ผลของสารสกัดด้วยน้ำต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและฤทธิ์ทางชีวภาพของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยง

Effects of Water Extraction on Total Flavonoid Content and Biological Activities between Natural and Cultured *Wolffia globosa* (Roxb.) Hartog & Plas

กัญญารัตน์ รักษาแก้ว[1], ธนากรณ์ ดำสุด[2], วรรณิณี จันทร์แก้ว[3]

Kanyarat Rucksakaew[1], Thanakorn Damsud[2], Wanninee Chankaew[3]

(Received: Jun 23, 2019; Revised: Sep 26, 2019; Accepted: Oct 11, 2019)

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและฤทธิ์ทางชีวภาพของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยง ซึ่งไข่น้ำจากธรรมชาติได้เก็บตัวอย่างมาจากอำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง นำไข่น้ำจากธรรมชาติมาทำการเลี้ยงด้วยปุ๋ยมูลไก่เพื่อได้เป็นไข่น้ำจากการเลี้ยงทำการสกัดด้วยน้ำที่สภาวะที่แตกต่างกัน (อุณหภูมิ/เวลา) 5 วิธีได้แก่ 4 ºC/24 h, 25 ºC/12 h, 50 ºC/6 h, 75 ºC/3 h และ 100 ºC/1.5 h หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ทางชีวภาพในด้านการยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และการยับยั้งแอลฟากลูโค-ซิเดสผลการศึกษาพบว่าไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและฤทธิ์ทางชีวภาพแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุดในสารสกัดไข่น้ำจากธรรมชาติที่สกัดด้วยวิธี 100ºC/1.5 h (27.249±0.10 mg QE/g extract) ในส่วนของฤทธิ์ยับยั้ง DPPH radical และ ABTS radical พบว่าสารสกัดไข่น้ำจากธรรมชาติที่สกัดด้วยวิธี 75º C/3 h สามารถยับยั้งได้ดีที่สุดซึ่งมีค่า IC50 เท่ากับ 0.017±0.00 และ 0.016±0.00 mg/mL ตามลำดับ ส่วนฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์มอลเทสและซูเครส พบว่าสารสกัดไข่น้ำจากธรรมชาติที่สกัดด้วยวิธี 100 ºC/1.5 h และ 4 ºC/24 h มีฤทธิ์ยับยั้งดีที่สุดมีค่า IC_{50} เท่ากับ 8.346±0.03 และ 1.723±0.02 mg/mL ตามลำดับนอกจากนี้จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่า IC_{50} ของฤทธิ์ทางชีวภาพและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดพบว่าสารฟลาโวนอยด์มีส่วนสำคัญในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดส มากที่สุดทั้งนี้ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าสารสกัดจากไข่น้ำมีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้

คำสำคัญ: ไข่น้ำ สารฟลาโวนอยด์ สารต้านอนุมูลอิสระ แอลฟากลูโคซิเดส

Abstract

The aim of this study was to compare the total flavonoid content and biological activities between natural and cultured *Wolffia globosa*. Natural *W. globosa* was collected from Khao Chai Son district, Phatthalung province (8°9'41"N, 99°43'31"E). Cultured *W. globosa* was culturedin a laboratory by chicken manureas.Total flavonoid content (TFC) was analyzed by aluminum chloride colorimetric assay method.

[1] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[1] Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2] Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya

Additionally, biological activities were measured by DPPH, ABTS radical scavenging assay, and alpha glucosidase inhibition, determined from the extracted with different conditions, it is to say at 4 ºC/24 h, 24 ºC/12 h, 50 ºC/6 h, 75 ºC/3 h and 100 ºC/1.5 h. The results found that the TFC and thebiological activities weresignificantly different between extraction method ($p<0.05$). The highest of TFC found was in 100 ºC/1.5 h (27.249±0.10 mg QE/g extract). The highest activity of scavenging DPPH and ABTS radical were found in *W. globosa* from natural (75 ºC/3 h method) with IC_{50} = 0.017±0.00 and 0.016±0.00 mg/ml, respectively. The highest inhibition of maltase and sucrase activities was found in 100 ºC/1.5 h and 4 ºC/24 h method of *W. globosa* from natural with IC50= 8.346±0.03 and 1.723±0.02 mg/ml, respectively. Inaddition, according to Peason's correlation coefficient between all extract with IC50 of all biological activities, TFC were contribution major in its alpha glucosidase inhibition. This results obtained in this study clearly indicate that *W. globosa* has a significant potential to be used as natural antioxidants and, consequently, to be developed as health product.

Keywords: Water Meal, Flavonoids, Antioxidant Activities, Alpha Glucosidase

บทนำ

ไข่น้ำหรือ ผำ หรือไข่ผำ ไข่แหน เป็นพืชน้ำในวงศ์ Lumnaceae เป็นพืชดอกที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก มักพบลอยอยู่บนผิวน้ำ เจริญได้ดีในแหล่งน้ำนิ่งคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยง มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 5-6 ค่าความเข้มแสง 5,000-10,000 ลักซ์ (Panwanitdumrong, 2009) นิยมรับประทานกันมากในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือของไทย โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตมาจากธรรมชาติ นิยมนำมาทำแกงเรียกว่าแกงไข่น้ำหรือแกงผำ (Saengthongpinit, Sricharoen, & Krangpreecha, 2017) จากข้อมูลทางด้านโภชนาการจาก Nutrition Division (2001) พบว่า ไข่น้ำเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส บีตา-แคโรทีน วิตามินบีหนึ่ง ใยอาหาร และมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง นอกจากนี้ Ruekaewma, Piyatiratitivorakul, & Powtongsook (2015) พบว่าไข่น้ำยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายต่างๆ สูง และ Panwanitdumrong (2009) ทดลองเลี้ยงไข่น้ำในห้องปฏิบัติการ พบว่าไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด เมื่อทดลองเลี้ยงไข่น้ำเป็นระยะเวลา 30 วัน มีปริมาณบีตา-แคโรทีนในไข่น้ำสูงสุดที่อายุการเลี้ยง 24 วัน

ปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการนำพืชผักหรือพืชสมุนไพรต่างๆ มาเป็นตัวช่วยในการยับยั้งกระบวนการเกิดโรคได้หลายโรค เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ และมะเร็ง เนื่องจากในพืชดังกล่าวมีองค์ประกอบทางเคมีหลายกลุ่มที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน เช่น สารกลุ่มไบโอฟลาโวนอยด์และโพลีฟีนอล ซึ่งสารเหล่านี้จะไปจับกับอนุมูลอิสระไม่ให้ทำอันตรายต่อเซลล์ได้ (Kratchanova, Denev, Ciz, Lojek, & Mihailov, 2010) สำหรับโรคเบาหวาน (Diabetis mellitus) เป็นโรคเรื้อรังที่ยังไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ เป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด จะทำให้เกิดการกระตุ้นการสร้างอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนกับอวัยวะต่างๆ (Kamtchouing et al., 2006) การรักษาโรคเบาหวานเป็นการรักษาที่มุ่งเน้นการลดระดับกลูโคสในเลือดของผู้ป่วยให้ใกล้เคียงปกติและป้องกันโรคแทรกซ้อนในระยะยาว โดยการควบคุมอาหารและการออกกำลังกายควบคู่ไปกับการใช้ยา ในปัจจุบันยาที่ใช้ในการรักษาโรคเบาหวานนั้นมีราคาแพง และต้องรับประทานเป็นเวลานาน ถ้าใช้ติดต่อกันนานๆ มักไม่ได้ผลและสูญเสียความสามารถในการควบคุมโรค มีอาการข้างเคียงและทำลายตับ (Buddhakala, Talubmook, Posri, & Buatone, 2015) มีรายงานว่าสมุนไพรหลายชนิดมีฤทธิ์ในการช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดจึงทำให้มีความสนใจในการใช้สมุนไพรในการรักษาควบคู่ไปกับยาแผนปัจจุบัน เนื่องจากในตัวยาสมุนไพรมีผลข้างเคียงน้อย (Rao, Prabhu, & Pandey, 2010) ทั้งนี้ไข่น้ำจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจซึ่งเป็น

ที่ทราบกันดีว่าไข่น้ำเป็นพืชน้ำที่เป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพทางธรรมชาติที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งที่มีสารออกฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระ ซึ่งสารกลุ่มนี้เป็นสารที่สามารถนำมาใช้ป้องกันและรักษาโรคได้เช่นเดียวกับพืชสมุนไพรที่ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน แต่การใช้ประโยชน์จากไข่น้ำมีข้อจำกัดหลายอย่าง ยกตัวอย่างเช่นปัญหาในการเก็บรักษาและปัญหาในเรื่องของปริมาณและคุณภาพของผลผลิตโดยไข่น้ำในธรรมชาติไม่สามารถควบคุมผลผลิต คุณภาพและสารปนเปื้อนจากแหล่งน้ำได้ นอกจากนี้ข้อมูลการศึกษาทางด้านฤทธิ์ทางชีวภาพของไข่น้ำมีค่อนข้างน้อยซึ่งไข่น้ำที่นำมาศึกษาส่วนใหญ่เป็นไข่น้ำที่ได้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งนี้ Raksakaew, Penpapai, & Chankaew (2018) ได้รายงานฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำที่อุณหภูมิต่างกันสามวิธีโดยได้เก็บจากธรรมชาติซึ่งเป็นข้อมูลที่น่าสนใจมาก อย่างไรก็ตามเพื่อให้มีข้อมูลสำหรับการนำไข่น้ำไปใช้ประโยชน์ที่มากยิ่งขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการสกัดด้วยน้ำที่ต่างกันจำนวน 5 สภาวะ และเปรียบเทียบแหล่งที่มาของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงด้วยปุ๋ยคอกของสารสกัดด้วยน้ำต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ทางชีวภาพทั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเบาหวานของไข่น้ำ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของไข่น้ำ (*Wolffia globosa*) จากธรรมชาติและการเลี้ยง
2. เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ทางชีวภาพของไข่น้ำ (*W. globosa*) จากธรรมชาติและการเลี้ยง

ระเบียบวิธีวิจัย

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างไข่น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาจากอำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง (8°9'41"N, 99°43'31"E) มาล้างทำความสะอาด หลังจากนั้นแบ่งไข่น้ำออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกนำมาทำการเลี้ยงด้วยปุ๋ยมูลไก่เพื่อได้เป็นไข่น้ำจากการเลี้ยง ซึ่งทำการเลี้ยง 21 วัน และส่วนที่สองนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 ºC จากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า

การเตรียมสารสกัดหยาบ

นำตัวอย่างไข่น้ำจากธรรมชาติและจากการเลี้ยงมาสกัดด้วยน้ำโดยการชั่งผงไข่น้ำมา 20 g เติมน้ำลงไปปริมาตร 200 mL และนำมาสกัดโดยใช้วิธีการสกัดที่ต่างกัน (อุณหภูมิ/เวลา) 5 วิธี ได้แก่ 4 ºC/24 h, 25 ºC/12 h, 50 ºC/6 h, 75 ºC/3 h และ 100 ºC/1.5 h ด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) สำหรับการสกัดด้วยน้ำที่วิธี 4 ºC/24 h นำไปแช่ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 ºC แล้วจึงนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ทำการสกัดซ้ำจากตัวอย่างเดิมจำนวน 3 ซ้ำ โดยสารสกัดที่ได้จะนำไปทำให้แห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ชั่งและบันทึกน้ำหนักสารสกัดที่ได้

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (total flavonoid contents) ตามวิธีการของ Chang, Yang, Wen, & Chern, (2002)

ด้วยวิธี Aluminum chloride colorimetric assay โดยการเติมตัวอย่างสารสกัดปริมาตร 0.02 mL ใส่ในภาชนะทดลองที่มี 10 % Aluminum chloride ปริมาตร 0.02 mL 1 MPotassium acetate ปริมาตร 0.02 mL และน้ำกลั่นปริมาตร 0.180 mL เขย่าให้เข้ากัน 30 sec บ่มทิ้งไว้ 30 min ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 nm นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐาน Quercetin และคำนวณปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในหน่วย mg QE/g extract

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ

1. การวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging ดัดแปลงตามวิธีการของ Shimada, Fujikawa, Yahara, & Nakamura (1992)

โดยการเติมสารสกัดความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 0.2 mL ลงในสารละลาย 0.1 mMDPPH ปริมาตร 0.2 mL ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ในที่มืด 30 min วัดค่าดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 517 nm โดยใช้ Ascorbic acid เป็นสารมาตรฐาน หลังจากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณ % inhibition ตามสมการที่ (1)

$$\% \text{ inhibition} = \left[\frac{(A_{control} - A_{sample})}{A_{control}} \right] \times 100 \quad (1)$$

2. การวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี Scavenging activity of ABTS radical ดัดแปลงจากวิธีการของ Reet al. (1999)

เตรียม 7 mM ABTS และ 140 mM potassium persulfate แล้วผสม 7 mM ABTS ปริมาตร 2 mL กับ 140 mM Potassium persulfate ปริมาตร 35.5 μLในขวดสีชา บ่มทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 16 h ที่อุณหภูมิห้องจะได้ Stock ABTS radical cation ที่มีสีน้ำเงินอมเขียว ก่อนนำมาใช้งานจะต้องเจือจาง Stock ABTS radical cation ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ค่าดูดกลืนแสง เท่ากับ 0.70±0.05 (ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งก่อนการใช้งาน) เตรียมตัวอย่างสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 0.1 mL ในหลอดทดลอง ผสมกับสารละลาย $ABTS^{\bullet+}$ ปริมาตร 0.9 mL เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 6 min หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 734 nm โดยใช้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม และใช้ trolox เป็นสารมาตรฐาน นำค่าที่ได้มาคำนวณ% inhibition ตามสมการที่ (1)

3. การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งการทำงานของแอลฟากลูโคซิเดส ดัดแปลงตามวิธีการของ Damsud, Grace, Adisakwattana, & Phuwapraisirisan (2014)

การวิเคราะห์ความสามารถในการฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเบาหวาน โดยการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของแอลฟากลูโคซิเดส (α-Glucosidase) จากลำไส้เล็กของหนูชนิดมอลเทส (maltase) และซูเครส (sucrase) โดยเตรียมเอนไซม์อย่างหยาบ (rat intestinal acetone power) (Sigma-Aldrich) ชั่งเอนไซม์อย่างหยาบจำนวน 1 g เติมลงใน 0.9% Sodium chloride จำนวน 30 mL นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 rpm เป็นเวลา 30 min เก็บสารละลายส่วนใสแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 ºC จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ เติม 0.1 M Phosphate buffer pH 6.9 ปริมาตร 0.050 mL เติมตัวอย่างสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 0.010 ml เติมสารละลายเอนไซม์อย่างหยาบ (crude enzyme) ปริมาตร 0.040 mL บ่มที่อุณหภูมิ 37 ºC เป็นเวลา 10 min เติมซับสเตรต (substrate) โดยใช้ 0.58 mM Maltose และ 20 mM Sucrose ละลายใน 0.1 MPhosphate buffer pH 6.9 ปริมาตร 0.050 mL บ่มที่อุณหภูมิ 37 ºC เป็นเวลา 20 และ 60 min วัดความเข้มข้นของกลูโคสโดยเติม glucose liquicolor ปริมาตร 0.100 mL นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 540 nm นำค่าที่ได้ไปคำนวณ % inhibition ตามสมการที่ (1)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทดสอบค่าความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT (Duncan Multiple Range test) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความเป็นอิสระต่อกัน (Independent sample T-Test) ของไข่น้ำที่ได้จากธรรมชาติและการเลี้ยง และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดกับฤทธิ์ทางชีวภาพโดยการวิเคราะห์ Pearson's correlation coefficients โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

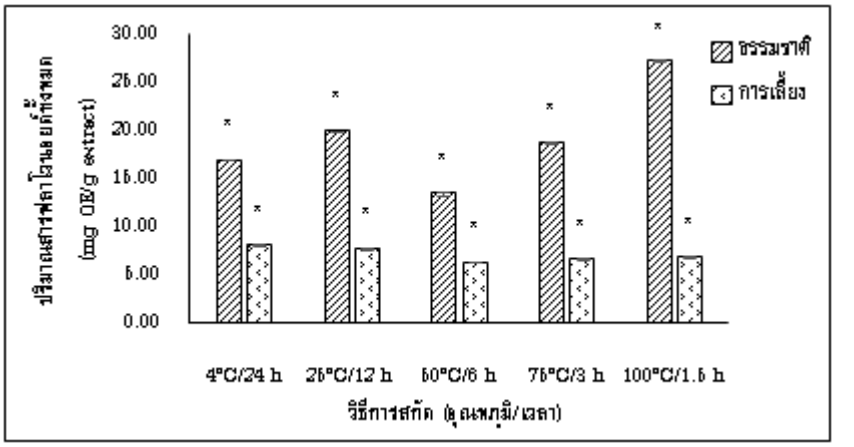
ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ผลการศึกษาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน โดยคำนวณจากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน Quercetin ($y=2.734x$, $R^2=0.993$) จากการศึกษาพบว่าปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน 5 วิธี มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดไข่น้ำจากธรรมชาติและจากการเลี้ยงมีปริมาณสูงที่สุดในไข่น้ำที่สกัดด้วยวิธี 100 ºC/1.5 h และ 4 ºC/24 h เท่ากับ 27.249±0.10 และ 8.059±0.120 mg QE/g extract ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อนำปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงที่ใช้วิธีการสกัดต่างกันทั้ง 5 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยง

วิธีการสกัด (อุณหภูมิ/เวลา)	ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (mg QE/gextract)	
	ธรรมชาติ	การเลี้ยง
4 ºC/24 h	16.886±0.02^{b}	8.059±0.13^{d}
25 ºC/12 h	19.836±0.02^{d}	7.727±0.06^{c}
50 ºC/6 h	13.362±0.14^{a}	6.271±0.04^{a}
75 ºC/3 h	18.715±0.04^{c}	6.614±0.06^{b}
100 ºC/1.5 h	27.249±0.10^{e}	6.762±0.10^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยง

หมายเหตุ: * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่วิธีการสกัดเดียวกัน

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ

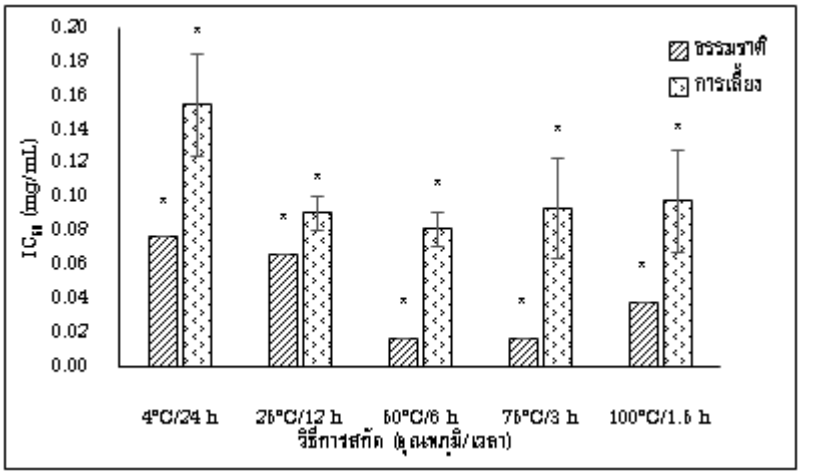
1. การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระวิธี DPPH radical scavenging

ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและจากการเลี้ยงที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงที่สกัดด้วยวิธี 50 ºC/6 h มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.017±0.00 และ 0.082±0.012 mg/mL ตามลำดับ แต่ยังมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ต่ำกว่าสารมาตรฐาน Ascorbic acid (ตารางที่ 2) ซึ่งเมื่อนำค่า IC_{50} ของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติมาเปรียบเทียบกับการเลี้ยง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 2) และสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติมีค่า IC_{50} ต่ำกว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากการเลี้ยง

ตารางที่ 2 ค่า IC_{50} ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระวิธี DPPH radical scavenging activity ของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน

วิธีการสกัด (อุณหภูมิ/เวลา)	IC_{50} (mg/mL)	
	ธรรมชาติ	การเลี้ยง
4 ºC/24 h	0.077±0.00^{e*}	0.155±0.03^{b}
25 ºC/12 h	0.067±0.00^{d}	0.091±0.01^{b}
50 ºC/6 h	0.017±0.00^{b*}	0.082±0.01^{b}
75 ºC/3 h	0.017±0.00^{b}	0.094±0.03^{b}
100 ºC/1.5 h	0.038±0.00^{c*}	0.098±0.03^{b}
Ascorbic acid	0.009±0.00^{a*}	0.007±0.00^{a}

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ; * Raksakaewet al. (2018)



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบค่า IC_{50} ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยง

หมายเหตุ: * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่วิธีการสกัดเดียวกัน

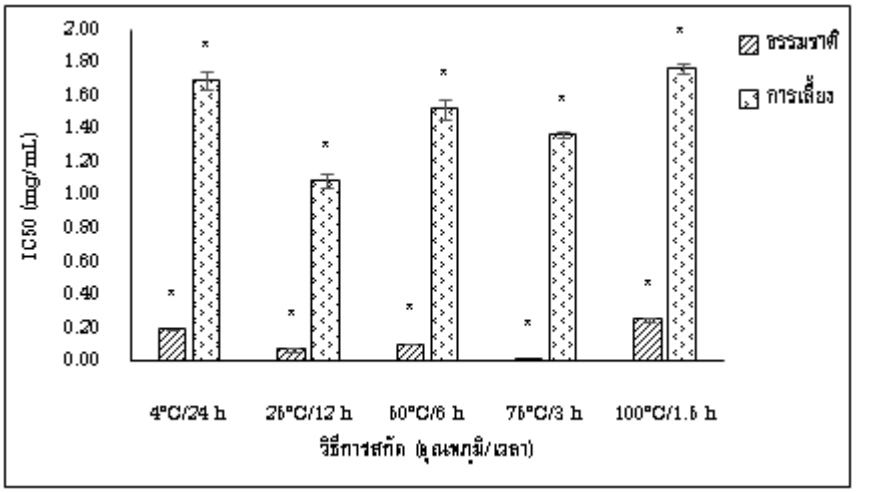
2. การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระวิธี Scavenging activity of ABTS radical

ผลจากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติที่สกัดด้วยวิธี 75 ºC/3 h มีความสามารถในการยับยั้ง $ABTS^{+\bullet}$ ได้ดีกว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากการเลี้ยงที่สกัดด้วยวิธี 25 ºC/12 h ซึ่งมีค่า IC_{50} = 0.016±0.00 และ 1.092±0.04 mg/mL ตามลำดับ แต่ยังมีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระต่ำกว่าสารมาตรฐาน Trolox (ตารางที่ 3) และพบว่าค่า IC_{50} ของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงทุกวิธีการสกัดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่า IC_{50} ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระวิธี Scavenging activity of ABTS radical ของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน

วิธีการสกัด (อุณหภูมิ/เวลา)	IC_{50} (mg/mL)	
	ธรรมชาติ	การเลี้ยง
4ºC/24 h	0.193±0.00^{e*}	1.694±0.05^{e}
25ºC/12 h	0.071±0.01^{c}	1.092±0.04^{b}
50ºC/6 h	0.103±0.00^{d*}	1.518±0.06^{d}
75ºC/3 h	0.016±0.00^{a}	1.365±0.02^{c}
100ºC/1.5 h	0.251±0.01^{f*}	1.769±0.03^{e}
Trolox	0.040±0.00^{b*}	0.044±0.00^{a}

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ; * Raksakaewet al. (2018)



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบค่า IC_{50} ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS สารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยง

หมายเหตุ: * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่วิธีการสกัดเดียวกัน

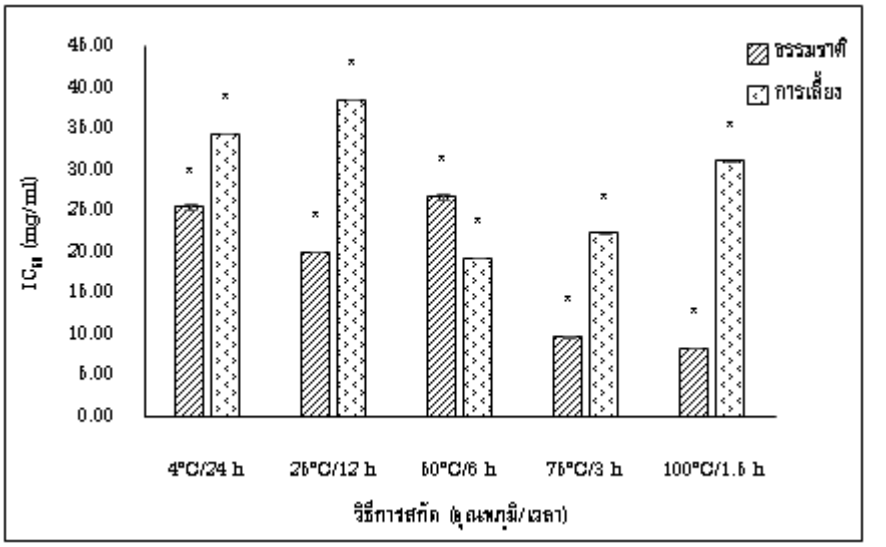
3. การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งการทำงานของแอลฟากลูโคซิเดส

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเบาหวาน โดยทดสอบความสามารถในการยับยั้งการทำงานของแอลฟากลูโคซิเดส (α- Glucosidase) ชนิดมอลเทส (maltase) และซูเครส (sucrase) พบว่าความสามารถในการยับยั้งแอลฟากลูโค-ซิเดส ชนิดมอลเทส ของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติ และการเลี้ยงที่ใช้วิธีสกัดต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำที่สกัดจากธรรมชาติด้วยวิธี 100 ºC/1.5 h มีฤทธิ์ยับยั้งดีที่สุด (IC_{50} = 8.346±0.033 mg/mL) ส่วนไข่น้ำจากการเลี้ยงพบว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำที่สกัดด้วยวิธี 50 ºC/6 h มีฤทธิ์ยับยั้งดีที่สุด (IC_{50} = 19.380±0.004 mg/mL) (ตารางที่ 4) และพบว่าค่า IC_{50} ของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงทุกวิธีการสกัดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่า IC_{50} ความสามารถในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสชนิดมอลเทสและซูเครสของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน

วิธีการสกัด (อุณหภูมิ/เวลา)	IC_{50} (mg/ml) ชนิดมอลเทส		IC_{50} (mg/ml) ชนิดซูเครส	
	ธรรมชาติ	การเลี้ยง	ธรรมชาติ	การเลี้ยง
4 ºC/24 h	25.541±0.34^{d}	34.484±0.11^{d}	1.723±0.02^{a}	17.265±0.07^{e}
25 ºC/12 h	20.042±0.01^{c}	38.600±0.07^{e}	4.220±0.05^{c}	8.117±0.08^{d}
50 ºC/6 h	26.859±0.36^{e}	19.380±0.00^{a}	5.115±0.55^{d}	7.859±0.10^{c}
75 ºC/3 h	9.790±0.15^{b}	22.362±0.03^{b}	2.152±0.02^{a}	4.764±0.06^{b}
100 ºC/1.5 h	8.346±0.0^{3a}	31.144±0.02^{c}	3.098±0.04^{b}	2.455±0.01^{a}

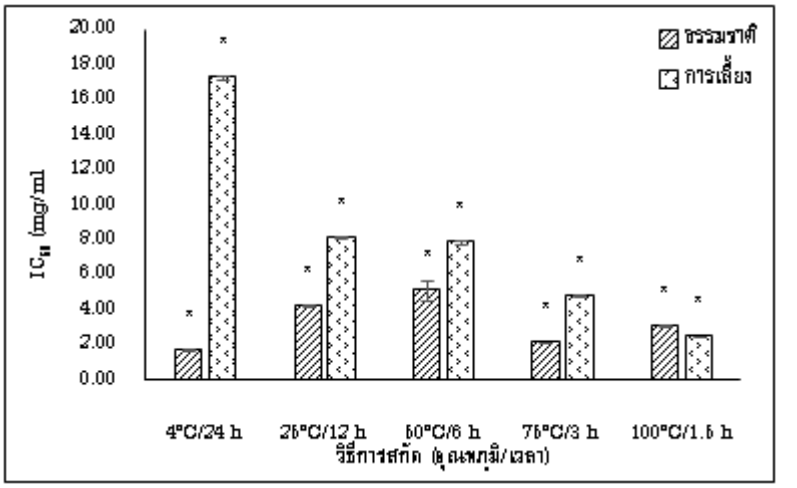
หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบค่า IC_{50} ความสามารถในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสชนิดมอลเทสของสารสกัดด้วยน้ำไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยง

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่วิธีการสกัดเดียวกัน

ความสามารถในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดส ชนิดยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดส ชนิดซูเครสของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยง ที่ใช้วิธีสกัดต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำที่สกัดจากธรรมชาติด้วยวิธี 4 ºC/24 h มีฤทธิ์ยับยั้งดีที่สุด ส่วนไข่น้ำจากการเลี้ยงพบว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำที่สกัดด้วยวิธี 100 ºC/1.5 h มีฤทธิ์ยับยั้งดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} = 1.723±0.02 และ 19.380±0.004 mg/mL ตามลำดับ (ตารางที่ 4) และพบว่าค่า IC_{50} ของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงทุกวิธีการสกัดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบค่า IC_{50} ความสามารถในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสชนิดซูเครสของสารสกัดด้วยน้ำไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยง

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่วิธีการสกัดเดียวกัน

อภิปรายผล

ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

จากผลการศึกษาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน พบว่า สารสกัดไข่น้ำจากธรรมชาติที่สกัดด้วยวิธี 100 ºC/1.5 h มีปริมาณสูงที่สุดเท่ากับ 27.249±0.10 สอดคล้องกับการศึกษาของ Praychoen, Praychoen& Phongtongpasuk (2013) ซึ่งรายงานว่าการให้ความร้อนสูงกว่า 80 ºC มีผลให้สารพฤกษเคมีและกิจกรรมต้านอนุมูลลดลงแต่สารฟลาโวนอยด์บางกลุ่มมีความคงตัวต่อความร้อนสูงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lou, Hsu, & Ho (2014) พบว่าสารฟลาโวนอยด์บางชนิดสกัดออกมาด้วยน้ำที่อุณหภูมิต่างกัน 80 ºC, 90 ºC และ 100 ºC คือ Naringin, Hesperidin และ 3', 5'-di-C-β-glucopyranosylphloretin (DGPP) ทั้งนี้จากการตรวจเอกสารพบว่ายังไม่มีรายงานการศึกษาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในไข่น้ำที่สกัดด้วยน้ำ อย่างไรก็ตามปริมาณปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดด้วยน้ำทั้งจากธรรมชาติและการเลี้ยงมีปริมาณมากกว่าสารสกัดด้วยเอทานอลของพืชน้ำสกุลริคเซีย (Ricciafluitans) ซึ่งมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 10.6±4.1 μg/mg extract (Turkoglu, & Parlak (2014) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zakaria, Ibrahim, Sulaiman, & Supardy (2011) ที่กล่าวว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดได้จากพืชมีแนวโน้มที่จะละลายน้ำได้เนื่องจากมักเป็นสารจำพวกไกลโคไซด์

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ

1. การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระวิธี DPPH radical scavenging

จากผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและจากการเลี้ยงที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน พบว่าสารสกัดไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงที่สกัดด้วยวิธี 50 ºC/6 h มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.017±0.00 และ 0.082±0.012 mg/mL ตามลำดับ และสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติมีค่า IC_{50} ต่ำกว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากการเลี้ยงซึ่งหมายความว่ามีความสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของสิ่งแวดล้อมที่ไข่น้ำเจริญอยู่ เช่น อุณหภูมิ คุณภาพน้ำ และสารอาหารในน้ำมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีภายในเซลล์แตกต่างกันทำให้ความสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระต่างกัน อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าสารสกัดไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงที่สกัดด้วยวิธี 50 ºC/6 h มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีกว่าไข่น้ำชนิด *W. globosa* ที่สกัดด้วย Hexane และ Acetone:Methanol (1:1) (AcMeOH) ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 77.57±0.83 และ 35.81 μg/mL ตามลำดับ (Meechai, 2010) ไข่น้ำชนิด *W. globosa* แบบสดและแบบลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่สกัดด้วย 95% Ethanol ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 16.5 และ 33.4 mg/mL ตามลำดับ (Saengthongpinit et al., 2017)

2. การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระวิธี Scavenging activity of ABTS radical

จากผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติที่ใช้วิธีการสกัดต่างกัน พบว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติที่สกัดด้วยวิธี 75 ºC/3 h มีความสามารถในการยับยั้ง $ABTS^{+\bullet}$ ได้ดีกว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากการเลี้ยงที่สกัดด้วยวิธี 25 ºC/12 h ซึ่งมีค่า IC_{50} = 0.016±0.00 และ 1.092±0.04 mg/mL ตามลำดับ จากผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้เห็นว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำทั้งจากธรรมชาติและการเลี้ยงมีความสามารถในการยับยั้ง ABTS+• ได้ดีกว่าไข่น้ำชนิด *W. globosa* แบบสดและแบบลวกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่สกัดด้วย 95% Ethanol ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 20.5 และ 24.1 mg/mL ตามลำดับ (Saengthongpinit, Sricharoen, & Krangpreecha, 2017) และไข่น้ำชนิด *W. arrhiza* ทั้งแบบสด แบบแห้งและแบบแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็งที่ไม่ผ่านการสกัด ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 4.39±004, 6.50±0.06 และ 5.82±0.06mg/mL ตามลำดับ (Niyanuch, 2010)

3. การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งการทำงานของแอลฟากลูโคซิเดส

จากผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเบาหวาน โดยทดสอบความสามารถในการยับยั้งการทำงานของแอลฟากลูโคซิเดส (α - Glucosidase) ชนิดมอลเทส (maltase) และซูเครส (sucrase) พบว่าความสามารถในการยับยั้งแอลฟากลูโค-ซิเดสชนิดมอลเทสของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติที่สกัดด้วยวิธี 100 ºC/1.5 h มีฤทธิ์ยับยั้งดีที่สุด (IC_{50} = 8.346±0.033 mg/mL) ส่วนสารสกัดไข่น้ำจากการเลี้ยงที่สกัดด้วยวิธี 50 ºC/6 h มีฤทธิ์ยับยั้งดีที่สุด (IC_{50} = 19.380±0.004 mg/mL) เมื่อพิจารณาฤทธิ์ยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสจากลำไส้เล็กของหนูชนิดมอลเทส พบว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติมีฤทธิ์ดีกว่าสารสกัดของไข่น้ำที่ได้จากการเลี้ยงเนื่องจากมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yin, Zhanga, Fenga, Zhanga, & Kanga (2014) พบว่าสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิกมากกว่า 37 ชนิด ที่สกัดแยกเป็นสารบริสุทธิ์ได้จากพืชสมุนไพรมีฤทธิ์ยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสทั้งชนิดมอลเทสและซูเครสซึ่งมีความสัมพันธ์กับการศึกษาในผักสลัดน้ำที่พบว่าสารออกฤทธิ์ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสจากลำไส้เล็กของหนูคือสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิก (Damsud & Kaewpiboon, 2016) จากผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำทั้งจากธรรมชาติมีความสามารถในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสชนิดมอลเทสได้ดีกว่าส่วนสกัด 90% Methanol ของผักสลัดน้ำที่มีศักยภาพยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสจากลำไส้เล็กของหนูชนิดมอลเทสได้ดีที่สุดโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 12.32±5.21 mg/mL (Damsud & Kaewpiboon, 2016)

ความสามารถในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสชนิดยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสชนิดซูเครสของสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงที่ใช้วิธีสกัดต่างกัน โดยสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำที่สกัดจากธรรมชาติด้วยวิธี 4 ºC/24 h มีฤทธิ์ยับยั้งดีที่สุด (IC_{50} = 1.723±0.02 mg/mL) ส่วนไข่น้ำจากการเลี้ยงพบว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำที่สกัดด้วยวิธี 100 ºC/1.5 h มีฤทธิ์ยับยั้งดีที่สุด (IC50 = 19.380±0.004 mg/mL) และมีแนวโน้มว่าสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสชนิดซูเครส คือ สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์เนื่องจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) พบว่าสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดไข่น้ำที่สกัดด้วยวิธี 100ºC/1.5 h มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสชนิดซูเครส (r = -0.893) ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Lou et al. (2014) พบว่าสารฟลาโวนอยด์ชนิด Naringin, Hesperidin และ 3/, 5/-di-c-β–glucopyranosylphloretin (DGPP) สามารถสกัดออกมาได้ในอุณหภูมิสูง ซึ่งจากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสชนิดซูเครสได้ดีกว่าส่วนสกัด 90% Methanol ของผักสลัดน้ำ (IC_{50} เท่ากับ 10.54±1.53 mg/mL) (Damsud & Kaewpiboon, 2016) และส่วนสกัดชั้น Methanol ของขนุนอ่อน (IC_{50} เท่ากับ 25.32±8.36 mg/mL) (Damsud, Chanwun, Srimek, & Songsang, 2017) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าสารขั้วสูงนั้นสามารถจับกับโครงสร้างหรือตรงบริเวณเร่งปฏิกิริยา (active site) ของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากลำไส้หนูได้ดี (Borges, Da Silveira Gomes, & Carvalho, 2006) เนื่องจากสารขั้วสูงส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์หรือฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ที่มีน้ำตาลติดอยู่กับโครงสร้าง (Thanakosai & Phuwapraisirisan, 2013)

สรุป

จากการเปรียบเทียบปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและฤทธิ์ทางชีวภาพของไข่น้ำจากธรรมชาติและการเลี้ยงพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำจากธรรมชาติมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงกว่าการเลี้ยงและมีความสามารถในการออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ดีกว่า อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าไข่น้ำมีความสามารถในการลดระดับน้ำตาลในกระแสเลือดได้ เนื่องจากสารสกัดด้วยน้ำของไข่น้ำสามารถยับยั้งการทำงานของแอลฟากลูโคซิเดส ทำให้ชะลอการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือดจากข้อมูลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าไข่น้ำมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเป็นตัวช่วยลดระดับน้ำตาลในกระแสเลือดสำหรับการรักษาโรคเบาหวานได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาชนิดของสารพฤกษเคมีที่สกัดออกมาในทุกช่วงอุณหภูมิ

2. ควรมีการวิเคราะห์ GC - MS (gas chromatography - mass spectrometry) ของสารสกัดในแต่ละวิธี เพื่อให้ทราบชนิดและปริมาณของกลุ่มสารที่พบในสารสกัดแต่ละสภาวะ

3. ควรมีการศึกษาในตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดอื่นเพื่อค้นหาตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสมในการสกัดสารสำคัญในไข่น้ำ

4. ควรมีการศึกษาต่อยอดเกี่ยวการนำสารสกัดจากไข่น้ำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตลอดจนนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต

รายการอ้างอิง (References)

Borges de Melo, E., Da Silveira Gomes, A. & Carvalho, I. (2006). α-and β-Glucosidase inhibitor: chemical structure and biological activity. *Tetraedron, 62*(44) , 10277-10302.

Buddhakala, N., Talubmook, C., Posri, S. & Buatone, S. (2015). Effects of Ginger Extract in the Treatment of Diabetic Rats. *RMUTP Research Journal Special Issue The 5th Rajamangala University of Technology National Conference*, 302-311.

Chang, C., Yang, M., Wen, H. & Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis, 10*, 178-182.

Damsud, T., Grace, M.H., Adisakwattana, S. & Phuwapraisirisan, P. (2014). Orthosiphol A from the aerial parts of *Orthosiphonaristatus* is putatively responsible for hypoglycemic effect via alpha-glucosidase inhibition. *Natural Product Communication, 9*, 639-641.

Damsud, T. & Kaewpiboon, C. (2016). In Vitro α-Glucosidase Inhibitory Activities of the Watercress (Nasturtium officinale R. Br.) Extracts. *Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology), 11*(2) , 65-74.

Damsud, T., Chanwun, T., Srimek, N. & Songsang, S. (2017). Antioxidant and α-Glucosidase Inhibitory Activities of Young Jackfruit (*Artocarpusheterophyllus*) Extract. *KKU Science Journal, 45*(3), 543-550.

Kamtchouing, P., Kahpui, S.M., Dzeufiet, P.D., Tédong, L., Asongalem, E.A. & Dimo, T. (2006). Anti-diabetic activity of methanol/methylene chloride stem bark extracts of *Terminaliasuperba* and *Canariumschweinfurthii* on streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology, 104*(3), 306-309.

Kratchanova, M., Denev, P., Ciz, M., Lojek, A. & Mihailov, A. (2010). Evaluation of antioxidant activity of medicinal plants containing polyphenol compounds. Comparison of two extraction systems. *ActaBiochimicaPolonica, 57*(2), 229-234.

Lou, S.N., Hsu, Y.S. & Ho, C.T. (2014). Flavonoid compositions and antioxidant activity of calamondin extracts prepared using different solvents. *Journal of Food and Drug Analysis, 22*, 290-295.

Meechai, P. (2010). *Antioxidant activities and minerals contents of local edible aquatic plants in the northeastern of Thailand*. Master's Thesis, Department of Chemistry, Faculty of Science, Mahasarakham University. (in thai)

Niyanuch, U. (2010). *The Postharvest Changes of Composition and Antioxidant Activity of Wolffiaarrhiza (Linn) Wimm.* Master's Thesis, Department of Food Technology, Faculty of Technology, KhonKaen University (in Thai) .

Nutrition Division (2001). *Nutritive Values of Thai Foods*. Nutrition Division, Department of Health. Ministry of Public Health (in Thai)

Panwanitdumrong, K. (2009). *Studies on Factors Effecting Growth of Wolffia (Wolffiaarrhiza (L.) Wimm.) and Methodology for Mass Production Culture*. Master's Thesis, Department of Fishery Management, Faculty of Fisheries, Kasetsart University (in Thai)

Praychoen, P., Praychoen, P. & Phongtongpasuk, S. (2013). Effect of thermal treatment on phytochemical content and antioxidant activity of GacJuice. *Burapha Science Journal, 18*, 90-96.

Rao, P., Prabhu, P.P. & Pandey, S. (2010). Anti-diabetic activity of methanol/methylene chloride extract of Terminaliasuperba leaves on streptozotocin induced diabetes in rat. *International Journal of PharmTech Research, 2*(4) , 2415-2419.

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

Raksakaew, K., Penpapai, P. & Chankaew, W. (2018). Antioxidant activity of aqueous extracts from water meal (Wolffiaglobosa (Roxburgh) Den Hartog& Van der Plas) . In *Proceedings of the 2nd Endemic Botanical Conference of Thailand* (pp. PC06:1-7). Chiang Rai: Mae FahLuang University (in Thai)

Ruekaewma, N., Piyatiratitivorakul, S. & Powtongsook, S. (2015). Culture system for *Wolffiaglobosa* L. (Lemnaceae) for hygiene human food. *Songklanakarin Journal of Science and Technology, 37*, 575-580.

Saengthongpinit, W., Sricharoen, B. & Krangpreecha, M. (2017). Effect of Blanchingin Sodium Chloride Solution on Phenolic Content and Antioxidant Activity of Water Meal (Wolffiaglobosa) . *The 55th Kasetsart University Annual Conference* (pp. 671-677). Bangkok: Kasetsart University (in Thai) .

Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. & Nakamura, T. (1992). Antioxidative properties of xanthome on the auto oxidation of soybean in cylcodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40*, 945-948.

Thanakosai, W. & Phuwapraisirisan, P. (2013). First indentification of alpha-glucosidase inhibitors from okra (*Abelmoschusesculentus*) seeds. *Natural product communications, 8*, 1085-1088.

Türkoğlu, S. & Parlak, A.E. (2014). Determination of total phenolic and total flavonoid contents and antioxidant capacities of an aquatic plant (*Ricciafluitans*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 31*, 35-40.

Yin, Z., Zhanga, W., Fenga, F., Zhanga, Y. & Kanga, W. (2014). α-Glucocidase inhibitors isolated from medicinal plants. *Food Science and Human Wellness, 3*, 136-174.

Zakaria, N.A., Ibrahim, D., Sulaiman, S.F. & Supardy, N.A. (2011). Assessment of antioxidant activity, total phenolic content and invitro toxicity of Malaysian red seaweed, *Acanthophoraspicifera*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 3*, 182-191.