

ผลของวิธีการทำแห้งต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และสารแอนโดรกราโฟไลด์ ของฟ้าทะลายโจร

Effect of Drying Method on Microbial Abundance and Andrographolide Content of *Andrographis Paniculata*

จิตติมา จิรโพธิธรรม,^{1*} ศิริพรรณ สุขขัง¹ และรัตติยา ผดุงผล¹
Jittima Jirapothithum,^{1} Siriphan Sukkhaeng¹ and Rattiya Padungpol¹*

Received 24 May 2025, Revised 18 July 2025, Accepted 21 July 2025

ABSTRACT

The drying method is an important factor for the quality of herbs' raw materials, including *Andrographis paniculata*, because it reduces constituents and the growth of microorganisms, affecting the standard of herbal raw materials. An appropriate drying method can help prevent microbial contamination and preserve the andrographolide content in *Andrographis paniculata*. For this experiment the *Andrographis paniculata* drying was done in various drying methods: 1) in the sun, 2) indoors, 3) in the solar greenhouse, and 4) using hot air. The experimental results indicated that *Andrographis paniculata* contains an amount of andrographolide 101.30, 99.24, and 91.92 mg/l, respectively. The solar drying method showed the lowest value approximately 69.66 mg/l. However, the amount of active ingredients in *Andrographis paniculata* in the sun and indoor-drying method was not different. However, higher contaminants were found in the Total Plate Count. The number of total micro-organisms in the sun and indoor-drying methods was 1.4×10^6 CFU/g, and 6.2×10^6 CFU/g respectively while in the solar and hot-air-drying methods were found 8.4×10^5 and 3.6×10^5 CFU/g, respectively. Therefore, these results suggested that, the hot-air-oven-drying method is the most suitable method for *Andrographis paniculata* because it can maintain the quality and quantity of active ingredients.

Keywords: *Andrographis paniculata*, Drying method, Andrographolide, Microorganisms

บทคัดย่อ

วิธีการทำแห้งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อคุณภาพของวัตถุดิบสมุนไพรวมไปถึงฟ้าทะลายโจร เนื่องจากมีผลต่อการลดลงของปริมาณสารสำคัญและการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ส่งผลต่อมาตรฐานของวัตถุดิบสมุนไพร ฟ้าทะลายโจรซึ่งการทำแห้งด้วยวิธีการที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และรักษาปริมาณสารแอนโดรกราโฟไลด์ในฟ้าทะลายโจรได้ สำหรับการทดลองทำแห้งฟ้าทะลายโจรมีกระบวนการ ดังนี้

^{1*} ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Central Laboratory Greenhouse and Complex, Research and Academic Services, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

* Corresponding author: E-mail address: fagrjij@ku.ac.th

1) การตากแดด 2) การตากในร่ม 3) โรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ และ 4) ตู้อบลมร้อน ผลของการทดลองพบว่า ฟัทะลายโจรมีปริมาณเอนโดกราโฟไลด์ เท่ากับ 101.30 99.24 และ 91.92 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนวิธีการทำแห้งด้วยโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าต่ำที่สุด คือ 69.66 มก./ล. อย่างไรก็ตามการทำแห้งฟัทะลายโจรมีวิธีการตากแดดและการตากในร่มมีปริมาณสารเอนโดกราโฟไลด์สูงและมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบการปนเปื้อนของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงในวิธีการทำแห้งด้วยการตากแดดและตากในร่ม คือ 1.4×10^6 CFU/g และ 6.2×10^6 CFU/g ตามลำดับ ในขณะที่การตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์และตู้อบลมร้อนพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 8.4×10^5 และ 3.6×10^5 CFU/g ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการทำแห้งฟัทะลายโจรมีตู้อบลมร้อนเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถช่วยรักษาคุณภาพและปริมาณสารเอนโดกราโฟไลด์ได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: ฟัทะลายโจร วิธีการทำแห้ง เอนโดกราโฟไลด์ จุลินทรีย์

บทนำ

ปัจจุบันฟัทะลายโจรถูกนำมาใช้เป็นยาสามัญประจำบ้านและใช้ในโรงพยาบาลควบคู่กับยาแผนปัจจุบันมากขึ้น เป็นสมุนไพรที่ได้รับการส่งเสริมให้เป็น First-Line Drug ในบัญชียาหลักแห่งชาติ ใช้เป็นยารักษากลุ่มอาการของระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินหายใจ ฟัทะลายโจรได้รับความสนใจมากขึ้นเมื่อมีการระบาดของไวรัส COVID-19 ปัจจุบันฟัทะลายโจรได้นำมาใช้ในการรักษาโรค COVID-19 ในผู้ป่วยระยะไม่รุนแรง (อาทิตย์, 2564) สำหรับฟัทะลายโจรที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำยา ต้องมีคุณภาพตามมาตรฐาน และเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ผู้บริโภคได้ใช้สมุนไพรที่มีคุณภาพและปลอดภัย ซึ่งปริมาณสาร Andrographolide และ Total lactone เป็นสารหลักเพื่อใช้บ่งบอกคุณภาพของสารสกัดฟัทะลายโจร และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กำหนดให้ปริมาณ Total lactone ไม่น้อยกว่า 6% w/w และมี andrographolide ไม่น้อยกว่า 1% w/w (ธรรมรัตน์และคณะ, 2565)

การจัดการพืชสมุนไพรเพื่อให้ปริมาณสารสำคัญคงอยู่และนานที่สุดควรเริ่มต้นตั้งแต่แปลงปลูก การดูแล การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา ฟัทะลายโจรมีระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมคือ ระยะเริ่มออกดอก-ดอกบาน 30% อายุประมาณ 110-150 วัน หลังปลูก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศฤดูกาล และสิ่งแวดล้อมเนื่องจากสภาพอากาศมีผล

ต่อการออกดอก (เกสร, 2566) ดังนั้นปริมาณสารสำคัญก็ย่อมแตกต่างกันเช่นกัน (กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2564) นอกจากระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมแล้ววิธีการทำแห้งก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและมีผลต่อคุณภาพและปริมาณสารสำคัญของฟัทะลายโจร ซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จะเกิดขึ้นจากขั้นตอนนี้มากที่สุด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) การทำแห้งวัตถุดิบสมุนไพรของเกษตรกรส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการตากแดด หรือการตากในร่มในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นวิธีการทางธรรมชาติและประหยัด แต่จะใช้เวลานาน การใช้ระยะเวลาการทำแห้งที่นานนั้นมีผลต่อคุณภาพ อายุการเก็บรักษา และปริมาณสารสำคัญของพืชสมุนไพรหลายชนิด ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการทำแห้งมาใช้เพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากขึ้น เช่น การใช้ตู้อบลมร้อน การอบแห้งแบบรังสีอินฟราเรด และการใช้โรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้เทคโนโลยีในการทำแห้งต้องเลือกให้เหมาะสมกับวัตถุดิบนั้นๆ เช่น ผัก ผลไม้ ผลิตภัณฑ์อาหาร หรือสมุนไพร สำหรับในสมุนไพรแต่ละชนิดปริมาณสารสำคัญจะคงตัวที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (ชาลีตา, 2555) ดังนั้นเพื่อให้วัตถุดิบที่ได้มีคุณภาพและได้มาตรฐาน คณะผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิธีการทำแห้งที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และรักษาปริมาณสารเอนโดกราโฟไลด์ในฟัทะลายโจร

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวพืชละลายโจรอายุ 150 วันหลังปลูก โดยใช้กรรไกรตัดกิ่งตัดต้นให้ห่างจากโคนต้นประมาณ 10 ซม. จากแปลงของเกษตรกรในตำบลสระสีมุ่ม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 30 ต้น (น้ำหนัก 1,500-1,600 กรัม) ต่อวิธีการทำแห้งจนส่งมายังห้องปฏิบัติการหน่วยวิเคราะห์ดิน พืช และวัสดุเกษตร นำพืชละลายโจรมาล้างในน้ำสะอาดเพื่อกำจัดวัสดุปลูก ดิน หรือสิ่งปนเปื้อน ตัดเป็นท่อนให้มีขนาด 2-2.5 ซม. ผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปทำแห้ง โดยให้ความชื้นไม่เกิน 10% ตามมาตรฐานคุณภาพของวัตถุดิบสมุนไพร ด้วยวิธีการต่างๆ (Figure 1) ดังนี้

1. ตากแดด โดยการนำพืชละลายโจรบรรจุตะกร้า จำนวน 200 กรัม ไปวางบริเวณที่มีแดดส่องตลอดทั้งวัน

2. ตากในร่ม โดยการนำพืชละลายโจรบรรจุตะกร้า จำนวน 200 กรัม ไปวางในร่มภายใต้หลังคาที่มีอากาศถ่ายเท

3. โรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการนำพืชละลายโจรบรรจุตะกร้า จำนวน 200 กรัม ไปวางในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีขนาดความกว้าง 8.0 ม. และความยาว 12.4 ม.

4. ตู้อบลมร้อน โดยการนำพืชละลายโจรบรรจุตะกร้า จำนวน 200 กรัม นำไปเข้าตู้อบของบริษัท แทเทอร์น เคมีคอล ขนาดบรรจุ 260 ลิตร ควบคุมอุณหภูมิที่ 60°C

5. นำพืชละลายโจรที่ผ่านการทำแห้งแต่ละวิธีการมาชั่งน้ำหนักจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่และบันทึกผลการทดลอง

การบันทึกผล

1. เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้ง

ชั่งตัวอย่างพืชละลายโจรให้มีน้ำหนัก 200 กรัม ใส่ลงในตะกร้า นำไปทำแห้งด้วยวิธีการต่างๆ จนกระทั่งความชื้นต่ำกว่า 10% นำมาคำนวณหา น้ำหนักแห้ง

2. อุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการจัดการ

หลังการเก็บเกี่ยว บันทึกข้อมูลด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น (Data logger) ยี่ห้อ DeltaTrak รุ่น 40550

3. ค่าสีใบหลังทำแห้ง ด้วยเครื่องวัดสี (Color meter) ยี่ห้อ Minota รุ่น CR-300 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น รายงานผลเป็นค่า L^* a^* b^* เมื่อ

L^* หมายถึงค่าความสว่าง โดยที่ 0 หมายถึงสีดำ และ 100 หมายถึงสีขาว

a^* เมื่อมีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง สีแดง และมีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง สีเขียว

b^* เมื่อมีค่าเป็นบวก (+) หมายถึง สีเหลือง และมีค่าเป็นลบ (-) หมายถึง สีน้ำเงิน

4. การวิเคราะห์ ปริมาณ สารสำคัญ Andrographolide ในวัตถุดิบพืชละลายโจรแห้ง ด้วยวิธีการดังนี้

นำตัวอย่างผงพืชละลายโจร 100 มก. สกัดด้วย 95% เมทานอล ปริมาตร 5 มล. เข้าเครื่อง Sonicator ยี่ห้อ Elma รุ่น Elmasonic S นาน 15 นาที ตกตะกอนด้วยเครื่อง Centrifuge ยี่ห้อ Sigma รุ่น 4-16KS ที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนใสเก็บไว้ สกัดตะกอนซ้ำอีก 2 ครั้ง เทส่วนใสรวมกัน ปรับปริมาตรสุดท้ายด้วย 95% เมทานอล เป็น 20 มล. กรองผ่านตัวกรองชนิดไนลอน ขนาดรูพรุน 0.22 ไมครอน วิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC-PDA (In-house method) ยี่ห้อ Shimadzu; Nexera LC- 40DXR-PDA/ELSD ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 223 นาโนเมตร

5. การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์

- 5.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

ชั่งตัวอย่างพืชละลายโจรแห้ง 25 กรัม ใส่ในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 225 มล. เจือจางครั้งละ 10 เท่า จากนั้นใส่ตัวอย่างลงในจานเพาะเชื้อที่ระดับความเจือจางละ 1 มล. แล้วเทอาหารเลี้ยงเชื้อ total plate count agar (PCA) ปริมาตร 20-25 มล. ตามลงไป วนจานเพาะเชื้อเพื่อผสมตัวอย่างและอาหารให้เข้ากัน รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง จากนั้นนำไปบ่มใน incubator ยี่ห้อ Memmert รุ่น 40050-IP20 ที่อุณหภูมิ 37°C

เป็นเวลา 48 ชม. แล้วนับจำนวนโคโลนี รายงานผลเป็นโคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

5.2 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold)

ซึ่งตัวอย่างฟ้าทะลายโจร 25 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 225 มล. เจือจางครั้งละ 10 เท่า จากนั้นใส่ตัวอย่างที่ระดับความเจือจางละ 0.1 มล. ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast extract-Malt extract agar (YM agar) แล้วเกลี่ยเชื้อม้วนหน้าของอาหาร นำไป incubator ยี่ห้อ Memmert รุ่น 40050-IPP55 ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 2-5 วัน แล้วนับจำนวนโคโลนี รายงานผลเป็นโคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

5.3 ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดและ E. coli ด้วยวิธี Most Probable Number (MPN)

ซึ่งตัวอย่างฟ้าทะลายโจร 25 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 225 มล. เจือจางครั้งละ 10 เท่า จากนั้นใส่ตัวอย่างแต่ละระดับความเจือจางลงในหลอดอาหาร Lactose broth ที่บรรจุหลอดดักแก๊สไว้ภายใน โดยใส่ตัวอย่างที่ระดับความเจือจางละ 1 มล. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24-48 ชม. วิเคราะห์ผลโดยสังเกตการเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส และทดสอบยืนยันว่าเป็นแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และวิเคราะห์หาปริมาณ E. coli รายงานผลเป็นโคโลนีต่อกรัม (MPN/g)

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 10 ซ้ำ วิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 22 ปี 2013

ผลและวิจารณ์

วิธีการทำแห้งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยรักษาคุณภาพและการคงอยู่ของสารสำคัญในวัตถุดิบฟ้าทะลายโจร ซึ่งเทคโนโลยีการทำแห้งด้วยวิธีการแตกต่างกันก็ส่งผลให้คุณภาพและปริมาณสาร Andrographolide มีความแตกต่างกัน จากผลการ

ทดลองเปรียบเทียบวิธีการทำแห้ง 4 วิธีการ ได้ผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

น้ำหนักแห้ง

การทำแห้งด้วยวิธีการแตกต่างกันทำให้น้ำหนักแห้งของวัตถุดิบฟ้าทะลายโจรมีค่าแตกต่างกัน การทำแห้งด้วยวิธีการตากแดดมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด คือ 24.06% รองลงมา คือ การตากในร่มที่อากาศถ่ายเทมีน้ำหนักแห้ง 23.10% การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนมีน้ำหนักแห้ง 21.43% และโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ มีน้ำหนักแห้ง 22.14% ตามลำดับ (Table 1) การทำแห้งด้วยวิธีการตากแดดและการตากในร่มมีน้ำหนักแห้งสูง เนื่องจากการทำแห้งในระบบเปิด ซึ่งจะเกิดจากการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองหรือเศษวัสดุในระหว่างการตาก (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่, 2556) จึงเป็นผลทำให้น้ำหนักแห้งสูงกว่าการทำแห้งในระบบปิด คือ การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนและการตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำหนักแห้งในฟ้าทะลายโจรทำแห้งด้วยวิธีการต่างๆ

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว

ขั้นตอนของการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ฟ้าทะลายโจร ประกอบไปด้วย การเก็บเกี่ยว การขนส่ง การทำความสะอาด และการตัดแต่ง โดยที่อุณหภูมิและความชื้นในระหว่างกระบวนการจัดการเป็นปัจจัยเริ่มต้นที่จะมีผลต่อคุณภาพและปริมาณสารสำคัญ (Figure 3) ในขั้นตอนของการทำแห้งฟ้าทะลายโจรจากการทดลองมี 4 วิธีการ ประกอบไปด้วย 1) การตากแดด 2) ตากในร่มภายใต้หลังคาที่มีอากาศถ่ายเท 3) ตู้อบลมร้อน และ 4) โรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ (Figure 4) จากภาพจะเห็นได้ว่าการทำแห้งด้วยวิธีการตากแดด ตากในร่ม และโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิจะสูงในเวลากลางวันและต่ำลงในเวลากลางคืน (Figure 4A) เช่นเดียวกับความชื้นสัมพัทธ์ที่จะต่ำลงในเวลากลางวันและจะสูงขึ้นในเวลากลางคืน (Figure 4B) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่สม่ำเสมอในเวลากลางวันและเวลากลางคืนระหว่าง

การทำแห้งมีผลต่อปริมาณสารสำคัญของฟ้าทะลายโจร (เมทินี และปัทมรส, 2562)

ค่าสี

หลังจากการทำแห้งฟ้าทะลายโจรด้วยวิธีการแตกต่างกัน พบว่าสีของใบฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกัน (Table 1) จะเห็นได้ว่าใบฟ้าทะลายโจรที่ทำแห้งด้วยวิธีการตากในร่ม ใบฟ้าทะลายโจรมีสีคล้ำกว่าการทำแห้งด้วยวิธีการอื่น ๆ (Figure 2B) ซึ่งสอดคล้องกับค่า L^* - a^* และ b^* ของใบฟ้าทะลายโจรแห้งที่วัดด้วยเครื่องวัดสี โดยพบว่า L^* มีค่า 38.51 - a^* มีค่า -2.33 และ b^* มีค่า 5.49 จากทั้ง 3 ค่านี้แสดงให้เห็นว่าใบของฟ้าทะลายโจรที่ทำแห้งด้วยการตากในร่มภายใต้หลังคาที่มีอากาศถ่ายเท สีของใบจะมีสีคล้ำมากกว่าทำแห้งด้วยวิธีการอื่นๆ เนื่องจากการตากในร่มภายใต้หลังคาที่มีอากาศถ่ายเท อุณหภูมิตลอดระยะเวลาการทำแห้งอยู่ที่ประมาณ 26.46 °C ในเวลากลางคืน และอุณหภูมิประมาณ 33.61 °C ในเวลากลางวัน (Figure 3A) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่สูงมากสำหรับการทำแห้ง จึงต้องใช้ระยะเวลาในการทำแห้งค่อนข้างนาน ส่งผลให้สีใบที่ได้มีความคล้ำ สำหรับวิธีการตากแดด การใช้ตู้อบลมร้อน และโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ สีที่มองเห็นด้วยตาไม่แตกต่างกัน (Figure 2) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ค่าสีใบของฟ้าทะลายโจรแห้งที่วัดด้วยเครื่องวัดสีมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) ถึงแม้วิธีการตากแดดและตากในร่มจะเป็นกรรมวิธีที่ประหยัดแต่ก็ทำให้วัตถุดิบสมุนไพรที่ได้มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่คงที่ เช่น สี และความชื้นไม่สม่ำเสมอ อายุการเก็บรักษาสั้น บางครั้งมีเชื้อราเจริญเติบโตเพราะผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูง (นักสิทธิ์ และคณะ, 2554)

ปริมาณสารสำคัญ (Andrographolide)

ฟ้าทะลายโจรที่ทำแห้งด้วยวิธีการต่างๆ มีปริมาณ Andrographolide แตกต่างกัน ซึ่งการทำแห้งด้วยวิธีการตากแดดมีค่าสูงที่สุด คือ 101.30 มก./ล. รองลงมา คือ การตากในร่ม 99.24 มก./ล. และตู้อบลม

ร้อน 91.92 มก./ล. โดยการทำแห้งทั้ง 3 วิธีนี้มีปริมาณ Andrographolide ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการทำแห้งด้วยโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์มีปริมาณ Andrographolide น้อยที่สุด คือ 69.66 มก./ล. (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากการทำแห้งในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ สาร Andrographolide มีการสลายตัวมากกว่าการทำแห้งด้วยวิธีการอื่นๆ ในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิในช่วงกลางวันสูงมากกว่า 60 °C (Figure 3A) ส่งผลให้สารสำคัญมีการสลายตัว (เมทินี และปัทมรส, 2562) เช่นเดียวกับ Raza และคณะ (2018) ได้ศึกษาการสลายตัวของเคอร์คูมินภายหลังการทำแห้งขมิ้นชันด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ปริมาณเคอร์คูมินลดลง ความแตกต่างของอุณหภูมิและวิธีการทำแห้ง นอกจากมีผลต่อปริมาณสารสำคัญในสมุนไพรแล้วก็มีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยในพืชอีกด้วยเช่นกัน (Saeidi, 2016) ถึงแม้ว่าการทำแห้งด้วยการตากแดดและการตากในร่มจะพบปริมาณสารสำคัญสูง 101.30% และ 99.24% ตามลำดับ (Table 1) แต่ก็พบปริมาณยีสต์และราสูงกว่า 10^5 CFU/g ซึ่งสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด (Table 2)

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด และ E. coli

จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในฟ้าทะลายโจรที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการต่างๆ พบว่า การตากในร่มภายใต้หลังคาที่มีอากาศถ่ายเทมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงที่สุด คือ 6.2×10^6 CFU/g รองลงมา คือ การตากแดด การตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ และการใช้ตู้อบลมร้อน มีค่า 1.4×10^6 8.5×10^5 3.6×10^5 CFU/g ตามลำดับ (Table 3) เช่นเดียวกับ นักสิทธิ์ และคณะ (2554) ทำแห้งใบมะรุม ใบรางจืด และใบเตย ด้วยการให้สัมผัสกับ

แสงอาทิตย์โดยตรงภายนอกอาคาร พบการเจริญของ เชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดและเกินที่มาตรฐานกำหนด

การตากฟ้าทะลายโจรในร่มภายใต้หลังคาที่มีอากาศถ่ายเท พบปริมาณยีสต์และรา สูงที่สุด คือ 1.2×10^5 CFU/g รองลงมา คือ การตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ การตากแดด และตู้อบลมร้อน โดยมีค่า 6.0×10^4 1.9×10^4 และ 1.4×10^3 CFU/g ตามลำดับ (Table 3)

ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด พบว่าการตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ มีปริมาณน้อยที่สุด คือ 2.6×10^3 MPN/g สำหรับการตากแดด การตากในร่มที่มีอากาศถ่ายเท และตู้อบลมร้อน ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 6.7×10^3 5.6×10^3 และ 5.8×10^3 MPN/g ตามลำดับ (Table 3)

ปริมาณแบคทีเรียฟิคอลโคลิฟอร์ม จากการตรวจวิเคราะห์พบเฉพาะในการตากแห้งด้วยการตากในร่มที่มีอากาศถ่ายเท คือ 2.0×10^3 MPN/g ในขณะที่การทำแห้งด้วยวิธีการอื่นๆ พบ น้อยกว่า 3.0 MPN/g (Table 3) และจากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณหา *E.coli* ไม่พบในตัวอย่างฟ้าทะลายโจรแห้งที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการต่างๆ

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด และปริมาณแบคทีเรียฟิคอลโคลิฟอร์ม จะ

เห็นได้ว่าการตากแดดและการตากในร่มที่มีอากาศถ่ายเท หลังจากวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์พบว่าปริมาณค่อนข้างสูงที่สุดเมื่อเทียบกับการทำแห้งด้วยวิธีการใช้ตู้อบลมร้อนและโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ เช่นเดียวกับ นักสิทธิ์ และคณะ (2554) ศึกษาวิธีการอบแห้ง มะรุม ใบรางจืด และใบเตย 3 วิธี คือ ใช้วิธีการทำแห้งในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ การตากโดยให้สัมผัสแสงอาทิตย์โดยตรง และตากโดยไม่ให้สัมผัสแสงอาทิตย์โดยตรง พบว่าการตากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดนี้เมื่อให้สัมผัสกับแสงอาทิตย์โดยตรง พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดและเกินที่มาตรฐานกำหนด

จากการทดลองการทำแห้งฟ้าทะลายโจรด้วยวิธีการต่างๆ พบว่าการตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ ที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงในเวลากลางวันจะใช้ระยะเวลาทำแห้งเพื่อให้ได้ความชื้นไม่เกิน 10% ประมาณ 36 ชั่วโมง การตากแดดและการใช้ตู้อบลมร้อน ใช้ระยะเวลา 72 ชั่วโมง และการตากในร่มที่มีอากาศถ่ายเทใช้เวลานานประมาณ 120 ชั่วโมง ดังนั้นจึงมีการปนเปื้อนจากภายนอกได้มากที่สุด สำหรับการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ลักษณะของตู้อบจะปิดสนิทและควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ได้สม่ำเสมอ ซึ่งสามารถลดการปนเปื้อนจากภายนอกได้ทำให้พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด



Figure 1 The drying methods: in the sun (A), indoors (B), in the solar greenhouse (C), and using hot-air oven (D)

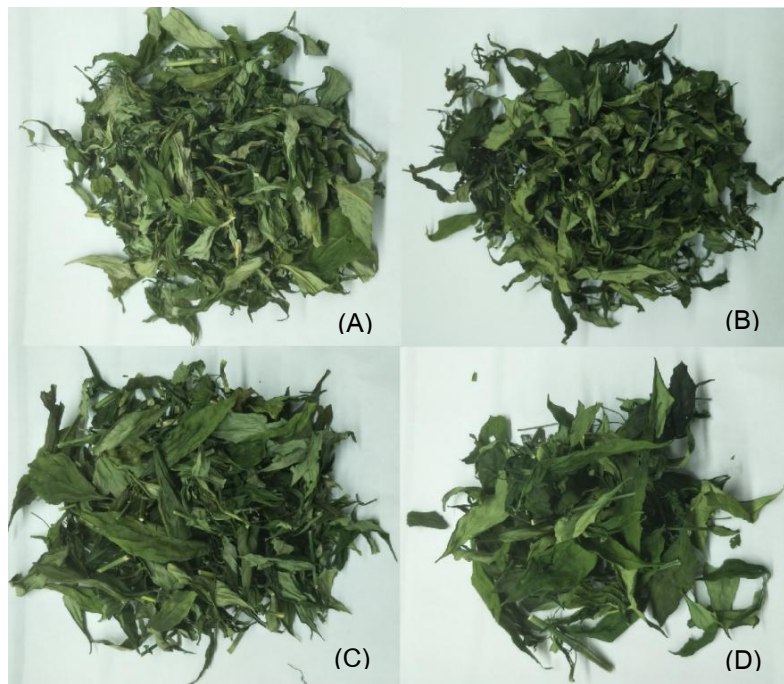


Figure 2 *Andrographis paniculata* after drying by in the sun (A), indoors (B), in the solar greenhouse (C), and using hot-air oven (D)

Table 1 The dry weight, color difference (L^* , a^* , b^*), and andrographolide of *Andrographis paniculata* were measured after drying in the sun, indoors, in the solar greenhouse, and using a hot-air oven.

Drying method	Dry weight (%)	L^*	a^*	b^*	Andrographolide (mg/L)
Sun	24.06±1.78 a	42.82±3.35	-2.52±1.07	8.08±3.81	101.30±7.33 a
Indoor	23.10±1.04 b	38.51±3.49	-2.33±0.75	5.49±1.92	99.24±2.06 a
Solar greenhouse	22.14±1.03 b	41.24±3.03	-2.59±0.87	7.43±1.70	69.66±1.57 b
Hot air oven	21.43±0.71 c	41.00±1.56	-4.08±0.56	6.98±1.08	91.92±5.68 a
<i>F</i> -test	*	ns	ns	ns	*

Note : ns = non significant

: * = significantly different at p level of 0.05

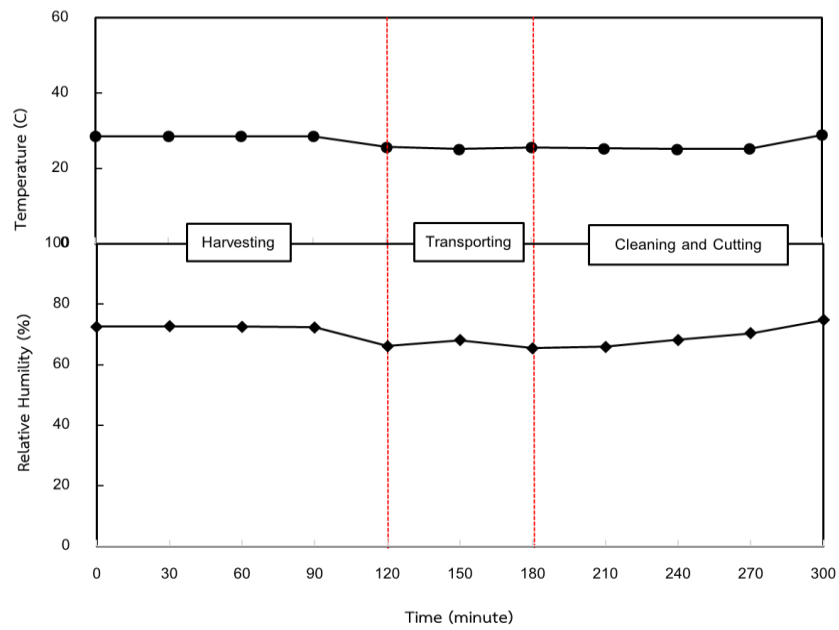


Figure 3 Temperature and Relative Humidity during harvesting, transporting, cleaning, and cutting of *Andrographis paniculata*

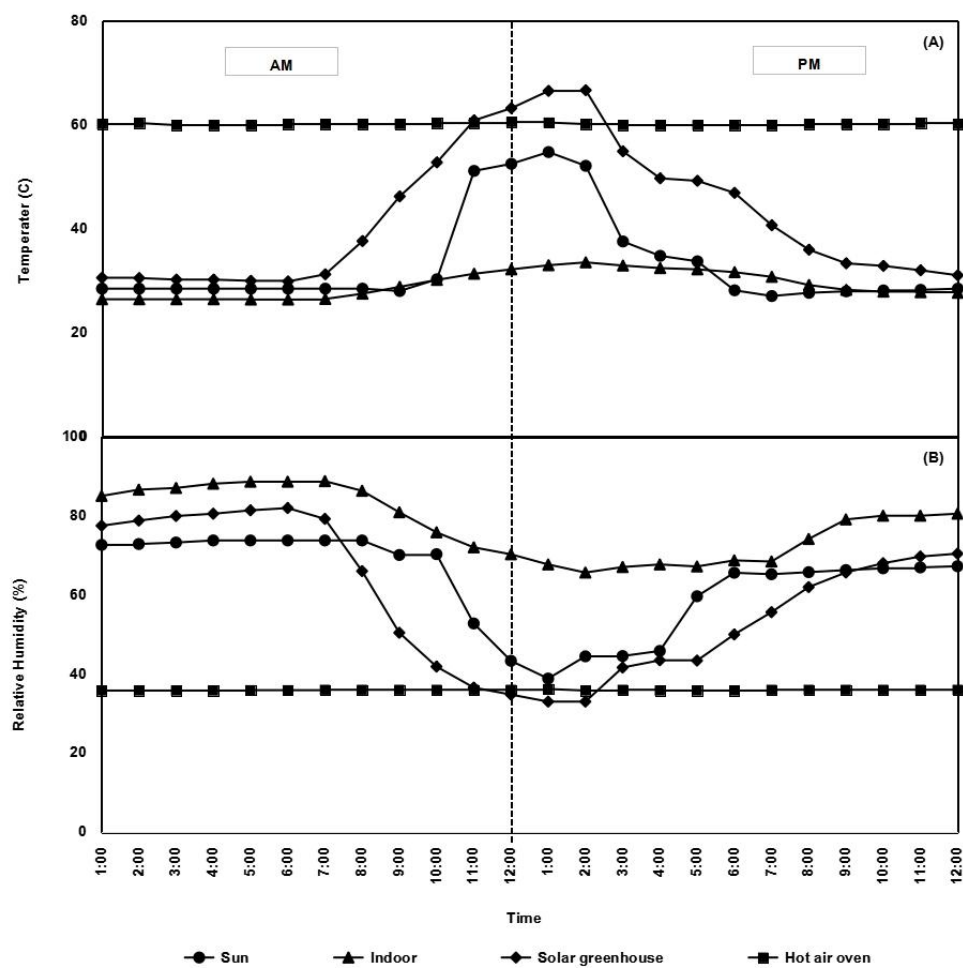


Figure 4 Temperature and Relative Humidity of *Andrographis paniculata* drying in the sun, in doors, in the solar greenhouse, and using hot-air oven

Table 2 Microorganism of *Andrographis paniculata* after drying in the sun, indoors, in the solar greenhouse, and using hot-air oven drying methods.

Drying method	Total Plate Count (CFU/g)	Yeast and Mold (CFU/g)	Total Coliform (MPN/g)	Faecal Coliform (MPN/g)	<i>E. coli</i>
Sun	1.4x10 ⁶ b	1.9x10 ⁴ b	6.7x10 ³ a	<3.0 a	Negative
Indoor	6.2x10 ⁶ a	1.2x10 ⁵ a	5.6x10 ³ b	2.0x10 ³ b	Negative
Solar greenhouse	8.4x10 ⁵ b	6.0x10 ⁴ c	2.6x10 ³ c	<3.0 a	Negative
Hot air oven	3.6x10 ⁵ d	1.4x10 ³ d	5.8x10 ³ d	<3.0 a	Negative
F-test	**	**	**	*	

Note : ns = non significant

: * = Significantly different at *p* level of 0.05

: ** = Significantly different at *p* level of 0.01

สรุป

วิธีการทำแห้งที่เหมาะสมคือ การใช้ตู้อบลมร้อนที่มีอุณหภูมิสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาของการทำแห้ง เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ปิดสนิททำให้ลดการปนเปื้อนจากภายนอกได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้โรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ก็เป็นอีกทางเลือกที่สามารถใช้ทำแห้งได้ในกรณีที่ต้องการทำแห้งวัตถุดิบในปริมาณมาก ถึงแม้ปริมาณสารสำคัญจะลดลงเนื่องจากอุณหภูมิภายในโรงอบค่อนข้างสูง แต่ปริมาณสารสำคัญที่วิเคราะห์ได้ยังอยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน การใช้วิธีการตากแดดและตากในร่มเป็นวิธีการที่ประหยัดแต่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ค่อนข้างสูง ซึ่งอาจจะมีผลในระยะยาวหลังการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

หน่วยวิเคราะห์วิจัยดิน พืชและวัสดุเกษตร และหน่วยวิเคราะห์พิษตกเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ที่สนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สนับสนุนงบประมาณวิจัยมุ่งเป้าประจำปี พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2564). ข้อควรระวังเกี่ยวกับการใช้ “สารแอนโดรกราโฟไลด์” ในผลิตภัณฑ์ “ฟ้าทะลายโจร” เพื่อ “การรักษาโควิด-19”. บริษัท บียอนด์ ฟับลิสซิ่ง จำกัด.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2556). “องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสู่การเป็น smart officer : สมุนไพรและเครื่องเทศ”. สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร.

เกษร แซ่มชื่น. (2566). คู่มือ การผลิตฟ้าทะลายโจร เพื่อเป็นแนวทางการรับรองแหล่งผลิต GAP พืชสมุนไพร. อนันตชัยการพิมพ์.

ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล. (2555). เทคโนโลยีการทำแห้งแบบผสมผสาน: การนำมาใช้เพื่อถนอมผลิตภัณฑ์อาหารที่ไวต่อความร้อน. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., 35(2), 269-283.

- ธรรมรัตน์ บุญสูง, สันต์ ใจยอดศิลป์, สมวงศ์ ใจยอดศิลป์, ขวัญศรี สราญกวิน, และสุภัทสรณ์ แก้วกลั่น. (2565). การศึกษาปริมาณแอนโดรกราโฟไลด์ในส่วนต่าง ๆ ของฟ้าทะลายโจรในระยะเก็บเกี่ยวที่ต่างกันจากอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 20(1), 141-149.
- นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่, สุดริดา คำเหมื่อง และ วิชาวรรณ ไชยเทพ. (2554). การศึกษารูปแบบการอบแห้งสมุนไพรไทยบางชนิด. *วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ)*, 39, 488-492.
- เมทินี หลิมศิริวงษ์ และปณรต แซ่มชมดาว. (2562). บทความวิชาการเพื่อการศึกษาต่อเนื่องทางเภสัชศาสตร์ เรื่อง การผลิตสารมาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ Andrographolide จากฟ้าทะลายโจร และการนำสารมาตรฐานไปใช้ในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์. *กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข*.
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่. (2556). คู่มือการแปรรูปวัตถุดิบสมุนไพร. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่.
- อาทิตยา พองพรหม. (2564). การปลูกสมุนไพรฟ้าทะลายโจร. สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี.
- Raza, A., Ali, M. A., Yusof, Y. A., Nasir, A. and Muneer, S. (2018). Effect of different drying treatments on concentration of curcumin in raw *Curcuma longa* L. *Food Research*, 2(6), 500-504. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.2\(6\).109](https://doi.org/10.26656/fr.2017.2(6).109)
- Saeidi, K., Ghafari, Z. and Rostami, S. (2016). Effect of drying methods on essential oil content and composition of *Mentha longifolia* (L.) Hudson. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19(2), 391- 396. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2015.1108246>