

สารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรจากใบชะมวง (*Garcinia cowa* Roxb.)

Phenolic compounds, antioxidant activity and microbial count in Chamuang (*Garcinia cowa* Roxb.) leaves herbal tea products

มธุรา อุณหศิริกุล¹, เตือนเต็ม ทองเผือก¹, พัชรินทร์ เวิร์ตง¹ และรวินิภา ศรีมูล²

Matura Unhasirikul¹, Dueantem Thongphueak¹, Patcharin Werutung¹ and Rawinipa Srimoon²

Received: 15 August 2025 ; Revised: 15 October 2025 ; Accepted: 27 October 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวง 2 สูตร สูตรที่ 1 คือใบชะมวงอบลมร้อน (ไม่ผ่านการหมัก) และสูตรที่ 2 คือใบชะมวงลวกในน้ำเดือดแล้วนำไปคั่ว ผึ่งแล้วนวดและนำไปอบลมร้อน (ชากึ่งหมัก) นำชาที่ผลิตได้มาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น สารสกัดที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณจุลินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่า ชาใบชะมวงสูตรที่ 2 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ร้อยละ 0.67 และ 0.98 ตามลำดับ) ซึ่งไม่เกินปริมาณความชื้นที่กำหนดของมาตรฐานอาหารประเภทชาของกระทรวงสาธารณสุข ชาใบชะมวงสูตรที่ 2 ยังมีปริมาณสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน, ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอช สูงกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 39.29 ± 0.37 , 37.79 ± 0.24 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัม และร้อยละ 49.41 ± 0.26 ตามลำดับ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวงทั้งสองสูตรมาตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า ช่วงเดือนที่ 2-4 พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา น้อยกว่า 10 cfu/กรัม และเมื่อครบ 6 เดือน พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยไม่เกิน 53.3 cfu/กรัม ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานปริมาณจุลินทรีย์ที่กำหนดไว้ในผลิตภัณฑ์ชาของกระทรวงสาธารณสุข ผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าใบชะมวงสามารถนำมาผลิตชาได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร

คำสำคัญ: ชาสมุนไพร, ชะมวง, สารประกอบฟีนอลิก, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This research focused on two recipes for processing Chamuang (*Garcinia cowa* Roxb.) leaves: Recipe 1, in which the leaves were hot-air dried (non-fermented), and Recipe 2, in which the leaves were blanched, pan-fired, rolled, and hot-air dried (semi-fermented). The tea leaf products were analyzed for moisture content, hot-water extraction yield, total phenolic content, DPPH radical scavenging activity, and microbial count. The results showed that Recipe 2 had significantly lower moisture content than Recipe 1 ($p \leq 0.05$) (0.67% and 0.98%, respectively), which did not exceed the standard value for tea products specified by the Ministry of Public Health. Recipe 2 also had significantly higher ($p \leq 0.05$) extraction yield, total phenolic content, and DPPH radical scavenging activity than Recipe 1, with values of $39.29 \pm 0.37\%$, 37.79 ± 0.24 mg gallic acid/g, and $49.41 \pm 0.26\%$, respectively. Total microorganism, yeast, and mold counts were monitored over a 6-month shelf-life study of the Chamuang herbal tea products; during months 2–4, counts in both recipes remained below 10 CFU/g, and by month 6 they had increased slightly but did not exceed 53.3 CFU/g — within the standard limits for total microorganisms in tea products specified by the Ministry of Public Health. These findings demonstrate that Chamuang leaves have the potential to be processed into herbal tea that meets the quality standards for herbal tea products.

Keywords: Herbal tea, *Garcinia cowa* Roxb., total phenolic compounds, antioxidant activity

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

² คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

¹ Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

² Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi Campus

* Correspondent author: Rawinipa Srimoon, Email rawinipa_sr@rmutto.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้น โดยเน้นการบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย อาหารและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจึงเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ชาสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมากเนื่องจากชามีสารที่ส่งผลดีต่อร่างกาย เช่น คาเทชิน (catechins) เอพิกคาเทชิน (Epicatechin) เอพิกัลโลคาเทชิน (Epigallocatechin) เป็นต้น ช่วยลดการเกร็งและการเกิดตะกอนภายในหลอดเลือด ลดความเสี่ยงของโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายจากการขาดเลือด อัมพฤกษ์อัมพาตจากเส้นเลือดตีบ เป็นต้น (Pérez-Burillo *et al.*, 2018; Srimoon & Niyomwan, 2023) สารประกอบ ฟีนอลิกที่พบในชา มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ มีส่วนช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ (Kumamoto *et al.*, 2001; Yuan *et al.*, 2011) ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ความดันระดับน้ำตาลในเลือด (Shoji & Nakashima, 2006) ลดไขมัน (Rains *et al.*, 2011) ชาสมุนไพรหลายชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น ชารางจืด ชาใบย่านาง ชามะรุม ชาใบหม่อน เป็นต้น (Pookang & Jamjang, 2016; Kritsiriphongkul, 2019; Methaakkharadecha & Srisopa, 2020) ชาสมุนไพรจึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้รักสุขภาพ

จังหวัดจันทบุรีมีชื่อเสียงทั้งด้านผลไม้และอาหารหลายประเภท อาหารท้องถิ่นขึ้นชื่อชนิดหนึ่ง คือแกงหมูชะมวง ซึ่งมีใบชะมวงเป็นส่วนประกอบหลัก ชะมวง (*Garcinia cowa* Roxb. Ex Choisy) เป็นพืชสกุลเดียวกับมะดันและส้มแขก จัดอยู่ในวงศ์ Clusiaceae มีลักษณะเป็นพืชไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลางไม่ผลัดใบ (Atthajedi, 2007; Pattamadilok *et al.*, 2010) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของใบชะมวง 100 กรัม ให้พลังงาน 51 กิโลแคลอรี โปรตีน 1.9 กรัม คาร์โบไฮเดรต 9.6 กรัม ไขมัน 0.6 กรัม เส้นใย 3.2 กรัม มีแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง วิตามินซี โนอะซิน และสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด (Deevises, 1999) ใบและยอดอ่อนของชะมวงนำมาปรุงอาหารหรือใช้รับประทานเป็นผักสด ใบชะมวงมีรสเปรี้ยวเกิดจากกรดมาลิก (Malic acid) ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่พบมากในใบชะมวง และพบสาร Hydroxycitric acid (HCA) ออกฤทธิ์ลดไขมันในเส้นเลือด (Likhitwitayawuid & Padingcharoen, 2006) สารออกฤทธิ์กลุ่มเด่นที่พบในใบชะมวงเป็นกลุ่มแซนโทน ได้แก่ สาร 7-O-methylgarcinone E, cowaxanthone, cowanin, cowanol และ β -mangostin สาร 7-O-methylgarcinone E ในเปลือกต้นชะมวงมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Plasmodium falciparum* ที่ทำให้เกิดโรคมาลาเรีย พบฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง และต้านการ

เสื่อมสภาพของเซลล์ กระตุ้นการทำงานของเซลล์ผิวหนัง และเซลล์ตับ เป็นต้น (Liangsakul *et al.*, 2019) การศึกษาสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของชะมวง ได้แก่ ใบ ดอก ผล เนื้อไม้ เปลือกต้น ราก เปลือกราก และยาง ด้วยวิธีแช่หมักในเอทานอล แล้วนำสารสกัดไปแยกองค์ประกอบด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบแบ่งส่วน (Partition chromatography) พบสารที่แยกได้ คือ α -mangostin, cowanin, cowanol และ 7-O-methylgarcinone E มีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง 3 ชนิด ได้แก่ มะเร็งลำไส้ (SW620) มะเร็งปอด (CHAGO-KI) และมะเร็งกระเพาะอาหาร (KATO-III) ซึ่งตรวจสอบด้วยวิธี MTT Assay โดยมีค่า IC_{50} ในช่วง 1.7-4.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร สารสกัดมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารและเชื้อราก่อโรคผิวหนัง (Pattamadilok *et al.*, 2010) จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์จากใบชะมวงที่มีการเพาะปลูกในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี โดยนำใบชะมวงมาผลิตเป็นชาสมุนไพร 2 สูตร และทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณสารสกัดที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH นอกจากนี้ยังศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวงที่เก็บรักษานาน 6 เดือน เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไปผลิตภัณฑ์ชาจะมีการเปลี่ยนแปลง อาจมีความชื้นเพิ่มขึ้นจนทำให้เกิดการเจริญของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ เช่น ยีสต์และรา เป็นต้น ผลจากการวิจัยจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับใบชะมวง เพิ่มความหลากหลายในการใช้ประโยชน์ให้กับใบชะมวง

การทดลอง

1. ตัวอย่างใบชะมวง

ใบชะมวง ได้จากพื้นที่หมู่บ้านตะปอนน้อย ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี เลือกใบชะมวงที่ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป และไม่เป็นรอยโรค เก็บในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2567 นำใบชะมวงมาล้างทำความสะอาด แล้วนำไปผลิตชาใบชะมวง 2 สูตร สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากวิธีการของ Kanenok (2013) นำใบชะมวงสดที่ผึ่งแห้งแล้วตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 1x1 ตารางเซนติเมตร อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ปั่นด้วยโถปั่นนาน 5 นาที ร่อนผ่านตะแกรกร่อนแบ่งขนาด 60 mesh นำไปบรรจุในถุงชาขนาด 3x5 เซนติเมตร น้ำหนักชาต่อถุง 2 กรัม สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากวิธีการของ Nualbunruang *et al.* (2014) นำใบชะมวงสดไปผึ่งลมไว้ 1 คืน ลวกในน้ำร้อนเดือด 30 วินาที สะเด็ดน้ำออกแล้วนำไปคั่วเป็นเวลา 4 นาที เพื่อให้ใบชะมวงมีกลิ่นหอม นำไปผึ่งในแดด แล้วนวดใบชะมวง

ประมาณ 10 นาที พลิกไปมาที่อุณหภูมิห้องอีกประมาณ 15 นาที จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ปั่นด้วยโม่ปั่นนาน 5 นาที ร่อนผ่านตะแกรงร่อนแบ่งขนาด 60 mesh แล้วนำไปบรรจุในถุงชาขนาด 3x5 เซนติเมตร น้ำหนักชาต่อถุง 2 กรัม ดัง Figure 1

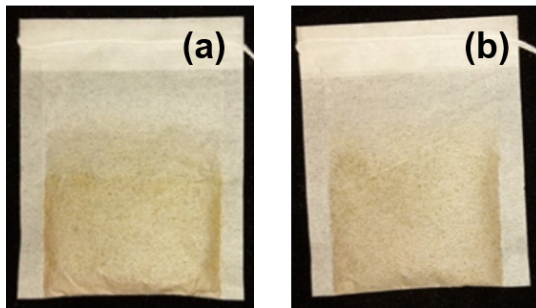


Figure 1 Chamuang leaves herbal tea packed in tea bag (a) tea recipe 1, (b) tea recipe 2.

2. การหาปริมาณความชื้นในชา

ความชื้นในใบชามีผลต่อทั้งรสชาติของชา คุณภาพของใบชา การเจริญของจุลินทรีย์ และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ปริมาณความชื้นในชาใช้วิธีการของ AOAC (2000) อบถด้วยอลูมิเนียมในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น นำไปชั่งน้ำหนักและชั่งตัวอย่างชาแต่ละสูตร 3 กรัม (น้ำหนักแน่นอน) ใส่ถ้วยอลูมิเนียม นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำออกมาใส่โถดูดความชื้น เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที ชั่งน้ำหนักจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ คำนวณร้อยละความชื้นในชาจากสมการที่ (1)

$$\text{Moisture content (\%)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W} \quad (1)$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักตัวอย่างชาแต่ละสูตร, W_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างชาแต่ละสูตรก่อนอบและน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม และ W_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างชาแต่ละสูตรหลังอบและน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม

3. การหาปริมาณสารสกัดที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อนในชา

ปริมาณสารสกัดที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อนในชาดัดแปลงวิธีการของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (Department of Medical Sciences, 2015) อบชากระเหยที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น 30 นาที

แล้วชั่งน้ำหนัก จากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างชาแต่ละสูตร 2 กรัม (น้ำหนักแน่นอน) ถ่ายใส่ขวดรูปชมพู่ เติมน้ำร้อนปริมาตร 200 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แกว่งเบา ๆ เป็นระยะ ๆ ปิดปากขวดรูปชมพู่ด้วยจุกยางที่มีแท่งแก้วยาว 75 เซนติเมตร เพื่อให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำ ต้มต่อไปช้า ๆ ให้ไอน้ำกลั่นตัวทั้งหมดนาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ตวงสารที่กรองได้ 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดระเหยที่อบและชั่งน้ำหนักแน่นอนไว้แล้ว จากนั้นนำไประเหยบนอ่างน้ำร้อนเดือดจนแห้ง นำชากระเหยไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักแน่นอน) คำนวณปริมาณสารสกัดที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อนจากสมการที่ (2)

$$\text{extraction yield (\%)} = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^4 \times 500}{[W \times (100 - (\% \text{ moisture content})) \times 50]} \quad (2)$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักตัวอย่างชาแต่ละสูตร, W_1 คือ น้ำหนักชากระเหย และ W_2 คือ น้ำหนักชากระเหยพร้อมสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu ดัดแปลงจาก Sinthupibulyakit *et al.* (2015) ชงน้ำชาใบชะมวงโดยแช่ถุงชาแต่ละสูตรลงในน้ำต้มเดือด ปริมาตร 200 มิลลิลิตร นาน 5 นาที จากนั้น นำถุงชาออก ปิดเตาน้ำชาใบชะมวง ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ผสมน้ำกลั่น ปริมาตร 2.6 มิลลิลิตร เติมน้ำละลาย Folin-Ciocalteu ร้อยละ 10 ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที เมื่อครบเวลานำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

5. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl hydrazyl) assay

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ดัดแปลงจาก Sookkua (2013) ชงน้ำชาใบชะมวงโดยแช่ถุงชาลงในน้ำ

เดือดปริมาตร 200 มิลลิลิตร นาน 5 นาที จากนั้น นำถุงชาออก ปิดเตา น้ำชาปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ 1 มิลลิลิตร เขย่า ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของชาใบชะมวงเทียบกับตัวอย่างควบคุมโดยใช้เมทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 จากสมการที่ (3)

$$\text{DPPH scavenging activity (\%)} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ A_1 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม และ A_2 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างน้ำชา

6. การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในชาใบชะมวง

ทำการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในชาใบชะมวง เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไปผลิตภัณฑ์ชาอาจมีการเจริญของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ เช่น ยีสต์และรา เป็นต้น ปริมาณจุลินทรีย์ในชาใบชะมวงใช้วิธีการของ AOAC (2000) ผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวงทั้งสองสูตรที่บรรจุในซองชาเก็บใส่ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน เก็บตัวอย่างใบชาทุก 2 เดือน นำมาตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ด้วยวิธี Total Plate Count ดังต่อไปนี้

6.1 การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ชั่งชาใบชะมวง 10 กรัม (5 ซอง) เติมสารละลายเปปโตनร้อยละ 0.1 (ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ใส่ในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ ปรับปริมาตรเป็น 90 มิลลิลิตร นำถุงพลาสติกที่บรรจุตัวอย่างใบชาและสารละลายเปปโตนเข้าเครื่องตีปั่นอาหาร (Stomacher) ตีปั่นเป็นเวลา 2 นาที ตัวอย่างจะมีระดับเจือจางเท่ากับ 1:10 หรือ 10^{-1} นำตัวอย่างที่ผ่านการตีปั่นมาเจือจางด้วยสารละลายเปปโตนความเข้มข้น 0.1 ในหลอดทดลองหลอดละ 9 มิลลิลิตร เจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-4} นำไปตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี Pour plate โดยใช้ไมโครปิเปตดูดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร จากแต่ละระดับการเจือจาง เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar เททับจุลินทรีย์ หมุนจานเลี้ยงเชื้อเบา ๆ ทิ้งไว้ 15 นาที เพื่อให้อาหารแข็งตัว บ่มอาหารเลี้ยงเชื้อในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยคว่ำจานเพาะเชื้อ เมื่อครบเวลานำไปตรวจนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี รายงานผลจำนวนเชื้อเป็น cfu/กรัม

6.2 การตรวจสอบปริมาณยีสต์และราทั้งหมด

ชั่งชาใบชะมวงแต่ละสูตร 10 กรัม (5 ซอง) ใส่ในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ เติมสารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 (ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที) ปรับปริมาตรเป็น 90 มิลลิลิตร นำถุงพลาสติกที่บรรจุตัวอย่างและสารละลายเปปโตนเข้าเครื่องตีปั่นอาหาร ตีปั่นเป็นเวลา 2 นาที ตัวอย่างจะมีระดับเจือจางเท่ากับ 1:10 หรือ 10^{-1} นำตัวอย่างที่ผ่านการตีปั่นมาเจือจางด้วยสารละลายเปปโตนความเข้มข้น 0.1 ในหลอดทดลองหลอดละ 9 มิลลิลิตร ทำการเจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-4} ใช้ไมโครปิเปตดูดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร จากแต่ละระดับการเจือจาง เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar ที่เติมกรดทาร์ทริกความเข้มข้นร้อยละ 10 ในปริมาตร 1.9 มิลลิลิตร ต่อ PDA 100 มิลลิลิตร เพื่อปรับ pH ของ PDA ให้เหมาะสมกับเชื้อราและยีสต์ หมุนจานเลี้ยงเชื้อเบา ๆ ทิ้งไว้ 15 นาที เพื่อให้อาหารแข็งตัว บ่มอาหารเลี้ยงเชื้อในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยคว่ำจานเพาะเชื้อ เมื่อครบเวลานำไปตรวจนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี รายงานผลจำนวนเชื้อเป็น cfu/กรัม ปริมาณจุลินทรีย์ ยีสต์และราทั้งหมด คำนวณจากสมการที่ (4)

$$\text{Total microorganism} = \frac{\text{Number of colonies} \times \text{DL. (4)}}{\text{Volume plate}}$$

เมื่อ DL. คือ dilution factor คือ อัตราส่วนการเจือจาง เป็นค่าส่วนกลับของ dilution เช่น dilution 10^{-4} มีค่า dilution factor เป็น 10^4

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการทดสอบความชื้น ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำร้อน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณจุลินทรีย์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. คุณลักษณะของผงชาและน้ำชาใบชะมวง

จากการเตรียมชาใบชะมวง 2 สูตร สูตรที่ 1 คือ ใบชะมวงอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส บั่นแล้วบรรจุในถุงชา และสูตรที่ 2 คือ ใบชะมวงลวกในน้ำเดือดแล้วนำไปคั่ว ผึ่งแล้วนวดและนำไปอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศา

เซลเซียส บั่นแล้วบรรจุในถุงชา พบว่า ลักษณะของผงชาทั้งสองสูตรเป็นสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นอ่อนของชา และมีกลิ่นเปรี้ยวของชะมวงเล็กน้อย โดยผงชาสูตรที่ 2 จะมีสีเข้มกว่า กลิ่นชาแรงกว่าผงชาสูตรที่ 1 เมื่อนำชาทั้งสองสูตรไปชงเป็นน้ำชาพบว่า น้ำชาใบชะมวงทั้งสองสูตรมีสีเหลืองเข้ม ชุ่นเล็กน้อย น้ำชาใบชะมวงสูตรที่ 2 จะมีสีเหลืองเข้มกว่าสูตรที่ 1 เล็กน้อยดัง Figure 2 น้ำชาทั้งสองสูตรมีกลิ่นหอมของชาอ่อน ๆ และรสชาติเปรี้ยว ซึ่งรสชาติเปรี้ยวของชาใบชะมวงเกิดจากการดมาลิกซึ่งเป็นสารกลุ่มเด่นที่พบมากในใบชะมวง (Likhitwitayawuid & Padingcharoen, 2006)

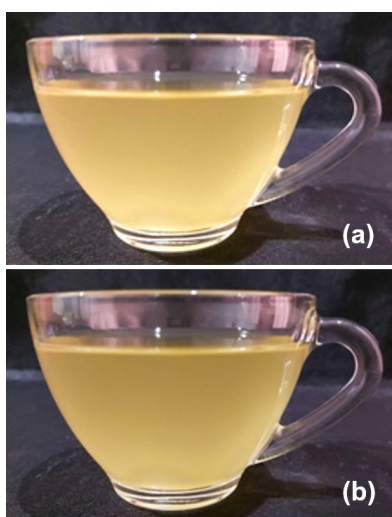


Figure 2 Chamuang tea (a) tea recipe 1, (b) tea recipe 2.

2. ผลการหาปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวง
จากการหาปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาจากใบชะมวงทั้ง 2 สูตร เป็นดัง Table 1 พบว่า ชาใบชะมวงสูตรที่ 2 มีความชื้นต่ำกว่าชาใบชะมวงสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากกระบวนการผลิตชาสูตรที่สอง มีการคั่วชาและการผึ่งชา ซึ่งการผึ่งชาเป็นกระบวนการลดความชื้นของใบชาและกระตุ้นให้เกิดกระบวนการหมักอย่างอ่อน ๆ ในใบชา นอกจากนี้ การอบใบชาในขั้นตอนสุดท้ายจะช่วยไล่ความชื้นออกจากใบชา ทำให้ชาใบชะมวงจากสูตรที่สองมีความชื้นต่ำกว่า (Nillavesana & Noppakhunwong, 2012) ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาชะมวงทั้งสองสูตรไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขซึ่งกำหนดไว้ว่าปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ชาต้องไม่เกินร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก (Ministry of Public Health, 2020)

Table 1 Moisture content in Chamuang tea products (n=3)

Chamuang tea recipe	Moisture content (%)
Recipe 1	0.98 ± 0.00^a
Recipe 2	0.67 ± 0.03^b

The superscript letters (^{a,b}) show the significant difference ($p \leq 0.05$)

3. ผลการหาปริมาณสารสกัดที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อนของผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวง

เมื่อเตรียมสารสกัดด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ของชาใบชะมวงทั้ง 2 สูตร สารสกัดที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม แท่งกรอบ (Figure 3) ชาใบชะมวงสูตรที่ 2 มีร้อยละของสารที่สกัดได้สูงกว่าชาใบชะมวงสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดัง Table 2

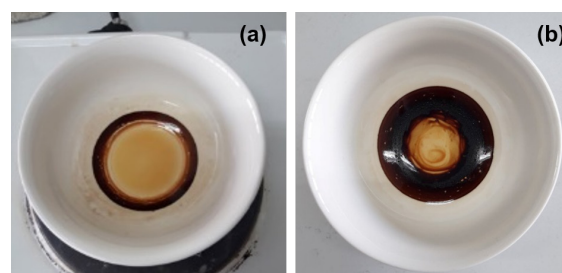


Figure 3 Aqueous extract of Chamuang tea (a) tea recipe 1, (b) tea recipe 2.

Table 2 Aqueous extract of Chamuang tea products (n=3)

Chamuang tea recipe	% extract yield
Recipe 1	30.17 ± 0.44^a
Recipe 2	39.29 ± 0.37^b

The superscript letters (^{a,b}) show the significant difference ($p \leq 0.05$)

4. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวง

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวงทั้งสองสูตรดัง Table 3 พบว่า ชาใบชะมวงสูตรที่ 2 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าชาใบชะมวงสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sukkhaeng *et al.* (2017) ศึกษาผักพื้นบ้านไทยหลายชนิด มีสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณสูงและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้

ชาใบชะมวงสูตรที่ 2 มีขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างจากชาชะมวงสูตรที่ 1 โดยนำไปลวกน้ำร้อน คั่วด้วยไฟต่ำๆ การลวกในน้ำเดือดจะยับยั้งเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส ความร้อนและการนวดทำให้เซลล์ในใบชะมวงแตกออก ช่วยสกัดสารประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ภายในใบของชะมวงให้ออกมาอยู่ในสารสกัดได้ดีขึ้น (Srimoon, 2020) สอดคล้องกับการศึกษาของ Minatel *et al.* (2017) ซึ่งพบว่า ถ้าลวกบลูเบอร์รี่ด้วยน้ำเดือดก่อนแล้วจึงนำไปแปรรูปเป็นน้ำบลูเบอร์รี่จะให้ปริมาณแอนโท

ไซยานินในน้ำบลูเบอร์รี่เพิ่มขึ้นถึงสองเท่า จากผลการทดลองจะเห็นว่ากรรมวิธีการเตรียมชาสมุนไพรมีผลต่อปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมด การลวกสมุนไพรสดด้วยน้ำร้อน การคั่วด้วยไฟอ่อนๆ การนวดใบชาที่คั่วแล้วแล้วอบด้วยลมร้อน จะได้ชาสมุนไพรที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว

Table 3 Total phenolic content and %DPPH radical scavenging activity in Chamuang tea products (n=3)

Chamuang tea recipe	Total phenolic content (mg GAE/g dw)	% DPPH radical scavenging activity
Recipe 1	29.62 ± 0.19 ^a	37.36 ± 0.35 ^a
Recipe 2	37.79 ± 0.24 ^b	49.41 ± 0.26 ^b

The superscript letters (^{a,b}) in each column show the significant difference (p≤0.05)

GAE=gallic acid equivalent, dw=dry weight

5. ปริมาณจุลินทรีย์ในชาใบชะมวง

จากการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ในผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน พบว่า ผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวงทั้ง 2 สูตร พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา น้อยกว่า 10 cfu/กรัม เมื่อเก็บรักษาไม่เกิน 4 เดือน และเมื่อเก็บรักษาไปจนครบ 6 เดือน พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (Figure 4) แต่ยังคงอยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนดของกระทรวงสาธารณสุข (Ministry of Public Health, 2020) ที่กำหนดไว้ว่าผลิตภัณฑ์ชาต้องตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดยีสต์และรา ไม่เกิน 100 cfu ในชา 1 กรัม และยังคงอยู่ในเกณฑ์ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานค่าความบริสุทธิ์ หรือคุณลักษณะอื่นอันมีความสำคัญต่อคุณภาพสำหรับตำรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ขึ้นทะเบียน แจ้งรายละเอียด หรือจดแจ้ง พ.ศ.2568 (Ministry of Public Health, 2025) ที่กำหนดไว้ว่าจำนวนรวมของจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (Total Aerobic Microbial Count, TAMC) ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ประกอบด้วยสารสกัด และ/หรือพืชสมุนไพร (ที่มีหรือไม่มีสารปรุงแต่ง) ซึ่งมีการรับประทานในลักษณะชงด้วยน้ำเดือด ไม่ว่าจะผ่านหรือไม่ผ่านกระบวนการผลิตที่สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์หรือไม่ก็ตาม ต้องมีค่าไม่

มากกว่า 5×10^7 cfu/กรัม และจำนวนรวมของยีสต์และรา (Total Yeast and Mold Count, TYMC) ต้องมีค่าไม่มากกว่า 5×10^5 cfu/กรัม ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิตชาสูตรที่สองมีการคั่วชาและการผึ่งชา ซึ่งช่วยลดความชื้นของใบชาทำให้ชา มีความชื้นต่ำกว่า การอบใบชาเป็นการกำจัดความชื้นออกจากใบชาในขั้นตอนสุดท้ายทำให้ชาทำให้การเจริญของจุลินทรีย์ราและยีสต์ในชาสูตรที่ 2 มีค่าต่ำกว่า นอกจากนี้ ใบใบชะมวงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบหลายชนิด เช่น *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella Typhimurium* ที่เป็นสาเหตุก่อโรคในทางเดินอาหาร (Sitlaothaworn & Dechkla, 2016) เมื่อนำใบชะมวงมาแปรรูปเป็นใบชาซึ่งทำให้แห้งและมีความชื้นต่ำ (ร้อยละ 0.67-0.98) ทำให้ผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวงจะมีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ช้ามาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thamee & Intipunya (2016) ซึ่งศึกษาอายุการเก็บรักษาและปริมาณจุลินทรีย์ในชาใบหม่อนผสมผลหม่อนเป็นเวลา 120 วัน ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การศึกษาของ Fennema (1996) พบว่าจุลินทรีย์จะไม่สามารถเจริญได้ในผลิตภัณฑ์ชาที่มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีต่ำกว่า 0.6

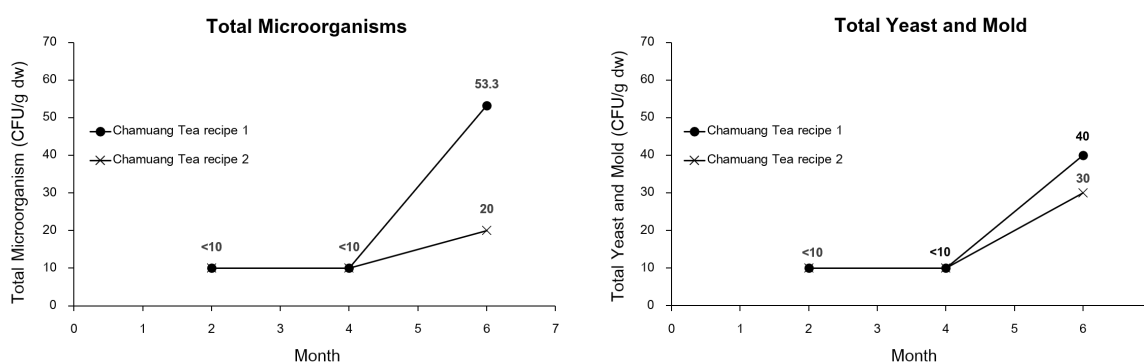


Figure 4 Total microorganisms, total yeast and mold in in Chamuang tea products.

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการเตรียมผลิตภัณฑ์ชาใบชะมวง 2 สูตร พบว่า ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาชะมวงที่เตรียมได้ทั้งสอง สูตรไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของ ผลิตภัณฑ์ชาที่ต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก และ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาไว้เป็นเวลา 4 เดือน พบการเจริญ ของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา น้อยกว่า 10 cfu/กรัม และเมื่อผ่านไป 6 เดือน พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น แต่ยังคงอยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ที่กำหนดไว้ว่าผลิตภัณฑ์ชาต้องตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา น้อยกว่า 100 cfu/กรัม กรรมวิธีการเตรียมชา สมุนไพรมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด การลวก สมุนไพรสดด้วยน้ำร้อนจะยับยั้งเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส การคั่วด้วยไฟอ่อนๆ การนวดใบชาที่คั่วแล้ว อบด้วยลมร้อนที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำให้เซลล์ในใบชะมวงแตกออก เป็นการเพิ่มการสกัดสารประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ภายในใบของ ชะมวงให้ออกมาอยู่ในสารสกัดได้ดีขึ้น ดังนั้น กรรมวิธีการ เตรียมชาใบชะมวงสูตรที่ 2 จะได้ชาสมุนไพรที่มีปริมาณสาร ประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการ อบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียวดังการเตรียมชาใบชะมวง สูตรที่ 1 ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าใบชะมวงมีศักยภาพใน การนำมาผลิตชาที่มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการผลิต ผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรเป็นการนำพืชสมุนไพรในท้องถิ่นมาใช้ ให้เกิดประโยชน์ในหลากหลายมิติ อย่างไรก็ตาม เพื่อเป็นการ พัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรจากใบชะมวงควรทำการ ประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลง คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และปริมาณสารสำคัญที่ เปลี่ยนแปลงไป และทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาท สัมผัสควบคู่ไปด้วยเพื่อให้เป็นที่ชื่นชอบและยอมรับของ ผู้บริโภคต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี งบประมาณ 2567 ผู้วิจัย ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี สำหรับการอำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์และเครื่องมือการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. (2000). *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.
- Atthajedi, A. (2007). *Chanthaburi traditional plant-food* (p. 211). Tonchabab Publishing.
- Deevises, K. (1999). *Southern traditional vegetables* (p. 279). The War Veterans Organization of Thailand Printing.
- Department of Medical Sciences. (2015). *Standard methods for food analysis* (Vol. 1, pp. 1–232). Ministry of Public Health.
- Fennema, R. O. (1996). *Food chemistry* (3rd ed.). Marcel Dekker.
- Kanenok, S. (2013). *Development of Namwa banana peel tea for health* [Full report]. Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University.
- Kritsiriphongkul, P. (2019). *Study on antioxidant activity of tea Moringa oleifera Lam.* [Master's thesis, Dhurakij Pundit University].
- Kumamoto, M., Sonda, T., Nagayama, K., & Tabata, M. (2001). Effects of pH and metal ions on antioxidative activities of catechins. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 65(1), 126–132. <https://doi.org/10.1271/bbb.65.126>

- Liangsakul, J., Sitthigool, S., & Suttisri, R. (2019). Chemical constituents of *Garcinia cowa* Roxb. ex DC. and their cytotoxicity. *Current Applied Science and Technology*, 8(2), 99–108.
- Likhitwitayawuid, K., & Padingcharoen, R. (2006). *Anti-malaria from Chamuang* (*Garcinia cowa* Roxb.) bark [Full report]. Chulalongkorn University.
- Methaakkharadecha, N., & Srisopa, A. (2020). Phenolic contents and antioxidant activities of mulberry leaf tea and water-soluble mulberry leaf tea powder. *Thai Journal of Science and Technology*, 9(2), 230–242. <https://doi.org/10.14456/tjst.2020.35>
- Minatel, I. O., Borges, C. V., Ferreira, M. I., Gomez, H. A. G., Chen, C. Y. O., & Lima, G. P. P. (2017). *Phenolic compounds: Functional properties, impact of processing and bioavailability*. In M. Soto-Hernández, M. Palma-Tenango, & R. García-Mateos (Eds.), *Phenolic compounds — Biological activity* (pp. 1–24). InTech Open.
- Ministry of Public Health. (2020). *Notification of the Ministry of Public Health* (No. 416) B.E. 2563 (2020), issued by virtue of the Food Act B.E. 2522: Re: Prescribing the quality or standard, principles, conditions and methods of analysis for pathogenic microorganisms in foods.
- Ministry of Public Health. (2025). *Notification of the Ministry of Public Health* (No. 142) B.E. 2568 (2025): Standard criteria, purity value or other characteristics important to quality for herbal product formulas registered, notified, or notified.
- Nillavesana, S., & Noppakhunwong, U. (2012). *Study on processing method for Assam tea* (pp. 1–26). Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- Nualbunruang, P., Changjeraja, R., & Chomsri, N. (2014). Production of white champaca (*Michelia alba* DC.) mixed tea. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 42(3), 311–316.
- Pattamadilok, D., Niumsakul, S., Limpeanchob, N., Ingkaninan, K., & Wongsinkongman, P. (2010). Chemical constituents and anti-hyperlipidemic activity of *Garcinia cowa* leaves. *Journal of Thai Traditional & Alternative Medicine*, 8(2–3), 152–160.
- Pérez-Burillo, S., Giménez, R., Rufán-Henares, J. A., & Pastoriza, S. (2018). Effect of brewing time and temperature on antioxidant capacity and phenols of white tea: Relationship with sensory properties. *Food Chemistry*, 248, 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.056>
- Pookang, J., & Jamjang, K. (2016). Production of tea with antioxidants from Jued and Yanang leaves. In *Proceedings of the 3rd Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference*.
- Rains, T. M., Agarwal, S., & Maki, K. C. (2011). Antiobesity effects of green tea catechins: A mechanistic review. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 22, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.06.006>
- Shoji, Y., & Nakashima, H. (2006). Glucose-lowering effect of powder formulation of African black tea extract in KK-A(y)/TaJcl diabetic mouse. *Archives of Pharmacal Research*, 29, 786–794. <https://doi.org/10.1007/BF02974080>
- Sinthupibulyakit, C., Klanwaree, N., Sriwisarnjaras, T., Dejkhun, C., & Chanchamchoi, W. (2015). The antioxidant activities in infusions and ready-to-drink herbal teas. In *Proceedings of the 7th Academic Meeting, National and International Conference* (Vol. 6, No. 1, pp. 165–172). Suan Sunandha Rajabhat University.
- Sitlaothaworn, K., & Dechkla, M. (2016). *Study on efficiency of herb extracts to inhibit enteric bacteria and application of Jerusalem artichoke as a prebiotic for yogurt production* [Full report]. Suan Sunandha Rajabhat University.
- Sookkua, P. (2013). *Extraction of phenolic compound and antioxidant activity of smooth chastetree* (*Vitex glabrata* R.Br.). Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.
- Srimoon, R. (2020). *Phenolic compounds and antioxidant activity in plants*. Odeonstore Publishing.
- Srimoon, R., & Niyomwan, S. (2023). Effect of temperature, time and brewing method on phenolic compounds, tannins, flavonoids and antioxidant activity of infusion

- tea produced from *Ventilago denticulata* Willd. *Journal of Science and Technology, Mahasarakham University*, 42(3), 97–108.
- Sukkhaeng, S., Promdang, S., & Sawangmake, S. (2017). Indigenous vegetables with sour taste as valuable sources of bioactive compounds. In *Proceedings of the 55th Kasetsart University Annual Conference: Plants, Animals, Veterinary Medicine, Fisheries, Agricultural Extension and Home Economics*.
- Thamee, T., & Intipunya, P. (2016). Recipe development of mixed tea from mulberry leaf and fruit by mixture design. *Journal of Agricultural Research and Communications*, 32(2), 235–245.
- Yuan, J. M., Sun, C., & Butler, L. M. (2011). Tea and cancer prevention: Epidemiological studies. *Pharmacological Research*, 64, 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2011.03.002>