Published Online: 28 FEB 2023

การศึกษาสารสกัดใบและกิ่งมะไฟเพื่อการประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง

Study of Leaves and Branches Extracts from *Baccaurea ramiflora* for Cosmetic Application

วนันท์ญภัท ทองอิ่ม
อีเมล: 6151701279@lamduan.mfu.ac.th
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักวดี ไชยกุล
อีเมล: puxvadee@mfu.ac.th
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ การเตรียมสารสกัดมะไฟ ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และความคงตัวภายใต้สภาวะเร่ง ใบและกิ่งมะไฟสกัดด้วยวิธีหมักแช่และวิธีซอกห์เลต (Soxhlet apparatus) โดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลายในการสกัด ค่าร้อยละการสกัดของสารสกัดใบและกิ่งมะไฟเตรียมด้วยวิธีหมักแช่และวิธีซอกห์เลต มีค่าเท่ากับ 1.67 - 22.97 ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดใบเป็นของแข็งสีเขียวเข้ม ขณะที่สารสกัดกิ่งเป็นของเหลวเหนียวข้นสีเขียวอมเหลือง ปริมาณฟีนอลิกรวมและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดใบสกัดด้วยวิธีหมักแช่และวิธีซอกห์เลตมีค่าเท่ากับ 319.10 ± 4.32, 137.45 ± 0.38 และ 343.04 ± 9.57 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด, 125.72 ± 0.18 มิลลิกรัมสมมูลเควอซิทินต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าปริมาณของสารสกัดกิ่งอย่างมีนัยสำคัญ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบสูงกว่าสารสกัดกิ่งอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มข้นในการยับยั้งอนุมูลอิสระดีพีพีเอชและเอบีทีเอสร้อยละ 50 ของสารสกัดใบสกัดด้วยวิธีหมักแช่และวิธีซอกห์เลตมีค่าเท่ากับ 5.71 ± 0.38, 5.19 ± 0.11 และ 5.88 ± 0.08, 4.98 ± 0.27 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ขณะที่สารสกัดกิ่งยับยั้งที่ความเข้มข้น 31.08 ± 1.39 – 89.24 ± 4.19 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสารมาตรฐานโทรลอกซ์ยับยั้งอนุมูลอิสระดีพีพีเอชและเอบีทีเอสที่ความเข้มข้น 3.51± 0.04 และ 2.66 ± 0.10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ผลการทดสอบความคงตัวของสารสกัดภายใต้การเก็บที่อุณหภูมิร้อน คือ 45 องศาเซลเซียส สลับเย็น คือ 4 องศาเซลเซียส จำนวน 6 รอบ พบว่า สารสกัดมีความคงตัว โดยมีค่าพีสำหรับปริมาณฟีนอลิกรวมเท่ากับ 1.000 และค่าพีสำหรับค่าความเป็นกรดด่างมากกว่า 0.05

คำสำคัญ: สารสกัดมะไฟ, ปริมาณฟีนอลิกรวม, ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม, อนุมูลอิสระดีพีพีเอช, อนุมูลอิสระเอบีทีเอส

Abstract

The objectives of this study were to prepare the *Baccaurea ramiflora* extracts as well as to study the physicochemical properties, the antioxidant activity, and the stability at the accelerated storage condition. The leaves and branches from *B. ramiflora* were macerated and extracted by Soxhlet apparatus using 95% ethanol as an extraction solvent. The percent yields of *B. ramiflora* leaves and branches extracts prepared by maceration and Soxhlet apparatus were 1.67 - 22.97%. The physical characteristics of leaves extracts were the dark green solid, while branches extracts were the thick and viscous liquid with green to yellow color. Total phenolic and flavonoid contents of *B. ramiflora* leaves extracts prepared by maceration and Soxhlet apparatus were 319.10 ± 4.32, 137.45 ± 0.38 and 343.04 ± 9.57 mg GAE/g extract, and 125.72 ± 0.18 mg QE/g extract, respectively, which were significantly greater than those of *B. ramiflora* branches extracts. The antioxidant activity of leaves extracts were significantly higher than that of branches extracts. The half maximal inhibitory concentration for DPPH and ABTS radical scavenging of leaves extracts prepared by maceration and Soxhlet apparatus were 5.71 ± 0.38, 5.19 ± 0.11 and 5.88 ± 0.08, 4.98 ± 0.27 μg/ml, while those of branches extracts were in the range of 31.08 ± 1.39 – 89.24 ± 4.19 μg/ml. The concentrations of trolox, a standard, for DPPH and ABTS radical scavenging assay were 3.51 ± 0.04 and 2.66 ± 0.10 μg/ml. The stability testing of *B. ramiflora* extracts analyzed by keep at 45°C, the heating temperature, and at 4°C, the cooling temperature, for 6 cycles was shown the stable extracts with *p*-value of 1.000 and > 0.05 for total phenolic content and pH value, respectively.

Keywords: *Baccaurea ramiflora* extracts, Total phenolic content, Total flavonoid content, DPPH radicals, ABTS radicals

บทนำ ความสำคัญและที่มาของปัญหา

มะไฟ (*Baccaurea ramiflora*) เป็นไม้ผลที่มีแหล่งเพาะปลูกในประเทศแถบเอเชีย มีงานวิจัยของมะไฟที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์เชิงสุขภาพ ได้แก่ คุณค่าโภชนาการของเนื้อมะไฟ น้ำมันเมล็ดมะไฟที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใบมะไฟมีสารกลุ่มฟีนอลปริมาณสูง มีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการอักเสบ และต้านอนุมูลอิสระ (Gogoi, 2017; Nesa et al., 2018) เป็นต้น แต่ยังไม่มีรายงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง

วัตถุประสงค์

เพื่อเตรียมสารสกัดใบและกิ่งมะไฟ ประเมินสมบัติทางเคมีกายภาพ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวม ทดสอบความคงตัวของสารสกัดในสภาวะเร่ง

ขอบเขตการวิจัย

การเตรียมสารสกัดจากใบและกิ่งมะไฟพันธุ์ทองสยาม ประเมินลักษณะทางกายภาพของสารสกัด ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ความสามารถในการละลายในตัวทำละลาย ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH และ ABTS assays ปริมาณฟีนอลิกรวมและปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม และความคงตัวของสารสกัดในสภาวะเร่งด้วยวิธี Heating - cooling cycle จำนวน 6 รอบ

การทบทวนวรรณกรรม

Yang et al. (2007) ศึกษาสารสำคัญในสารสกัดใบมะไฟด้วยเอทานอล 95% และสกัดแบบแบ่งส่วนด้วยเอทิลอะซีเตท พบว่า สารสกัดประกอบด้วยสารกลุ่มฟีนอลิก กลุ่มฟลาโวนอยด์ กลุ่มไฟโตสเตอรอล สารสกัดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเซลล์ PC12 ที่เหนี่ยวนำอนุมูลอิสระด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และในการทดสอบฤทธิ์ด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity ส่วนการศึกษาสารสำคัญในสารสกัดลำต้นสกัดด้วยเอทานอล 95% และสกัดแบบแบ่งส่วนด้วยเอทิลอะซีเตท พบว่าสารสกัดประกอบด้วย 4'-*O*-(6-*O*-vanilloyl)-β-D-glucopyranosyl tachioside D, 6'-*O*-Vanilloyl-picraquassioside D, 6'-*O*-Vanilloylicariside B_5, Blumenol B, Icariside B_5, 6'-*O*-Vanilloyl-isotachioside และ β-Sitosterol โดยสาร 4'-*O*-(6-*O*-Vanilloyl)-β-D-glucopyranosyl tachioside D ในสารสกัดลำต้น มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วย DPPH radical scavenging activity โดยความเข้มข้นของสารสกัดในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 50 (IC_{50}) มีค่าเท่ากับ 36.9 ไมโครโมลาร์ (Yang et al., 2010)

สารสกัดใบมะไฟสกัดด้วยเมทานอลโดยวิธีหมักแช่ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในการทดสอบฤทธิ์โดยวิธี DPPH radical scavenging activity โดยสารสกัดมีค่า IC_{50} เท่ากับ 28.83 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (μg/ml) (Ullah et al., 2012) นอกจากนี้ รายงานสารสำคัญในสารสกัดใบมะไฟสกัดด้วยเมทานอล 80% โดยวิธี Soxhlet apparatus พบว่า มีปริมาณฟีนอลิกรวม 79.06 ± 0.03 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (mg GAE/g) ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม 28.80 ± 0.01 มิลลิกรัมสมมูลเควอซิตินต่อกรัมสารสกัด (mg QE/g) ปริมาณโปรแอนโทไซยานิดิน (proanthocyanidin) 29.42 ± 0.01 ไมโครกรัมสมมูลคาเทชินต่อกรัมสารสกัด และมีกรดโรสมารินิก เป็นองค์ประกอบสำคัญ สารสกัดยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในการศึกษาด้วย DPPH radical scavenging assay โดยมีค่า IC_{50} 36.4 μg/ml และฤทธิ์ยับยั้งสารที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ ได้แก่ Interleukin-1β และ Tumor Necrosis Factor-α ด้วย (Usha et al., 2014)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดใบและกิ่งมะไฟ

เก็บใบและกิ่งมะไฟพันธุ์ทองสยามจากสวนบุญบันดาล จังหวัดนครราชสีมา โดยเก็บต้นมะไฟอายุ 6 ปี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ทำความสะอาดและอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 45°C ลดขนาดตัวอย่างพืช แล้วชั่งใบและกิ่งมะไฟ จำนวน 10 g เติม 95% เอทานอล เพื่อสกัดใบและกิ่งด้วยวิธีหมักแช่ (Ullah et al., 2012) และวิธีซอกห์เลต (Soxhlet extraction) (Usha et al., 2014) คำนวณค่าร้อยละการสกัด

2. การทดสอบสมบัติทางเคมีกายภาพของสารสกัดมะไฟ

ประเมินลักษณะทางกายภาพของสารสกัด คือ ลักษณะภายนอก สี และกลิ่นของสารสกัด ที่อุณหภูมิห้อง ค่า pH ของสารสกัดในสถานะสารละลายความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (mg/ml) ความสามารถในการละลายในตัวทำละลาย (United States Pharmacopeial Convention, 2013)

3. การทดสอบปริมาณสารสำคัญของสารสกัดมะไฟ

ทดสอบปริมาณฟีนอลิกรวม (Blainski et al., 2013) และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (Pękal & Pyrzynska, 2014) ในสารสกัดความเข้มข้น 1 mg/ml

4. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะไฟ

ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วย DPPH assay (Chen et al., 2020) และ ABTS assay เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox (ปฏิวิทย์ ลอยพิมาย, 2555) รายงานผลการทดสอบในรูปแบบ ความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 50 (IC_{50})

5. การทดสอบความคงตัวของสารสกัด

ทดสอบความคงตัวโดยเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และสลับมาเก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ จำนวนทั้งหมด 6 รอบ แล้วประเมินลักษณะทางกายภาพของสารสกัด คือ ลักษณะภายนอก สี และกลิ่น ค่า pH และปริมาณฟีนอลิกรวม เปรียบเทียบกับค่า ณ เวลาเริ่มต้น (อรัญญา มโนสร้อย, 2540)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดใบและกิ่งมะไฟ

สารสกัดใบมะไฟเตรียมด้วยวิธีหมักแช่ (BRL_M) และวิธีซอกห์เลต (BRL_S) มีค่าร้อยละการสกัดเท่ากับ 17.43 ± 3.18 และ 22.97 ± 3.11 ตามลำดับ ส่วนค่าร้อยละการสกัดของสารสกัดกิ่งมะไฟเตรียมด้วยวิธีหมักแช่ (BRB_M) และวิธีซอกห์เลต (BRB_S) มีค่าเท่ากับ 1.67 ± 0.32 และ 2.60 ± 0.26 ตามลำดับ โดยสารสกัดจากใบมีค่าร้อยละการสกัดสูงกว่าสารสกัดจากกิ่งอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) ส่วนวิธีสกัดสารจากใบด้วยวิธีหมักแช่ มีร้อยละการสกัดต่ำกว่าการสกัดด้วยวิธีซอกห์เลตอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.043$) ขณะที่วิธีสกัดสารจากกิ่งด้วยวิธีหมักแช่และวิธีซอกห์เลต มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p=0.976$) โดยการเตรียมสารสกัดในการศึกษาใช้เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลายในการสกัดสารสำคัญจากพืช เนื่องจากมีความเป็นพิษต่ำ และสามารถละลายสารสำคัญกลุ่มที่มีขั้วปานกลางได้ดี โดยค่า polarity index ของเอทานอล 95% มีค่าอยู่ในช่วง 5.2 - 6.34 ขณะที่น้ำมีค่าเท่ากับ 10 (Hossain and Hossain, 2021; Musa et al., 2011) เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละการสกัดของสารสกัดใบมะไฟสกัดโดยเมทานอลด้วยวิธีซอกห์เลตในการศึกษาก่อนหน้า พบว่า ในการศึกษานี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาก่อนหน้า ซึ่งอาจเป็นผลจากสภาวะในการสกัด เช่น อุณหภูมิ เวลาในการสกัด ความเข้มข้นของตัวทำละลายและชนิดของตัวทำละลายที่ใช้สกัด (Usha et al., 2014; Hossain and Hossain, 2021) ตลอดจนความแตกต่างของตัวอย่างพืชที่ใช้ ได้แก่ อายุของพืช สายพันธุ์ที่นำมาสกัด และแหล่งเพาะปลูก (Sonkar et al., 2020) เป็นต้น

2. การทดสอบสมบัติทางเคมีกายภาพของสารสกัดมะไฟ

ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดที่อุณหภูมิห้อง แสดงในตารางที่ 1 โดยค่า pH ของสารสกัดใบและกิ่งมะไฟมีความเป็นกรดและมีค่าอยู่ในช่วง 3.10 – 5.64 ซึ่งสารสกัดใบมะไฟมีความเป็นกรดสูงกว่าสารสกัดกิ่งมะไฟ การละลายของสารสกัดในตัวทำละลาย พบว่า สารสกัดใบและกิ่งมะไฟละลายได้ดีมากในเอทานอล ละลายได้ดีในน้ำกลั่น ละลายได้ดีถึงดีมากในโพรพิลีนไกลคอล และละลายได้ถึงละลายได้ดีในกลีเซอรีน โดยตัวทำละลายในการศึกษา เป็นตัวทำละลายที่นิยมใช้เป็นส่วนประกอบในการเตรียมตำรับเครื่องสำอางต่างๆ

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดมะไฟ

สารสกัด	ลักษณะทางกายภาพ	กลิ่น	ค่า pH ของสารละลายความเข้มข้น 1 mg/ml*
BRL_M	ผงแห้ง สีเขียวเข้ม	กลิ่นเฉพาะของมะไฟ	3.13 ± 0.01
BRL_S	ผงแห้ง สีเขียวเข้ม	กลิ่นเฉพาะของมะไฟ	3.10 ± 0.03
BRB_M	ของเหลวเหนียวข้น สีเขียวอมเหลือง	กลิ่นเฉพาะของมะไฟ	5.64 ± 0.03
BRB_S	ของเหลวเหนียวข้น สีเขียวอมเหลือง	กลิ่นเฉพาะของมะไฟ	5.62 ± 0.02

หมายเหตุ *สารสกัดละลายในเอทานอล โดยค่า pH ของเอทานอลมีค่าเท่ากับ 7.13 ± 0.01

3. การทดสอบปริมาณสารสำคัญของสารสกัดมะไฟ

ปริมาณฟีนอลิกรวมและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดใบและกิ่งมะไฟ แสดงในตารางที่ 2 โดยสารสกัดใบมะไฟทั้งการสกัดด้วยวิธีหมักแช่และวิธีซอกห์เลต มีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงกว่าสารสกัดกิ่งมะไฟอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) ส่วนวิธีซอกห์เลตสามารถสกัดสารกลุ่มฟีนอลิกจากสารสกัดสูงกว่าวิธีหมักแช่ ($p=0.002$ สำหรับสารสกัดใบมะไฟ และ $p=0.012$ สำหรับสารสกัดกิ่งมะไฟ) ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดใบมะไฟสูงกว่าสารสกัดกิ่งมะไฟอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) ส่วนการสกัดด้วยวิธีหมักแช่ สามารถสกัดปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในพืชสูงกว่าวิธีซอกห์เลตอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) ปริมาณสารสำคัญในสารสกัดทั้งปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์ในการศึกษานี้แตกต่างจากรายงานการศึกษาก่อนหน้า อาจเป็นผลจากการเตรียมสารสกัด และแหล่งของพืชในการศึกษา (Hossain and Hossain, 2021; Sonkar et al., 2020)

ตารางที่ 2 ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดมะไฟ

สารสกัด	ปริมาณฟีนอลิกรวม (mg GAE/g extract)	ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (mg QE/g extract)
BRL_M	319.10 ± 4.32^{b}	137.45 ± 0.38^{a}
BRL_S	343.04 ± 9.57^{a}	125.72 ± 0.18^{b}
BRB_M	84.59 ± 2.31^{d}	13.86 ± 1.04^{c}
BRB_S	103.21 ± 5.41^{c}	5.64 ± 0.26^{d}

หมายเหตุ a, b, c, d แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ค่า $p<0.05$

4. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะไฟ

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะไฟและสารมาตรฐาน Trolox ด้วยวิธี DPPH และ ABTS assay แสดงในตารางที่ 3 สารสกัดใบมะไฟมีความแรงในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS สูงกว่าสารสกัดกิ่งมะไฟอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.001) เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดใบมะไฟกับสารมาตรฐาน Trolox พบว่า มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ไม่แตกต่างกัน (p=0.701 และ 0.646 สำหรับสารสกัด BRL_M และ BRL_S ตามลำดับ) ขณะที่สารสกัดใบมะไฟยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS น้อยกว่าสารมาตรฐาน Trolox อย่างมีนัยสำคัญ (p=0.008 และ 0.014 สำหรับสารสกัด BRL_M และ BRL_S ตามลำดับ) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบมะไฟด้วยวิธี DPPH และ ABTS assay แสดงผลการทดสอบที่สอดคล้องกัน และสอดคล้องกับรายงานการศึกษาก่อนหน้า (Usha et al., 2014; Man et al., 2016) ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS assay เป็นการศึกษาฤทธิ์ต่ออนุมูลอิสระชนิดไม่มีประจุและชนิดประจุบวก ตามลำดับ เนื่องจากอนุมูลอิสระที่เกิดในร่างกาย คือ Reactive oxygen species (ROS) และ Reactive nitrogen species (RNS) มีทั้งชนิดมีประจุและไม่มีประจุ (Nimse & Pal, 2015) ซึ่งการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะไฟอาจมีบทบาทสำคัญในการชะลอและป้องกันอันตรายจากอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุสำคัญในการเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะ Oxidative damage และภาวะอื่นๆ เช่น ภาวะอักเสบ ภาวะชรา เป็นต้น ในร่างกาย (Goyal et al., 2020) ส่วนสารมาตรฐาน Trolox ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของวิตามินอีที่ละลายน้ำได้ดี มีฤทธิ์ป้องกันเซลล์จากอนุมูลอิสระผ่านทางการยับยั้ง Membrane damage (Forrest et al., 1994) โดยการให้ไฮโดรเจนอะตอม Sequential electron transfer proton transfer และ Sequential proton loss electron transfer (Boulebd, 2020)

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของสารสกัดมะไฟและสารมาตรฐาน Trolox ในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 50 (IC_{50}) ในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay

สารสกัด	**IC_{50} จากการทดสอบด้วยวิธี DPPH assay (µg/ml)**	**IC_{50} จากการทดสอบด้วยวิธี ABTS assay (µg/ml)**
BRL_M	5.71 ± 0.38^{a}	5.19 ± 0.11^{b}
BRL_S	5.88 ± 0.08^{a}	4.98 ± 0.27^{b}
BRB_M	89.24 ± 4.19^{c}	47.08 ± 0.60^{d}
BRB_S	55.99 ± 2.02^{b}	31.08 ± 1.39^{c}
Trolox	3.51 ± 0.04^{a}	2.66 ± 0.10^{a}

หมายเหตุ a, b, c, d แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ค่า p<0.05

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสำคัญ คือ ปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH และ ABTS assay ของสารสกัดมะไฟ พบว่า ปริมาณฟีนอลิกรวมกับปริมาณฟลาโวนอยด์รวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH กับ ABTS assay มีความสัมพันธ์เชิงบวก โดยมีค่า Correlation coefficient (*r*) เท่ากับ 0.984 และ 0.998 ตามลำดับ กล่าวคือ เมื่อพบปริมาณฟีนอลิกรวมในสารสกัดมะไฟจำนวนมาก จะพบปริมาณฟลาโวนอยด์รวมจำนวนมากในสารสกัด ขณะที่สารสกัดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูง จะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS สูง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสำคัญกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS assay (ค่า IC_{50}) พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงลบ โดยมีค่า *r* เท่ากับ -0.955, -0.962 และ -0.923, -0.930 สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟีนอลิกรวมกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS และปริมาณฟลาโวนอยด์รวมกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ตามลำดับ เนื่องจากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรายงานผลการศึกษาเป็นค่า IC_{50} ซึ่งสารที่มีค่า IC_{50} ต่ำ จะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างปริมาณสารสำคัญกับค่า IC_{50} ระบุถึง ปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์ในสารสกัดที่มีปริมาณสูง จะมีค่า IC_{50} ต่ำ และมีความแรงของสารสกัดสูง ขณะที่สารที่มีปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์ปริมาณต่ำ จะมีค่า IC_{50} สูง และมีความแรงของสารสกัดต่ำ

5. การทดสอบความคงตัวของสารสกัด

ปริมาณฟีนอลิกรวมและค่า pH ของสารสกัดหลังการทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่ง มีค่าไม่แตกต่างจากค่าเริ่มต้น ($p>0.05$) แสดงถึง สารสกัดจากใบและกิ่งมะไฟมีความคงตัวภายใต้สภาวะทดสอบ

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาชนิดของสารสำคัญในสารสกัดใบและกิ่งมะไฟเพิ่มเติมสำหรับใช้เป็นสารสำคัญในการเตรียมและการควบคุมคุณภาพของสารสกัด นอกจากนี้ อาจศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ ของสารสกัดสำหรับการใช้ประโยชน์เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำหรับลดการสร้างเม็ดสีเมลานิน (skin lightening products) และชะลอภาวะชรา (anti-aging products) เช่น ฤทธิ์ต่อเอนไซม์ไทโรสิเนส ฤทธิ์ต้านอักเสบ และฤทธิ์ต่อภาวะชรา เป็นต้น

การอ้างอิง

ปฏิวิทย์ ลอยพิมาย**.** (2555). *การประเมินความสามารถต้านออกซิเดชันรวมในหลอดทดลอง*. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, *31*, 164-170.

อรัญญา มโนสร้อย. (2533). *เครื่องสำอาง เล่ม 1*. โอเดียนสโตร์.

Blainski, A., Lopes, G. C., & De Mello, J. C. P. (2013). Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from *Limonium brasiliense* L. *Molecules*, *18*, 6852-6865.

Boulebd, H. (2020). Comparative study of the radical scavenging behavior of ascorbic acid, BHT, BHA and trolox: experimental and theoretical study. *Journal of Molecular Structure*, *1201*, 127210.

Chen, X., Liang, L., & Han, C. (2020). Borate suppresses the scavenging activity of gallic acid and plant polyphenol extracts on DPPH radical: a potential interference to DPPH assay. *LWT*, *131*, 109769.

Gogoi, B. (2017). *Baccaurea ramiflora Lour.*: biochemical and ethnobotanical value with scope for bio-prospection. *Annals of Plant Sciences*, *6*, 1649.

Goyal, A. K., Middha, S. K., & Usha, T. (2020). *Baccaurea ramiflora* Lour.: a comprehensive review from traditional usage to pharmacological evidence. *Advances in Traditional Medicine*, 1-19.

Hossain, M. A., & Hossain, M. (2021). Optimization of antioxidative phenolic compound extraction from freeze-dried pulp, peel, and seed of Burmese grape (*Baccaurea ramiflora* Lour.) by response surface methodology. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-15.

Musa, K. H., Abdullah, A., Jusoh, K., & Subramaniam, V. (2011). Antioxidant activity of pink-flesh guava (*Psidium guajava* L.): effect of extraction techniques and solvents. *Food Analytical Methods*, *4*, 100-107.

Nesa, M. L., Karim, S. M. S., Api, K., Sarker, M. M. R., Islam, M. M., Kabir, A., ... & Munir, M. S. (2018). Screening of *Baccaurea ramiflora (Lour.)* extracts for cytotoxic, analgesic, anti-inflammatory, neuropharmacological and antidiarrheal activities. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *18*, 35.

Nimse, S. B., & Pal, D. (2015). Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC advances*, *5*, 27986-28006.

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

Sonkar, N., Rajoriya, D., Chetana, R., & Murthy, K. V. (2020). Effect of cultivars, pretreatment and drying on physicochemical properties of *Amla* (*Emblica officinalis*) gratings. *Journal of Food Science Technology*, 57, 980–992.

The United States Pharmacopeial Convention. (2012). *The United States pharmacopeia ; The National Formulary: official from May 1, 2013*. Rockville, MD.

Ullah, M. O., Urmi, K. F., Howlader, M. D., Hossain, M., Ahmed, M. T., & Hamid, K. (2012). Hypoglycemic, hypolipidemic and antioxidant effects of leaves methanolic extract of *Baccaurea ramiflora*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, *4*, 266-269.

Usha, T., Middha, S. K., Bhattacharya, M., Lokesh, P., & Goyal, A. K. (2014). Rosmarinic acid, a new polyphenol from *Baccaurea ramiflora* Lour. leaf: a probable compound for its anti-inflammatory activity. *Antioxidants*, *3*, 830-842.

Yang, X. W., He, H. P., Ma, Y. L., Wang, F., Zuo, Y. Q., Lin, H., ... & Hao, X. J. (2010). Three new vanilloid derivatives from the stems of *Baccaurea ramiflora*. *Planta Medica*, *76*, 88-90.

Yang, X. W., Wang, J. S., Ma, Y. L., Xiao, H. T., Zuo, Y. Q., Lin, H., ... & Hao, X. J. (2007). Bioactive phenols from the leaves of *Baccaurea ramiflora*. *Planta Medica*, *73*, 1415-1417.