

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อะไมเลสของ
น้ำมันเมล็ดชาสายพันธุ์ **CAMELLIA OLEIFERA**
ANTIOXIDANT ACTIVITY AND ALPHA-AMYLASE INHIBITION OF
CAMELLIA OLEIFERA TEA SEED OIL

กาญจนา วัตละเอียด* และสิริพัชร สุธีรภัทรานนท์
Kanchana Watla-iad*, and Siripat Suteerapataranon

School of Science, Mae Fah Luang University
*corresponding author email: kanchana.wat@mfu.ac.th

บทคัดย่อ

น้ำมันชาจากเมล็ดชาสายพันธุ์คาเมลเลียโอลิเฟอรานั้นอุดมด้วยสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อะไมเลส งานวิจัยนี้จึงได้นำน้ำมันเมล็ดชาที่สกัดด้วยวิธีหีบเย็น 20 ตัวอย่าง มาศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 2,2-ไดฟีนิล-1-พิกริลไฮดราซิล เทียบกับสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกและสารมาตรฐานบิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน และฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสเทียบกับสารมาตรฐานอะคาร์โบส ผลการศึกษาพบว่าน้ำมันเมล็ดชาที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 2,2-ไดฟีนิล-1-พิกริลไฮดราซิล อยู่ในช่วง 7.01-11.28 มิลลิกรัม สมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อกรัมของตัวอย่างและ 11.01-15.06 มิลลิกรัม สมมูลของบิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีนต่อกรัมของตัวอย่าง และมีฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ร้อยละ 50 อยู่ในช่วง 1.80-8.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ต่ำกว่าสารมาตรฐานอะคาร์โบส (IC_{50} เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

คำสำคัญ: การต้านอนุมูลอิสระ การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส น้ำมันเมล็ดชา คาเมลเลียโอลิเฟอราน

Abstract

Tea oil produced from the seed of *Camellia oleifera* Abel. contains high amount of antioxidants that might promote amylase inhibition. Therefore, 20 cold-pressed tea seed oil samples were investigated. Antioxidant activity of the tea seed oil samples by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radicals method using ascorbic acid and butylated hydroxytoluene as standards were studied. Alpha-amylase inhibitions of the tea seed oil methanolic extracts were also determined. The half maximal inhibitory concentration (IC_{50}) values of the methanolic extracts were compared with that of acarbose standard. It was found that the antioxidant activities of the samples were in the range of 7.01-11.28 ascorbic acid equivalent mg/g oil and 11.01-15.06 BHT equivalent mg/g oil. In addition, the IC_{50} for alpha-amylase inhibition of the methanolic

extracts were in the range of 1.80-8.05 mg/mL, which provided the lower IC_{50} than that of the acarbose (0.05 mg/mL).

Keywords: Antioxidant activity, alpha-amylase inhibition, tea seed oil, *Camellia oleifera* Abel.

บทนำ

โรคเบาหวาน (diabetes disease) เป็นสภาวะที่ร่างกายมีปริมาณน้ำตาลในเลือดสูงมีสาเหตุมาจากความผิดปกติของระดับฮอร์โมนอินซูลิน ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเผาผลาญน้ำตาลในเลือด ผู้ป่วยโรคเบาหวานจำเป็นต้องรับประทานยาและบางรายต้องใช้อินซูลินชนิดฉีด เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Kirch, 2008) โรคเบาหวานเป็นปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งของประเทศกำลังพัฒนา เนื่องจากวิถีในการดำรงชีวิตของประชากรได้เปลี่ยนเป็นแบบสมัยใหม่ (Patel et al., 2012) ซึ่งไม่มีการควบคุมคุณภาพของอาหารและการออกกำลังกายที่ถูกต้องและอย่างสม่ำเสมอ การรักษาโรคเบาหวานนั้นมุ่งเน้นเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงปกติและป้องกันโรคแทรกซ้อนในระยะยาว ยาสังเคราะห์ที่ทางการแพทย์แผนปัจจุบันนำมาช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด แบ่งได้เป็นหลายกลุ่ม เช่น Insulin, Insulin-secretagogues, Insulin sensitivity improvement factor ตัวอย่างยาที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น Sulfoylureas, Biguanides, Alpha-glucosidase inhibitors และ Glinides เป็นต้น (Patel et al., 2012) นอกจากยาแผนปัจจุบันแล้วยังมีการใช้สมุนไพรจากพืชสมุนไพรเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการรักษาโรคเบาหวานอย่างกว้างขวางเช่นกัน ประเทศไทยมีการวิจัยพบว่าพืชบางชนิดที่สามารถช่วยต้านโรคเบาหวานได้ เช่น มะระขี้นก (Semiz & Sen, 2007) ตำลึง (Deokate & Khadabadi, 2011; Ariful et al., 2011) ผักเชียงดา (Chiabchalard et al., 2010) และชา (Cao et al., 2008) การรักษาโรคเบาหวานด้วยพืชสมุนไพรมีความปลอดภัยต่อร่างกายและผู้ป่วยยังได้รับสารอาหารที่มีคุณประโยชน์อื่น ๆ อีกด้วย ผลงานวิจัยพบว่าสารประกอบที่มีอยู่ในพืชบางชนิดสามารถยับยั้งบางขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุก่อโรคเบาหวานในร่างกายได้ เช่น สารที่ได้จาก *Abiespindrow* มีผลต่อกระบวนการเลียนแบบอินซูลิน (Insulin mimetic activity) (Patel et al., 2012) สารสกัดจากเทียนดำ (*Abroma augusta*) มีผลต่อกระบวนการลดน้ำตาลในเลือด (Blood sugar lowering activity) (Islam, 2012) เป็นต้น อีกทั้งยังมีรายงานวิจัยพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) หลายกลุ่ม เช่น N-acetyl-L-cysteine (NAC), วิตามิน C plus E (Kaneto et al., 1999) วิตามิน A, Glutathione, α -lipoic acid, Carotenoids, แร่ธาตุจำพวกทองแดง สังกะสี เซเลเนียม, Coenzyme Q10 (CoQ10), Cofactors (folic acid, uric acid, albumin, และวิตามิน B1, B2, B6, B12) (Johansen, 2005) Triterpene, Flavonoid, Sterol, Coumarin, Saponin, Phenolic, Polysaccharide และ Alkaloid (Patel et al., 2012) เป็นต้น มีฤทธิ์ต้านโรคเบาหวานได้ โดยอาจแสดงด้วยการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (α -amylase) เช่น สารสกัดจากเมล็ดของผักโขมใบแดง (*Amaranthus caudatus*) ในตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต ซึ่งประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ Tocopherol, Hexadecanoic acid, 9, 12-Octadecadienoic acid เป็นต้น แสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 0.500-0.620 และแสดงฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ถึงร้อยละ 87.024 และ 93.823 เมื่อใช้สารสกัดจากเมล็ดของผักโขมใบแดง 0.05 และ 0.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต ตามลำดับ (Conforti et al., 2005)

น้ำมันชา (Tea oil) เป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันจากเมล็ดของชา *Camellia oleifera* Abel. มีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศจีน ในประเทศไทยเริ่มปลูกเมื่อ พ.ศ. 2548 โดยสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงมีพระราชดำริให้มูลนิธิชัยพัฒนา ร่วมกับมูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ดำเนินการศึกษาและพัฒนาการปลูกต้นชา น้ำมัน จึงได้มีการนำเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าจากจีนมาทดลองปลูกแถบภาคเหนือของประเทศไทย (จุฑามณี, 2550) งานวิจัยหลายชิ้นได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันชาพบว่าประกอบด้วยกรดไขมัน 14 ชนิด (Ma et al., 2011) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียว (monounsaturated fatty acid) ประมาณร้อยละ 72.00-87.00 นอกจากนั้นน้ำมันชา ยังประกอบด้วยสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ (biological activities) และสารที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) เช่น Flavonoid glycoside, Triglycoside, Tea saponin, Squalene และ α -tocopherol (Li et al., 2006; Chen, 2007; Du et al., 2008; Chen et al., 2009; Chen et al., 2010) แต่ยังไม่มีการรายงานการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อะไมเลส ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (alpha-amylase) ของสารสกัดจากน้ำมันเมล็ดชาสายพันธุ์ *C. Oleifera*. เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปสู่การวิจัยเชิงลึกในสัตว์และมนุษย์ต่อไป

มิลลิโมลาร์ และ 0.00-0.10 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ หรือสำหรับตัวอย่างใช้ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เติมนลงในสารละลาย DPPH radical ความเข้มข้น 1.00 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 400.00 ไมโครลิตร ปรับปริมาตรของสารละลายด้วยเอทานอลปริมาตร 4.30 มิลลิลิตร บ่มสารละลายผสมในที่มืด 30 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (USB4000 Fiber Optic Spectrometer, Ocean Optics; USA) ความเข้มข้นสมมูลของสารต้านอนุมูลอิสระ คำนวณได้จากการเทียบกับกราฟมาตรฐาน

วิธีการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อะไมเลส

การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อะไมเลส (α -amylase inhibition activity) นั้นได้ปรับเล็กน้อยจากงานวิจัยของ Kazeem et al. (2013) โดยประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์อะไมเลสแสดงด้วยค่าความเข้มข้นของสารที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งร้อยละ 50 (the half maximal inhibitory concentration; IC_{50}) เทียบกับสารมาตรฐานสารอะคาร์โบส (acarbose) ชั้นแรกละลายสารสกัดน้ำมันเมล็ดชาในเมทานอลด้วยปริมาตรที่แน่นอน เติมน้ำตาลละลายตัวอย่าง 200 ไมโครลิตร (ความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.50-20.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในสารละลายเอนไซม์อะไมเลส (0.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรในสารฟอสเฟตบัฟเฟอร์ พีเอช 6.9 (phosphate buffer, pH 6.9) ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์) ปริมาตร 250 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มสารละลายที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที เติมน้ำตาลละลายน้ำแข็ง (ความเข้มข้นร้อยละ 1.00 ที่เตรียมในสารฟอสเฟตบัฟเฟอร์ พีเอช 6.9) ปริมาตร 250 ไมโครลิตร ลงในสารละลายผสม แล้วบ่มสารละลายที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาทีอีกครั้ง หลังจากนั้นหยุดปฏิกิริยาด้วยการเติมน้ำกรดไนโตรซาลิไซลิก (Dinitrosalicylic acid; DNS) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร บ่มปฏิกิริยาในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที รอให้สารละลายเย็นถึงอุณหภูมิห้องก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (USB4000 Fiber Optic Spectrometer, Ocean Optics; USA) ค่าประสิทธิภาพการยับยั้ง (%Inhibition) คำนวณได้จากสูตร (1)

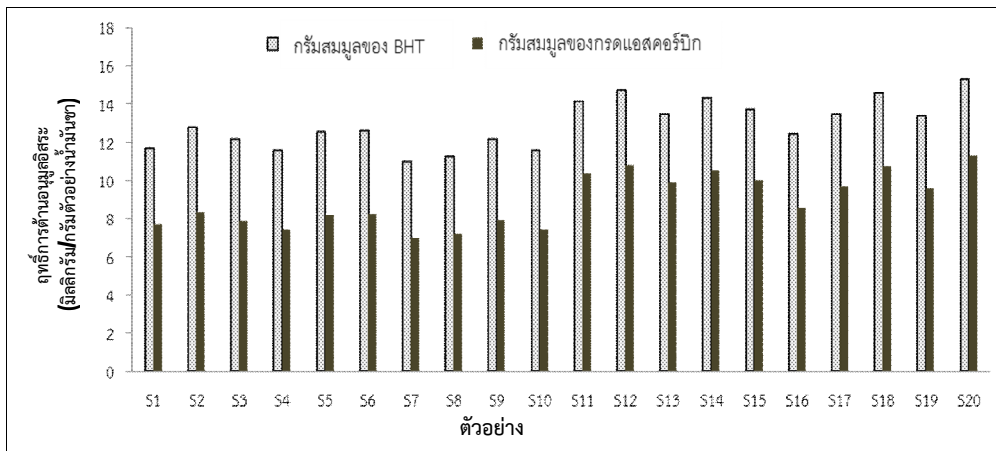
$$\%Inhibition = (Abs_{\text{ควบคุม}} - Abs_{\text{สารสกัด}}) / (Abs_{\text{ควบคุม}}) \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

ซึ่ง $Abs_{\text{ควบคุม}}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายควบคุม $Abs_{\text{สารสกัด}}$ คือค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่มีเติมน้ำสกัด และค่า IC_{50} หาได้จากความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดที่มีประสิทธิภาพยับยั้งเอนไซม์อะไมเลส ได้ร้อยละ 50 (50% Inhibition)

ผลการวิจัยและ การอภิปรายผล

ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

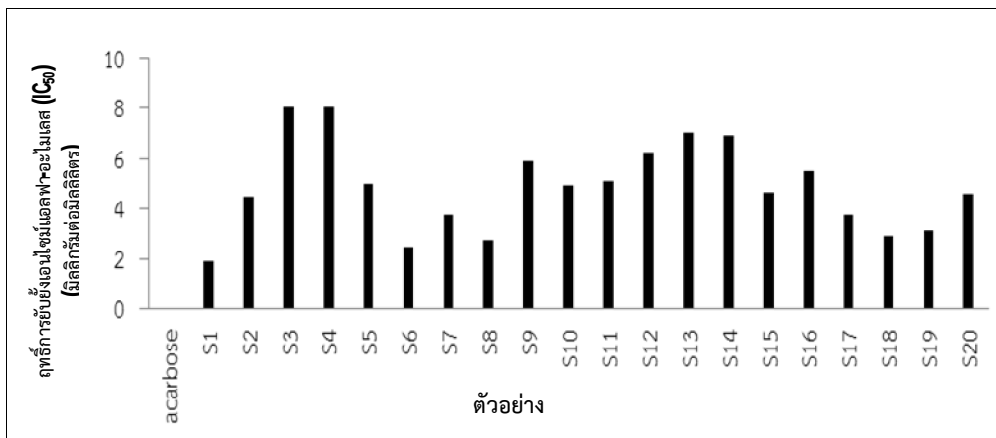
การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมันเมล็ดชาที่ได้จากการหีบเย็น จำนวน 20 ตัวอย่าง ประเมินได้จากการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน BHT ในช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 0.00-0.10 มิลลิโมลาร์ และกรดแอสคอร์บิกในช่วงความเข้มข้น 0.00-0.02 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 1 พบว่า น้ำมันเมล็ดชาที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเทียบกับมิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อกรัมของตัวอย่างอยู่ในช่วง 7.01-11.28 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.94 ± 1.38 ขณะที่เมื่อเทียบกับมิลลิกรัมสมมูลของ BHT ต่อกรัมของตัวอย่างอยู่ในช่วง 11.01-15.06 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.97 ± 1.26 ผลการศึกษานี้แสดงค่าที่ใกล้เคียงกับน้ำมันเมล็ดชาโพลีและน้ำมันเมล็ดฝ้ายในรายงานของ Likhitrungrat et al. (2009)



ภาพที่ 1ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมันเมล็ดชาเทียบกรัมสมมูลของ BHT และ กรดแอสคอร์บิก

ผลการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส

การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อะไมเลสของสารสกัดเมทานอลของน้ำมันเมล็ดชา จำนวน 20 ตัวอย่าง ประเมินได้จากค่า IC_{50} โดยเทียบกับสารมาตรฐานสารอะคาร์โบส พบว่าสารสกัดน้ำมันเมล็ดชาแสดงฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อะไมเลสด้วยค่า IC_{50} ในช่วง 1.80-8.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัม ในขณะที่สารอะคาร์โบสแสดงค่า IC_{50} ที่ 0.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัม ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (IC_{50}) ของสารสกัดน้ำมันเมล็ดชา

แสดงว่าสารสกัดน้ำมันเมล็ดชาสามารถยับยั้งเอนไซม์อะไมเลสได้ แต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่า สารมาตรฐานอะคาร์โบส อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในรายงานวิจัยที่มีการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อะไมเลสในสารสกัดจากผักโขมหนามนั้น ถึงแม้จะพบค่า IC_{50} เป็น 46.02 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม เทียบกับสารอะคาร์โบส ซึ่งมีค่า IC_{50} เป็น 0.312 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ซึ่งจะเห็นว่าสารสกัดจากผักโขมหนามยังมีประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์อะไมเลสต่ำกว่าสารอะคาร์โบสเช่นเดียวกันกับผลการศึกษาของงานวิจัยนี้ แต่การศึกษาปริมาณน้ำตาลในเลือดของหนูที่เป็นโรคเบาหวานก็พบว่าเมื่อให้สารสกัด

จากผักโขมหนามแค้น (200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ทำให้ปริมาณน้ำตาลในเลือดน้อยลงถึงร้อยละ 56.60-66.80 ในเวลา 15 วัน (Ashok et al., 2011) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ของฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์อะไมเลสกับปริมาณน้ำตาลในเลือดในสัตว์ทดลองต่อไป เพื่อเป็นการยืนยันผลการศึกษา

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยได้ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH และฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสของน้ำมันเมล็ดชาที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า น้ำมันเมล็ดชา มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยปริมาณกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิกและกรัมสมมูลของสาร BHT อยู่ในช่วง 7.01-8.34 และ 11.01-12.80 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำมันตัวอย่าง ตามลำดับ และมีฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสได้ เมื่อเทียบกับสารมาตรฐานอะคาร์โบส พบว่าสารสกัดเมทานอลของน้ำมันเมล็ดชาแสดงฤทธิ์การต้านการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสด้วยค่า IC₅₀ อยู่ในช่วง 1.80-12.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังนั้นน้ำมันเมล็ดชาสายพันธุ์คาเมลเลียโอเลอีเฟอรานัน มีแนวโน้มในการต้านโรคเบาหวานได้ และมีผลดีต่อสุขภาพในด้านการต้านการเกิดโรคหัวใจอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิทยาศาสตร์และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง สำหรับห้องปฏิบัติการและวัสดุอุปกรณ์ รวมถึงครุภัณฑ์สำหรับการทำงานวิจัย ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำหรับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัย (โครงการหมายเลข 161545) ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน (เชียงราย) สำหรับข้อมูลของชาน้ำมัน อีกทั้งขอขอบคุณบุคลากรทุกท่านที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือการทำงานวิจัยนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามณี แสงสว่าง. (2550). **ชาน้ำมัน (Oil Tea) พืชเศรษฐกิจที่น่าสนใจ**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ประสานเพื่อการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันและแก้ปัญหาความยากจนของประเทศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Amylase Research Society. (2014). **Handbook of Amylases and Related Enzymes: Their Sources, Isolation Methods, Properties and Applications**. Japan: Elsevier.
- Ariful, I.M.D., Rafiqul, I.K.M.D., SarowarHossain, M.D., KhurshidAlam, A.H.M., Imam I.W.M., Rahman, B.M., Anisuzzaman, A., Shaheen, S.M. & Ahmed, M. (2011). Antidiabetic and hypolipidemic effects of different fractions of *Coccinia Cordifolia* L. on normal and streptozotocin-induced diabetic rats. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, 24(3), 331-338.
- Ashok, K.B.S., Lakshman, K., Nandeesh, R., Arun, K.P.A., Manoj, B., Vinod K.D. & Shekar, S. (2011). In vitro alpha-amylase inhibition and in vivo antioxidant potential of *Amaranthus spinosus* in alloxan-induced oxidative stress in diabetic rats. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 18(1), 1-5.
- Cao, H., Qin, B., Panickar, K.S. & Anderson, R.A. (2008). Tea and cinnamon polyphenols improve the metabolic syndrome. **Agro Food Industry Hi-Tech**, 19(6), 14-17.
- Chen, J., Liao, B., Jong, T. & Chang, C.J. (2009). Extraction and purification of flavonone glycosides and kaemferol glycosides from defatted *Camellia oleifera* seed by salting-out using hydrophilic isopropanol. **Separation and Purification Technology**, 67, 31-37.

- Chen, J., Wu, H., Liao, B., Chang, C.J., Jong, T. & Wu, L. (2010). Identification and evaluation of antioxidants defatted *Camellia oleifera* seeds by isopropanol salting-out pretreatment. **Food Chemistry**, 121, 1246-1254.
- Chen, Y. (2007). **Physiochemical Properties and Bioactivities of Tea Seed (*Camellia oleifera*) Oil**. Master's Thesis. Clemson University.
- Chiabchalard, A., Tencomnao, T. & Santiyanont, R. (2010). Effect of gymnema inodorum on postprandial peak plasma glucose levels in healthy human. **African Journal of Biotechnology**, 9(7), 1079-1085.
- Conforti, F., Statti, G., Loizzo, M.R., Sacchetti, G., Poli, F., & Menichini, F. (2005). In Vitro antioxidant effect and inhibition of α -amylase of two varieties of amaranthus caudatus seeds. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, 28(6), 1098-1102.
- Deokate, U.A. & Khadabadi, S.S. (2011). Review: Pharmacology and phytochemistry of *Coccinia indica*. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, 3(11), 155-159.
- Du, L.C., Wu, B.L. & Chen, J.M. (2008). Flavonoid triglycosides from the seeds of *Camellia oleifera* Abel. **Chinese Chemical Letters**, 19, 1315-1318.
- Islam, T., Rahman, A. & Islam, A.U. (2012). Effects of aqueous extract of fresh leaves of *Abroma augusta* L. on oral absorption of glucose and metformin hydrochloride in experimental rats. **International Scholarly Research Notices: Pharmaceutics**, 5(4), 1-5.
- Johansen, J.S., Harris, A.K., Rychly, D.J., & Ergul, A. (2005). Oxidative stress and the use of antioxidants in diabetes: Linking basic science to clinical practice. **Cardiovascular Diabetology**, 4(5), 1-11.
- Kaneto, H., Kajimoto, Y., Miyagawa, J., Matsuoka, T., Fujitani, Y., Umayahara, Y., Hanafusa, T., Matsuzawa, Y., Yamasaki, Y., & Hori, M. (1999). Beneficial effects of antioxidants in diabetes: possible protection of pancreatic b-cells against glucose toxicity. **Diabetes**, 48, 2398-2406.
- Kazeem, M.I., Adamson, J.O. & Ogunwande, I.A. (2013). Modes of inhibition of alpha-amylase and alpha-glucosidase by aqueous extract of *Morinda lucida* benth leaf. **BioMed Research International**, 2013, 1-6.
- Kirch, W. (2008). Diabetes mellitus. **Encyclopedia of Public Health**. New York: Springer.
- Lee, C.P. & Yen, G.C. (2006). Antioxidant activity and bioactive compound of tea seed (*Camellia oleifera* Abel.) oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 54, 779-784.
- Li, D., Wang, J., Bi, L. & Zhao, Z. (2006). **Influence of Extraction Method on Content of Bioactive Component Squalene in Seed Oil of *Camellia oleifera* Abel**. Nanjing: Institute of Chemical Industry of Forest Products.
- Likhitrungat, C., Chokethaworn, N. & Suttajit, M. (2009). Butylated Hydroxytoluene in edible vegetable oils from local markets of Chiang Mai and Mae Hong Son and its thermal stability in different cooking conditions, **Thai Journal of Toxicology**, 24(2), 113-118.
- Ma, J., Ye, H. & Rui, Y. (2011). Fatty acid composition of *Camellia oleifera* oil. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, 6, 9-12.
- Patel, D.K., Kumar, R., Laloo, D. & Hemalatha, S. (2012). Natural medicines from plant source used for therapy of diabetes mellitus: An overview of its pharmacological aspects. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, 2(3), 239-250.
- Semiz, A. & Sen, A. (2007). Antioxidant and chemoprotective properties of *Momordica charantia* L. (bitter melon) fruit extract. **Journal of Biotechnology**, 6(3), 273-277.