

# ผลของน้ำสกัดจากดอกชาที่มีต่อคุณภาพทางด้านสารพฤกษเคมีและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม

## The effects of *Camellia sinensis* Flower extract on the phytochemical and sensory evaluation of drinking jelly

รัชนิกร โพธิ์ไกร<sup>1</sup>, เจนจิรา เจริญศิลป์<sup>1</sup>, เอนก หาลี<sup>1\*</sup>

Ratchaneekorn Pokrai<sup>1</sup>, Jenjira Charoensin<sup>1</sup>, Anek Halee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

<sup>1</sup> Faculty of Science and Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University

\*Corresponding author E-mail: anek@kpru.ac.th

(Received: Sep01, 2023; Revised: Dec14, 2023; Accepted: Dec15, 2023)

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำสกัดจากดอกชาที่ชงด้วยวิธี Twining ต่อคุณภาพทางด้านสารพฤกษเคมีและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม โดยทำการศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระพบว่า สูตรที่ 4 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 45.80 mg GAE/100 ml และ 8.24 mg CE/100 ml ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ FRAP มีปริมาณที่สูงสุดในสูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 154.85 และ 165.15  $\mu\text{mol TE} / 100 \text{ ml}$  ตามลำดับ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้าน ของเยลลี่จากดอกชาทั้ง 5 สูตร พบว่า สูตรที่ 4 ที่มีปริมาณชาจากดอกชา ร้อยละ 75 น้ำตาลร้อยละ 10 น้ำผึ้งร้อยละ 15 ได้รับคะแนนชอบด้านกลิ่น รสชาติ และลักษณะปรากฏมากที่สุด ส่วนด้านความชอบรวมพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้ความชอบสูตรที่ 5 ที่มีปริมาณชาจากดอกชาร้อยละ 80 น้ำตาลร้อยละ 9 น้ำผึ้งร้อยละ 11 นอกจากนี้พบว่า สีและกลิ่น ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ( $p \geq 0.05$ )

**คำสำคัญ:** ดอกชา เยลลี่พร้อมดื่ม สารต้านอนุมูลอิสระ

### Abstract

The aim of this research is to investigate the effects of *Camellia sinensis* Flower extract, brewed using the Twining method, on the phytochemical and sensory evaluation of a ready-to-drink jelly product. The study on antioxidant efficacy revealed that Formula 4 has the highest levels of total phenolic content and flavonoid compounds, with values equivalent to 45.80 mg GAE/100 ml and 8.24 mg CE/100 ml, respectively. Regarding the analysis of antioxidant activity using DPPH and FRAP methods, Formula 4 also exhibited the highest values at 154.85 and 165.15  $\mu\text{mol TE}/100 \text{ ml}$ , respectively. In the sensory evaluation across all 5 aspects of drinking jelly products from *Camellia sinensis* Flower extract in the 5 formulas, it was found that Formula 4, which had tea extract at 75%, sugar at 10%, and honey at 15%, received the highest scores for aroma, taste, and overall appearance. Regarding overall preference, it was found that the taste testers favored Formula 5, which had tea extract at 80%, sugar at 9%, and honey at 11%. Additionally,

it was noted that there were no significant differences in color and aroma ratings among the taste testers ( $p \geq 0.05$ ).

**Keywords:** *Camellia sinensis* Flower, Drinking Jelly, Antioxidant

## บทนำ

ชาถือเป็นเครื่องดื่มหนึ่งชนิดที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลายดอกชากำลังเป็นเครื่องดื่มที่สำคัญที่ส่งรอรจากใบชา ดอกชาไม่เพียงแต่สามารถปรุงอาหารได้ แต่ยังเป็นแหล่งวัตถุดิบสำคัญของเครื่องดื่ม ในประเทศจีนมีการผลิตดอกชามากกว่า 4 พันล้านกิโลกรัมต่อปี นอกจากนี้การเก็บดอกชาช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 ของใบชาในปีต่อไป ดอกชามีองค์ประกอบทางเคมีคล้ายกับใบชา ประกอบไปด้วย Polyphenol เช่น Catechins และ Flavonols สารกลุ่ม Methylxanthines เช่น คาเฟอีน กรดอะมิโน เช่น Theanine เป็นสารเมตาโบไลต์ในใบชา [1] Triterpenoid Saponins เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในดอกชา saponins จะสะสมสูงในช่วงระยะแรกของการออกดอกของทุกสายพันธุ์ชาชาโพนินจะมีปริมาณสูงในช่วงที่กลีบมีสีเขียว ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 50 ของดอกชาในระยะต่าง ๆ [2]

ผลิตภัณฑ์เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ของหวานที่ได้รับความนิยม โดยทั่วไปนิยมนำผักหรือผลไม้ มาสกัดแล้วผสมกับสารให้ความหวานและสารที่ทำให้เกิดเจลในปริมาณที่เหมาะสมทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในลักษณะ กึ่งแข็งหรือลักษณะเหลว ผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเยลลี่ส่วนใหญ่นิยม รับประทานเยลลี่ชนิดอ่อนมากที่สุดและผู้บริโภคให้ความสนใจผลิตภัณฑ์เยลลี่เพื่อสุขภาพร้อยละ 96 [3] จากคุณประโยชน์ของดอกชาเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระและสารพฤกษเคมี เยลลี่จากดอกชาจึงมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่มีในท้องตลาด นอกจากทำให้ชาจากดอกชาอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระทั้งฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่สามารถยับยั้งหรือชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันและมีสรรพคุณดีต่อสุขภาพสามารถป้องกันโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจ ขาดเลือดและโรคมะเร็ง และสารฟลาโวนอยด์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกและเส้นเลือดภายใน [4]

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงสนใจศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากดอกชาเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่และตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### 1. การคัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นครั้งนี้คือ ดอกชา พันธุ์ *Camellia sinensis* var. *sinensis*

### 2. การเตรียมผลดอกชา

1) นำดอกชาสดมาลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 วินาทีแล้วนำไปแช่น้ำเย็นแล้วทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

2) นำดอกชาที่ได้มาอบในตู้อบลมร้อนแบบใช้แก๊สที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำดอกชาที่ได้ไปปั่นให้ละเอียดเป็นผง โดยใช้ Blender

### 3. การเตรียมน้ำสกัดจากดอกชา

นำผงดอกชาใส่ลงในน้ำที่ผ่านการต้มให้เดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จากนั้น ดับไฟ และแช่ดอกชาเป็นเวลา 5 นาทีแล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง จากนั้นนำน้ำชาที่ได้เก็บในที่มืดก่อนใช้งาน

### 4. การเตรียมเยลลี่ดอกชา

นำน้ำชาที่ได้จากข้อ 2.3 ผสมกับน้ำตาล น้ำผึ้ง กรดซิตริก คาราจีแนนและผงบุก ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 1 ตั้งไฟอ่อนและคนให้ส่วนผสมละลายเข้ากัน แล้วนำไปใส่บรรจุภัณฑ์ จากนั้นนำไปแช่ในน้ำเย็น [5]

### 5. การทดสอบคุณสมบัติของเยลลี่ดอกชา

1) การเตรียมตัวอย่างเยลลี่ดอกชา โดยใช้เยลลี่ดอกชาสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยมวลต่อปริมาตรที่อัตราส่วน 1 : 5 (20 กรัม:100 มิลลิลิตร) นำไปสกัดด้วยเครื่อง rotary shaker ที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และปรับปริมาตรสุดท้ายให้ได้ 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติในข้อ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

2) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu เริ่มจากนำสารสกัดจากเยลลี่ดอกชาปริมาตร 200 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลองเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu เข้มข้น ร้อยละ 10 ปริมาตร 800 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและเติมสารละลาย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน 1 นาที เก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm สำหรับ blank ใช้ น้ำกลั่นแทนสารสกัดตัวอย่างและใช้ gallic acid ที่ความเข้มข้น 5, 10, 20, 50, และ 100 ppm เป็นสารมาตรฐาน รายงานผลในหน่วยของ mg of gallic acid ต่อตัวอย่าง 100 กรัม [6]

3) การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ เริ่มจากนำสารสกัดจากเยลลี่ดอกชา ปริมาตร 150 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1.50 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไนไตรท์ ( $\text{NaNO}_2$ ) เข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 75 ไมโครลิตร เติมสารละลายอลูมิเนียมคลอไรด์ ( $\text{AlCl}_3$ ) เข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 150 ไมโครลิตร เติมสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) เข้มข้น  $1 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร 500 ไมโครลิตร สำหรับ blank ใช้ น้ำกลั่นแทนสารสกัดตัวอย่างและใช้ catechin ที่ความเข้มข้น 5, 10, 20, 50, และ 100 ppm เป็นสารมาตรฐาน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร โดยรายงานผลในหน่วย มิลลิกรัมของ catechin ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 100 กรัม [7]

4) ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชา  
โดยการทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระใช้ 2 วิธีคือ

- DPPH radical scavenging ability โดยใช้ 2,2- diphenyl - 1 - picryl - hydrazyl radical (DPPH) เป็นอนุมูลอิสระคำนวณในรูปของ  $\mu\text{mol/g}$  of TEAC เริ่มจากนำสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลองเติมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.6 mM ปริมาตร 3 มิลลิตร เขย่าให้เข้ากันเก็บในที่มืดอุณหภูมิห้อง 30 นาทีวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น blank แทนสารสกัดตัวอย่างและใช้ Trolox ความเข้มข้น 25, 50, 100, 300, และ 600  $\mu\text{M}$  เป็นสารมาตรฐานรายงานผลในหน่วยของ  $\mu\text{mol}$  Trolox ต่อตัวอย่าง 100 กรัม [8]

- Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) นำสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 150 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลองเติมสารละลาย FRAP ปริมาตร 3 มิลลิตร เขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 nm คำนวณในรูปของ  $\mu\text{mol/g}$  of TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity) [9] สำหรับ blank ใช้ น้ำกลั่นแทนสารสกัดตัวอย่าง และใช้ Trolox ความเข้มข้น 25, 50, 100, 300, และ 600  $\mu\text{M}$  เป็นสารมาตรฐานรายงานผลในหน่วยของ  $\mu\text{mol}$  Trolox ต่อตัวอย่าง 100 กรัม

5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบทั้งสิ้น 30 คน กลุ่มที่ศึกษาคือ ประชาชนในช่วงอายุ 18-45 ปี

## 6. การวางแผนการทดลอง

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก, ฟลาโวนอยด์, DPPH และ FRAP โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

## ผลการวิจัย

### 1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชา

เมื่อได้สารสกัดจากเยลลี่ดอกชาแล้วจึงทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยคำนวณในรูปของ mg ของ gallic acid แสดงดังภาพที่ 1 จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่สกัดได้จากเยลลี่ดอกชาทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 18.10-45.80 mg gallic acid equivalents/100 กรัม โดยสูตรที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด คือ สูตรที่ 4 ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิกอยู่ที่ 45.80 mg gallic acid equivalents/100 กรัม และสูตรที่ 3 ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ที่ 45.60 mg gallic acid equivalents/100 กรัม ซึ่งมีปริมาณที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) รองลงมา คือ สูตร 5, 1 และ 2 ตามลำดับซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 24.63, 18.69 และ 18.10 mg gallic acid equivalents/100 กรัม ตามลำดับ

## 2. ปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชา

การศึกษาปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชาได้ผลการทดลองดังภาพที่ 2 พบว่า ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้จากเยลลี่ดอกชาทั้ง 5 สูตร มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 2.87-8.24 mg catechin equivalents/100 กรัม โดยสูตรที่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงสุด คือ สูตรที่ 4 ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์อยู่ที่ 8.24 mg catechin equivalents/100 กรัม และสูตรที่ 3 ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์อยู่ที่ 8.21 mg catechin equivalents/100 กรัม ซึ่งมีปริมาณที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) รองลงมา คือ สูตรที่ 5, 1 และ 2 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 3.81, 3.21 และ 2.87 mg catechin equivalents/100 กรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เนื่องจากฟลาโวนอยด์จัดว่าเป็นสารประกอบฟีนอลิกอีกชนิดหนึ่งที่ละลายน้ำได้ดี [10, 11] โดยปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์มีปริมาณมากที่สุดในสูตรที่ 3 และ 4 เนื่องจากใส่ปริมาณดอกชาที่มากกว่าสูตรอื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิธิดา ลิมเสฏฐ์ [12] ที่ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดผสมใบชาผสมใบหม่อน ใบชาผสมใบมะรุม และใบหม่อนผสมใบมะรุม ในอัตราส่วน 1.5:0.5 1.0:1.0 และ 0.5:1.5 w/w ที่เวลา 2 5 10 30 และ 60 นาที พบว่าสารสกัดผสมของใบชาผสมใบหม่อนอัตราส่วน 1.5:0.5 w/w ที่เวลาสกัด 5 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุด  $72.97 \pm 0.00 \mu\text{g GEA/ml}$  เนื่องจากใบชามีสารประกอบฟีนอลิกรวมมากกว่าใบหม่อนและใบมะรุม เมื่อนำใบชาผสมกับกับใบหม่อนหรือใบมะรุมทำให้มีปริมาณฟีนอลิกมีค่าเพิ่มขึ้น

## 3. ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชา

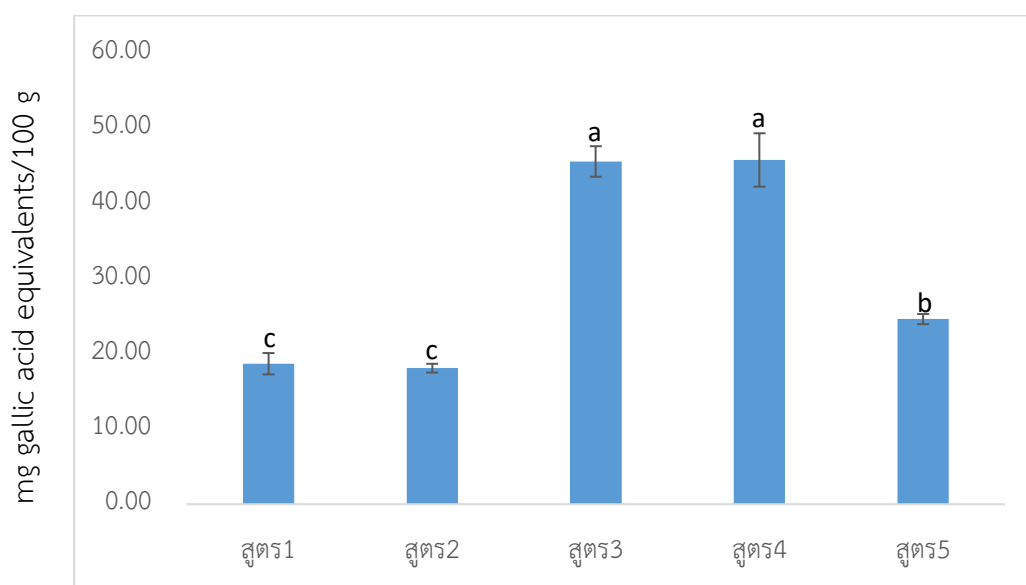
ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชาโดยทำการทดสอบ 2 วิธีคือ DPPH และ FRAP ซึ่งแต่ละวิธีได้ผลการทดลองดังภาพที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

จากภาพที่ 3 แสดงประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชาด้วยวิธี DPPH พบว่า ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธีการวิเคราะห์ DPPH radical scavenging ability ของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชาที่คำนวณในรูปของ  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  โดยค่าที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 45.80-154.85  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  ซึ่งสูตรที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ สูตรที่ 4 มีปริมาณ 154.85  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  และสูตรที่ 3 มีปริมาณ 144.66  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  ซึ่งมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) รองลงมา คือสูตรที่ 5, 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 71.80, 54.23 และ 45.80  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  ตามลำดับ

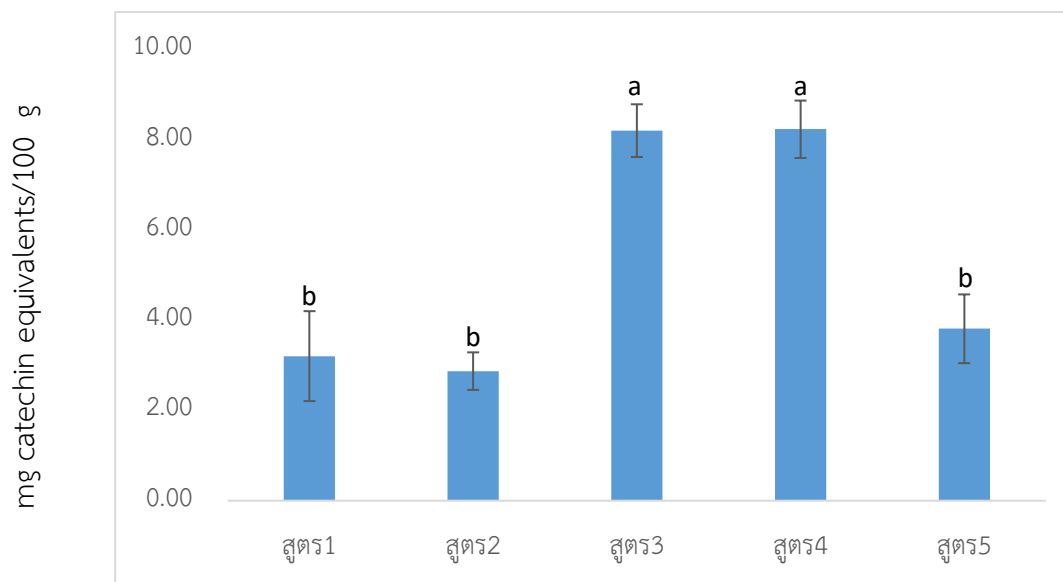
การทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชาด้วยวิธี FRAP พบว่า ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธีการวิเคราะห์ FRAP ของสารสกัดจากเยลลี่ดอกชาที่คำนวณในรูปของ  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  โดยค่าที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 49.21-165.15  $\mu\text{mol Trolox}$

equivalents /100 กรัม ซึ่งสูตรที่มีที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ สูตรที่ 4 มีปริมาณ 165.15  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  และสูตรที่ 3 มีปริมาณ 156.90  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  ซึ่งมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) รองลงมาคือสูตรที่ 5, 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 75.5, 61.69 และ 49.21  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  ตามลำดับ

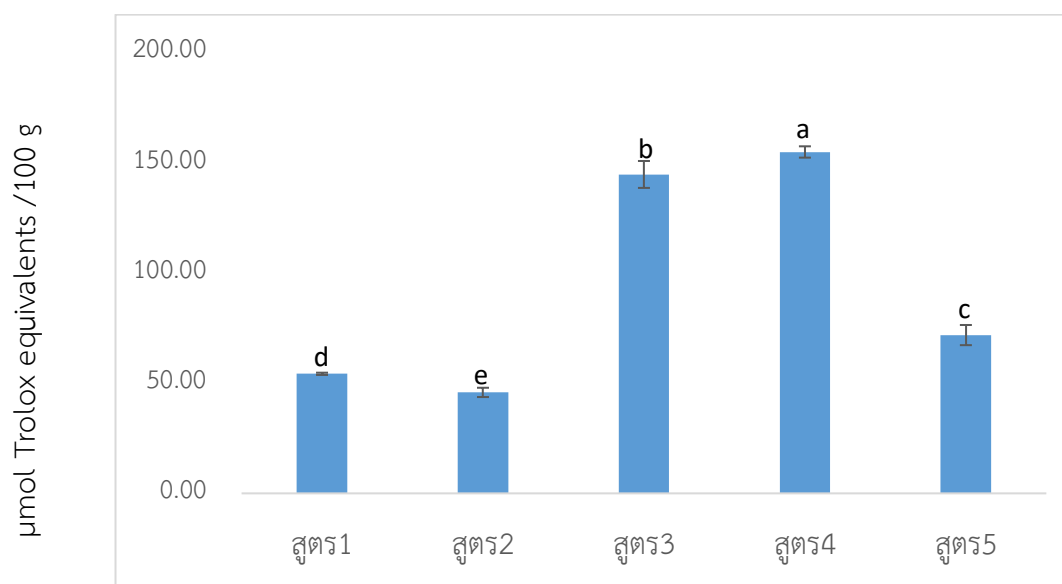
4. จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คนทำการทดสอบลักษณะทางกายภาพ 5 ด้าน คือ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม พบว่า สีและกลิ่น ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ( $p \geq 0.05$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรสชาติและลักษณะปรากฏ ผู้ทดสอบชิมให้ความชอบสูตรที่ 4 มากที่สุด ส่วนความชอบรวมพบว่าผู้ทดสอบชิมให้ความชอบสูตรที่ 5 ที่ปริมาณชาจากดอกชาร้อยละ 80 น้ำตาลร้อยละ 9 น้ำผึ้งร้อยละ 11 มากที่สุด ดังนั้นจากผลการทดลองทางประสาทสัมผัส ผู้วิจัยจึงเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ดอกชาสูตรที่ 4 โดยมีปริมาณชาจากดอกชาร้อยละ 75 น้ำตาลร้อยละ 10 น้ำผึ้งร้อยละ 15 เป็นต้นแบบในการผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่ดอกชาต่อไป เนื่องจากสูตรที่ 4 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้าน กลิ่น รสชาติ และลักษณะปรากฏมากกว่าสูตรอื่นๆ และคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างจากสูตรที่ 5 และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และประสิทธิภาพในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ FRAP สูงกว่าสูตรอื่นๆ



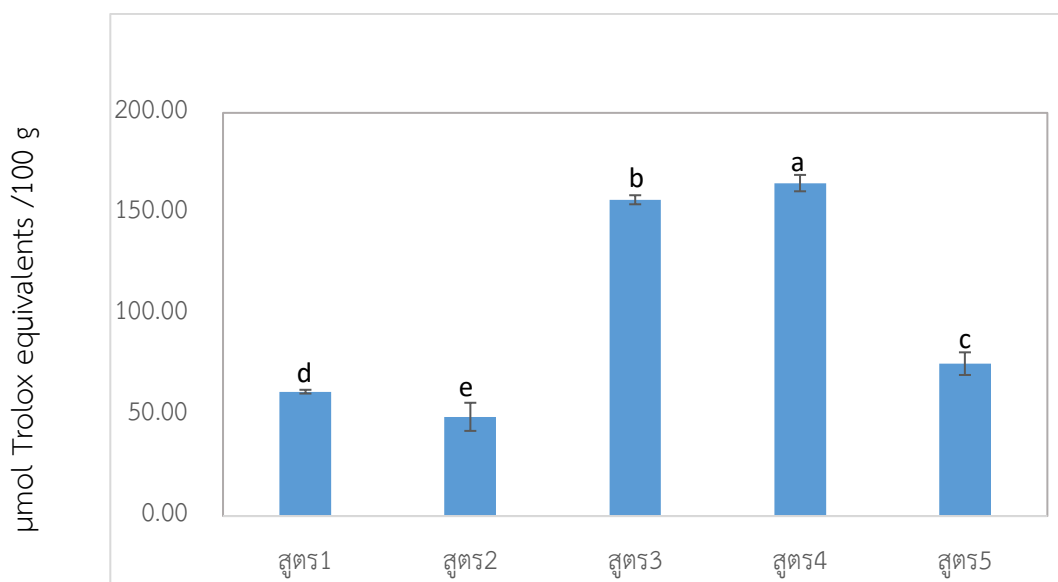
ภาพที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของเยลลี่ดอกชา



ภาพที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ของเยลลี่ดอกชา



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของเยลลี่ดอกชาด้วยวิธี DPPH radical scavenging ability



ภาพที่ 4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของเยลลี่ดอกชาด้วยวิธี FRAP

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาการผลิตเยลลี่ดอกชา

| ส่วนประกอบ     | ช่วง  |
|----------------|-------|
| ชาจากดอกชา (T) | 65-80 |
| น้ำตาล (S)     | 5-10  |
| น้ำผึ้ง (H)    | 7-15  |

ตารางที่ 2 สูตรที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ดอกชา

| ส่วนผสม      | สูตรที่ |     |     |     |              |
|--------------|---------|-----|-----|-----|--------------|
|              | 1       | 2   | 3   | 4   | 5 (กึ่งกลาง) |
| ชาจากดอกชา   | 80      | 80  | 83  | 75  | 80           |
| น้ำตาล       | 5       | 10  | 10  | 10  | 9            |
| น้ำผึ้ง      | 15      | 10  | 7   | 15  | 11           |
| กรดซิตริก(g) | 0.2     | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2          |
| คาราจีแนน(g) | 0.2     | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2          |
| ผงบุก(g)     | 0.8     | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8          |



### ตารางที่ 3 ตารางทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

| สูตรที่ | สี <sup>ns</sup> | กลิ่น <sup>ns</sup> | รสชาติ                  | ลักษณะปรากฏ             | ความชอบรวม              |
|---------|------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1       | 7.20±0.89        | 7.10±1.07           | 7.20±1.15 <sup>a</sup>  | 6.80±1.23 <sup>ab</sup> | 7.45±0.99 <sup>b</sup>  |
| 2       | 6.65±1.30        | 6.65±1.08           | 6.80±1.15 <sup>ab</sup> | 6.75±1.01 <sup>ab</sup> | 7.10±1.11 <sup>ab</sup> |
| 3       | 6.70±1.34        | 6.80±1.15           | 6.20±1.43 <sup>a</sup>  | 6.10±1.02 <sup>b</sup>  | 6.60±1.35 <sup>b</sup>  |
| 4       | 7.10±1.44        | 7.15±1.49           | 7.25±1.33 <sup>a</sup>  | 7.05±0.99 <sup>a</sup>  | 7.45±1.27 <sup>a</sup>  |
| 5       | 6.90±1.44        | 6.70±1.17           | 6.85±1.38 <sup>ab</sup> | 6.75±1.55 <sup>ab</sup> | 7.55±1.09 <sup>a</sup>  |

หมายเหตุ : การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการอนุมูลอิสระในเยลลี่ดอกชาทั้งหมด 5 สูตร โดยพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด ในสูตรที่ 4 เท่ากับ 45.80 mg gallic acid equivalents/100 กรัม ส่วนปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์พบมากในสูตรที่ 4 เท่ากับ 8.24 mg catechin equivalents/100 กรัม นอกจากนี้ยังพบว่าในสูตรที่ 4 มีประสิทธิภาพในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ FRAP ในปริมาณที่สูงทั้งสองวิธี โดยมีปริมาณเท่ากับ 154.85 และ 165.15  $\mu\text{mol Trolox equivalents /100 กรัม}$  ตามลำดับ ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมสูตรที่ 5 สูงที่สุดคือ 7.55 แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับสูตรที่ 4 ที่มีค่าเท่ากับ 7.45 นอกจากนี้ สูตรที่ 4 ยังมีคะแนนรสชาติ และลักษณะปรากฏ สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 4.27 และ 7.05 ตามลำดับ

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในความอนุเคราะห์อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการทดลองจนทำให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Zhou, Y., Peng, O., Zeng, L., Tang, J., Li, J., Dong, F., & Yang, Z. (2018). Study of the biochemical formation pathway of aroma compound 1-phenylethanol in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) flowers and other plants. *Food Chemistry*, 258, 352-358.

- [2] Shen, X., Shi, L., Pan, H., Li, B., Wu, Y., & Tu, Y. (2017). Identification of triterpenoid saponins in flowers of four *Camellia Sinensis* cultivars from Zhejiang province: Differences between cultivars, developmental stages, and tissues. *Industrial Crops and Products*, 95, 140-147.
- [3] ศศิอาภา บุญคง, และรักษนก ปั่นอินทร์. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [4] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนานนท์ (ม.ป.ป.). Phenolic compounds / สารประกอบฟีนอล. *Food Network Solution*. สืบค้นจาก [http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compounds- สารประกอบฟีนอล](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compounds-สารประกอบฟีนอล).
- [5] เอนก หาลี่, นิศาชล นาเวช, และสุริวัลย์ วรอรุณ. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ชาวกักโรซ์เบอร์รี่เสริมสารสกัดจากหญ้าหวาน. *วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*, 16(2), 26-33.
- [6] Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-R, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folinciocalteu reagent. *Journal of Methods in Enzymology*, 299, 152–178.
- [7] Jia, Z., Tang, M., & Wu, J. (1999), “The Determination of Flavonoid Contents in Mulberry and Their Scavenging Effects on Superoxide Radicals,” *Journal of Food Chemistry*, 64, 555–5592.
- [8] Nuengchamnon, N., Krittasilp, K., & Ingkaninan, K. (2009). “Rapid Screening and Identification of Antioxidants in Aqueous Extracts of Houttuyniacordata using LC–ESI–MS coupled with DPPH assay,” *Food Chemistry*, 117, 750–756.
- [9] Benzie, F.F., & Strain, J.J. (1996). “The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of ‘Antioxidant Power’: The FRAP Assay,” *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
- [10] Jirumand, J., & Srihanam, P. (2011). “Oxidants and Antioxidants: Sources and Mechanism,” *Acad. Kalasin Rajabhat University*, 1, 59-70.
- [11] Chen, P.N., Kuo, W.H., Chiang, C.L., Chiou, H.L., Hsieh, Y.S., & Chu, S.C. (2006). “Black Rice Anthocyanins Inhibit Cancer Cells Invasion Via Repressions of MMPs and u-PA Expression,” *Journal of Chemico- Biological Interactions*, 163, 218-229.
- [12] นิตดา ลิ้มเสถียร. (2557). สารต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์จากใบชา ใบหม่อน และใบมะรุม. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.