

ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ของตำรับยารักษาโรคเบาหวาน

ALPHA-GLUCOSIDASE INHIBITORY AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF THAI HERBAL RECIPES FOR ANTI-DIABETES

พิชชานันท์ เที่ยรทองอินทร์^{1,*}, จันทร์เพ็ญ ธรรมพร² และ ศรัณย์ ฉวีรักษ์¹
Pitchchanan Thiantongin^{1,*}, Chanphen Thammaporn and Saran Chaweerak¹

¹สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

²สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

¹ Program in Thai Traditional Medicine, Faculty of Thai Traditional and Alternative Medicine,
Ubon Ratchathani Rajabhat University

² Program in Thai Traditional Medicine, Faculty of Science and Technology,
Surindra Rajabhat University

Received: 7 November 2019 Revised: 15 April 2020 Accepted: 10 June 2020

บทคัดย่อ

โรคเบาหวานเป็นกลุ่มความผิดปกติที่ก่อให้เกิดภาวะระดับน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูงเรื้อรังจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสและการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดตำรับยารักษาโรคเบาหวานของหมอยาพื้นบ้านในจังหวัดอุบลราชธานี โดยการสกัดสมุนไพรด้วยวิธีการหมักด้วยตัวทำละลายเอทานอล และวิธีการต้มแบบดั้งเดิมของหมอยาพื้นบ้าน และทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก พบว่าตำรับยาสูตร DM05 จากการสกัดด้วยเอทานอล มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสสูงที่สุด ($IC_{50}=17.12\pm0.59$ $\mu\text{g/mL}$) ส่วนสารสกัดด้วย

* ผู้ประสานงาน: พิชชานันท์ เที่ยรทองอินทร์

อีเมลล์: pla_pitcha@hotmail.co.th

วิธีการต้ม พบว่า สูตร DM09 มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ได้สูงที่สุด ($IC_{50}=21.12\pm0.54$ $\mu\text{g/mL}$) และผลการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า สารสกัดด้วยเอทานอลจากสูตร DM04 มีฤทธิ์สูงที่สุด ด้วยวิธี DPPH ($IC_{50}=41.26\pm1.45$ $\mu\text{g/mL}$) ฤทธิ์ในการรีดิวซ์เฟอร์ริก (397.82 ± 0.76 มิลลิกรัม เหล็กต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด (232.07 ± 0.45 มิลลิกรัม กรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม) แสดงให้เห็นว่าตำรับยารักษาโรคเบาหวานของหมอพื้นบ้านมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสและสารต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นควรมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพและความปลอดภัยของตำรับยาสมุนไพรในระดับคลินิก เพื่อประโยชน์ต่อการรักษาผู้ป่วยเบาหวานประเภทที่ 2 ต่อไป

คำสำคัญ: ตำรับยาแผนไทย, โรคเบาหวาน, เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส, สารต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

Diabetes mellitus (DM) is a group of disorders characterized by hyperglycemia. The chronic hyperglycemia of DM affects the quality of patients' lives. The aim of this study was to investigate the α -glucosidase inhibitors and antioxidant activities from folk healers' antidiabetic formularies in Ubon Ratchathani Province by extracting herbs using maceration with ethanol and testing for anti α -glucosidase inhibitory, antioxidant activities, and phenolic content quantity. It was found that the DM05 formula from ethanol extraction ($IC_{50}=17.12 \pm 0.59$ $\mu\text{g/mL}$) has the highest α -glucosidase inhibitory activity. For the boiling extracts, it was found that the DM09 formula had the highest inhibitory activity ($IC_{50}=21.12 \pm 0.54$ $\mu\text{g/mL}$), and the antioxidant activity was found the highest effect from the DM04 formula using DPPH ($IC_{50}=41.26\pm1.45$ $\mu\text{g/mL}$) with the ferric-reducing antioxidant power (FRAP) assays (397.82 ± 0.76 mg of ferrous sulphate equivalence/g of extract), and the highest phenolic

contents (232.07 ± 0.45 mg of Gallic acid equivalence (GAE)/100 g of extract). The results reveal that the selected Thai folk antidiabetic recipes of folk healers have α -glucosidase inhibitory and antioxidant activities. Therefore, the efficacy and safety of herbal medicine formulations should be studied at the clinical trial in order to be beneficial for DM type 2 treatments.

Keywords: Thai herbal recipes, Diabetes mellitus, α -glucosidase enzyme, antioxidant activity

บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคที่พบบ่อยในคนทั่วไป และเป็นโรคเรื้อรังที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ ทำให้มีภาวะระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูง อันเป็นผลมาจากความบกพร่องของการหลั่งอินซูลินหรือการออกฤทธิ์ของอินซูลิน ส่งผลให้เกิดความผิดปกติกับอวัยวะหลายส่วน เช่น ตา ไต ระบบประสาท ระบบหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น (American Diabetes Association, 2013) ผู้ป่วยเบาหวานส่วนใหญ่จึงต้องรับประทานยาอย่างต่อเนื่องเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุข ส่งผลต่อการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก จากรายงานแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยเบาหวาน ในปี พ.ศ. 2560 พบทั่วโลกมีผู้ป่วยเบาหวานมากกว่า 425 ล้านคน และจำนวนยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยคาดในปี พ.ศ. 2590 จะมีมากถึง 629 ล้านคน (International Diabetes Federation, 2017) และในร้อยละ 90-95 ของผู้ป่วยโรคเบาหวาน พบเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 diabetes) โดยมีปัญหาหลักคือ ผู้ป่วยมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งถ้าไม่ได้รับการรักษา จะทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนต่างๆ ตามมา นอกจากนี้การเกิดโรคแทรกซ้อนของผู้ป่วยเบาหวานมีผลมาจากการเกิดภาวะออกซิเดชัน (Oxidative stress) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เซลล์ถูกทำลายโดยสารอนุมูลอิสระ เช่น กระบวนการเกิดสารกลุ่ม reactive oxygen species (ROS) and reactive nitrogen species (RNS) (สมาคมเพื่อการวิจัยอนุมูลอิสระไทย, 2555) ดังนั้นหนึ่งในวิธีการลดระดับน้ำตาลในเลือด คือ การยับยั้งการย่อยของคาร์โบไฮเดรตด้วยกระบวนการทำงานของเอนไซม์ เช่น เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส โดยปกติภายหลังจากการรับประทานอาหาร เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ซึ่งอยู่บริเวณผนังลำไส้เล็ก

จะทำหน้าที่ย่อยแป้งและคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ จึงทำให้การดูดซึมของกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือดลดลง และช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลในกระแสเลือด ซึ่งยาในกลุ่มยับยั้งเอนไซม์ดังกล่าว คือ acarbose, voglibose และ miglitol แต่ยาในกลุ่มนี้มีผลข้างเคียงต่อระบบทางเดินอาหาร คือ อาการท้องอืด (ร้อยละ 73), ท้องเสีย (ร้อยละ 44), ปวดท้อง (ร้อยละ 25) และ คลื่นไส้ (จุราพร พงศ์เวชรักษ์, 2552; Shobana et al., 2009; Sassi et al., 2018) นอกจากนี้การค้นหายาที่มีฤทธิ์ ในการต่อต้านอนุมูลอิสระสูงจากพืชสมุนไพรในธรรมชาติ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวาน เช่น สารต้านอนุมูลอิสระจำพวก วิตามินอี กรดไลโปอิก (lipoic acid) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของอินซูลินและสมดุลของระดับน้ำตาลในเลือดได้ (สมาคมเพื่อการวิจัยอนุมูลอิสระไทย, 2555)

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาฤทธิ์ของการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลโคซิเดสและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดตำรับยารักษาโรคเบาหวานของหมอพื้นบ้าน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาของหมอพื้นบ้านที่ได้รับการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษมาเป็นเวลานาน แต่ยังไม่มีย่อยข้อมูลยืนยันทางวิทยาศาสตร์ถึงประสิทธิภาพในการรักษาโรค และเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาการรักษาโรคเบาหวานประเภทที่ 2 ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1.การเตรียมสมุนไพรและการสกัด นำสมุนไพรจำนวน 8 ตำรับ จากตำรับยารักษาโรคเบาหวานของหมอพื้นบ้าน ในจังหวัดอุบลราชธานี โดยมีเกณฑ์คัดเลือก คือ สมุนไพรที่มีสรรพคุณรักษาโรคเบาหวาน ลดน้ำตาลในเลือด และขับปัสสาวะ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 มาตรวจเอกลักษณ์ด้วยรูปวิธานและเก็บตัวอย่างพืชแห้งไว้ที่ คณะแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จากนั้นนำสมุนไพรมาอบที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วบดเป็นผง และแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เพื่อนำไปสกัด 2 วิธี คือ วิธีการสกัดด้วยเอทานอลและสกัดด้วยน้ำ ดังนี้

1.1 การเตรียมสารสกัดหยาบโดยการสกัดด้วยเอทานอล ซึ่งผงตำรับสมุนไพรปริมาณ 100 g สกัดสารด้วยการหมัก ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ปริมาตร 300 mL ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน โดยสกัดซ้ำด้วยตัวทำละลายชนิดเดิม 1 ครั้ง จากนั้นระเหยตัวทำละลายอินทรีย์ด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (rotary evaporator) ซึ่งน้ำหนักที่ได้ในการ

สกัดเพื่อหาร้อยละของสารสกัด (% yield) และเก็บสารสกัดหยาบในตู้เย็นอุณหภูมิ -20 °C จนกระทั่งใช้งาน

1.2 การเตรียมสารสกัดหยาบโดยการต้มด้วยน้ำ ซึ่งผงตำรับสมุนไพรปริมาณ 100 g จากนั้นนำไปต้ม โดยใช้ปริมาตร 900 mL ต้มจนกว่าน้ำจะเหลือ 300 mL จากนั้นนำไปทำแห้งด้วยวิธี freeze dry ซึ่งน้ำหนักที่ได้ในการสกัดเพื่อหาร้อยละของสารสกัด (% yield) และเก็บสารสกัดหยาบในตู้เย็นอุณหภูมิ -20 °C จนกระทั่งใช้งาน

2. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ดัดแปลงจากวิธีของ Bachhawat et al. (2011) เตรียมละลายสารสกัดหยาบ 0.0010 g ในตัวทำละลายไดเมทิลซัลฟอกไซด์ 1 mL แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 10 mL ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (50 mM ที่ pH 6.9) และเจือจางสารละลายข้างต้นให้ได้สารละลายเข้มข้น 1,000, 800, 600, 400, 200, 100, 50, 25 และ 10 µg/mL จากนั้นปิเปตสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (50 mM ที่ pH 6.9) ปริมาตร 50 µL เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส (0.57 unit/mL) ปริมาตร 50 µL และสารละลายสารสกัดหยาบข้างต้น ปริมาตร 50 µL ลงใน 96-well plate วางไว้ที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลาเติมสารละลายพาราไนโตรฟินิลแอลฟาดีกลูโคไพราโนไซด์ ความเข้มข้น 5 mM ปริมาตร 50 µL ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้น ที่จะเกิดปฏิกิริยา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 37 °C แล้วหยุดปฏิกิริยาด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 1 M ปริมาตร 50 µL นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis absorbance spectrophotometer microplate reader โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานอะคาร์โบส (Acarbose) ซึ่งเป็นยารักษาโรคเบาหวาน นำไปคำนวณหาร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\% \text{ inhibition} = 100 \times (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}$$

โดย A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ไม่มีสารตัวอย่าง

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

และคำนวณค่า IC_{50} (ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่มีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ร้อยละ 50) จากสมการเส้นตรง linear regression

3. การหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-ciocalteu reagent ดัดแปลงจากวิธีของ Adam et al. (2015) ชั่งสารตัวอย่างมา 0.010 g ละลายด้วยตัวทำละลายเมทานอล ปริมาตร 10 mL ปิเปตมา 30 μL ใส่ใน 96 well plate จากนั้นเติม 10% Folin-ciocalteu reagent ปริมาตร 100 μL ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที และเติม 2% Na_2CO_3 ปริมาตร 20 μL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis absorbance spectrophotometer microplate reader เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก รายงานในรูปแบบมิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด

4. การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH scavenging assay ดัดแปลงจากวิธีของ Adam et al. (2015) เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 mM โดยชั่ง DPPH มา 0.0197 g ละลายด้วยเมทานอล 100 mL ทำการทดสอบสารตัวอย่างโดยผสมสารละลายตัวอย่าง 50 μL ใส่ใน 96 well plate แล้วเติม 0.1 mM DPPH ปริมาตร 150 μL จากนั้น เขย่าให้เข้ากันแล้วบ่มไว้ในที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis absorbance spectrophotometer microplate reader และคำนวณหาร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox (Positive control) โดยคำนวณจากสมการ

$$\% \text{ Inhibition} = 100 \times (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}$$

ฤทธิ์การต้านออกซิเดชันจะแสดงเป็นค่า IC_{50} คือ ความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50

5. การทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชัน (Ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay) ดัดแปลงวิธีของ Kunyanga et al. (2012) การเตรียมสารละลาย FRAP reagent โดยชั่งโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ 4.0824 g เติมกรดอะซิติกเข้มข้น 10 mL แล้วปรับปริมาตร 100 mL ด้วยน้ำกลั่น จากนั้น ชั่ง TPTZ 0.0312 g ละลายด้วยไฮโดรคลอริก แล้วปรับปริมาตร ด้วย 40 mM HCl ปริมาตร 10 mL และเตรียมสารละลายมาตรฐานเฟอรัสซัลเฟต โดยชั่งมา 0.0500 g ละลายน้ำกลั่น ปริมาตร 100 mL และเจือจางสารละลายให้ได้ความเข้มข้น 10, 100, 200, 300, 400 500 และ

1,000 µg/mL การวัดความสามารถในการรีดิวซ์ของเหล็ก ทดสอบโดยปิเปตสารละลายมาตรฐาน เพอร์สซัลเฟต และสารละลายตัวอย่างเข้มข้น 1,000 µg/mL ปริมาตร 50 µL ใส่ใน 96 well plate เติม FRAP reagent 150 µL ผสมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis absorbance spectrophotometer microplate reader (ใช้สารละลายเอทานอลเป็นแบลนด์) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานที่สร้างจากสารละลายเพอร์สซัลเฟต รายงานค่าในรูปแบบมิลลิกรัมของเพอร์สซัลเฟตต่อกรัมของน้ำหนัก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รายงานผลการวิเคราะห์ผลการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ในรูปค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การสกัดสารจากสมุนไพร จากการสกัดสมุนไพร 2 วิธี คือ สกัดด้วยวิธีการหมัก (Maceration) พบว่า ตำรับที่มีร้อยละของสารสกัดหยาบ (%yield) สูงที่สุด คือ DM04 (5.86) และสารสกัดโดยวิธีต้มดื่มของหอมพื้นบ้าน (Decoction) พบว่าตำรับที่มีร้อยละของสารสกัดหยาบ (%yield) สูงที่สุด คือ DM05 (8.48) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายชื่อสมุนไพรในตำรับยารักษาโรคเบาหวานและร้อยละของสารสกัดหยาบ

ตำรับ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่ใช้	ร้อยละของ สารสกัดหยาบ	
				เอทานอล	น้ำ
DM02	<i>Centotheca latifolia</i> Trin	ญี่แร้แพร่	ทั้งต้น	4.33	5.32
	<i>Curcuma comosa</i> Roxb.	ว่านชักมดลูก	เหง้า		
	<i>Curcuma longa</i> L.	ขมิ้นชัน	เหง้า		
	<i>Curcuma manga</i> Valetton & Zijp	ขมิ้นขาว	เหง้า		
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	แห้วหมู	หัว		
	<i>Polyalthia evecta</i> (Pierre) Finet & Gagnep	นมน้อย	ราก		
	<i>Rhinacanthus nasutus</i> (L.) Kurz	ทองพันชั่ง	ทั้งต้น		
	<i>Salacia chinensis</i> L.	กำแพงเจ็ดชั้น	แก่น		
DM03	<i>Butea monosperma</i> (Lam.) Taub.	จาม	ดอก	4.67	4.86
	<i>Irvingia malayana</i> Oliv. ex. A. W. Benn.	กระบก	ใบ, กิ่ง		
	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	โสมไทย	ทั้งต้น		
DM04	<i>Coscinium fenestratum</i> (Gaertn.) Colebr.	ห้ำม	ราก	5.86	6.89
	<i>Boesenbergia rotunda</i> (L.) Mansf.	กระชาย	เหง้า		
	<i>Butea monosperma</i> (Lam.) Taub.	จาม	ดอก		
	<i>Irvingia malayana</i> Oliv. ex. A. W. Benn.	กระบก	ใบ, กิ่ง		
	<i>Morus alba</i> L.	หม่อน	ใบ		
DM05	<i>Bombax ceiba</i> L.	จี่ว	แก่น	4.45	8.48
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	กระถินไทย	แก่น		
	<i>Salacia chinensis</i> L.	กำแพงเจ็ดชั้น	แก่น		
DM07	<i>Dioscorea bulbifera</i> L.	ว่านสามพันตึง	เถา	4.12	0.93
	<i>Ellipanthus tomentosus</i> Kurz.	ประดงเลือด	แก่น		
	<i>Knema ekgans</i> Warb.	ยาเลือด (เลือดใหญ่)	เถา		
	<i>Oxyceros bispinosus</i> (Griff.) Tirveng.	พญาท้าวเอว	แก่น		
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	หว่า	แก่น		

ตารางที่ 1 รายชื่อสมุนไพรในตำรับยารักษาโรคเบาหวานและร้อยละของสารสกัดหยาบ (ต่อ)

ตำรับ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่ใช้	ร้อยละของสารสกัดหยาบ	
				เอทานอล	น้ำ
DM08	<i>Aganonerion polymorphum</i> Pierre ex Spire	ส้มลม	ราก	3.18	2.35
	<i>Cassia fistula</i> L.	คูณ	ราก		
	<i>Diploclisia glaucescens</i> (Blume)	เครือไส้ไก่	เถา		
	<i>Ficus religiosa</i> L.	โพธิ์	ราก		
			อากาศ		
	<i>Knema globularia</i> Warb.	เถื่อนนก	เปลือก		
	<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	ประดู่บ้าน	แก่น		
	<i>Salacia chinensis</i> L.	กำแพงเจ็ดชั้น	แก่น		
	<i>Salacia verrucosa</i> Wight.	กำแพงเก้าชั้น	แก่น		
	<i>Smilax</i> sp.1	ข้าวเย็นใต้	หัว		
	<i>Smilax</i> sp. 2	ข้าวเย็นเหนือ	หัว		
	<i>Xylia xylocarpa</i> (Roxb.) W. Theob.	แดง	เปลือกต้น		
DM09	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	สะเดา	แก่น	3.88	1.24
	<i>Nauclea orientalis</i> (L.) L.	ก้านเหลือง	แก่น		
	<i>Prismatomeris sessiliflora</i> Pierre ex Pit.	อีล่ำป่า	ราก		
	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S. Irwin & Barneby	ขี้เหล็ก	แก่น		
	<i>Xylopi velana</i> Pierre.	กล้วยน้อย	ลำต้น		
DM10	<i>Coccinia grandis</i> (L.) Voigt	ตำลึง	ใบ	2.32	0.96
			ราก		

2. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส การทดสอบตำรับยาสมุนไพรทั้ง 8 ตำรับ พบว่า การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลของตำรับที่ DM05 มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสสูงสุด ค่า IC_{50} เท่ากับ $17.12 \pm 0.59 \mu\text{g/mL}$ รองลงมา คือ สูตรที่ DM09 DM07 DM08 DM04 และ DM03 มีค่า IC_{50} เท่ากับ 26.84 ± 0.57 , 34.81 ± 0.61 , 51.42 ± 0.45 , 89.84 ± 1.56 และ $116.75 \pm 0.41 \mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ ส่วนการสกัดด้วยการต้ม พบว่า DM09

มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสสูงที่สุด IC_{50} เท่ากับ 21.12 ± 0.54 $\mu\text{g/mL}$ รองลงมาคือ DM05 DM07 DM08 และ DM04 มีค่า IC_{50} เท่ากับ 54.15 ± 0.27 , 67.69 ± 0.79 , 97.43 ± 1.63 และ 102.90 ± 0.98 $\mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานอะคาร์โบส พบว่า ทุกสูตรที่กล่าวมา มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ดีกว่า อะคาร์โบส (IC_{50} เท่ากับ 165.67 ± 0.98 $\mu\text{g/mL}$) ยกเว้น DM02 และ DM10 ดังแสดงในตารางที่ 2

จากการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสและสารต้านอนุมูลอิสระของตำรับยารักษาโรคเบาหวานของหมอพื้นบ้าน โดยวิธีการสกัดแบบการหมักด้วยตัวทำละลายเอทานอลและวิธีการต้มต้้งเดิมตามกรรมวิธีหมอพื้นบ้าน พบว่า ทุกตำรับของวิธีการหมักด้วยเอทานอลจะมีฤทธิ์สูงกว่าวิธีการต้มต้้งด้วยน้ำ สอดคล้องกับงานวิจัยการศึกษาสารสกัดจากเปลือกผลไม้ทุกชนิดที่ทดสอบด้วยอะซิโตนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าสารสกัดด้วยน้ำร้อนและสารสกัดด้วยเอทานอล เนื่องจากว่าตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วน้อยกว่าจะสกัดสารประกอบฟีนอลิกได้ดีกว่าตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วมากกว่า (สุนทร ดันดีไพบูลย์วุฒิ และคณะ, 2555) นอกจากนี้มีรายงานงานวิจัยส่วนใหญ่ พบว่าสารที่มีสภาพขั้วต่ำจนถึงปานกลาง จะมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสที่ได้จากยีสต์ได้ดีกว่าสารที่มีสภาพขั้วสูง (ธนากรณ ดำสุด และคณะ, 2560) ซึ่งตำรับที่มีฤทธิ์สูงที่สุด คือ สารสกัดด้วยเอทานอลของตำรับ DM05 ($IC_{50} = 17.12 \pm 0.59$ $\mu\text{g/mL}$) ประกอบด้วยสมุนไพร แก่นจิ้งจวด (*Bombax ceiba* L.) แก่นกระถินไทย (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) และแก่นกำแพงเจ็ดชั้น (*Salacia chinensis* L.) จากการศึกษาของ Sontimuang et al. (2018) พบว่า สารสกัดจากตัวทำละลายเอทานอลของแก่นกำแพงเจ็ดชั้น มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส และสารสกัดจากเมทานอลของลำต้น มีรายงานว่าฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสในลำไส้ของหนู (Yoshikawa et al., 2003) ส่วนแก่นจิ้งจวดและแก่นกระถินไทย พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ดังกล่าวจากผลการวิจัยในครั้งนี้ แต่ยังไม่พบจากงานวิจัยอื่นๆ ซึ่งมีรายงานการศึกษาของแก่นจิ้งจวด สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย streptozotocin ได้ (Chetan & Gokul, 2013) เมื่อพิจารณาถึงตำรับที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสน้อยที่สุด คือ สารสกัดด้วยเอทานอลของตำรับ DM10 (267.12 ± 1.99 $\mu\text{g/mL}$) เนื่องจากว่าในตำรับนี้ มีสมุนไพรเป็นส่วนประกอบเพียงชนิดเดียว คือ ใบและรากของตำลึง (*Coccinia grandis* (L.) Voigt) ถึงแม้ว่าจะมีรายงานวิจัยของ Doss & Dhanabalan (2008) ที่พบว่า ใบตำลึง สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูที่ถูกเหนี่ยวนำ

ให้เป็นเบาหวานด้วย alloxan อย่างไรก็ตามตำรับอื่นๆ มีสมุนไพรหลายชนิด จึงอาจเป็นการเพิ่มหรือเสริมฤทธิ์กันของสมุนไพร ทำให้ฤทธิ์การยับยั้งเพิ่มขึ้นได้ (synergistic effect) หรือสารที่อยู่ในส่วนสารสกัดเข้าไปแย่งจับหรือแข่งขันกับบริเวณเร่ง (active site) หรือทำให้โครงสร้างของเอนไซม์เปลี่ยนแปลง จนไม่สามารถเกิดปฏิกิริยากับซับสเตรตตามธรรมชาติได้ (ธนากรณ์ คำสุด และคณะ, 2560)

ตารางที่ 2 ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ของตำรับยารักษาโรคเบาหวาน

ตำรับยา	ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส (IC ₅₀) (μg/mL)	
	เอทานอล	น้ำ
DM02	182.27±1.41	NI*
DM03	116.75±0.41	177.48±0.49
DM04	89.84±1.56	102.90±0.98
DM05	17.12±0.59	54.15±0.27
DM07	34.81±0.61	67.69±0.79
DM08	51.42±0.45	97.43±1.63
DM09	26.84±0.57	21.12±0.54
DM10	267.12±1.99	NI*
Acarbose	165.67±0.98	

*NI หมายถึง No inhibition (ไม่สามารถยับยั้งได้ โดยที่ร้อยละการยับยั้งน้อยกว่า 50 ที่ความเข้มข้น 1,000 (μg/mL)

3. การหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-ciocalteu reagent จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัดตำรับยาสมุนไพรทั้งสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและการสกัดด้วยวิธีการต้ม พบว่า DM04 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด เท่ากับ 232.07±0.45 และ 122.20±0.78 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม รองลงมา คือ DM05 DM07 และ DM09 เท่ากับ 164.26±0.76, 139.48±0.64 และ 134.75 ±0.69 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณสารฟีนอลิกของตำรับยารักษาโรคเบาหวาน

ตำรับยา	ปริมาณสารฟีนอลิก (mg of Gallic acid equivalence (GAE)/100g of extract)	
	เอทานอล	น้ำ
DM02	106.68±0.89	89.23±0.12
DM03	81.13±1.56	53.75±1.07
DM04	232.07±0.45	122.20±0.78
DM05	164.26±0.76	98.45±1.75
DM07	139.48±0.64	94.38±0.43
DM08	82.61±1.49	33.52±1.02
DM09	134.75±0.69	61.01±0.98
DM10	29.66±0.43	3.67±0.52

4. ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

4.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดตำรับยาสมุนไพรทั้งสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและการสกัดด้วยวิธีการต้ม พบว่า สารสกัด DM04 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ที่ค่า IC_{50} เท่ากับ 41.26 ± 1.45 และ 75.86 ± 0.56 $\mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ รองลงมา คือ สารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล DM05 DM07 และ DM09 มีค่า IC_{50} เท่ากับ 52.98 ± 0.89 , 62.80 ± 0.76 และ 70.11 ± 0.72 $\mu\text{g/mL}$ ดังแสดงในตารางที่ 4

4.2 ผลการทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์ (Ferric reducing antioxidant power; FRAP) ของสารสกัดตำรับยาสมุนไพรทั้งสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและการสกัดด้วยวิธีการต้ม พบว่า DM04 มีความสามารถในการรีดิวซ์ได้สูงที่สุด เท่ากับ 397.82 ± 0.76 มิลลิกรัมเหล็กต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม รองลงมา คือ DM05 DM07 และ DM09 เท่ากับ 374.95 ± 0.93 , 300.17 ± 0.75 และ 285.78 ± 0.85 มิลลิกรัมเหล็กต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตำรับยาโรคนาหวาน

ตำรับยา	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ			
	DPPH (IC ₅₀) (µg/mL)		FRAP (mg of Ferrous Sulphate equivalence/ g of extract)	
	เอทานอล	น้ำ	เอทานอล	น้ำ
DM02	119.10±0.95	245.63±1.34	153.59±0.87	189.23±0.25
DM03	157.59±0.39	184.93±0.67	158.90±0.54	49.66±0.90
DM04	41.26±1.45	75.86±0.56	397.82±0.76	225.57±0.55
DM05	52.98±0.89	190.57±1.26	374.95±0.93	194.00±0.78
DM07	62.80±0.76	87.36±0.43	300.17±0.75	92.72±0.56
DM08	108.85±1.87	212.72±0.95	257.61±0.67	54.10±0.83
DM09	70.11±0.72	120.17±0.84	285.78±0.85	83.67±0.76
DM10	265.71±0.98	293.53±0.54	84.17±0.65	57.34±0.68
Trolox	24.53±0.12			

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก รวมทั้งปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของตำรับยาสมุนไพร มีฤทธิ์สูงสุด คือ สารสกัดด้วยเอทานอลของตำรับ DM04 ซึ่งประกอบด้วย แห้ว (*Coscinium fenestratum* (Gaertn.) Colebr.) กระชาย (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.) ดอกจาน (*Butea monosperma* (Lam.) Taub.) กระบก (*Irvingia malayana* Oliv. ex. A. W. Benn.) และใบหม่อน (*Morus alba* L.) จากรายงานการศึกษาสารสกัดของใบหม่อนและกระชาย พบว่ามีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ โพลีฟีนอลสูง และมีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดี (Kim et al., 2014; Shindo et al., 2006) นอกจากนี้สีของดอกจานที่มีสีส้มอาจมีผลทำให้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสมุนไพรชนิดอื่นๆ สอดคล้องกับการรายงานวิจัยที่พบว่าดอกไม้ที่มีสีแดงส้ม มีสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าดอกไม้หรือสารสกัดที่มีสีอื่นๆ (Youwei et al., 2007; พชร สิริตระกูลศักดิ์ และคณะ, 2556)

นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าผลจากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP นั้น สารสกัด DM04 ด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด โดยวิธี DPPH มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 41.26±1.45 µg/ml FRAP มีค่าเท่ากับ

397.82±0.76 มิลลิกรัมแห้งต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่มีค่าสูงสุดเช่นเดียวกัน (232.07±0.45 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม) เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิก (phenolic) มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นวงแหวนเบนซิน จึงละลายได้ดีในตัวทำละลายประเภทเอทานอลมากกว่าตัวทำละลายน้ำ และสารประกอบฟีนอลิกยังเป็นสารที่มีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสได้ดี โดยมีกลไกการป้องกันการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งสารสกัดที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงๆ จะมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวได้ดี (รวินิภา ศรีมูล และคณะ, 2561)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสและสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรในตำรับรักษาโรคเบาหวาน ทั้งในการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและวิธีการต้มด้วยน้ำตามกรรมวิธีแบบหม้อพื้นบ้าน พบว่า ส่วนใหญ่การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ดีกว่าการสกัดด้วยวิธีการต้ม และตำรับสมุนไพรสูตร DM05 (จี้ว กระถินไทย กำแพงเจ็ดชั้น) จากการสกัดด้วยเอทานอล มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสสูงที่สุด และผลการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า สารสกัดด้วยเอทานอลจากสูตร DM04 (แห้ม กระชาย จาน กระบก หม่อน) มีฤทธิ์สูงที่สุด ด้วยวิธี DPPH ฤทธิ์ในการรีดิวซ์เฟอร์ริก และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด ดังนั้นตำรับยาสมุนไพรดังกล่าวควรศึกษาถึงความปลอดภัยของสมุนไพรในตำรับ เพื่อเป็นข้อมูลยืนยันทางวิทยาศาสตร์ และควรมีการศึกษาสมุนไพรเดี่ยวในแต่ละตำรับ เพื่อแยกและพิสูจน์โครงสร้างของสารออกฤทธิ์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนายาที่ใช้ในการรักษาเบาหวานต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2561 ขอขอบพระคุณคณะผู้ร่วมวิจัย และหม้อพื้นบ้านที่ให้ข้อมูลสมุนไพรและตัวอย่างสมุนไพรทุกท่าน และได้รับความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จากคณะแพทยแผนไทยและแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

เอกสารอ้างอิง

- จรรยาพร พงศ์เวชรักษ์. (2552). โรคเบาหวานและหลักการใช้อาหารบำบัดเพื่อการบริหารทางเภสัชกรรม. ภาควิชาเภสัชกรรมคลินิก คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 39-41.
- ธนากรณม์ คำสุด, จิตติกร จันทร์วุ่น, นมล ศรีเมฆ และ สุธรรม ส่งแสง. (2560).ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสของส่วนสกัดขุ่นอ่อน. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, 45(3), 543-550.
- พัชรี สิริตระกูลศักดิ์, ประสิทธิ์ ชุตติชอุเดช, เบญจวรรณ ชุตติชอุเดช, มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และ เกรียงศักดิ์ บุญเที่ยง. (2556). กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้กินได้ 15 ชนิด ในจังหวัดมหาสารคาม. *แก่นเกษตร*, 41(1), 607-611.
- รวินิภา ศรีมูล, พริยาภรณ์ อันอามังงาม และ วิทยา คณาวงษ์. (2561).ประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสและแอลฟาอะไมเลส ของสารสกัดจากใบชาขลุไ้ในหลอดทดลอง. *วารสารวิจัย*, 11(1), 1-8.
- สมาคมเพื่อการวิจัยอนุมูลอิสระไทย (สวอ.). (2555). *อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ*. เชียงใหม่: สมาร์ท โคตติง แอนด์ เซอร์วิส, 119-120.
- สุนันต์ ต้นติไพบูลย์วุฒิ, เทียนชัย น่วมเศรษฐี และ เพชรลดา เดชาเย็นง. (2555). ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิด. *วารสารวิจัย มข.*, 17(6), 880-894.
- Adam, M. E., Sitti, F., Bich, T. N., & Yi, H. J. (2015). Analysis of major antioxidants from extracts of *Myrmecodia pendans* by UV/visible spectrophotometer, liquid chromatography/tandem mass spectrometry, and high-performance liquid chromatography/UV techniques. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(2), 303-309.
- American diabetes association. (2013). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *DIABETES CARE*, 36, 67-74.
- Bachawat, A., Shihabudeen, M.S., & Thirumurugan, K. (2011). Screening of fifteen Indian Ayurvedic plants for alpha-glucosidase inhibitory activity and enzyme kinetics. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 3, 267-274.

- Chetan J. B., & Gokul S.T. (2013). Potential anti-diabetic activity of *Bombax ceiba*. *Bangladesh J Pharmacol.*, 8(2), 102-106.
- Doss, A., & Dhanabalan, R. (2008). Anti-hyperglycaemic and Insulin Release Effects of *Coccinia grandis* (L.) Voigt Leaves in Normal and Alloxan Diabetic Rats. *Ethnobotanical Leaflets*, 12, 1172-1175.
- International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas 8th edition. Retrieved August 22, (2019) from International Diabetes Federation Website: <https://www.idf.org/aboutdiabetes/what-is-diabetes.html>.
- Kim, D. S., Kang, Y. M., Jin, W. Y., Sung, Y. Y., CHOI, G., & Kim, H. K. (2014). Antioxidant activities and polyphenol content of *Morus alba* leaf extracts collected from varying regions. *Biomedical Reports*, 2, 675-680.
- Kunyanga, C. N., Imungi, J. K., Okoth, M. W., Biesalski, H. K., & Vadivel, V. (2012). Total phenolic content, antioxidant and antidiabetic properties of methanolic extract of raw and traditionally processed Kenyan indigenous food ingredients. *LWT - Food Science and Technology*, 45, 269-276.
- Sassi, A. B., Amroussi, S., Besbes, M., Aouni, M., & Skhiri, F. (2018). Antioxidant and α -glucosidase activities and phytochemical constituents of *Chrysanthoglossum trifurcatum* (Desf.). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 11(4), 285-291.
- Shobana, S., Sreerama, Y. N., & Malleshi, N. G. (2009). Composition and enzyme inhibitory properties of finger millet (*Eleusine coracana* L.) seed coat phenolics: Mode of inhibitor of α -Glucosidase and pancreatic amylase. *Food chemistry*, 115, 1268-1273.
- Shindo, K., Kato, M., Kinoshita, A., Kobayashi, A., & Koike, Y. (2006). Analysis of antioxidant activities contained in the *Boesenbergia pandurata* Schult. Rhizome. *Biosci Biotechnol Biochem*, 70(9), 2281-2284.

- Sontimuang, C., Olatunji, O.J., & Ovatlarnporn, C. (2018). Evaluation of In Vitro α -Amylase and α -Glucosidase Inhibitory Potentials of 14 Medicinal Plants Constituted in Thai Folk Antidiabetic Formularies. *Chemistry & Biodiversity*, 15(4), 1-7.
- Yoshikawa, M., Pongpiriyadacha, Y., Kishi, A., Kageura, T., Wang, T., Morikawa, T., & Matsuda, H. (2003). Biological Activities of *Salacia chinensis* Originating in Thailand: The Quality Evaluation Guided by α -Glucosidase Inhibitory Activity. *YAKUGAKU ZASSHI-Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*, 123(10), 871-880.
- Youwei, Z., Jinlian, Z., & Yonghong, P. (2007). A comparative study on the free radical scavenging activities of some fresh flowers in Southern China. *Food Sci. Technol*, 41, 1586-1591.