

ผลของสารสกัดน้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ต่อคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ
และฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส

EFFECT OF DIFFERENT FLORAL HONEY EXTRACTS ON ANTIOXIDANT
PROPERTIES AND α -AMYLASE INHIBITION ACTIVITY

ปิยธิดา สุตเสนานะ¹, พิทยา ใจคำ^{1,*} และ พิมป์สิรี สุวรรณ²

Piyatida Sudsanor¹, Pittaya Chaikham^{1,*} and Pimsiree Suwan²

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

² สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญบางชนิด (กรดแอสคอร์บิก และ/หรือสารประกอบพอลิฟีนอล) และกิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระ (วิธี DPPH, FRAP และ ABTS⁺) ในน้ำผึ้ง และสารสกัดน้ำผึ้งดอกลำไย ดอกลิ้นจี่ และดอกไม้ป่า นอกจากนั้น ยังได้ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสอีกด้วย โดยพบว่า น้ำผึ้งดอกลำไย มีปริมาณกรดแอสคอร์บิก สารประกอบพอลิฟีนอลลิคทั้งหมด และค่า DPPH inhibition มากกว่าน้ำผึ้งดอกลิ้นจี่ และน้ำผึ้งดอกไม้ป่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ตัวอย่างน้ำผึ้งทั้งสามชนิดมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ค่า FRAP และฤทธิ์การยับยั้ง ABTS⁺ ที่ไม่แตกต่างกัน โดยปริมาณสารสำคัญ และประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของ สารสกัดจากน้ำผึ้งทั้งสามชนิดที่ตรวจพบมีระดับที่สอดคล้องกับน้ำผึ้งตัวอย่าง สารสกัดจาก น้ำผึ้งดอกลำไย และน้ำผึ้งดอกไม้ป่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ไม่แตกต่างกัน และมีความมากกว่าสารสกัดจากน้ำผึ้งดอกลิ้นจี่อย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นสรุปได้ว่า สารประกอบพอลิฟีนอลที่สกัดได้จากน้ำผึ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำผึ้งดอกลำไยและน้ำผึ้ง

* ผู้ประสานงาน: พิทยา ใจคำ

อีเมล: pittaya.chaikham@gmail.com

ดอกไม้ป่ามีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสได้

คำสำคัญ: น้ำผึ้ง, ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ, การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส

Abstract

This research aimed to investigate the quantities of bioactive components (ascorbic acid and polyphenol compounds) and antioxidant activities (DPPH, FRAP and ABTS⁺ assays) in honeys from longan, lychee and wild flowers and their extracts. The degree of α -amylase inhibition of the extracts was also determined. In this study, longan honey had a significantly higher ascorbic acid content, total phenolic compounds and DPPH inhibition than those of lychee and wild flower honeys. However, no significant differences in levels of total flavonoids, FRAP and ABTS⁺ inhibition values were observed among honey samples. The amounts of bioactive compounds and antioxidant capacities of the three honey extracts appeared to be similar to the honey samples. The difference in α -amylase inhibition capacity of longan and wild flower honey extracts was not significantly different. However, they were higher than that of lychee honey extract. Therefore, it can be concluded that extracted polyphenol compounds from longan and wild flower honeys displayed better antioxidative properties and greater α -amylase activity.

Keywords: Honey, Antioxidant capacity, α -amylase inhibition

บทนำ

น้ำผึ้ง หมายถึง ของเหลวรสหวานซึ่งผึ้งผลิตขึ้นจากน้ำหวานของดอกไม้หรือจากส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชที่ผึ้งนำมาสะสมไว้ในรวงผึ้ง ผ่านขั้นตอนทางธรรมชาติของผึ้งจนได้เป็นน้ำหวานที่มีความหอมหวาน ลักษณะเหนียวข้นหนืด และมีสีเหลืองอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม (Chaikham et al., 2016) น้ำผึ้งถือเป็นสินค้าเกษตรจากสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากมีราคาที่สูงกว่าน้ำตาล คุณภาพด้านต่าง ๆ ตามมาตรฐานของน้ำผึ้งจะต้องมีสี กลิ่นรสตามธรรมชาติ ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 21 น้ำตาลกลูโคสรวมกับน้ำตาลฟรุกโทสไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 น้ำตาลซูโครสไม่เกินร้อยละ 5 สารที่ไม่ละลายน้ำไม่เกินร้อยละ 0.1 เถ้าไม่เกินร้อยละ 0.6 และปริมาณกรดทั้งหมดไม่เกิน 50 ppm นอกจากนี้ต้องมีค่าไดแอสเทส (Diastase number) ไม่น้อยกว่า 3 มีปริมาณสารไฮดรอกซีเมทิลเฟอรัลฟิวรัล (Hydroxymethylfurfural) ไม่เกิน 80 ppm และมีความการนำไฟฟ้าไม่เกิน 0.8 มิลลิซีเมนซ์ต่อเซนติเมตร รวมทั้งห้ามใช้วัตถุเจือปนอาหารทุกชนิดในน้ำผึ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารปรุงแต่งสีและกลิ่นรส ต้องตรวจไม่พบสารตกค้างจากยาสัตว์ สำหรับข้อกำหนดคุณภาพด้านจุลชีววิทยาต้องไม่พบ *Salmonella* spp. ในน้ำผึ้ง 25 กรัม ไม่พบ *Staphylococcus aureus* ในน้ำผึ้ง 0.1 กรัม และตรวจพบยีสต์และราได้ไม่เกิน 10 โคโลนีต่อน้ำผึ้ง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556) ซึ่งน้ำผึ้งถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่มนุษย์ใช้เป็นอาหารและยามาเป็นเวลานานแล้ว มีการใช้น้ำผึ้งเป็นกระสายยาไทยหลายขนานมีสรรพคุณบำรุงกำลัง แก้สะอึก แก้ไข้ตรีโทษ เป็นยาอายุวัฒนะ และรักษาแผล เป็นต้น นอกจากการใช้ประโยชน์ทางยาแล้วยังมีการนำน้ำผึ้งมาเป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอางอีกด้วย จึงทำให้ความต้องการน้ำผึ้งในตลาดมีปริมาณเพิ่มขึ้น ปัจจุบันได้มีการพัฒนา และผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดที่มีส่วนผสมของน้ำผึ้ง อาทิเช่น เครื่องดื่มพร้อมดื่ม นมผงเด็ก ผลิตภัณฑ์จากนม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เป็นต้น (ศิริพร เหลียงกอบกิจ, 2547; สุมิตร คุณเจตน์ และคณะ, 2560)

ดังนั้นจึงทำให้มีการเลี้ยงผึ้งเพื่อการค้ามากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งส่วนมากเกษตรกรจะเลี้ยงผึ้งในสวนผลไม้ เช่น สวนลำไย และสวนลิ้นจี่ นอกจากนั้นยังมีน้ำผึ้งดอกไม้ป่าตามธรรมชาติที่สามารถเก็บผลผลิตได้ทั้งปีอีกด้วย จากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า สารสกัดจากน้ำผึ้งยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันมะเร็ง สามารถยับยั้งแบคทีเรีย ไวรัส และพยาธิบางชนิดได้ รวมทั้งมีประสิทธิภาพในการลด

การอักเสบได้ (Bogdanov et al., 2008; Devarajan & Venugopal, 2012; Ramos et al., 2018) เนื่องจากในน้ำผึ้งมีสารหลายชนิดที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ได้แก่ กรดฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ และวิตามินซี โดยปริมาณสารเหล่านี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น แหล่งของน้ำผึ้ง (ดอกไม้) ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสายพันธุ์ของผึ้ง เป็นต้น (Kowalski, 2013; Chaikham et al., 2016) do Nascimento et al. (2018) พบว่า น้ำผึ้ง 49 ตัวอย่างจากดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ในประเทศ บราซิล มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และกิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระ (วิธี ORAC, FRAP และ DPPH) แตกต่างกันไปตามชนิดของดอกไม้ และ Deng et al. (2018) พบว่า น้ำผึ้งดอกบัควีท (Buckwheat) มีปริมาณสารประกอบฟอสฟีนอล ได้แก่ phydroxybenzoic acid, chlorogenic acid และ *p*-coumaric acid สูงกว่าน้ำผึ้งดอกมานูกะ (Manuka) รวมทั้งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ได้ นอกจากนั้น Sangsrichan & Wanson (2008) ยังพบว่า น้ำผึ้งดอกลำไยที่เก็บมาใหม่ ๆ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพ ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าน้ำผึ้งดอกไม้ป่า น้ำผึ้งดอกทานตะวัน และน้ำผึ้งดอกลิ้นจี่ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามยังมีการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารฟอสฟีนอล และกิจกรรม ในการต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งประสิทธิภาพในฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในน้ำผึ้งของไทยอยู่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปริมาณกรด แอสคอร์บิก สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์การ ต้านอนุมูลอิสระ (วิธี DPPH, FRAP และ ABTS⁺) ของน้ำผึ้งดอกไม้อำเภอลำไย น้ำผึ้งดอกลิ้นจี่ และน้ำผึ้งดอกไม้อำเภอ

วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างน้ำผึ้ง

น้ำผึ้งดอกลำไย ดอกลิ้นจี่ และดอกไม้ป่าถูกเก็บในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 จาก ฟาร์มผึ้งในสวนลำไย อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ฟาร์มผึ้งในสวนสวนลิ้นจี่ อำเภอดง จังหวัดเชียงใหม่ และป่าบนเทือกเขาขุนตาล อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน ตามลำดับ สำหรับ ตัวอย่างน้ำผึ้งดอกลำไย และดอกลิ้นจี่ ผึ้งถูกเลี้ยงภายใต้ระบบปิดโดยใช้มุ้งลวดคลุมพื้นที่ ต้นลำไย และต้นลิ้นจี่จำนวน 4 ต้น การเก็บ และเคลื่อนย้ายตัวอย่างทำได้โดยนำตัวอย่าง

เก็บในภาชนะที่บดแสงปิดสนิท และมีการรักษาอุณหภูมิให้เย็นอยู่ตลอดเวลาโดยใช้แผ่นเจลให้ความเย็น ก่อนนำไปวิเคราะห์ และทำการสกัดภายใน 12 ชั่วโมง

การสกัดตัวอย่างน้ำผึ้ง

สกัดสารประกอบพอลิฟีนอลในตัวอย่างน้ำผึ้งโดยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี (Column Chromatography) โดยขั้นตอนแรกให้ทำการเตรียม Amberlite XAD-2 resin ขนาดรูพรุน 9 นาโนเมตร และขนาดอนุภาค 0.3-1.2 มิลลิเมตร (Supelco, USA) ตามวิธีของ Devarajan & Venugopal (2012) จากนั้นนำตัวอย่างน้ำผึ้งมา 100 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร และปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้เท่ากับ 2 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น นำสารผสมที่ได้ไปกรองผ่าน Amberlite XAD-2 resin ที่เตรียมเอาไว้อย่างช้า ๆ จากนั้นล้าง Amberlite XAD-2 resin ด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการปรับ pH ให้เท่ากับ 2 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ตามด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 600 มิลลิลิตร เพื่อล้างน้ำตาล และสารประกอบที่มีขี้ในน้ำผึ้งออกไป ทำการชะสารประกอบพอลิฟีนอลออกจากคอลัมน์ Amberlite XAD-2 resin ด้วยเมทานอลปริมาตร 300 มิลลิลิตร ระเหยเมทานอลออกให้หมดด้วยเครื่องกลั่นแบบหมุนสุญญากาศ นำตะกอนที่ได้ไปวิเคราะห์หาสารประกอบพอลิฟีนอล และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระต่อไป (Gheldof et al., 2002)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในน้ำผึ้ง และสารสกัดน้ำผึ้ง

นำตัวอย่างน้ำผึ้งทั้งสามชนิดมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดแอสคอร์บิกด้วยเครื่อง High-Performance Liquid Chromatography (HPLC, Shimadzu LC-10CE, Shimadzu, Japan) และวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสารประกอบฟลาโวนอยด์ในตัวอย่างน้ำผึ้ง และสารสกัดน้ำผึ้งด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (Perkin Elmer UV WINLAB, Perkin Elmer, USA) โดยคำนวณออกมาในหน่วย mg GAE/100 g และ mg QE/100 g ตามลำดับ ตามวิธีของ Chaikham et al. (2016) และ Devarajan & Venugopal (2012)

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำผึ้ง และสารสกัดน้ำผึ้ง

นำตัวอย่างน้ำผึ้ง และสารสกัดน้ำผึ้งจากดอกไม้ทั้งสามชนิดมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ โดยทำการเตรียม และสกัดตัวอย่างตามวิธีของ Chaikham et al. (2016) และวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยวิธี DPPH, FRAP และ ABTS⁺ โดยใช้

เครื่อง Perkin Elmer UV WINLAB Spectrophotometer ตามวิธีของ Devarajan & Venugopal (2012), Benzie & Stain (1996) และ Ramos et al. (2018) ตามลำดับ

การวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสของสารสกัดน้ำผึ้ง

การวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสของสารสกัดน้ำผึ้งทำตามวิธีของ Suthindhiran et al. (2009) โดยเตรียมความเข้มข้นของสารสกัดน้ำผึ้ง 3 ระดับ (5, 10 และ 15 $\mu\text{g/ml}$ ในเมทานอล) เพื่อทดสอบการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (Porcine pancreatic amylase) ที่ละลายในสารละลายโซเดียมบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ (pH 6.8) การวิเคราะห์นี้ใช้เมทานอลเป็นสารสกัดชุดควบคุม (Blank) วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Perkin Elmer UV WINLAB Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร จากนั้นคำนวณหาค่าฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (α -amylase inhibition activity) จากสมการต่อไปนี้

$$\alpha\text{-amylase inhibition activity (ร้อยละ)} = \left[\frac{A_{540\text{-ควบคุม}} - A_{540\text{-สารสกัด}}}{A_{540\text{-ควบคุม}}} \right] \times 100$$

เมื่อ $A_{540\text{-ควบคุม}}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดชุดควบคุมที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

$A_{540\text{-สารสกัด}}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างน้ำผึ้งที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลการทดลองในงานวิจัยนี้เป็นการทดลอง 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี One-Way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของชุดข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 23 (SPSS Inc., USA)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากตารางที่ 1 พบว่า น้ำผึ้งดอกลำไย ($19.86 \pm 1.02 \text{ mg/100 g}$) มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกมากกว่าน้ำผึ้งดอกลิ้นจี่ ($16.03 \pm 0.87 \text{ mg/100 g}$) และดอกไม้ป่า ($12.69 \pm 0.41 \text{ mg/100 g}$) ตามลำดับ โดยน้ำผึ้งทุกชนิดมีปริมาณกรดแอสคอร์บิกแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เช่นเดียวกับสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดซึ่งพบมากที่สุด
 ในน้ำผึ้งดอกลำไย (145.92 ± 4.61 mg GAE/100 g) และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ
 น้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดอื่น ($P < 0.05$) รองลงมาคือ น้ำผึ้งดอกลิ้นจี่ (123.07 ± 3.75 mg
 GAE/100 g) และดอกไม้ป่า (120.65 ± 4.52 mg GAE/100 g) อย่างไรก็ตามเมื่อทำการ
 วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในน้ำผึ้งจากดอกไม้ทั้งสามชนิดพบว่า
 มีปริมาณสารดังกล่าวไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 28.67 ± 2.89 ถึง 30.95 ± 3.19 mg
 QE/100 g ผลงานวิจัยนี้สอดคล้องกับรายงานของ Khan et al. (2018) ซึ่งพบว่า ในน้ำผึ้ง
 ของประเทศไนจีเรียมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกรดแอสคอร์บิกอยู่ในช่วง
 36.26-102.80 mg/100 g และ 13.89-27.32 mg/100 g และ Tuksitha et al. (2018)
 พบว่า ในน้ำผึ้งของมาเลเซียมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด
 ประมาณ 99.04 ± 5.14 mg/ 100 ml และ 17.67 ± 0.75 mg/ 100 g ตามลำดับ นอกจากนี้
 Biluca et al. (2017) พบว่า ในตัวอย่างน้ำผึ้ง 9 ชนิด ของประเทศบราซิล ประกอบไปด้วย
 สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 26 ชนิด โดยมีสารชนิดหลัก คือ salicylic acid (8.02 – 94.8
 $\mu\text{g}/100$ g), p-coumaric acid (4.54 – 64.3 $\mu\text{g}/100$ g), naringin (4.00 – 32.0 $\mu\text{g}/100$ g)
 และ taxifolin (12.0 – 1920 $\mu\text{g}/100$ g) รวมทั้งยังตรวจพบสาร mandelic acid, caffeic acid,
 chlorogenic acid, rosmarinic acid, aromadendrin, isoquercetrin, eriodictyol, vanillin,
 umbelliferone, syringaldehyde, sinapaldehyde และ carnosol อีกด้วย ซึ่งสารเหล่านี้
 มีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับคุณสมบัติหรือประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำผึ้ง

ตารางที่ 1 ปริมาณสารสำคัญในน้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่าง น้ำผึ้ง	ปริมาณสารสำคัญ		
	กรดแอสคอร์บิก (mg/100 g)	สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/100 g)	สารประกอบฟลาโวนอยด์ ^{ns} (mg QE/100 g)
ดอกลำไย	19.86 ± 1.02^a	145.92 ± 4.61^a	28.67 ± 2.89
ดอกลิ้นจี่	16.03 ± 0.87^b	123.07 ± 3.75^b	27.12 ± 2.07
ดอกไม้ป่า	12.69 ± 0.41^c	120.65 ± 4.52^b	30.95 ± 3.19

หมายเหตุ: - ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 - ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกัน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่างน้ำผึ้ง	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ		
	DPPH inhibition (ร้อยละ)	FRAP value ^{ns} (mM Fe(II)/100 g)	ABTS ⁺ inhibition ^{ns} (mM Trolox/100 g)
ดอกลำไย	45.97±1.40 ^a	22.71±1.14	17.60±0.97
ดอกลิ้นจี่	40.63±1.78 ^b	20.06±2.53	16.85±1.21
ดอกไม้ป่า	39.80±2.64 ^b	20.74±1.68	16.91±1.46

หมายเหตุ: - ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 - ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อนำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ (ตารางที่ 2) พบว่า น้ำผึ้งดอกลำไยมีค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH มากที่สุด (ร้อยละ 45.97±1.40) และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดอื่น ($P < 0.05$) ในขณะที่ น้ำผึ้งดอกลิ้นจี่ และน้ำผึ้งดอกไม้ป่ามีค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง ร้อยละ 39.80±2.64 - 40.63±1.78 และเมื่อทำการวิเคราะห์หาค่า FRAP และการยับยั้ง ABTS⁺ พบว่า น้ำผึ้งจากดอกไม้ทั้งสามชนิดมีค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 20.74±1.68 ถึง 22.71±1.14 mM Fe(II)/100 g และ 16.85±1.21 ถึง 17.60±0.97 mM Trolox/100 g ตามลำดับ Tuksitha et al. (2018) รายงานว่า น้ำผึ้งจากประเทศมาเลเซียมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ ค่า reducing power การยับยั้ง DPPH และค่า FRAP เฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 18.10±0.35 ร้อยละ 47.40±3.18 และ 50.66 ± 5.77 mM Fe(II)/100 g ตามลำดับ และจากรายงานของ Gül & Pehlivan (2018) พบว่า ปริมาณสารประกอบฟอสโฟโนล และฟลาโวนอยด์ที่พบในน้ำผึ้งมีความสัมพันธ์อย่างมากกับประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ (วิธี DPPH, FRAP และเบต้า-แคโรทีน) รวมทั้ง Chua et al. (2013) ยังได้รายงานเพิ่มเติมอีกว่า นอกจากสารประกอบฟอสโฟโนล และฟลาโวนอยด์ที่มีสัมพันธ์กับฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระของน้ำผึ้งแล้ว ยังมีสารอื่น ๆ อีกที่มีผลต่อค่าดังกล่าว ได้แก่ แคโรทีนอยด์ โปรตีน กรดอินทรีย์ กรดแอสคอร์บิก กรดอะมิโน วิตามินบีบางชนิด และสารที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นต้น

ตารางที่ 3 ปริมาณสารประกอบในสารสกัดของน้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดต่าง ๆ

สารสกัดน้ำผึ้ง	ปริมาณสารสำคัญ	
	สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด	สารประกอบฟลาโวนอยด์ ^{ns}
	(mg GAE/g)	(mg QE/g)
ดอกลำไย	868.57±5.67 ^a	84.90±6.93
ดอกลิ้นจี่	769.02±7.80 ^b	83.68±5.11
ดอกไม้ป่า	771.84±6.21 ^b	85.56±5.09

หมายเหตุ: - ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 - ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อนำสารสกัดจากน้ำผึ้งจากดอกไม้ทั้งสามชนิดมาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสารประกอบฟลาโวนอยด์ (ตารางที่ 3) พบว่า สารสกัดจากน้ำผึ้งจากดอกลำไยยังคงมีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (868.57±5.67 mg GAE/g) มากกว่าสารสกัดจากดอกไม้ชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่น้ำผึ้งดอกลิ้นจี่ และน้ำผึ้งดอกไม้ป่ามีปริมาณสารกลุ่มนี้ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 769.02±7.80 และ 771.84±6.21 mg GAE/g ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำผึ้งจากดอกไม้ทั้งสามชนิดมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ไม่แตกต่างอย่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 83.68±5.11 ถึง 85.56±5.09 mg QE/100 g จะเห็นว่าเมื่อสกัดสารประกอบพอลิฟีนอลออกมาโดยใช้วิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแล้วปริมาณของสารสกัดที่ได้จะมีปริมาณมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำผึ้งตัวอย่าง โดยปริมาณสารดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำผึ้ง

ตารางที่ 4ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดของน้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดต่าง ๆ

สารสกัด น้ำผึ้ง	ความ เข้มข้น (mg/ml)	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ		
		DPPH inhibition (ร้อยละ)	FRAP value (mM Fe(II)/100 ml)	ABTS ⁺ inhibition (mMTrolox/100 ml)
ดอกลำไย	2	75.69±1.46 ^c	35.42±1.32 ^c	25.91±0.85 ^c
	4	82.03±2.18 ^b	40.63±0.96 ^b	29.45±1.42 ^b
	6	88.94±3.03 ^a	43.89±2.65 ^a	33.60±1.07 ^a
ดอกลิ้นจี่	2	70.16±2.61 ^d	36.04±1.73 ^c	23.82±1.71 ^c
	4	73.50±1.07 ^{cd}	39.87±0.86 ^b	29.17±0.76 ^b
	6	80.75±2.56 ^b	44.01±2.04 ^a	32.85±0.83 ^a
ดอกไม้ป่า	2	72.44±1.72 ^d	34.92±1.40 ^c	24.63±2.09 ^c
	4	75.06±0.95 ^c	40.17±0.85 ^b	30.06±1.73 ^b
	6	79.81±1.66 ^b	43.40±1.17 ^a	33.88±0.95 ^a

หมายเหตุ: - ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 - ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดของน้ำผึ้งจากดอกไม้สามชนิดที่ระดับความเข้มข้น 2 ถึง 4 mg/ml (ตารางที่ 4) พบว่า ค่าที่วิเคราะห์ได้จากวิธี DPPH, FRAP และ ABTS⁺ มีค่าสอดคล้องกับผลการทดลองจากการวิเคราะห์น้ำผึ้งในตารางที่ 2 โดยจะเห็นได้ชัดว่าสารสกัดน้ำผึ้งดอกลำไยที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันจะมีค่าการยับยั้ง DPPH มากกว่าสารสกัดที่เหลือ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนสารสกัดของน้ำผึ้งดอกลิ้นจี่ และน้ำผึ้งดอกไม้ป่ามีค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP และ ABTS⁺ ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันพบว่า สารสกัดจากน้ำผึ้งทางสามชนิดมีค่าเหล่านี้ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) นอกจากนั้นยังพบว่า เมื่อปริมาณของสารสกัดเพิ่มขึ้นทำให้ค่า DPPH inhibition, FRAP value และ ABTS⁺ inhibition เพิ่มขึ้นไปด้วย โดยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($P < 0.05$) งานวิจัยนี้สอดคล้องกับรายงานของ Devarajan & Venugopal (2012) ในน้ำผึ้งจากประเทศอินเดีย

จากการวิเคราะห์หาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสของสารสกัดของน้ำผึ้งจากดอกไม้ทั้งสามชนิดที่ความเข้มข้น 5-15 $\mu\text{g/ml}$ (ตารางที่ 5) พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันสารสกัดของน้ำผึ้งลำไย และน้ำผึ้งปามีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) และมีค่ามากกว่าสารสกัดของน้ำผึ้งดอกลิ้นจี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นอกจากนั้นยังพบว่า เมื่อปริมาณของสารสกัดเพิ่มขึ้นทำให้ค่ากิจกรรมในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากรายงานของ Devarajan & Venugopal (2012) พบว่า ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟอสฟีนอล และฟลาโวนอยด์ในตัวอย่างน้ำผึ้ง และ Kanjiro & Kanjiro (2006) พบว่า สาร luteolin, myrcetin และ quercetin ที่พบในน้ำผึ้งมีความสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสได้ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า สารสกัดฟอสฟีนอลจากน้ำผึ้งมีคุณสมบัติในการลดอัตราการย่อยแบ่งไปเป็นน้ำตาล ซึ่งอาจช่วยลดความเสี่ยงจากโรคเบาหวาน และโรคอ้วนได้

ตารางที่ 5 ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสของสารสกัดของน้ำผึ้งจากดอกไม้ชนิดต่าง ๆ

สารสกัดน้ำผึ้ง	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)	α -Amylase inhibition (ร้อยละ)
ดอกลำไย	5	38.84 ± 3.57^e
	10	71.62 ± 2.64^c
	15	85.90 ± 4.07^a
ดอกลิ้นจี่	5	32.73 ± 1.83^f
	10	64.79 ± 2.12^d
	15	77.65 ± 3.98^b
ดอกไม้ป่า	5	37.85 ± 1.84^e
	10	70.91 ± 2.06^c
	15	84.78 ± 1.61^a

หมายเหตุ: - ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 - ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่า น้ำฝัสดอกกล้วยที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีปริมาณกรดแอสคอร์บิก สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ยับยั้ง DPPH มากกว่าน้ำฝัสดอกลิ้นจี่ และน้ำฝัสดอกไม้ป่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลับพบว่า น้ำฝัสดอกทั้งสามชนิดมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ค่า FRAP และฤทธิ์การยับยั้ง ABTS⁺ ไม่แตกต่างกัน โดยปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากน้ำฝัสดอกทั้งสามชนิดที่ตรวจพบมีระดับที่สอดคล้องกับน้ำฝัสดอกอย่าง อย่างไรก็ตามเมื่อทำการวิเคราะห์หาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสพบว่า สารสกัดน้ำฝัสดอกกล้วย และน้ำฝัสดอกไม้ป่ามีค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกัน และมีค่ามากกว่าน้ำฝัสดอกลิ้นจี่อย่างเห็นได้ชัด แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นการศึกษา น้ำฝัสดอกกล้วยเพียงสามชนิดเท่านั้น ในอนาคตควรศึกษาชนิดของน้ำฝัสดอกให้มากขึ้น รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติด้านอื่น ๆ ของน้ำฝัสดอก อาทิเช่น การยับยั้งเซลล์มะเร็ง และการยับยั้งแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ รวมทั้งการทดลองในสัตว์ทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย (งบประมาณแผ่นดิน ปี พ.ศ. 2561) จากศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

เอกสารอ้างอิง

- ศิริพร เหลียงกอบกิจ. (2547). น้ำฝัสดอกกล้วยกับการรักษาแผล. *จุลสารข้อมูลสมุนไพร*, 21(3), 3-11.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2556). *มาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ. 8003-2556) “น้ำผึ้ง”*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.
- สุมิตร คุณเจตน์, นิสาชล เทศศรี, ทัดพล พุ่มดารา และ สหัชชา สุทธิผล. (2560). ผลของการลดความชื้นต่อการคงคุณภาพของน้ำผึ้งชันโรง. *แก่นเกษตร*, 45(ฉบับพิเศษ 1), 1355-1359.
- Biluca, F. C., de Gois, J. S., Schulz, M., Braghini, F., Gonzaga, L. V., Maltez, H. F., Rodrigues, E., Vitali, L., Micke, G. A., Borges, D. L. G., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2017). Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity and Bioaccessibility of

- Minerals of Stingless Bee Honey (Meliponinae). *Journal of Food Composition and Analysis*, 63, 89–97.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for Nutrition and Health: A Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 667–689.
- Chaikhram, P., Kemsawasd, V., & Apichartsrangkoon, A. (2016). Effects of Conventional and Ultrasound Treatments on Physicochemical Properties and Antioxidant Capacity of Floral Honeys from Northern Thailand. *Food Bioscience*, 15, 19–26.
- Chua, L. S., Rahaman, N. L. A., Adnan, N. A., & Tan, T. T. E. (2013). Antioxidant Activity of Three Honey Samples in Relation with Their Biochemical Components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, <https://doi.org/10.1155/2013/313798>.
- Deng, J., Liu, R., Lu, Q., Hao, P., Xu, A., Zhang, J., & Tan, J. (2018). Biochemical Properties, Antibacterial and Cellular Antioxidant Activities of Buckwheat Honey in Comparison to Manuka Honey. *Food Chemistry*, 252, 243–249.
- Devarajan, S., & Venugopal, S. (2012). Antioxidant and α -Amylase Inhibition Activities of Phenolic Compounds in the Extracts of Indian Honey. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 10(4), 255–259.
- do Nascimento, K. S., Sattler, J. A. G., Macedo, L. F. L., González, C. V. S., de Melo, I. L. P., da Silva Araújo, E., Granato, D., Sattler, A., & de Almeida-Muradian, L. B. (2018). Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity and Physicochemical Properties of Brazilian *Apis mellifera* Honeys. *LWT-Food Science and Technology*, 91, 85–94.
- Gheldof, N., Wang, X. H., & Engeseth, N. H. (2002). Identification and Quantification of Antioxidant Components of Honeys from Various Floral Sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 5870–5877.

- Gül, A., & Pehlivan, T. (2018). Antioxidant Activities of Some Monofloral Honey Types Produced Across Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.02.011*.
- Kanjiro, T., & Yuji, M. (2006). Inhibition of α -Glucosidase and α -Amylase by Flavonoids. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, *52*, 149–153.
- Khan, S. U., Anjum, S. I., Rahman, K., Ansari, M. J., Khan, W. U., Kamal, S., Khattak, B., Muhammad, A., & Khan, H. U. (2018). Honey: Single Food Stuff Comprises Many Drugs. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *25*, 320–325.
- Kowalski, S., (2013). Changes of Antioxidant Activity and Formation of 5-Hydroxymethylfurfural in Honey during Thermal and Microwave Processing. *Food Chemistry*, *141*, 1378–1382.
- Ramos, O. Y., Salomon, V., Libonatti, C., Cepeda, R., Maldonado, L., & Basualdo, M. (2018). Effect of Botanical and Physicochemical Composition of Argentinean Honeys on the Inhibitory Action Against Food Pathogens. *LWT-Food Science and Technology*, *87*, 457–463.
- Sangsrichan, S., & Wanson, W. (2008). The Antioxidant Capacity of Honey Samples Collected in the North Part of Thailand in Relationship with Its Total Polyphenol. *KMITL Science Journal*, *8*, 1–6.
- Suthindhiran, K. R., Jayasri, M. A., & Krishnan, K. (2009). α -Glucosidase and α -Amylase Inhibitory Activity of *Micromonospora* sp. VITSDK3 (EU551238). *International Journal of Integrative Biology*, *4*(3), 115–120.
- Tuksitha, L., Chen, Y. L. S., Chen, Y. L., Wong, K. Y., & Peng, C. C. (2018). Antioxidant and Antibacterial Capacity of Stingless Bee Honey from Borneo (Sarawak). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *21*, 563–570.