

**ปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชา
เปลือกกล้วยไข่ดิบผสมไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม ใบเตย และหญ้าหวาน**
Anthocyanin, Total Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Tea
***Musa sapientum* L. (Kluai Khai) Raw Peel Mixed, *Zea mays* L. (Siam Ruby Queen)**
Corn Silk, *Pandanus amaryllifolius* Roxb. and *Stevia rebaudiana* Bertoni

ปราณี เลิศแก้ว, สุจิตตรา ทังทอง, ณัฐนิชา ยุภาครบุรี,
ศุภวัฒน์ วิสิษฐศิริกุล, นเรศ ขำเจริญ, ธิดารัตน์ พรหมมา*

Pranee Lertkaeo, Sujitra Thangthong, Natnicha Yupakornburee,
Supawat Wisitsirikun, Nares Khamcharoen, Thidarat Promma*

โปรแกรมวิทยาศาตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
General Science Program, Faculty of Education, Kamphaeng Phet Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 เปลือกกล้วยไข่ดิบ : หญ้าหวาน (1.20 : 0.04 กรัม) สูตรที่ 2 เปลือกกล้วยไข่ดิบ : หญ้าหวาน : ใบเตย (1.20 : 0.04 : 0.75 กรัม) และสูตรที่ 3 เปลือกกล้วยไข่ดิบ : หญ้าหวาน : ไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม (1.20 : 0.04 : 0.75 กรัม) โดยนำมาผ่านกระบวนการผลิตชาเป็นรูปแบบบอบแห้งบรรจุซองพร้อมซอง จากการศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน ด้วยวิธี pH-differential พบว่า สูตรที่ 3 มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูง มีค่าเท่ากับ 96.58 ± 3.68 mg/L และศึกษาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Coicalteu Colorimetric พบว่า สูตรที่ 3 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูง คือ 13.87 ± 0.79 mg GAE/g ของน้ำหนักแห้ง สำหรับการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธีการ DPPH assay พบว่า สูตรที่ 3 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง คือ ร้อยละ 28.98 ± 2.25 ดังนั้นจากผลการวิจัยนี้พบว่า สูตรที่ 3 มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด จึงสามารถนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพต่อไป

คำสำคัญ: ชา เปลือกกล้วยไข่ดิบ แอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

* Corresponding author: Thidarat_pr@kpru.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the amounts of anthocyanin, total phenolic contents and antioxidant activity of raw banana peel tea (*Musa sapientum* L., Kluai Khai) in 3 formulations: Formula 1 consists of raw banana peel (*Musa sapientum* L., Kluai Khai) and *Stevia rebaudiana* Bertoni (1.20 : 0.04 g); Formula 2 combines raw banana peel (*Musa sapientum* L., Kluai Khai), *Stevia rebaudiana* Bertoni, and *Pandanus amarylifolius* Roxb. (1.20 : 0.04 : 0.75 g); and Formula 3 includes raw banana peel (*Musa sapientum* L., Kluai Khai), *Stevia rebaudiana* Bertoni, and *Zea mays* L. (Siam Ruby Queen) Corn Silk (1.20 : 0.04 : 0.75 g). It is processed through a tea production method into a dried form, packaged in sachets, and ready for brewing. The amounts of anthocyanins were determined using the pH-differential method, revealing that Formula 3 had the highest anthocyanin content, measured at 96.58 ± 3.68 mg/L. The total phenolic contents were evaluated using the Folin-Ciocalteu colorimetric method, indicating that Formula 3 exhibited the highest total phenolic content at 13.87 ± 0.79 mg GAE/g of dry weight. Furthermore, the antioxidant activity was assessed using the DPPH assay, which showed that Formula 3 had a high antioxidant activity of $28.98 \pm 2.25\%$. Therefore, the results of this study revealed that Formula 3 contains the highest levels of anthocyanins, total phenolic compounds, and antioxidant activity. It can thus be further developed into a health-promoting tea product.

Keywords: Tea, *Musa sapientum* L. (Kluai Khai) Raw Peel, Anthocyanin, Phenolic contents, Antioxidant activity

1. บทนำ

ปัจจุบันผู้คนให้ความสนใจเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริมกันมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากสารสกัดพืชสมุนไพร หรือสารสกัดจากธรรมชาติ ซึ่งสารที่พบตามธรรมชาติในพืชหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ ถั่วเมล็ดแห้ง เมล็ดธัญพืช คือ สารแอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดหรือสารประกอบฟีนอล ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และสามารถละลายในน้ำได้ดี (นิศารัตน์ ศิริวัฒนเมธานนท์, 2556; สุภาภรณ์ ญะเมืองมอญ และชนากานต์ เทโบลต์พรมอุทัย, 2559) ดังนั้น พืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มักจะถูกนำมาศึกษาเป็นลำดับต้น ๆ เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบหลักในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (ณพัทธ์ บัวจุน, 2558) เช่น ข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม (Siam Ruby Queen) พบว่ามีปริมาณสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) เป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง มีจำนวนมากทั้งในเมล็ด ชัง และไหมข้าวโพด (ภาวิณีย์ เจริญยิ่ง, 2560) เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลการทดลองของสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวโพด พบว่า สารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (ปรานี เลิศแก้ว และคณะ, 2561ก) นอกจากข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยามแล้ว ยังพบว่า ในเปลือกกล้วยไข่ดิบ (*Musa*

sapientum L. (Kluai Khai) Raw Peel) มีสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด มีฤทธิ์ยับยั้งไทโรซิเนส (ปราณี เลิศแก้ว และคณะ, 2561ข) นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มอื่นที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ คาเทชิน อีพิคาเทชิน ลิควิน และแทนนิน (กุหลาบ สิทธิสวนจิก, 2556) นอกจากนี้พืชสมุนไพรที่กล่าวแล้วนั้น ยังมีหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูง (นิตยา คอนสาร และคณะ, 2561) ยังสามารถควบคุมน้ำตาลในเลือด ปัจจุบันจึงนำมาผลิตเป็นอุตสาหกรรมใส่ในอาหาร และเครื่องดื่ม ในประเทศไทยสำหรับผู้บริโภค จะดื่มใบหญ้าหวานเพื่อเพิ่มรสหวาน (จรรยพัฒน์ แสงสุวรรณ, 2560) และมีการเติมกลิ่นให้เครื่องดื่ม หรือชามีกลิ่นที่หอม โดยทั่วไปจะนิยมใส่ใบเตย (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) ซึ่งใบเตยเป็นพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม สารหลักที่ให้กลิ่น รส ได้แก่ 2-acetyl-1-pyrroline และ 3-methyl-2(5H)-furanone (ศิวผย ไทยอุดม และสิรินาฏ เนติสิริ, 2555) และยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะวิตามินต่างๆ และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (อัจฉรา นิยมเดชา, 2555) ซึ่งชาถือว่าเป็นเครื่องดื่มที่มีมาช้านานกว่า 4,700 ปี นอกเหนือจากการเป็นเครื่องดื่มแก้กระหาย แก้ง่วงแล้ว ยังพบว่า สามารถแก้สารพัดโรคได้อีกด้วย (พิมลพรรณ พิทยานุกุล, 2559) ชามีต้นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออก คือ จีน และอินเดีย แต่ในปัจจุบันมีปลูกกันทั่วไปในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยมีปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ ชาวเขาเจริญงอกงามได้ดีในที่สูงตามภูเขา ซึ่งมีดินอุดมสมบูรณ์ และฝนตกชุก (พิมลพรรณ พิทยานุกุล, 2559) นอกจากนี้เครื่องดื่มชายังให้ประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย เนื่องจากมีองค์ประกอบของสารสำคัญในใบชาที่เรียกว่า แทนนิน หรือ ทีโพลีฟีนอล (Tea polyphenols) สารกลุ่มนี้พบมากในพืชเกือบทุกชนิด แต่ละชนิดอาจจะมีโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันไป

ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระในเปลือกกล้วยไข่ และเคยมีการแปรรูปเปลือกกล้วยไข่เป็นผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยไข่ดิบ (ปราณี เลิศแก้ว และคณะ, 2561ค) พบว่า ชาเปลือกกล้วยไข่ดิบมีรสชาติที่ฝาด ดังนั้นผู้วิจัยสนใจศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบผสม ไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม ใบเตย และหญ้าหวาน ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำผลการวิจัยที่ได้ถ่ายทอดสู่ชุมชน ส่งเสริมให้ชุมชนได้เห็นคุณค่าของเปลือกกล้วยไข่ และเป็นการส่งเสริมผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นการสนับสนุนการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าของเปลือกกล้วยไข่ และเป็นการส่งเสริมต่อเกษตรกรที่ปลูกกล้วยไข่ รวมทั้งเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเปลือกกล้วยไข่

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน ของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบผสม ไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม ใบเตย และหญ้าหวาน
2. เพื่อศึกษาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบผสม ไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม ใบเตย และหญ้าหวาน
3. เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบผสม ไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม ใบเตย และหญ้าหวาน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่าง

คัดเลือกกล้วยไข่ดิบ โดยเลือกกล้วยไข่หลังจากตัดปลีแล้ว 45 วัน นำมาปอกเปลือกตัดหัวและตัดท้ายออก และล้างทำความสะอาด หั่นให้มีความหนาประมาณ 2-5 มิลลิเมตร นำมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำเปลือกกล้วยไข่ดิบไปตากแดดให้แห้งเป็นเวลา 3 วัน (09.00 น.–15.00 น.) แล้วนำมาอบที่ตู้อบความร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

นำใบเตยมาหั่นให้มีความหนาประมาณ 2-5 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปตากแดดให้แห้งเป็นเวลา 3 วัน (09.00 น.–15.00 น.) แล้วนำมาอบที่ตู้อบความร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

นำไหมข้าวโพดชั่งน้ำหนักแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง จากนั้นนำมาอบที่ตู้อบความร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2. ขั้นตอนวิธีการผลิตชาเปลือกกล้วยไข่ดิบ

เตรียมตัวอย่างชาทั้ง 3 สูตร ดังตารางที่ 1 บรรจุใส่ถุงชา ซองชาด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส ปริมาณ 100 มิลลิลิตร นานเป็นเวลา 2 นาที แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารแอนโทไซยานิน ด้วยวิธี pH-Differential และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin ciocalteu colorimetric และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay

ตารางที่ 1 สูตรชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร

สูตร	เปลือกกล้วยไข่ดิบ (กรัม)	หญ้าหวาน (กรัม)	ใบเตย (กรัม)	ไหมข้าวโพด (กรัม)
1	1.20	0.04	-	-
2	1.20	0.04	0.75	-
3	1.20	0.04	-	0.75

(ดัดแปลงมาจาก อนุพงศ์ ศรีโสภณ และกาญจนา วงศ์กระจ่าง, 2020)

3. วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 1990) นำภาชนะสำหรับหาความชื้นไปอบที่ตู้อบความร้อน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกมาใส่โถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่าอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำตัวอย่างมาชั่งอย่างละ 2 กรัม ใส่ในภาชนะสำหรับหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วนำมาอบที่ตู้อบความร้อน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเข้าโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก ภาชนะพร้อมตัวอย่าง แล้วคำนวณปริมาณความชื้น ดังสมการที่ 1

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ})}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \quad (1)$$

4. การศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน

การหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน โดยใช้วิธี pH-differential ดัดแปลงวิธีมาจาก (Shao et al., 2014) นำสารตัวอย่างน้ำชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร ไปสกัดด้วยเมทานอล (Labscan, Thailand) 80% : กรดไฮโดรคลอริก (Labscan, Thailand) 1 โมลต่อลิตร (65 : 15 v/v) 15 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Incubator Shaker (Stuart, England) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วบ่มทิ้งไว้ให้ครบ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง นำสารสกัดชาทั้ง 3 สูตร กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที นำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ให้ได้สารสกัด ที่ใสและไม่มีตะกอน นำส่วนใสของสารสกัดชาทั้ง 3 สูตร สูตรละ 0.3 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำบัฟเฟอร์ pH 1 ปริมาตร 2.7 มิลลิลิตร และนำส่วนใสของสารสกัดชาทั้ง 3 สูตร สูตรละ 0.3 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำบัฟเฟอร์ pH 4.5 ปริมาตร 2.7 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร ปริมาณสารแอนโทไซยานินจะแสดงออกมาในรูปแบบ Cyaniding-3-glucoside โดยใช้สมการที่ 2 ดังนี้

$$\text{Anthocyanin (mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{E \times L} \quad (2)$$

เมื่อ A = ค่าดูดกลืนแสง A = (A_{520 nm} - A_{700 nm}) pH1.0 - (A_{520 nm} - A_{700 nm}) pH 4.5
MW = น้ำหนักโมเลกุลของ Cyanidin-3-glucoside (449.2 g/mol)
DF = dilution faction
E = molar absorbance ของ cyaniding-3-glucoside (2,600 L/ (cm × 100))
L = cell path length (1 cm)
1,000 = factor จาก ml ไปเป็น 1 L

5. การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric ดัดแปลงวิธีมาจาก (Ghasemzadeh et al., 2015) ปิเปตสารตัวอย่าง (น้ำชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร) 0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นปิเปตสารละลาย Folin Ciocalteu reagent (CARLO ERBA, Australia) ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในสารตัวอย่าง 1.5 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 8 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเติมสารละลาย Na₂CO₃ (CARLO ERBA, Australia) (7.5% w/v) ในตัวอย่าง 1.2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) (ACROS, China) โดยรายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักรวบรวม (mg GAE/g ของน้ำหนักรวบรวม)

6. การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay

การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay ดัดแปลงวิธีมาจาก (Saeed et al., 2012) เตรียมสารสกัดตัวอย่าง (น้ำชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร) จากนั้นปิเปตใส่หลอดทดลอง หลอดละ 1.5 มิลลิลิตร เติมน้ำละลาย DPPH (ALDRICH, Germany) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูล DPPH คำนวณดังสมการที่ 3

$$\% \text{ inhibition} = \frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ A_{control} = ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม (ไม่มีสารสกัดตัวอย่าง)

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

หมายเหตุ สารละลายมาตรฐานปิเอซที่ ใช้แทนสารสกัดในขั้นตอนการทดลองแบบเดียวกับการทดลองข้างต้น

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาแสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ ANOVA ด้วยวิธีการทดสอบ Tukey's honestly significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4. ผลการวิจัย

1. การศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน ด้วยวิธี pH-differential

การศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน ของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร ด้วยวิธี pH-differential โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณสารแอนโทไซยานิน

สูตร	ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg/L)
1	0.33 $\pm$ 0.26 ^a
2	0.83 $\pm$ 0.30 ^a
3	96.58 $\pm$ 3.68 ^b

Data express as mean $\pm$ S.D. (n=3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

จากตารางที่ 2 แสดงปริมาณสารแอนโทไซยานินของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร พบว่า สูตรที่ 3 มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด มีค่าเท่ากับ 96.58 ± 3.68 มิลลิกรัมต่อลิตร แตกต่างกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีปริมาณแอนโทไซยานิน มีค่าเท่ากับ 0.33 ± 0.26 และ 0.83 ± 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

2. การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric และคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดตัวอย่างเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) สามารถแสดงผลได้ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

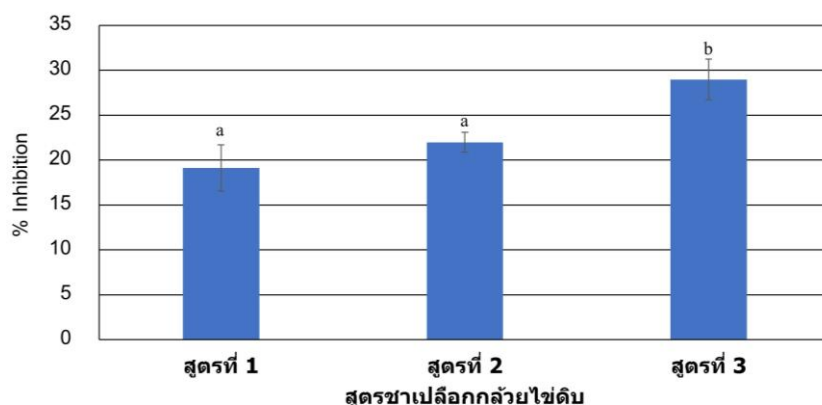
สูตร	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g of dry weight)
1	4.41 ± 0.85^a
2	3.35 ± 0.43^a
3	13.87 ± 0.79^b

Data express as mean $\pm$ S.D. (n=3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 3 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร พบว่า สูตรที่ 3 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด มีค่าเท่ากับ 13.87 ± 0.79 mg GAE/g ของน้ำหนักแห้ง แตกต่างกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 4.41 ± 0.85 และ 3.35 ± 0.43 mg GAE/g ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

3. ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร ด้วยวิธี DPPH assay และคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของสารตัวอย่างเทียบกับสารละลายมาตรฐานบีเอชที โดยจะแสดงค่าเป็น % Inhibition สามารถแสดงผลได้แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงค่า % inhibition ของชาเปลือกกล้วยไข่ทั้ง 3 สูตร ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากภาพที่ 1 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร พบว่า สูตรที่ 3 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เท่ากับร้อยละ 28.98 ± 2.25 แตกต่างกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีค่าร้อยละ 19.13 ± 2.57 และ 21.99 ± 1.12 ตามลำดับ

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้ง 3 สูตร พบว่า ชาเปลือกกล้วยไข่ดิบสูตรที่ 2 มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยไข่ดิบ หล้าหวาน และใบเตย มีปริมาณของแอนโทไซยานิน สูงกว่าสูตรที่ 1 ที่ไม่มีใบเตยเป็นองค์ประกอบนั้น เนื่องจากในใบเตยมีปริมาณของแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบอยู่ 4 mg (mg CYE/100g) (Jaisankar et al., 2023) ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณแอนโทไซยานินที่พบในใบเตยมีน้อย จึงทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินในชาสูตรที่ 2 ไม่ได้สูงกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นในการศึกษานี้ พบว่า ชาเปลือกกล้วยไข่ดิบสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยไข่ดิบ หล้าหวาน และไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด เท่ากับ 96.58 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากชาสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของไหมข้าวโพดหวานสีแดงสายพันธุ์ราชินีทับทิมสยาม ซึ่งมีงานวิจัยที่ศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินของข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยามในเมล็ด ซึ่งไหมข้าวโพด (ภาวิณีย์ เจริญยิ่ง, 2560) พบว่า มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูง ซึ่งสารชนิดนี้เป็นชนิดเดียวกับที่มีในดอกอัญชันที่นำมาต้มดื่มกันเพื่อสุขภาพ เป็นสารรงควัตถุสีม่วง-แดง ที่มีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีจำนวนมากทั้งในเมล็ด ซึ่ง และไหมข้าวโพด และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุณทิพย์ เหมะธูลิน และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษารวบรวมแอนโทไซยานินในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะรับประทานฝักสด พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงสุดโดยเมล็ด แกนฝัก ไหม และเปลือกหุ้มฝักมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดอยู่ในช่วง 30.73-106.21, 138.93-266.51,

64.12-572.10 และ 2.38-97.94 มิลลิกรัมของ cyanidine-3-glucoside ต่อตัวอย่างสด 100 กรัม และมีการวิจัยที่ศึกษาภาวะการอบแห้งด้วยลมร้อนที่เหมาะสมในการเตรียมชาสมุนไพรจากไหมและฝักของข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม พบว่า สภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด ของไหมข้าวโพด คือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ของฝักข้าวโพด ซึ่งชาสมุนไพรนี้มีปริมาณแอนโทไซยานินรวม 43.10 ± 2.26 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม มีไซยานิดิน 14.44 ± 0.78 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และมีฟิโอบิน 28.66 ± 0.74 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (Phornpan and Tarit, 2022) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ อภิรดา พรปณณิษฐ์ (2565) ที่ทำการศึกษาคีรติคุณเพื่อสุขภาพจากข้าวเหนียวลิ้มผิวและไหมข้าวโพดสีม่วง พบว่า อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวลิ้มผิวต่อไหมข้าวโพดสีม่วงที่ 85:15 สารสกัดที่ได้มีปริมาณแอนโทไซยานิน 11.53 mg/L เมื่อไหมข้าวโพดมีอายุมากขึ้นมีการสะสมของรงควัตถุที่มีสีเข้ม คือ สีม่วง สีแดง และสีดำ ที่เป็นรงควัตถุในกลุ่มของแอนโทไซยานินมากขึ้น (สกุลกานต์ สิมลา และคณะ, 2557)

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric ปรากฏว่า ชาเปลือกกล้วยไข่ดิบในรูปแบบอบแห้งบรรจุซองพร้อมชงทั้ง 3 สูตร พบว่า ชาเปลือกกล้วยไข่ดิบที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด คือ สูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ $13.87 \pm 0.79 \text{ mg GAE/g}$ ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยไข่ดิบ กล้วยหวาน และไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ที่มีมากเป็นอันดับสองในพืช (รองจากเซลลูโลส) โดยอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชส่วนใหญ่ รวมถึงส่วนที่รับประทานได้ เช่น ผลไม้ เมล็ด ใบ ลำต้น และราก และมีหน้าที่หลายอย่างในพืช เช่น การให้โครงสร้างที่แข็งแรง ปกป้องพืชจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) จากความเครียดจากสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต เชื้อโรค และสัตว์กินพืช เป็นต้น (De la Rosa et al., 2019) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 3 มีส่วนประกอบของเปลือกกล้วยไข่ดิบ และกล้วยหวาน ซึ่งเป็นส่วนประกอบเดียวกับสูตรที่ 1 และ 2 โดยตามงานวิจัยก่อนหน้านี้ระบุว่ามีการประกอบฟีนอลิกทั้งหมดพบในเปลือกกล้วยถึง 30 มก./กรัม ของน้ำหนักแห้ง (Singh et al. 2016) และพบว่าสารแทนนิน ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนพวกฟีนอลิก มีอยู่ในเปลือกดิบ (ราตรี พระนคร, 2559) ในสารสกัดจากใบกล้วยหวาน พบกรดฟีนอลิกและอนุพันธ์เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด (Ciulu et al., 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูตรที่ 3 ยังมีส่วนผสมของไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม ซึ่งมีการวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า กรดฟีนอลิกและอนุพันธ์เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด ในสารสกัดจากไหมข้าวโพด (Žilić et al., 2016) นอกจากนี้ในไหมข้าวโพดยังพบสารเมซิน ซึ่งเป็นสารฟีนอลิกที่ช่วยยับยั้งและป้องกันโรคสมองเสื่อม พร้อมทั้งช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด (Cha et al., 2016) งานวิจัยของ กมลวรรณ ผลพิบูล (2565) ยังพบว่า ไหมข้าวโพดทับทิมสยาม มีสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกที่สูง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ และโรคสมอง เช่น อัลไซเมอร์ เป็นต้น

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay ในชาเปลือกกล้วยไข่ดิบในรูปแบบอบแห้งบรรจุซองพร้อมชง ทั้ง 3 สูตร พบว่า ชาเปลือกกล้วยไข่ดิบที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ สูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 28.98 ± 2.25 เนื่องจาก สูตรที่ 3 ที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยไข่ดิบ กล้วยหวาน และไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม ซึ่งเปลือกกล้วยไข่ดิบ มีสารแทนนินเป็นส่วนประกอบ แทนนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนพวกฟีนอลิก ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์ และสุดใจ คงทอง, 2537)

และยังมีงานวิจัยที่ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากสารสกัดเปลือกกล้วยไข่พบว่า เปลือกกล้วยไข่ดิบ (ห้าม) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด (ปราณี เลิศแก้ว และคณะ, 2561ข) กล้วยหวาน มีสรรพคุณช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในช่องปากหลายชนิด ช่วยบำรุงร่างกาย บำรุงตับ และมีสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (เพชรเกษม, 2022) หน่อข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม มีสรรพคุณช่วยชะลอความแก่ ป้องกันมะเร็งชนิดเนื้อออก มีไลโคปีนสูง เพราะในหน่อข้าวโพดสีแดงราชินีทับทิมสยามมีสารแอนโทไซยานินมาก (ทวีศักดิ์ ภูหล้า, 2560) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากสารสกัดหน่อข้าวโพดหวานสีแดงพันธุ์ราชินีทับทิมสยาม (ปราณี เลิศแก้ว และคณะ, 2561ก) พบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 26.85 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และจากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบสารประกอบฟีนอลิกในหน่อข้าวโพดมีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Choi et al., 2014) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทัดดาว ภาชีผล และคณะ (2561) ที่ได้ทำการศึกษาค่าประกอบทางพฤกษเคมีและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากหน่อข้าวโพดสองสี โดยพบว่า หน่อข้าวโพดสองสีทั้ง 2 ชนิด อาจมีฤทธิ์ทางชีวภาพ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ต้านแบคทีเรีย ไวรัส และต้านอนุมูลอิสระ เช่นเดียวกับหน่อข้าวโพดชนิดอื่น ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในส่วนผสมของชาแต่ละชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จึงส่งผลให้ชาสูตรที่ 3 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด

จากการศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาเปลือกกล้วยไข่ดิบผสม หน่อข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม ใบเตย และกล้วยหวาน จะเห็นว่า ชาสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยไข่ดิบ กล้วยหวาน และหน่อข้าวโพดหวานสีแดงราชินีทับทิมสยาม มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด เมื่อเทียบกับสูตรอื่น และมีศักยภาพในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ทางสุขภาพที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงแนะนำชาสูตรที่ 3 เนื่องจากมีปริมาณสารสำคัญมากที่สุด ซึ่งจะช่วยให้เรื่องของการดูแลสุขภาพได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเปลือกกล้วยไข่ดิบโดยใช้ส่วนผสมจากสมุนไพรชนิดอื่น
2. ควรศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญกลุ่มอื่น ๆ เช่น วิตามินซี วิตามินอี ฟลาโวนอยด์ เบต้าแคโรทีน เป็นต้น
3. ควรศึกษาเปรียบเทียบชาเปลือกกล้วยไข่ดิบในปริมาณอื่น
4. นำความรู้จากงานวิจัยไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนวิจัยประจำปี 2563 จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร และขอขอบคุณ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร สำหรับการสนับสนุนเครื่องมือวิจัยในงานวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ ผลพิกุล. (2565). การออกฤทธิ์ของสารประกอบชีวภาพจากไหมข้าวโพดหวาน (*Zea mays* L.) หมัก. [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- กุหลาบ สิทธิสวนจิ. (2556). การศึกษาเปรียบเทียบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแปงกล้วย. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 44(2)(พิเศษ), 213-216.
- จรรยาพัฒน์ แสงสุวรรณ. (2560).ฤทธิ์ยับยั้งคอเลสเทอรอลของลูกสารองผลสมหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่เพื่อลดน้ำหนักและสุขภาพ [รายงานการวิจัย]. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ณพัชร บัวฉน. (2558). องค์ประกอบทางเคมี และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบมะขามป้อม. หลักสูตรเคมีคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ทัตตาว ภาษิล, รัตนา ประทุม และ สุนิสา สุริยพันธ์. (2561). องค์ประกอบทางพฤกษเคมีและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากไหมข้าวโพดสองสี. *วารสารแก่นเกษตร*, 46(ฉบับพิเศษ 1), 1315-1320.
- ทวีศักดิ์ ภู่อล่า. (2560, 25 พฤษภาคม). “ราชินีทับทิมสยาม” ข้าวโพดหวานพิเศษสีแดง อีกทางเลือกของเกษตรกร รสชาติแปลกใหม่ ปลูกขายได้ราคา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. <https://agt.snru.ac.th/topics/3536>
- นิตยา คอนสาร, อารียา ไชยบท, นภารัตน์ ชัยรักษ์ และ สิริพร ลาวัลย์. (2561). ผลของการอบแห้งต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาสมุนไพร. *วารสารแก่นเกษตร*, 46(ฉบับพิเศษ 1), 1395-1400.
- นิตารัตน์ ศิริวัฒน์เมธานนท์. (2556). อาหารหลากหลายมีประโยชน์หลากหลาย(ตอนที่3): สารเคมีที่มีประโยชน์จากผักผลไม้ที่มีสีม่วงและสีน้ำเงิน. *บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน*. ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปราณี เลิศแก้ว, ชุตินา ศรีโยธา, วุฒิพันธ์ เทศคลัง และ นรวรรณ บัวบุญ. (2561ก). วิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจากไหมข้าวโพดหวานสีแดงสายพันธุ์ราชินีทับทิมสยาม. *การประชุมวิชาการครั้งที่ 5* (หน้า 340-345). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- ปราณี เลิศแก้ว, ธิธารัตน์ พรหมมา, ศุภวัฒน์ วิสิฐศิริกุล, นเรศ ขำเจริญ, อธิธา บุญเดช, ภัสดี ภูกองไชย, นริศรา ปันใจ, ฐิตารีย์ จันทรีไธ, ศิริลักษณ์ สุนทรพงษ์, ภัทรพร แซ่ม้อย และ อมิตา กลิ่นกาหลง. (2561ข). เปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมของเปลือกกล้วยไข่. *การประชุมวิชาการระดับชาติ “พะเยาวิจัย ครั้งที่ 7”* (หน้า 1379-1387). พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.
- ปราณี เลิศแก้ว, สุวิมล มาปา และ จิตินา เกษแก้ว. (2561ค). การวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยไข่ดิบ. *จากการประชุมวิชาการครั้งที่ 5* (หน้า 526-532). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- พิมลพรรณ พิทยานุกุล. (2559, 14 กันยายน). ชาร้อน ชาเย็น ประโยชน์/โทษ ต่อสุขภาพ. คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล. <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/345/ชาร้อนชาเย็นประโยชน์/โทษต่อสุขภาพ/>.

- เพชรเกษม. (2022, 21 พฤศจิกายน). *หญ้าหวาน (Stevia) สรรพคุณ และการปลูกหญ้าหวาน*. เริ่มเพื่อพืชเกษตรไทย. <https://puechkaset.com/หญ้าหวาน>
- ภาวิณีย์ เจริญยิ่ง. (2560, 3 เมษายน). “ราชินีทับทิมสยาม” ข้าวโพดหวานพิเศษสีแดง อีกทางเลือกของเกษตรกรรสชาติแปลกใหม่ ปลูกขายได้ราคา. เทคโนโลยีชาวบ้าน. https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_15735
- ราตรี พระนคร. (2559). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบกฤษณา (*Aqlaria sinensis*). *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*, 3(ฉบับพิเศษ (III)), 21-24.
- สกุลกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแดง, พิชรี สิริตระกูลศักดิ์, ณัฐพงษ์ บุราณมัย และ สรพงศ์ เบญจศรี. (2557). พัฒนาการของสีและปริมาณแอนโทไซยานินในไหมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. *วารสารแก่นเกษตร*, 42(ฉบับพิเศษ 3), 912-920.
- สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์ และ สุดใจ คงทอง. (2537). *การศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดโพลีแซ็กคาไรด์จากเปลือกกล้วยไข่กล้วยน้ำว้า และกล้วยหอม* [รายงานการวิจัย]. คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- สุภาภรณ์ ญะเมืองมอญ และ ชนากานต์ เทโบลต์พรมอุทัย. (2559). ความแปรปรวนของปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวกำแพงพื้นที่เมืองของไทย. *วารสารเกษตร*, 32(2), 191-199.
- ศิวม ไทยอุดม และ สิรินาฏ เนติสิริ. (2555). *การปรับปรุงกลิ่นรสของไอศกรีมที่มีโปรตีนและน้ำมันจากถั่วเหลืองด้วยสมุนไพรไทย* [รายงานการวิจัย]. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/5166>
- อนงค์ ศรีโสภา และ กาญจนา วงศ์กระจ่าง. (2020). การพัฒนาสูตรชาสมุนไพรหอมอ่อนผสมสมุนไพรให้กลิ่นหอมที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเอนไซม์กลูโคซิเดส. *Thai Journal of Science and Technology*, 9(2), 218-229. <https://doi.org/10.14456/tjst.2020.34>
- อภิรดา พรปิ่นณวิญญ์. (2565). เครื่องดื่มผงเพื่อสุขภาพจากข้าวเหนียวลิ้มผิวและไหมข้าวโพดสีม่วง. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 14(20), 1-14.
- อัจฉรา นิยมเดชา. (2555). *ผลของการเสริมใบเตยหอม (Pandanus amarylifolius Roxb.) ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกะทาญี่ปุ่นและคุณภาพไข่* [รายงานการวิจัย]. มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.
- อรุณทิพย์ เหมะธูลิน, สกุลกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์บุญแดง และ สุ ดาทิพย์ อินทร์ชื่น. (2013). ปริมาณแอนโทไซยานินในเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะรับประทานฝักสด. *J Sci Technol MSU*, 32(6), 801-806.
- A.O.A.C. (1990). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. (15th ed). Virginia: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Choi, D.J., Kim, S.L., Choi, J.W., & Park, Y.I. (2014). Neuroprotective effects of corn silk maysin via inhibition of H₂O₂-induced apoptotic cell death in SK-N-MC cells. *Life Sciences*, 109(1), 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2014.05.020>

- Cha, J.H., Kim, S.R., Kang, H.J., Kim, M.H., Ha, A.W., & Kim, W.K. (2016). Corn silk extract improves cholesterol metabolism in C57BL/6J mouse fed high-fat diets. *Nutrition Research and Practice*, 10(5), 501–506. <https://doi.org/10.4162/nrp.2016.10.5.501>
- Ciulu, M., Quirantes-Piné, R., Spano, N., Sanna, G., Borrás-Linares, I., & Segura-Carretero, A. (2017). Evaluation of new extraction approaches to obtain phenolic compound-rich extracts from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. *Industrial Crops and Products*, 108, 106–112. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.024>
- De la Rosa, L. A., Moreno-Escamilla, J. O., Rodrigo-García, J., & Alvarez-Parrilla, E. (2019). Phenolic Compounds. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*, 253–271. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00012-9>
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z.E., & Rahmat, A. (2015). Phytochemical constituents and biological activities of different extracts of *Strobilanthes crispus* (L.) Bremek leaves grown in different locations of Malaysia. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15(422), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0873-3>
- Jaisankar, I., Varadan, J., Adamala, S., Blesy, G. M., Lakshmana Prabu, S., Umamaheswari, & Ramanan, S. S. (2023). Phytochemical properties and antioxidant activities of *Pandanus amaryllifolius*. *Indian Journal of Agroforestry*, 25(2), <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJA/article/view/146801>
- Ji-u, P., & Apisittiwong, T. (2022). Effect of drying conditions on the phytochemicals and qualities of herbal tea made from the silk and cob of red sweet corn. *Journal of Current Science and Technology*, 12(2), 286–296. <https://ph04.tci-thaijo.org/index.php/JCST/article/view/292>
- Shao, Y., Xu, F., Sun, X., Bao, J., & Beta, T. (2014). Phenolic acids, anthocyanin, and antioxidant capacity in rice (*Oryza sativa* L.) grains at four stages of development after flowering. *Food Chemistry*, 143(1), 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.042>
- Singh, B., Singh, J.P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits - A review. *Food Chemistry*, 206, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.033>
- Saeed, N., Khan, M.R., & Shabbir, M. (2012). Antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid contents of whole plant extracts *Torilis leptophylla* L.. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(221), 1–12. <https://bmccomplementmedtherapies.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6882-12-221>
- Žilić, S., Janković, M., Basić, Z., Vančetočić, J., & Maksimović, V. (2016). Antioxidant activity, phenolic profile, chlorophyll and mineral matter content of corn silk (*Zea mays* L): Comparison with medicinal herbs. *Journal of Cereal Science*, 69, 363–370. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.003>