

ผลของการทำแห้งด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถ
ในการต้านอนุมูลอิสระของมะกอก

Effect of difference drying temperature on phenolic compounds and antioxidant
capacity of *Lithocarpus ceriferu*

¹ธีระพันธ์ จำเริญพัฒน์, ²ชูลีพร บุ่งทอง, ³อรอนงค์ ภูสีฤทธิ์

¹Theeraphan Chumroenphat, ²Chuleeporn Bungtong, ³Onanong Phuseerit

¹คณะแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี,

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์,

³คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด

¹Faculty of Thai Traditional and Alternative Medicine, Ubon

Ratchathani Rajabhat University, Ubonratchathani 34000,

²Faculty of Science, Buriram Rajabhat University, Buriram 31000,

³Faculty of Liberal Arts and Science, Roi-Et Rajabhat University, Roi-Et 45120

*ผู้พิมพ์หลัก: onanong.p@reru.ac.th

*Corresponding author: onanong.p@reru.ac.th

Received: 24 February 2024; Revised: 8 April 2024; Accepted: 11 April 2024

Abstract

The objective of this research was to investigate the impact of drying at various temperatures on the alterations in antioxidant activity and bioactive compounds of Makor (*Lithocarpus ceriferus*). The samples were dried by hot air drying at 40 degree celsius (°C) and 80 °C. It was found that the total phenolic content was in the range of 24.62-42.38 mg GAE/g db and the total flavonoid content was in the range of 0.89-1.16 mg RE/g db. The findings of the Makor drying experiment revealed the presence of 11 distinct phenolic acids, along with their respective quantities. These phenolic acids include gallic acid, protocatechuic acid, p-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, syringic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, sinapic acid and gentisic acid. The analysis showed that the total phenolic acid content was 1,115.47 µg/g db. Through the analysis of flavonoid compounds, four flavonoids were identified in the samples. These flavonoids are rutin, myricetin, quercetin, and apigenin. Furthermore, the total flavonoid content was determined to be 367.48 µg/g db. However, kaempferol was not found in the samples. The results of the antioxidant activity showed that the FRAP assay was in the range of 18.20-27.81 mgFeSO₄/g db and the DPPH radical scavenging activity was in the range of 7.30- 9.03 mg Trolox/g db, respectively. Drying Makor at varying temperatures has been observed to have distinct impacts on the levels of chemical constituents. Specifically, high-temperature drying methods have been found to influence the content of bioactive compounds and antioxidant activities in Makor products.

Keywords: *Lithocarpus ceriferus*; antioxidant; phytochemical; drying

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทำแห้งด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของมะกอก (*Lithocarpus ceriferus*) โดยตัวอย่างมะกอกทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (°C) และ 80 °C พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content) อยู่ในช่วง 24.62-42.38 mg GAE/g db และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoid content) อยู่ในช่วง 0.89-1.16 mg RE/g db การศึกษาผลของการทำแห้งมะกอกที่แตกต่างกัน พบว่า มีชนิดและปริมาณกรดฟีนอลิก จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ gallic acid, protocatechuic acid, p-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, syringic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, sinapic acid และ gentisic acid ตามลำดับ และมีค่าปริมาณกรดฟีนอลิกรวม เท่ากับ 1,115.47 µg/g db ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ พบว่ามีชนิดและปริมาณฟลาโวนอยด์ 4 ชนิด ได้แก่ rutin, myricetin, quercetin และ apigenin ตามลำดับ มีค่าฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 367.48 µg/g db อย่างไรก็ตาม ไม่พบ kaempferol ในตัวอย่างที่ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ พบว่า มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP อยู่ในช่วง 18.20- 27.81 µmol FeSO₄/g db และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วย วิธี DPPH radical scavenging activity อยู่ในช่วง 7.30- 9.03 mg Trolox/g db ตามลำดับ การอบแห้งที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน โดยการใช้อุณหภูมิสูงในการทำแห้งส่งผลต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์มะกอก

คำสำคัญ มะกอก; สารต้านอนุมูลอิสระ; สารพฤกษเคมี; การทำแห้ง

บทนำ

มะกอก (*Lithocarpus ceriferus*) เป็นไม้ในวงศ์ก่อสามารถพบมะกอกได้ทุกภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งจะเจริญตามป่าดิบเขา เป็นไม้ผลัดใบไม่มียาง เปลือกต้นหนา ติดผลเป็นกลุ่มใกล้ปลายกิ่ง ดอกขนาดเล็ก สีครีมอมเหลือง เปลือกนอกสีเขียวมีหนามแหลม กะลาสีน้ำตาล เนื้อในสีขาวครีม รสมัน นำเมล็ดมาคั่วหรือต้มให้สุก เพื่อรับประทานเนื้อในเมล็ด มะกอกมีลักษณะทั่วไปคล้ายกับเกาลัด (*Castanea* spp.) ซึ่งเป็นพืชเคี้ยวมันที่อยู่ในตระกูลเดียวกันกับต้นโอ๊ค (*Quercus*) ซึ่งอยู่ในตระกูล Fagaceae เกาลัดมีการปลูกมากในทุกภูมิภาคของโลกใช้ประโยชน์ทั้งการผลิตน้ำมัน สร้างที่อยู่อาศัย เพื่อความสวยงามและที่สำคัญคือใช้เป็นอาหารซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ผลเกาลัดจะมีปริมาณแป้งมากกว่าไขมัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ เกาลัดที่ปลูกกันเป็นพืชเศรษฐกิจมีอยู่ 5 ชนิด ได้แก่ เกาลัดจีน (Chinese chestnut) *Castanea mollissima* B1 เกาลัดยุโรป (European chestnut) *C. sativa* Mill เกาลัดญี่ปุ่น (Japanese chestnut) *C. crenata* Sieb & Zucc. เกาลัดอเมริกา (American Chestnut) *C. dentata* Borkh. และเกาลัดลูกผสม (hybrid) ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามระหว่างเกาลัดชนิดต่างๆ สำหรับประเทศไทยการปลูกเกาลัดยังไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากยังเป็นพืชใหม่และขาดพันธุ์ดีที่เหมาะสมกับสภาพอากาศบนที่สูงของประเทศไทยและประสบปัญหาหลักคือเกาลัดทุกพันธุ์เป็น self-sterile ต้องปลูกตั้งแต่ 2 พันธุ์ ขึ้นไปในบริเวณเดียวกันเพื่อช่วยในการผสมข้าม เกาลัดมีสรรพคุณบำรุงไต แก้ปวดเมื่อย ช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารและลำไส้ เกาลัด เป็นพืชประเภทถั่วที่มีคาร์โบไฮเดรตหรือแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก ให้ไขมันต่ำ และอุดมด้วยวิตามินบี มีแร่ธาตุโพแทสเซียม กรดโฟลิก กรดอะมิโน และกรดอินทรีย์ต่างๆ (Yu et al., 2022) อีกทั้งสรรพคุณของลูกเกาลัดนั้นก็ยังสามารถช่วยบำรุงอวัยวะในร่างกาย ได้แก่ บำรุงไต เสริมสร้างกล้ามเนื้อกระเพาะอาหาร ช่วยฟอกเลือด ช่วยบรรเทาอาการไข้ใน และช่วยเพิ่มพลัง เป็นต้น องค์ประกอบทางเคมีที่พบในเกาลัด คือ มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 6 โปรตีนร้อยละ 6 ไขมันร้อยละ 5 ธาตุต่างๆ เช่น ไทเทเนียม โมลิบดีนัม โคบอลต์ แบเรียม ฟลูออรีน อลูมิเนียม สังกะสี และทองแดง เกลือแร่ที่จำเป็น เช่น ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม มีเส้นใยร้อยละ 2.5 -3.5 น้ำตาลร้อยละ 17 มีวิตามิน เช่น วิตามินบี 1 และ 2 มีกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลคติก กรดซิตริก และกรดมาลิก และยังพบว่ามีแทนนิน เพคติน และสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Pereira-Lorenzo et al., 2006) เมื่อพิจารณาข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่มาจากข้อมูลการศึกษาเกาลัด ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่หลากหลายและได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ส่วนมะกอก (*Lithocarpus ceriferus*) หรือเกาลัดไทยเป็นพืชท้องถิ่นที่มีการศึกษาและการรายงานด้าน

อนุกรมวิธานพืชเป็นส่วนใหญ่ (นิตดา หงส์วิวัฒน์ และทวีทอง หงส์วิวัฒน์, 2550) อย่างไรก็ตาม การศึกษาและการรายงานเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์เชิงสุขภาพ โดยเฉพาะการศึกษาสารออกฤทธิ์และฤทธิ์ทางชีวภาพ รวมทั้งผลของการทำแห้งต่อปริมาณสารออกฤทธิ์และฤทธิ์ทางชีวภาพของมะกอกยังมีอยู่ในจำนวนน้อย ทั้งที่มีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาคุณสมบัติและคุณสมบัติเพื่อสุขภาพของมะกอกจึงเป็นสิ่งจำเป็น รวมถึงการศึกษาผลของการทำแห้งด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อปริมาณสารออกฤทธิ์และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมะกอก เพื่อนำองค์ความรู้ไปพัฒนามะกอกเป็นอาหารเพื่อสุขภาพได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กระบวนการเตรียมมะกอก

การศึกษานี้มีการดำเนินการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งมะกอก โดยศึกษาการทำแห้งด้วยการทำแห้งแบบลมร้อน (type FED 115, WTB Binder, Germany) ที่อุณหภูมิต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ 40 °C และ 80 °C ตามลำดับ จากนั้นนำตัวอย่างมะกอกที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิที่ต่างกันไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ รวมทั้งศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง (in vitro assay)

2. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content; TPC) โดยวิธีมาตรฐาน Folin-Ciocalteu (วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm โดยใช้เครื่อง UV-VIS spectrophotometer) ตามวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของ (Chumroenphat et al., 2020) ผลที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก และแสดงผลในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง (mg GAE/g dry basis)

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoid content) โดยวิธีมาตรฐาน aluminium chloride colorimetric (วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm โดยใช้เครื่อง UV-VIS spectrophotometer) ตามวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของ Siriamornpun and Kaewseejan (2017) ผลที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานของรูทีน และแสดงผลในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของรูทีนต่อกรัมตัวอย่าง (mg RE/g dry basis)

2.3 การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณกรดฟีนอลิก ได้แก่ กรดแกลลิก (gallic acid) กรดโพรโทคาเทอจิก (protocatechuic acid) กรดพารา-ไฮดรอกซีเบนโซอิก (p-hydroxybenzoic acid) กรดวานิลลิก (vanillic acid) กรดคลอโรจีนิก (chlorogenic acid) กรดคาเฟอิก (caffeic acid) กรดไซริงจิก (syringic acid) กรดพารา-คูมาริก (p-coumaric acid) กรดเฟอร์ูลิก (ferulic acid) กรดไซแนปิก (sinapic acid) และกรดเจนติซิก (gentisic acid) โดยวิธีโครมาโทกราฟีเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ตามวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของ (Chumroenphat et al., 2020) วิเคราะห์ชนิดของสารประกอบฟีนอลิกโดยเทียบกับ retention time ของกรดฟีนอลิกมาตรฐานดังกล่าว และคำนวณหาปริมาณจากกราฟมาตรฐานของกรดฟีนอลิกแต่ละชนิด ผลที่ได้แสดงในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง ($\mu\text{g/g}$ dry basis)

2.4 การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ได้แก่ รูทีน (rutin) ไมริซิทิน (myricetin) เควอร์ซีติน (quercetin) อะพิจินิน (apigenin) และแคมป์เฟอร์อล (kaempferol) โดยวิธีโครมาโทกราฟีเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ตามวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของ (Wanyo et al., 2014) วิเคราะห์ชนิดของสารประกอบฟลาโวนอยด์โดยเทียบกับ retention time ของฟลาโวนอยด์มาตรฐานดังกล่าว และคำนวณหาปริมาณจากกราฟมาตรฐานของฟลาโวนอยด์แต่ละชนิด ผลที่ได้แสดงในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง ($\mu\text{g/g}$ dry basis)

3. การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง (in vitro assay) ได้แก่

3.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระ (อนุมูล DPPH) โดยวิธีวัดความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระหรือสารสกัดจากใบและรากของพืชวงศ์ถั่วในการให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่อนุมูล DPPH (วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm โดยใช้เครื่อง UV-VIS spectrophotometer) ตามวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของ (Chumroenphat et al.,

2019) ผลที่ได้นำมาคำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH จากกราฟมาตรฐานของ Trolox และแสดงผลในหน่วยมิลลิกรัมของ Trolox ต่อกรัมตัวอย่าง (mg Trolox /g dry basis)

3.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP เป็นวิธีการวัดความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระหรือสารสกัดจากใบและรากของพืชวงศ์กล้วยไม้ในการรีดิวซ์ Fe(II) (วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 nm โดยใช้เครื่อง UV-VIS spectrophotometer) ตามวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของ (Wanyo et al., 2014) ผลที่ได้นำมาคำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากกราฟมาตรฐานของ FeSO₄ และแสดงผลในหน่วยมิลลิโมลของ FeSO₄ ต่อกรัมตัวอย่าง (mg FeSO₄/g dry basis)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Statistical analysis)

นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) รายงานค่าในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพด้านต่างๆ โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

ผลการวัดวิเคราะห์ชนิดปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของมะกอก โดยศึกษาการทำแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ 40 °C และ 80 °C ตามลำดับ พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content) อยู่ในช่วง 24.62-42.38 mg GAE/g db และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoid content) อยู่ในช่วง 0.89-1.16 mg RE/g db จะเห็นได้ว่า เมื่อมะกอกผ่านการแปรรูปด้วยความร้อนที่ต่างกัน ส่งผลให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลง โดยพบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิสูงในการให้ความร้อนทำให้มีปริมาณของฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์สูงขึ้น ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในมะกอกเมื่อผ่านการแปรรูปที่ต่างกัน พบว่า มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP อยู่ในช่วง 18.20-27.81 mg FeSO₄/g db และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วย วิธี DPPH radical scavenging activity อยู่ในช่วง 7.30- 9.30 mg Trolox/g db จะเห็นได้ว่า เมื่อผ่านการแปรรูปที่ต่างกัน ส่งผลให้มีปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP และDPPH ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่เพิ่มขึ้น โดยสารทั้งสองชนิดเป็นสารในกลุ่มที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีจึงทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น (Chumroenphat et al., 2019) แสดงดัง Table 1

Table 1. Bioactive compounds and antioxidant activities of *Lithocarpus ceriferu* with difference drying temperature

Parameters (n=3)	Hot air oven	
	40 °C	80 °C
TPC (mg GAE/g db)	24.62 $\pm$ 1.66 ^b	42.38 $\pm$ 0.57 ^a
TFC (mg RE/g db)	0.89 $\pm$ 0.01 ^b	1.16 $\pm$ 0.015 ^a
FRAP (mgFeSO ₄ /g db)	18.20 $\pm$ 1.62 ^b	27.81 $\pm$ 1.41 ^a
DPPH (mg Trolox/g db)	7.30 $\pm$ 0.53 ^b	9.03 $\pm$ 0.55 ^a

Means with different letters (a, b) are significantly different at p < 0.05 within the same row. Values are expressed as mean $\pm$ SD of triplicate measurements (n = 3). TPC: Total phenolic content; TFC; Total flavonoid content; FRAP: Ferric reducing antioxidant activities; DPPH radical scavenging activities.

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดฟีนอลิกของมะกอกเมื่อผ่านการแปรรูปที่ต่างกัน พบว่ามีชนิดและปริมาณกรดฟีนอลิก จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ gallic acid, protocatechuic acid, p-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, syringic acid, p-coumaric acid, ferulic acid sinapic acid และ gentisic acid

ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า เมื่อผ่านการแปรรูปโดยใช้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 80 °C มีค่าปริมาณกรดฟีนอลิกรวมทั้งหมดสูงสุด เท่ากับ 1,115.47 µg/g db แสดงดัง Table 2

Table 2. Contents of phenolic acids analyses in *Lithocarpus ceriferus* with different drying temperature

Phenolic acid contents (µg/g db)	Hot air oven	
	40 °C	80 °C
Gallic acid	154.94±1.34 ^b	210.37±4.70 ^a
Protocatechuic acid	10.82±1.20 ^b	17.37±0.23 ^a
p-Hydroxybenzoic acid	38.36±0.23 ^b	63.31±1.55 ^a
Vanillic acid	20.74±0.69 ^b	32.03±0.23 ^a
Chlorogenic acid	321.03±0.82 ^b	695.01±3.92 ^a
Caffeic acid	5.01±0.05 ^b	7.63±0.10 ^a
Syringic acid	1.93±0.05 ^b	4.52±0.15 ^a
p-Coumaric acid ^{ns}	2.12±0.01	2.20±0.01
Ferulic acid	3.46±0.04 ^a	2.77±0.02 ^b
Sinapic acid ^{ns}	5.62±0.54	4.81±0.52
Gentisic acid	108.21±1.06 ^a	75.45±0.55 ^b
total	672.24	1115.47

Means with different letters (a, b) are significantly different at $p < 0.05$ within the same row. Values are expressed as mean $\pm$ SD of triplicate measurements (n = 3). ns: Not significant

ผลการวัดวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ของมะกอกเมื่อผ่านการแปรรูปที่ต่างกัน มีชนิดและสารประกอบฟลาโวนอยด์ พบทุกหลังการแปรรูป รวม 4 ชนิด ได้แก่ rutin, myricetin, quercetin และ apigenin ตามลำดับ และไม่พบ kaempferol เพียงชนิดเดียว จะเห็นได้ว่า เมื่อผ่านการแปรรูปโดยใช้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 80 °C มีค่าปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมทั้งหมดสูงสุด เท่ากับ 367.48 µg/g db แสดงดัง Table 3

Table 3 Contents of flavonoid compound analyses in *Lithocarpus ceriferus* with different drying temperature

Flavonoid compounds (µg/g db)	Hot air oven	
	40 °C	80 °C
Rutin	121.60±0.60 ^b	219.74±7.85 ^a
Myricetin ^{ns}	33.07±0.03	32.74±0.07
quercetin	73.78±0.79 ^a	45.86±0.89 ^b
apigenin	40.06±0.75 ^b	69.14±0.79 ^a
kaempferol	ND	ND
total	268.51	367.48

Means with different letters (a, b) are significantly different at $p < 0.05$ within the same row. Values are expressed as mean $\pm$ SD of triplicate measurements (n = 3). ND: Not detected; ns: Not significant

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ทางชีวภาพของมะกอก (*Lithocarpus ceriferus*) ที่การทำแห้งที่อุณหภูมิ 40 °C และ 80 °C ผลการวัดวิเคราะห์ชนิดปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของมะกอก พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content) อยู่ในช่วง 24.62-42.38 mg GAE/g db และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoid content) อยู่ในช่วง 0.89-1.16 mg RE/g db ผลการวัด

วิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดฟีนอลิกของมะกอก พบว่า การทำแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน ได้แก่ 40 °C และ 80 °C มีชนิดและปริมาณกรดฟีนอลิก ทุกชนิด รวม 11 ชนิด ได้แก่ gallic acid, protocatechuic acid, p-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, syringic acid, p-coumaric acid, ferulic acid sinapic acid และ gentisic acid ตามลำดับ และมีค่าปริมาณกรดฟีนอลิกรวมทั้งหมด เท่ากับ 672.24 µg/g db (40 °C) และ 1115.47 µg/g db (80 °C) ตามลำดับ

ผลการวัดวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ พบว่า ผลของการทำแห้งแบบลมร้อน ที่อุณหภูมิต่างกัน ได้แก่ 40 °C และ 80 °C ตามลำดับ มีชนิดและสารประกอบฟลาโวนอยด์ พบทุกชนิด รวม 4 ชนิด ได้แก่ rutin, myricetin, quercetin และ apigenin ตามลำดับ และไม่พบ kaempferol เพียงชนิดเดียว และมีค่าปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมทั้งหมด เท่ากับ 268.51 µg/g db (40 °C) และ 367.48 µg/g db (80 °C) ตามลำดับ

ผลการฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในมะกอกเมื่อผ่านการแปรรูปที่ต่างกัน พบว่า มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP อยู่ในช่วง 18.20- 27.81 mgFeSO₄/g db และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วย วิธี DPPH radical scavenging activity อยู่ในช่วง 7.30- 9.03 mg Trolox/g db

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัย และนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ที่สนับสนุนเครื่องมือ และห้องปฏิบัติการในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Hongwiwat, N. & Hongwiwat, T. (2007). Makor in 111 types of fruits: The value of food and eating. Bangkok. Sangdad.
- Chumroenphat, T., Somboonwatthanakul, I., Saensouk, S. & Siriamornpun, S. (2019). The diversity of biologically active compounds in the rhizomes of recently discovered *Zingiberaceae* plants native to North Eastern Thailand. *Pharmacognosy Journal*. 11 (5), 1014-1022. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.160>
- Chumroenphat, T., Somboonwatthanakul, I., Saensouk, S. & Siriamornpun, S. (2020). Changes in curcuminoids and chemical components of turmeric (*Curcuma longa* L.) under freeze-drying and low-temperature drying methods. *Food Chemistry*. 339, 128121. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128121>
- Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrera, A.M., Díaz-Hernández, M., Córdova-Ara, M. & Ríos-Mesa, D. (2006). Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Scientia Horticulturae*. 107, 306-314. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.08.008>
- Siriamornpun, S. & Kaewseejan, N. (2017). Quality, bioactive compounds and antioxidant capacity of selected climacteric fruits with relation to their maturity. *Scientia Horticulturae*, 221, 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.04.020>
- Wanyo, P., Meeso, N. & Siriamornpun, S. (2014). Effects of different treatments on the antioxidant properties and phenolic compounds of rice bran and rice husk. *Food Chemistry*. 157, 457-463. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.061>
- Yu, J.M., Nam, M. & Kim, M-S. (2022). Metabolite profiling of chestnut (*Castanea crenata*) according to origin and harvest time using 1H NMR spectroscopy. *Foods*. 11, 1325. <https://doi.org/10.3390/foods11091325>