Published online: 17 October 2019

การศึกษาความคงตัวของสารสกัดเปลือกกล้วยหอมทอง

Study on the stability of *Musa sapientum* Linn. peel extracts

หทัยชนก แทนศรราม

อีเมล์: 5851701298@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

ดร. ถวนันท์ ศรีพิสุทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

อีเมล์: tawanun.sri@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

Mae Fah Luang University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและความคงตัวของสารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วยหอมทองดิบ โดยการนำเปลือกกล้วยหอมทองดิบมาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ เอทานอล อะซิโตน และคลอโรฟอร์ม โดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงที่เวลา 30 นาที นำไปทดสอบหาปริมาณฟีนอลิกรวมพบว่า สารสกัดที่สกัดด้วยอะซิโตน แสดงปริมาณสารประกอบนี้มากที่สุด คือ 47.363±0.199 mg GAE/g รองลงมาคือเอทานอล และคลอโรฟอร์ม คือ 44.842±0.304 และ 40.597±0.199 mg GAE /g ตามลำดับ เมื่อทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดที่สกัดด้วยอะซิโตน มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดเช่นกัน คือ 0.569±0.022 mg AAC/g รองลงมาคือสารสกัดจากเอทานอล และคลอโรฟอร์มคือ 0.446±0.008 และ 0.172±0.010 mg AAC/g ตามลำดับ และเมื่อเก็บสารสกัดไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ปี พบว่า สารสกัดในทุกตัวทำละลายมีปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารสกัดที่สกัดด้วยอะซิโตนมีความคงตัวมากที่สุด รองลงมาคือ เอทานอล และคลอโรฟอร์ม ตามลำดับ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงยืนยันได้ว่า สารละลายอะซิโตนมีแนวโน้มดีที่สุด สำหรับนำไปใช้ในการสกัดสาร เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเครื่องสำอางและการพัฒนาตำรับสูตรต่อไป

คำสำคัญ: สารสกัดเปลือกกล้วยหอมทอง/ปริมาณฟีนอลิกรวม/ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ/สารสกัดอะซิโตน

ABSTRACT

The purpose of this research was to study efficiency of antioxidant activity and stability of *Musa sapientum* Linn. peel extracts. The extracts were obtained by extract with acetone, ethanol and chloroform as extraction solvents using ultrasonic-assisted extraction for 30 minutes. Acetone extract showed the highest total phenolic contents of 47.363±0.199 mg GAE/g. Ethanol and chloroform extracts had total phenolic contents of 44.842±0.304 and 40.597±0.199 mg GAE /g, respectively. The antioxidant activity was determined using DPPH method. The results revealed that the acetone extract showed the highest antioxidant activity of 0.569±0.022 mg AAC/g. The ethanol and chloroform extracts displayed the antioxidant activity of 0.446±0.008 and 0.172±0.010 mg AAC/g, respectively. The total phenolic contents and the antioxidant activity of all extracts significantly decreased after storage for 2 years. However, the acetone extract was the most stable substance, second and third to ethanol and chloroform extracts, respectively. Therefore, this study confirmed that acetone is the best solvent for *Musa sapientum* Linn. peel extracts for the further development of cosmetic products.

Keywords: *Musa sapientum* Linn. peel Extracts/ Total Phenolic Content/ Radical Scavenging Activity/ Acetone extract

Mae Fah Luang University

บทนำ

กล้วย เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการบริโภค เนื่องจากเป็นผลไม้ที่รับประทานง่าย มีผลผลิตตลอดทั้งปี อีกทั้งยังมีวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากกล้วยเป็นจำนวนมาก ทั้งจากกล้วยดิบและกล้วยสุก โดยเปลือกกล้วยนั้นคิดเป็น 35-40% ของน้ำหนักผลทั้งหมด ทำให้เปลือกกล้วยกลายเป็นขยะทางอุตสาหกรรมที่ถูกทิ้งในปริมาณมาก (Singh, B., Singh, J. P., Kaur & Singh, N., 2016)

จึงมีหลายงานวิจัยที่พยายามศึกษาถึงสารสำคัญต่าง ๆ ที่อยู่ในเปลือกกล้วย และสกัดสารสำคัญออกมาใช้ประโยชน์ใหม่ ซึ่งการสกัดสารจากเปลือกกล้วยส่วนใหญ่ใช้วิธีการแช่หมักเป็นเวลา 24-120 ชั่วโมง ซึ่งใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน และใช้สารตัวทำละลายในปริมาณมาก เมื่อเทียบกับวิธีการสกัดโดยคลื่นเสียงความถี่สูง ที่อาศัยคลื่นเสียงในการให้เกิดการสั่นสะเทือน หรือทำให้เกิดฟองและสลายฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก และเกิดอย่างรวดเร็วในตัวทำละลาย จึงทำให้

เกิดการสกัดและปลดปล่อยสารสำคัญออกมาในเวลาที่รวดเร็ว (Saleh et al.,2016; Handa, Khanuja, Longo & Rakesh, 2008; Azwanida, 2015)

จากการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมาพบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยหอมทอง (Musa, AAA Group) นั้นมีสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิก (phenolic) และแทนนิน (tannin) ในปริมาณที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยชนิดอื่น ๆ ในประเทศไทย โดยพบกลุ่มสารประกอบฟีนอลิกมากถึง 31-3,800 mg GAE/100 g (Sulaiman, Yusoff, Eldeen, Seow & Sajak, 2010) และยังมีสารประกอบอื่น ๆ ที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอีกหลายชนิด เช่น เบตาแคโรทีน แอลฟาแคโรทีน แกลโลคาเทชิน แซนโทฟิลล์ โดปามีน เป็นต้น (Subagio, Morita & Sawada, 1996; Waghmare & Kurhade, 2014) นอกจากนี้กล้วยยังเป็นพืชสมุนไพรที่มีราคาถูก สามารถหาได้ง่าย และในส่วนของเปลือกกล้วยนั้นเป็นของเหลือใช้ทางการเกษตร มักไม่ได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปอีกด้วย ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาการนำเปลือกกล้วยหอมทอง (Musa, AAA Group) มาสกัดสาร เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความคงตัวของสารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วยหอมทองดิบ เพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติม นำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีสารสกัดจากวัสดุทางธรรมชาติต่อไป อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกรที่เพาะปลูกกล้วยหอมซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันเป็นจำนวนมากในประเทศไทยได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสกัดสารจากเปลือกกล้วยหอมทองดิบด้วยตัวทำละลายเอทานอล (ethanol), อะซิโตน (acetone), และ คลอโรฟอร์ม (chloroform) โดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการสกัด
2. เพื่อหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในสารสกัดเปลือกกล้วยหอมทองดิบ
3. เพื่อศึกษาความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในสารสกัดเปลือกกล้วยหอมทองดิบ

ขอบเขตของการวิจัย

สกัดสารจากเปลือกกล้วยหอมทองดิบด้วยตัวทำละลายเอทานอล อะซิโตน และคลอโรฟอร์ม นำมาทดสอบหาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในสารสกัดเปลือกกล้วยหอมทองดิบ แล้วทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในสารสกัดเปลือกกล้วยหอมทองดิบ เมื่อเวลาผ่านไป 2 ปี

Mae Fah Luang University

การทบทวนวรรณกรรม

กล้วย เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคเป็นอย่างมาก และสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมากคือ กล้วยหอมทอง ที่มักบริโภคผลเป็นหลัก หรือมีการนำผลไปทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทำให้เปลือกกล้วยกลายเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก จากการศึกษาที่ผ่านมา หลายงานวิจัยพบว่า เปลือกกล้วยประกอบด้วยสารพฤกษเคมีหลายชนิด สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยป้องกันการเกิดโรคจากภาวะเครียด เช่น โรคซึมเศร้า เบาหวาน ความดันโลหิตสูง มะเร็ง และรูมาตอยด์ ซึ่งได้มีการนำไปทดลองในหนูพบว่า สามารถช่วยลดอาการซึมเศร้าได้อย่างมีนัยสำคัญ และสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ที่เป็นสาเหตุหลักในการทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ (Cornish & Garbary, 2010; Lafka, Sinanoglou & Lazos, 2007) อีกทั้งยังมีสรรพคุณทางยาในการช่วยล้างสารพิษออกจากร่างกาย โดยการเพิ่มระดับ urine การขับโพแทสเซียมไอออน และ อิเล็กโตรไลท์อื่นๆ ออกทางปัสสาวะ (Kandasamy & Aradhya, 2014) มีการพบว่า ในกล้วยหอมทองทั้งดิบและสุก ประกอบด้วยสารในกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และแคโรทีนอยด์ ในปริมาณมาก จึงทำให้การรับประทานกล้วยเพียงครั้งเดียว สามารถลดระดับของ plasma oxidative stress ได้อย่างมีนัยสำคัญ (Yin, Quan, & Kanazawa, 2008) และในสารสกัดจากเปลือกกล้วยเมื่อทำการสกัดด้วยน้ำและอะซิโตนมี glycosides และ monosaccharide ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย (Mokbel & Hashinaga, 2005) และมีรายงานการพบสารในกลุ่มฟีนอลิกที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยในปริมาณ 31 – 3,800 mg GAE/100 g และพบปริมาณสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ 39.01 – 389.33 mg catechin/100 g (Someya et al., 2002; Nguyen, Ketsa & Van Doorn, 2003; Sulaiman et al., 2011; Fatemeh, Saifullah, Abbas & Azhar, 2012) และเมื่อทำการวัดค่าการมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า การวัดโดยใช้วิธี ABTS radical scavenging activity, lipid peroxidation inhibition และ ferric reducing antioxidant power จะได้ค่าการมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สูง (Sulaiman et al., 2011; Basker et al., 2011) โดยเมื่อทดสอบด้วยวิธีโครมาโตกราฟฟีและ HPLC พบว่า มีสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่สามารถตรวจพบได้ เช่น quercetin, myricetin, kaempferol และ cyanidin ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยการกระตุ้นการทำงานของ superoxide dismutase (SOD) และ catalase ในหนูทดลอง (Vijayakumar, Presannakumar & Vijayalakshmi, 2008) และเมื่อนำเปลือกกล้วยมาทำการสกัดสารด้วยน้ำ และ 90 เปอร์เซ็นอะซิโตน พบว่า มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 27.0 mg GAE/100 g และ 72.2 mg GAE/100 g ตามลำดับ โดยพบปริมาณของ Ferulic acid สูงมากที่สุด คิดเป็น 69 เปอร์เซ็นต์ ของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Alothman, Bhat & Karim, 2009)

Mae Fah Luang University

อีกทั้งยังมีรายงานการวิเคราะห์สารสกัดจากเปลือกกล้วยทั้ง 8 สายพันธุ์ จากประเทศมาเลเซีย พบว่า ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโฟนอยด์ในกล้วยแต่ละสายพันธุ์ มีความแตกต่างกันมาก ซึ่งการที่สายพันธุ์ของกล้วยมีจีโนไทป์ที่ต่างกัน ทำให้มีผลต่อปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ โดยในสายพันธุ์ที่มีจีโนไทป์มาก จะสามารถพบสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ได้ในปริมาณที่สูงกว่า (Sulaiman et al., 2011)

ยังพบว่ากล้วยเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยแคโรทีนอยด์ในปริมาณสูง 7,760 – 10,633 lg/100 g และเมื่อทำการตรวจสอบสารประกอบในกลุ่มของแคโรทีนอยด์ด้วยวิธีโครมาโตกราฟฟี และ HPLC พบว่า มีสารที่สามารถตรวจพบได้แก่ ลูทีน เบต้าแคโรทีน อัลฟ่าแคโรทีน คริปโตแซนทีน เป็นต้น (Subagio et el., 1996; Beatrice, Deborah & Guy, 2015) และมีรายงานว่าในกล้วยที่มีจีโนไทป์มาก จะสามารถพบปริมาณของโปรวิตามินและแคโรทีนอยด์ได้มากกว่ากล้วยในกลุ่มที่มีจีโนไทป์น้อยกว่า และในกลุ่มกล้วยที่มีจีโนไทป์ AAB จะมีปริมาณของโปรวิตามินและแคโรทีนอยด์มากกว่ากล้วยในกลุ่มจีโนไทป์ AAA (Mattos, Amorim, Amorim, Cohen & Ledo, 2010)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. นำกล้วยหอมทองดิบ (เปลือกเขียวทั้งผล ไม่มีการสุก) นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ แล้วปลอกเปลือกแยกเนื้อและเปลือกกล้วยหอมทองออกจากกัน โดยนำเฉพาะส่วนของเปลือกมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ บันทึกน้ำหนักสดของเปลือกที่ได้ หลังจากนั้นนำเข้าตู้อบความร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักแห้งของเปลือกกล้วย แล้วนำปลือกกล้วยที่ผ่านการอบแห้งแล้วมาทำการบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่น (blender) หลังจากนั้นนำผงที่ได้มาร่อนผ่านตะแกรง (seive) ขนาด 40 เมช (mesh) บันทึกน้ำหนักของผงเปลือกกล้วยที่ได้ (วิสสุตา คุ้มวงษา, ลลิตา ไพบูลย์ และปิยาภรณ์ สุภัคดำรงกุล, 2558)

2. นำผงเปลือกกล้วยหอมทองดิบที่ได้มาทำการหมักแช่ด้วยเอทานอล อะซิโตน และคลอโรฟอร์ม ด้วยอัตราส่วน 1:10 w/v จากนั้นนำไปสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic-assisted extraction, UAE) ที่เวลา 30 นาที นำสารสกัดมาทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 และนำไประเหยตัวทำละลายออก โดยใช้เครื่องระเหยภายใต้ความดันต่ำแบบหมุน (rotary evaporator) จะได้สารสกัดเปลือกกล้วยหอมออกมา นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3. ทดสอบความคงตัวของสารสกัดทำการวิเคราะห์ สารสกัดหลังสกัด และเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ปี โดยเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay

Mae Fah Luang University

4. นำผลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 21 วิเคราะห์ repeated measures ANOVA

ผลการวิจัย

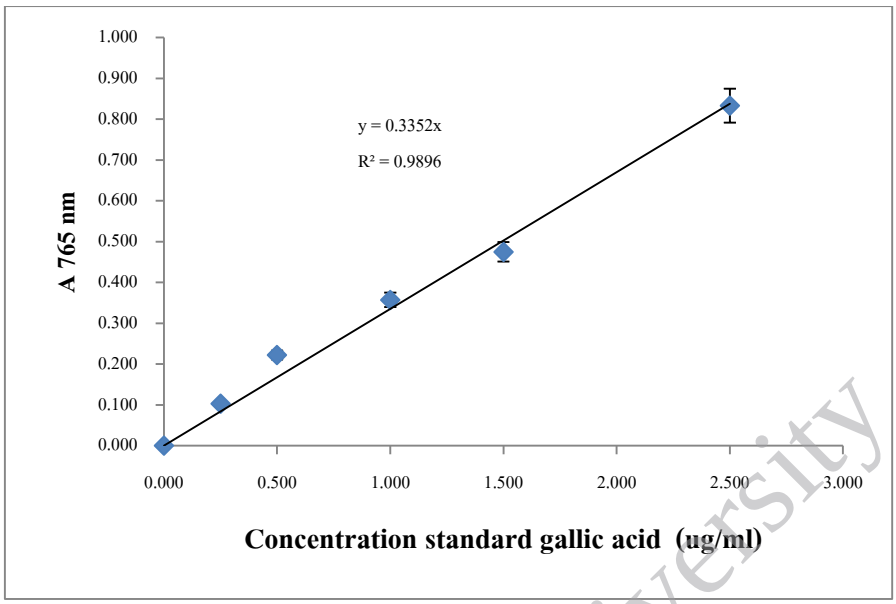
1. ผลสารสกัดเปลือกกล้วยหอมทองดิบ

จากการเตรียมสารสกัดจากเปลือกกล้วยหอมทองดิบโดยวิธีการสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงสารละลาย อะซิโตน, เอทานอล และคลอโรฟอร์ม เป็นเวลา 30 นาที พบว่า เมื่อสกัดสารด้วยตัวทำละลายเอทานอลสามารถสกัดสารได้ปริมาณมากที่สุดคือ 5.21% w/w รองลงมาคือคลอโรฟอร์มและอะซิโตน คือ 4.25% และ 3.30% w/w ตามลำดับ

2. ผลการทดสอบความคงตัวของสารสกัดเปลือกกล้วยหอมทองดิบ

สารสกัดเปลือกกล้วยหอมทองดิบในสารละลายอะซิโตน มีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุดคือ 47.363±0.199 mg GAE/g sample gallic acid ต่อสัดส่วนของสารสกัด 1 กรัม รองลงมาคือ เอทานอลและคลอโรฟอร์ม คือ 44.842±0.304 และ 40.597±0.199 mg GAE /g sample gallic acid ต่อสัดส่วนของสารสกัด 1 กรัม ตามลำดับ และเมื่อเก็บสารสกัดไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ปี พบว่า ในสารสกัดสารละลายอะซิโตน มีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุดคือ 24.637±0.182 mg GAE/g sample gallic acid ต่อสัดส่วนของสารสกัด 1 กรัม รองลงมาคือเอทานอล และคลอโรฟอร์ม คือ 20.418±0.119 และ 15.960±0.138 mg GAE /g sample gallic acid ต่อสัดส่วนของสารสกัด 1 กรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณฟีนอลิกในทุกตัวทำละลายมีปริมาณลดลงเมื่อเวลาผ่านไป โดยที่สารสกัดด้วยสารละลายคลอโรฟอร์มมีปริมาณฟีนอลิกลดลงมากที่สุด คิดเป็น 2.54 เท่า รองลงมาคือเอทานอล 2.2 เท่า และอะซิโตน 1.9 เท่า

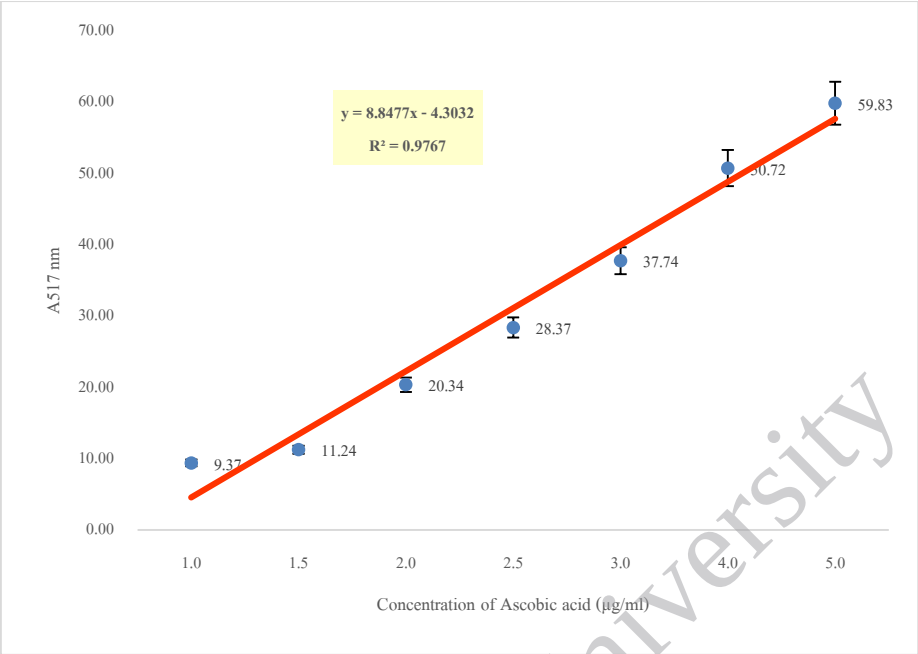
Mae Fah Luang University



ภาพที่ 1 กราฟเส้นตรงของสารมาตรฐานกรดแกลลิกกับปริมาณสารประกอบฟีนอกลิกรวมที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

เมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า สารสกัดในตัวทำละลายอะซิโตน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด โดยสารสกัดในตัวทำละลายอะซิโตน 1 กรัม มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เทียบเท่ากับกรดแอสคอร์บิก 0.569±0.022 mg AAC/g sample รองลงมาคือสารสกัดจากตัวทำละลายเอทานอล และคลอโรฟอร์ม โดยในสารสกัด 1 กรัม มีปริมาณในการยับยั้งอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับกรดแอสคอร์บิก 0.446±0.008 และ 0.172±0.010 mg AAC/g sample ตามลำดับ และเมื่อเก็บสารสกัดไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ปี พบว่าในสารสกัดตัวทำละลายอะซิโตน 1 กรัม มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เทียบเท่ากับกรดแอสคอร์บิก 0.035 mg AAC/g sample รองลงมาคือสารสกัดจากตัวทำละลายเอทานอล และคลอโรฟอร์มโดยในสารสกัด 1 กรัม มีปริมาณในการยับยั้งอนุมูลอิสระ เทียบเท่ากับกรดแอสคอร์บิก 0.012 และ 0.005 mg AAC/g sample ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสารสกัดในทุกตัวทำละลายมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลง เมื่อเวลาผ่านไป โดยที่สารสกัดตัวทำละลายเอทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลงมากที่สุดคือ 37.17 เท่า รองลงมาคือคลอโรฟอร์ม 34.4 เท่า และอะซิโตน 16.26 เท่า

Mae Fah Luang University



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์เส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก กับ % inhibition (DPPH) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

สรุปผลการทดลอง

การสกัดสารจากเปลือกกล้วยหอมทองดิบโดยใช้สารละลายเอทานอล, อะซิโตน และคลอโรฟอร์ม ด้วยวิธีการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic-assisted extraction, UAE) ที่เวลา 30 นาที พบว่า สารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนแสดงปริมาณสารประเภทฟีนอลิกและแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด และมีความคงตัว มากที่สุด รองลงมาคือ เอทานอล และคลอโรฟอร์ม ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. สารสกัดมีสารประกอบประเภทฟีโนลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นอาจนำมาศึกษาสารสกัดต่อเพื่อประโยชน์ทางเครื่องสำอาง

2. ในการเก็บสารสกัดเพื่อในไปใช้ประโยชน์ต่อไป ควรใส่สารชลอการเสื่อมสภาพ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ หรือหลีกเลี่ยงสภาวะเสื่อมสภาพ เช่น สถานที่อุณหภูมิร้อนและแสงแดด เป็นต้น

Mae Fah Luang University

รายการอ้างอิง

เกตุการ ดาจันทา และเพชรรีวรรณ เอี่ยมพงษ์. (2562). ผลของอุณหภูมิและเวลาในการสกัดแบบอัลตราโซนิกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเปลือกกล้วยน้ำว้า. *แก่นเกษตร, 47*(ฉบับพิเศษ 1), 1507-1514.

จันทกานต์ นุชสุข. (2561). ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากปลีกล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า และกล้วยหอม. *วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 10*(12), 1-10.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. (2545). *กล้วย* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2559). *การผลิตกล้วย Musa spp. (Musaceae)*. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2562, จาก lms.mju.ac.th/courses/121/locker/1กล้วย.doc

รัตนา ม่วงรัตน์, พงศธร ถ้ำทอง และจรัสศรี หลวงพันธุ์. (2559). การสกัดสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากเปลือกกล้วยหอมทอง โดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลายที่สภาวะต่ำกว่าจุดวิกฤติ. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 8*(15), 54-65.

วิสสุตา คุ้มวงษา, ลลิตา ไพบูลย์ และปิยาภรณ์ สุภัคดำรงกุล. (2558). ประสิทธิภาพของเจลล้างมือผสมสารสกัดจากเปลือกผลไม้ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 1*(2), 66-81.

Alisi, C. S., Nwanyanwu, C. E., Akujobi, C. O., & Ibegbulem, C. O. (2008). Inhibition of dehydrogenase activity in pathogenic bacteria isolates by aqueous extracts of *Musa paradisiaca* (Var Sapientum). *African Journal of Biotechnology*, *7*(12), 1821-1825.

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

Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, *4*(3), 1-6.

Baskar, R., Shrisakthi, S., Sathyapriya, B., Sathyapriya, R., . . . Poongodi, P. (2011). Antioxidants potentioal of pee; extracts of banana varies (*Musa sapientum*). *Food and Nutrition Science, 2*, 1128-1133.

Beatrice, E., Deborah, N., & Guy, B. (2015). Provitamin A carotenoid content of unripe and ripe banana cultivars for potential adoption in eastern Africa. *Journal of Food Composition and Analysis, 43*, 1-6.

Mae Fah Luang University

Cornish, M. L., & Garbary, D. J. (2010). Antioxidant from microalgae: Potential application in human health and nutrition. *Free Radic. Biol. Med, 25*, 155-171.

Fagbemi, J., Ugoji, E., Adenipekun, T., & Adelowotan, O. (2009). Evaluation of the antimicrobial properties of unripe banana (*Musa sapientum* L.), lemon grass (*Cymbopogon citratus* S.) and turmeric (*Curcuma loga* L.) on pathogens. *African Journal of Biotechnology*, *8*(7), 1176-1182.

Fatemeh, S. R., Saifullah, R., Abbas, F. M. A., & Azhar, M. E. (2012). Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: Influence of variety and stage of ripeness. *Journal of international food research*, *19*(3), 1041-1046.

G-Biosciences. (2019). *Polyphenols (folin ciocalteu) Assay.* Retrieved July 5, 2018, from https://www.gbiosciences.com/Cell_Health_Assay/Food_Analysis_Assays/Polyphenol_Folin-Ciocalteu_Assay3

Handa, S. S., Khanuja, S. P. S., Longo, G., & Rakesh, D. D. (2008). *Extraction technologies for medicinal and aromatic plants*. Retrieved April 18, 2019, from https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Extraction_technologies_for_medicinal_and_aromatic_plants.pdf.

Kandasamy, S., & Aradhya, S. M. (2014). Polyphenolic profile and antioxidant properties of rhizome of commercial banana cultivars grown in India. *Food Bioscience*, *8*, 22-23.

Lafka, T. I., Sinanoglou, V., & Lazos, E. S. (2007). On the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from winery wastes. *Food Chem., 104*, 1206-1214

Liang, N., & Kitts, D. D. (2014). Antioxidant property of coffee components: Assessment of methods that define mechanisms of action. *Molecules*, *19*(11), 19180-19208.

Mattos, L. A., Amorim, E. P., Amorim, V. B. D. O., Cohen, K. D. O., & Ledo, C. A. D. S. (2010). Agronomical and molecular characterization of banana germplasm. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, 45*, 146–154.

Mokbel, M. S., & Hashinaga, F. (2005). Antibacterial and Antioxidant Activities of Banana (*Musa*, AAA cv. *Cavendish*) Fruits Peel. *Am J Biochem Biotechnol*. *1*(3), 126-132.

Nguyen, T. B. T., Ketsa, S., & Van Doorn, W. G. (2003). Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonialyase in banana peel during low temperature storage. *Posthavest Biology and Technology, 30*(2), 187-193.

Mae Fah Luang University

Pino, J. A., Ortega, A., Marbot, R., & Aguero, J. (2003). Volatile Components of Banana Fruit (*Musa sapientum* L.). *J Essent Oil Res*, *15*(2), 79-80.

Saleh, I. A., Vinatoru, M., Mason, T., Abdej-Azim, N., . . . Hammouda, F. (2016). A possible general mechanism for Ultrasound Assisted Extraction (UAE) suggested from the results of UAE of Chlorogenic acid from Cynarascolymus L. (artichoke) leaves. *Ultrasonics sonochemistry*, *31*, 330-336.

Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). A review bioactive compounds in banana and their associated health benefits. *Food Chemistry, 206*, 1-11.

Someya, S., Yoshiki, Y., & Okubo, K. (2002). Antioxidant compounds from bananas (*Musa cavandish*). *Food Chemistry, 79*(3)*,* 351-354.

Subagio, A., Morita, N., & Sawada, S. (1996). Carotenoids and their fatty-acid esters in banana peel. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 42*(6), 553–566.

Sulaiman, S. F., Yusoff, N. A., Eldeen, I. M., Seow, E. M., & Sajak, A.A. (2010). Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa sp.*). *Journal of Food Composition and Analysis*, *24*(1), 1-10.

Tsai, T. H., Tsai, P. J., & Ho, S. C. (2005). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Several Commonly Species. *Journal of Food Science*, *70*(1), 93-97.

Vijayakumar, S., Presannakumar, G., & Vijayalakshmi, N. (2008) Antioxidant activity of banana flavonoids. *Fitoterapia,79*(4), 279-282.

Waghmare, J. S. & Kurhade, A. H. (2014). GC-MS analysis of bioactive components from banana peel (*Musa sapientum* peel). *Journal of Experimental Biology*, *4*(5), 10-15.

Yamasaki, K., Hashimoto, A., Kokusenya, Y., Miyamoto, T., & Sato, T. (1994). Electrochemical method for estimating the antioxidative effect of methanol feeding. *Enzyme Microb. Tech, 36.* 133-138.

Yin, X., Quan, J., & Kanazawa, T. (2008). Banana prevents plasma oxidative stress in healthy individuals. *Plant Food Human Nutri, 63*(2), 71-76.

Mae Fah Luang University