Research Article

Received: May 17, 2020; Accepted: August 6, 2020

ปริมาณฟีนอลรวม แทนนิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาปอเทือง

Antioxidant Activity, Total Phenolic and Tannin Contents in *Crotalatia juncea* Tea

ขนิษฐา พันชูกลาง*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

ฤทัยวรรณ บุญครองชีพ และวนิดา เพ็ชร์ลมุล

วิทยาลัยนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

อภิชาติ พันชูกลาง

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Khanittha Punchuklang*

Food science and Technology, Faculty of Agricultural Technology,

Songkhla Rajabhat University, Khao Rup Chang, Muang, Songkhla 90000

Ruthaiwan Bunkrongcheap and Wanida Petlamul

College of Innovation and Management, Songkhla Rajabhat University,

Khao Rup Chang, Muang, Songkhla 90000

Apichart Punchuklang

Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University,

Khao Rup Chang, Muang, Songkhla 90000

บทคัดย่อ

ปอเทืองเป็นพืชในตระกูลถั่วซึ่งนิยมปลูกเป็นพืชคลุมดินและมีการใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย เช่น ปุ๋ยพืชสด ทำอาหารสัตว์ รวมถึงเพื่อความสวยงามในการเป็นแหล่งท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังสามารถนำมาบริโภคได้ประกอบกับสรรพคุณด้านสมุนไพรของปอเทือง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบแห้งต่อคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณแทนนินของชาปอเทือง โดยการเตรียมชาจากยอดอ่อนปอเทือง (อายุการเก็บ 2-3 สัปดาห์) และดอกปอเทือง

***ผู้รับผิดชอบบทความ** : khanittha.mu@skru.ac.th **doi:** 10.14456/tstj.2021.55

(อายุการเก็บ 50-60 วัน) คั่วชาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 15 นาที แล้วนำชาที่ผ่านการคั่วไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าผงชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทืองมีความชื้นลดลงเมื่อระยะเวลาการคั่วและอุณหภูมิในการอบแห้งชาเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ซึ่งความชื้นของผงชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทืองมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 4.45-7.62 และ 5.59-7.73 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาการคั่วและอุณหภูมิการอบเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผงชาและน้ำชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง มีค่า L* ลดลง และค่า a* เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) และน้ำชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทืองมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ปริมาณฟีนอลิกรวม และแทนนินสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบเพิ่มขึ้น โดยน้ำชาจากยอดอ่อนปอเทือง ปริมาณฟีนอลิกรวม แทนนิน และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงกว่าชาดอกปอเทือง โดยน้ำชาจากดอกปอเทืองและยอดอ่อนปอเทืองมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น 49.40-56.39 mg Trolox/100 mL ตัวอย่าง และ 58.53-72.41 mg Trolox/100 mL ตัวอย่าง ตามลำดับ

คำสำคัญ : ชาปอเทือง; ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ; แทนนิน; ฟีนอลิกทั้งหมด

Abstract

Crotalatia juncea L. (Sunn hemp) is a leguminous cover crop with multipurpose use as green manure, animal fodder crop, and plants in scenic spots for tourism. Additionally, Sunn hemp could also be used in human foods with its pharmacological effect. This research aimed to study the effect of pan-roasting time and air-drying temperature on physicochemical properties, antioxidant activity, total phenolic and tannin contents of Sunn hemp tea products. The samples of young leaves (50-60 days), and flowers (50-60 days) were pan-roasted at 60 °C for 10 and 15 min and air-dried at 80 and 90 °C for 3 hrs. The results showed that the moisture content of Sunn hemp leaves and flowers were significantly decreased ($p \leq 0.05$) with increasing both roasting time and drying temperature. The moisture contents of the leaves and flowers were 4.45-7.62 and 5.59-7.73 %, respectively. The L* values of Sunn hemp tea powder and beverage were significantly decreased ($p \leq 0.05$) while a* values were significantly increased ($p \leq 0.05$) with increasing the roasting time and drying temperature. The results demonstrated that the total phenolic and tannin contents and antioxidant activity of tea beverage from both parts of Sunn hemp were significantly increased ($p \leq 0.05$) with increasing the roasting time and drying temperature. Moreover, the total phenolic and tannin contents and antioxidant activity of tea beverage from young leaves were significantly higher ($p \leq 0.05$) than those of tea beverage from flowers. The antioxidant activity of tea beverage from Sunn hemp flowers and young leaves were shown in the range of 49.40-56.39, and 58.53-72.41 mg Trolox/100 mL sample, respectively.

Keywords: *Crotalatia juncea* tea; antioxidant activity; tannin; total phenolic content

1. บทนำ

ปอเทือง (Sunn hemp) จัดอยู่ในพืชตระกูลถั่ว (Leguminosae) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Crotalaria juncea* L. ชื่อสามัญ Sunn hemp, Indian hemp, Madras hemp และ Brown hemp มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียเขตร้อน เช่น บังคลาเทศ อินเดีย ทวีปแอฟริกา [1] เป็นพืชในตระกูลถั่วซึ่งนิยมปลูกมากในช่วงก่อนหรือต้นฤดูฝนก่อนที่จะไถกลบหรือเก็บเกี่ยวก่อนปลูกพืชหลัก ซึ่งประโยชน์ของต้นปอเทืองนั้นก็จะใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เนื่องจากเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีไนโตรเจนสูงใช้ปลูกเป็นพืชคลุมดินป้องกันหน้าดินพังทลาย ปลูกเป็นพืชอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงโค กระบือ [2] รวมถึงเพื่อความสวยงามในการเป็นแหล่งท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังนำมาบริโภคได้และประกอบกับสรรพคุณด้านสมุนไพรของปอเทือง [3] เนื่องจากมีเยื่อใยและโปรตีนสูง และพบว่าในส่วนของเมล็ดปอเทืองมีสารกลุ่ม alkaloid ที่มีความเข้มข้น [1] การสืบค้นข้อมูลงานวิจัยด้านอื่น ๆ พบว่าปอเทืองสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นสมุนไพรในการรักษาโรคต่าง ๆ ในประเทศอินเดีย ได้แก่ โรคโลหิตจาง โรคสะเก็ดเงินเรื้อรัง เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ในคนที่เป็นโรคอ้วน ซึ่งเป็นหนึ่งในปัญหาเรื้อรังที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทย อันมีสาเหตุมาจากหลากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นพันธุกรรม ลักษณะนิสัยการบริโภค พฤติกรรมการดำรงชีวิต และอื่น ๆ นอกจากนี้ในคนอ้วนยังมีอาการแทรกซ้อนต่าง ๆ ร่วมด้วย เช่น ไขมันในเลือดสูงและความดันสูง มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ของปอเทืองในการลดปริมาณไขมันในเซลล์ไขมัน เพื่อลดความอ้วนสำหรับผู้บริโภคที่สนใจจะลดความอ้วน [4] รายงานการวิจัยสารออกฤทธิ์ในใบปอเทืองว่าใบปอเทืองมีองค์ประกอบที่เป็นคาร์โบไฮเดรตและสารออกฤทธิ์ต่าง ๆ ได้แก่ สเตียรอยด์ (steroid) ไตรเทอปีนส์ (triterpene) ฟีนอลิก (phenolic) ฟลาเวอร์นอยด์ (flavonoid) อัลคาลอยด์ (alkaloid) กรดอะมิโน (aminoacid) ซาโปนินส์ (saponin) ไกลโคไซด์ (glycoside) แทนนิน (tannin) และน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) ซึ่งสารออกฤทธิ์ดังกล่าวนี้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ต้านแบคทีเรีย และรา ป้องกันโรคท้องร่วง และมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ [5]

ปัจจุบันมีผลงานทางวิชาการที่แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการดื่มชา ส่งผลให้ผู้บริโภคให้ความสนใจและมีแนวโน้มบริโภคชาเพิ่มขึ้น โดยการผลิตชาจากใบชานั้นสามารถทำได้โดยการนำใบชาสดหรือใบชาที่ผ่านการหมักแล้วผ่านกระบวนการอบหรือการคั่ว ซึ่งนอกจากชาโดยทั่วไปที่นิยมนำมาบริโภคเป็นเครื่องดื่มชาแล้ว ยังมีการนำใบจากพืชสมุนไพรชนิดอื่นมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มชาเพื่อสร้างทางเลือกให้กับผู้บริโภคได้มากขึ้น ได้แก่ ชาขิง ชาจากใบอ่อนหรือต้นอ่อนของข้าว ใบย่านาง ใบข่อย เป็นต้น โดยพืชและพืชสมุนไพรเหล่านี้เป็นแหล่งสารพฤกษเคมี (phytochemical) ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [6] และต้านการอักเสบ [7] แอนทราควิโนนไกลโคไซด์ (anthroquinone glycoside) มีฤทธิ์เป็นยาระบายแก้อาการท้องผูก [8] แอลคาลอยด์มีฤทธิ์ต้านอักเสบและต้านมะเร็ง เป็นต้น โดยสารพฤกษเคมีที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ เพราะสารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [9] เพราะเป็นที่ทราบกันดีว่าอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บที่ร้ายแรง เช่น โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน [10]

ด้วยสรรพคุณทางยาและคุณประโยชน์ของปอเทืองดังกล่าวข้างต้น จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาชาปอเทืองจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง โดยศึกษาอิทธิพลของเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบ

ยอดอ่อนและดอกปอเทือง แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านเคมีกายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และปริมาณแทนนินของน้ำชา ทั้งนี้เพื่อเพิ่มทางเลือกในการนำปอเทืองมาใช้ประโยชน์ในการบริโภคนอกเหนือจากการนำมาเป็นอาหารสัตว์และการบำรุงหน้าดิน อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้เสริมจากการประกอบอาชีพหลักและใช้เป็นแหล่งการส่งเสริมการท่องเที่ยวในพื้นที่

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

เตรียมตัวอย่างยอดอ่อนและดอกปอเทือง โดยการคัดเลือกยอดอ่อนปอเทืองที่ระยะ 2-3 สัปดาห์ และดอกปอเทืองที่ 50-60 วัน จากตำบลรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา มาคัดแยกสิ่งแปลกปลอมออก แล้วนำไปล้างทำความสะอาด วางให้สะเด็ดน้ำและนำตัวอย่างมาเกลี่ยเป็นชั้นบาง ๆ ในถาดอบ (รูปที่ 1)

2.2 การศึกษาผลของระยะเวลาการคั่วและอุณหภูมิอบแห้งยอดอ่อนและดอกปอเทือง

การศึกษาผลของระยะเวลาการคั่วและอุณหภูมิในการอบแห้งยอดอ่อนและดอกปอเทือง โดยการนำส่วนต่าง ๆ ของปอเทืองมาคั่วและนวดไปพร้อม ๆ กัน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 15 นาที แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (รูปที่ 1) แล้ววิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของชาและน้ำชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง โดยการเตรียมน้ำชาทำได้ด้วยการนำชาปอเทือง 1 กรัม มาชงด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 85-90 องศาเซลเซียส ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที

2.2.1 ค่าสี ตรวจวัดค่าสี L*, a* และ b* ของผงชาและน้ำชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง ด้วยระบบ CIE-lab scale โดย L* คือ ค่าความสว่าง (0-100) ค่า a* แสดงค่าความเป็นสีเขียว/สีแดง และค่า b* แสดงค่าความเป็นน้ำเงิน/เหลือง

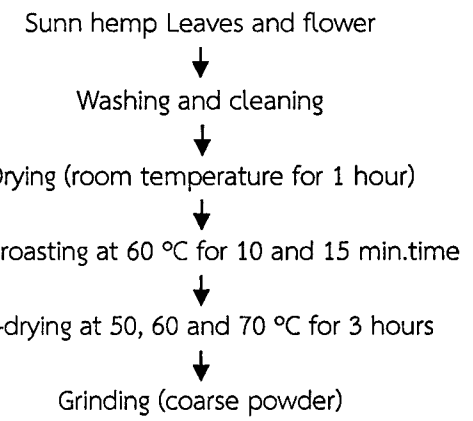


Figure 1 Sunn hemp preparation [23]

2.2.2 ความชื้น วัดความชื้นของผงชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทืองด้วยวิธี AOAC [11]

2.2.3 วิเคราะห์หาปริมาณแทนนิน โดยให้สารประกอบแทนนินทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent และใช้กรดแทนนิกเป็นสารมาตรฐาน โดยนำน้ำชาที่เตรียมได้ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร มาเติมน้ำ 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี และเติม 7 % โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ (spectrometer) ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร หาปริมาณสารประกอบแทนนินจากกราฟมาตรฐานกรดแทนนิกที่ความเข้มข้น 0-500 µg/mL [12] รายงานผลเป็นไมโครกรัมกรดแทนนิกต่อตัวอย่าง 1 กรัม (µg tannnic acid/g sample)

2.2.4 วิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยให้สารประกอบฟีนอลิกทำปฏิกิริยากับ Folin-

Ciocalteu reagent และใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน วิเคราะห์โดยการนำน้ำชาที่เตรียมได้ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร มาเติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี และเติม 7 % โซเดียมคาร์บอเนต ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 748 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายแกลลิกที่ความเข้มข้น 0-500 µg/mL [12] รายงานผลเป็นไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อตัวอย่าง 1 กรัม (µg GAE/g sample)

2.2.5 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH• ทดสอบความสามารถดักจับอนุมูล DPPH ของน้ำชาที่เตรียมได้จากชาปอเทือง วิเคราะห์โดยการนำน้ำชาที่เตรียมได้ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร มาเติมเอทานอลปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย 0.2 mM DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงไปในเอทานอล ผสมให้เข้ากัน วางไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 518 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งใส่เอทานอลแทนสารละลายตัวอย่างจากปอเทือง โดยใช้เอทานอลเท่านั้นที่เป็น blank นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาร้อยละการดักจับอนุมูล DPPH• จากสมการ % scavenging = $[(A_{control} - A_{sample}) \div A_{control}] \times 100$ [13] โดย $A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH และ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

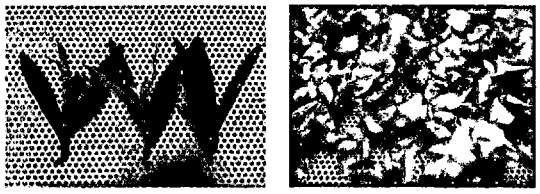
2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

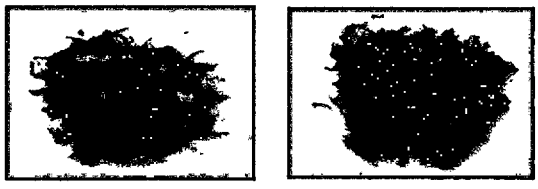
3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

เตรียมยอดอ่อนและดอกปอเทือง โดยการคัดเลือกยอดอ่อนปอเทืองที่มีระยะความแก่อ่อน 2-3 สัปดาห์ และดอกปอเทืองที่ระยะเวลา 50-60 วัน (รูปที่ 2) มาคัดแยกสิ่งแปลกปลอมออก แล้วนำไปล้างทำความสะอาดและวางให้สะเด็ดน้ำ นำไปศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการผลิตชาปอเทือง



(a) (b)

Figure 2 Fresh Sunn hemp; (a) Sunn hemp young leaves (2-3 weeks) and (b) Sunn hemp flower (50-60 days)



(a) (b)

Figure 3 Roasted Sunn hemp at 15 min. and air-dried at 70 °C for 3 hours; (a) Sunn hemp young leaves tea and (b) Sunn hemp flower tea

3.2 การศึกษาผลของระยะเวลาการคั่วและอุณหภูมิการอบแห้งยอดอ่อนและดอกปอเทือง

นำยอดอ่อนและดอกปอเทืองมาคั่วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 15 นาที แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยแสดงตัวอย่างชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทืองที่คั่วเป็นเวลา 15 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 3

3.2.1 คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของยอดอ่อนและดอกปอเทือง

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผงชา (ตารางที่ 1 และ 2) พบว่าปริมาณความชื้นและเถ้าของผงชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทืองที่คั่วและอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชาจะมีความชื้นลดลงเมื่อระยะเวลาการคั่วและอุณหภูมิในการอบแห้งชาเพิ่มขึ้น ซึ่งความชื้นของผงชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทืองมีค่าร้อยละ 4.45-9.62 และ 5.59-7.73 ตามลำดับ ซึ่งค่าความชื้นที่ได้อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของชา [14] กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ชามีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8 โดยชาที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ทั้งสองระยะเวลาการคั่วมีความชื้นต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบทำให้ชามีความชื้นลดน้อยลง ทั้งนี้อัตราการทำแห้งของอาหารขึ้นอยู่กับสภาพธรรมชาติของอาหารเริ่มต้น อุณหภูมิ เวลา และสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อน (heat transfer coefficient) เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการแปรรูปจะส่งผลให้อัตราการระเหยของน้ำในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น [15]

การตรวจวัดค่าสีของผงชาและน้ำชาในระบบ CIE-Lab อ่านค่า L*, a* และ b* (ตารางที่ 1 และ 2) โดยค่าสี L* คือ ค่าความสว่าง a* คือ ค่าสีเขียว/สีแดง และ b* คือ ค่าสีน้ำเงิน/เหลือง ของผงชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง ซึ่งเตรียมน้ำชาจากส่วนต่าง ๆ ของปอเทือง โดยการนำชาปอเทืองมาแช่ในน้ำร้อนเป็นเวลา 5 นาที อัตราส่วนระหว่างปอเทืองและน้ำร้อน 2 กรัม : 100 มิลลิลิตร โดยเมื่อพิจารณาค่าสีของผงชาพบว่าผงชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทืองมีค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบต่อการเปลี่ยนแปลงสีของปอเทืองทำให้ชามีสีเข้มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผงชาที่คั่วในระยะเวลาเดียวกัน พบว่าชาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิสูงกว่ามีค่า L*, a* และ b* ต่ำกว่าผงชาที่อบที่อุณหภูมิต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาและอุณหภูมิส่งผลให้ผงชามีสีเข้มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยการอบแห้งสาระแหน่ ซึ่งรายงานว่าค่า L* และ b* ลดลง ส่วนค่า a* ของสาระแหน่อบแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้น [16] โดยเมื่อเตรียมเป็นน้ำชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง พบว่าเมื่อระยะเวลาในการคั่วเพิ่มขึ้นและอุณหภูมิในการอบสูงขึ้นส่งผลให้น้ำชามีค่า L* ลดลง ส่วนค่า a* และ b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แทนนิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินในน้ำชายอดอ่อนและดอกปอเทือง โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดคำนวณได้จากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก $y = 0.0043x + 0.0445$, $R^2 = 0.9998$ (รูปที่ 4) และปริมาณแทนนินคำนวณได้จากกราฟมาตรฐานกรดแทนนิก $y = 0.0033x + 0.0603$, $R^2 = 0.9997$ (รูปที่ 6) พบว่าชายอดอ่อนปอเทืองมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและแทนนินสูงกว่าชาดอกปอเทืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (รูปที่ 5 และ 7) ซึ่งโดยทั่วไปในธรรมชาติพบสาร

ประกอบฟีนอลิกได้หลายชนิด โดยสารที่พบมากที่สุดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) และโพลิฟีนอล เช่น ลิกนิน (lignin) และแทนนิน (tannin) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในอาหารและเครื่องดื่มที่มาจากพืชผักและผลไม้จะต่างกันออกไปตามชนิดของพืช โครงสร้างของพืช โดยเฉพาะจำนวนและองค์ประกอบของหมู่ไฮดรอกซิล และการแทนที่ของ aromatic ring วิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป และการเก็บรักษา [17,18]

Table 1 Physico-chemical properties of Sunn hemp leaves for tea powder and beverage

Characteristics of Sunn hemp leaves		Conditions of Sunn hemp leaves for tea powder and beverage					
		10 min.			15 min.		
		50 °C	60 °C	70 °C	50 °C	60 °C	70 °C
Moisture content (%)		7.62±0.42^{d}	7.56±1.10^{d}	5.39±0.58^{b}	7.56±0.66^{d}	6.24±0.07^{c}	4.45±0.23^{a}
Tea Powder	L*	42.77±0.11^{e}	42.48±0.33^{e}	40.58±0.49^{d}	38.65±0.05^{c}	36.69±0.28^{b}	35.65±0.20^{a}
	a*	-5.06±0.11^{a}	-4.76±0.02^{b}	-3.81±0.12^{c}	-3.34±0.05^{d}	-3.30±0.12^{d}	-2.25±0.13^{e}
	b*	14.42±0.11^{d}	13.25±0.06^{c}	12.42±0.20^{b}	12.23±0.16^{b}	11.54±0.63^{a}	11.52±0.19^{a}
Tea Beverage	L*	12.59±0.09^{e}	9.85±0.04^{d}	9.73±0.06^{d}	6.08±0.07^{c}	5.43±0.23^{b}	4.79±0.12^{a}
	a*	-2.09±0.12^{a}	-1.22±0.21^{b}	-1.13±0.08^{b}	-0.83±0.02^{c}	-0.72±0.14^{c}	-0.49±0.07^{d}
	b*	6.75±0.10^{a}	13.02±0.68^{d}	12.97±0.23^{d}	8.29±0.16^{c}	7.22±0.14^{b}	16.48±0.25^{e}

Each value is the mean of triplicates ± SD, and values within a row followed by the same letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Table 2 Physico-chemical properties of Sunn hemp flowers for tea powder and beverage

Characteristics of Sunn hemp flowers		Conditions of Sunn hemp flowers for tea powder and beverage					
		10 min.			15 min.		
		50 °C	60 °C	70 °C	50 °C	60 °C	70 °C
Moisture content (%)		7.73±0.20^{e}	6.94±0.00^{c}	5.76 ± 0.10^{a}	7.34 ± 0.23^{d}	6.55 ± 0.11^{b}	5.59±0.05^{a}
Tea powder	L*	52.00±0.14^{d}	51.91±0.04^{d}	51.21±0.17^{c}	51.12±0.08^{c}	50.56±0.18^{b}	49.65±0.65^{a}
	a*	8.68±0.22^{a}	8.77±0.23^{a}	9.92±0.50^{b}	10.06±0.33^{b}	11.36±0.41^{c}	11.75±0.26^{c}
	b*	36.56±0.29^{d}	36.11±0.24^{d}	34.69±0.27^{c}	34.29±0.51^{c}	32.53±0.27^{b}	29.59±0.24^{a}
Tea beverage	L*	13.63±0.25^{c}	13.24±0.15^{c}	11.76±0.13^{b}	9.78±0.17^{a}	9.55±0.53^{a}	9.38±0.18^{a}
	a*	-1.00±0.25^{a}	-0.77±0.09^{ab}	1.01±0.09^{c}	-0.82±0.59^{ab}	-0.33±0.04^{b}	1.29±0.27^{c}
	b*	13.58±0.46^{a}	13.60±0.27^{a}	13.72±0.26^{a}	14.48±0.29^{b}	15.68±0.08^{c}	16.72±0.49^{d}

Each value is the mean of triplicates ± SD, and values within a row followed by the same letter are not significantly different ($p > 0.05$)

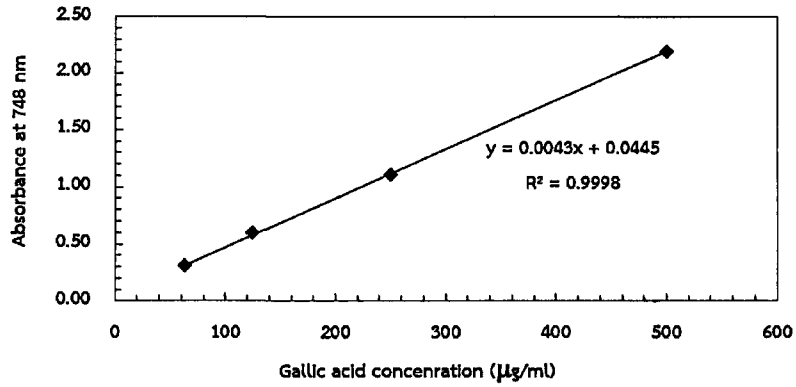


Figure 4 Linear correlation between absorbance at 748 nm and gallic acid concentration. Coefficient of determination (R^2) = 0.9998

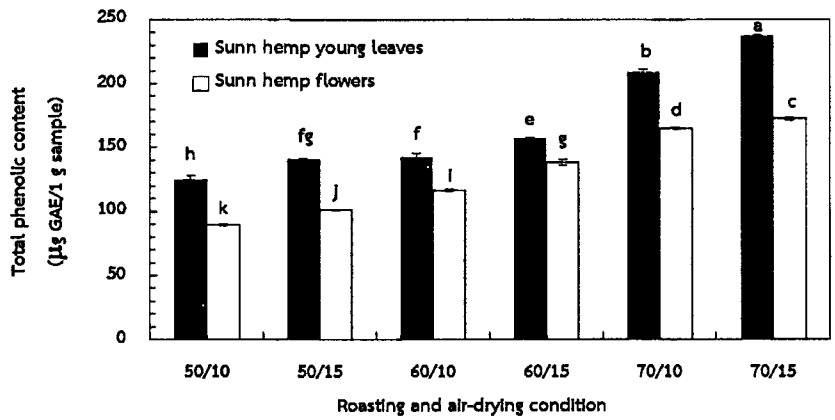


Figure 5 Total phenolic content of beverage from Sunn hemp young leaves and flowers

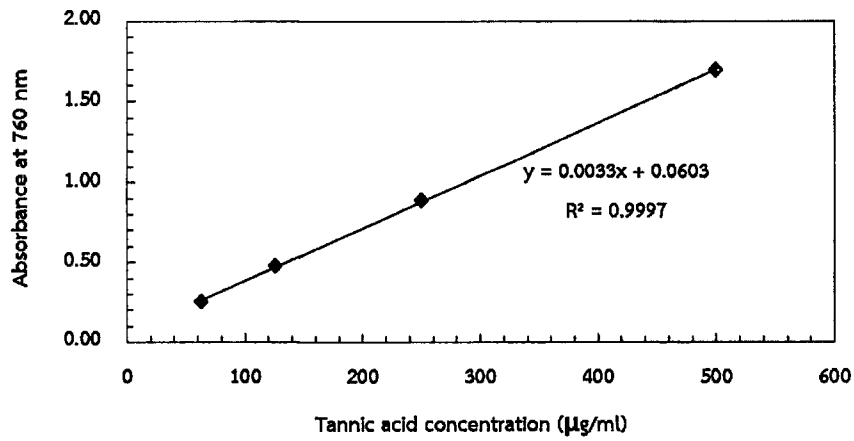


Figure 6 Linear correlation between absorbance at 760 nm and tannic acid concentration. Coefficient of determination (R^2) = 0.9997

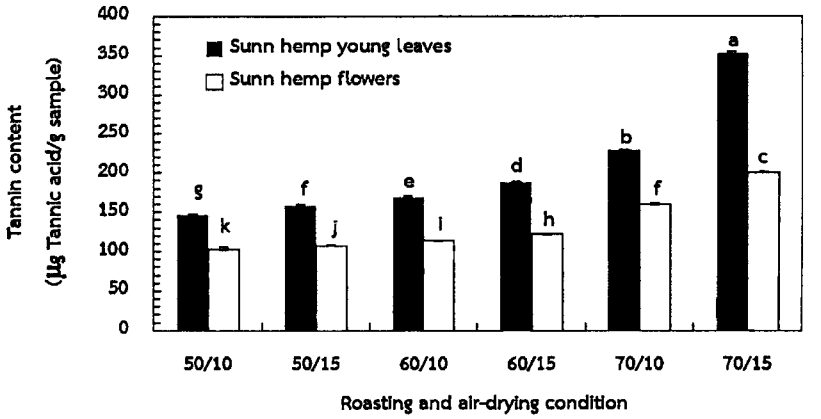


Figure 7 Tannin content of beverage from Sunn hemp young leaves and flower tea

นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่าเมื่อระยะเวลาการคั่วและอุณหภูมิในการอบชาปอเทืองเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแทนนินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการนวดชาไปพร้อม ๆ กับการคั่วชามีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและแทนนินของชาปอเทือง ซึ่งผลการศึกษาของ นิตยา และคณะ [19] พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำชาสมุนไพรแต่ละชนิดที่อบแห้งด้วยการคั่วนวดก่อนอบลมร้อนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการอบด้วยลมร้อน เนื่องจากขั้นตอนการคั่วและนวดสมุนไพรจะทำให้ผนังเซลล์ของพืชแตกออก และความร้อนในขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดในช่วงต้น (10 นาที) ซึ่งจะมีสาร intermediate ที่เป็นกลุ่มฟีนอลิกหลายชนิดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเมื่อนำสมุนไพรที่อบแห้งมาชงเป็นน้ำชาจะทำให้มีสาร intermediate ต่าง ๆ จากเซลล์พืชสมุนไพรถูกชะและละลายออกมาได้มากกว่าและเร็วกว่าชาสมุนไพรที่อบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว โดยปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระของชา ได้แก่ อุณหภูมิในการคั่วและการอบแห้ง [15] ซึ่งการศึกษาพบว่าพืชหลายชนิดเมื่อมีการให้ความร้อนสามารถช่วยเพิ่มกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระได้ เช่น ดอกชมจันทร์ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนทุกกรรมวิธี (การนึ่ง ต้ม ตาก และอบลมร้อน) และดอกสด มีปริมาณไม่ต่างกัน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของดอกชมจันทร์ที่ผ่านการนึ่งกับดอกสดมีค่าไม่ต่างกัน [17] เช่นเดียวกับการทำแห้งเปปเปอร์มิ้นต์สเปียร์มินต์ และไทม์ด้วยการตากแดด พบว่าสมุนไพรต่าง ๆ มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการรวมตัวของสารประกอบชนิดอื่น ๆ ทำให้ได้สารใหม่ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ [20] และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ รัตนา และคณะ [21] ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการสกัดสารจากเปลือกกล้วยหอมทองแห้งสูงขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่ออุณหภูมิในการสกัดสูงเกินไปอาจส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลง โดยเฉพาะเมื่อใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ของทั้งการอบและการคั่วมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง โดยความร้อนอาจทำให้สารประกอบฟีนอลิกเกิดการออกซิเดชันและสลายตัว [22] ซึ่งงานวิจัยผลของการคั่วและการ

อบแห้งต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก แทนนิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระก่อนหน้าของ ขนิษฐา และคณะ [23] พบว่าการอบแห้งชาปอเทืองที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก แทนนิน และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทืองด้วยวิธีดักจับอนุมูลอิสระ DPPH เป็นการวัดความสามารถของตัวอย่างในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่เกิดขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ยุ่งยาก ใช้เวลาในการวิเคราะห์สั้น และใช้สารปริมาณน้อยในการวิเคราะห์ โดยมีหลักการ คือ สารละลาย DPPH ที่เป็นอนุมูลอิสระที่เสถียร (มีสีม่วง) เมื่ออนุมูลอิสระถูกรีดิวซ์ด้วยโปรตอนจากสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดได้ ทำให้สีม่วงของอนุมูลอิสระ DPPH เปลี่ยนสีเป็นสีเหลือง สามารถบอกถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้โทรล็อกซ์เป็นสารมาตรฐาน ซึ่งจะวัดออกมาเป็นร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดของปอเทืองได้ผลดังรูปที่ 8 พบว่าเมื่อระยะเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบชายอดอ่อนและดอกปอเทืองเพิ่มขึ้นส่งผลให้ฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p>0.05$) โดยน้ำชาจากยอดอ่อนปอเทืองมีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าน้ำชาจากดอกปอเทือง ซึ่งผลการวิจัยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกข้างต้นพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของชายอดอ่อนปอเทืองมีปริมาณมากกว่าชาดอกปอเทือง ดังนั้นบ่งชี้ว่าสารประกอบบฟีนอลเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีส่วนสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระของชาปอเทือง สอดคล้องกับการศึกษาของ ชมพูนุท และคณะ [24] ที่ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระกับสารประกอบฟีนอลิกของชาต่าง ๆ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของชามะตูม ชากระเจี๊ยบ และชาตะไคร้มีค่าเชิงบวกแสดงให้เห็นว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาทั้ง 3 ชนิด มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม

4. สรุป

การแปรรูปชายอดอ่อนและดอกปอเทืองด้วยการคั่วนวดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 15 นาที แล้วอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าเมื่อระยะเวลาและอุณหภูมิในการอบสูงขึ้น ส่งผลให้ผงชาและน้ำชามีค่าความชื้นลดลง มีค่า L* และค่า b* ลดลง ส่วนค่า a* เพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ฤทธิ์การต้าน

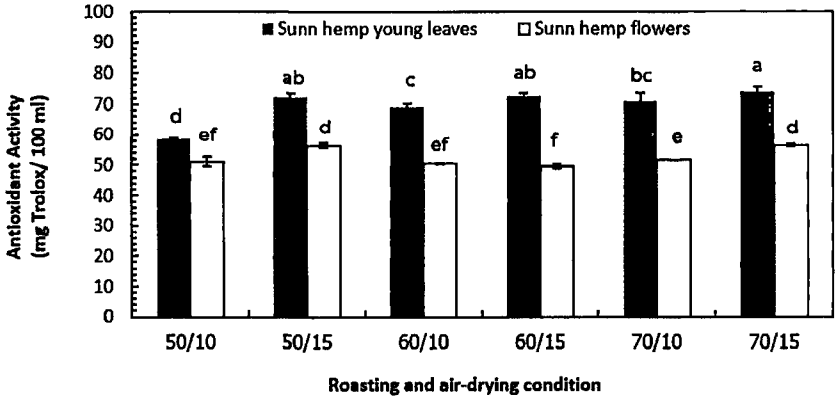


Figure 8 Antioxidant (DPPH scavenging) activity of tea beverage from Sunn hemp young leaves and flowers

อนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และแทนนิน เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงสุดที่ระยะเวลาการนวดคั่ว 15 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยน้ำชาจากยอดอ่อนปอเทืองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าน้ำชาจากดอกปอเทือง ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาชาจากส่วนของยอดอ่อนปอเทือง ให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าดอกปอเทือง โดยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทืองที่สามารถต่อยอดสู่การผลิตเชิงพานิชย์ ซึ่งเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่นิยมบริโภคชา ทั้งยังเป็นการนำผลผลิตทางการเกษตรในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้เป็นผลิตภัณฑ์ชาที่รู้จักแพร่หลายมากขึ้น และเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวให้แก่ชุมชนในแง่ของการท่องเที่ยวเชิงอาหารได้ ทั้งนี้อาจมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์และอายุในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชาปอเทืองต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในการสนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณ กลุ่มเกษตรกรชุมชมจากตำบลรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่อนุเคราะห์วัตถุดิบและข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

6. References

[1] Sheahan, C.M., 2012, Plant Guide for Sunn Hemp (*Crotalaria juncea*), USDA-Natural Resources Conservation Service, Cape May Plant Materials Center, Cape May, NJ.

[2] Leuanglawan, P. and Sooksombut, W., 2015, Utilization of Sunnhemp Meal in Beef Cattle Diet, Research report, Department of animal Production Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, 48 p. (in Thai)

[3] Heuzé, V., Thiollet, H., Tran, G. and Lebas, F., 2018, Sunn Hemp (Crotalaria juncea), Feedipedia, A Programme by INRA, CIRAD, AFZ & FAO, Available Source: https://www.feedipedia.org/node/313, May 1, 2020.

[4] Chouhan, H.S. and Singh, S.K., 2010, Antibacterial activity of seed and flower parts of *Crotalaria juncea* Linn, Am. Euras. J. Sci. Res. 5: 212-215.

[5] Al- Snafi, A.E., 2016, The contents and pharmacology of *Crotalaria juncea* – A review, IOSR J. Pharm. 6: 77- 86.

[6] Pourmorad, F., Hosseinimehr, S.J. and Shahabimajd, N., 2006, Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants, Afr. J. Biotechnol. 5: 1142-1145.

[7] Sharma, G.N., Dubey, S.K., Sati, N. and Sanadya, J., 2011, Anti-inflammatory activity and total phavonoid content of Aegle marmelos seeds, Int. J. Pharm. Sci. Drug Res. 3: 214-218.

[8] Sakulpanich, A. and Grissanapan, W., 2008, Extraction method for high content of anthraquinones from Cassia fistula pods, J. Health Res. 22: 167-172.

[9] Ghasemzadeh, A., Jaafar, H.Z.E. and Rahmat, A., 2010, Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia young ginger (*Zingiber officianle* Roscoe), Molecules 15: 4324-4333.

[10] Pham-Huy, L.A., He, H. and Pham-Huy, D., 2008, Free radicals, antioxidants in disease

and heath, Int. J. Biomed. Sci. 4: 89-96.

[11] AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 925.19 Moisture in Tea, 17th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.

[12] Hou, W.C., Lin, R.D., Cheng, K.T., Hung, Y.T., Cho, C.H., Chen, C.H., Hwang, S.Y. and Lee, M.H., 2003, Freeradical – Scavenging activity of Taiwanese native plant, Phytomedicine 10: 170-175.

[13] Hutadilok-Towatana, N., Chaiyamutti, P., Panthong, K., Mahabusarakam, W. and Rukachaisirikul, V., 2006, Antioxidative and free radical scavenging activities of some plants used in Thai folk medicine, Pharm. Biol. 44: 221-228.

[14] Jirarattanarangsri, W. and Budprom, P., 2017, Effect of different processing on phenolic content, anthocyanin content, antioxidant capacity and consumer acceptance of black glutineous rice leaf tea, J. Srinakharinwirot Univ. (J. Sci. Technol.) 9(17): 91-103. (in Thai)

[15] Thai Industrial Standards Institute, 2015, Community Product Standards: Tea (120/2558), Available Source: https://www.tisi.go.th, May 14, 2020. (in Thai)

[16] Phosee, N., Khongbutr, P., Uttamating K., and Assawarachan, R., 2013, Effect of tempera ture on moisture ratio and color changes of mint leaves during hot air drying process, RMUTSB Acad. J. 1(2): 103-114. (in Thai)

[17] Siritrakulsak, P. and Simla, S., 2015, Effects of conventional cooking method on antioxidant content in Moonflowe, Khon Kaen Agric. J. 43(Suppl. 1): 875-880. (in Thai)

[18] Buasod, P., 2006, Antioxidant Capacity Test of Tea Beverages by Cyclic Voltametry, Master's Thesis, Silpakorn University, Nakompathom, 228 p.

[19] Khonsam, N., Chaiyabot, A., Naparat Chairak, N. and Lawan, S., 2018, Effect of drying on total phenolic contents and antioxidant activities in herbal infusions, Khon Kaen Agric. J. 46(Suppl. 1): 1395-1400. (in Thai)

[20] Hajimehdipoor, H., Adib, N., Khanavi, M., Mobli, M., Amin, G.R. and Hamzeloo Moghadam, M., 2012, Comparative study on the effect of different methods of drying on phenolic content and antioxidant activity of some edible plant, IJPSR 3: 3712-3716.

[21] Muangrat, R., Tomtong, P. and Luangpan, J., 2016, Total phenolic compounds extraction from Kluai Hom Thong peels using subcritical solvent extraction technique, J. Srinakharinwirot Univ. (J. Sci. Technol.) 8(15): 54-65. (in Thai)

[22] Caro, D.A., Piga, A., Pinna, I., Fenu, P.M. and Agabbio, M., 2004, Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity, and ascorbic acid of prunes, J. Agri. Food Chem. 52: 4780-4784.

[23] Muadiad, K., Bunkrongcheap, R. and Petlamul, W., 2019, Effect of pan firing and

drying on total phenolic contents, tannin and antioxidant activity from *Crotalatia Juncea* L. tea product, p. 373, Proceeding 29th SRU National Conference: Research and Innovation for Sustainability Development, Surat Thani. (in Thai)

[24] Sintupiboonkit, C., Klanvaree, N., Sreewisan jaras, T., Datchkhun, C. and Chanchamchoi, P., 2015, The antioxidant activities in infusions and ready-to-drink herbal teas, pp. 165-172, The 6th Academic Meeting and National and International Conference: Meeting Abstract of Science Technology, Surat Thani. (in Thai)