Published Online: 11 JUL 2022

ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดผลมะเฟืองเพื่อใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง

Biological Activities of *Averrhoa carambola* Fruit Extract for Cosmetic Utilization

กานต์กมล เคหะจิตต์

อีเมล: 6151701256@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

รองศาสตราจารย์ ดร.มยุรี กัลยาวัฒนกุล

อีเมล: mayuree@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดผลมะเฟืองที่อายุ 4 และ 8 สัปดาห์ ที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ พบว่า สารสกัดผลมะเฟืองอายุ 8 สัปดาห์ด้วย 70% ethanol (SFE70-8W) มีร้อยละผลผลิต (52.46 ± 0.46%) มากกว่าสารสกัดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ส่วนสารสกัดผลมะเฟืองอายุ 4 สัปดาห์ด้วย 70% ethanol (SFE70-4W) มีปริมาณฟีนอลิกรวม (64.25 ± 5.17 mg GAE/g extract) ปริมาณแทนนินรวม (76.77 ± 0.39 mg GAE/g extract) ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (26.29 ± 0.38 mg CE/g extract) มากกว่าสารสกัดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value ≤ 0.007) และมีฤทธิ์ฝาดสมาน (39.01 ± 0.58%) นอกจากนี้ สารสกัด SFE70-4W แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (IC_{50} = 13.83 ± 0.58 µg/ml) ABTS (IC_{50} = 27.71 ± 0.83 µg/ml) และ FRAP (568.66 ± 6.90 mg ferrous sulfate/g extract) สารสกัดนี้ละลายดีในน้ำกลั่น และ ละลายใน propylene glycol และมีความคงตัวทางเคมีภายใต้สภาวะเร่ง เนื่องจากมีปริมาณฟีนอลิกรวมต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.340)

คำสำคัญ: มะเฟือง, ฟีนอลิกรวม, ฟลาโวนอยด์รวม, แทนนินรวม, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ฤทธิ์ฝาดสมาน

Abstract

This study aimed to investigate the biological activities of *Averrhoa carambola* fruit extracts at aged 4th and 8th week with various solvents. The percentage of yield of 70% ethanol 8-week carambola fruit extract (SFE70-8W; 52.46

± 0.46%) was significantly (p-value < 0.001) higher than other extracts. The 70% ethanol 4-week carambola fruit extract (SFE70-4W) was significantly (p-value ≤ 0.007) higher total phenolics content (64.25 ± 5.17 mg GAE/g extract), total tannins content (76.77 ± 0.39 mg GAE/g extract) and total flavonoids content (26.29 ± 0.38 mg CE/g extract) than other extracts, and the astringent activity was 39.01 ± 0.58%. Furthermore, the SFE70-4W extract showed anti-DPPH radical (IC_{50} = 13.83 ± 0.58 µg/ml), anti-ABTS (IC_{50} = 27.71 ± 0.83 µg/ml) and FRAP (568.66 ± 6.90 mg ferrous sulfate equivalent/g extract). This extract was freely soluble in DI water and soluble in propylene glycol. It was chemically stable under accelerated condition because the total phenolics content statistically insignificant (p-value = 0.340) changed.

Keywords: *Averrhoa carambola*, Star Fruit, Total Phenolics Content, Total Flavonoids Content, Total Tannins Content, Antioxidant Activities, Astringent Activities

หลักการและเหตุผล

ผู้บริโภคนิยมเครื่องสำอางที่มาจากธรรมชาติ ทำให้มีการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาเครื่องสำอางจากธรรมชาติ หรือมีส่วนผสมของสารสกัดธรรมชาติ โดยมุ่งเน้นในการดูแลสุขภาพผิว และป้องกันการเสื่อมโทรมของผิวจากสภาวะต่าง ๆ ดังนั้น คุณภาพของเครื่องสำอาง และสารออกฤทธิ์จากธรรมชาติในเครื่องสำอางจึงมีความสำคัญ (เดี่ยนลี่ หลี่ และชิณโสณ์ วิสิฐนิธิกิจา, 2560)

มะเฟือง มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Averrhoa carambola* เป็นพืชในวงศ์ Oxalidaceae พบมากในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงประเทศไทยด้วย ผลมะเฟืองอุดมไปด้วยสารอาหาร วิตามินและแร่ธาตุหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น วิตามินซี วิตามินอี โพแทสเซียม แคลเซียม และฟอสฟอรัส เป็นต้น (Muthu et al., 2016) เกือบทุกส่วนของมะเฟืองสามารถนำมาใช้เป็นยารักษาโรคและอาการผิดปกติต่าง ๆ ได้ (นพพล เกตุประสาท, 2561) มีรายงานการศึกษาพบว่าผลมะเฟืองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลชีพ และช่วยสร้างเสริมสุขภาพ (Pang et al., 2016) สารสกัดเอทานอลของผลมะเฟืองสุกมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าสารสกัดน้ำของผลมะเฟือง สารสำคัญที่พบได้ในสารสกัดเอทานอลของผลมะเฟือง คือ Chlorogenic acid, Gallic acid, 4-Hydroxycinnamic acid, 4-Hydroxy-3-Methoxycinnamic acid, Vanillic acid, Kaempferol, Luteolin, Myricetin, Naringenin และ Quercetin โดยพบ Luteolin ปริมาณสูงที่สุด (Khanam et al., 2015) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลมะเฟืองดิบ กึ่งสุกกึ่งดิบและผลสุก พบว่า ค่า pH ของผล

มะเฟืองจะเพิ่มขึ้นตามความสุก ปริมาณ Pectins และ Tannins จะลดลง เมื่อผลมะเฟืองมีความสุกมากขึ้น (Narain et al., 2001) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลมะเฟืองที่อายุแตกต่างกันตั้งแต่ 9 สัปดาห์ถึง 13 สัปดาห์ พบว่า สารสกัดผลมะเฟืองที่สกัดด้วยเมทานอล ที่มีอายุ 9 สัปดาห์ มีปริมาณสารกลุ่ม Phenolics และ Flavonoids สูงที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดอีกด้วย (Zainudin et al., 2014) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นยังไม่พบการศึกษาวิจัยในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลมะเฟืองดิบอายุ 4 และ 9 สัปดาห์ เพื่อเตรียมในรูปแบบสารสกัดในสภาวะต่าง ๆ ตลอดจนวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และแทนนิน และทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประยุกต์ใช้ทางเครื่องสำอาง และเป็นการเพิ่มมูลค่าของมะเฟืองซึ่งเป็นผลไม้ไทยอีกทางหนึ่งด้วย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดผลมะเฟือง โดยนำผลมะเฟืองอายุ 4 และ 8 สัปดาห์นับตั้งแต่เริ่มติดลูก จากอำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี มาคัดเลือก ทำความสะอาด หั่นตามขวางเป็นชิ้นบาง ๆ นำไปตากแดด และอบที่ 40 °C จนแห้ง จากนั้นบดเป็นผง และนำผงมาสกัดด้วย DI water, 70% และ 95% เอทานอล ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำไประเหยตัวทำละลายออก และคำนวณหาร้อยละผลผลิต (ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Zainudin et al., 2014; Wei et al., 2014)

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetry ของ สารสกัดผลมะเฟือง (ดัดแปลงจาก วรพร ศีลศร และคณะ, 2554) โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน Gallic acid เพื่อคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวม และรายงานผลในหน่วย mg GAE/g extract

3. การวิเคราะห์ปริมาณแทนนินรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent method ของสารสกัดผลมะเฟือง (ดัดแปลงจาก Jahan et al., 2018) โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Gallic acid เพื่อคำนวณหาปริมาณแทนนินรวม และรายงานผลในหน่วย mg GAE/ g extract

4. การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมด้วยวิธี Spectrophotometric method ของสารสกัดผลมะเฟือง (ดัดแปลงจาก Pękal and Pyrzynska, 2014) โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Catechin เพื่อคำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม และรายงานผลในหน่วย mg CE/g extract

5. ทดสอบฤทธิ์ฝาดสมาน (ดัดแปลงจาก Son et al., 2013) โดยคำนวณหา %Astringent activity เปรียบเทียบระหว่างสารสกัดผลมะเฟือง และสารมาตรฐาน Tannic acid ที่เตรียมที่ความเข้มข้นเท่ากัน

6. คัดเลือกสารสกัดผลมะเฟืองเพื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยพิจารณาจากร้อยละผลผลิต ปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ปริมาณแทนนินรวม และฤทธิ์ฝาดสมาน

7. ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผลมะเฟืองด้วยวิธี DPPH (ดัดแปลงจาก ชนานันท์ สุวรรณปิฎกกุล และมยุรี กัลยาวัฒนกุล, 2558) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดผลมะเฟือง และสารละลายมาตรฐาน Ascorbic acid นำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น กับ %inhibition และคำนวณค่า IC_{50}

8. ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผลมะเฟืองด้วยวีธี ABTS (ดัดแปลงจาก Re et al., 1999; Izzreen & Fadzelly, 2013) โดยเตรียมอนุมูลอิสระ ABTS เพื่อใช้ผสมให้เกิดปฏิกิริยากับสารสกัดผลมะเฟือง และสารมาตรฐาน Ascorbic acid จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสง นำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น กับ %inhibition และคำนวณค่า IC_{50}

9. ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผลมะเฟืองด้วยวิธี FRAP (ดัดแปลงจาก Alothman et al., 2009; Lourith & Kanlayavattanakul, 2013) โดยเตรียมอนมูลอิสระ FRAP เพื่อใช้ผสมให้เกิดปฏิกิริยากับ สารสกัดผลมะเฟือง และสารมาตรฐาน Ferrous sulfate จากนั้นคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP ของสารสกัดผลมะเฟือง โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Ferrous sulfate และรายงานผลในหน่วย mg Ferrous sulfate equivalent/g extract

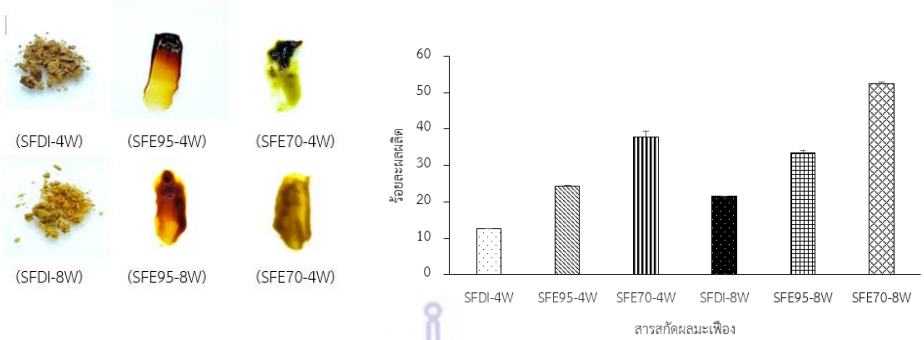
10. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารสกัดผลมะเฟือง โดยสังเกตลักษณะสีและกลิ่นของสารสกัดผลมะเฟือง ค่า pH ของสารละลายสารสกัดผลมะเฟืองที่ความเข้มข้น 100 µg/ml และความสามารถในการละลายของสารสกัดผลมะเฟืองในน้ำกลั่น และ Propylene glycol

11. ศึกษาความคงตัวของสารสกัดผลมะเฟืองในสภาวะเร่ง (ดัดแปลงจาก Kanlayavattanakul et al., 2018) โดยเก็บสารสกัดไว้ที่ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สลับกับ 45 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนครบ 6 รอบ จากนั้นนำสารสกัดผลมะเฟืองมาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมและคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น และ ค่า pH

ผลวิจัย

1. ผลการเตรียมสารสกัดผลมะเฟือง สารสกัดผลมะเฟืองที่เตรียมได้ มีทั้งหมด 6 สารสกัด ได้แก่ สารสกัดที่เตรียมจากตัวทำละลายต่าง ๆ คือ 95% เอทานอล (SFE95) 70% เอทานอล (SFE70) และ DI water (SFDI) โดยเตรียมจากผลมะเฟืองอายุ 4 สัปดาห์ (4W) และ 8 สัปดาห์ (8W) สารสกัด SFDI-4W และ SFDI-8W มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลอ่อน ไม่มีความมันวาว และมีกลิ่นคล้ายผลมะเฟืองสดอ่อน ๆ สารสกัด SFE95-4W และ SFE95-8W มีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็งกึ่งเหลว สีน้ำตาลแดง มีผิวมันวาว มีกลิ่นคล้ายผลมะเฟืองสด แต่มีกลิ่นแรงกว่าสารสกัดจาก DI water ส่วนสารสกัด SFE70-4W และ SFE70-8W มีลักษณะทางกายภาพคล้ายกับสารสกัด SFE95-4W และ SFE95-8W แต่จะมีสีน้ำตาลอมเขียว ดังแสดงในภาพที่ 1 (ก) สารสกัดผลมะเฟืองมีร้อยละการผลิตอยู่

ในช่วง 12.53 – 52.98% โดยสารสกัด SFE70-8W มีร้อยละผลผลิตมากกว่าสารสกัดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ดังแสดงในภาพที่ 1 (ข)



(ก) (ข)

ภาพที่ 1 (ก) สารสกัดผลมะเฟือง (ข) ร้อยละผลผลิตของสารสกัดผลมะเฟืองที่สกัดในสภาวะต่าง ๆ

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม พบว่า สารสกัด SFE70-4W มีปริมาณฟีนอลิกรวมมากกว่าสารสกัดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value ≤ 0.007) ดังแสดงในภาพที่ 2 (ก)

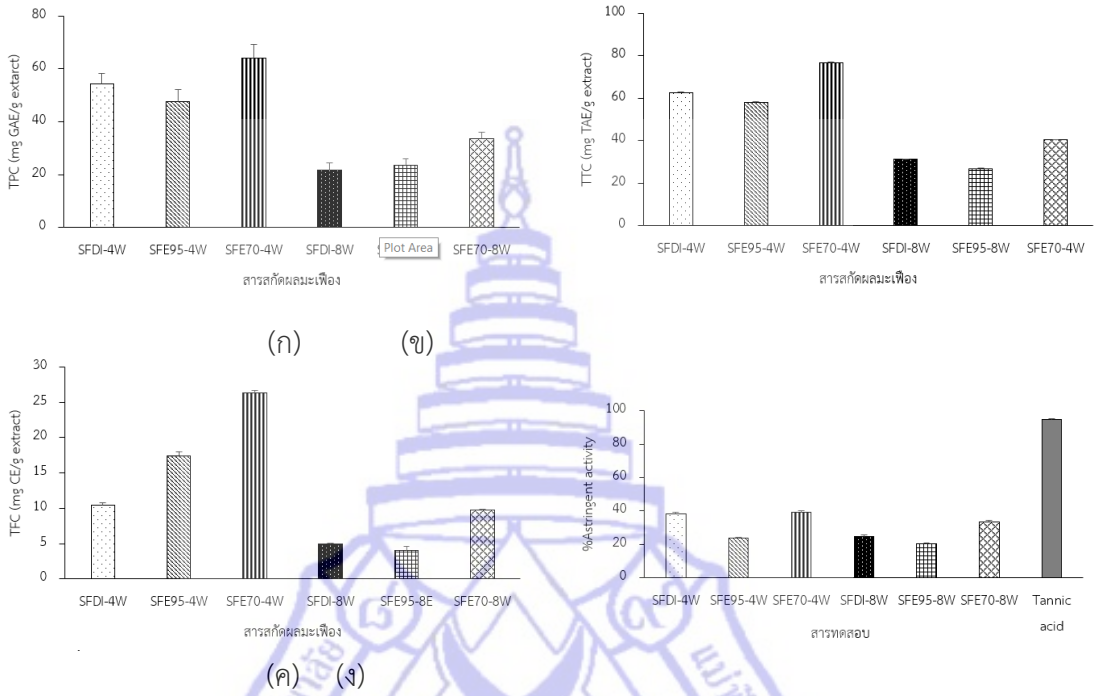
3. ผลการวิเคราะห์ปริมาณแทนนินรวม พบว่า สารสกัด SFE70-4W มีปริมาณแทนนินรวมมากกว่าสารสกัดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ดังแสดงในภาพที่ 2 (ข)

4. ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม พบว่า สารสกัด SFE70-4W มีปริมาณฟลาโวนอยด์รวมมากกว่าสารสกัดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ดังแสดงในภาพที่ 2 (ค)

5. ผลการทดสอบฤทธิ์ฝาดสมาน พบว่า สารสกัด SFE70-4W มีฤทธิ์ฝาดสมานสูงกว่าสารสกัด SFDI-4W อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.342) และพบว่าสารสกัด SFDI-4W และ SFE70-4W มีฤทธิ์ฝาดสมานมากกว่าสารสกัดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ Tannic acid ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน พบว่า สารสกัดผลมะเฟืองทุกสภาวะ มีฤทธิ์ฝาดสมานน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ดังแสดงในภาพที่ 2 (ง)

6. คัดเลือกสารสกัด SFE70-4W นำไปศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่อ เนื่องจากสารสกัด SFE70-4W มีร้อยละผลผลิตสูงเป็นอันดับที่ 2 รองจากสารสกัด SFE70-8W มีปริมาณสารสำคัญได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม และปริมาณแทนนินรวมมากกว่าสารสกัดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value ≤ 0.007) และมีฤทธิ์ฝาดสมานมากกว่าสารสกัดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ยกเว้นสารสกัด SFDI-4W (p-value = 0.340)

7. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด SFE70-4W ด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัด SFE70-4W มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 13.83 ± 0.58 µg/ml สำหรับสารละลายมาตรฐาน ascorbic acid มีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.22±0.03 µg/ml ซึ่งสารสกัด SFE70-4W มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าสารละลายมาตรฐาน ascorbic acid อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001)



ภาพที่ 2 (ก) ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดผลมะเฟือง (ข) ปริมาณแทนนินรวมของสารสกัดผลมะเฟือง (ค) ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดผลมะเฟือง (ง) ฤทธิ์ฝาดสมานของสารสกัดผลมะเฟือง

8. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด SFE70-4W ด้วยวิธี ABTS พบว่าสารสกัด SFE70-4W มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 27.71 ± 0.83 µg/ml สำหรับสารละลายมาตรฐาน ascorbic acid สามารถคำนวณค่า IC_{50} ได้เท่ากับ 1.53 ± 0.02 µg/ml ซึ่งสารสกัด SFE70-4W มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่า สารมาตรฐาน ascorbic acid อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001)

9. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัด SFE70-4W ด้วยวิธี FRAP พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด SFE70-4W ด้วยวิธี FRAP มีค่า 568.66 ± 6.90 mg ferrous sulfate/g extract

10. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารสกัด SFE70-4W พบว่าสารสกัด SFE70-4W ที่ความเข้มข้น 100 µg/ml ใน 70% ethanol มีค่า pH เท่ากับ 5.43 ± 0.02 ที่อุณหภูมิ 25°C และเมื่อทำทดสอบการละลายด้วยตัวทำละลายที่นิยมใช้ทางเครื่องสำอาง ได้แก่ น้ำกลั่น และ propylene glycol พบว่า สารสกัด SFE70-4W ละลายดี (Freely soluble) ในน้ำกลั่น (9 ml) และละลายได้ (Soluble) ใน propylene glycol (29 ml)

11. ผลการศึกษาความคงตัวของสารสกัด SFE70-4W ภายใต้สภาวะเร่ง พบว่า สีของสารสกัดมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น กลิ่นของสารสกัดไม่แตกต่างกัน ส่วนค่า pH ของสารละลายสารสกัด SFE70-4W ที่เก็บภายใต้สภาวะเร่งเข้มข้น 100 µg/ml มีค่า pH เพิ่มขึ้น 5.66 ± 0.48% และสารสกัด SFE70-4W มีปริมาณฟีนอลิกรวมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.340) จากเริ่มต้น

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการเตรียมสารสกัดผลมะเฟือง เมื่อพิจารณาร้อยละผลผลิตของสารสกัดผลมะเฟืองที่สกัดจากผลมะเฟืองอายุเท่ากัน พบว่า สารสกัดผลมะเฟืองด้วย 70% เอทานอล จะมีร้อยละผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาเป็น 95% เอทานอล และ DI water ตามลำดับ นอกจากนั้น สารสกัดด้วย 70% เอ-ทานอล ยังมีร้อยละการผลิตมากกว่าสารสกัดผลมะเฟืองด้วย DI water และ 95% เอทานอล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) สำหรับงานวิจัยก่อนหน้านี้โดย Oliveira et al. (2021) ที่เปรียบเทียบผลของสารสกัดผลมะเฟืองที่ไม่ได้ระบุสายพันธุ์ และอายุของผลมะเฟือง ด้วยน้ำและสารสกัดเอทานอล ที่ทำด้วยวิธี Percolation พบว่า ร้อยละผลผลิตของสารสกัดผลมะเฟืองด้วยน้ำ (6.10%) สูงกว่าสารสกัดผลมะเฟืองด้วยเอทานอล (4.51%) ซึ่งผลการทดสอบที่แตกต่างกันอาจมาจากวิธีการสกัด ระยะเวลาในการสกัด รวมถึงสายพันธุ์ของมะเฟืองที่ใช้ในการศึกษา

ปริมาณสารสำคัญของสารสกัดผลมะเฟือง ซึ่งได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณแทนนินรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม เมื่อพิจารณาสารสกัดผลมะเฟืองที่สกัดด้วยตัวทำละลายเดียวกัน พบว่า สารสกัดผลมะเฟืองอายุ 4 สัปดาห์ จะมีปริมาณสารสำคัญมากกว่าสารสกัดผลมะเฟืองอายุ 8 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value ≤ 0.001) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zainudin et al. (2014) ได้วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของสารสกัดเมทานอลของผลมะเฟืองสายพันธุ์ B17 ที่มีความสุกแตกต่างกัน พบว่า ความสุกของผลมะเฟืองมีผลต่อปริมาณสารสำคัญ โดยสารสกัดจากผลมะเฟืองที่มีอายุ 9 สัปดาห์จะมีปริมาณฟีนอลิกรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม มากกว่าผลมะเฟืองอายุ 13 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) และการศึกษาของ Narain et al. (2001) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณแทนนินรวมของสารสกัดผลมะเฟืองที่อายุแตกต่างกัน พบว่าปริมาณแทนนินรวมจะลดลงเมื่อผลมะเฟืองมีความสุกมากขึ้น โดยแต่ละระดับความสุกมีปริมาณแทนนินแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญคือ ผลดิบ 0.28 ± 0.01 mg/100 g of edible portion ผลกึ่งสุกกึ่งดิบ 0.22 ± 0.01 mg/100 g of edible portion และผลสุก 0.14 ± 0.01 mg/100 g of edible portion

ปริมาณสารสำคัญซึ่งได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณแทนนินรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ฝาดสมานของสารสกัดผลมะเฟือง โดยสารสกัดผลมะเฟืองที่มีปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณแทนนินรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูง มีแนวโน้มจะมีฤทธิ์ฝาดสมานสูงไปด้วย (R^2 = 0.528, 0.537 และ 0.298 ตามลำดับ)

สารสกัด SFE70-4W ถูกคัดเลือกมาศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 3 วิธี คือ วิธี DPPH วิธี ABTS และวิธี FRAP เมื่อพิจารณาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด SFE70-4W พบว่าสารสกัด SFE70-4W มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH น้อยกว่า Ascorbic acid ประมาณ 12 เท่า และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS น้อยกว่า Ascorbic acid ประมาณ 17 เท่า ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Zainudin et al. (2014) พบว่าสารสกัดเมทานอลของมะเฟืองสายพันธุ์ B17 อายุ 9 สัปดาห์มีค่า IC_{50} เท่ากับต 625 µg/ml และการศึกษาของ Wei et al. (2012) ซึ่งได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผลมะเฟืองด้วย Acetone:Water และทำการสกัดแยกด้วย *n*-hexane และ Ethyl acetate ตามลำดับ หลังจากระเหยตัวทำละลาย จะได้สารสกัด 3 ส่วนคือ ส่วนที่ละลายใน *n*-hexane (HF) ส่วนที่ละลายใน Ethyl acetate (EAF) และส่วนที่ละลายน้ำ (WF) จากนั้นนำ WF มาผ่านกระบวนการทาง Chromatography โดยใช้ 50% เมทานอล และ 70% Acetone ได้สารสกัด 2 ชนิดคือ WS1 และ WS2 ตามลำดับ พบว่าสารสกัดผลมะเฟือง WS2 มีค่า IC_{50} ต่ออนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 69.03 ± 0.59 µg/ml ซึ่งสาเหตุที่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแตกต่างอาจมาจากตัวทำละลาย และวิธีที่ใช้ในการสกัด สายพันธุ์ และอายุของมะเฟืองที่นำมาศึกษา

สารสกัด SFE70-4W ถูกนำมาศึกษาความคงตัวในสภาวะเร่ง พบว่า สารสกัดมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น กลิ่นของสารสกัดไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีค่า pH เพิ่มขึ้น 5.66 ± 0.48% ส่วนปริมาณฟีนอลิกรวมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.340) จากก่อนเก็บภายใต้สภาวะเร่ง แสดงว่าสารสกัด SFE70-4W มีความคงตัว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำสารสกัดจากผลมะเฟืองไปใช้ประโยชน์ในทางเครื่องสำอางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรศึกษาความคงตัวทางกายภาพและเคมีของสารสกัดในสภาวะต่าง ๆ ในระยะยาว เช่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ 45°C เป็นระยะเวลา 1 - 6 เดือน เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสารสกัด และกำหนดอายุของสารสกัด และศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ ทั้งในหลอดทดลอง และเซลล์เพาะเลี้ยง เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ชนานันท์ สุวรรณปิฎกกุล และมยุรี กัลยาวัฒนกุล. (2558). *การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน รวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะม่วงหาวมะนาวโห่* (การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

เดี่ยนลี่ หลี่ และชิณโสณ์ วิสิฐนิธิกิจา. (2560). ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางของสุภาพสตรีในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารบัณฑิตศึกษา, 14*(67), 121-127.

นพพล เกตุประสาท. (2561). *มะเฟืองหวาน. หน่วยอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พืชพรรณ ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม*. http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/resources/fruit/averrhoac.html.

วรพร ศีลศร, ชัยศักดิ์ จันศรีนิยม และมยุรี กัลยาวัฒนกุล. (2554). *การเตรียมสารสกัดมาตรฐานกล้วยไม้หวายม่วงแดงเพื่อใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง* (การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

Alothman, M., Bhat, R., & Karim, A. (2009). Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chemistry, 115*(3), 785-788.

Izzreen, N. M. Q., & Fadzelly, M. A. (2013). Phytochemicals and antioxidant properties of different parts of *Camellia sinensis* leaves from Sabah Tea Plantation in Sabah, Malaysia. *International Food Research Journal*, *20*(1), 307.

Jahan, I., Hossain, M., Ahmed, K., Sultana, Z., Biswas, P., & Nada, K. (2018). Antioxidant activity of Moringa oleifera seed extracts. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, *18*(4), 299-307.

Kanlayavattanakul, M., Lourith, N., & Chaikul, P. (2018). Biological activity and phytochemical profiles of Dendrobium: A new source for specialty cosmetic materials. *Industrial Crops and Products*, *120*, 61-70.

Khanam, Z., Sam, K., Zakaria, N., Ching, C., & Bhat, I. (2015). Determination of polyphenolic content, HPLC analyses and DNA cleavage activity of Malaysian *Averrhoa carambola* L. fruit extracts. *Journal of King Saud University - Science, 27*(4), 331-337.

Lourith, N., & Kanlayavattanakul, M. (2013). Antioxidant activities and phenolics of Passiflora edulis seed recovered from juice production residue. *Journal of Oleo Science, 62*(4), 235-240.

Muthu, N., Lee, S. Y., Phua, K. K., & Bhore, S. J. (2016). Nutritional, Medicinal and Toxicological Attributes of Star-Fruits (*Averrhoa carambola* L.): A Review. *Bioinformation*, *12*(12), 420–424.

Narain, N., Bora, P., Holschuh, H., & Vasconcelos, M. (2001). Physical and chemical composition of carambola fruit (*Averrhoa carambola* L.) at three stage of maturity. *Ciencia Y Tecnologia Alimentaria, 3*(3), 144-148.

Pang, D., You, L., Li, T., Zhou, L., Sun-Waterhouse, D., & Liu, R. (2016). Phenolic profiles and chemical- or cell-based antioxidant activities of four-star fruit (*Averrhoa carambola*) cultivars. *RSC Advances, 6*(93), 90646-90653.

Pękal, A., & Pyrzynska, K. (2014). Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay. *Food Analytical Methods*, *7*(9), 1776–1782.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine, 26*(9-10), 1231-1237.

Son, D. H., Nam, M. H., Hong, C. O., Seol, H. M., Yang, J. E., Kim, Y. B., . . . Lee, K. W. (2013). 5-α Reductase inhibitory effect and astringent activity of green apple rind extract on human keratinocytes and fibroblast cells. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, *77*(4), 714-721.

Wei, S., Chen, H., Yan, T., Lin, Y., & Zhou, H. (2014). Identification of antioxidant components and fatty acid profiles of the leaves and fruits from *Averrhoa carambola*. *LWT - Food Science and Technology, 55*(1), 278-285.

Zainudin, M. A. M., Hamid, A. A., Anwar, F., Osman, A., & Saari, N. (2014). Variation of bioactive compounds and antioxidant activity of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit at different ripening stages. *Scientia Horticulturae, 172*, 325-331.