ผลของการอบแห้งด้วยลมร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีและปริมาณสารไมทราไจนีนของใบกระท่อม

Effect of Hot Air Drying on Color Changes and Mitragynine Content of Kratom Leaves

จันทิมา ชั่งสิริพร,[1*] พฤกระยา พงศ์ยี่หล้า[1] และนิรณา ชัยฤกษ์[1]

Juntima Chungsiriporn,[1*] Prukraya Pongyeela[1] and Nirana Chairer[1]

Received 9 March 2023, Revised 24 May 2023, Accepted 1 June 2023

ABSTRACT

Kratom is an herbal leaf from a tree of the Rubiaceae family. The main component of the leaves is mitragynine, which is an alkaloid exhibiting both stimulant and opioid-like effects. The aim of this study was to investigate the effect of hot air drying at 40, 50, 60 and 70°C on color changes and mitragynine content. The results showed that hot air drying at 40-70°C significantly affected the color of kratom leaves. *L** decreased with increasing drying temperature. *a**, *b** and browning index (BI) also increased with increasing drying temperature. Air drying resulted in a significant decrease in the mitragynine content ($p < 0.05$). In this research kratom leaves of red vine, green vine and serrate apex varieties dried by hot air at 40°C had the highest mitragynine contents at 7.18, 8.23 and 7.21 mg/g, respectively.

Keywords: Kratom, Drying, Mitragynine, Color value

บทคัดย่อ

กระท่อม เป็นพรรณไม้ยืนต้นในวงศ์ Rubiaceae สารสำคัญที่พบในใบกระท่อม คือ ไมทราไจนีน (Mitragynine) ซึ่งเป็นสารอัลคาลอยด์ชนิดหนึ่งมีทั้งฤทธิ์กระตุ้นและฤทธิ์คล้ายโอปิออยด์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70ºC ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสีและปริมาณสารไมทราไจนีน พบว่า การอบแห้งด้วยด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40-70°C ส่งผลต่อสีของใบกระท่อมอย่างมีนัยสำคัญ ในค่าสี *L** จะมีค่าลดลงตามอุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้น ส่วนค่าสี *a**, *b** และดัชนีการเปลี่ยนสีน้ำตาล (BI) จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้น การอบแห้งด้วยลมร้อนทำให้ปริมาณสารไมทราไจนีนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) งานวิจัยนี้พบว่าการอบแห้งใบกระท่อมพันธุ์ก้านแดง ก้านเขียว และหางกั้ง ด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40°C มีปริมาณไมทราไจนีนสูงสุด เท่ากับ 7.18, 8.23 และ 7.21 mg/g ตามลำดับ

คำสำคัญ: กระท่อม อบแห้ง ไมทราไจนีน ค่าสี

[1*] สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai Songkhla 90110, Thailand.

* Corresponding author: Tel: 0-7428-7285, E-mail address: juntima.c@psu.ac.th

คำนำ

กระท่อม Mitragyna speciosa (Korth.) Havil เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง มีความสูงประมาณ 12-15 m เป็นพืชประจำถิ่นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในบรรดาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญพบว่า ไมทราไจนีน (Mitragynine) เป็นอัลคาลอยด์ (Alkaloid) หลักของใบกระท่อม สกัดได้เฉพาะจากพืชกระท่อมเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมทราไจนีนที่สกัดได้จากใบกระท่อมของประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย พบว่า สารไมทราไจนีนที่สกัดจากใบกระท่อมของประเทศไทยมีปริมาณสูงถึง 66.2% ของอัลคาลอยด์ทั้งหมด (สุจิตรา, 2549)

การใช้ประโยชน์ของสารไมทราไจนีนนั้นจะเป็นการใช้ประโยชน์ในรูปแบบสมุนไพรผ่านใบกระท่อม โดยในสมัยโบราณมีการใช้ใบกระท่อมเพื่อบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ รักษาการติดเชื้อในลำไส้ ลดไข้ บรรเทาอาการเมื่อยล้า เพิ่มพละกำลัง บรรเทาอาการท้องร่วง โดยใบสดหรือใบแห้งมาเคี้ยว สูบ หรือชงเป็นน้ำชา (อำนวย, 2565) แต่ในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาสารไมทราไจนีนให้เป็นยาแก้ปวดในกลุ่ม Opioid analgesic และใช้ลดอาการท้องเสีย ลดการหลั่งกรดในกระเพาะอาหาร เพิ่มการดูดกลับของน้ำตาลกลูโคส และต้านการซึมเศร้า (มูรณีย์, 2564)

การอบแห้งเป็นวิธีหนึ่งในการเก็บรักษาและแปรรูปอาหาร โดยการอบแห้งจะช่วยลดความชื้นในอาหารลงได้ เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราแบคทีเรีย และสามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตาม การอบแห้งด้วยลมร้อนอาจส่งผลต่อคุณภาพของผลไม้และผักโดยเฉพาะเมื่อใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปหรือความเร็วของลมไม่เหมาะสม Singh *et al*. (2016) ได้ศึกษาผลกระทบของการอบแห้งด้วยลมร้อนต่อคุณภาพของผลไม้และผัก พบว่า การอบแห้งด้วยลมร้อนสามารถลดความชื้นและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียได้ แต่การใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจทำให้คุณภาพของผลไม้และผักเสียหายได้ Singh *et al*. (2013) ได้ศึกษาการลดความชื้นของแป้งโอคร่าด้วยลมร้อน พบว่า อุณหภูมิและความเร็วลมมีผลต่อความเร็วในการลดความชื้น Xiao *et al*. (2015) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีและคุณสมบัติต้านออกซิเดชั่นของพริกแดงหลังจากการอบแห้งด้วยลมร้อนและการอบแห้งด้วยการใช้ไมโครเวฟผสมกับลมร้อน พบว่า การใช้ไมโครเวฟผสมกับลมร้อนช่วยเพิ่มคุณภาพของพริกหลังจากการอบแห้ง และ Öztürk & Kivrak (2011) ศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อคุณสมบัติต่างๆ ของสารสกัดเปลือกทับทิม พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งส่งผลต่อสีและความสว่างของสารสกัด ขณะเดียวกันความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นของสารสกัดเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิในการอบแห้งที่ส่งผลต่อคุณภาพสีและปริมาณสารไมทราไจนีนของใบกระท่อมสายพันธุ์ก้านแดง ก้านเขียว และหางกั้ง โดยทำการอบแห้งใบกระท่อมด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40-70°C วิเคราะห์ปริมาณสารสารไมทราไจนีนด้วยเครื่อง HPLC และวิเคราะห์ค่าสีของใบกระท่อมที่ผ่านการอบแห้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงกระบวนการอบแห้งที่เหมาะสมและได้ใบกระท่อมแห้งที่มีคุณภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมวัตถุดิบ

นำใบกระท่อมพันธุ์ก้านแดง ก้านเขียว และหางกั้ง อายุ 2 ปี จากจังหวัดพัทลุง คัดใบที่มี

ความสมบูรณ์ หาค่าความชื้นของใบกระท่อมด้วยวิธี AOAC (2011) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาอัตราการอบแห้ง

การอบแห้ง

ตู้อบลมร้อนขนาด 0.18 m^3 มีการให้ความร้อนด้วยชุดให้ความร้อน (Heater) พร้อมระบบควบคุมอุณหภูมิ และมีเครื่องชั่งน้ำหนักอัตโนมัติด้วยชุด load cell อบแห้งใบกระท่อมความชื้นตั้งต้น 76% ที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70°C ด้วยความเร็วลมคงที่ที่ 0.83 m/min จนมีความชื้นสุดท้าย 5% หลังจากนั้นนำไปบดให้ละเอียด เก็บในถุงซิปสำหรับมาทำการวิเคราะห์ค่าสีและการสกัดไมทราไจนีน

การวิเคราะห์ค่าสี

นำใบกระท่อมจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70°C มาบดละเอียดขนาด 20 mesh เพื่อวัดสีด้วยเครื่องวัดสีรุ่น ColorFlex EZ ใช้ระบบสี CIE *L*, a** และ *b** และดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (Browning index, BI) (Araujo *et al*., 2016) จากสมการ 1

$$BI = 100 \times (x - 0.31)/0.17 \quad (1)$$

เมื่อ

$x = (a^* + 1.75L^*)/(5.645L^* + a^* - 3.012b^*)$

L, a** และ *b** คือ ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีเขียว และค่าความเป็นสีเหลืองของใบกระท่อมอบแห้ง

การสกัดใบกระท่อม

นำใบกระท่อมบดละเอียดขนาด 20 mesh ปริมาณ 5 g นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลความเข้มข้น 100% ปริมาณ 50 mL ร่วมกับวิธีอัลตราโซนิคโดยการนำส่วนผสมมาวางในเครื่องอัลตราโซนิคที่ความถี่ 45 kHz อุณหภูมิการสกัด 50°C เวลาการสกัด 3 h นำส่วนผสมสารสกัดที่ได้มากรองเอากากออกด้วยถุงกรอง จากนั้นนำสารผสมเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงเพื่อปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000 rpm เป็นเวลา 6 min จะได้เป็นสารสกัดใสสำหรับนำไปวิเคราะห์สารไมทราไจนีนด้วยเทคนิค HPLC-DAD

การวิเคราะห์สารไมทราไจนีนด้วยเทคนิค HPLC-DAD

ทำการเตรียมกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) โดยใช้สารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30 และ 40 ppm ใช้สภาวะของการวิเคราะห์หาปริมาณสารไมทราไจนีนในใบกระท่อมด้วยเครื่องวิเคราะห์ HPLC ดังนี้ (Wungsintaweekul *et al*., 2012)

อัตราการไหลสารมาตรฐาน : 1.0 mL/min

เฟสเคลื่อนที่ : อาซีโตไนไตรล์ : แอมโมเนียมอะซิเตท เข้มข้น 20 mM (pH 6) อัตราส่วน (65:35)

ชนิดคอลัมน์ : Supelco C18, 5 μm ขนาดคอลัมน์ : 250 x 4.6 mm

อุณหภูมิคอลัมน์ : 35°C

นำข้อมูลสารละลายมาตรฐานที่ได้จากการวิเคราะห์มาพลอตกราฟโดยให้แกน y เป็นพื้นที่ใต้พีคของสารไมทราไจนีน และแกน x เป็นความเข้มข้นเพื่อให้ได้กราฟมาตรฐาน (Standard curve) เตรียมสารละลายตัวอย่างจากการสกัดใบกระท่อมมาทำการกรองโดยใช้หัวกรองไนลอน (Verticlean Nylon Filter) ขนาดของรูพรุน 0.2 μm เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง (n = 3) และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) และวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อมูลโดยใช้ One-way Anova (Single factor) โดยใช้ Duncan multiple comparison tests ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (p<0.05)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของอุณหภูมิการอบแห้งต่อคุณภาพสีใบกระท่อม

ผลการศึกษาคุณภาพด้านสีของการอบแห้งแบบลมร้อนใบกระท่อมสายพันธุ์ก้านเขียว ก้านแดง และหางกั๊ง ที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70°C ใช้เวลาในการอบแห้ง เท่ากับ 250, 175, 145 และ110 min ตามลำดับ (Figure 1) พบว่า การอบแห้งส่งผลให้ใบกระท่อมมีการเปลี่ยนแปลงสีจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล ผลของค่าสีใบกระท่อมดัง (Table 1) พบว่า อุณหภูมิที่ใช้อบแห้งส่งผลให้ค่าความสว่าง (*L**) ของใบกระท่อมทั้ง 3 สายพันธุ์ลดลง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้ง รวมทั้งส่งผลให้ค่าความสีแดงสูงขึ้น (*a**) โดยที่อุณหภูมิอบแห้งที่สูงขึ้นใบกระท่อมแห้งที่ได้จะมีค่าดัชนีความเป็นสีน้ำตาล (BI) สูงขึ้นด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ เนาวนิตย์ และคณะ (2556) ที่รายงานว่า ระดับอุณหภูมิลมร้อนส่งผลต่อค่าความสว่าง (*L**) โดยเมื่อระดับอุณหภูมิลมร้อนสูงมากขึ้นใบสาระแหน่อบแห้งจะมีค่าความสว่างลดลง อาภัสสร และคณะ (2558) พบว่า การอบแห้งสาหร่ายเทาด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50-70°C ทำให้ค่า *a** ของสาหร่ายเทามีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายเทาสด การอบแห้งด้วยลมร้อนส่งผลต่อสีอย่างมีนัยสำคัญในค่าสี *L*, a*, b** ความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงค่าสีโดยรวมจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการอบแห้งที่ลดลง (พรพิษณุ และคณะ, 2564) การเปลี่ยนแปลงของค่าสีที่เพิ่มขึ้นในตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งอุณหภูมิ 70°C เนื่องจากอุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้นอาจมีส่วนในการเร่งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขององค์ประกอบอาหารได้ (Ortiz *et al.* 2013) ทำให้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของใบกระท่อมด้วย

Figure 1 The characteristics of kratom leaves were dried at different drying temperatures

Table 1 Effect of drying temperatures at 40, 50, 60 and 70°C on color value of kratom leaves

Sample	Temperature (°C)	Color value			
		*a**	*b**	*L**	BI
Red vine	40	-0.99±0.01	19.67±0.02	41.93±0.11	58.95±1.02
	50	1.80±0.03	18.13±0.16	37.93±0.05	66.36±0.99
	60	3.81±0.05	19.72±0.22	34.78±0.13	87.95±1.14
	70	5.93±0.09	20.52±0.60	34.41±0.07	98.86±2.01
Green vine	40	0.27±0.03	19.01±0.04	41.40±0.09	59.71±0.09
	50	0.70±0.05	18.04±0.22	36.14±0.03	67.79±0.05
	60	1.15±0.03	18.60±0.23	34.58±0.07	76.13±1.42
	70	4.85±0.03	20.51±0.07	37.24±0.19	86.34±1.09
Serrate apex	40	-1.09±0.19	19.77±0.31	39.31±0.07	64.60±0.23
	50	1.06±0.02	19.68±0.01	36.93±0.08	74.81±1.24
	60	2.99±0.08	20.47±0.75	36.35±0.15	85.02±0.09
	70	3.96±0.06	21.23±0.20	35.38±0.13	94.96±0.87

Note : *L** = lightness (+ = lighter, – = darker)

*a** = red to green (+ = redder, – = greener)

*b** = yellow to blue (+ = yellower, – = bluer)

ผลของอุณหภูมิการอบแห้งต่อปริมาณสารไมทราไจนีน

จากการวิเคราะห์สารมาตรฐานไมทราไจนีนด้วย HPLC-DAD พบว่า ตรวจเจอสารไมทราไจนีนที่เวลา 6.830 min (Figure 2) เมื่อนำข้อมูลที่ความเข้มข้น 0-40 ppm มาทำกราฟมาตรฐานมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9956 ซึ่งมีสมการ y = 133.2x ที่สามารถใช้คำนวณความเข้มข้นของปริมาณสารไมทราไจนีนในตัวอย่างใบกระท่อมได้

ปริมาณสารไมทราไจนีนของใบกระท่อมที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70°C (Figure 3) พบว่า อุณหภูมิอบแห้งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณสารไมทราไจนีน โดยในใบกระท่อมพันธุ์ก้านแดง ก้านเขียว และหางกั้งจะมีปริมาณสารไมทราไจนีนสูงสุดที่อุณหภูมิการอบ 40°C เท่ากับ 7.18, 8.23 และ 7.21 mg/g ตามลำดับ และมีปริมาณไมทราไจนีนต่ำสุดที่อุณหภูมิ 70°C เท่ากับ 3.91, 6.55 และ 4.44 mg/g ตามลำดับ โดยมีปริมาณสารไมทราไจนีน ลดลงเฉลี่ย 34% แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารไมทราไจนีนที่มีแนวโน้มลดลงตามอุณหภูมิการอบแห้งที่เพิ่มขึ้นจาก 40 เป็น 70°C สอดคล้องกับ Vega-Galvez *et al*. (2012) พบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 20°C ระหว่าง 40 ถึง 80°C จะทำให้ปริมาณสารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแอปเปิ้ลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ Niamnuy *et al*. (2013) พบว่าเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งใบบัวบกเพิ่มขึ้น จะทำให้ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระมีค่าลดลง และตัวอย่างที่ทำแห้งที่อุณหภูมิ 50°C มีปริมาณอัลคาลอยด์สูงกว่าตัวอย่างที่แห้งที่อุณหภูมิ 80°C (Adewole *et al*., 2022) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไมทราไจนีนภายหลังการอบแห้ง เป็นสิ่งสำคัญที่จะนำมาใช้ในการพิจารณาอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมได้

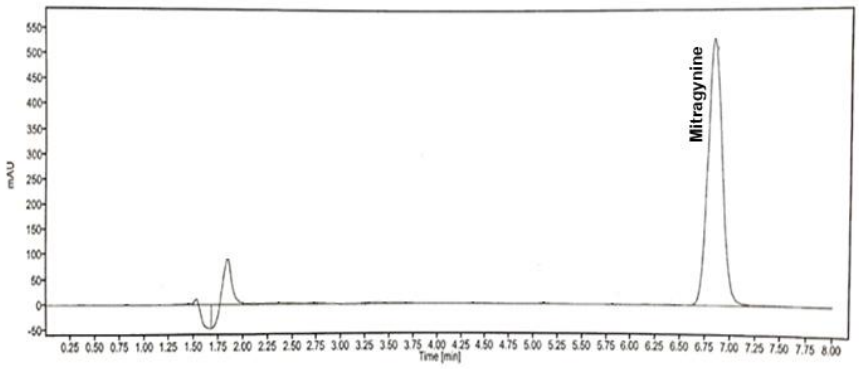

Figure 2 Chromatograms from HPLC-DAD of mitragynine standards

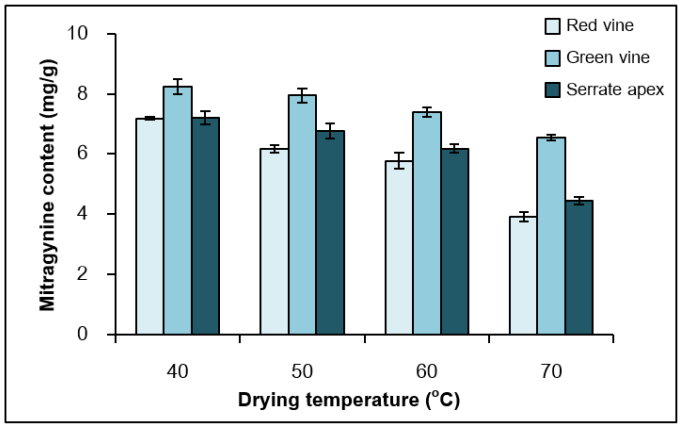

Figure 3 Mitragynine content in kratom leaves from different drying temperatures

สรุป

ผลของการอบแห้งใบกระท่อมสายพันธุ์ก้านแดง ก้านเขียว และหางกั๊ง ด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70ºC ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีและปริมาณสารไมทาไจนีน พบว่า คุณภาพด้านสีของใบกระท่อมมีดัชนีการเปลี่ยนสีน้ำตาล (BI) ที่สูงขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการอบแห้ง โดยมีค่าความสว่าง (L^*) ที่ต่ำ และมีค่าสีแดง (a^*) ที่สูงขึ้น ที่อุณหภูมิอบแห้ง 40ºC มีปริมาณสารไมทราไจนีนสูงสุดของกระท่อมพันธุ์ก้านแดง ก้านเขียว และหางกั๊ง เท่ากับ 7.18, 8.23 และ 7.21 mg/g ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่สนับสนุนสถานที่การทำวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

เนาวนิตย์ โพธิ์ศรี, พิมลพรรณ คงบุตร, เกียรติศักดิ์ อุตตมะติง, และฤทธิ อัศวราชันย์. (2556). อิทธิพลของอุณภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นและสีของใบสะระแหน่การอบแห้งด้วยลมร้อน. *วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ*, *1*(2), 103-114.

พรพิษณุ ธรรมปัทม์, วีระยุทธ แสนมหาชัย, สุพรรษา บ่อใหญ่, กมล พลคำ. (2564). ผลของการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดไกลและลมร้อนต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชัน. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, *18*(2), 8-15.

มูรณีย์ มะแซ, จุไรทิพย์ หวังสินทวีกุล, ดาร์เนีย เจ๊ะหะ. (2564). ผลของน้ำต้มใบกระท่อมที่มีสารไมตราจัยนินขนาดสูงเป็นเวลานานต่อการทดสอบกิจกรรม การเคลื่อนไหวในหนูถีบจักร. ใน *การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 12* (1672-1682). สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่

สุจิตรา ทองประดิษฐ์โชติ.(2549). ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของ Mitragynine สารสำคัญในใบกระท่อม. *จุลสารข้อมูลสมุนไพร*, *24*(1), 6-16.

อาภัสสร ศิริจริยวัตร, สุธิชา พืชสิงห์, ชาติสยาม ผลวิลัย. (2558). ผลของอุณหภูมิในการทำแห้งต่อคุณภาพของสาหร่ายเทา. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, *43*(3), 459-468.

อำนวย ธัญรัตน์ศรีสกุล. (2565). พืชกระท่อมกับการดูแลสุขภาพของคนไทย. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมทางสุขภาพ*, *5*(1), 1-9.

Adewole, O. A., Akintunde, A. O., Adewole, S. A., Adaramola, F. B., Daramola, A. S., Adetayo, M. O. (2022). Effect of Drying Temperature on the Phytochemical and Proximate composition of Acalypha wilkesiana Leaves. *Nigerian Research Journal of Chemical Sciences*, *10*, 71-83.

AOAC. (2011). *Official methods of analysis of association of official analytical chemists* (18th ed.). Gaitherburg: AOAC International

Araujo, A. C., S. M. Oliveira, I. N. Ramos, T. R. S. Brandao, C. L. M. Silva. (2016). Influence of pretreatments on quality parameters and nutritional compounds of dried galega kale (Brassica oleracea L. Var.acephala). *Food and Bioprocess Technology*, *9*, 872-881. doi: 10.1007/s11947-016-1678-1.

Niamnuy, C., Charoenchaitrakool, M., Mayachiew, P., Devahastin, S., (2013). Bioactive compounds and bioactivities of Centella asiatica (L.) Urban prepared by different drying methods and conditions. *Drying Technology*, *31*(16), 2007-2015. doi: 10.1080/07373937.2013.839563.

Ortiz, J., Lemus-Mondaca, R., Vega- Galvez, Ah-Hen K., Puente- Diaz L., Zura-Bravo L., Aubourg, S. (2013). Influence of air-drying temperature on drying kinetics, colour, firmness and biochemical characteristics of Atlantic salmon (Salmo salar L.) fillets. *Food Chemistry*, 139, 1 62 – 169. Doi: 10.1016/j.foodchem.2013. 01.037.

Vega- Galvez, A., Ah- Hen, K., Chacana, M., Vergara, J., Martinez-Monzo, J., Garcia-Segovia,P., Lemus- Mondaca, R., Scala KD. (2012). Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity, total phenolic content, colour, texture and microstructure of apple (var. Granny Smith) slices. *Food Chemistry*, *132*(1) , 51- 59. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.10.029.

Wungsintaweekul, J. , Choo- Malee, J. , Charoonratana, T. , Keawpradub, N. (2012). Methyl jasmonate and yeast extract stimulate mitragynine production in Mitragyna speciose. *Biotechnology Letters*, 34, 1945– 1950. doi: 10.1007/s10529-012-0968-6.

Singh, A. K., Goyal, R. K., Pandey, R. K. (2016). Quality aspects of fruits and vegetables dried by different drying techniques: A comprehensive review. *Journal of Food Science and Technology*, *53*(2), 406-418.

Singh, A. K., Goyal, R. K., Tiwari, G. (2013). Drying kinetics of high moisture okra (Abelmoschus esculentus) slices in a convective hot air dryer. *Journal of Food Science and Technology*, *50*(6), 1222-1228.

Xiao, G., Wang, S., Xie, S. (2015). Changes in color and antioxidant properties of red pepper (Capsicum annuum L.) after drying with hot air and microwave-assisted hot air. *Food Science and Technology Research*, *21*(3), 465-471.

Öztürk, B., Kıvrak, N. (2011). Effect of drying temperature on color and antioxidant properties of freeze dried pomegranate peel extract. *Food and Bioproducts Processing*, 89(4), 466-471.