



## การวิเคราะห์สารสำคัญและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของพืชสมุนไพรท้องถิ่น ในภาคเหนือเพื่อพัฒนาเป็นชาสมุนไพรสำเร็จรูป

### Phytochemical Screening and Antioxidant Activities of Local Herbal Plants in the North of Thailand for Development to Ready-To-Drink Herbal Tea

พรหทัย พุทธรวัน\* สัมฤทธิ์ รักพนาลี และ อานันท์ ณ หนองคาย

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

\*Corresponding Author, E-mail: pornhathai13@yahoo.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสารสำคัญ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของพืชสมุนไพรท้องถิ่นภาคเหนือ 10 ชนิด ได้แก่ เปล้าใหญ่ เปล้าน้อย ตองแตก ตูน (อ้อดิบ) ไม้ ป่านรามิ ราชพฤกษ์ กล้วยดิบ หญ้าคา และหญ้าไซ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นชาสมุนไพรสำเร็จรูป ตัวอย่างพืชสมุนไพรถูกนำมาสกัดด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปตรวจสอบหาสารสำคัญในพืชเบื้องต้น ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ แทนนิน เทอร์พีนอยด์ และซาโปนินตามวิธีมาตรฐาน หาปริมาณโพลีฟีนอล ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu หากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ Thiobarbutiric acid reactive substances (TBARS) จากการทดลอง พบว่า พืชสมุนไพรส่วนใหญ่พบสารสำคัญในกลุ่มเทอร์พีนอยด์และพบซาโปนินในปริมาณน้อย การหาปริมาณโพลีฟีนอลและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดพืชที่ 2000  $\mu\text{g/ml}$  พบว่าเปล้าใหญ่มีค่าโพลีฟีนอลสูงสุด คือ 747.08  $\mu\text{gGAE/ml}$  และมีเปอร์เซ็นต์ความสามารถของสารแอนติออกซิแดนซ์ในการต้านออกซิเดชัน ด้วยวิธี TBARS สูงสุด คือ 58.25% ขณะที่กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH พบว่า เปล้าใหญ่ เปล้าน้อย ตองแตก หญ้าคาและไม้ มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงสุด ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) คือ 75.95, 78.42, 80.29, 79.94 และ 76.91 % ตามลำดับ จากนั้นเตรียมสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ทั้งหมด 4 สูตร นำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic 9 Points Scale พบว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) เมื่อพิจารณาถึงกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสูตรที่ 2 มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ มากกว่าสูตรที่ 4 ดังนั้นจึงทำการเลือกสูตรที่ 2 มาทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาสมุนไพรสำเร็จรูปเพื่อให้ได้โพลีฟีนอลสูงสุด โดยการวางแผนการทดลองแบบ Response surface methodology (RSM) พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการชงชาคือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และเวลา 20 นาที เนื่องจากให้ปริมาณโพลีฟีนอล สูงที่สุด คือ 130.88  $\mu\text{gGAE/ml}$

#### ABSTRACT

The aim of this research was to study phytochemical screening and antioxidant activities of 10 local herbal plants in the North of Thailand, including *Croton persimilis*, *Croton stellatopilosus*, *Baliospermum solanifolium*, *Colocasia gigantea*, *Bambusa nutans*, *Boehmeria nivea*, *Cassia fistula*, *Musa X paradisiaca*, *Imperata cylindrica* and *Leersia hexandra* for development to ready-to-drink herbal tea. All plants were extracted by distilled water. After that, a preliminary phytochemical screening such as flavonoids, tannins,

terpenoids, and saponins was performed using standard protocols. Polyphenol content using Folin-Ciocalteu assay and antioxidant activities using 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) were evaluated. As a result, major bioactive compounds in the plant extracts was terpenoids with trace amount of saponin. Plant extracts at 2000 µg/ml concentration were used for polyphenol content and antioxidant activities. The result found that, *Croton persimilis* extract showed the highest polyphenol content (747.08 µgGAE/ml) leading to the highest for inhibition lipid peroxidation in thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) was 58.25% while *C. persimilis*, *C. stellatopilosus*, *B. solanifolium*, *I. cylindrical*, and *B. nutans* showed the highest DPPH radical scavenging activity ( $p > 0.05$ ) were 75.95, 78.42, 80.29, 79.94 and 76.91 % respectively. Afterward, 10 herbs were prepared of 4 formulations for analysis of sensory characteristics by using hedonic 9 points scale. It was found that, formulation 2 and 4 were not significantly different ( $p > 0.05$ ). When considering the antioxidant activities, formulation 2 was higher than another formula. Therefore, formulation 2 was selected to find optimum condition for polyphenol extraction from tea by using response surface methodology (RSM). The result shown that optimum condition was 100°C for 20 min. Because this condition gave the highest polyphenol content was 130.88 µgGAE/ml.

**คำสำคัญ:** สารสำคัญ แอนติออกซิแดนท์ พืชสมุนไพรท้องถิ่น ชาสมุนไพรสำเร็จรูป

**Keywords:** Phytochemicals, Antioxidant, Local herbal plants, Ready-to-drink herbal tea

## บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคใส่ใจในสุขภาพกันมากขึ้น โดยเฉพาะอาหารหรือเครื่องดื่มที่ดีต่อสุขภาพ หรือรู้จักกันในชื่อเรียก functional food คือ อาหารที่ทำหน้าที่อย่างอื่นให้กับร่างกาย นอกเหนือไปจากหน้าที่ปกติที่ทำประจำอยู่เดิมในการให้สารอาหารที่จำเป็น เช่น ช่วยป้องกันโรค และรักษาโรคได้ เป็นต้น สารแอนติออกซิแดนท์ จัดเป็นสารที่มีฟังก์ชันต่อสุขภาพ สามารถชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ (free radicals หรือ oxidants) มีบทบาทในการป้องกันการทำลายสารชีวโมเลกุลในร่างกายจากอนุมูลอิสระซึ่งทำให้เกิดโรคต่างๆได้ สารต้านอนุมูลอิสระสามารถพบได้ในธรรมชาติ เช่น ในผักและผลไม้ เป็นต้น

ชาสมุนไพร จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ เนื่องจากมีสารแอนติออกซิแดนท์ ปัจจุบันมีชาสมุนไพรจำหน่ายในท้องตลาดหลายรูปแบบ ได้แก่ ชนิดปรุงสำเร็จพร้อมบริโภค ชนิดตากแห้ง ชนิดผง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม กระบวนการทำชาอาจส่งผลต่อสารต้านอนุมูลอิสระได้ ในท้องถิ่นภาคเหนือ พบว่ามีสมุนไพรท้องถิ่นจำนวนมากที่ชาวบ้านในชุมชนนำมาต้มแล้วรับประทานเป็นยา และชุมชนในอำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ได้นำสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยาหลายชนิดที่มี

ประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น เปล้าใหญ่ (*Croton persimilis*), เปล้าน้อย (*Croton stellatopilosus*), ตองแตก (*Baliospermum solanifolium*), ตูน (อ้อดิบ) (*Colocasia gigantea*), ไม้ (*Bambusa nutans*), ป่านรามิ (*Boehmeria nivea*), ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula*), กล้วยดิบ (*Musa X paradisiaca*), หญ้าคา (*Imperata cylindrical*) และหญ้าไซ (*Leersia hexandra*) นำมาทำเป็นยาอบสมุนไพร และนำมาต้มรับประทาน พบว่าผู้ป่วยที่มีอาการมือสั่น ภูมิแพ้ หรือกล้ามเนื้ออ่อนแรง หลังได้รับการอบสมุนไพรและรับประทานยาสมุนไพรดังกล่าว มีอาการดีขึ้น โดยพืชแต่ละชนิดเป็นพืชสมุนไพร มีสรรพคุณดังนี้

เปล้าใหญ่ ใบใช้เป็นยาบำรุงกำลัง รากช่วยทำให้เจริญอาหาร เปลือกต้นและใบช่วยแก้อาการท้องเสีย ดอกมีสรรพคุณใช้เป็นยาขับพยาธิ เป็นต้น

เปล้าน้อย เปลือกต้น ช่วยบำรุงโลหิต และ น้ำต้มเปลือกต้นใช้กินเป็นยาแก้ไข้ ใบใช้เป็นยารักษาแผลในกระเพาะอาหารและในลำไส้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีสาร “เปลาโนทอล” (Plaunotol) ที่มีฤทธิ์ลดปริมาณการหลั่งของกรดในกระเพาะให้น้อยลง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม อาจมีอาการข้างเคียงบ้าง แต่ก็พบ

ในปริมาณน้อย คือ อาจมีอาการท้องเสีย ท้องร่วง แน่นท้อง ท้องผูก มีผื่นขึ้น เป็นต้น

ตองแตก รากใช้เป็นยารักษาโรคโลหิตจางและแก้ไข้ ใบใช้ชงเหมือนชาดื่มแก้อาการง่วง และใบมีสรรพคุณเป็นยาถอนพิษไข้ ใบนำมาต้มกับน้ำกินเป็นยาแก้ร้อนใน

ราชพฤกษ์หรือลมแล้ง เปลือกช่วยบำรุงโลหิตในร่างกาย สารสกัดจากลำต้นและใบของราชพฤกษ์มีฤทธิ์ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ สารสกัดจากเมล็ด มีฤทธิ์ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล

กล้วยดิบ รากช่วย แก้อ่อนใน ใช้มวนยาสูบแก้ริดสีดวงจมูก และใบใช้ต้มน้ำอาบแก้ผื่นคัน เป็นต้น

หญ้าคา รากเป็นยาบำรุงกำลังหลังจากการฟื้นไข้ ช่วยรักษาความดันโลหิตสูง รากช่วยแก้พิษอักเสบในกระเพาะอาหาร และช่วยแก้อาการกระเพาะปัสสาวะอักเสบดอกช่วยแก้โรคมะเร็งในลำไส้ เป็นต้น

ตูน (อ้อดิบ) ลำต้นใต้ดิน ช่วยแก้พิษไข้ พิษร้อน พิษตานซาง ลำต้นใต้ดินสด รักษาแผล กัดผ้า กัดหนอง แก้โรคเถาตานในท้อง ภาคเหนือใช้ผลสดผสมกับน้ำผึ้งกินละลายเสมหะ เป็นต้น

หญ้าไซ ขับปอกโลหิตประจำเดือนสตรีให้เป็นปกติ แก้ปวดมดลูก บำรุงโลหิต

ปานรามิ มีฤทธิ์เย็น ช่วยแก้อาการร้อนใน

ไผ่ ใบแห้ง ต้มน้ำดื่มขณะอ่อนเป็นยาขับปัสสาวะ ขับและปอกโลหิตระดูเสียในสตรี แก้มดลูกอักเสบ แก้อ่อนในกระหายน้ำ ราก ขับปัสสาวะ และแก้ไตพิการได้ดี เป็นต้น

คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสารสำคัญและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้นของพืชสมุนไพรท้องถิ่นดังกล่าว จากนั้นจะนำมาหาสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อเป็นสูตรมาตรฐานของชาสมุนไพร และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาสมุนไพรเพื่อให้ได้ปริมาณโพลีฟีนอลสูงที่สุด เพื่อพัฒนาเป็นชาสมุนไพรสำเร็จรูป นอกจากจะได้ประโยชน์ของสมุนไพรต่อสุขภาพแล้ว ยังสะดวกในการบริโภค และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชสมุนไพรท้องถิ่นภาคเหนืออีกด้วย

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาสารสำคัญและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด

2. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อชาสมุนไพร

3. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาสมุนไพร

สำเร็จรูป

## วิธีการดำเนินงานวิจัย

### 1. ศึกษาหาสารสำคัญและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

นำส่วนของพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ดังนี้ เปล้าใหญ่ (ราก) เปล้าน้อย (ราก) ตองแตก (ราก) หญ้าคา (ราก) หญ้าไซ (ราก) ตูน (ลำต้น) ไผ่ (ใบ) ปานรามิ (ใบ) ราชพฤกษ์ (ใบ) และกล้วยดิบ (หัว) มาทำความสะอาด หั่นให้มีขนาดเล็ก นำไปตากเพื่อทำลายเอนไซม์ ทั้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นต่ำกว่า 10% จากนั้น นำไปบดให้ละเอียด ด้วยเครื่องบดไฟฟ้า (Blender) นำพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ที่บดละเอียดแล้วมาทำการสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำกลั่น โดยอัตราส่วนพืชต่อน้ำกลั่น 1:10 เขย่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำของผสมมากรองแยกสารสกัดและกากออกจากกัน และนำสารสกัดที่ได้ไปทำการระเหิดตัวทำละลายออกด้วย เครื่อง freeze dry เพื่อให้ได้สารสกัดหยาบ (Crude extracts) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ทดสอบหาสารสำคัญดังนี้

### การวิเคราะห์หาสารสำคัญในพืชเบื้องต้น

#### Flavonoids (Wadood et al., 2013)

ชั่งสารสกัดพืช 0.5 กรัม ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้ละลายละลาย จากนั้นเติมแอมโมเนีย 5 มิลลิลิตร ตามด้วย กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1 มิลลิลิตร สังเกตการเปลี่ยนสี ถ้าเกิดสีเหลือง แสดงว่ามีฟลาโวนอยด์

#### Terpenoids (Ayoola et al., 2008)

ชั่งสารสกัดพืช 0.5 กรัม ในหลอดทดลอง เติมคลอโรฟอร์ม 2 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 3 มิลลิลิตร. สังเกตสี ถ้าเกิดชั้นของสีน้ำตาลแดง แสดงว่ามีเทอร์พีนอยด์

#### Tannins (Ayoola et al., 2008)

ชั่งสารสกัดพืช 0.5 กรัม จากนั้นเติมน้ำเดือด 10 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ทำการกรอง นำส่วนใสที่ไม่มีตะกอน มาทำการหยด 0.1% เฟอร์ริก คลอไรด์ (FeCl<sub>3</sub>) 2-3 หยด สังเกตการเปลี่ยนสี ถ้าเกิดสีเขียวน้ำตาลหรือ น้ำตาลดำ แสดงว่ามีแทนนิน

**Saponins (Ayoola et al., 2008)**

ซึ่งสารสกัดพืช 0.5 กรัมจากนั้นเติมน้ำเดือด 5 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน สังเกตการเกิดฟองหรือโฟมที่ผิว จากนั้นนำฟองมาผสมกับ น้ำมันมะกอกประมาณ 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน สังเกตการเกิดอิมัลชัน ถ้าเกิดอิมัลชันแสดงว่ามีซาโปนิน

**การวิเคราะห์หาปริมาณกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ****การหาปริมาณโพลีฟีนอล (Singleton et al., 1999)**

ปิเปตตัวอย่างสารสกัดพืช 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรรวมเป็น 10 มิลลิลิตร เติมน้ำสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที เติมน้ำสารละลาย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (10%) หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสง ของสารละลายที่ ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณปริมาณโพลีฟีนอล โดยใช้กราฟมาตรฐานของ Gallic acid

**การวิเคราะห์หากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี**

**DPPH Radical-Scavenging Activity** ดัดแปลงจาก Brand-Williams et al. (1995)

นำตัวอย่างสารสกัดพืชมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในสัดส่วนที่เหมาะสม ปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง แล้วเติมน้ำสารละลาย DPPH (ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์) 3 มิลลิลิตรตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างมาคำนวณหาค่า % DPPH radical scavenging

% การยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH radical scavenging) =

$$\frac{[(\text{Abs}_{\text{control}} - \text{Abs}_{\text{sample}}) / \text{Abs}_{\text{control}}] \times 100}{}$$

$\text{Abs}_{\text{control}}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

$\text{Abs}_{\text{sample}}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

**การทดสอบความสามารถของสารแอนติออกซิแดนซ์ในการต้านออกซิเดชันโดยวิธี TBARS assay** (McDonald และ Hutin, 1987)

นำสารสกัดตัวอย่างมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ปิเปตสารสกัดปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติม

ลิโนลีนิก 1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นเติม TBARS reagent 2 มิลลิลิตรต้มจนเดือดเป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็น และนำสารละลายตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

% การยับยั้งสารเกิดออกซิเดชัน (inhibition) =

$$\frac{[(\text{Abs}_{\text{control}} - \text{Abs}_{\text{sample}}) / \text{Abs}_{\text{control}}] \times 100}{}$$

**2. ศึกษาการยอมรับรสชาติสมุนไพรสำเร็จรูป**

นำพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดที่อบแห้งและปั่นเป็นผงละเอียด มาทำการหาค่าส่วนต่อส่วนของสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด จำนวน 4 สูตร จากนั้นชั่งน้ำหนักสมุนไพรแต่ละสูตร 2 กรัม แล้วบรรจุใส่ซองเยื่อกระดาษขุ่นในน้ำร้อน แล้วนำไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบทดสอบ Hedonic 9 points scale และใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

**3. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาสมุนไพรสำเร็จรูป**

คัดเลือกชาสมุนไพรสูตรที่มีการยอมรับสูงสุด จากข้อ 2 มาทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาสมุนไพรสำเร็จรูป โดยใช้อุณหภูมิของน้ำ 3 ระดับ คือ 80 90 และ 100 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการชง 10 15 และ 20 นาที (น้ำหนักของชาสมุนไพร 2 กรัมต่อของ ละลายในน้ำ 200 มิลลิลิตร) จากนั้นนำไปหาปริมาณโพลีฟีนอล

**4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ การวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized design (CRD) การทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และการหาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชา วางแผนการทดลองแบบ Response surface methodology (RSM)

วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 24 (IBM Singapore Pte. Ltd., Changi, Singapore) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

### 1. ผลการศึกษาหาสารสำคัญและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

ผลการศึกษาหาสารสำคัญในพืช (ตารางที่ 1) พบว่า ฟลาโวนอยด์ พบได้ในพืชสมุนไพรหญ้าคา ตุน (อ้อดิบ) หญ้าไซ ป่านรามิ และไผ่ โดยป่านรามิและไผ่พบมากที่สุด รองลงมาคือ หญ้าคาและหญ้าไซ เทอร์พีนอยด์พบได้ในพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดนี้ โดย เปล้าน้อย เปล้าใหญ่ กล้วยตีบ ทองแตก ราชพฤกษ์และหญ้าคา พบมากที่สุด รองลงมาคือตุน ป่านรามิ และไผ่ แทนนินพบได้ในพืชสมุนไพรเปล้าน้อย เปล้าใหญ่ ทองแตก กล้วยตีบ และหญ้าคา โดยเปล้าใหญ่ ทองแตก และกล้วยตีบพบมากที่สุด รองลงมาคือ เปล้าน้อย สารสำคัญซาโปนินพบได้น้อยในพืชสมุนไพรเปล้าใหญ่ และทองแตก ส่วนพืชสมุนไพรอื่นๆอีก 8 ชนิด ไม่พบสารสำคัญนี้

สารสำคัญของพืช ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ เทอร์พีนอยด์ แทนนิน และซาโปนิน เป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางยา ในพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งอาจมีสารสำคัญเพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิด

ตารางที่ 1 สารสำคัญในพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด

ตัวอย่าง	ฟลาโวนอยด์	เทอร์พีนอยด์	แทนนิน	ซาโปนิน
เปล้าน้อย	-	+++	++	-
เปล้าใหญ่	-	+++	+++	+
ทองแตก	-	+++	+++	+
กล้วยตีบ	-	+++	+++	-
ราชพฤกษ์	-	+++	-	-
หญ้าคา	++	+++	+	-
ตุน (อ้อดิบ)	+	++	-	-
หญ้าไซ	++	+++	-	-
ป่านรามิ	+++	++	-	-
ไผ่	+++	++	-	-

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ +++ พบสารสำคัญมากที่สุด ++ พบสารสำคัญปานกลาง + พบสารสำคัญน้อย และ - ไม่พบสารสำคัญ

ผลการศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของพืช แสดงดังตารางที่ 2 พบว่า เปล้าใหญ่มีปริมาณโพลีฟีนอลสูงที่สุดคือ  $747.08 \pm 0.38 \mu\text{gGAE/ml}$  รองลงมาคือ เปล้าน้อย  $526.83 \pm 1.01 \mu\text{gGAE/ml}$  ส่วน ตุน (อ้อดิบ) มีปริมาณโพลีฟีนอลน้อยที่สุดคือ  $17.67 \pm 2.02 \mu\text{gGAE/ml}$  โพลีฟีนอล เป็นสารในกลุ่มสารประกอบฟีนอลมีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรแมติกที่มีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล รวมอยู่ในโมเลกุล ตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป โพลีฟีนอลเป็นไฟโตเคมีคัล ที่สังเคราะห์โดยพืช และเป็นโภชนเภสัช ที่มีสมบัติที่ดีต่อสุขภาพ คือ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

รวมกัน การพบสารสำคัญเหล่านี้มากบ่งบอกถึงพืชชนิดนั้นมีฤทธิ์ทางยาสูง เช่น เทอร์พีนอยด์และซาโปนิน มีคุณสมบัติในการนำไปประยุกต์ใช้เป็นยา (Faizal and Geelen, 2013) และมีการรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ของสารดังกล่าวในการยับยั้งมะเร็งได้ Hu et al. (2014) รายงานว่า สารสกัดไตรเทอร์พีนซาโปนิน จาก *Nigella glandulifera* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปอด human lung carcinoma A-549 cell line ได้แก่ แทนนิน เป็นสารสำคัญที่มีรายงานผลที่ใช้ในการยับยั้งมะเร็งได้เช่นเดียวกัน โดย Wang et al. (2000) พบว่า แทนนินชนิดที่ละลายน้ำได้ ที่แยกได้จาก *Cuphea hyssopifolia* สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว HL-60 cells ได้นอกจากนี้ ฟลาโวนอยด์ ยังมีฤทธิ์ในการต่อต้านการอักเสบต่อต้านการแพ้ และป้องกันผู้ป่วยโรคตับและหลอดเลือด (Okuda, 1992) เป็นต้น

สารต้านมะเร็งและ ลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยที่พบว่า โพลีฟีนอล มีผลทำให้เซลล์เกิดการตายของเซลล์ (apoptosis) โดย Ramos (2007) พบว่า สารโพลีฟีนอลเป็นสารที่ชักนำให้เกิด apoptosis ต่อเซลล์มะเร็งหลายชนิด เช่น มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งปอด มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งเต้านม และมะเร็งเม็ดเลือดขาว

ผลการทดลองการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า เปล้าน้อย เปล้าใหญ่ ทองแตก หญ้าคา และไผ่ มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือ  $78.42 \pm 1.15, 75.95 \pm 4.76,$

80.29 ± 0.81, 79.94 ± 0.85 และ 76.91 ± 0.31 % ตามลำดับ ส่วน ตุน(อ้อดิบ) หญ้าไซ และป่านรามิ่มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดคือ 12.60 ± 0.82, 16.14 ± 2.80 และ 12.27 ± 0.74 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

ผลการทดลองประสิทธิภาพการยับยั้งสารเกิดออกซิเดชัน โดยวิธี TBARS พบว่า เปล้าน้อย มีประสิทธิภาพในการต้านหรือยับยั้งการเกิดออกซิเดชันด้วยวิธี TBARS มากที่สุดคือ 58.25 ± 5.31 % ส่วนหญ้าไซ มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดคือ 8.93 ± 2.40 % จากการหาปริมาณสารโพลีฟีนอล และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระพบว่า เปล้าน้อย เปล้าใหญ่ และตองแตก มีศักยภาพสูงในการเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ มีรายงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ จากชาสมุนไพรสำเร็จรูป ชนิดต่างๆ จิราภัทร โอทอง และคณะ (2558) ได้พัฒนาชาสมุนไพรย่านางและศึกษาสมบัติด้านเคมีกายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่า ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric Reducing Ability Power (FRAP), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำชาย่านางทั้ง 3 สูตรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยอยู่ในช่วง 2.30-3.11, 6.34-6.60 mg TE/100 mL และ 0.72-1.39 mg GAE/100 mL ตามลำดับ ชมพูนุท สินธุพิบูลยกิจ และคณะ (2558) ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรชนิดปรุงสำเร็จรูปพร้อมบริโภคและชนิดอบแห้งบรรจุซองพร้อมชง จำนวน 4 ชนิด

คือ ชามะตูม ชากระเจี๊ยบ ชาแก้กษวย และชาตะไคร้ จากการศึกษาพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มชาสมุนไพรชนิดปรุงสำเร็จรูปพร้อมบริโภคและชนิดอบแห้งบรรจุซองพร้อมชงพบว่า ชามะตูมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าชากระเจี๊ยบ ชาแก้กษวย และชาตะไคร้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ )

## 2. ศึกษาการยอมรับชาสมุนไพรสำเร็จรูป

นำพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดมาหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำชาสมุนไพรสำเร็จรูป ทั้งหมด 4 สูตร ดังตารางที่ 3

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 4 พบว่าชาสมุนไพรสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมน้อยกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 3.23 และ 4.34 ตามลำดับ โดยผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่เห็นว่า สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 มีรสชาติที่ขมเกินไป ส่วนสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมค่าคะแนนด้าน สี กลิ่น และ รสชาติสูงสุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยมีระดับความชอบปานกลาง มีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.31 และ 6.49 ตามลำดับ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกชาสมุนไพรสูตรที่ 2 ที่ใช้ปริมาณพืชสมุนไพรที่มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเปล้าน้อย เปล้าใหญ่ และตองแตกมากกว่าสูตรที่ 4 มาทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาสมุนไพรต่อไป

ตารางที่ 2 ปริมาณโพลีฟีนอล และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ของพืชสมุนไพร 10 ชนิด

ตัวอย่าง	โพลีฟีนอล (µgGAE/ml)	การยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH Radical scavenging,%)	การยับยั้งสารออกซิเดชัน (TBARS,%)
เปล้าน้อย	526.83 ± 1.01 <sup>g</sup>	78.42 ± 1.15 <sup>d</sup>	46.88 ± 8.19 <sup>d</sup>
เปล้าใหญ่	747.08 ± 0.38 <sup>h</sup>	75.95 ± 4.76 <sup>d</sup>	58.25 ± 5.31 <sup>e</sup>
ตองแตก	178.67 ± 0.63 <sup>f</sup>	80.29 ± 0.81 <sup>d</sup>	48.08 ± 5.86 <sup>d</sup>
กล้วยดิบ	47.75 ± 3.50 <sup>b</sup>	68.76 ± 0.30 <sup>c</sup>	20.08 ± 1.00 <sup>b</sup>
ราชพฤกษ์	131.33 ± 1.66 <sup>d</sup>	52.97 ± 6.21 <sup>b</sup>	34.63 ± 6.98 <sup>c</sup>
หญ้าคา	126.33 ± 1.23 <sup>d</sup>	79.94 ± 0.85 <sup>d</sup>	26.50 ± 3.00 <sup>bc</sup>
ตุน (อ้อดิบ)	17.67 ± 2.02 <sup>a</sup>	12.60 ± 0.82 <sup>a</sup>	26.94 ± 3.15 <sup>bc</sup>
หญ้าไซ	58.33 ± 0.29 <sup>c</sup>	16.14 ± 2.80 <sup>a</sup>	8.93 ± 2.40 <sup>a</sup>
ป่านรามิ่	43.50 ± 0.66 <sup>b</sup>	12.27 ± 0.74 <sup>a</sup>	43.05 ± 2.26 <sup>d</sup>
ไผ่	153.92 ± 1.26 <sup>e</sup>	76.91 ± 0.31 <sup>d</sup>	42.94 ± 1.29 <sup>d</sup>

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ a, b, c, d, ... ,z ในคอลัมน์ คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 3 สูตรชาสมุนไพรเมื่อใช้ปริมาณของพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดต่างกัน

ตัวอย่าง	ปริมาณพืชสมุนไพรที่ใช้ (%)			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
เป้าน้อย	29.23	5.88	10	3.23
เป้าใหญ่	29.23	5.88	10	3.23
ทองแตก	15.94	5.88	10	3.23
กล้วยดิบ	3.45	11.76	10	12.90
ราชพฤกษ์	3.63	11.76	10	12.90
หญ้าคา	4.43	11.76	10	12.90
ตูน (อ้อดิบ)	2.75	11.76	10	12.90
หญ้าไซ	5.49	11.76	10	12.90
ปานรามี่	1.24	11.76	10	12.90
ไม้	4.61	11.76	10	12.90

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic 9 points scale ของชาสมุนไพรที่มีสูตรต่างกัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
สี	4.43±2.01 <sup>a</sup>	6.74±1.90 <sup>c</sup>	5.51±1.93 <sup>b</sup>	6.06±1.74 <sup>bc</sup>
กลิ่น	4.60±2.52 <sup>a</sup>	6.60±1.62 <sup>c</sup>	5.57±1.89 <sup>b</sup>	6.51±1.68 <sup>c</sup>
รสชาติ	2.60±1.73 <sup>a</sup>	5.60±2.39 <sup>c</sup>	4.34±1.98 <sup>b</sup>	6.26±2.07 <sup>c</sup>
ความชอบโดยรวม	3.23±1.79 <sup>a</sup>	6.31±1.70 <sup>c</sup>	4.34±1.79 <sup>b</sup>	6.49±1.95 <sup>c</sup>

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ a, b, c, d, ... ,z ในคอลัมน์ คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

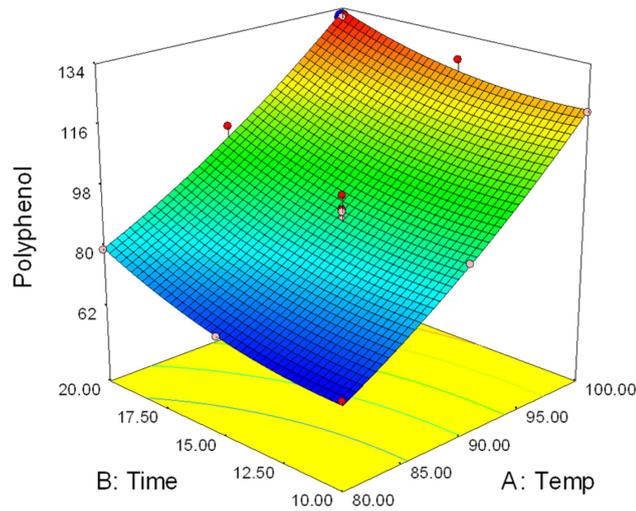
### 3. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาสมุนไพรสำเร็จรูป

การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาสมุนไพรสำเร็จรูป โดยใช้อุณหภูมิในการชงชา ( $X_1$ ) 3 ระดับ คือ 80 90 และ 100 องศาเซลเซียส และระยะเวลา ( $X_2$ ) ในการชง 3 ระดับ คือ 10 15 และ 20 นาที แล้วนำไปหาปริมาณโพลีฟีนอล โดยใช้

การวางแผนการทดลอง Response surface methodology (RSM) แบบ Central composite design (CCD) พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการชงชาที่ดีที่สุดคือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และเวลา 20 นาที เนื่องจากให้ปริมาณโพลีฟีนอลสูงที่สุด คือ 130.88  $\mu\text{gGAE/ml}$  ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 อุณหภูมิและระยะเวลาในการชงชาสมุนไพรสำเร็จรูป และปริมาณโพลีฟีนอล

$X_1$	$X_2$	ปริมาณโพลีฟีนอล ( $\mu\text{gGAE/ml}$ )
80	10	63.50
80	15	66.63
80	20	79.00
90	10	87.75
90	15	95.50
90	15	86.38
90	15	91.25
90	15	90.50
90	15	88.13
90	20	105.63
100	10	119.88
100	15	126.13
100	20	130.88



รูปที่ 1 พื้นที่ผิวตอบสนองของอุณหภูมิและเวลาในการชงชาสมุนไพรสำเร็จรูปต่อปริมาณโพลีฟีนอล

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพลีฟีนอลโดยสภาวะการชงชาที่ต่างกัน

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	P-value	
					Prob > F	
Model	5170.89	5	1034.18	92.61	< 0.0001	significant
A-Temp	4690.57	1	4690.57	420.02	< 0.0001**	
B-Time	328.26	1	328.26	29.39	0.0010*	
AB	5.06	1	5.06	0.45	0.5224	
A <sup>2</sup>	42.06	1	42.06	3.77	0.0934	
B <sup>2</sup>	49.01	1	49.01	4.39	0.0744	
Residual	78.17	7	11.17			
Lack of Fit	30.13	3	10.04	0.84	0.5402	Not significant
Pure Error	48.04	4	12.01			
Total	5249.06	12				
R-Squared	0.9620					
Adjusted R-S	0.9349					

\*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่  $p \leq 0.001$

\*\*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่  $p \leq 0.0001$

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิ และเวลา ที่ใช้ในการชงชา เป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณโพลีฟีนอล เพราะมีค่า P-value < 0.05 โดยมีสมการทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการชงชา ดังนี้

$$\text{Polyphenol} = 90.96 + 27.96 \cdot X_1 + 7.40 \cdot X_2$$

เมื่อ  $X_1$  คือ อุณหภูมิ และ  $X_2$  คือ ระยะเวลา

จากผลการทดลองวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 6) จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการชงชา มีผลต่อปริมาณโพลีฟีนอล อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.0001$  และ  $0.0010$  ตามลำดับ) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเพิ่มระยะเวลา มีผลทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลเพิ่มสูงขึ้น เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างสมการเพื่อนำมาพยากรณ์หาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาเพื่อสกัดปริมาณโพลีฟีนอล พบว่ามีโมเดลที่เหมาะสม โดยพิจารณาจาก P-value ของโมเดล พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.0001$ ) มีค่า lack of fit เท่ากับ 0.5402 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและค่า  $R^2$  และ Adj  $R^2$  เท่ากับ 0.9620 และ 0.9349 ตามลำดับ โดยมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจากการทดลองจริง ดังนั้นเราจึงสามารถใช้วิธี RSM วิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาเพื่อให้ได้ปริมาณโพลีฟีนอลสูงสุดได้ โดยงานวิจัยสอดคล้องกับลิพัฒนา (2547) ที่ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชาที่เหมาะสมในการสกัดคาเทชิน โดยวางแผนการทดลองแบบ Response surface methodology พบว่า อุณหภูมิระยะเวลา และอัตราส่วนระหว่างใบชาต่อน้ำชงที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณของคาเทชินที่สกัดได้ ( $p < 0.01$ ) โดยพบว่า อุณหภูมิที่ 70.77 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 13.17 นาที อัตราส่วน ระหว่างใบชาเขียวและต่อน้ำชง คือ 1:175.77 (กรัม ต่อ มิลลิลิตร) ทำให้ได้ปริมาณคาเทชินเฉลี่ย  $2.66 \pm 0.32$  กรัมต่อ 100 กรัมใบชาเขียวแห้ง

### สรุปผลงานวิจัย

การวิเคราะห์สารสำคัญของพืชเบื้องต้น ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ เทอร์พีนอยด์ แทนนิน และซาโปนิน โดยสารสำคัญดังกล่าวเป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางยา นั้น พบว่า พืชส่วนใหญ่พบสารสำคัญในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการรักษาโรค และในการหาปริมาณโพลีฟีนอลและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ สารสกัดจากเปลือกใหญ่ มีปริมาณโพลีฟีนอลสูงที่สุดรองลงมาคือ เปล้าน้อยและตองแตก ตามลำดับ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสมุนไพรรัง 3 ชนิดมีค่าสูงสุดไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) จะเห็นได้ว่า พืชสมุนไพรรังที่มีปริมาณโพลีฟีนอลสูง จะมีปริมาณกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับรายงานของ Pyo et al. (2004) ที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด กับ

ความสามารถในการทำลาย อนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัด Swiss chard อยู่ในระดับสูง และสอดคล้องกับรายงานของ Maisuthisakul et al. (2007) ที่รายงานว่า สารสกัดพืชที่มีปริมาณโพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบสูง จะมีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH สูง นั่นหมายความว่า ถ้ามีปริมาณ โพลีฟีนอลมาก สารสกัดก็จะมีประสิทธิภาพในวิธีดังกล่าวมากนั่นเอง ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อชาสมุนไพร พบว่า สูตรที่ 2 และ 4 มีความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงทำการคัดเลือกสูตรที่ 2 ซึ่งมีสัดส่วนสมุนไพรที่มีศักยภาพในการเป็นสารแอนติออกซิแดนท์มากกว่า มาทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการชงชา โดยพบว่า ที่อุณหภูมิในการชงที่ 100 องศาเซลเซียส และเวลาชง 20 นาที เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณโพลีฟีนอลมากที่สุดจากการศึกษาทั้งหมด ทำให้ทราบว่าพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดมีสารสำคัญและมีความสามารถในการเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนั้นจึงสามารถรับประทานชาสมุนไพรนี้เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพได้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเชิงธุรกิจต่อไปได้ในอนาคต

### เอกสารอ้างอิง

- จิราภัทร โอทอง, จิราภรณ์ ทองตัน, และ ทศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. (2558). การพัฒนาชาสมุนไพรใบย่านางและสมบัติน้ำดื่มกายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด. งานประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 1-8.
- ชมพูท สันธิพิบูลย์กิจ, ณัฐติญา กลั่นวารี, ธัญรัตน์ ศรีวิศาจรัส, ชนนท์พร เดชขุน และ พูนภัทร จันทร์แซมซ้อย. (2558). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรชนิดปรุงสำเร็จรูปพร้อมบริโภคและชนิดอบแห้งบรรจุซองพร้อมชง. งานประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ. 165-172.
- ลิพัฒนา ลิ้มสงวน. (2547). การศึกษากระบวนการสกัด คุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ และสารต้านอนุมูลอิสระของคาเทชินจากชาเขียวของไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม. 113 หน้า
- Ayoola, G.A. Coker, H.A.B. Adesegun, S.A. Adepoju-Bello, A.A. Obaweya, K. Ezennia, E.C. Atangbayila, T.O. (2008). Phytochemical Screening and Antioxidant Activities of Some Selected Medicinal Plants Used for Malaria

- Therapy in Southwestern Nigeria. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* 7(3): 1019-1024.
- Brand-Williams, W. Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT*. 28: 25-30.
- Faizal, A. and Geelen, D. (2013). Saponins and their role in biological processes in plants. *Phytochemical Reviews* 12(4): 877-893.
- Hu, X., Liu, X., Gong, M., Luan, M., Zheng, Y., Wu, G., Shentu, J. and Zhang, L. (2014). Development and validation of liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for quantification of a potential anticancer triterpene saponin from seeds of *Nigella glandulifera* in rat plasma: Application to a pharmacokinetic study. *Journal of Chromatography B*. 967: 156-161.
- Maisuthisakul, P., Sutajit, M. and Pongsawatmanit, R. (2007). Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chemistry* 100: 1409-1418.
- McDonald, R. E. and Hultin, H.O. (1987). Some characteristics of enzymatic lipid peroxidation system in the microsomal fraction of flounder skeletal muscle. *Journal Food Science* 52: 15-21.
- Okuda, T., Yoshida, T. and Hatano, T. (1992). Polyphenol from Asian plants, structural diversity and antitumor and antiviral activities. In *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health II, Antioxidants and Cancer Prevention*; Haung, M.-T., Ho, C-T., Lee, C.Y., Eds.; Washington DC, USA: American Chemical Society. p. 160-183.
- Pyo, Y.H., Lee, T.C., Logendra, L. and Rosen, R.T. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of Swiss chard (*Beta vulgaris* subspecies *cycla*) extracts. *Food Chemistry* 85: 19-26.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. and Lester, P. (1999). Analysis of totalphenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 229 : 152-178.
- Wadood, A., Ghufuran, M., Jamal, S.B., Naeem, M., Khan, A., Ghaffar, R. and Asnad. (2013). Phytochemical Analysis of Medicinal Plants Occurring in Local Area of Mardan. *Biochem Anal Biochem* 2(4): 1-4.
- Wang, C.C., Chen, L.G. and Yang, L.L. (2000). Cuphiin D1, the macrocyclic hydrolyzable tannin induced apoptosis in HL-60 cell line. *Cancer Letters* 149(1-2): 77-83.

