P-ISSN 0858-4435
E-ISSN 2651-1231

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Homepage : *http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj*
ปีที่ 31 ฉบับที่ 3 (พฤษภาคม-มิถุนายน 2566) หน้า [57-69]

ผลของวิธีการอบแห้งต่อปริมาณสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของหญ้าหวาน

Effect of Drying Methods on Phytochemicals and Antioxidant Activities of Stevia Rebaudiana Bertoni

นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์[1,*], ภาวิณี อารีศรีสม[2], กอบลาภ อารีศรีสม[2], ศักดิ์ชัย เสถียรพีระกุล[3]

[1]สาขาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[2]สาขาการจัดการและพัฒนาทรัพยากร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[3]สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Narin Toakaenchan[1,*], Pawinee Areesrisom[2], Koblap Areesrisom[2], Sakchai Sateinperakul[3]

[1]Division of Medicinal Plant Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

[2]Division of Resources Management and Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

[3]Division of Chemistry, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290

Received 11 April 2023; Received in revised 19 May 2023; Accepted 30 May 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกัน ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์ สตีวิโอไซด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของหญ้าหวาน ทำการทดลองด้วยวิธีอบแห้งที่แตกต่างกัน 4 วิธี ได้แก่ การตากแดด การตากในที่ร่ม การอบลมร้อน (ที่อุณหภูมิ 40 50 60 และ 70 °C) และการใช้เครื่องไมโครเวฟ (ที่กำลังไฟฟ้า 100-800 วัตต์) ผลการทดลองพบว่าวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกันส่งผลให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ต่อสารประกอบฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์ สตีวิโอไซด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ มีสารประกอบฟีนอลิกรวม (48.82 mgGAE/ g DW) ฟลาโวนอยด์ (18.80 mgQE/g DW) สตีวิโอไซด์ (8.75 g/100 g DW) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิธีการอบแห้งแบบอื่น ๆ ดังนั้นการอบแห้งด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟ 450 วัตต์จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งหญ้าหวาน ทั้งนี้เนื่องจากยังคงรักษาสารสำคัญ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูง

คำสำคัญ: หญ้าหวาน,วิธีการอบแห้ง,สารให้ความหวาน,พฤกษเคมี,ฤทธิ์ต้านอนุมูลิสระ

***ผู้รับผิดชอบบทความ:** narin_t15@hotmail.com

Abstract

This research aimed to study the effects of the different drying methods on total phenolic compounds, flavonoid, stevioside and antioxidant activities of *Stevia Rebaudiana* Bertoni. The experiment involved in four different drying methods: sun drying, air drying, hot air oven drying at temperatures of 40 ℃, 50℃, 60℃, and 70 ℃, and microwave drying at power levels ranging from 100 to 800 watts. The result indicated that the choice of drying method had a significant impact ($p< 0.05$) on total phenolic compounds, flavonoid, stevioside and antioxidant activities. Among the various drying methods, the microwave drying at 450 watts exhibited the highest levels of total phenolic compounds (48.82 mgGAE/ g DW), flavonoid (18.80 mgQE/g DW), stevioside (8.75 g/100 g DW), and antioxidant activities compared to the other drying methods. Therefore, drying the *Stevia Rebaudiana* Bertoni leaves using a microwave at 450 watts was determined to be the optimum condition, as it effectively preserved the active compounds with strong antioxidant potential.

Keywords: *Stevia Rebaudiana* Bertoni; Drying method; Stevioside; Phytochemical; Antioxidant activity

1. บทนำ

หญ้าหวานมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Stevia Rebaudiana* Bertoni หรือ Stevia อยู่ในวงศ์ Asteraceae (Compositae) เป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็กที่ให้ความหวานตามธรรมชาติ มีความสูงประมาณ 30 - 90 เซนติเมตร ลำต้นแตกกิ่งสาขาตั้งแต่ระดับโคนต้น และเป็นทรงพุ่มเตี้ย หญ้าหวานเป็นพืชใบเลี้ยงคู่เรียงตรงข้ามกันเป็นคู่ตามลำต้น ใบกว้างประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร มีสีเขียวสด [1] ใบหญ้าหวานพบสารให้ความหวานที่เรียกว่า สตีวิโอไซด์ (Figure. 1) ซึ่งสารให้ความหวานนี้มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 150-300 เท่า[1] จึงมีการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร และเครื่องดื่มเพื่อทดแทนการใช้น้ำตาลทรายและช่วยทำให้สุขภาพของผู้บริโภคปราศจากโรคภัยต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคอ้วนเป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังพบสารกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ [2,3] โดยทั่วไปการนำใบหญ้าหวานมาใช้ประโยชน์มักจะใช้ในรูปแบบแห้ง ซึ่งมักจะผ่านกระบวนการอบแห้งมาก่อน ทั้งนี้เนื่องจากการทำแห้งช่วยทำให้สามารถเก็บไว้ใช้ได้นานยิ่งขึ้น และเหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ต่อไป

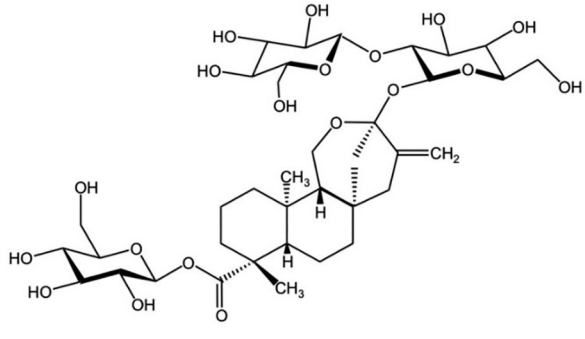

Figure 1 Structure of stevioside.

พืชทั่วไป หรือพืชสมุนไพรหลังจากทำการเก็บเกี่ยวเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่นเป็นวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของยาแผนโบราณ เครื่องสำอาง หรือนำมาสกัดเพื่อใช้ในรูปของสารสกัดนั้น พืชสมุนไพรเหล่านี้ต้องผ่านกระบวนการทำแห้งโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อไล่ความชื้น และทำให้สามารถเก็บได้นานขึ้น การทำแห้งมีหลายวิธี เช่น การตากด้วยแสงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยลมร้อน การทำแห้งด้วยไมโครเวฟ (microwave drier) และการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) เป็นต้น [4] วิธีตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์มีความสะดวกและเสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่จะพบปัญหาเรื่องฝุ่นละออง นอกจากนี้แล้วเมื่อเกิดฝนตกหรืออากาศเย็น วิธีการตากแห้งดังกล่าวอาจส่งผลทำให้มีปัญหาเรื่องเชื้อรา และเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นต้นเหตุให้ไม่สามารถเก็บพืชสมุนไพรไว้ได้นาน [5] สำหรับการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งเป็นวิธีการที่สามารถช่วยรักษาคุณภาพของปริมาณสารสำคัญได้ดี [6] แต่ต้องใช้เครื่องมือในราคาที่สูง การอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนจึงเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งได้รับความนิยม ทั้งนี้เนื่องจากมีราคาที่ไม่แพงมากนัก สามารถควบคุมอุณหภูมิ และระยะเวลาได้ แต่จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมส่งผลทำให้คุณภาพในด้านของปริมาณสารสำคัญ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพรชนิดนั้น ๆ ลดลง เช่น งานวิจัยของ Yi and Wetzstein [7] พบว่าเมื่อทำการอบแห้ง rosemary (Rosmarinus officinalis), motherwort (Leonurus cardiaca) และ peppermint (Mentha piperita) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจะมีค่าสูงกว่าเมื่ออบที่ 70 องศาเซลเซียส หรืองานวิจัยของ Minh et al. [8] ได้ทำการศึกษาถึงผลของการอบ Pouzolzia zeylanica ที่อุณหภูมิ ระหว่าง 35-60 องศาเซลเซียส จากงานวิจัยพบว่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสมีความเหมาะสมที่สุดในการอบพืชสมุนไพรดังกล่าว จึงทำให้ในปัจจุบันมีนักวิจัยหันมาศึกษาการทำแห้งด้วยวิธีการอื่น เช่น การอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟ เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการอบแห้งไม่นาน เมื่อเทียบกับการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน นอกจากนี้ยังช่วยรักษาปริมาณสารสำคัญในพืชได้ดีกว่า และช่วยประหยัดเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเป็นต้น [9-10]

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงวิธีการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับหญ้าหวานได้แก่ การตากแดดตากในที่ร่มตู้อบลมร้อน และไมโครเวฟ ต่อสารพฤกษเคมี (สารประกอบฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์ และสตีวิโอไซด์) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คาดว่าการวิจัยในครั้งนี้จะช่วยทำให้เกิดประโยชน์ และใช้เป็นข้อมูลต่อเกษตรกร ผู้ประกอบการในการจัดการอบแห้งที่เหมาะสมของหญ้าหวาน ตลอดจนนักวิจัยที่ทำงานเกี่ยวข้อง

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ตัวอย่างหญ้าหวาน

นำตัวอย่างหญ้าหวาน อายุ 45 วัน ที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่มาล้างทำความสะอาด และทิ้งให้สะเด็ดน้ำ คัดเอาเฉพาะใบที่สมบูรณ์ และรอทำการอบแห้งตามกระบวนศึกษาต่อไป

2.2 วิธีการอบแห้ง

นำตัวอย่างหญ้าหวานที่เตรียมได้มาเข้ากระบวนการอบแห้งที่แตกต่างกัน 4 วิธีได้แก่ การตากแดด (ตากในพื้นที่เปิดโล่ง อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 องศาเซลเซียส) การตากในที่ร่ม (ตากในพื้นที่เปิดโล่งใต้อาคาร อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25 องศาเซลเซียส) การใช้ตู้อบลมร้อน (อุณหภูมิ 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส) และเครื่องไมโครเวฟ (กำลังไฟฟ้า 100 200 300 450 600 700 และ 800 วัตต์) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CDR (completely randomized design) กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ทุกกรรมวิธีจะทำการควบคุมความชื้นสุดท้ายที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 ด้วยเครื่อง moisture balance (M900B, OHAUS, USA) หลังจากทำการอบแห้งใบเสร็จ นำตัวอย่างมาบดเป็นผงละเอียดด้วยเครื่องปั่น และร่อนผ่านตระแกรงกรอง

ขนาด 40 เมซ เก็บผงตัวอย่างไว้ในภาชนะปิดสนิทเพื่อรอการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

2.3 การตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพ

นำใบหญ้าหวานที่ผ่านวิธีการอบแห้งต่าง ๆ มาตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ สี ด้วยการสังเกตและกลิ่นด้วยการดมกลิ่น ที่ดัดแปลงจากวิธีมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 996/2556 [11]

2.4 การตรวจวิเคราะห์ทางด้านองค์ประกอบทางเคมี

2.4.1 การเตรียมสารสกัด

การสกัดใบหญ้าหวานดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Cacique et al. [12] โดยสุ่มตัวอย่างใบหญ้าหวานที่ผ่านการบดเป็นผงละเอียด และชั่งผงตัวอย่างมาตัวอย่างละ 0.5 กรัม ลงในหลอดที่มีฝาปิดขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารสกัดเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลากรองสารละลายที่ได้ ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำสารละลายที่สกัดได้ไประเหยจนแห้งด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบสุญญากาศ (rotary evaporator) บันทึกน้ำหนักสารสกัดหยาบที่ได้ ทำการสกัดตัวอย่างใบหญ้าหวาน ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ หลังจากนั้นละลายสารสกัดหยาบที่ได้ด้วยสารละลาย dimethyl sulfoxide (DMSO) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำสารละลายที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกรวม สารฟลาโวนอยด์ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระต่อไป

2.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (TPC) ด้วย Folin-ciocalteu's reagent [13] โดยเตรียมตัวอย่างสารสกัดหยาบจากหญ้าหวานให้มีความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย DMSO หลังจากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้มา 0.3 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-ciocaltue ความเข้มข้น 1:10 ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที นำสารตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Genesys 10S, Thermo Scientific, USA) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเทียบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก รายงานผลเป็นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในหน่วย มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 1 กรัมน้ำหนักแห้งหญ้าหวาน (milligram gallic acid equivalent per gram sample dry weight, mgGAE/ g DW)

2.4.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ (TFC) โดยใช้วิธี Aluminium Chloride Colorimetric [14] เตรียมตัวอย่างสารสกัดจากหญ้าหวานให้มีความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย DMSO ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้มาอย่างละ 250 ไมโครลิตร นำไปผสมกับน้ำกลั่น 1.25 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไนเตรทเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 75 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 6 นาที หลังจากนั้นจึงเติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 150 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มอล ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 275 ไมโครลิตร นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Genesys 10S, Thermo Scientific, USA) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเทียบหาปริมาณฟลาโวนอยด์ โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานของเคอร์ซิติน รายงานผลเป็นปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซิตินต่อ 1 กรัมน้ำหนักแห้งหญ้าหวาน (milligram quercetin equivalent per gram sample dry weight, mgQE/ g DW)

2.4.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารสตีวิโอไซด์

การสกัดตัวอย่างถูกดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Woelwer-Rieck et al.[15] โดยชั่งตัวอย่างใบหญ้าหวานแห้งที่บดเป็นผงละเอียดมา 0.5 g ลงในหลอดที่มีฝาปิดสนิทขนาด 10 มิลลิลิตร เติมน้ำปราศจากไอออน (deionized water) ลงไปประมาณ 8 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่เตรียมได้ไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีเมื่อครบเวลานำตัวอย่างออกมาตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิปกติ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็ว 3500 rpm เป็นเวลา 10 นาที กรองสารละลายตัวอย่างที่ได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์1 ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ทำการสกัดซ้ำแบบเดิมอีก 2 ครั้ง ปรับปริมาตรให้ครบ 25 ด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) สารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ก่อนทำการฉีดวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ทำการกรองผ่านด้วย nylon filter ขนาดความละเอียด 0.45 µm นำสารละลายสารมาตรฐาน steviosied ความเข้มข้น 1- 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ไปฉีดวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ปริมาตร 20 ไมโครลิตร โดยใช้คอลัมน์ C-18 ขนาด 4.6 × 150 มิลลิเมตร, 5 ไมครอน (Sunfire C18 , Waters) ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ในการแยกสาร ตรวจวัดด้วยเครื่องตรวจวัดชนิดโฟโตไดโอดอาเรย์ (Photodiode Array) ที่ความยาวคลื่น 210 นาโนเมตร และระบบตัวพา (Mobile Phase) ในการชะใช้สารละลายบัฟเฟอร์กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และสารละลายเมทานอลในอัตราส่วน 30 ต่อ 70 ด้วยอัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที[16] คำนวณหาปริมาณสารสตีวิโอไซด์เทียบกับสารละลายมาตรฐานสตีวิโอไซด์ รายงานปริมาณสตีวิโอไซด์ในตัวอย่างหญ้าหวานแห้ง ในหน่วยกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งหญ้าหวาน (g/100g DW)

2.5 การตรวจวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

2.5.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH radical scavenging) ดัดแปลงมาจากวิธีของ Singh et al. [17] เตรียมสารละลายตัวอย่างสารสกัดใบหญ้าหวานให้มีความเข้มข้น 0.1-0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย DMSO ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้มา 0.1 มิลลิลิตร เติมลงในหลอดทดลอง และเติมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน สำหรับสารละลายควบคุมจะใช้ DMSO ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เติมลงในหลอดทดลองและเติมสารละลาย DPPH เช่นเดียวกันกับสารละลายตัวอย่าง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายที่เตรียมได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Genesys 10S, Thermo Scientific, USA)

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของสารละลายตัวอย่างมาคำนวณร้อยละการยับยั้ง ดังสมการ หลังจากนั้นนำค่าร้อยละการยับยั้งที่ได้ไปคำนวณหาความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 (IC_{50}) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารสกัดหยาบ และร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ

$$\% \text{ Inhibition} = \left(\frac{A_{ctrl} - A_{sample}}{A_{ctrl}}\right) x\ 100$$

เมื่อ A_{ctrl} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

2.5.2 ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีวิธีเอบีทีเอส

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเอบีทีเอส (ABTS radical scavenging) ดัดแปลงมาจากวิธีของ Thaipong et al. [18] เตรียมสารละลายตัวอย่างสาร

สกัดใบหญ้าหวานให้มีความเข้มข้น 0.1-0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย DMSO ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้มาปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย ABTS ลงในหลอดทดลองปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 6 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายที่เตรียมได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Genesys 10S, Thermo Scientific, USA)

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของสารละลายตัวอย่างมาคำนวณร้อยละการยับยั้ง และนำไปคำนวณหาความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 (IC_{50}) โดยคำนวณเช่นเดียวกันกับวิธีการหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอช

2.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

งานวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ผลการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างผลการทดสอบวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลของวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกันต่อคุณสมบัติทางกายภาพของหญ้าหวาน

Table 1 Physical properties of stevia.

Drying methods	Time for dryness	Physical properties		
		Moisture content (%)	Color	Odor
Sun drying	2 d	7.31±0.55	green	aromatic
Shading drying	10 d	7.43±0.16	green	aromatic
Hot air oven, 40 °C	12 hr	8.83±0.73	green	aromatic
Hot air oven, 50 °C	12 hr	5.75±0.17	green	aromatic
Hot air oven, 60 °C	12 hr	6.19±0.63	brownish green	aromatic
Hot air oven, 70 °C	12 hr	6.74±0.11	brownish green	aromatic
Microwave, 100 W	20 min	5.57±0.46	brownish green	aromatic
Microwave, 200 W	9 min	6.00±0436	green	aromatic
Microwave, 300 W	6 min	6.04±0.12	green	aromatic
Microwave, 450 W	6 min	5.87±0.27	green	aromatic
Microwave, 600 W	3 min	6.02±0.55	green	aromatic
Microwave, 700 W	2 min	4.70±0.38	green	aromatic
Microwave, 800 W	2 min	5.61±0.61	green	aromatic

วิธีการอบแห้งของหญ้าหวานที่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ การตากแดด ตากในที่ร่ม อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน และการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟ พบว่าแต่ละวิธีการใช้ระยะเวลาที่ต่างกันที่ทำให้ความชื้นมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 10 (Table 1) โดยหญ้าหวานที่ผ่านการอบแห้งจากทั้ง 4 วิธี มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 4-9 และไม่เกินร้อยละ 10 ตามเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขกำหนด [19] และกลิ่นของหญ้าหวานหลังจากอบแห้งในทุกกรรมวิธียังคงมีความหอมของกลิ่นหญ้าหวานอยู่ สำหรับสีของหญ้าหวานหลังจากผ่านวิธีการอบแห้งมีสีที่แตกต่างกัน (Table 1 และ Figure 2) โดยหญ้าหวานที่ผ่านการอบแห้งด้วยวิธีการ ตากแดด ตากในที่ร่ม และเครื่องไมโครเวฟยังคงมีสีเขียว แต่ในกรรมวิธีการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งที่สูงขึ้น ตั้งแต่ 60 องศาเซลเซียสเป็นต้นไป ทำให้หญ้าหวานจะเริ่มมีสีน้ำตาล จากผลการทดลองที่ได้พบว่าการอบแห้งด้วยไมโครเวฟใช้ระยะเวลาในการทำแห้งสั้นที่สุดคือ 2-20 นาที สำหรับการตากในที่ร่มใช้ระยะเวลานานมากที่สุด คือ 10 วัน ตามลำดับ

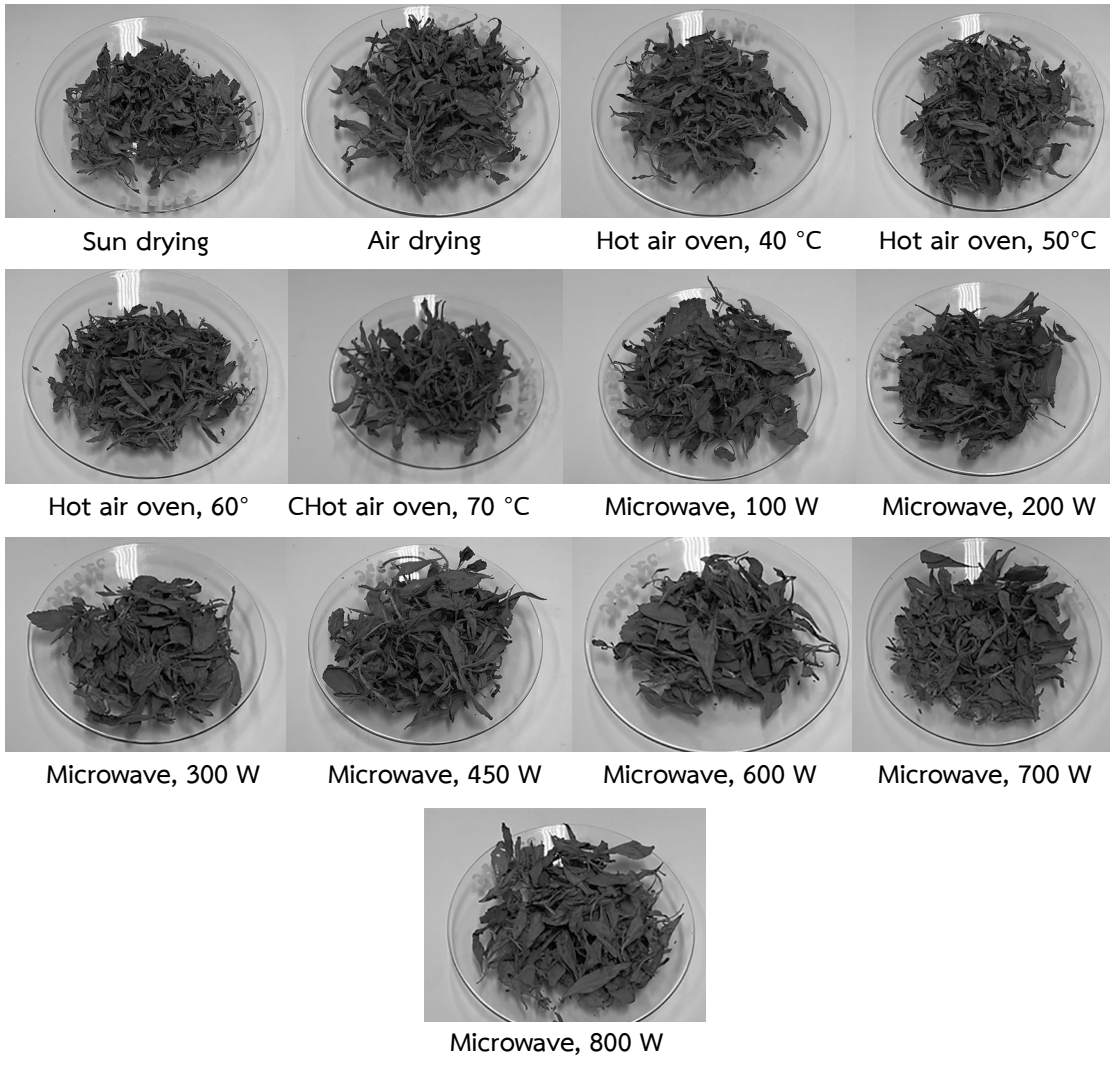

Figure 2 Characterristic of stevia from different drying methods.

3.2 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหวานจากวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกัน

3.2.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมในใบหญ้าหวานที่ผ่านวิธีการอบแห้งต่างกัน มีค่าอยู่ในช่วง 16 – 49 mgGAE/g DW วิธีการอบแห้งที่แตกต่างกันส่งผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในใบหญ้าหวานมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่าการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟที่กำลังไฟ 450 วัตต์ มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดเท่ากับ 48.82 mgGAE/g DW เมื่อเทียบกับวิธีการอบแห้งด้วยวิธีการอื่น ๆ (Table 2)

Table 2 TPC, TFC, stevioside and antioxidant activities of stevia at difference drying methods.

Drying methods	Chemical compounds			Antioxidant activities	
	TPC (mgGAE/g DW)	TFC (mgQE/g DW)	Stevioside (g/100 g DW)	DPPH (IC_{50}, mg/mL)	ABTS (IC_{50}, mg/mL)
Sun drying	43.09±0.22^{d}	16.99±0.1^{7}c	7.64±0.21^{cd}	0.96±0.015^{b}	0.57±0.007^{ab}
Shading drying	40.45±0.68^{e}	16.82±0.3^{6c}d	8.23±0.07^{b}	0.85±0.003^{a}	0.54±0.003^{a}
Hot air oven, 40 °C	44.58±0.60^{c}	17.87±0.29^{b}	7.12±0.17^{e}	0.78±0.007^{a}	0.62±0.095^{b}
Hot air oven, 50 °C	38.45±1.22^{f}	15.92±0.08^{e}	6.41±0.20^{g}	0.88±0.007^{ab}	0.56±0.004^{ab}
Hot air oven, 60 °C	36.22±0.79^{g}	12.74±0.22^{g}	6.46±0.23^{f}	1.30±0.040^{d}	0.78±0.013$_{c}$
Hot air oven, 70 °C	24.01±0.17^{i}	7.69±0.25^{h}	7.03±0.09^{e}	1.46±0.072^{e}	0.93±0.007^{d}
Microwave, 100 W	16.75±0.38^{j}	4.39±0.14^{i}	5.57±0.08^{h}	2.35±0.097^{g}	1.45±0.055^{e}
Microwave, 200 W	28.50±0.52^{h}	8.03±0.08^{h}	7.73±0.08^{c}	2.00±0.080^{f}	0.90±0.001^{d}
Microwave, 300 W	40.40±1.20^{e}	13.64±0.22^{f}	8.09±0.18^{b}	1.20±0.063^{c}	0.57±0.007^{ab}
Microwave, 450 W	48.82±0.5^{4}a	18.80±0.08^{a}	8.75±0.1^{3}a	0.89±0.102^{ab}	0.53±0.005^{a}
Microwave, 600 W	46.19±0.38^{b}	16.51±0.50^{cd}	7.43±0.28^{d}	0.82±0.015^{a}	0.54±0.064^{a}
Microwave, 700 W	45.36±0.92^{bc}	16.84±0.08^{cd}	7.01±0.15^{e}	0.81±0.003^{a}	0.56±0.012^{ab}
Microwave, 800 W	45.54±0.38^{bc}	16.38±0.58^{de}	7.78±0.07^{c}	0.82±0.022^{a}	0.53±0.049^{a}

Different letters within a column indicate significant differences at $p < 0.05$

สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารกลุ่มหนึ่งในกลุ่มของเมทาบอไลท์ที่พืชสร้างขึ้น โดยมีคุณสมบัติหลายประการ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ และต้านจุลินทรีย์ ต่าง ๆ เป็นต้น [20] จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีปัจจัยหลากหลายที่ส่งผลต่อปริมาณของสารกลุ่มดังกล่าวหนึ่งในนั้นได้แก่ ความร้อน [21] โดยความร้อนจะส่งผลทำให้เกิดการสลายตัวไปของสารกลุ่มดังกล่าวได้ ดังนั้นการอบแห้งด้วยวิธีการไมโครเวฟใช้ระเวลาที่สั้นกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ๆ จึงอาจส่งผลทำให้หญ้าหวานสัมผัสกับความร้อนที่ใช้ทำแห้งสั้นลงไปด้วย จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกยังคงมีปริมาณมากเมื่อเทียบกับวิธีการอบแห้งด้วยวิธีอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงาน

วิจัยของ Hihat et al. [22] ทำการศึกษาการอบใบของ coriander ด้วยวิธีการอบด้วยไมโครเวฟ และตู้อบลมร้อน ผลการวิจัยพบว่าการอบด้วยวิธีของไมโครเวฟช่วยทำให้ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก และคุณสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระสูงว่าการอบด้วยตู้อบลมร้อน เช่นเดียวกันงานวิจัยของ Snoussi et al. [23] ได้ทำการเปรียบวิธีการอบแห้งใบของ *Myrtus communis* ด้วยวิธีการ การตากในที่ร่ม ตู้อบลมร้อน และไมโครเวฟ ผลการทดลองที่ได้พบว่า การอบด้วยไมโครเวฟช่วยทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสารฟลาโวนอยด์มีค่ามากว่าการอบด้วยวิธีการอบแห้งอื่น ๆ ที่ได้ทำการศึกษา เป็นต้น

ในส่วนของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของหญ้าหวานเมื่อทำการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟ จากการทดลองที่ได้พบว่าเมื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้ามากขึ้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกก็เพิ่มขึ้นตาม โดยพบว่าที่กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด (Table 2) และจะลดลงเมื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้ามากกว่า 450 วัตต์ ทั้งนี้อาจเนื่องการเพิ่มกำลังไฟฟ้าเป็นการเพิ่มอุณหภูมิ [24] อุณหภูมิก็สูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าลดลงเนื่องจากเกิดการสลายตัวไปของสารกลุ่มดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hihat et al. [22] เมื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้ามากขึ้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าลดลง

3.2.2 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์เป็นสารประกอบฟีนอลกลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบในพืชจัดเป็น secondary metabolites เช่นกัน และสามารถพบในทุกส่วนของพืช มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ประกอบด้วยหมู่ซุปเปอร์ออกไซด์และหมู่ไฮดรอกซิล ที่สามารถป้องกันการเสื่อมของเซลล์ต่าง ๆ อีกทั้งพบว่าฟลาโวนอยด์มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา และต้านไวรัส [25] ในการวิจัยในครั้งนี้ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในใบหญ้าหวานที่ผ่านวิธีการอบแห้งต่างกันที่ตรวจวิเคราะห์ได้ มีค่าอยู่ในช่วง 4 – 19 mgQE/g DW (Table 2) ปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ในใบหญ้าหวานที่ตากแดดมีค่าเท่ากับ 16.99 mgQE/g DW การตากในที่ร่ม มีค่าเท่ากับ 16.82 mgQE/g DW ในขณะที่การอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนมีค่าอยู่ในช่วง 7-18 mgQE/g DW ผลการทดลองที่ได้พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบสูงมากขึ้นปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์มีค่าลดลงตาม สำหรับการอบแห้งด้วยไมโครเวฟ สารประกอบฟลาโวนอยด์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าอยู่ในช่วง 4 – 19 mgQE/g DW โดยพบว่าเมื่อเพิ่มกำลังวัตต์จาก 100- 450 วัตต์ ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มีค่าเพิ่มขึ้นตาม และเมื่อเพิ่มกำลังวัตต์เพิ่มมากขึ้นกว่านี้ไปปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์มีแนวโน้มลดลงตาม

ผลการทดลองที่ได้พบว่าวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกันส่งผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมในใบหญ้าหวานมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยพบว่าการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟ ที่กำลังไฟ 450 วัตต์ จะให้ปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด เท่ากับ 18.80 mgQE/g DW เมื่อเทียบกับวิธีการอบแห้งด้วยวิธีการอื่น ๆ ผลการทดลองที่ได้ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในการวิจัยครั้งนี้คือ เมื่ออบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟที่กำลังไฟ 450 วัตต์ จะทำให้ปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด และเมื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้ามากขึ้นปริมาณสารฟลาโวนอยด์มีค่าลดลง

3.2.3 ปริมาณสารสตีวิโอไซด์

ใบหญ้าหวานที่ผ่านวิธีการอบแห้งต่าง ๆ และเมื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสตีวิโอไซด์ด้วย HPLC พบว่าสารมาตรฐานสตีวิโอไซด์มีค่า retention time (RT) เท่ากับ 4.6 นาที และมีค่าตรงกันกับในพีคสารสกัดตัวอย่างใบหญ้าหวาน (Figure 3) เมื่อนำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้ไปคำนวณ ได้ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในตารางที่ 2 ปริมาณสารสตีวิโอไซด์ในหญ้าหวานที่ผ่านการอบแห้งด้วยวิธีการต่างกัน มีปริมาณสารสตีวิโอไซด์อยู่ในช่วงร้อยละ 7-9 และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่า

หญ้าหวานที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟ ที่กำลังไฟ 450 วัตต์ มีปริมาณสารสตีวิโอไซด์มากที่สุดเท่ากับ 8.75 g/100 รองลงมาคือการอบแห้งด้วยการตากในที่ร่ม ตากแดด ตู้อบลมร้อน และไมโครเวฟที่กำลังไฟที่วัตต์อื่น ๆ ตามลำดับ

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิในการอบสูงมากขึ้น ปริมาณของสารสตีวิโอไซด์ มีแนวโน้มลดลง ในทำนองเดียวกันกับการอบแห้งด้วยไมโครเวฟเมื่อเพิ่มกำลังวัตต์จาก 100- 450 วัตต์ ปริมาณสารสตีวิโอไซด์ มีค่าเพิ่มขึ้นตาม แต่เมื่อกำลังวัตต์เพิ่มมากขึ้นมากกว่า 450 วัตต์ ปริมาณสตีวิโอไซด์มีแนวโน้มลดลงตาม เช่นเดียวกับปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิก ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมื่อความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้นส่งผลทำให้สารสตีวิโอไซด์เกิดการสลายตัว และมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Berin and Sunyoto [26] ที่พบว่าเมื่อทำการอบแห้งใบหญ้าหวานที่ใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นปริมาณสารสตีวิโอไซด์มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน

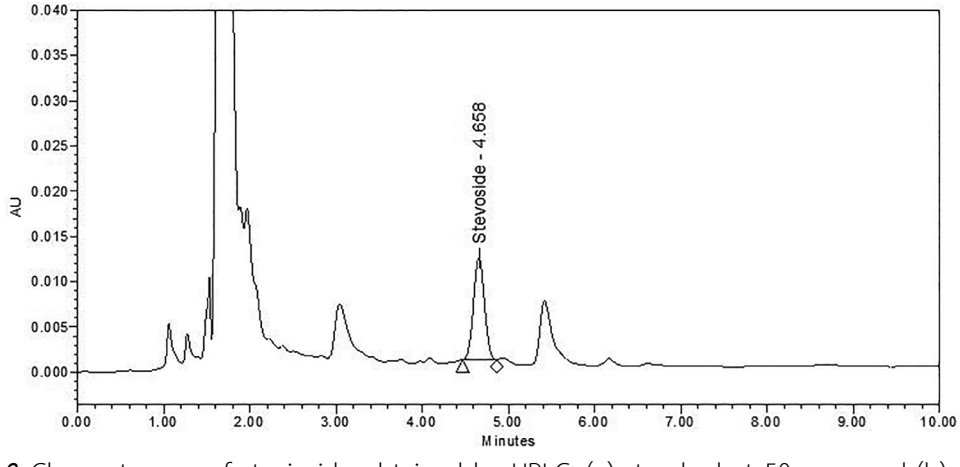

Figure 3 Chromatogram of stevioside obtained by HPLC: (a) standard at 50 ppm and (b) sample stevia.

3.3 ผลของวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกันต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของหญ้าหวาน

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช และ เอบีทีเอส เป็นวิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย โดยทั้ง 2 วิธีเป็นการทดสอบกลไกการออกฤทธิ์ที่แตกต่างกันคือ การทดสอบด้วยวิธีดีพีพีเอชเป็นการทดสอบความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระในการให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่อนุมูลอิสระ ส่วนการทดสอบด้วยวิธีเอบีทีเอสเป็นการทดสอบความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระที่ให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ จากผลการทดลองที่ได้ (Table 2) จะเห็นได้ว่าสารสกัดจากหญ้าหวานมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระแบบให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอชในหญ้าหวานได้ผลดังแสดงในตาราง 2 โดยคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 0.81-2.35 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของหญ้าหวานที่ผ่านการอบแห้งที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยหญ้าหวานที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอชที่ดีที่สุด ไม่ว่าจะใช้กำลังไฟวัตต์ที่แตกต่างกัน คือที่กำลังไฟฟ้า 450-800 วัตต์ (IC50 อยู่ระหว่าง 0.81-0.89 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และไม่แตกต่างกันกับวิธีการตากในที่ร่ม เมื่อเทียบกับกรรมวิธีการตากแดด และตู้อบลมร้อน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการ

อบด้วยเครื่องไมโครเวฟใช้เวลาในการอบที่ค่อนข้างสั้นและสัมผัสกับความร้อนไม่นาน จึงทำให้สารต้านอนุมูลอิสระไม่สลายตัวไปมากนัก เช่นเดียวกับการตากในที่ร่ม ถึงแม้จะใช้เวลาในการอบแห้งที่นาน (10 วัน) แต่ความร้อนที่ใช้จะอยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 30- 35 องศาเซลเซียส

สำหรับผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีเอบีทีเอสในหญ้าหวานมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 0.54-1.45 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการทดลองที่สอดคล้องกันกับผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช คือคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของหญ้าหวานที่ผ่านการอบแห้งที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยหญ้าหวานที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟมีคุณสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีเอบีทีเอสที่ดีที่สุด (กำลังไฟวัตต์ 300-800 W, IC_{50} อยู่ในระหว่าง 0.53-0.57 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เมื่อเทียบกับการอบแห้งด้วยวิธีการอื่น ๆ เช่นกัน และมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทั้งการอบด้วยตู้อบลมร้อน และการอบด้วยเครื่องไมโครเวฟ ทั้งนี้อาจเนื่องจากเกิดการสลายตัวไปเช่นเดียวกับสารกลุ่มฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Jansuna et al. [27] พบว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นและระยะเวลาการอบแห้งที่นานขึ้นในใบบัวบก ส่งผลให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอชและวิธีเอบีทีเอสลดลง

4. สรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกันของใบหญ้าหวานได้แก่ การตากแดด ตากในที่ร่ม อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน และการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟ ต่อองค์ประกอบทางเคมี (สารประกอบฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์ และสตีวิโอไซด์) และสารต้านอนุมูลอิสระ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อทำการอบแห้งหญ้าหวานด้วยเครื่องไมโครเวฟที่กำลังไฟเท่ากับ 450 วัตต์ ยังคงทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม สารฟลาโวนอยด์ สตีวิโอไซด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีปริมาณที่สูง นอกจากนี้ยังทำให้มีค่าความชื้นที่ต่ำกว่าร้อยละ 10 และใช้เวลาในการทำแห้งที่สั้นกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการอบแห้งวิธีการอื่น ๆ ดังนั้นผลการวิจัยที่ได้จึงสามารถสรุปได้ว่าวิธีการอบแห้งที่เหมาะสมต่อการอบแห้งหญ้าหวาน และยังคงช่วยทำให้ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม สารฟลาโวนอยด์ สตีวิโอไซด์ และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระมีปริมาณที่สูงคือการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟที่กำลังไฟ 450 วัตต์ เป็นเวลา 6 นาที

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนเงินทุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2565 และสาขาวิชาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

6. References

[1] Kulkanjanatorn, P., Stevia a sweet healthy alternative, Available Source: https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/221, April 8, 2022. (in Thai)

[2] Mutmainah, M., Kusmita, L., Martono, Y., Franyoto, Y.D., Wulandari, R.P. and Kusumaningrum, T.D., 2019, Antioxidant activity phenol and flavonoid content and formulation cream of Stevia rebaudiana Bert, J. Phys. Conf. Ser. 1217(012152): 1-4.

[3] Garcia-Mier, L., Meneses-Reyes, A.E., Jimenez-Garcia, S.N., Luna, A.M., Trejo, J.F.G., Contreras-Medina, L.M. and Feregrino-Perez, A.A., 2021, Polyphenol content and antioxidant activity of stevia and peppermint as a result of

organic and conventional fertilization, J. Food. Quality. 2021(Article ID 6620446): 1-6.

[4] Thamkaew, G., Sjöholm, I. and Galindo, F.G., 2021, A review of drying methods for improving the quality of dried herbs, Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 61(11): 1763-1786.

[5] Mohammed, S., Edna, M. and Siraj, K., 2020, The effect of traditional and improved solar drying methods on the sensory quality and nutritional composition of fruits: A case of mangoes and pineapples, Heliyon. 6(6): 1-10.

[6] Kwasniewska-Karolak, I. and Mostowski, R., 2021, Effect of different drying processes on an antioxidant potential of three species of the Lamiaceae family, Herba. Pol. 67(1): 8-17.

[7] Yi, W. and Wetzstein,Y.H., 2011, Effects of drying and extraction conditions on the biochemical activity of selected Herbs, HORTSCIENCE. 46(1): 70–73.

[8] Minh, N.P., Pham, V.T., Hoa, T.K., Sang, V.T. and Na, L.T.S., 2019, Effect of blanching and drying to production of dried herbal tea from Pouzolzia zeylanica, J. Pharm. Sci. Res. 11(4): 1437-1440.

[9] Ozcan, M.M., Juhaimi, F.A., Ahmed, I.A.M., Uslu, N., Babiker, E. and Ghafoor, K., 2020, Effect of microwave and oven drying processes on antioxidant activity, total phenol and phenolic compounds of kiwi and pepino fruits, J. Food. Sci. Technol. 57(1): 233–242.

[10] Guo, Q., Sun, D.W., Cheng, J.H. and Han, Z., 2017, Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry, Trends. Food. Sci. Technol. 67: 236-247.

[11] Thai Industrial Standards, Thai Community Product Standards 996/2556, Available Source: https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0996_56(สมุนไพรรวมแห้งชงดื่ม).pdf, April 8, 2022. (in Thai)

[12] Cacique, A.P., Barbosa, E.S., Pinho, G.P. and Silvério, F.O., 2020, Maceration extraction conditions for determining the phenolic compounds and the antioxidant activity of Catharanthus roseus (L.) G. Don., Agric. Sci. 44(e017420): 1-12.

[13] Ueda, Y., Apiphuwasukcharoen, N., Tsutsumi, S., Matsuda, Y., Areekul, V. and Yasuda, S., 2019, Optimization of hot-water extraction of dried yacon herbal tea leaves: enhanced antioxidant activities and total phenolic content by response surface methodology, Food. Sci. Technol. 25(1): 131-139.

[14] Chang, C.H., Lin, H.Y., Chang, C.Y. and Liua, Y.C., 2006, Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes, J. Food. Eng. 77: 478-485.

[15] Woelwer-Rieck, U., Lankes, C., Wawrzum, A. and Wust, M., 2010, Improved HPLC method for the evaluation of the major steviol glycosides in leaves of Stevia rebaudiana., Eur. Food. Res. Technol. 231: 581-588.

[16] Jadhao, D.B., Katekhaye, S.D. and Thrat, B.N., 2011, Improved RP-HPLC method

for quantitative estimation of stevioside in Stevia rebaudiana Bertoni burm., Int. J. Phytopharm. 1(2): 27-34.

[17] Singh, R.P., Murty, K.N.C. and Jayaprakasha, G.K. 2002, Studies on the antioxidant activity of pomegranate (Punica granatum) peel and seed extracts using in vitro models, J. Agric. Food Chem. 50(1): 81-86

[18] Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. and Byrne, D.H., 2006, Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts, J. Food Compost. Anal. 19: 669-675.

[19] Notification of the Ministry of Public Health No. 246/2546, Available Source: https://dl.parliament.go.th/handle/20.500.13072/579681, April 8, 2022. (in Thai)

[20] Singh J.P., Kaur, A., Singh, N., Nim, L., Shevkani, K., Kaur, H. and Arora, D.S., 2016, In vitro antioxidant and antimicrobial properties of jambolan (Syzygium cumini) fruit polyphenols, LWT Food. Sci. Technol. 65: 1025–1030.

[21] Reblove, Z., 2012, Effect of temperature on the antioxidant activity of phenolic Acids, Czech J. Food Sci. 30(20): 171-177.

[22] Hihat, S., Remini, H. and Madani, K., 2017, Effect of oven and microwave drying on phenolic compounds and antioxidant capacity of coriander leaves, Int. Food Res. J. 24(2): 503-509.

[23] Snoussi, A., Essaidi, I., Koubaier, H.B., Zrelli, Alsafari, I., Živoslav, T., Mihailovic, J., Khan, M., Omri, A.E., Veličković, T.C. and Bouzouita, N., 2021, Drying methodology effect on the phenolic content, antioxidant activity of Myrtus communis L. leaves ethanol extracts and soybean oil oxidative stability, BMC Chemistry. 15(31): 1-11.

[24] Khodja, Y.K., Dahmoune, F., Bachir bey, M., Madani, K. and Khetta, B., 2020, Conventional method and microwave drying kinetics of Laurus nobilis leaves: effects on phenolic compounds and antioxidant activity, Braz. J. Food Technol. 23(e2019214): 1-10.

[25] Daupor, H., Chelong, I. and Ardae, A., 2017, Determination of flavonoids from propolis stingless Bee, Research Report, Yala Rajabhat University, Yala, 59 p. (in Thai)

[26] Berin, A. and Sunyoto, N.M.S., 2021, The effect of methods and drying temperature on glycoside content (Stevioside and Rebaudioside A) in Stevia (Stevia rebaudiana): A systematic review, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. 924 (012044): 1-11.

[27] Jansuna, S., Charoensup, L., Jirakiattikul, Y. and Harakotr, B., 2020, Effects of drying temperatures and times on antioxidant contents and their activities of Centella asiatica (L.) Urb. leaves, TJST. 28(12): 2261-2272.