ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในใบมะแป่มและชาใบมะแป่ม (Garcinia cowa Roxb ex. DC)

Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Ma-pam Leaf and Ma-pam Leaf Tea (Garcinia cowa Roxb ex. DC)

สินีนาถ สุขทนารักษ์[1] ศริสา ทวีแสง[2] กษมา ชารีโคตร[2] และ ศรัญญา วอขวา[2,*]
[1]หลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
[2]สาขาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
Sineenart Suktanarak[1] Sarisa Thaweesang[2] Kasama Chareekot[2] and Saranya Workhwa[2,*]
[1]Home Economics Program, Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathumthani
[2]Program in Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University, 41000

(Received: May 9, 2022; Revised: May 21, 2022; Accepted: June 2, 2022)

*ผู้ประสานงาน : ศรัญญา วอขวา อีเมล : saranyaworkhwa@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูล อิสระจากใบมะแป่มและชาใบมะแป่ม โดยนำที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าชาใบมะแป่มมีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 39.17 ± 0.06, 2.09 ± 0.03 และ 19.16 ± 0.01 ตามลำดับ มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 3.81 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าใบมะแป่มมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดเท่ากับ 5.61 ± 0.14 mg GAE/g และชาใบมะแป่ม 9.42 ± 0.21 mg GAE/g นอกจากนี้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของใบมะแป่มและชาใบมะแป่ม 76.37 ± 0.09 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าชาใบมะแป่ม 33.29±0.10 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$).

คำสำคัญ: ใบมะแป่มสด, ชาใบมะแป่ม, ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก, ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine total phenolic content, antioxidant activity of Ma-pam leaf and Ma-pam leaf tea (*Garcinia cowa Roxb* ex. DC). The total phenolic compounds and antioxidant activity to extracts were evaluated by Folin-Ciocalteu and DPPH assay, respectively. The results showed that L* 39.17 ± 0.06, a* 2.09 ± 0.03 and b* 19.16 ± 0.01, moisture content of the Ma-pam leaf tea was 3.81 ± 0.08 % The total phenolic compounds of Ma-pam leaf was 5.61 ± 0.14 mg GAE /gDW and the Ma-pam leaf tea was 9.42 ± 0.21 mg GAE /gDW, antioxidant activity of Ma pam leaf was 76.37 ± 0.09% and Ma-pam leaf tea was 33.287 ± 0.10% respectively, significantly ($p \leq 0.05$).

Keywords: fresh Ma-pam leaf, Ma-pam leaf tea (*Garcinia cowa Roxb* ex. DC), total phenolic content, antioxidant activity

1. บทนำ

มะแป่ม (*Earcinia gragilis Pierre*) เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก อยู่ในวงศ์ Guttiferae ใบเป็นใบเดี่ยว ผลมีสีแดงคล้ายมังคุด พบในเขตพื้นที่จังหวัดบึงกาฬ และมีรายงานพบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีสารต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกสูง ในรูปของ Þ-mangostin Yu และคณะ [12] ประชากรในแถบอำเภอบึงโขงหลง จังหวัดบึงกาฬนิยมบริโภคทั้งส่วนผลและส่วนใบ บ้างก็นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มะแป่มแช่อิ่ม มะแป่มดอง ไวน์มะแป่ม และชามะแป่มเป็นต้น

ชาเป็นเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคอย่างกว้างขวางและยาวนาน จากกลุ่มคนเชื้อ สายจีนสู่กลุ่มคนทั่วไป จากกลุ่มสูงอายุสู่กลุ่มวัยทำงานและวัยรุ่น ชาเตรียมได้จากการนำสมุนไพรที่มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพมาผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยการทำแห้ง ให้ผู้บริโภคใช้ ผลิตภัณฑ์ด้วยการคืนตัวชาสมุนไพร [1] ด้วยการแช่น้ำร้อนแล้วดื่มขณะร้อนหรือเย็น ปัจจุบันสมุนไพรไทยเป็นที่นิยมในการบริโภคเป็นชาเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากชาสมุนไพรส่วนใหญ่ไม่มีคาเฟอีน จึงเหมาะ สำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่แพ้คาเฟอีน และที่สำคัญชา สมุนไพรหลายชนิดมีสรรพคุณทางยา [6, 7, 8] เช่น ช่วยกระตุ้นระบบประสาท ระบบหมุน เวียน เลือด ต้านอนุมูลอิสระ [4, 5] และลดคลอเรสเตอรอล ต้านการเกิดโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง มะเร็ง และยัง สามารถช่วยให้ระบบการทำงานของร่างกายใน หลาย ๆ ส่วน เช่น ระบบการย่อยอาหาร ระบบ ขับถ่าย ระบบปัสสาวะ หัวใจทำงานได้ดี เป็นตัวช่วยล้างไขมันที่เกาะติดอยู่ตามลำไส้ [2]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากใบมะแป่มสดและชาใบมะแป่ม เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีความหลากหลายในอนาคต โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu และการวิเคราะห์ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี diphenyl-2- picrylhydrazyl (DPPH)

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1. วิธีการเตรียมและการสกัดตัวอย่าง

2.1.1 การเตรียมตัวอย่าง นำใบมะแป่มล้างทำความสะอาด สับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แบ่งเป็นใบมะแป่มสดและชาใบมะแป่ม ดังขั้นตอนต่อไปนี้

2.1.1.1 ใบมะแป่มสด นำใบมะแป่มมาพักไว้ให้แห้งเพื่อเตรียมนำไปสกัดขั้นต่อไป

2.1.1.2 ชาใบมะแป่ม นำใบมะแป่มมาคั่วในกระทะร้อน อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำใบมะแป่มที่ผ่านการอบมาบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบด เก็บในภาชนะที่มีฝาปิดและเก็บไว้ในโถดูดความชื้นเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพต่อไป

2.1.2 การสกัดตัวอย่าง นำใบมะแป่มสดและชาใบมะแป่ม อัตราส่วน 1 กรัม ต่อเอทานอล 20 มิลลิลิตร ไปปั่นด้วย เครื่องปั่นผสมความเร็วสูงทิ้งสารละลายตัวอย่างไว้ในตู้เย็นเป็นเวลา 1 คืน เขย่าสารละลายให้เข้ากัน แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 93 ปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตร และนำสารสกัดที่ได้มาบรรจุใส่ในขวดสีชาเพื่อนำไป วิเคราะห์ต่อไป

2.2 การวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ทำโดยวิธี folin-ciocalteu ดัดแปลงมาจากวิธีของ Velioglu และคณะ [11] ปิเปตสารสกัดจากใบมะแป่มสดและชาใบมะแป่ม ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 2000 ไมโครลิตร เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซนต์ น้ำหนัก/ปริมาตร ปริมาตร 375 ไมโครลิตร และเติมสารละลาย folin-ciocateau ปริมาณ 125 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ตั้งทิ้งไว้ ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากตัวอย่างสารสกัดเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก รายงานผลเป็น (µg GAE/g) ของน้ำหนักแห้ง

2.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ดัดแปลงจากวิธีของ Re และคณะ [10] โดยปิเปตสารสกัดใบมะแป่มสด ปริมาตร 2 มิลลิลิตร กับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายผสมไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ

สูตรการคำนวณ % Inhibition = $\frac{A_{control} - A_{sample}}{A_{control}} \times 100$

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

$A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างควบคุม

2.4 การวัดความชื้น นำใบมะแป่มและชาใบมะแป่ม นำไปวิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น Moisture Analyzer balance ใช้อินฟาเรด รุ่น MB45 นำตัวอย่างวางบนภาชนะ ปิดฝาและทำการชั่งตัวอย่าง 1 กรัม อ่านค่า บันทึกผล รายงานผลเป็นเปอร์เซนต์ความชื้น

2.5 การวัดสีชาใบมะแป่มโดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น ColorFlex (CX1463) ซึ่งแสดงค่าที่วัดได้เป็น L* a* และ b* โดยที่ L* แสดงค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) จนถึง 100 (ขาว) a* แสดงค่าความเป็นสี แดงและสีเขียว (ค่า + จะแสดงค่าสีแดง, ค่า – จะแสดงค่าสีเขียว) และ b* แสดงค่าความเป็นสีเหลือง และสีน้ำเงิน (ค่า + จะแสดงค่าสีเหลือง, ค่า – จะแสดงค่าสีน้ำเงิน) รายงานค่าสีเป็น L* a* และ b*

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Paired Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

3. ผลการวิจัยและอธิปรายผล

การศึกษาคุณภาพทางด้านคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าชาใบมะแป่มที่ผ่านการทำแห้งด้วยการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีความชื้นเฉลี่ย 3.81 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์โดยมาตรฐานการผลิตชาได้กำหนดค่าความชื้นของชาต้องไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก กระทรวงสาธารณสุข, (2547) ผลการศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสีของชาใบมะแป่ม พบว่า ชาใบมะแป่มที่ผ่านการทำแห้งด้วยการอบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีค่า L* 39.17 ± 0.06, a* 2.09 ± 0.03 และ b* 19.16 ± 0.01 ซึ่งค่าสีที่ได้เกิดจากการทำแห้งด้วยการคั่วในกระทะร้อนและการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เกิดจากความซ้ำที่ได้รับ

ผลกระทบจากการนวด ส่งผลให้เซลล์ของใบมะแป่มแตกและเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวกับเอนไซม์ Polyphenol oxidase เป็นปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ (oxidation) จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของใบมะแป่มเกิดการช้ำ ฉีก ขาด จากการบด หั่นหรือ สับ ทำให้เอนไซม์ สารที่ทำปฏิกิริยา (Substrate) และออกซิเจนเข้ามาสัมผัสกัน สาร Monophenol (ไม่มีสี) จะถูกออกซิไดซ์เป็นไดฟีนอล (Diphenol) ซึ่งไม่มีสีและถูกออกซิไดซ์ต่อเป็น o-quinone ซึ่ง จะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดแอมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาลและจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่และมีสีน้ำตาล

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความชื้นและค่าสีของชาใบมะแป่ม

ความชื้น	ค่าสี		
(%)	L*	a*	b*
3.81 ± 0.08	39.17 ± 0.06,	2.09 ± 0.03	19.16 ± 0.01

L* หมายถึง ค่าความสว่างมี, a* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดง หรือสีเขียว และb* หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลือง หรือน้ำเงิน

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระใบมะแป่มสดและชาใบมะแป่ม

สารสกัดตัวอย่าง	สารประกอบฟีนอลิก (mg GAE/gDW)	ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (เปอร์เซนต์การยับยั้ง)
ใบมะแป่มสด	$5.61 \pm 0.14_b$	$76.37 \pm 0.09_a$
ชาใบมะแป่ม	$9.42 \pm 0.21_a$	$33.29 \pm 0.10_b$

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b ในแต่ละคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่าสารสกัดที่ได้จากชาใบมะแป่มจะมีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุด โดยสารสกัด 1 กรัม มีปริมาณฟีนอลิกเทียบเท่ากับแกลลิก เท่ากับ 9.42 ± 0.21 mg GAE/gDW รองลงมาคือสารสกัดที่ได้จากใบมะแป่มสด ในสารสกัด 1 กรัม มีปริมาณฟีนอลิกเทียบเท่ากับแกลลิกเท่ากับ 5.61 ± 0.14 mg GAE/gDW มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าใบมะแป่มแห้งให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นสูงเมื่อเปรียบเทียบกับใบมะแป่มสด สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุกัญญาและคณะ (2020) ได้รายงานว่าความร้อนส่งผลต่อฟีนอลิกพบว่าเพราะโดยทั่วไปสารประกอบฟีนอลิกที่พบในผักผลไม้จะพบในรูปที่รวมอยู่กับ สารประกอบอื่น เช่น

โปรตีน น้ำตาล เป็นโครงสร้างที่ซับซ้อน (Bound from) ความร้อนจากการลวก ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์พืชถูกทำลาย รวมทั้งมีผลในการทำลายพันธะโควาเลนท์ จึงสามารถปลดปล่อยสารประกอบฟีนอลิกในพืชที่อยู่ในรูปที่อยู่รวมกับสารประกอบอื่น ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของพืชให้อยู่ในรูปอิสระ ทำให้สามารถสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากพืชได้มากขึ้น [9] จึงเสมือนทำให้ตัวอย่างพืชมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นและพบว่าสารสกัดจากใบมะแป่มสด 1 กรัม มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ได้ดีที่สุดมีปริมาณในการยับยั้งอนุมูลอิสระ เทียบเท่ากับกรดแกลลิกเท่ากับ 76.37 ± 0.09 เปอร์เซนต์การยับยั้ง รองลงมา คือ สารสกัดจากชาใบมะแป่ม โดยสาร 1 กรัม มีปริมาณในการยับยั้งอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับกรดแกลลิกเท่ากับ 33.29 ± 0.10 เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง จากการทดสอบทางสถิติระหว่างปริมาณฟีนอลิกกับชนิดของตัวอย่าง พบว่าใบมะแป่มสดมีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าชาใบมะแป่ม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของวิจิตราและคณะ [4] ได้รายงานว่าการทำแห้งมีผลทำให้ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลงเช่นเดียวกับงานวิจัยของนรินทร์และคณะ [3] ได้รายงานว่าพบว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบจะส่งผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการอบกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH มีความสัมพันธ์กันแบบแปรผกผัน เมื่อใช้อุณหภูมิในการอบชาสูงมากขึ้นฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH มีค่าลดลงตาม ไม่ส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ

4. สรุปผลการวิจัย

การแปรรูปชาสมุนไพรด้วยการคั่วนวดบนกระทะ แล้วอบด้วยตู้อบลมร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะได้ชาที่มีค่าความชื้นต่ำไม่เกินมาตรฐานการผลิตชา และมีสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดจากชาใบมะแป่มมีปริมาณสูงกว่าสารสกัดจากใบมะแป่มสด และการต้านอนุมูลอิสระของชาใบมะแป่ม โดยทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดที่ได้จากใบมะแป่มสดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าชาใบมะแป่ม

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 280. (2547). **ชาสมุนไพร**. ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป. เล่มที่ 121 ตอน พิเศษที่ 82ง.

[2] นภพรรณ นันทพงษ์ และ วีรพล ตันอุย. (2559). **แนวทางการควบคุมการประกอบกิจการที่เป็๐อันตรายต่อสุขภาพ ประเภทการผลิตสะสม หรือแบ่งบรรจุใบชา แห้ง ชาผงหรือเครื่องดื่มชนิดผงอื่นๆ.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัท เอ็นซี คอนเซ็ป, จำกัด

[3] **นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์** ภาวิณี อารีศรีสม ทิพย์สุดา ตั้งตระกูล วาที คงบรรทัด เยาวนิตย์ ธาราฉายและรุ่งทิพย์ กาวารี. (2560). ผลของอุณหภูมิการอบแห้งต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระและคุณค่าทางโภชนาการของชาแก่นฝาง. **การประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติการงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่8** “ทรัพยากรไทย: ศักยภาพมากล้นมีให้เห็น” หน้า 165-170

[4] วิจิตรา เหลียวตระกูล ฐายินี จิรสถิตอนุสรณ ณัฐธิดา เอี่ยมนิล และ วชิรญา เหลียวตระกูล. (2561). ผลของอุณหภูมิในการทำแห้งต่ออัตราการทำแห้ง คุณภาพทางกายภาพและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของดอกโสน. **วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, **11**, 57-69.

[5] สุกัญญา จันทร์สุนะ, ลลิตา เจริญทรัพย์, เยาวพา จิระเกียรติกุล และพรชัย หาระโคตร. (2020) ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณสารต้าน อนุมูลอิสระและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ของใบบัวบก [Centella asiatica (L.) Urb.] **Thai Science and Technology Journal**, **28**(12), 2261-2272.

[6] Hamer, M. (2007) The beneficial effects of tea on immune function and inflammation: A review of evidence from in vitro, animal, and human research. **Nutrition Research**, **27**, 373- 379.

[7] Huang, J., Xie, Z., Wang, Y., Zhang, J. and Wan, X. (2015) Recent advances of antihyperglycemia and anti-diabetes actions of tea in animal studies. **Current Opinion in Food Science**, **2**, 78-83.

[8] Martin, M.A., Goya, L. and Ramos, S. (2017) Protective effects of tea, red wine and cocoa in diabetes, Evidences from human studies, **Food and Chemical Toxicology**, **109**, 302-314.

[9] Lapornik, B., Prošek, M. and Golc Wondra, A., (2005) Comparison of Extracts Prepared from Plant By-Products Using Different Solvents and Extraction Time. **Journal of Food Engineering**, **71**, 214-222

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

[11] Velioglu, Y., Mazza, G., Gao, L., and Oomah, B.D. (1998) Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46**, 4113-4117

[12] Yu L., Zhao M., Yang B., Qiangzhong Z. and Jiang Y. (2007) Phenolics from Hull of Garcinia mangostana Fruit and Their Antioxidant Activities. **Food Chemistry**, **104**, 176–181