ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดง (*Bauhinia strychinifolia* Craib.) แบบสเตอริไลซ์

Antioxidant Activity, Phenolic Composition and Consumer Satisfaction of Ya-nang-dang (*Bauhinia strychinifolia* Craib.) Sterilized Herbal Drink

อัญชนา รอดรังนก[1*] และพันทิพา ลิ้มสงวน[2]

Aunchana Rodrungnok[1*] and Pantipa Limsanguan[2]

Received: December 20, 2022
Revised: March 27, 2023
Accepted: April 3, 2023

Abstract: Ya-nang-dang (*Bauhinia strychinifolia* Craib.) is a medicinal plant with a variety of pharmacological studies reported. Several bioactive compounds have been reported to promote health in human. The objectives of this study were to develop a sterilized Ya-nang-daeng herbal drink and to determine its biological properties, total phenolic compounds, antioxidant activity and consumer satisfaction (sensory quality test). The herbal drink taste was adjusted with stevia powder and divided into 3 formulas: natural flavor, less sweet taste and sweet taste. The results showed that the total phenolic compounds (TPC) per milligram of Ya-nang-dang herbal drink were 1.61, 1.52 and 1.39 µgGAE/mL, respectively. Considering the serving size (180 mL), the TPC were 289.8, 273.6 and 250.2 µgGAE respectively. The antioxidant activity per serving was 13,950, 16,972 and 18,819 µmolTE. The consumer satisfaction test using a 7-point scale in 60 healthy volunteers showed that the participants were most satisfied with natural flavored beverages, followed by less sweet and sweet flavors with a value of 5.68, 5.11 and 4.81, respectively.

Keywords: *Bauhinia strychinifolia* Craib., antioxidant activity, phenolic compounds, consumer satisfaction

บทคัดย่อ: ย่านางแดง (*Bauhinia strychinifolia* Craib.) เป็นพืชสมุนไพรที่มีรายงานการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา รวมถึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย และส่งผลดีต่อร่างกายมนุษย์ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุขวดแบบสเตอริไลซ์ และทดสอบคุณสมบัติทางชีวภาพ สารประกอบฟีนอลิกรวม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่ม ได้ปรับรสชาติเครื่องดื่มสมุนไพรดังกล่าวด้วยหญ้าหวานชนิดผงแบ่งออกเป็น 3 สูตร ดังนี้คือ รสธรรมชาติ รสหวานน้อย และรสหวาน โดยทดสอบคุณสมบัติทางชีวภาพและทางเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่ม ผลการศึกษาพบว่าเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงทั้ง 3 สูตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมต่อมิลลิลิตรตัวอย่างเท่ากับ 1.61, 1.52 และ 1.39 มิลลิกรัมแกลลิคต่อมิลลิลิตร และเมื่อพิจารณา ต่อ 1 หน่วยบริโภค (180 มิลลิลิตร) พบว่ามีค่าเท่ากับ 289.8, 273.6 และ 250.2 มิลลิกรัมแกลลิคต่อหน่อยบริโภค

[1] วิทยาลัยแพทยศาสตร์นานาชาติจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[1] Chulabhorn International College of Medicine, Thammasat University, Rungsit Campus, Pathum Thani 12120, Thailand

[2] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130

[2] Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathum Thani 12130, Thailand

* Corresponding author: Ard@staff.tu.ac.th

ตามลำดับ อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่อ 1 หน่วยบริโภค เท่ากับ 13,950, 16,972 และ 18,819 ไมโครโมลาร์โทรล็อกซ์ต่อหน่อยบริโภค จากการทดสอบการชิมใช้สเกลแบบ 7 ระดับคะแนนในอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 60 คน พบว่าผู้เข้าร่วมทดสอบมีความพึงพอใจเครื่องดื่มรสธรรมชาติมากที่สุด รองลงมาคือ รสหวานน้อย และ รสหวาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.68, 5.11 และ 4.81 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ย่านางแดง, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, สารประกอบฟีนอลิก, ความพึงพอใจของผู้บริโภค

คำนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะเครื่องดื่มที่ผลิตจากสมุนไพรหลากหลายชนิดซึ่งมีสารสำคัญในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ส่งผลดีต่อสุขภาพในระยะยาว ทั้งนี้สารต้านอนุมูลอิสระมีบทบาทในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นในเซลล์และช่วยกำจัดอนุมูลอิสระที่ร่างกายสร้างขึ้น โดยทั่วไปการสร้างอนุมูลอิสระเกิดขึ้นตลอดเวลา แต่พบว่าร่างกายมีกลไกในการป้องกันตนเองและสามารถช่วยลดความรุนแรงที่เกิดจากอนุมูลอิสระได้โดยอาศัยสารต้านอนุมูลอิสระ (อธิป, 2562) ปัจจุบันสารต้านอนุมูลอิสระมีทั้งในรูปแบบสารธรรมชาติและแบบสังเคราะห์ แต่กลับพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระแบบสังเคราะห์ในกลุ่ม butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT) และ tertiary butyl hydroquinone (TBHQ) ส่งผลเชิงลบต่อร่ายกายรวมถึงก่อให้เกิดเซลล์มะเร็งเมื่อรับประทานเป็นระยะเวลานาน (El-Anany and Ali 2013; Ahmed *et al*., 2021) ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากสารต้านอนุมูลอิสระในรูปแบบสารจากธรรมชาติจึงเป็นวิธีการมีศักยภาพสูง และลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้สารดังกล่าวในรูปสารสังเคราะห์ (Kosanic *et al*., 2020) สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารประกอบที่พบได้ในพืชตามธรรมชาติ สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์และโพลีฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารที่พบได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ไวรัส ต้านการอักเสบ การแพ้ รวมถึงฤทธิ์ต้านการก่อมะเร็ง และลดความดันโลหิต ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Butkhup, 2012)

ย่านางแดง *(Bauhinia strychinifolia* Craib.) จัดอยู่ในวงศ์ Leguminosae เป็นพืชเถาเลื้อยมีเหง้าหัวใต้ดิน ใบเดี่ยวรูปไข่มนรี ผิวใบเกลี้ยงและเป็นมันสีเขียว มีเส้นแขนงใบสีแดงคล้ำ ดอกเป็นหลอดกลวงสีแดง (Sato *et al*., 2019) ย่านางแดงจัดเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยาหลายประการจากภูมิปัญญาการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์แผนไทยกล่าวถึงการใช้ประโยชน์จากย่านางแดงทั้งจากส่วนของใบ ลำต้นและราก การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของย่านางแดงพบว่าย่านางแดงมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง ต้านแบคทีเรีย แก้พิษเมาค้างและลดการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในร่างกาย (Luengthong, *et al*., 2016; Kraithep, 2017; Sato *et al*., 2019; Sukprasert *et al*., 2021) ต้านการอักเสบ (Bunluepuech *et al*., 2013) และลดการเกิดของโรคเบาหวาน (Noonong *et al*., 2022) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบได้จากสารสกัดย่านางแดง ได้แก่ trilobatin, quercetin, 3,5,7,3,5-Pentahydroxyl-flavanonol-3-o-α-L-rhamno-pyranoside, β-sitosterol, 3,5,7-Trihydroxy-chromone-3-o-α-L-rhamnopyranoside, stigma sterol และ gallic acid (Yuenyongsawad *et al*., 2013; Sato *et al*., 2019) ทั้งนี้มีรายงานชาชงย่านางแดงสามารถเพิ่มระดับเอนไซม์โคลีนเอสเทอร์เรส ต้านพิษของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชชนิดออร์กาโนฟอสเฟสและคาร์บาร์เมตในกลุ่มเกษตรกร (วิโรจน์ และดาริกา, 2554; Sukprasert *et al*., 2021) นอกจากนี้เมื่อศึกษาความปลอดภัยของการใช้ย่านางแดงในมนุษย์ในรูปแบบของชาชงสมุนไพร พบว่า ไม่มีผลต่อค่า blood urea nitrogen (BUN), creatinine, serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT), serum glutamate-pyruvate transaminase (SGPT)

และเม็ดเลือดขาว (white blood cell) (พรพิมล และคณะ, 2561; Sayompark *et al*., 2013) จากผลงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าย่านางแดงเป็นพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาเพื่อเป็นเครื่องดื่มสมุนไพรบรรจุขวดสเตอริไลซ์ เพื่อประโยชน์ในการดูแลสุขภาพอันเนื่องมาจากคุณลักษณะทางเภสัชวิทยา สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารประกอบฟีนอลิกที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะของย่านางแดง แต่เนื่องด้วยเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงตามธรรมชาติจะมีรสชาติขม ดังนั้นในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุขวดสเตอริไลซ์ที่ปรับรสชาติด้วยหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* L.) ที่ระดับต่างๆ รวมถึงทดสอบคุณสมบัติทางชีวภาพ ปริมาณสารฟีนอลิกรวม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงแบบสเตอริไลซ์

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุขวดสเตอริไลซ์

ผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์ โดยแบ่งออกเป็น 3 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 เครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดง (รสธรรมชาติ) สูตรที่ 2 เครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงผสมหญ้าหวาน อัตราส่วน 2 กรัมต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร (รสหวานน้อย) และสูตรที่ 3 เครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงผสมหญ้าหวาน อัตราส่วน 4 กรัมต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร (รสหวาน) ผลิตโดยโรงงานบริการนวัตกรรมอาหาร (FISP) อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยนำสมุนไพรย่านางแดงอบแห้ง (ใบและลำต้น) ที่ผ่านการปลูกในระบบปลอดสารเคมีที่ได้รับจากโรงพยาบาลกุดชุม อำเภอกุดชุม จังหวัดยโสธร ต้มในน้ำดื่มในอัตราส่วนสมุนไพรย่านางแดงอบแห้ง 20 กรัมต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตรเป็นเวลานาน 20 นาที จากนั้นเติมผงหญ้าหวานบดละเอียด ที่มาจากใบหญ้าหวานผ่านการปลูกในระบบปลอดสารเคมีและอบแห้ง อัตราส่วน 2 และ 4 กรัมต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ในเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงสูตรที่ 2 และ 3 ตามลำดับ กรองสารละลายที่ได้ บรรจุในขวดแก้วขนาดปริมาตร 180 มิลลิลิตร และนำเข้ากระบวนการสเตอริไลซ์ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

วิเคราะห์ค่าสี (*L*a*b**)

วิเคราะห์ค่าสี *L*a*b** ของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์ ทั้ง 3 สูตร สูตรละ 4 ซ้ำ ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น UltraScan VIS, Model: TTRAN (Total transmission) ค่าที่วัดได้ประกอบด้วย ค่า L* หมายถึง ความสว่างของตัวอย่าง มีค่า 0-100 (มืด-สว่าง), ค่า a* หมายถึง ความเป็นสีเขียว (-) และสีแดง (+) และ ค่า b* หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน (-) และเหลือง (+)

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total viable count)

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธีมาตรฐาน AOAC 010404 โดยใช้ชุดทดสอบสำเร็จรูป Compact Dry TC for Total Viable Count (Nissui Pharmaceutical, Nissan Fishery Institute Co., Ltd., Japan) โดยนำเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์ทั้ง 3 สูตร สูตรละ 3 ซ้ำ มาเจือจาง ด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อในอัตราส่วน 1:10 (ตัวอย่าง:น้ำกลั่น) โดยปริมาตร จากนั้นนำตัวอย่างเจือจางที่ได้มา spread plate บนอาหารทดสอบ ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ บ่มที่อุณภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเลา 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงนับจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น บันทึกผลเป็นปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่อมิลลิลิตร (total viable count, หน่วยก่อรูปเป็นโคโลนีต่อมิลลิลิตร)

ชุดทดสอบ Compact Dry TC for Total Viable Count เป็นชุดทดสอบที่ผ่านมาตรฐานตามที่ AOAC กำหนด (010404) มีประสิทธิภาพในการทดสอบความสามารถในการเจริญเป็นโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด aerobic colony count สำหรับการทดสอบการปนเปื้อนในอาหารทุกชนิดเพื่อทดแทนการทดสอบแบบ standard plate count agar สามารถประเมินการเกิดโคโลนีในเชื้อแบคทีเรียประเภท aerobic ชนิด *Escherichia coli, Klebsiella oxytoca, Staphylococus aureus, Bacillus subtilis* และ

Lactobacillus lactis อาศัยสมบัติของสัญญาณรีด็อกของเกลือ tetrazolium ส่งผลให้แบคทีเรียที่เจริญได้บนอาหารสร้างโคโลนีเป็นสีแดงและนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น

ปริมาณยีสต์และรา

วิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราทั้งหมดตามวิธีมาตรฐาน AOAC 100401 โดยใช้ชุดทดสอบสำเร็จรูป Compact Dry YM Yeast and Mould (Nissui Pharmaceutical, Nissan Fishery Institute Co., Ltd., Japan) โดยนำเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์ทั้ง 3 สูตร สูตรละ 3 ซ้ำ มาเจือจาง ด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ในอัตราส่วน 1:10 (ตัวอย่าง:น้ำกลั่น) โดยปริมาตร นำตัวอย่างเจือจางที่ได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตรผสมกับสารละลาย peptone เข้มข้น 0.1% ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำสารละลายที่ได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตรหยดลงบนอาหารทดสอบ ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ บ่มที่อุณภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง จึงนับจำนวนโคโลนีของยีสต์และราที่เกิดขึ้น บันทึกผลเป็นปริมาณยีสต์และราต่อมิลลิลิตร (total yeast and mold, CFU/mL)

ชุดทดสอบสำเร็จรูป Compact Dry YM Yeast and Mould (Nissui Pharmaceutical, Nissan Fishery Institute Co., Ltd., Japan) เป็นชุดทดสอบที่ผ่านมาตรฐานตามที่ AOAC กำหนด (100401) อาหารทดสอบจะมีส่วนประกอบหลักคือ Chromagenic enzyme substrate X-Phos potato dextrose agar ซึ่งจะให้ผลการเจริญโคโลนีของยีสต์เป็นสีฟ้า และเชื้อรามีลักษณะเป็นเส้นใย (cotton-like colony)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (total phenolic compounds)

วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมจากเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้ว แบบสเตอริไลซ์ทั้ง 3 สูตร สูตรละ 4 ซ้ำ โดยวิธี HPLC-PDA (Sangta *et al*., 2021) นำตัวอย่างเครื่องดื่มสมุนไพรแต่ละสูตรกรองผ่านแผ่นเมมเบรนที่มีรูขนาด 0.45 ไมโครเมตร ก่อนนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก นำสาระลายตัวอย่างปริมาตร 30 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย Folin–Ciocalteu reagent ปริมาตร 60 ไมโครลิตร เติมสารละลาย 6.0% w/v saturated sodium bicarbonate ปริมาตร 120 ไมโครลิตรเพื่อปรับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง บ่มในที่มืดเป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (รุ่น NanoDropTM Eigth Microvolume UV-Vis, Thermo Scientific) ที่ความยาว คลื่น 725 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ gallic acid ที่ความเข้มข้น 10-200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รายงานปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเป็นมิลลิกรัมแกลลิคต่อมิลลิลิตร (mgGAE/mL)

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH scavenging assay

วิเคราะห์หาปริมาณสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity assay ดัดแปลงจากวิธีการของ Brand-Williams *et al*. (1995) โดยนำตัวอย่างเครื่องดื่มสมุนไพรปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (รุ่น NanoDropTM Eigth Microvolume UV-Vis, Thermo Scientific) ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร คำนวณปริมาณสารต้านออกซิเดชัน โดยการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างกับสารมาตรฐาน Trolox ปริมาณสารต้านออกซิเดชันที่ได้แสดงในหน่วยไมโครโมลาร์ Trolox Equivalent (TE) ต่อมิลลิลิตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงสูตรต่างๆ ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยแบบทดสอบการชิมใช้สเกลแบบ 7 ระดับคะแนน (7 point Hedonic Scale) แปลผลค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์คะแนน ดังนี้ 1-1.49 หมายถึง ไม่ชอบมาก 1.50-2.49 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 2.50-3.49 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 3.50-4.49 หมายถึง กึ่งกลางระหว่างชอบและไม่ชอบ 4.50-5.49 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 5.50-6.49 หมายถึง ชอบปานกลาง และ 6.50-7.00 หมายถึง ชอบมาก ผู้ทดสอบการชิมเป็นอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน

60 คน โดยมีคุณสมบัติในการพิจารณาซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส รูปแบบบรรจุภัณฑ์ ขนาดบรรจุ และความชอบโดยรวม อาสาสมัครแต่ละคนทดสอบการชิมเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงจำนวน 3 สูตร

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงในงานวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองการพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัยในคนโดยสำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาแพทยศาสตร์ (Approved number: MTU-EC-00-4-248/63)

วิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป IBM SPSS version 25

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เมื่อวิเคราะห์ค่าสี *L*a*b** ของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์ทั้ง 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 รสธรรมชาติ, สูตรที่ 2 รสหวานน้อย และสูตรที่ 3 รสหวาน ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น UltraScan VIS, Model: TTRAN (total transmission) พบว่า ค่าความสว่าง (*L**) ของตัวอย่างสูตรที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยความสว่างเท่ากันที่ระดับ 65.90 และสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.13 ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง (*a**) ของตัวอย่างทั้ง 3 สูตรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.18, 16.77 และ 17.32 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง (*b**) ของตัวอย่างทั้ง 3 สูตรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.77, 46.03 และ 45.44 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเครื่องดื่มทั้ง 3 สูตร มีค่าเฉลี่ยของค่าความสว่าง (*L**) ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง (*a**) และ ค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง (*b**) ใกล้เคียงกัน เมื่อวิเคราะห์ผลค่าเฉลี่ยที่ได้ทางสถิติด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าค่า *L*a*b** ของตัวอย่างเครื่องดื่มทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) แสดงให้เห็นว่าเครื่องดื่มในสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ที่มีการเติมหญ้าหวานอบแห้งแบบผงเพื่อเพิ่มรสหวานให้แก่เครื่องดื่มไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพเมื่อพิจารณาจากค่าสี *L*a*b** ของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์ทั้ง 3 สูตร

Table 1 *L*a*b** profile in sterilized Ya-nang-dang (*Bauhinia strychinifolia* Craib.) herbal drink

Formula	L*	a*	b*
1 (original)	69.50 ±0.02	17.18 ±0.04	45.77 ±0.01
2 (less sweet)	69.50 ±0.02	16.77 ±0.04	46.03 ±0.01
3 (sweet)	69.13 ±0.22	17.32 ±0.02	45.44 ±0.01
Significant	ns	ns	ns

Means ±SD with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$), ns is not significantly different ($p>0.05$) according to DMRT.

การวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพ

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์พบว่า เครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงทั้ง 3 สูตรมีจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ต่ำกว่า 10 หน่วยก่อรูปเป็นโคโลนีต่อมิลลิลิตร (Table 2) ซึ่งมีค่าตามมาตรฐานอาหารที่กำหนดไว้โดย AOAC แสดงให้เห็นว่าเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงทั้ง 3 สูตร ที่ผ่านกระบวนการสเตอริไลซ์สามารถลดจำนวน เชื้อจุลินทรีย์ประเภท

aerobic ชนิด *Escherichia coli, Klebsiella oxytoca, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococus aureus, Bacillus subtilis* และ *Lactobacillus lactis* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจารณาจำนวนโคโลนีของยีสต์และราที่เกิดขึ้นพบว่า เครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงทั้ง 3 สูตรมีจำนวนโคโลนีรวม ของยีสต์และราม่ค่าต่ำกว่า 10 หน่วยก่อรูปเป็นโคโลนีต่อมิลลิลิตร (Table 2) ซึ่งมีค่าตามมาตรฐานอาหารที่กำหนดไว้โดย AOAC แสดงให้เห็นว่าเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงทั้ง 3 สูตรที่ผ่านกระบวนการสเตอริไลซ์สามารถลดจำนวนยีสต์และเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Table 2 Total viable count, yeast and mold in sterilized Ya-nang-dang (*Bauhinia strychinifolia* Craib.) herbal drink (CFU/mL)

Formula	Total viable count (CFU/mL)	Yeast and mold (CFU/mL)
1 (original)	<10	<10
2 (less sweet)	<10	<10
3 (sweet)	<10	<10

ปริมาณสารฟีนอลิกรวม (total phenolic compounds) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ตรวจสอบได้จากเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์ทั้ง 3 สูตรพบว่า สาร gallic acid มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.61, 1.52 และ 1.39 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงสูตรที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และ caffeic acid มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 และ 0.42 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงสูตรที่ 2 และ 3 แต่ไม่สามารถตรวจพบได้ในเครื่องดื่มสูตรที่ 1 เมื่อพิจารณาสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ พบว่าสาร epicatechin มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.03, 1.09 และ 1.10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงสูตรที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ รองลงมาคือสาร quercetin ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 และ 1.03 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงสูตรที่ 2 และ 3 แต่ไม่สามารถตรวจพบได้ในเครื่องดื่มสูตรที่ 1 และไม่สามารถตรวจพบสาร catechin ได้จากเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงทั้ง 3 สูตร (Table 3) เมื่อพิจารณาปริมาณ gallic acid ที่มีค่าลดลงในเครื่องดื่มสูตรที่ 2 และ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ gallic acid ที่พบในเครื่องดื่มสูตรที่ 1 พบว่าค่าลดลงตามปริมาณของหญ้าหวานชนิดผงที่เพิ่มขึ้น การเติมหญ้าหวานชนิดผงส่งผลโดยตรงต่อการลดลงของปริมาณ gallic acid ที่ตรวจสอบได้ แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณของ epicatechin, caffeic acid catechin และ quercetin (Peres-Ramirez *et al*., 2015) สอดคล้องกับผลการศึกษาในการผลิตเครื่องดื่ม white tea ที่มีการเติมและไม่เติมหญ้าหวานชนิดผง (Castaneda-Saucedo *et al*., 2020) โดยความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องดื่มที่มีการเติมหญ้าหวานชนิดผงกับการลดลงของปริมาณ gallic acid ที่ตรวจสอบได้ยังไม่มีรายงานถึงสาเหตุ จำเป็นต้องอาศัยการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นดังกล่าวต่อไปในอนาคต และเมื่อพิจารณาปริมาณของ caffeic acid และ quercetin ที่พบในเครื่องดื่มสูตรที่ 2 และ 3 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของหญ้าหวานชนิดผงที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่สามารถตรวจพบได้ในเครื่องดื่มสูตรที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้ง 2 ชนิดตรวจพบได้จากหญ้าหวานชนิดผงเท่านั้น ซึ่งให้ผลที่แตกต่างจากรายงานการทดสอบการสกัดสารชั้นน้ำและเอทานอลที่พบปริมาณสาร quercetin ในปริมาณค่อนข้างสูง (Itharat *et al*., 2016) ทั้งนี้อาจเกิดจากปัจจัยของปริมาณของวัตถุดิบเริ่มต้นที่ใช้

แหล่งเพาะปลูก ฤดูกาลและวิธีการสกัดสารสำคัญ (Chamchan *et al*., 2019; Urías-Orona and Niño-Medina, 2019; Castaneda-Saucedo *et al*., 2020) โดยจากการรายงานของ Sytar *et al*. (2016) และ Das *et al*. (2022) พบสาร caffeic acid และ quercetin ในสารสกัดชั้นน้ำของหญ้าหวานมีปริมาณของสารที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งเพาะปลูกที่แตกต่างกัน

Table 3 Phenolic compounds profile in sterilized Ya-nang-dang (*Bauhinia strychinifolia* Craib.) herbal drink by HPLC-PDA expressed as µg/mL.

Formula	Gallic acid	Catechin	Epicatechin	Caffeic acid	Quercetin
1 (original)	1.61^{c}±0.02	Nd	1.03^{a}±0.00	Nd	Nd
2 (less sweet)	1.52^{b}±0.01	Nd	1.09^{b}±0.02	0.25^{a}±0.02	1.06^{a}±0.01
3 (sweet)	1.39^{a}±0.00	Nd	1.10^{b}±0.01	0.42^{b}±0.00	1.30^{b}±0.04

Means ±SD with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$), Nd is not detected

เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (total phenolic compound, TPC) ของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงสูตรที่ 3 สูตร มีค่าเท่ากับ 1.61, 1.52 และ 1.39 ไมโครกรัมแกลลิคต่อมิลลิลิตร (µg gallic acid equivalence per milliliter) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับการศึกษาการสกัดสารประกอบฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมจากสารสกัดชั้นน้ำจากใบย่านางแดงพบว่าให้ปริมาร gallic acid เท่ากับ 197.8 มิลลิกรัมต่อกรัมสารสกัด (วิสาสินี, 2560) ที่มีค่าสูงกว่าโดยเป็นผลจากปริมาณวัตถุดิบของย่านางแดงที่ใช้เริ่มต้นการทดสอบมีอัตราส่วนที่ต่างกัน สำหรับการผลิตในรูปแบบเครื่องดื่มสมุนไพรผ่านกระบวนการ สเตอริไลซ์ ใช้อัตราของใบย่านางแดงต่อน้ำเท่ากับ 0.02 กรัมต่อมิลลิลิตร รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเสื่อมสลายของสารสำคัญในย่านางแดง ได้แก่ ชนิดของตัวทำละลายและอุณหภูมิ ที่ใช้ในกระบวนการสกัดสารโดยเครื่องดื่มที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนเช่น การพาสเจอร์ไรส์จะตรวจพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์ในปริมาณที่ต่ำกว่าเครื่องดื่มที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ (นฤมล และศศิธร, 2550)

Table 4 Total phenolic compounds (TPC) and antioxidant activity per milliliter and serving size of sterilized Ya-nang-dang (*Bauhinia strychinifolia* Craib.) herbal drink

Formula	1 (Original)	2 (Less sweet)	3 (Sweet)
Per mL			
Total phenolic compound (µgGAE)	1.61±0.02	1.52±0.01	1.39±0.00
DPPH radical scavenging activity (µmolTE/mL)	77.05	94.29	104.55
Per 180 mL serving size			
Total phenolic compound (µgGAE)	289.8	273.6	250.2
DPPH radical scavenging activity (µmolTE/mL)	13,950	16,972	18,819

Data are expressed as mean ± standard error

GAE = gallic caid equivalent, TE = Trolox equivalent

เมื่อพิจารณาสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์ทั้ง 3 สูตรได้แก่ สูตรที่ 1 รสธรรมชาติ, สูตรที่ 2 รสหวานน้อยและสูตรที่ 3 รสหวาน ต่อ 1 หน่วยบริโภค (serving size) ในปริมาณ 180 มิลลิลิตร (Table 4) พบว่า สารประกอบฟีนอลิกรวมต่อ 1 หน่วยบริโภคของเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุในขวดแก้วแบบสเตอริไลซ์ทั้ง 3 สูตรมีค่าเท่ากับ 289.8, 273.6 และ 250.2 µgGAE ตามลำดับ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่อ 1 หน่วยบริโภค เท่ากับ 13,950, 16,972 และ 18,819 µmolTE

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

เปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการทดสอบด้านประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Table 5 Mean and standard deviation of sensory characteristics in terms of color, smell, taste, texture, packaging, quality and overall preference of the participants on the formula 1, 2 and 3 of Ya-nang-dang (*Bauhinia strychinifolia* Craib.) herbal drink. (n=60)

Formula	Color	Smell	Taste	Texture	Package	Volume	Overall
	ns	ns		ns	ns	ns	
1 (original)	5.51^{ns}±1.29	5.54^{ns}±1.29	5.18^{a}±1.33	5.68^{ns}±1.22	5.65^{ns}±1.43	6.10^{ns}±0.91	5.68^{a}±0.98
2 (less sweet)	5.33±1.38	5.16±1.41	4.70^{ab}±1.79	5.40±1.33	5.68±1.42	6.01±1.03	5.11^{b}±1.47
3 (sweet)	5.20±1.41	5.00±1.43	4.28^{b}±1.86	5.25±1.50	5.65±1.41	6.01±0.98	4.81^{b}±1.69

Means with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$), (n = 60) according to DMRT.

วิเคราะห์คุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสด้านสี (color) กลิ่น (smell) รสชาติ (taste) เนื้อสัมผัส (texture) บรรจุภัณฑ์ (package) ปริมาตรต่อหน่วยบริโภค (volume) และความชอบโดยรวม (overall) ของผู้เข้าร่วมทดสอบที่มีต่อเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงทั้ง 3 สูตร ได้แก่ รสธรรมชาติ (original) รสหวานน้อย (less sweet) และรสหวาน (sweet) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พบว่าคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส บรรจุภัณฑ์ และปริมาตรต่อหน่วยบริโภคไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อแปลผลค่าเฉลี่ย (Table 5) คุณลักษณะด้านสี มีค่าระหว่าง 5.20 ถึง 5.51 แสดงถึงผู้เข้าร่วมทดสอบมีความพึงพอใจในระดับกึ่งกลางระหว่างชอบและไม่ชอบ คุณลักษณะด้านกลิ่น มีค่าระหว่าง 5.00 ถึง 5.54 แสดงถึงผู้เข้าร่วมทดสอบมีความพึงพอใจในระดับกึ่งกลางระหว่างชอบและไม่ชอบ คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.68 แสดงถึงผู้เข้าร่วมทดสอบมีความพึงพอใจในระดับชอบปานกลาง และมีความพึงพอใจในระดับกึ่งกลางระหว่างชอบและไม่ชอบสำหรับสูตรที่ 2 และ 3 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.40 และ 5.25 ตามลำดับ สำหรับคุณลักษณะด้านบรรจุภัณฑ์ และปริมาตรต่อหน่วยบริโภค มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.65 ถึง 5.68 และ 6.01 ถึง 6.10 ตามลำดับ แสดงถึงผู้เข้าร่วมทดสอบมีความพึงพอใจในระดับชอบปานกลางในเครื่องดื่มทั้ง 3 สูตร และเมื่อวิเคราะห์คุณลักษณะด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่าทั้ง 2 ลักษณะมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยคุณลักษณะด้านรสชาติเครื่องดื่มสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.18 รองลงมาคือสูตรที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 และ 4.27 แสดงถึงผู้เข้าร่วมทดสอบมีความพึงพอใจในระดับชอบเล็กน้อยในเครื่องดื่มทั้ง 3 สูตร คุณลักษณะความชอบโดยรวม เครื่องดื่มสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.68 รองลงมาคือสูตรที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.11 และ 4.81 แสดงถึงผู้เข้าร่วมทดสอบมีความพึงพอใจในระดับชอบปานกลางในเครื่องดื่มสูตรที่ 1 และชอบเล็กน้อยในเครื่องดื่มสูตรที่ 2 และ 3 และเมื่อพิจารณาแนวโน้มค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะที่ทดสอบทั้งหมดประกอบกันแสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมทดสอบมีความพึงพอใจเครื่องดื่มสูตรที่ 1 รสธรรมชาติมากที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 2 รสหวานน้อย และสูตรที่ 3 รสหวาน ตามลำดับ

สรุป

การพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุขวดสเตอริไลซ์ เมื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางชีวภาพ คุณสมบัติทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แสดงให้เห็นว่าเครื่องดื่มสมุนไพรย่านางแดงบรรจุขวดสเตอริไลซ์เป็นเครื่องดื่มที่มีคุณสมบัติออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ประกอบด้วยสารประกอบฟีนอลิกหลากหลายชนิด อันได้แก่ gallic acid, epicatechin, caffeic acid และ quercetin เป็นองค์ประกอบ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของเครื่องดื่มสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 2 และ 3 ตามลำดับ สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เครื่องดื่มสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 2 และ 1 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมการทดสอบมีระดับความพึงพอใจโดยรวมต่อเครื่องดื่มในระดับที่ดี โดยมีความพึงพอใจเครื่องดื่มรสธรรมชาติมากที่สุด รองลงมาคือรสหวานน้อยและรสหวานตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะด้านรสชาติ นอกจากนี้กระบวนการฆ่าเชื้อโดยผ่านโดยกรรมวิธีสเตอริไลซ์สามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มให้นานยิ่งขึ้นเหมาะกับการผลิตในเชิงการค้า แต่มีส่วนสำคัญในการลดลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่ม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการทดสอบด้านประสาทสัมผัสทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบเป็นอย่างดียิ่ง งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนแผนบูรณาการพัฒนาศักยภาพวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เอกสารอ้างอิง

พรพิมล ตั้งเจียวลี้, นันทพงศ์ ขำทอง และ ธีรทัศน์ สุดสาย. 2561. การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและความเป็นพิษเฉียบพลันของต้นย่านางแดง. Rangsit Graduate Research Conference: RGRC 13: 3122-3130.

นฤมล น้อยหวาน และศศิธร จันทนวรางกูร. 2550. ผลกระทบของการแปรรูปต่อคุณสมบัติการต้านออกซิเดชันในบัวบก. หน้า 681-688. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิโรจน์ เลิศพงศ์พิพัฒน์ และดาริกา ไชยคุณ. 2554. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลในการเพิ่มระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในกระแสเลือดระหว่างสมุนไพรรางจืดและย่านางแดงในกลุ่มเกษตรกร. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ขอนแก่น 18(3): 49-58.

วิลาสินี หิรัญพานิช ซาโตะ. 2560. การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดน้ำจากใบย่านางแดงในการยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสและฤทธิ์ลดระดับกรดยูริกในเลือดของหนูทดลองที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะเกาต์โดยการให้สารออกโซเนท. สำนักงานบริหารกองทุนภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพหมานคร. 180 หน้า.

อธิป สกุลเผือก. 2562. อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องทางเภสัช. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล https://ccpe.pharmacycouncil.org. (3 มีนาคม 2562).

Ahmed, S., A. Jubair, M.A. Hossain, M.M. Hossain, M.S. Azam and M. Biswas.

2021. Free radical-scavenging capacity and HPLC-DAD screening of phenolic compounds from pulp and seed of *Syzygium claviflorum* fruit. Journal of Agriculture and Food Research 6: 1-7.

Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier and C.L.W.T. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology 28: 25-30.

Bunluepuech, K., W. Chatchai, F. Madaka and S. Tewtrakul. 2013. Anti-HIV-1 integrase and anti-allergic activities of *Bauhinia strychnifolia*. Songklanakarin Journal of Science Technology 35(6): 659–664.

Butkhup, L. 2012. Dietary polyphenols and their biological effects. Journal of Science and Technology Mahasarakham University 30: 443-455.

Castaneda-Saucedo, M.C., J.P. Ramirez-Anaya, E. Tapia-Campos and E.G. Diaz-Ochoa. 2020. Comparison of total phenolic content and antioxidant activity of herbal infusions with add *Stevia reabaudiana* Bertoni. Food Science Technolgy 40(1): 117-123.

Chamchan, R., S. Charoenkiatkul, P. Thiyajai, W. Suwaneatatna, U. Suttisansanee, W. Srichamnong and N. On-nom. 2019. Development of dried chili paste with added indigenous herbs from conserved area of plant genetic conservation at Kanchanaburi province. Walailak Journal of Science and Technology 16(5): 361-368.

Das, M., S.M.B. Asdaq, M. Saifulla Khan, S. Singirikonda, A.S. Alamri, W.F. Alsanie, M. Alhomrani, S. Nagaraja and K.N. Venugopala. 2022. Phytochemical analysis, estimation of quercetin and *in vitro* anti-diabetic potential of stevia leaves samples procured from two geographical origins. International Journal of Experimental Botany (Phyton) 91(10): 2349-2365.

El-Anany, A.M. and R.F. Ali. 2013. Biochemical and histopathological effects of administration various levels of Pomposia (*Syzygium cumini*) fruit juice as natural antioxidant on rat health. The Journal of Food Science and Technology 50: 487–495.

Itharat, A., S. Sayompark, P. Hansakul and B. Dechayont. 2016. *In vitro* antioxidant activities of extracts of *Bauhinia strychnifolia* stems and leaves: comparison with activities in green tea extracts. Medicinal and Aromatic Plants 5: 1–7.

Kosanic, M., N. Petrovic and T. Stanojkovic. 2020. Bioactive propoties of *Clitocybe geotropa* and *Clitocybe nebularis*. Journal of Food Measurement and Characterization 14: 1046-1053.

Kraithep, S. 2017. Antioxidant and antimicrobial activity of *Bauhinia strychnifolia* Craib stem extract against oral pathogens. Royal Thai Army Medical Journal 70(2): 73-79.

Luengthong, N., C. Lin, V. Muangman and S. Wongyai. 2016. Preliminary study of the effect of *Bauhinia strychnifolia* Craib on blood alcohol levels in healthy volunteers. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines 12(2): 177–188.

Noonong, K., K. Pranweerapaiboon, K. Chaithirayanon, K. Surayarn, P. Ditracha, N. Changklungmoa, P. Kueakhai, P. Hiransai and K. Bunluepuech. 2022. Antidiabetic potential of *Lysiphyllum strychnifolium* (Craib) A. Schmitz compounds in human intestinal epithelial Caco-2 cells and molecular docking-based approaches. BMC Complementary Medicine and Therapies 22: 235-240.

Peres-Ramirez, I.F., E. Castano-Tostado, J.A. Ramirez-de Leon, N.E. Rocha-Guzman and R. Reynoso-Camacho. 2015. Effect of stevia and citric acid on the stability of phenolic compounds and *in vitro* antioxidant and antidiabetic capacity of roselle (*Hibiscua sabdariffa* L.) beverage. Food Chemistry 172: 885-892

Sangta, J., M. Wongkaew, T. Tangpao, P. Withee, S. Haituk, C. Arjin, K. Sringarm, S. Hongsibsong, K. Sutan, T. Pusadee, S.R. Sommano and R. Cheewangkoon. 2021. Recovery of phenolic fraction from arabica coffee pulp and its antifungal application. Plants 10: 1422.

Sato, V.H., S. Chewchinda and N. Nuamnaichati. 2019. Pharmacological mechanisms of the water leaves extract of *Lysiphyllum strychnifolium* for its anti-inflammatory and anti-hyperuricemic actions for gout treatment. Pharmacognosy Magazine 15: 98–106.

Sayompark, S., A. Itharat, and P. Hansakul. 2013. Comparative study of antioxidant activities and total phenolic content of *Bauhinia strychnifolia* leaves extracts. Mahidol university. Bangkok. 128p.

Sukprasert, S., K. Pansuksan, and K. Sriyakul. 2020. *Lysiphyllum strychnifolium* (Craib) A. Schmitz extract, a novel neuraminidase inhibitor of avian influenza virus subtype H5N1. The Journal of Herbal Medicine 20: doi. org/10.1016/j.hermed.2020.100330.

Sukprasert, S., R. Deenonpoe, T. Yimsoo, W. Yingmema, S. Prasopdee, A. Krajang, N. Kornthong, J. Pattaraarchachai and S. Daduang. 2021. Antidote activity and protective effects of *Lysiphyllum strychnifolium* (Craib) A. Schmitz extract against organophosphate pesticide in omethoate-treated rats. Journal of Traditional and Complementary Medicine 11: 189–196.

Sytar, O., A. Borankulova, Y. Shevchenko, A. Wendt and I. Smetanska. 2015. Antoxidant activity and phenolics composition in *Stevia rebaudiana* plants of different orgin. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences 16(3): 221-224.

Urías-Orona, V. and G. Niño-Medina. 2019. Changes in phenolics and antioxidant capacity during short storage of ready-to-drink green tea (*Camellia sinensis*) beverage at commercial conditions. Bragantia Campinas 78(1): 141-145.

Yuenyongsawad, S., K. Bunluepuech, C. Wattanapiromsakul and S. Tewtrakul. 2013. Anti-cancer activity of compounds from *Bauhinia strychnifolia* stem. Journal of Ethnopharmacology 150: 765–769.