การพัฒนาสารสกัดมาตรฐานของเปลือกผลไม้ไทย 6 ชนิด เพื่อเป็นสารยับยั้งไทโรซิเนส

Development of 6 Standardized Thai Fruit Shell Extracts for Tyrosinase Inhibitor Application

ธีระพงษ์ นิลละออ

อีเมล์: ntn_bao@hotmail.com

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ดร. ภาณุพงษ์ ใจวุฒิ

อีเมล์: phanuphong@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดสารออกฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสจากเปลือกผลไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งหมด 6 ชนิด คือ กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.) เงาะโรงเรียน (*Nephelium lappaceum* L.) ทุเรียนหมอนทอง (*Durio zibethinus* L.) มะม่วงน้ำดอกไม้ (*Mangifera indica* L.) มะละกอ (*Carica papaya* L.) และมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) การสกัดทำได้โดยวิธีแช่ที่อุณหภูมิห้อง ความเร็วรอบ 150 rpm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลาย สารสกัดเปลือกมะม่วงให้ร้อยละผลผลิตสูงสุด คือร้อยละ 36.58 โดยน้ำหนัก ในขณะที่เปลือกกล้วยให้ผลผลิตต่ำสุด คือร้อยละ 8.31 โดยน้ำหนัก สารสกัดเปลือกเงาะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด คือ 407.57 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบ ส่วนสารสกัดเปลือกมะละกอมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมน้อยที่สุด คือ 18.26 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งไทโรซิเนส โดยใช้ L-DOPA เป็นสารตั้งต้น พบว่า สารสกัดเปลือกมังคุด ให้ฤทธิ์สูงสุดโดยมีค่า IC_{50} 19.88 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามด้วยสารสกัดเปลือกมะละกอ มะม่วง ทุเรียน เงาะ และกล้วย โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 30.13, 33.18, 34.45, 36.82 และ 130.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทุกสารสกัดให้ฤทธิ์ต่ำกว่าสารมาตรฐานกรดโคจิก ซึ่งมีค่า IC_{50} 7.61 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร การทดสอบความคงตัวของสารสกัดที่อุณหภูมิ 4, 45 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน พบว่า

สารสกัดทุกชนิดมีความคงตัวของปริมาณสารฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสมากกว่าร้อยละ 80 โดยอุณหภูมิที่เก็บไม่มีผลต่อความคงตัวของสารสำคัญ การวิเคราะห์สารองค์ประกอบในสารสกัดด้วย HPLC พบว่าสารสกัดเปลือกผลไม้ส่วนใหญ่มี gallic acid, epigallocatechin gallate และ catechin gallate เป็นองค์ประกอบ

คำสำคัญ: กล้วย/เงาะ/ทุเรียน/เปลือก/มะม่วง/มะละกอ/มังคุด/ฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนส/สารประกอบฟีนอลิก/HPLC

Abstract

This research was purposed to extract tyrosinase inhibitor from 6 economic fruit shells. They were the shells of banana (*Musa sapientum* L.), rambutan (*Nephelium lappaceum* L.), durian (*Durio zibethinus* L.), mango (*Mangifera indica* L.), papaya (*Carica papaya* L.) and mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). Extraction method was performed by using incubator shaker at 150 rpm for 4 h with 95% ethanol as a solvent. The mango shell extract provided the highest extraction yield of 36.58%, while the banana shell extract gave the lowest value at 8.31%. For phenolic content determination, the rambutan shell extract showed the greatest value of 407.57 mg GAE/g, while that of papaya was found the lowest value of 18.26 mg GAE/g. Tyrosinase inhibitory activity tested by using L-DOPA as a substrate revealed that the mangosteen shell extract exhibited the highest activity with IC_{50} of 19.88 µg/mL followed by the extracts from the shells of papaya, mango, durian, rambutan and banana with IC_{50} of 30.13, 33.18, 34.45, 36.82 and 130.68 µg/mL, respectively. However, all fruit shell extracts showed the lower capacity than that of standard kojic acid which exhibited the IC_{50} of 7.61 µg/mL. Stability test at 4, 45 ^{o}C and room temperature for 2 months showed all extract possessing phenolic content and tyrosinase inhibition more than 80% remaining. Storage temperature was not influent to the active compound stability. Gallic acid, epigallocatechin gallate and catechin gallate were found to be composition in the most extracts when analyzed by HPLC.

Keywords: Banana/Rambutan/Durian/Shell/Mango/Papaya/Mangosteen/Tyrosinase inhibitor/Phenolic compound/HPLC

บทนำ

เนื่องจากผลไม้เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ทำให้มีปริมาณผลผลิตสูงต่อปี แต่สิ่งที่เกิดขึ้นคือเปลือกผลไม้ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดเป็นขยะ ทางแก้ปัญหาส่วนใหญ่ คือนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพและเลี้ยงสัตว์ ทำให้มีมูลค่าต่ำ มีงานวิจัยจำนวนมากพบว่าในเปลือกผลไม้เป็นแหล่งที่ดีของสารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ เช่น polyphenols และ flavone (Lee *et al.*, 2010) สารเหล่านี้จัดว่าเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง และมีผลต่อการลดระดับคลอเลสเตอรอล (Burns *et al.*, 2000) แต่ยังมีข้อมูลงานวิจัยจำนวนน้อยที่ทำการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสในส่วนของเปลือกผลไม้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการสกัดและเปรียบเทียบฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสจากเปลือกผลไม้เศรษฐกิจทั้ง 6 ชนิด เพื่อพัฒนาเป็นสารสกัดมาตรฐานสำหรับใช้เป็นสารออกฤทธิ์ตามธรรมชาติในเครื่องสำอางต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสกัดและเปรียบเทียบสารออกฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสจากเปลือกผลไม้ทั้ง 6 ชนิด
2. เพื่อทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดเปลือกผลไม้ทั้ง 6 ชนิด
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติและทดสอบความคงตัวของสารสกัดเปลือกผลไม้ทั้ง 6 ชนิด
4. เพื่อวิเคราะห์สารองค์ประกอบในสารสกัดเปลือกผลไม้ทั้ง 6 ชนิด ด้วยวิธี HPLC
5. เพื่อกำหนดมาตรฐานการเตรียมตัวอย่างและสารสกัดจากเปลือกผลไม้ทั้ง 6 ชนิด

ขอบเขตการวิจัย

1. เตรียมเปลือกผลไม้แห้งทั้ง 6 ชนิดและสกัดสารด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95
2. ทดสอบสารประกอบฟีนอลิกรวมและเปรียบเทียบฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนส
3. ศึกษาคุณสมบัติและทดสอบความคงตัวของสารสกัดเปลือกผลไม้
4. วิเคราะห์สารองค์ประกอบในสารสกัดเปลือกผลไม้ ด้วยวิธี HPLC
5. กำหนดมาตรฐานการเตรียมตัวอย่างและสารสกัดเปลือกผลไม้

การทบทวนวรรณกรรม

เมล็ดและเปลือกผลไม้มีรายงานการพบฤทธิ์ต่างๆทางเครื่องสำอาง เช่น กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.) มีรายงานพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Rafaela *et al*.,

2010; Shinichi *et al*., 2002) ซึ่งสารออกฤทธิ์ในส่วนเปลือกมีมากกว่าส่วนของเนื้อผล (M.W Davey *et al*., 2007)

เงาะโรงเรียน (*Nephelium lappaceum* L.) มีรายงานพบว่าเปลือกเงาะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (Palanisamy *et al*., 2008) มีฤทธิ์ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด (Lin *et al*., 2008) และยังพบว่าส่วนเปลือกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียดีกว่าเมล็ด (นนท์ *et al*., 2554)

ทุเรียนหมอนทอง (*Durio zibethinus* L.) มีรายงานพบว่าทุเรียนมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฟลาโวนอยด์ ฟีนอลิก และแคโรทีนอยด์ ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Wang *et al*., 2007; Belajova *et al*., 2004; Vanamala *et al*., 2006; Dugo *et al*., 2005; Leuzzi *et al*., 2000)

มะม่วงน้ำดอกไม้ (*Mangifera indica* L.) มีรายงานพบว่าเปลือกและเมล็ดมีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ โทโคฟีรอลและสเตอรอล (Ajila *et al*., 2007; Maisuthisakul *et al*., 2009; Masibo *et al*., 2008) ซึ่งพบสารออกฤทธิ์ในเปลือกมากกว่าเนื้อผล (Ajila *et al*., 2007a)

มะละกอ (*Carica papaya* L.) มีรายงานพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง (Corral-Aguayo *et al*., 2008; Jiao *et al*., 2010; Rivera-Pastrana *et al*., 2010)

และมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) มีรายงานพบสารประกอบฟีนอลิก เช่น แทนนิน แอนโทไซยานิน และแซนโทน (Fu *et al*., 2007; Chin *et al*., 2008; Maisuthisakul *et al*., 2007) โดยเฉพาะสารกลุ่มแซนโทนที่พบสารองค์ประกอบหลัก คือ alpha-mangostin มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านการเกิดเนื้องอก ต้านการแพ้ ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา (Jung *et al*., 2006; Chen *et al*., 2008; Chomnawang *et al*., 2007; Chomnawang *et al*., 2005; Gopalakrishnan *et al*., 1997; Chairungsrilerd *et al*., 1996; Iinuma *et al*., 1996; Ee *et al*., 2008; Nabandith *et al*., 2004)

วิธีดำเนินการวิจัย

รวบรวมเปลือกผลไม้ทั้ง 6 ชนิด จากตลาดสดสี่มุมเมือง จังหวัดปทุมธานี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 อบที่อุณหภูมิ 55 ± 5 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียด และร่อนให้ได้ขนาดอนุภาค 150 ไมโครเมตร จากนั้นนำมาสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (Pothitirat *et al*., 2009) ด้วยเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิห้อง ความเร็วรอบ 150 rpm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง กรองและนำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนได้เป็นสารสกัดหยาบ (crude extract) แล้วนำมาทดสอบปริมาณฟีนอ

ลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu หาปริมาณโดยการเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก รายงานผลในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งของไทโรซิเนส ใช้ L-DOPA เป็นสารตั้งต้น รายงานค่าในรูปค่า IC_{50} (ความเข้มข้นของสารในการยับยั้งปฏิกิริยาได้ 50 %) ซึ่งได้จากการสร้างกราฟระหว่างร้อยละการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา (% Inhibition) กับความเข้มข้นของสารตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบกับสารยับยั้งไทโรซิเนสมาตรฐานคือ กรดโคจิก การทดสอบความคงตัวทดสอบที่อุณหภูมิ 4, 45 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง รายงานผลในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และในรูปของกราฟ Remaining content (%) โดยวิเคราะห์ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสเป็นเวลา 2 เดือน ส่วนการวิเคราะห์สารองค์ประกอบในสารสกัดใช้วิธี HPLC มีสารมาตรฐาน คือ catechin gallate, epigallocatechin gallate, rosemarinic acid, alpha-mangostein, quercetin และ gallic acid

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

สารสกัดเปลือกมะม่วงให้ผลผลิตสูงสุด คือร้อยละ 36.58 โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 1 ซึ่งใกล้เคียงกับสารสกัดเปลือกมะม่วงจากงานวิจัยก่อนหน้าที่ให้ผลผลิตร้อยละ 31.56 โดยน้ำหนัก (Wankasi *et al.*, 2013) สารสกัดเปลือกผลไม้ทุกชนิดให้ร้อยละผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 1 ร้อยละปริมาณของสารสกัดหยาบเปลือกผลไม้ 6 ชนิดที่สกัดได้จากเอทานอลร้อยละ95

สารสกัด	ร้อยละปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดได้ (% โดยน้ำหนัก)
เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้	$36.58 \pm 0.96^{d*}$
เปลือกเงาะโรงเรียน	21.73 ± 1.02^{c}
เปลือกมังคุด	21.20 ± 0.76^{bc}
เปลือกทุเรียนหมอนทอง	21.05 ± 0.25^{bc}
เปลือกมะละกอ	20.07 ± 0.19^{b}
เปลือกกล้วยน้ำว้า	8.31 ± 0.49^{a}

หมายเหตุ. * ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) วิเคราะห์โดย Duncan's New Multiple's Range Test

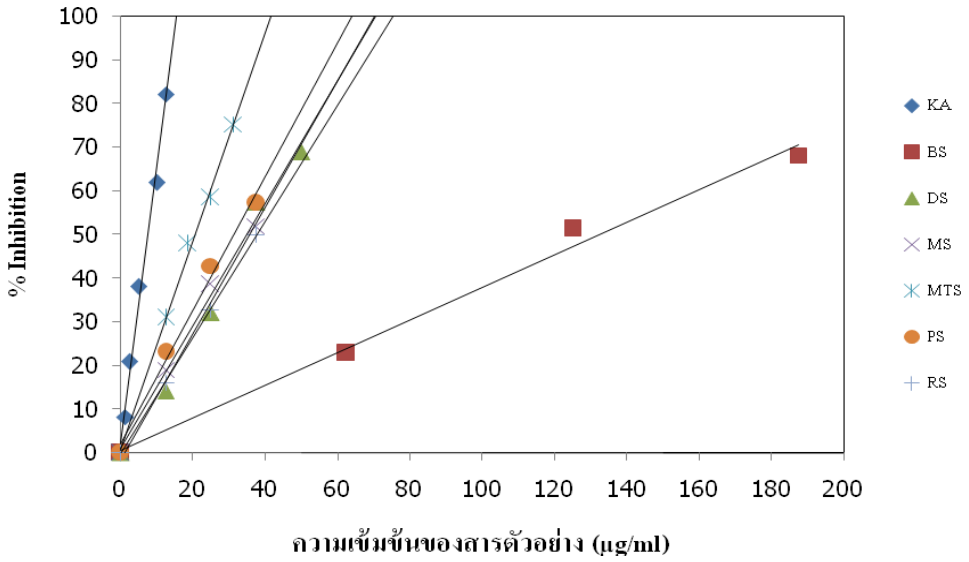
สารสกัดเปลือกเงาะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด คือ 407.57 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม ในขณะที่เปลือกมะละกอมีค่าน้อยที่สุด คือ 18.26 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม ดังตารางที่ 2 Kelebek *et al.* (2015) รายงานว่า สารสกัดเปลือกมะละกอ มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 119.79 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด นอกจากนี้สารสกัดเปลือกเงาะ มีปริมาณรวมของกรดแอลลาจิค คอริลาจิน และเจรานิอิน เท่ากับ 693.4 มิลลิกรัมต่อกรัม (นนท์ *et al.*, 2554) จากงานวิจัยนี้สารสกัดเปลือกผลไม้ทุกชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ทั้ง 6 ชนิด

สารสกัด	**ปริมาณฟีนอลิกรวม (มิลลิกรัม GAE/กรัม น้ำหนักแห้ง)**
เปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้	$136.52 \pm 0.45^{d*}$
เปลือกเงาะโรงเรียน	407.57 ± 1.69^{f}
เปลือกมังคุด	266.43 ± 1.38^{e}
เปลือกทุเรียนหมอนทอง	44.67 ± 0.29^{c}
เปลือกมะละกอ	18.26 ± 0.13^{a}
เปลือกกล้วยน้ำว้า	25.30 ± 0.23^{b}

หมายเหตุ. * ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) วิเคราะห์โดย Duncan's New Multiple's Range Test

สารสกัดเปลือกมังคุด ให้ค่า IC_{50} ต่ำที่สุด คือ 19.88 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามมาด้วยเปลือกมะละกอ, มะม่วง, ทุเรียน, เงาะ และกล้วย ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 30.13, 33.18, 34.45, 36.82 และ 130.68 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทุกสารสกัดให้ฤทธิ์ต่ำกว่าสารมาตรฐานกรดโคจิก ซึ่งมีค่า IC_{50} 7.61 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดังภาพที่ 1 และสารสกัดเปลือกผลไม้ทุกชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

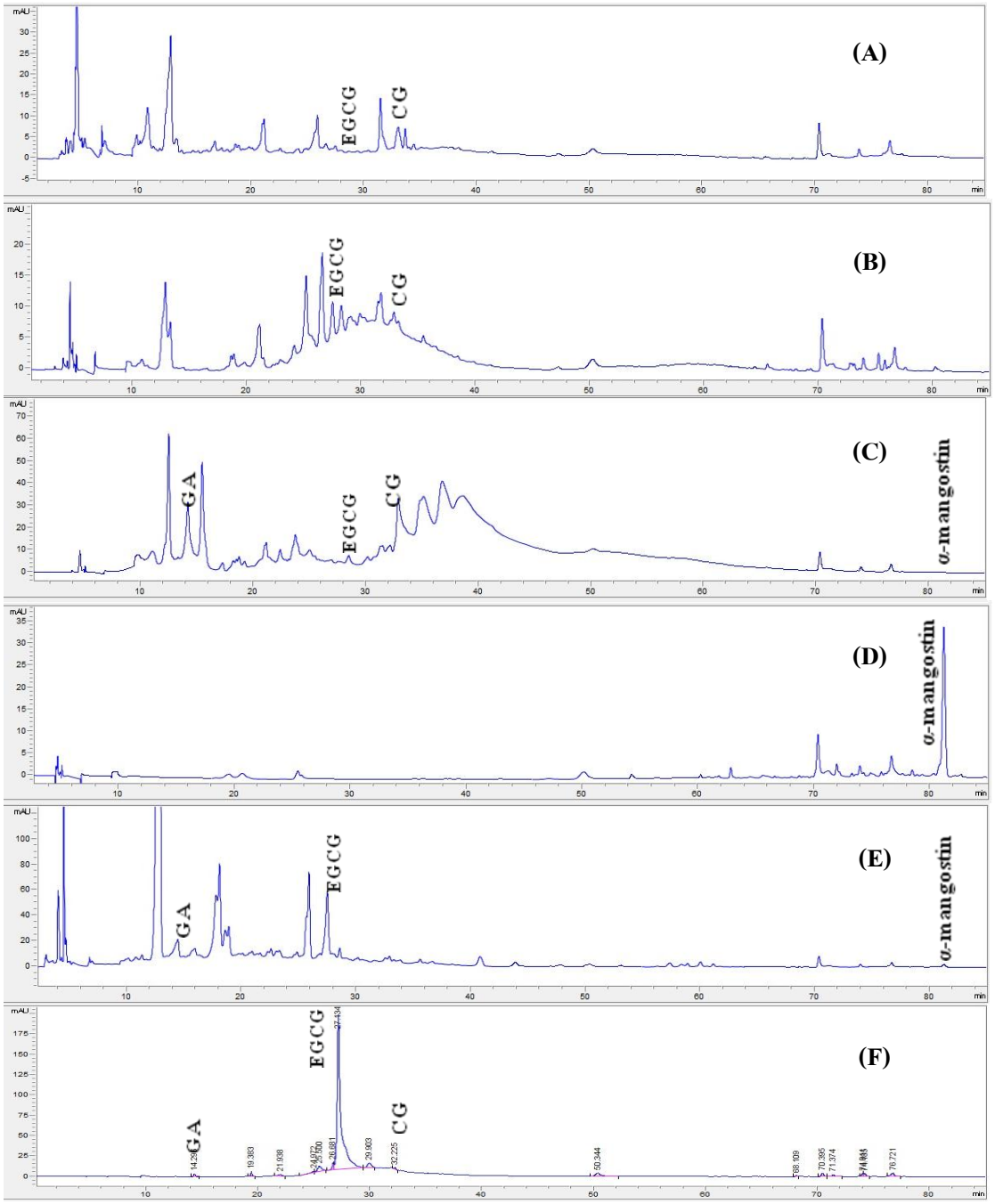


ภาพที่ 1 ฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบเปลือกผลไม้ทั้ง 6 ชนิดเทียบกับสารมาตรฐาน โดย KA คือกรดโคจิก, BS คือสารสกัดเปลือกกล้วย, DS คือสารสกัดเปลือกทุเรียน, MS คือสารสกัดเปลือกมะม่วง, MTS คือสารสกัดเปลือกมังคุด, PS คือสารสกัดเปลือกมะละกอ และ RS คือสารสกัดเปลือกเงาะ

สารสกัดเปลือกผลไม้ทั้ง 6 ชนิด มีความคงตัวที่อุณหภูมิ 4, อุณหภูมิห้องและ 45 องศาเซลเซียส โดยยังมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนสสูงกว่าร้อยละ 80 เมื่อเวลาผ่านไป 2 เดือน

การวิเคราะห์สารองค์ประกอบด้วย HPLC พบว่าสารสกัดเปลือกกล้วยและทุเรียนมี epigallocatechin gallate และ catechin gallate เป็นองค์ประกอบ สารสกัดเปลือกมะม่วงมี gallic acid, epigallocatechin gallate, catechin gallate และ alpha-mangostin เป็นองค์ประกอบ สารสกัดเปลือกมังคุดมี alpha-mangostin เป็นองค์ประกอบ สารสกัดเปลือกมะละกอมี gallic acid, epigallocatechin gallate และ alpha-mangostin เป็นองค์ประกอบ ส่วนสารสกัดเปลือกเงาะมี gallic acid, epigallocatechin gallate และcatechin gallate เป็นองค์ประกอบ ดังภาพที่ 2 จากรายงานก่อนหน้า Marina et al. (2014) พบปริมาณสารสำคัญในเปลือกมะม่วงโดย HPLC คือ catechin, epicatechin และ kaempferol เท่ากับ 810.74, 21.83 และ 20.88 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ สารสำคัญในเปลือกอ่อนและเปลือกสุกของมังคุดโดย HPLC คือ alpha-mangostin เท่ากับ 8.07 และ

13.63 น้ำหนักต่อน้ำหนัก ตามลำดับ (Pothitirat *et al.*, 2009) ในขณะที่สารสำคัญในเปลือกเงาะด้วย HPLC คือ geraniin เท่ากับ 37.9 มิลลิกรัมต่อกรัมสารสกัด (Palanisamy *et al.*, 2011)



ภาพที่ 2 กราฟโครมาโทแกรมของสารสกัดเปลือกมะละกอ(A) ทุเรียน(B) มะม่วง(C) มังคุด(D) มะละกอ(E) และเงาะ(F) ตามลำดับ

รายการอ้างอิง

นนท์ ธิติเลิศเดชา. (2554). **การสกัด การแยก การทำบริสุทธิ์ และการพิสูจน์เอกลักษณ์ทางโครงสร้างของสารประกอบฟีนอลจากเงาะ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Ajila, C.M., Naidu, K. A., Bhat, S. G., & Prasada Rao, U. J. S. 2007. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chemistry,* 105: 892–988.

Belajova, E. and M. Suhaj. 2004. Determination of phenolic constituents in *citrus* juices: Method of high performance liquid chromatography. *Food chemistry,* 86: 339-343.

Burns, J., P. Gardner, J. O'Neil, S. Crawford, I. Morecroft, D.B. McPhail, C. Lister, D. Matthews, M.R. MacLean, M.E.J. Lean, G.G. Duthie & A. Crozier. 2000. Relationship among antioxidant activity, vasodilation capacity, and phenolic content of red wines. *Journal of Agricultural Food Chemistry,* 48: 220-230.

Chairungsrilerd, N., K. Furukawa, T. Ohta, S. Nozoe and Y. Ohizumi. 1996. Histaminergic and serotonergic receptor blocking substances from the medicinal plant *Garcinia mangostana*. *Planta Medica,* 62: 471-472.

Chen, L.G., L.L. Yang and C.C. Wang. 2008. Antiinflammatory activity of mangostins from *Garcinia mangostana*. *Food Chemistry and Toxicology,* 46: 688-693.

Chomnawang, M. T., S. Surassmo, V.S. Nukoolkarn and W. Gritsanapan. 2005. Antimicrobial effects of Thai medicinal plants against acne-inducing bacteria. *Journal of Ethnopharmacology,* 101: 330-3.

Chomnawang, M. T., S. Surassmo, V.S. Nukoolkarn and W. Gritsanapan. 2007. Effect of *Garcinia mangostana* on inflammation caused by *Propionibacterium acnes*. *Fitoterapia,* 78: 401-408.

Corral-Aguayo, R. D., Yahia, E. N., Carrillo-Lopez, A., & Gonzalez-Aguilar, G. 2008. Correlation between some nutritional components and the total antioxidant capacity measured with six different assays in eight horticultural crops. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 56: 10498–10504.

D. Wankasi, T. J. Tarawou and E. P. Berezi. 2013. Furfural production from the peels of ripe english mango (*mangnifera indica*) fruits by acid catalyzed hydrolysis. *Agriculture and Biology Journal of North America,* 4: 210-214.

Dugo, P., M.L. Presti, M. L., Ohman, M., Fazio, A., Dugo, G., and Mondello, L. 2005. Determination of flavonoids in citrus juices by micro-HPLC-ESI/MS. *Journal of Separation Science,* 28: 1149-1156.

Ee, G.C., S. Daud, S.A. Izzaddin and M. Rahmani. 2008. *Garcinia mangostana*: a source of potential anti-cancer lead compounds against CEM-SS cell line. *Journal of Asian Natural Products Research,* 10: 481-485.

Gopalakrishnan, G., B. Banumathi and G. Suresh. 1997. Evaluation of the antifungal activity of natural xanthones from *Garcinia mangostana* and their synthetic derivatives. *Journal of Natural Products,* 60: 519-524.

Hasim Kelebek, Serkan Selli, Hamide Gubbuk, Esma Gunes. 2015. Comparative evaluation of volatiles, phenolics, sugars, organic acids and antioxidant properties of Sel-42 and Tainung papaya varieties. *Food Chemistry,* 173: 912-919.

Iinuma, M., H. Tosa, T. Tanaka, F. Asai, Y. Kobayashi, R. Shimano and K. Miyauchi. 1996. Antibacterial activity of xanthones from guttiferaeous plants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology,* 48: 861-865.

Jiao, Z., Deng, J., Li, G., Zhang, Z., & Cai, Z. 2010. Study on the compositional differences between transgenic and non-transgenic papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of Food Composition and Analysis,* 23: 640–647.

Jung, H.A., B.N. Su, W.J. Keller, R.G. Mehta and D. Kinghorn. 2006. Antioxidant xanthones from the pericarp of *Garcinia mangostana* (mangosteen). *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 54: 2077-2082.

Lee, C. H., Garcia, H. S., & Parkin, K. L. 2010. Bioactivities of Kernel extracts of 18 strains of Maize (*Zea mays*). *Journal of Food Science,* 75: 667-672.

Leuzzi, U., Caristi, C., Panzera, V., & Licandro, G. 2000. Flavonoids in pigmented orange juice and second-pressure extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 48: 5501–5506.

Lin, S.-Y., Wang, C.-C., Lu, Y.-L., Wu, W.-C., & Hou, W.-C. 2008. Antioxidant, antisemicarbazide-sensitive amine oxidase, and anti-hypertensive activities of geraniin isolated from *Phyllanthus urinaria*. *Food and Chemical Toxicology,* 46: 2485–2492.

M.W. Davey, E. Stals, G. Ngoh-Newilah, K. Tomekpe, C. Lusty, R. Markham, R. Swennen, J. Keulemans. 2007. Sampling strategies and variability in fruit pulp micronutrient contents of west and central African bananas and plantains (*Musa species*), J. Agric. *Food Chemistry*, 55: 2633–2644.

Maisuthisakul, P. and Gordon, M.H. 2009. Antioxidant and tyrosinase inhibitory activity of mango seed kernel by product. *Food Chemistry*, 117: 332-341.

Marina, Z. and Noriham, A. 2014. Quantification of total phenolic compound and *in vitro* antioxidant potential of fruit peel extracts. *International Food Research Journal,* 21: 1925-1929.

Masibo, M., & He, Q. 2008. Major mango polyphenols and their potential significance to human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety,* 7: 309–319.

Nabandith, V., M. Suzui, T. Morioka, T. Kaneshiro, T. Kinjo, K. Matsumoto, Y. Akao, M. Iinuma and N. Yoshimi. 2004. Inhibitory effects of crude alphamangostin, a xanthone derivative, on two different categories of colon preneoplastic lesions induced by 1,2 dimethylhydrazine in the rat. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention,* 5: 433-438.

Palanisamy, U., Cheng, H. M., Masilamani, T., Subramaniam, T., Ling, L. T., & Radhakrishna, A. K. 2008. Rind of rambutan, *Nephelium lappaceum*, a potential source of natural antioxidants. *Food Chemistry,* 109: 54-63.

Pothitirat W., Chomnawan MT., Supabphol R., Gritsanapan W. 2009. Comparison of bioactive compounds content, free radical scavenging and anti-acne inducing bacteria activities of extracts from the mangosteen fruit rind at two stages of maturity. *Fitoterapia,* 80: 442–7.

Rafaela González-Montelongo, M. Gloria Lobo, Mónica González. 2010. Antioxidant activity in banana peel extracts: testing extraction conditions and related bioactive compounds. *Food Chemistry*, 119: 1030–1039.

Rivera-Pastrana, D. M., Yahia, E. M., & González-Aguilar, G. A. 2010. Phenolic and carotenoid profiles of papaya fruit (*Carica papaya* L.) and their contents under low temperature storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 90: 2358–2365.

Shinichi Someya, Yumiko Yoshiki, Kazuyoshi Okubo. 2002. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). *Food Chemistry,* 79: 351–354.

Uma Palanisamy, Thamilvaani Manaharan, Ling Lai Teng, Ammu K.C. Radhakrishnan, Thavamanithevi Subramaniam, Theanmalar Masilamani. 2011. Rambutan rind in the management of hyperglycemia. *Food Research International,* 44: 2278-2282.

Vanamala, J., L. Reddivari, K.S. Yoo, L.M. Pike and B.S. Patil. 2006. Variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grapefruit juices. *Journal of Food Composition and Analysis,* 19: 157-166.

Wang, Y.C., Y.C. Chuang and Y.H. Ku. 2007. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan**.** *Food chemistry,* 102: 1163-1171.