ที่ละลายด้วยน้ำกลั่นอัตราส่วน 1:10 ปริมาตร 1.5 mL ตั้งทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Na_2CO_3 (7.5% w/v) ปริมาตร 1.2 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer (Thermo Scientific รุ่น Genesys30 visible spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 760 nm คำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวมโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด

2.5 การเตรียมสูตรเซรั่มบำรุงผิว

การเตรียมเซรั่มบำรุงผิวจำนวน 3 สูตร ประกอบด้วยสูตรพื้นฐาน (PS1) และสูตรที่ผสมสารสกัดเมล็ดมะละกอสด (กลีเซอรีน) ปริมาณร้อยละ 1 (PS2) และร้อยละ 2 (PS3) สูตรละ 500 กรัม อัตราส่วนผสมของเซรั่มบำรุงผิวทั้ง 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเซรั่มสูตรพื้นฐาน และสูตรที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดมะละกอสด

Phase	ส่วนผสม	สูตรเซรั่ม (ร้อยละ)			หน้าที่
		PS1	PS2	PS3	
A	น้ำกลั่น	91.60	91.60	91.60	ตัวทำละลาย
	ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส	1.20	1.20	1.20	สารก่อเจล
	ไฮยาลูรอนิก แอซิด	0.10	0.10	0.10	สารเพิ่มความชุ่มชื้น
B	กลีเซอรีน	3.00	2.00	1.00	สารเพิ่มความชุ่มชื้น
	สารสกัดเมล็ดมะละกอสด (กลีเซอรีน)	-	1.00	2.00	สารต้านอนุมูลอิสระ
	โมโนโพรพิลีนไกลคอล	3.00	3.00	3.00	สารเพิ่มความชุ่มชื้น
	น้ำมันสวีทอัลมอนด์	0.50	0.50	0.50	สารเพิ่มความชุ่มชื้น
C	SupGuard GM-BP	0.50	0.50	0.50	สารกันเสีย
	Tender 304 fragrance	0.10	0.10	0.10	กลิ่นน้ำหอม

วิธีการเตรียมผลิตภัณฑ์เซรั่มมีขั้นตอนดังนี้ เริ่มจากการนำสารไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (HEC) มาค่อย ๆ ละลายในน้ำกลั่นกวนให้เข้ากันและนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C กวนส่วนผสมอย่างสม่ำเสมอจะได้เป็นเนื้อเซรั่ม จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเติมสารไฮยาลูโรนิก แอซิด กวนส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติม Phase B ประกอบด้วย กลีเซอรีน โมโนโพรพิลีนไกลคอล น้ำมันสวีทอัลมอนด์ และสารสกัดเมล็ดมะละกอสด (กลีเซอรีน, FS-G-10) ผสมให้เข้ากัน แล้วเติม Phase C (SupGuard GM-BP และกลิ่น) ผสมสารให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นประเมินลักษณะทางกายภาพ (สี ความใส กลิ่น ตะกอน การแยกชั้น) สมบัติทางเคมี (ค่าความเป็นกรด-ด่าง) ของเซรั่มสูตร PS1, PS2 และ PS3

2.6 การทดสอบความคงตัวของเซรั่มบำรุงผิว

นำตัวอย่างเซรั่มสูตร PS1, PS2 และ PS3 มาทำการวัดค่าความหนืดเริ่มต้นก่อนการทดสอบที่สภาวะเร่งด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield Model DV-II+Pro) หลังจากนั้นนำเซรั่มสูตร PS1, PS2 และ PS3 ไปทดสอบความคงตัวที่สภาวะเร่งด้วยวิธีการทดสอบร้อน-เย็นสลับ (Heating-cooling cycle) โดยนำเซรั่มสูตร PS1, PS2 และ PS3 ไปไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยทำสลับกันไปมาจนครบ 3 รอบ เมื่อทำการทดสอบในสภาวะเร่งครบ 3 รอบ นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ความคงตัวทางกายภาพ โดยสังเกตลักษณะภายนอก เช่น สี ความใส กลิ่น การแยกชั้น ตะกอน วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH-indicator strips (Merck Germany) วัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด

2.7 การทดสอบการดูดซับเซรั่มของเม็ดมาสก์

นำเม็ดมาสก์แห้งมาชั่งน้ำหนัก และบันทึกน้ำหนักเริ่มต้น (เวลา 0 นาที) จากนั้นนำเม็ดมาสก์มาแช่ในเซรั่มที่ปริมาตร 15 mL และ 20 mL ที่เวลา 1, 5, 10, 15 และ 20 นาที โดยแต่ละสูตร และแต่ละปริมาตรของเซรั่มทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดนำเม็ดมาสก์ขึ้นจากเซรั่มวางเม็ดมาสก์บนตะแกรงเพื่อเอาเซรั่มที่เกาะภายนอกออก จากนั้นชั่งน้ำหนักเม็ดมาสก์หลังดูดซับเซรั่มและบันทึกน้ำหนักที่ได้เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนการดูดซับเซรั่มของเม็ดมาสก์

2.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance: One -way ANOVA) ร่วมกับโปรแกรม Turkey's Post Hoc tests โดยใช้โปรแกรม SPSS Statistics version 23 กำหนดระดับนัยสำคัญที่ค่า p-value < 0.05

3. ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่างมะละกอ

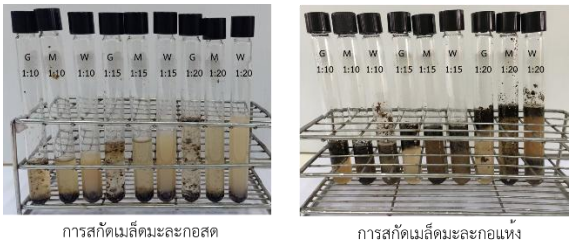
เมล็ดมะละกอ พันธุ์ฮอลแลนด์ จากร้านขายผลไม้สดตลาดนางลิ้นจี่ เก็บเมื่อวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2567 นำมาล้างน้ำทำความสะอาดและแยกรกออก แบ่งเมล็ดมะละกอออกเป็น 2 ส่วน คือเมล็ดมะละกอสด และเมล็ดมะละกอแห้ง (อบที่อุณหภูมิ 60 ℃ จนได้น้ำหนักที่แน่นอนใช้เวลา 18 ชั่วโมง ได้ผลผลิตเมล็ดมะละกอร้อยละ 18.01±0.6193 กรัม) จากนั้นนำเมล็ดมะละกอไปบดลดขนาด (รูปที่ 2) ด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร จากนั้นนำเมล็ดมะละกอมาสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยตัวทำละลาย น้ำ (W) กลีเซอรีน (G) และโมโน- โพรพิลีนไกลคอล (MP)

ล้างเมล็ดมะละกอ | ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ | เมล็ดสด-บด | เมล็ดแห้ง-บด

รูปที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดมะละกอ

3.2 การเตรียมสารสกัดเมล็ดมะละกอสุก

การเตรียมสารสกัดของเมล็ดมะละกอสด และเมล็ดแห้งด้วยตัวทำละลายต่างกัน 3 ชนิด คือ น้ำ (W) กลีเซอรีน (G) และโมโนโพรพิลีนไกลคอล (MP) แสดงดังรูปที่ 3



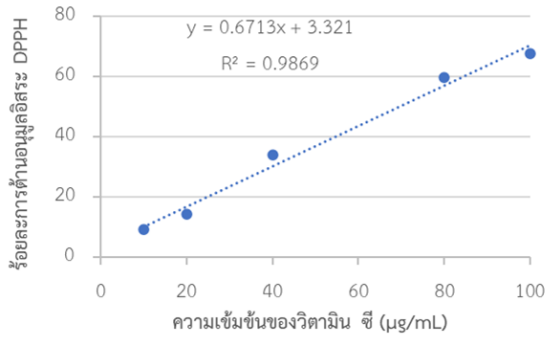
การสกัดเมล็ดมะละกอสด | การสกัดเมล็ดมะละกอแห้ง

รูปที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดเมล็ดมะละกอสดและแห้งในตัวทำละลาย

ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดเมล็ดมะละกอสด และสารสกัดเมล็ดมะละกอแห้ง ที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด ที่อัตราส่วนพืชต่อตัวทำละลาย 1:10 จะได้สารสกัดที่มีสีเหลืองเข้มกว่าที่อัตราส่วน 1:15 และ 1:20 โดยตัวทำละลายกลีเซอรีน และโมโนโพรพิลีนไกลคอล จะได้สารสกัดหยาบที่มีลักษณะหนืด แต่สารสกัดกลีเซอรีนจะมีความหนืดมากกว่าสารสกัดโมโนโพรพิลีนไกลคอล

3.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

งานวิจัยนี้พบว่าสารสกัดทั้งหมดที่นำมาทดสอบมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าสารมาตรฐานวิตามินซี เมื่อนำผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูล DPPH ของสารละลายมาตรฐานวิตามินซี ไปพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (ppm) และร้อยละของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารละลายมาตรฐานวิตามินซี พบว่าได้สมการเส้นตรงคือ y = 0.6713x + 3.321 (R^2 = 0.9869) (รูปที่ 4) ซึ่งฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของวิตามินซีมีค่า EC_{50} อยู่ที่ 69.53 mg/mL



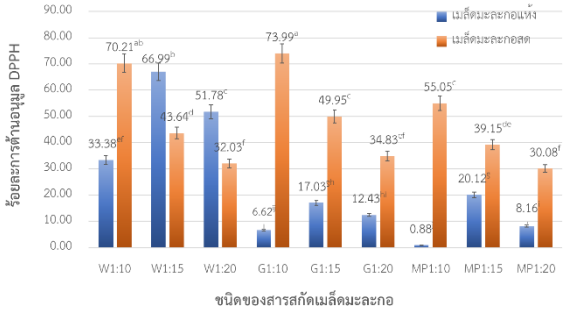
ร

รูปที่ 4 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของวิตามินซี

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดเมล็ดมะละกอสด และเมล็ดมะละกอแห้ง ที่ทำการสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน 3 ชนิด คือ น้ำ (W) กลีเซอรีน (G) และโมโนโพรพิลีนไกลคอล (MP) ที่อัตราส่วนน้ำหนักพืชต่อปริมาตรตัวทำละลาย (g:mL) 1:10, 1:15 และ 1:20 พบว่าสารสกัดเมล็ดมะละกอสดมีฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH ดีกว่าสารสกัดเมล็ดมะละกอแห้ง โดยสารสกัดเมล็ดมะละกอสดที่ใช้กลีเซอรีนเป็นตัวทำละลาย (FS-G-10) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ดีที่สุด (73.99%) (รูปที่ 5) มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.685 g/mL รองลงมาคือ FS-W-10 (70.21%, EC_{50} 7.40 g/mL) และ FS-MP-10 (55.05%, EC_{50} 8.93 g/mL) โดยมี

รายงานการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดเมล็ดมะละกอแห้งด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต เอ็น-บิวทานอล เอทานอล ปิโตรเลียมอีเทอร์ และน้ำ มีค่า EC_{50} เท่ากับ 64.61 µg/mL, 109.30 µg/mL, 248.63 µg/mL, 1,009.50 µg/mL และ1,628.33 µg/mL ตามลำดับ เทียบกับสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (EC_{50} เท่ากับ 66.96 µg/mL) [1]

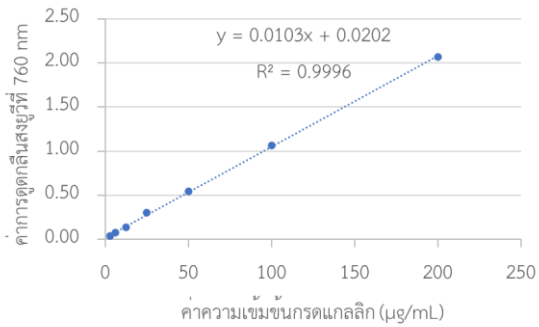
จากการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดมะละกอสดมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดจากเมล็ดมะละกอแห้ง ดังนั้นจึงเลือกสารสกัดเมล็ดมะละกอสดที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ (FS-W-10) ตัวทำละลายกลีเซอรีน (FS-G-10) และตัวทำละลายโมโนโพรพิลีนไกลคอล (FS-MP-10) ไปวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมต่อไป



รูปที่ 5 ร้อยละของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของเมล็ดมะละกอที่ใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน

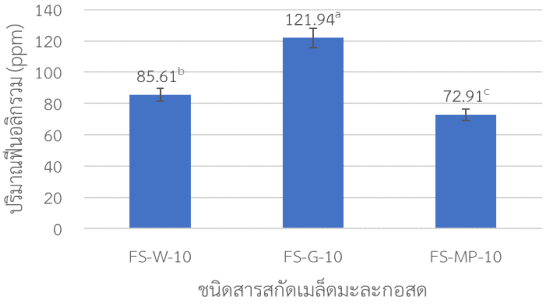
3.4 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารมาตรฐานกรดแกลลิก และตัวอย่างของสารสกัดเมล็ดมะละกอสดจำนวน 3 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารมาตรฐานกรดแกลลิก พบว่าได้สมการเส้นตรงคือ $y = 0.0103x + 0.0202$ ($R^2 = 0.9996$) กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetry ของสารสกัด FS-W-10, FS-G-10 และ FS-MP-10 เมื่อทำการคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวมในหน่วยของมิลลิกรัมแกลลิกสมมูลต่อสารสกัด 100 กรัมน้ำหนักสด (mg GAE/100 g FW) พบว่าสารสกัดเมล็ดมะละกอสดที่สกัดด้วยตัวทำละลายกลีเซอรีน (FS-G-10) จะมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมมากสุดที่ 121.94 ±0.189 mg GAE/100 g FW รองลงมาคือตัวทำละลายน้ำ (FS-W-10) มีค่าเท่ากับ 85.61±0.25 mg GAE/100 g FW และตัวทำละลายโมโนโพรพิลีนไกลคอล (FS-MP-10) มีค่าเท่ากับ 72.91± 0.54 mg GAE/100 g FW ตามลำดับ (รูปที่ 7) ซึ่งยังไม่พบรายงานการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมในเมล็ดมะละกอสด แต่มีรายงานปริมาณฟีนอลิกรวมจากสารสกัดเมล็ดมะละกอแห้ง เช่น การสกัดสารจากเมล็ดมะละกอแห้งด้วยวิธีการสกัดของเหลว-ของเหลว (liquid-liquid extraction) พบว่าสารสกัดเอทิลอะซิเตตมีปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุด [1] เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณสารฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดเมล็ดมะละกอสด (กลีเซอรีน) พบว่าผลของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกรวม มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในงานวิจัยที่ทำการสกัดเมล็ดมะละกอแห้งที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุดก็จะมีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงสุดด้วย [1] ดังนั้นจึงนำสารสกัดเมล็ดมะละกอสดด้วยกลีเซอรีน (FS-G-10) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และมีปริมาณ ฟีนอลิกรวมสูงสุด มาใช้เป็นส่วนผสมในการเตรียมเซรั่มบำรุงผิว



รูปที่ 7 ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดเมล็ดมะละกอสดที่อัตราส่วน 1:10 (w/v)

3.5 การเตรียมสูตรเซรั่มบำรุงผิว

การเตรียมเซรั่มบำรุงผิวจำนวน 3 สูตร คือ สูตรพื้นฐาน (PS1), สูตร PS2 (FS-G-10 1%) และสูตร PS3 (FS-G-10

2%) ดังรูปที่ 8 จากการพิจารณาสมบัติทางกายภาพ คือ สี ความใส กลิ่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ตะกอน การแยกชั้น พบว่าเนื้อเซรั่มบำรุงผิวทั้ง 3 สูตร มีลักษณะใส สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอม มีค่า pH ประมาณ 6 ไม่มีตะกอน และไม่มีการแยกชั้น

รูปที่ 8 เซรั่มสูตร PS1, PS2 และ PS3

3.6 การทดสอบความคงตัวของเซรั่มบำรุงผิว

การนำตัวอย่างเซรั่มที่เตรียมได้ไปวัดความค่าความหนืดเริ่มต้นโดยใช้เข็มเบอร์ 62 ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที (RPM) ค่าความหนืดของเซรั่มสูตร PS1, PS2 และ PS3 และวัดค่า pH สังเกตการแยกชั้น การเกิดตะกอน พบว่าสูตร PS1 มีค่าความหนืดเฉลี่ยน้อยที่สุด (1284.7±3.51 cP) รองลงมาคือสูตร PS 2 (1319.0±8.66 cP) และสูตร PS3 (1370.7±7.51 cP) หลังจากนั้นนำเซรั่มทั้ง 3 สูตร ไปทดสอบความคงตัวที่สภาวะเร่ง Heating-cooling cycle จำนวน 3 รอบ ทำการวัดค่าความหนืดหลังการทดสอบที่สภาวะเร่ง พบว่าตัวอย่างเซรั่มทั้ง 3 สูตรมีค่าความหนืดลดลง โดยมีร้อยละความแตกต่างของค่าความหนืดก่อนการทดสอบ และหลังการทดสอบที่สภาวะเร่งไม่เกินร้อยละ 20 (ตารางที่ 2)

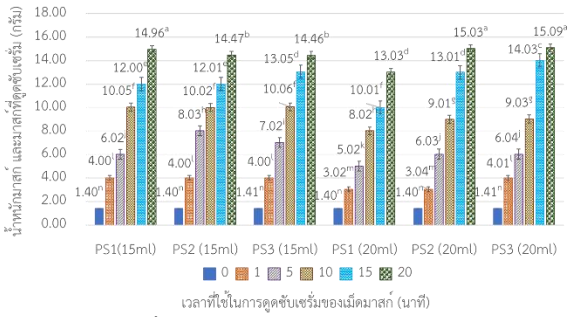
ตารางที่ 2 ค่าความหนืดก่อนทดสอบ และหลังทดสอบที่สภาวะเร่งของเซรั่มสูตร PS1, PS2 และ PS3

สูตรเซรั่ม	ค่าความหนืด (cP) ที่สภาวะเร่ง		ผลต่างค่าความหนืดก่อนและหลังทดสอบ (%)
	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ	
PS1	1284.7±3.51^{c}	1114.7±2.08^{f}	13.23^{a}
PS2	1319.0±8.66^{b}	1264.3±3.79^{d}	4.14^{c}
PS3	1370.7±7.51^{a}	1232.7±1.53^{e}	10.07^{a}

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความหนืดก่อนการทดสอบที่สภาวะเร่ง และหลังการทดสอบที่สภาวะเร่งของเซรั่มที่ผสมสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอสด (FS-G-10) พบว่าเซรั่มสูตร PS2 (เซรั่มผสมสารสกัดหยาบ FS-G-10 ร้อยละ 1) มีสภาพความคงตัวดีกว่าสูตร PS3 (เซรั่มผสมสารสกัดหยาบ FS-G-10 ร้อยละ 2) เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของปริมาณสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอที่ใส่เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ ถ้าใช้ในปริมาณที่มากจะส่งผลทำให้ความหนืดของเนื้อเซรั่มลดลง ซึ่งส่งผลต่อค่าความคงตัวของเซรั่ม หรือสารสกัดที่มีความเข้มข้นสูงอาจทำปฏิกิริยากับส่วนอื่น ทำให้ทำลายโครงสร้างของสารก่อเนื้อเจล ทำให้ความหนืดลดลง [9] เมื่อสังเกตลักษณะทางกายภาพของเซรั่มพบว่า เซรั่มบำรุงผิวทั้ง 3 สูตร ไม่เกิดตะกอน ไม่เกิดการแยกชั้น สีและกลิ่นไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับเริ่มต้น และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ก่อนและหลังการทดสอบด้วยสภาวะเร่ง พบว่ามีค่าเท่ากับ 6

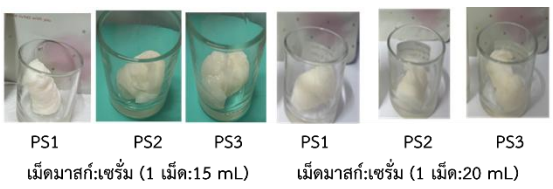
3.7 การทดสอบการดูดซับเซรั่มของเม็ดมาสก์

การทดสอบการดูดซับเซรั่มของเม็ดมาสก์แห้ง ไปทดสอบการดูดซับเซรั่มทั้ง 3 สูตร (PS1, PS2 และ PS3) ที่ระยะเวลา 0, 1, 5, 10, 15 และ 20 นาที พบว่าเม็ดมาสก์มีการดูดซับเซรั่มทั้ง 3 สูตร ได้เต็มที่ที่ 15 mL และใช้เวลาอย่างน้อย 20 นาที โดยเซรั่มสูตร PS2 และ PS3 ดูดซับเซรั่มได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 เวลาที่ใช้ในการดูดซับเซรั่มสูตร PS1, PS2 และ PS3 ของเม็ดมาสก์

โดยเม็ดมาสก์ที่ดูดซับเซรั่ม (รูปที่ 10) จะมีกลิ่นหอมอ่อนติดอยู่ ลักษณะเนื้อเซรั่ม ที่ได้สัมผัส และความหนืดของเซรั่มที่อยู่ในเม็ดมาสก์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 10 การดูดซับเซรั่มมะละกอ (สูตร PS1, PS2 และ PS3) ปริมาตร 15 และ 20 ml ของเม็ดมาสก์

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเมล็ดมะละกอสด และเมล็ดมะละกอแห้งมาสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ กลีเซอรีน และโมโนโพรพิลีน-ไกลคอล และทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกอสดมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดมะละกอแห้ง โดยสารสกัดหยาบกลีเซอรีนจากเมล็ดมะละกอสด (FS-G-10) ที่อัตราส่วน 1:10 (w/v) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ดีที่สุด (73.99%) โดยมีค่า EC_{50} 0.685 กรัม/มิลลิลิตร) เมื่อนำสารสกัดเมล็ดมะละกอสดด้วยตัวทำละลายน้ำ กลีเซอรีน และโมโนโพรพิลีนไกลคอลที่อัตราส่วน 1:10 (w/v) มาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม พบว่าสารสกัดกลีเซอรีนของเมล็ดมะละกอสด (FS-G-10) มีปริมาณสารฟีนอลิกรวมมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 121.94 ±0.189 mg GAE/100 g FW เมื่อนำสารสกัด FS-G-10 ไปเป็นส่วนผสมในเซรั่ม และทดสอบความคงตัวของเซรั่มที่สภาวะเร่ง พบว่าสมบัติทางกายภาพ คือ สี กลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง ไม่เกิดการแยกชั้น และมีค่า pH เท่ากับ 6 โดยเซรั่มสูตร PS2 มีความคงตัวดีที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละของผลต่างค่าความหนืดก่อนการทดสอบ และหลังการทดสอบที่สภาวะเร่งของเซรั่มพบว่าสารสกัดเมล็ดเมล็ดมะละกอในสูตร PS1 (6.54 %) และสูตร PS2 (7.76 %) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำเซรั่มที่เตรียมได้ทั้ง 3 สูตร ไปทดสอบการถูกดูดซับของเม็ดมาสก์หน้า พบว่าการดูดซับเซรั่มของเม็ดมาสก์ใช้เวลาสูงสุดที่ 20 นาที ดังนั้นสารสกัดหยาบเมล็ดมะละกสดที่สกัดด้วยกลีเซอรีนที่อัตราส่วน 1:10 (w/v) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และมีปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุด โดยปริมาณสารสกัดที่ใช้เป็นส่วนผสมในเซรั่มที่ร้อยละ 1 (เซรั่มสูตร PS2) มีความคงตัวมากสุดหลังการทดสอบที่สภาวะเร่ง สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับบำรุงผิว และนำไปใช้กับเม็ดมาสก์เพื่อการบำรุงผิวได้ อย่างไรก็ตามก่อนนำไปผลิตเชิงพาณิชย์ ควรมีการทดสอบปริมาณสารสกัดที่เหมาะสมที่ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เซรั่มที่จะไม่ส่งผลให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสาขาวิชาเคมี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อสุขภาพและความงาม และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เอกสารอ้างอิง

[1] K. Zhou, H. Wang, W. Mei, X. Li, Y. Luo and H. Dai, “Antioxidant Activity of Papaya Seed Extracts,” *Molecules*, vol. 16, no. 8, pp. 6179-6192, Jul. 2011. doi:10.3390/molecules1608617.

[2] I. Kyei-Barffour, R.K.B. Kwarkoh, D.O. Acheampong, A.S. Brah, S.A. Akwetey and B. Aboagye, “Alkaloidal extract from *Carica papaya* seeds ameliorates CCl_4-induced hepatocellular carcinoma in rats,” *Heliyon*, vol. 7, no. 8, pp. 1-10, Aug. 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07849.

[3] C. R. Malacrida, M. K. and N. Jorge, “Characterization of a high oleic oil extracted from papaya (*Carica papaya* L.) seeds,” *Food Science and Technology (Campinas)*, vol. 31, no. 4, pp. 929-934, Dec. 2011.

[4] S. Lar-Abia, J. Welti-Chanes and M.P. Cano, “Effect of ultrasound-assisted extraction of carotenoids from papaya (*Carica papaya* L. cv. Sweet Mary) using vegetable oils,” *Molecules*, vol. 27, no. 3, pp. 1-18, Jan. 2022. https://doi.org/10.3390/ molecules2703 0638.

[5] R. Saini, A. Mittal and V. Rathi, “Formulation & in-vitro antioxidant analysis of anti-ageing cream of Carica papaya fruit extract,” *Indian Journal of Drugs*, vol. 4, no. 1, pp. 8-14, Mar., 2016.

[6] M.S. Adhikar, V.A. Chavan and N.B. Gaikwad, “Formulation and evaluation of face serum containing *Carica papaya* and *Aloe vera*,” *International Journal of Creative Research Thoughts*, vol. 12, no, 6, pp. 121-132, Jun. 2024.

[7] G. Dudhat, A. Patwekari, M. Jadhav and S. Kashid, " Unlocking the cosmetic potential of *Carica papaya*, it' s phytochemical and pharmacological review," *International Journal of Creative Research Thoughts*, vol. 12, no. 12, pp. 89-100, Dec. 2024.

[8] E. Panzarini, M. Dwikat, S. Mariano, C. Vergallo and L. Dini, "Administration dependent antioxidant effect of Carica papaya seeds water extract," *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 1, pp. 1-13, Mar. 2014.

[9] R. Ahdyani, R. Patimah, E. Fatmasari, S. Rahayu and R. Annisa, " Influence of hydroxyethyl cellulose and glycerin concentration variations on the physicochemical stability of niacinamide-loaded nanoparticle serum formulations," *Ad-Dawaa Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 8, no. 2, pp. 221-234, Dec. 2025.

[10] S. Mankar and S. Vaidya, " Review on face serum," *Asian Journal of Pharmaceutics*, vol. 18, no. 3, pp. 740-749, Aug. 2024.

[11] A.P. Mangle, R.L. Bakal, P.R. Hatwar, V.S. Kalamb and K. S. Jumde, " The role of serums in addressing skin concerns: Exploring efficacy, safety and Trends in Beauty and Skincare," *GSC Biological and Pharmaceutical Science*, vol. 29 no. 2, pp. 066-076. Sep. 2024.

[12] A. B. L. Ongom, P. Pranamornkith and T. Pranamornkith, " Intermittent warming affects postharvest quality and chilling injury of ' Holland' papaya fruit," *Journal Thai Interdisciplinary Research*, vol. 14, no. 2, pp. 20-27, May. 2019.

[13] S. Chaijan, M. Chaijan, U. Uawisetwathana, A. Panya, N. Phonsatta, K. Shetty and W. Panpipat, " Phenolic and metabolic profiles, antioxidant activities, glycemic control, and anti-inflammatory activity of three Thai papaya cultivar leaves," *Foods*, vol. 13, no. 11, pp. 1-19, May. 2024.

[14] S. Lara-Abia, G. Lobo-Rodrigo. J. Welti-Chanes and M.P. Cano, "Carotenoid and carotenoid ester profile and their deposition in plastids in fruits of new papaya (*Carica papaya* L.) varieties from the Carnary Islands," *Foods*, vol. 10, no. 2, pp. 1-26. Feb. 2021.

[15] Y.D. Nakhate, K.S. Talekar, S.V. Giri, R.D. Vasekar, H.C. Mankar and P.R. Tiwari, " Pharmacological and chemical composition of *Carica papaya*: on overview," *World Journal of Pharmaceutical Research*, vol. 8, no. 5, pp. 811-821, Mar. 2019.

[16] R.I. Adeoye, E.T. Olopade, I.O. Olayemi, K. Okaiyeto and M.O. Akiibinu, " Nutritional and therapeutic potentials of *Carica papaya* Linn. Seed: a comprehensive review," *Plant Science Today*, vol. 11, no. 2, pp. 671-680, May. 2024.

[17] Z.R. Addai, A. Abdullah, S.A. Mutalib, K.H. Musa and E.M.A. Douqan, " Antioxidant activity and physicochemical properties of mature papaya fruit (*Carica papaya* L. cv. Eksotida)," *Advance Journal of Food Science and Technology*, vol. 5, no. 7, pp. 859-865, Jul. 2013.

[18] A.S. Baesso, D.J. da Silva, A.K. Soares, M.M. da Silva Paula, P.H.G. de Canemartori, "Biosynthesis of gold nanoparticles using papaya seed extract for the functionalization of nanocellulose membranes," *Industrial Crops & Products*, vol. 197, Mar. 2023.

[19] O. A. Iordănescu, M. Bălа, D. G. Pane, S. E. Zippenfening, M.I. Cugerean, M.I. Petroman, D.I. Hădărugă, N.G. Hădărugă and M. Rivi, "A DPPH• Kinetic approach on the antioxidant activity of various parts and pipening levels of papaya (*Carica papaya* L.) Ethanolic extracts," *Plants*, vol. 10, no. 8, pp.1-14, Aug. 2021.

[20] S.R. Omar, F. Aminuddin, L. Karim, N. Suhaimi, and S. N. Omar. " Acceptability of novel antioxidant ice cream fortified with nutritious

Carica papaya seed," *Journal of Academia*, vol. 8 no. 1, pp. 7-17, Mar. 2020.

[21] S. M. Robles-Apodaca, R. I. González-Vega, S. Ruíz-Cruz, M. I. Estrada-Alvarado, L. A. Cira-Chávez, E. Márquez-Ríos, C.L. Del-Toro-Sánchez, J. de Jesús Ornelas-Paz, G.M. Suárez-Jiménez and V. M. Ocaño-Higuera. " Optimization of extraction process for improving polyphenols and antioxidant activity from papaya seeds (*Carica papaya* L.) using response surface methodology," *Processes*. vol. 12, no. 12, pp. 1-24, Dec. 2024.