

## ผลการอบแห้งด้วยเตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกร่วมกับเตาชีวมวลต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรแก้หวัด

วรารณ กุศลรักษ์<sup>1\*</sup> และ วัชระ วงศ์ปัญญา<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาความปลอดภัยทางอาหารในธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา

<sup>2</sup> สาขาวิชาพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา

### บทคัดย่อ

การอบแห้งดอกแก้หวัดด้วยเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกร่วมกับเตาชีวมวล เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานในกระบวนการอบแห้ง พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ( $p \leq 0.05$ ) ทั้งในด้านสี ปริมาณความชื้น รวมทั้งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งดอกแก้หวัด คือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 11 ชั่วโมง ทำให้ได้ชาสมุนไพรแก้หวัดที่มีค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  เท่ากับ 56.97, 6.32 และ 27.76 ตามลำดับ มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 7.23% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานชาสมุนไพรไทย มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS เท่ากับ 1,861 mg GAE/100g, 133.94 mg CE/100g, 4,699.12 mg ascorbic acid/100g และ 6,777.38 mg TE/100g ตามลำดับ เตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวล สามารถลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิงในกระบวนการอบแห้ง และยังทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรแก้หวัดที่มีคุณภาพ

**คำสำคัญ:** การอบแห้ง เตาพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกร่วมกับเตาชีวมวล สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และชาสมุนไพรแก้หวัด

\* ผู้เขียนที่ให้ติดต่อ : E-mail.:ohiohsk@gmail.com /โทร: 054-466666 ต่อ 3263

---

## Effect of Drying with Solar Greenhouse Dryer with Biomass Furnace on Bioactive Compounds in Chrysanthemum Herbs

---

Waraporn Kusalaruk<sup>1\*</sup> and Watchara Wongpanyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Food Safety in Agri-Business School of Agriculture and Natural Resource University of Phayao*

<sup>2</sup> *Renewable Energy School of Energy and Environment University of Phayao*

### Abstract

Drying of Chrysanthemum using solar greenhouse dryer with biomass furnace was performed to reduce energy cost in drying process. It was found that temperature and drying time effected the product quality ( $p \leq 0.05$ ) in term of color, moisture content, and bioactive compounds. Optimal drying condition of chrysanthemum was 50°C for 11 h provide dried product L\*, a\* and b\* values as 56.97, 6.32 and 27.76, respectively. The final moisture content of dried product was 7.23% and met the standard of Thai herbal tea. The total phenolic content (TPC), total flavonoids content (TFC), antioxidant activity using DPPH scavenging and ABTS radical scavenging capacity were 1,861 mg GAE/100g, 133.94 mg CE/100g, 4,699.12 mg ascorbic acid/100g and 6,777.38 mg TE/100g, respectively. Solar greenhouse dryer with biomass furnace can reduce energy cost in drying process and also gave a quality chrysanthemum herbal tea product.

**Keywords:** Drying, Solar greenhouse dryer with biomass furnace, Bioactive compounds and Chrysanthemum herbal tea

---

\* Corresponding author: E-mail.: ohiohsk@gmail.com /Tel: 054-466666 ext.3263

## บทนำ

ชาสมุนไพรแก้หวัดเป็นเครื่องดื่มที่มีความสำคัญและดื่มกันอย่างแพร่หลาย ได้จากการนำดอกแก้หวัดซึ่งมีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ มาผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยการอบแห้ง แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่พร้อมใช้ ผู้บริโภคใช้ผลิตภัณฑ์ด้วยการคั้นตัวชาสมุนไพรจากการแช่ในน้ำร้อนแล้วดื่มขณะร้อนหรือเย็น สรรพคุณหลักของชาสมุนไพรแก้หวัด ซึ่งประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกและสารประกอบฟลาโวนอยด์ ที่มีสรรพคุณรักษาโรค เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ช่วยกระตุ้นระบบประสาท ระบบหมุนเวียนเลือด ต้านอนุมูลอิสระ ลดระดับคอเลสเตอรอล ป้องกันโรคมะเร็ง และชะลอความเสื่อมสภาพของร่างกาย (Hadi *et al.*, 2007; Sun *et al.*, 2007; Houghton *et al.*, 2007; Shukla and Singh, 2007; Wang *et al.*, 2000) นอกจากนี้ดอกแก้หวัดยังมีน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ที่ทำให้รู้สึกสดชื่น ผ่อนคลาย และดับกระหายได้ ในการผลิตชาแก้หวัดโดยทั่วไปมักใช้การอบแห้งดอกแก้หวัดด้วยเตาอบแบบใช้แก๊สหรือใช้ไฟฟ้าทำให้มีต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูง การใช้เตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกร่วมกับเตาชีวมวล จึงเป็นอีกทางเลือกที่น่าสนใจ เพราะเป็นเทคโนโลยีการอบแห้งที่ได้รับการยอมรับในการประหยัดพลังงานและต้นทุนในกระบวนการแปรรูปต่ำ โดยใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตในการกรองแสงอาทิตย์ให้สามารถผ่านเข้าไปสู่ผลิตภัณฑ์ได้บางส่วน ผลิตภัณฑ์ยังคงความสดใหม่มากกว่าการตากแดดโดยทั่วไปและยังเป็นการปิดกั้นฝุ่นหรือสิ่งเจือปนในอากาศไม่ให้สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ได้ อีกทั้งการใช้พลังงานชีวมวลเมื่อความชื้นของแสงอาทิตย์น้อยหรือต้องการใช้เตาในเวลากลางวัน สามารถทำได้โดยอาศัยเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือในครัวเรือน (สั้วมูล และวัฒนพงษ์, 2536) ดังนั้นสภาวะการอบแห้งดอกแก้หวัดโดยการใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลที่เหมาะสม จึงมีความน่าสนใจที่จะศึกษา เพื่อให้ได้ชาสมุนไพรแก้หวัดที่มีคุณภาพทั้งด้านกายภาพและปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

## วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ คือ ดอกแก้หวัด (*Chrysanthemum indicum* Linn.) ได้จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโจ๊ะ

วิธีการดำเนินการวิจัย คือ ศึกษาผลของการอบแห้งดอกแก้หวัด ด้วยเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือน

กระจกร่วมกับเตาชีวมวล ที่มีต่อคุณภาพของชา ทางด้านกายภาพ เคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งขั้นตอนการอบแห้งดอกแก้หวัดทำตามวิธีการทำชาสมุนไพรแก้หวัดของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโจ๊ะ คือ นำดอกแก้หวัดมาล้างด้วยไอน้ำ 5 นาที จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกร่วมกับเตาชีวมวลโดยจัดการทดลองแบบ 2x4 Factorial in CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ มีปัจจัยดังนี้คือ ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิในการอบแห้ง มี 2 ระดับ (50 และ 55°C) ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ตัว sensor ของเตาอบแห้งฯ ปัจจัยที่ 2 คือ เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง มี 4 ระดับ (5, 7, 9 และ 11 ชั่วโมง) จากนั้นบดให้เป็นผงชาด้วยเครื่องปั่นของแห่ง รุ่น HR 2001 (ยี่ห้อ Phillips) แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่

1. วิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธี AOAC (2005)
2. วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Hunter Lab Color Quest XE
3. วิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds)

3.1 การสกัดสารตัวอย่าง ดัดแปลงจากวิธีของ Kim *et al.* (2002) โดยใช้สารละลายเมทานอลร้อยละ 80 เป็นตัวทำละลาย เก็บตัวอย่างในขวดแก้วสีชาที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

3.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Compound) วิเคราะห์วิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method ดัดแปลงจากวิธีการของ Kim *et al.* (2002) คำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก ความเข้มข้น 20-100 ppm รายงานค่าในหน่วยมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

3.3 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoids content) วิเคราะห์โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Kim *et al.* (2003) คำนวณปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดโดยเทียบกับสารมาตรฐานของคาเทคิน รายงานผลเป็นปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของคาเทคินต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)

3.4 ศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ชาแก้หวัด

1) วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (DPPH Radical Scavenging Capacity) เทียบกับกราฟมาตรฐานของวิตามินซีความเข้มข้น 20-100 ppm รายงาน

ผลเป็นความสามารถต้านออกซิเดชัน DPPH (มิลลิกรัมสมมูลของวิตามินซีต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)

2) วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS (ABTS Radical Scavenging Capacity) คำนวณหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox รายงานผลเป็นความสามารถต้านออกซิเดชัน ABTS (มิลลิกรัมสมมูลของ Trolox ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)

3.5 วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows ถ้ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของแต่ละการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

### ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

#### 1. ปริมาณความชื้นของชาสมุนไพรเก๊กฮวย

อุณหภูมิ เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และอิทธิพลร่วมของทั้ง 2 ปัจจัย มีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาเก๊กฮวยอยู่ในช่วงร้อยละ 5.84-29.37 โดยที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C เวลา 5 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นมากที่สุด (ร้อยละ 29.37) ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 11 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด (ร้อยละ 5.84) ผลิตภัณฑ์ชาเก๊กฮวยที่อบแห้งที่ 50°C เวลา 7 ชั่วโมง และ 9 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 55°C เวลา 7 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 9.98-10.38

#### 2. ค่าสีของชาสมุนไพรเก๊กฮวย

อุณหภูมิ เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และอิทธิพลร่วมของทั้ง 2 ปัจจัย มีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ ค่าความสว่าง หรือ  $L^*$  อยู่ในช่วง 46.48-58.62 การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C เวลา 7 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 55°C เวลา 7, 9 และ 11 ชั่วโมง มีค่าไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) และเป็นตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด (58.62) ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C เวลา 5 ชั่วโมง มีค่าความสว่างน้อยที่สุด (46.48) การอบด้วยอุณหภูมิ 50°C เวลา 9 ชั่วโมง และ 11 ชั่วโมง มีค่าความสว่างไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) ค่าสี  $a^*$  มีค่าอยู่

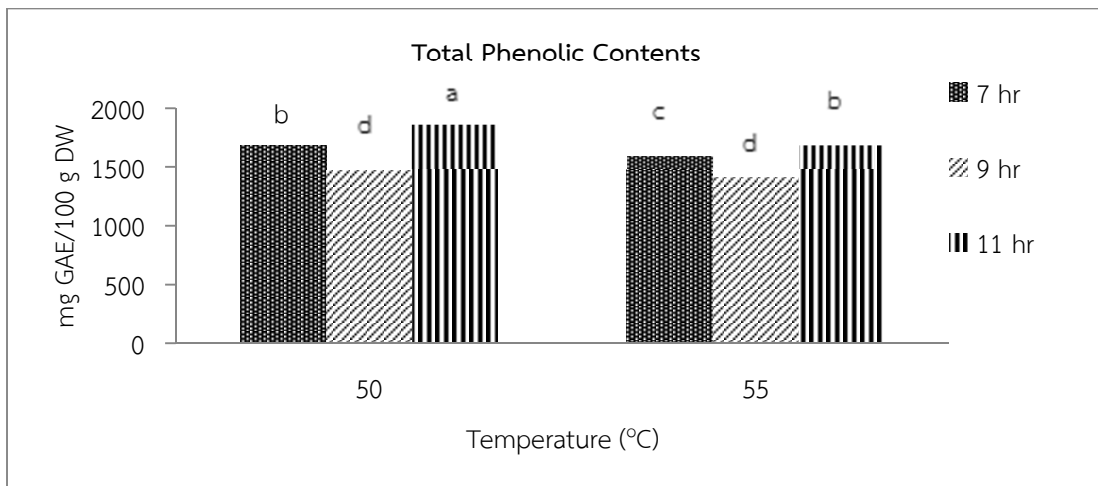
ในช่วง 6.00-8.71 โดยที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 55°C เวลา 5 ชั่วโมง มีค่าสี  $a^*$  มากที่สุด (8.71) และการอบที่อุณหภูมิ 50°C เวลา 5 ชั่วโมง มีค่าสี  $a^*$  น้อยที่สุด (6.00) ส่วนค่าสี  $b^*$  มีค่าอยู่ในช่วง 16.87-30.59 การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C เวลา 7 ชั่วโมง และอบแห้งที่อุณหภูมิ 55°C เวลา 7 และ 9 ชั่วโมง มีค่าสี  $b^*$  ไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) และการอบแห้งที่ 50°C เวลา 5 ชั่วโมงมีค่าสี  $b^*$  น้อยที่สุด (16.87)

#### 3. คุณภาพทางด้านสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของชาสมุนไพรเก๊กฮวย

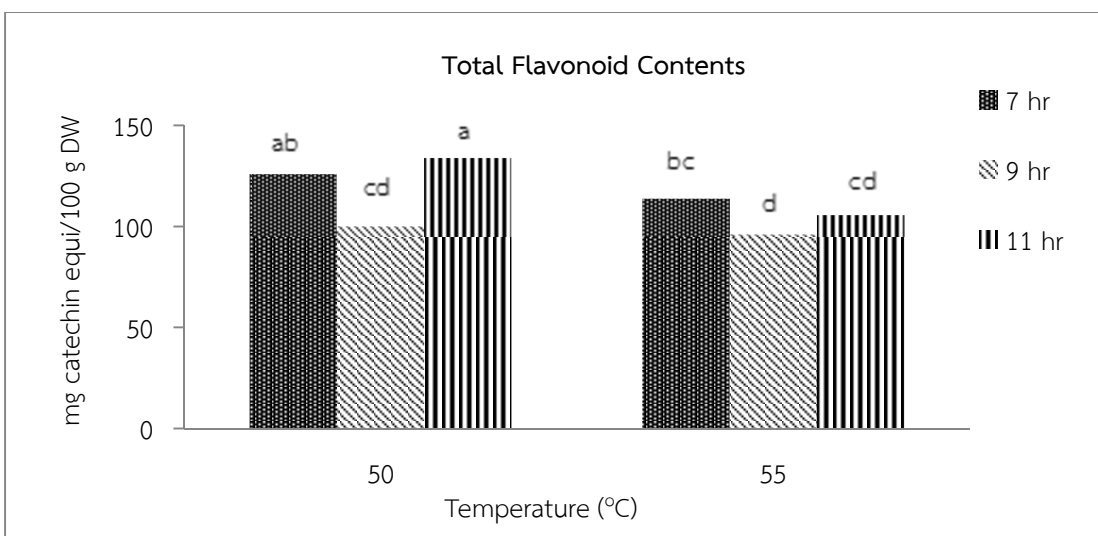
3.1 สารประกอบฟีนอลิกและสารประกอบฟลาโวนอยด์ในชาสมุนไพรเก๊กฮวย

การอบแห้งดอกเก๊กฮวยด้วยเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกร่วมกับเตาชีวมวลที่มีการควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งนั้น พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกในชาสมุนไพรเก๊กฮวยมีค่าอยู่ในช่วง 1,417.75-1,861 mg GAE/100g การใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้นจาก 7 ชั่วโมง เป็น 9 ชั่วโมง ปริมาณสารฟีนอลิกลดลง ( $p\leq 0.05$ ) แต่เมื่อเพิ่มเวลาเป็น 11 ชั่วโมง ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น ( $p\leq 0.05$ ) การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C เวลา 11 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด (1,861.14 mg GAE/100g) ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55°C เวลา 9 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกน้อยที่สุด (1,417.75 mg GAE/100g) ดังภาพที่ 1

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่างชาสมุนไพรเก๊กฮวย มีค่าอยู่ในช่วง 96.39-133.94 mg CE/100g การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C เมื่อใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้นจาก 7 ชั่วโมง เป็น 9 ชั่วโมง พบว่าปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมีค่าลดลง ( $p\leq 0.05$ ) แต่เมื่อเพิ่มเวลาเป็น 11 ชั่วโมง พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้น ( $p\leq 0.05$ ) การอบแห้งที่ 55°C พบว่า ยิ่งใช้เวลาในการอบแห้งนานมากขึ้น มีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มีค่าลดลง ( $p\leq 0.05$ ) เช่นเดียวกันกับการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งจาก 50°C เป็น 55°C ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มีค่าลดลง ( $p\leq 0.05$ ) ในทุกเวลาของการอบแห้ง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาสมุนไพรเก๊กฮวยที่ผ่านการอบแห้งด้วยเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์\*



ภาพที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของชาสมุนไพรเก๊กฮวยที่ผ่านการอบแห้งด้วยเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์\*

### 3.2 การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และวิธี

ABTS ของชาสมุนไพรเก๊กฮวย

เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และอิทธิพลร่วมของปัจจัย มีผลต่อการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH แต่เวลาที่ใช้ในการอบแห้งเท่านั้นที่มีผลต่อการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS การอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 50°C เวลา 7 และ 11 ชั่วโมง และการอบที่อุณหภูมิ 55°C เวลา 11 ชั่วโมง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) และมีค่ามากที่สุด (4,675.39-4,788.86 mg ascorbic acid equi /100 mg) รองลงมาคือตัวอย่างที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 55°C เวลา 7 ชั่วโมง (3,770.24 mg ascorbic acid equi

/100 mg) และตัวอย่างที่มีค่าน้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 50 และ 55°C เวลา 9 ชั่วโมง (2,965.74 และ 3,201.26 mg ascorbic acid equi/100 mg ตามลำดับ) ส่วนฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS พบว่าทุกการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) อยู่ในช่วง 6,031.33-6,853.37 mg trolox equi/100 g ยกเว้นการอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 50°C เวลา 9 ชั่วโมง มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสภาวะอื่นๆ ( $p \leq 0.05$ ) และมีค่าน้อยที่สุด (5,480.56 mg trolox equi/100 g) ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และวิธี ABTS ของชาสมุนไพรเก๊กฮวยที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกพร้อมกับเตาชีวมวล

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (hr.)	DPPH	ABTS
		(mg ascorbic acid equi /100 mg DW)	(mg trolox equi/100 g DW)
50	7	4675.39 <sup>a</sup> ±257.05	6285.65 <sup>ab</sup> ±213.08
50	9	2965.74 <sup>c</sup> ±133.73	5480.56 <sup>b</sup> ±287.40
50	11	4699.12 <sup>a</sup> ±270.72	6777.38 <sup>a</sup> ±260.01
55	7	3770.24 <sup>b</sup> ±112.61	6853.37 <sup>a</sup> ±307.28
55	9	3201.26 <sup>c</sup> ±45.33	6031.33 <sup>ab</sup> ±337.05
55	11	4788.76 <sup>a</sup> ±49.96	6763.25 <sup>a</sup> ±192.48
F-test		*	*

<sup>a,b,c</sup> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

\* - แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## วิจารณ์ผลการวิจัย

### 1. ปริมาณความชื้นของชาสมุนไพรเก๊กฮวย

ผลการทดลองนี้เป็นไปตามทฤษฎีการอบแห้งที่ว่า ยิ่งใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูง และใช้เวลาในการอบแห้งนาน ผลผลิตก็ยังมีความชื้นลดลง เนื่องจากความร้อนและเวลาที่มากขึ้นจะทำให้ไอน้ำระเหยออกจากอาหารไปได้มากขึ้น (วิล, 2545) ตามมาตรฐานชาสมุนไพรของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 280 พ.ศ. 2547 กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรมีความชื้นได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนัก (นิรนาม, 2547) ดังนั้นตัวอย่างที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 50 และ 55°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง มีความชื้นสูงกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก จึงไม่เป็นไปตามมาตรฐานชาสมุนไพรที่กำหนดไว้ ที่เป็นเช่นนี้เพราะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งน้อยเกินไปจะทำให้ไอน้ำในอาหารระเหยออกไปจนถึงจุดที่ต้องการ ดังนั้นในการวิเคราะห์คุณภาพของชาทางด้านสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจึงไม่นำตัวอย่างดังกล่าวไปวิเคราะห์

### 2. ค่าสีของชาสมุนไพรเก๊กฮวย

ค่าสี L\* แสดงถึงความมืดและความสว่างของผลิตภัณฑ์ โดยที่ค่า L\* มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 ค่า 0 แสดงถึง

ความมืด และค่า 100 แสดงถึงความสว่าง ค่าสี a\* แสดงถึงค่าสีเขียว สีแดง โดยที่ถ้าค่าเป็นบวกแสดงถึงสีแดง ค่าเป็นลบแสดงถึงสีเขียว ส่วนค่าสี b\* แสดงถึงค่าสีน้ำเงิน สีเหลือง โดยถ้าเป็นบวกแสดงถึงสีเหลือง เป็นลบแสดงถึงสีน้ำเงิน (เกียรติกุล, 2555) การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 55°C เวลา 5 ชั่วโมง มีค่าความสว่างน้อยที่สุด นั่นอาจเป็นเพราะตัวอย่างยังมีปริมาณความชื้นสูง เนื่องจากใช้เวลาในการอบแห้งน้อยเกินไป น้ำที่มีในตัวอย่างจึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์คล้ำ ค่าความสว่างจึงน้อยกว่าการอบด้วยสภาวะอื่นๆ ชาสมุนไพรเก๊กฮวยมีค่า b\* เป็นบวก แสดงถึงค่าความเป็นสีเหลือง มีค่าอยู่ในช่วง 16.87-30.59 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Song *et al.* (2010) ที่รายงานไว้ว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในดอกเก๊กฮวยของจีนคือ สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีเหลือง

### 3. คุณภาพทางด้านสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของชาสมุนไพรเก๊กฮวย

ผลคุณภาพทางด้านสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของชาสมุนไพรเก๊กฮวยที่วิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Song *et al.* (2010) ที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพืชที่เป็นยาในประเทศจีน โดยรายงานว่า ดอกเก๊กฮวยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ

11.28 mg GAE/g และ 51.91  $\mu\text{mol Trolox/g}$  ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองพบว่า การอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูงกว่าแต่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเท่ากัน ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งอาจเป็นเพราะการเพิ่มอุณหภูมิ มีผลทำให้เกิดการเสื่อมสลายของสารประกอบฟีนอลิกบางชนิด (Chen *et al.*, 2011) การอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิเท่ากัน แต่ใช้เวลาต่างกันมีผลทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ต่างกันด้วย จากงานวิจัยนี้ที่พบว่าผลการอบแห้งที่ใช้เวลา 9 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารประกอบฟลาโวนอยด์ลดลงทั้งในอุณหภูมิ 50 และ 55°C เป็นผลทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ในเวลาดังกล่าวลดลงด้วยการอบแห้งสามารถเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีที่มีในพืชได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงสี คุณค่าทางโภชนาการ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ใช้ อุณหภูมิสูงและใช้เวลานาน (9-11 ชั่วโมง) (Kim *et al.*, 2012) Cai *et al.* (2004) ทำการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกในดอกเก๊กฮวย พบว่ามีสารประกอบฟีนอลิกเมื่อสกัดด้วยน้ำและเมทานอล เท่ากับ 1.04 g/100 g และ 2.01 g/100 g ตามลำดับ ซึ่งสารหลักของสารประกอบฟีนอลิก คือ สารกลุ่ม Flavone (acacin, luteolin) และ Flavone glycoside และวัดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ในดอกเก๊กฮวยที่ทำการสกัดด้วยเมทานอล มีค่าเท่ากับ 303.6  $\mu\text{mol}/100\text{ g}$  และที่สกัดด้วยน้ำมีค่าเท่ากับ 292.6  $\mu\text{mol}/100\text{ g}$  และงานวิจัยของ Kruawan and Kangsadalampai (2006) ที่ได้ทำการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกในสมุนไพรมันฝรั่ง ที่สกัดด้วยน้ำ พบว่าดอกเก๊กฮวยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 214.34 mg GAE/g และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เท่ากับ 93.99% ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของพืชชนิดเดียว แต่มีแหล่งการเพาะปลูกต่างกัน เก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่ต่างกัน ก็ส่งผลให้มีปริมาณสารต่างๆ ในพืชที่แตกต่างกันด้วย (Awaad and Jabber, 2014) สารระเหยในดอกเก๊กฮวยที่ใช้วิธีการอบแห้ง สภาวะการอบแห้ง และวิธีการวิเคราะห์ที่ต่างกัน ส่งผลถึงการวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ต่างกัน (Choi and Kim, 2011) Mohd *et al.* (2009) รายงานไว้ว่าสารประกอบฟลาโวนอยด์ในใบบัวบก (*C. asiatica*) เสื่อมสลาย 76-97% เมื่ออบแห้งด้วยเตาอบ ซึ่งการเสื่อมสลายของสารประกอบฟลาโวนอยด์นี้ มีมากกว่าการอบแห้งด้วยวิธีแช่เยือกแข็ง และวิธีอบแห้งแบบสุญญากาศ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและเวลาที่มากขึ้นในการอบแห้งด้วยเตาอบ ยิ่งทำให้เกิดการ

ทำลายโครงสร้างของสารประกอบฟลาโวนอยด์มากยิ่งขึ้น การสูญเสียสารประกอบฟลาโวนอยด์อาจเกิดขึ้นระหว่างการอบแห้ง โดยเฉพาะการใช้สภาวะการอบแห้งที่รุนแรง ชัดแจ้งกับการรายงานของ Chen *et al.* (2011) ที่รายงานไว้ว่าสารประกอบฟีนอลิกและสารประกอบฟลาโวนอยด์จากเปลือกส้ม เมื่อทำแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำ (50-60 °C) มีค่าลดลง และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิทำแห้งให้สูงขึ้น (70, 80, 90 และ 100 °C)

#### สรุปผลการวิจัย

สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งดอกเก๊กฮวยเพื่อทำชาสมุนไพรเก๊กฮวยด้วยเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวล คือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 11 ชั่วโมง ทำให้ได้ชาสมุนไพรเก๊กฮวยที่มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 56.97  $a^*$  เท่ากับ 6.32 และ  $b^*$  27.76 มีปริมาณความชื้น 7.23% ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานชาสมุนไพรของไทย และมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 1,861 mg GAE/100g สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 133.94 mg CE/100 g มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH เท่ากับ 4,699.12 mg ascorbic acid/100 g และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS เท่ากับ 6,777.38 mg TE/100 g ดังนั้นการใช้เตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวล สามารถผลิตชาสมุนไพรเก๊กฮวยที่มีคุณภาพและยังลดต้นทุนด้านการผลิตได้อีกด้วย

#### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ประจำปี 2556 และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง๊ะ อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- เกียรติกุล ไชยสังวาล. 2555. เรื่องนำรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบลำดับชั้นสี (Shade). (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2557). Available from: URL: [http://www.navy.mi.th/science/BrithDay46/Brithday\\_data](http://www.navy.mi.th/science/BrithDay46/Brithday_data).
- นิรนาม. 2547. ชาสมุนไพร. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 282). (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2557). Available from: URL: [www.moph.go.th](http://www.moph.go.th).
- วิไล รังสาดทอง. 2545. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น: กรุงเทพฯ. 506 หน้า.
- AOAC. 2005. Official Method of Analysis of AOAC international. 17<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc.: Arlington.
- Awaad, S.A. and Jabber, N.A. 2014. Antioxidant natural plant. *Ethnomedicine : Source and Mechanism I*. RPMP 27: 1-35.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M. and Corke, H. 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sci* 74(17): 2157-2184.
- Chen, M.L., Yang, D. and Liu, S. 2011. Effects of drying temperature on the flavonoid, phenolic acid and antioxidative capacities of the methanol extract of citrus fruit (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) peels. *Int J Food Sci Tech* 46(6): 1179-1185.
- Choi, H. and Kim, G.L. 2011. Volatile flavor composition of gamguk (*Chrysanthemum indicum*) flower essential oils. *Food Sci Biotechnol* 20(2): 319-325.
- Hadi, S.M., Bhat, S.H., Azmi, A.S., Hanif, S., Shamin, U. and Ullah, M.F. 2007. Oxidative breakage of cellular DNA by plant polyphenols: A putative mechanism for anticancer properties. *Sem Cancer Bio* 17(5): 370-376.
- Houghton, P., Fang, R., Techatanawat, I., Steventon, G., Hylands, P.J. and Lee, C.C. 2007. The sulphorhodamine (SRB) assay and other approaches to testing plant extracts and derived compounds for activities related to reputed anticancer activity. *Methods* 42(4): 377-387.
- Kim, W., Ghimeray, A.K., Wu, J.C., Eom, S.H., Lee, B., Kang, W. and Cho, D. 2012. Effect of far Infrared drying on antioxidant property, anti-inflammatory activity and inhibitory activity in A549 cells of gamguk (*Chrysanthemum indicum* L.) Flower *Food Sci Biotechnol* 21(1): 261-265.
- Kim, D.O., Lee, K.W., Lee, H.J. and Lee, C.Y. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *J Agric Food Chem* 50(13): 3713-3717.
- Kim, D.O., Jeong, S.W. and Lee, C.Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem* 81(3): 321-326.
- Kruawan, K. and Kangsadalampai, K. 2006. Antioxidant activity, phenolic compound contents and anti-mutagenic activity of some water extract of herbs. *Thai J Pharm Sci* 30: 28-35.
- Mohd, M.K., Abdul-Hamid, A., Abu Bakar, F. and Pak, D.S. 2009. Effect of different drying methods on the degradation of selected flavonoids in *Centella asiatica*. *Int Food Res J* 16: 531-537.
- Shukla, Y. and Singh, M. 2007. Cancer preventive properties of ginger: A brief review. *Food Chem Toxicol* 45(5): 683-690.
- Song, F., Gan, R., Zhang, Y., Xiao, Q., Kuang, L. and Li, H. 2010. Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected Chinese medicinal plants. *Int J Mol Sci* 11(6): 2362-2372.
- Sun, S.W., Yu, H.Q., Zhang, H., Zheng, Y.L., Wang, J.J. and Luo, L. 2007. Quercetin attenuates spontaneous



behavior and spatial memory impairment in D-galactose-treated mice by increasing brain antioxidant capacity. *Nutr Res* 27(3): 169-175.

Wang, H., Provan, J.G. and Helliwell, K. 2000. Tea flavonoids: their function utilization and analysis. *Trends Food Sci Technol* 11(4): 152-160.