

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเปลือกเมล็ดโกโก้สำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชาจากโกโก้

Antioxidant Activity of Cocoa Bean Shells for the Development of Cocoa-Based Tea Products

จันทิมา ชั่งสิริพร*, พญกระยา พงศ์ยี่ห้ำ, นิรนา ชัยฤกษ์

Juntima Chungsiriporn*, Pukraya Pongyeela, Nirana Chairerk

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Songkhla, 90110

*Corresponding author E-mail: juntima.c@psu.ac.th

(Received: Jun27, 2023; Revised: Aug25, 2023; Accepted: Dec7, 2023)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการเพิ่มมูลค่าเปลือกเมล็ดโกโก้ (*Theobroma cacao* L.) โดยนำมาผลิตชาสำหรับขงดื่มเพื่อสุขภาพ โดยการศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในชาเปลือกเมล็ดโกโก้เปรียบเทียบกับชาเนื้อเมล็ดโกโก้ ศึกษาผลของวิธีชงชาแบบต้มถุงชาและแช่ถุงชาในน้ำร้อน รวมถึงการสกัดชาด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 60 ด้วยเครื่อง อัลตราโซนิก พบว่า สารสกัดจากชาเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 226.09 และ 221.78 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของชาแห้ง ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 172.00 และ 126.10 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซีตินต่อกรัมของชาแห้ง และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 85.77 และ 86.16 ตามลำดับ ซึ่งเปลือกเมล็ดโกโก้มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงเทียบเท่ากับเนื้อเมล็ดโกโก้ เมื่อชงชาเปลือกเมล็ดโกโก้ พบว่ามีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกับชาเนื้อเมล็ดโกโก้ โดยการชงชาที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 5-10 ของวิธีการสกัดชา นอกจากนั้นวิธีการชงชาเปลือกเมล็ดโกโก้แบบต้มถุงชาและแช่ถุงชาในน้ำร้อนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 16.27 และ 22.40 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของชาแห้ง ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 8.01 และ 4.47 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซีตินต่อกรัมของชาแห้ง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 85.76 และ 75.02 ตามลำดับ ดังนั้นการชงชาแบบต้มถุงชาจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม การทำชาจากเปลือกโกโก้จึงเป็นช่องทางที่สามารถเพิ่มมูลค่าของเสียเหลือทิ้งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

คำสำคัญ: ชาเมล็ดโกโก้ ชาเปลือกเมล็ดโกโก้ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This study aimed to evaluate the potential value addition of cocoa bean shells (*Theobroma cacao* L.) in the production of tea to promote healthy consumption. The study involved examining the amount of antioxidants in cocoa bean shells tea in comparison to cocoa beans tea. Various tea brewing methods were investigated, including boiling tea bags and steeping tea bags in hot water. Additionally, tea was extracted using a 60% ethanol solvent with the assistance of an ultrasonic machine. The results showed that cocoa beans and cocoa bean shells extract had a total phenolic content of 226.09 and 221.78 mg gallic acid equivalent (GAE)/g of dry tea, while the total flavonoid content was measured at 172.00 and 126.10 mg equivalent to quercetin/g of dry tea, and antioxidant activity was determined to be 85.77% and

86.16%, respectively. Cocoa bean shells exhibit high antioxidant activity similar to cocoa beans, with the amount being 5-10% of the extraction method. Furthermore, when preparing cocoa bean shell tea by boiling tea bags and steeping tea bags in hot water, the total phenolic content was measured at 16.27 and 22.40 mg gallic acid equivalent (GAE)/g of dry tea, the total flavonoid content at 8.01 and 4.47 mg equivalent to quercetin/g of dry tea, and the antioxidant activity at 85.76% and 75.02%, respectively, for boiling and steeping tea bags in hot water. These findings highlight the potential of utilizing cocoa bean shells for tea production, thereby enhancing the value of this discarded waste material.

Keywords: Cocoa bean tea, Cocoa bean shell tea, Phenolic, Flavonoid, Antioxidant activity

บทนำ

ปัจจุบันภาคใต้ของไทยมีการปลูกต้นโกโก้แซมสวนยางพาราและปลูกแบบเกษตรผสมผสานมากกว่า 200,000 ต้น สายพันธุ์ที่นิยมปลูกที่นิยมในเมืองไทย มี 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ลูกผสมชุมพร 1 กับพันธุ์ลูกผสม IM1 มีการแปรรูปผลโกโก้เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เช่น ช็อกโกแลตและผงโกโก้ เนื่องจากให้คุณค่าทางอาหารสูงและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย กระบวนการแปรรูปเมล็ดโกโก้เป็นช็อกโกแลตประกอบด้วยขั้นตอนการหมักเมล็ดโกโก้ การตากแห้ง การคั่วเมล็ด และการบดละเอียด โดยหลังจากการคั่วเมล็ดโกโก้จะใช้เครื่องปอกเปลือกเมล็ดโกโก้และใช้ลมเป่าคัดแยกเอาเปลือกออกจากเนื้อเมล็ด จากขั้นตอนนี้จะได้เปลือกที่มีเศษของเนื้อเมล็ดโกโก้ขนาดเล็กติดออกมาและเกิดเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตจำนวนมาก การนำเปลือกโกโก้มาใช้ประโยชน์จะทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าของเสียจากกระบวนการแปรรูปโกโก้ได้

เมล็ดโกโก้เป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ในการแปรรูปเมล็ดโกโก้แห้งไปเป็นช็อกโกแลตจะต้องปอกเปลือกเมล็ดโกโก้และทิ้งเปลือกไปเป็นของเสีย ส่วนของเนื้อเมล็ดและเปลือกเมล็ดโกโก้มีสารสำคัญกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) คือ สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoids) เป็นต้น [1] ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีสารกลุ่มต่าง ๆ เช่น อีโอโบรมิน คาเฟอีน และอีโอฟิลลีน ซึ่งมีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง ช่วยในการปกป้องเซลล์จากการถูกทำลายโดยแบคทีเรีย ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งและช่วยกระตุ้นให้เซลล์มะเร็งตาย มีประโยชน์ในการป้องกันโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น เบาหวาน และโรคหลอดเลือดหัวใจ [2] นอกจากนี้ยังมีสารสำคัญอื่น ๆ เช่น กรดไขมัน วิตามิน เกลือแร่ เส้นใยอาหาร และสารธรรมชาติที่มีประโยชน์ [3, 4] สารต้านอนุมูลอิสระมีบทบาทสำคัญในการต่อต้านอนุมูลอิสระและปกป้องเซลล์จากความเสียหายจากการออกซิเดชัน ซึ่งให้ประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย [5] ดังนั้นส่วนของเปลือกเมล็ดโกโก้จึงมีประโยชน์ที่จะสามารถนำไปพัฒนาเพิ่มมูลค่าให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้

รูปแบบหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าให้แก่เปลือกเมล็ดโกโก้ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปโกโก้ คือ การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชาเปลือกเมล็ดโกโก้ การเตรียมชาทำได้โดยการนำเปลือกเมล็ดโกโก้มาอบแห้งบดย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก และนำมาใส่ถุงชา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของน้ำชาที่ได้ คือ คุณภาพของชา

วิธีการชงชา และเวลาที่ใช้ในการชงชา [6] การชงชาด้วยการแช่ถุงชาในน้ำร้อนและการต้มถุงชาจะช่วยให้สารต่าง ๆ ภายในผงชาสามารถสกัดออกมาได้มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงอาจทำให้สารสารต้านอนุมูลอิสระและสารต่าง ๆ ในน้ำชาที่สกัดออกมาเสื่อมสภาพลงและมีปริมาณที่แตกต่างกันไปตามวิธีการชงชา การศึกษาผลของวิธีการชงชาต่อคุณภาพของน้ำชาที่ได้จึงเป็นสิ่งจำเป็น

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพิ่มมูลค่าเปลือกเมล็ดโกโก้ โดยนำมาผลิตเป็นชาเปลือกเมล็ดโกโก้สำหรับขงดื่มเพื่อสุขภาพ วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาเปลือกเมล็ดโกโก้เทียบกับชาเนื้อเมล็ดโกโก้ที่ได้จากการชงชาด้วยวิธีต้มถุงชาและแช่ถุงชาในน้ำร้อน และการสกัดชาด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 60 ด้วยเครื่องอัลตราโซนิก ผลการวิจัยนี้ทำให้ได้วิธีการที่เหมาะสมในการชงชาเปลือกเมล็ดโกโก้ เพื่อให้ได้ประโยชน์ต่อสุขภาพสูงสุดและสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชาที่มีคุณภาพต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมชาและชงชาจากเมล็ดและเปลือกเมล็ดโกโก้

การผลิตชาทำได้โดยการนำเมล็ดและเปลือกเมล็ดโกโก้บดให้ละเอียดขนาด 20 เมช นำชาใส่ถุงชาปริมาณ 5 กรัม ดังภาพที่ 1 ทำการชงชา 2 วิธี คือ การต้มถุงชาในน้ำเดือดปริมาณ 100 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และแช่ถุงชาในน้ำร้อนปริมาณ 100 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จะได้เป็นสารตัวอย่างของน้ำชาสำหรับเตรียมวิเคราะห์



ภาพที่ 1 น้ำชาที่ได้จากการแช่ถุงชาในน้ำร้อนและชาเปลือกโกโก้ในถุงชา

2. การสกัดเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้

นำเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้แห้งมาทำการบดให้ละเอียดขนาด 20 เมช ใช้ตัวอย่างปริมาณ 5 กรัม เติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 60 โดยปริมาตร (%v/v) ปริมาณ 50 มิลลิลิตร นำไปสกัดด้วยเครื่อง

อัลตราโซนิกที่ความถี่คลื่น 45 กิโลเฮิร์ตซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมากรองแยกสารละลายส่วนใสจะได้เป็นสารตัวอย่างของสารสกัดสำหรับเตรียมวิเคราะห์

3. วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content)

ปีเปตสารตัวอย่าง 500 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 9.50 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร (%v/v) ปริมาณ 500 ไมโครลิตร เขย่าทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร (%w/v) ปริมาณ 2 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืด 2 ชั่วโมง วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร คำนวณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกและรายงานผลเป็นปริมาณ (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของชาแห้ง) [7]

4. วิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoid content)

ปีเปตสารตัวอย่าง 500 ไมโครลิตร เติมสารละลายโซเดียมไนไตรท์ (NaNO_2) ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร (%w/v) ปริมาณ 100 ไมโครลิตร เขย่าทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายอลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร (%w/v) ปริมาณ 150 ไมโครลิตร ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร โดยใช้เคอเวอซิทินเป็นสารมาตรฐานและรายงานผลเป็น (มิลลิกรัมสมมูลของเคอเวอซิทินต่อกรัมของชาแห้ง) [8]

5. วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging activity)

ผสมสารตัวอย่างความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร กับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร [9] คำนวณร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ ดังสมการที่ 1

$$\% \text{Inhibition} = (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}} / A_{\text{control}}) \times 100\% \quad (1)$$

โดย A_{control} คือค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

A_{sample} คือค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ผสมกับสารละลาย DPPH

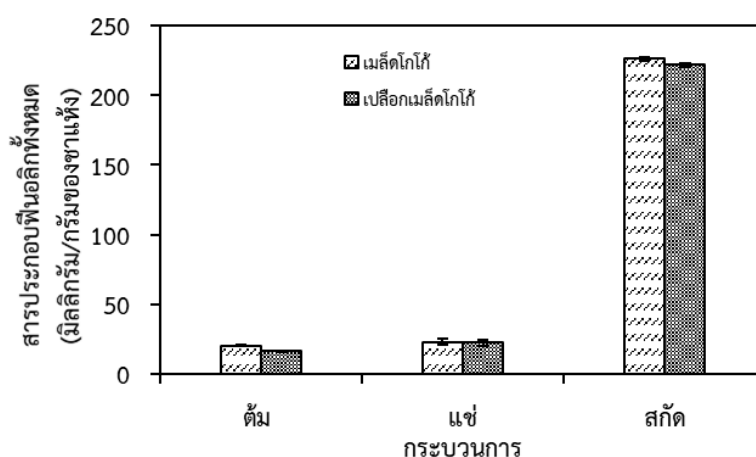
6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดสอบสารตัวอย่างซ้ำ 3 ครั้ง ($n = 3$) และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\pm \text{SD}$) และวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อมูลโดยใช้ One-way Anova (Single factor) โดยใช้ Duncan multiple comparison tests ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

จากการศึกษาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้ พบว่า สารสกัดเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 226.09 และ 221.78 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของชาแห้ง ตามลำดับ โดยเมื่อนำเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้มาชงชาด้วยวิธีการต้มและแช่ถุงชาในน้ำร้อน พบสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำเมล็ดโกโก้ เท่ากับ 20.29 และ 22.97 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของชาแห้ง ตามลำดับ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชาเปลือกเมล็ดโกโก้ เท่ากับ 16.27 และ 22.40 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของชาแห้ง ตามลำดับ แสดงกราฟดังภาพที่ 2 ซึ่งพบว่าวิธีการเตรียมน้ำชาด้วยการแช่ในน้ำร้อนจะให้สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดออกมาได้มากกว่าวิธีการต้มถุงชา โดยการแช่ถุงชาเปลือกเมล็ดโกโก้ในน้ำร้อนจะสามารถชะสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดออกมาได้ประมาณ 10% ของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่มีอยู่ในเปลือกเมล็ดโกโก้ทั้งหมด

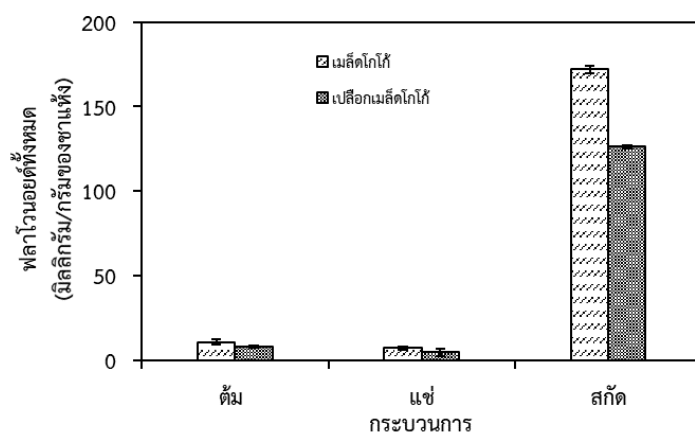


ภาพที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้ที่ผ่านกระบวนการสกัด การต้ม และการแช่ถุงชาในน้ำร้อน

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

สารสกัดเนื้อเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้มีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 172.00 และ 126.10 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซีทินต่อกรัมของชาแห้ง ตามลำดับ โดยในเนื้อเมล็ดจะพบปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงกว่าเปลือกเมล็ดโกโก้ เมื่อนำชามาเตรียมน้ำชาด้วยวิธีการต้มถุงชาและแช่ถุงชาในน้ำร้อน พบชาเนื้อเมล็ดโกโก้ให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในน้ำชา 10.52 และ 6.94 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซีทินต่อกรัมของชาแห้ง ตามลำดับ ชาเปลือกเมล็ดโกโก้ให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในน้ำชา เท่ากับ 8.01 และ 4.47 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซีทินต่อกรัมของชาแห้ง ตามลำดับ แสดงผลดังกราฟในภาพที่ 3 ซึ่งพบว่าวิธีการต้มถุงชาจะสามารถสกัดสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดออกมาในน้ำชาได้ดีกว่าวิธีการแช่ถุงชาในน้ำร้อน โดยการต้มถุงชา

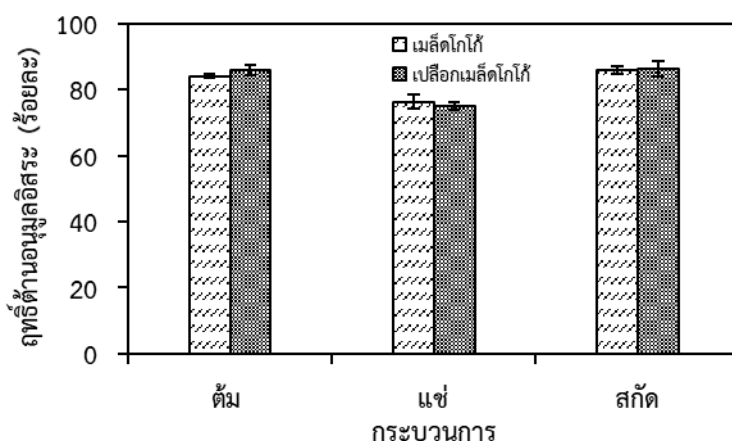
จะสามารถชะสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดออกมาจากชาเปลือกเมล็ดโกโก้ได้ 5.5% ของสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่มีอยู่ในเปลือกเมล็ดโกโก้



ภาพที่ 3 ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้ที่ผ่านกระบวนการสกัด การต้ม และการแช่ด้วยน้ำร้อน

3. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทดสอบด้วยวิธี DPPH ที่บ่งบอกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชา โดยสารสกัดของชา เนื้อเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้พบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 85.77 และ 86.16 ตามลำดับ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกัน โดยเมื่อทำการต้มถุงชาและแช่ถุงชาในน้ำร้อนพบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำชาจากเนื้อเมล็ดโกโก้ร้อยละ 84.00 และ 76.22 ตามลำดับ และพบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำชาเปลือกเมล็ดโกโก้ร้อยละ 85.76 และ 75.02 ตามลำดับ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับสารสกัด แสดงกราฟดังภาพที่ 4 โดยการต้มถุงชาทำให้น้ำชาที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกับสารสกัด และมีค่าสูงกว่าน้ำชาที่ได้จากการเตรียมชาด้วยวิธีการแช่ถุงชาในน้ำร้อน



ภาพที่ 4 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้ที่ผ่านกระบวนการสกัด การต้ม และการแช่ด้วยน้ำร้อน

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ชาเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้ด้วยวิธีการสกัด พบว่า สารสกัดชาเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 226.09 และ 221.78 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของชาแห้ง ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด เท่ากับ 172.00 และ 126.10 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซีทินต่อกรัมของชาแห้ง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 85.77 และ 86.16 ตามลำดับ โกโก้เป็นแหล่งที่อุดมด้วยสารประกอบฟีนอลิกซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ โดยทั่วไปสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ดโกโก้จะมีปริมาณประมาณ 100-300 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมแห้ง ส่วนเปลือกเมล็ดโกโก้มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดประมาณ 20-100 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมแห้ง [10] และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 85.18 [11] จากผลการวิจัยนี้เปลือกเมล็ดโกโก้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงใกล้เคียงกับเนื้อเมล็ดโกโก้ เนื่องจากการปกเปลือกเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องปอกจะมีเนื้อเมล็ดโกโก้ติดมาในปริมาณมาก รวมถึงผลของเปลือกเมล็ดโกโก้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง จึงทำให้สามารถนำเปลือกเมล็ดโกโก้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชาสำหรับดื่มเพื่อสุขภาพที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตช็อกโกแลตได้

การเตรียมชาเปลือกโกโก้ด้วยวิธีการต้มและการแช่ถุงชาในน้ำร้อนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 16.27 และ 22.40 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของชาแห้ง ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 8.01 และ 4.47 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซีทินต่อกรัมของชาแห้ง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 85.76 และ 75.02 ตามลำดับ โดยสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากการชงชาเมล็ดโกโก้และเปลือกเมล็ดโกโก้มีปริมาณเป็น 5-10% ของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในชาที่วัดค่าโดยวิธีการสกัด การชงชาเปลือกเมล็ดโกโก้ด้วยวิธีการแช่ในน้ำร้อนเป็นกระบวนการที่ได้สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าการต้มถุงชา เนื่องจากสารฟีนอลิกทั้งหมดสามารถละลายตัวได้ที่อุณหภูมิสูง [12] สอดคล้องกับงานวิจัยของ [13] เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการชงชาจาก 100 เป็น 140 องศาเซลเซียส พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชาเปลือกเมล็ดโกโก้ลดลงและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 81.64-85.19% โดยสารประกอบฟีนอลิกระเหยได้ง่ายระหว่างการให้ความร้อน [14] ในทางตรงกันข้ามการต้มถุงชาจะสามารถสกัดสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการแช่ถุงชาในน้ำร้อน ดังนั้นการชงชาแบบต้มถุงชาจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้เปลือกเมล็ดโกโก้มีศักยภาพสูงในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชาเพื่อเป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน [15]

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่สนับสนุนสถานที่การทำงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริพร เหลียงกอบกิจ. (2551). โกโก้ที่มาของความอร่อย. *จุลสารข้อมูลสมุนไพร*, 25(4), 3-12.
- [2] Poveda, O.R., Pereira, L. B., Zeppa, G., & Stévinny, C. (2020). Cocoa Bean Shell-A byproduct with nutritional properties and biofunctional potential. *Nutrients*, 12(4), 11-23.
- [3] Bakalbasi, E., Montes, O., & Artik, N. (2009). Food ellagitannins-occurrence, effects of processing and storage. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(3), 283-98.
- [4] Fantini, M., Benvenuto, M., Masuelli, L., Frajese, G.V., Tresoldi, I., & Modesti, A. (2015). In vitro and in vivo antitumoral effects of combinations of polyphenols, or polyphenols and anticancer drugs: perspectives on cancer treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(5), 9236-82.
- [5] Hammerstone, J. F., Lazarus, S. A., Schmitz, H. H., & Schmitz, H. R. (2000). Procyanidin content and variation in some commonly consumed foods. *Journal of Nutrition*, 130(8S Suppl), 2086S-2092S.
- [6] Joomwong, A., & Katdee, W. (2020). Effects of brewing time period on Physical and Chemical Quality, Antioxidant activity and Sensory quality of Gynostemma pentaphyllum Tea. *Agriculture and Technology Journal*, 1(1), 27-37.
- [7] Inchuen, S., Pornchaloempong, P., & Narkruga, W. (2010). Effect of drying methods on chemical composition, color and antioxidant properties of Thai red curry powder. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 44, 142- 151.
- [8] Hu, Z., Tang, X., Liu, J., Zhu, Z., & Shao, S. (2016). Effect of parboiling on phytochemical content, antioxidant activity and physicochemical properties of germinated red rice. *Journal of Food*, 214, 285-292.
- [9] Namchot, C., Phasuk, S., & Takonphakdee. P. (2013). Efficiency of Feronia lomonía swingle branch crude extract as antioxidant. pp. 251-260. *In the 5th Rajamangala University of Technology National Conference*, 28 March 2014, IMPACT Muang Thong Thani, Nonthaburi.
- [10] Sánchez, M., Laca, A., Laca, A., & Díaz, M. (2023). Cocoa Bean Shell: A By-Product with High Potential for Nutritional and Biotechnological Applications. *Antioxidants*, 12(5), 10-28.
- [11] Gumelar, Firmanto, H., & Nurcholis, M. (2022). Antioxidant Content of Tisane of Cocoa Bean Shells as Affected by Roasting Temperatures. *Pelita Perkebunan*, 38(3), 200-210.

- [12] García-Alamilla, P., Lagunes-Gálvez, L.M., Barajas-Fernández, J., & García-Alamilla, R. (2017). Physicochemical changes of cocoa beans during roasting process. *Journal of Food Quality*, 2017(1), 1-11.
- [13] Gumelar, Firmanto, H., & Nurcholis, M. (2022). Antioxidant Content of Tisane of Cocoa Bean Shells as Affected by Roasting Temperatures. *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 38(3), 200-210.
- [14] Irondi, E.A., Adegoke, B.M., Effion, E.S., Oyewo, S.O., Alamu, E.O., & Boligon, A.A. (2019). Enzymes inhibitory property, antioxidant activity and phenolics profile of raw and roasted red sorghum grains in vitro. *Food Science and Human Wellness*, 8(2), 142–148.
- [15] Lopes, S.M.D.A., Martins, M.V., Souza, V.B. de, & Tulini, F.L. (2021). Evaluation of the nutritional composition of cocoa bean shell waste (*Theobroma cacao*) and application in the production of a phenolic-rich iced tea. *Journal of Culinary Science & Technology*, 21(5), 818–828.